

Проблемы почвенной зоологии

**БИОТА, ГЕНЕЗИС
И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЧВ**

**МАТЕРИАЛЫ XIX
ВСЕРОССИЙСКОГО СОВЕЩАНИЯ
ПО ПОЧВЕННОЙ ЗООЛОГИИ**



Улан-Удэ
2022

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Научный совет по экологии биологических систем

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН
Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН
Тюменский государственный университет
Бурятская государственная сельскохозяйственная академия
им. В. Р. Филиппова
Бурятский государственный университет им. Д. Банзарова

РУССКОЕ ЭНТОМОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
Бурятское отделение

БИОТА, ГЕНЕЗИС И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЧВ

МАТЕРИАЛЫ XIX ВСЕРОССИЙСКОГО СОВЕЩАНИЯ ПО ПОЧВЕННОЙ ЗООЛОГИИ

15–19 августа 2022 г., Улан-Удэ

Улан-Удэ
Издательство БНЦ СО РАН
2022

УДК 631.4
ББК 40.3
Б 63

Организационный комитет:

председатель: д.б.н., проф. *Л.Л. Убугунов* (ИОЭБ СО РАН)

сопредседатель: д.б.н., чл.-кор. РАН *А.В. Тиунов* (ИПЭЭ РАН)

заместители председателя: д.б.н., проф. РАН *К.Б. Гонгальский* (ИПЭЭ РАН)

к.б.н. *Л.Ц. Хобракова* (ИОЭБ СО РАН)

секретарь: к.б.н. *Т.В. Гордеева* (ИОЭБ СО РАН)

Члены оргкомитета:

д.б.н., проф. Ц.З. Доржиев (БГУ, ИОЭБ СО РАН), д.б.н., проф. В.И. Убугунова (ИОЭБ СО РАН), к.б.н. Т.Л. Ананина (ФГБУ «Заповедное Подлеморье»), к.б.н. Н.Г. Борисова (ИОЭБ СО РАН), к.б.н. О.В. Вишнякова (ИОЭБ СО РАН), к.б.н. Т.В. Гордеева (ИОЭБ СО РАН), к.б.н. А.Б. Гулгенова (БГУ), к.и.н. А.В. Дамдинов (БГУ), к.г.н. А.С. Зайцев (ИПЭЭ РАН), к.б.н. Э.Г. Имескенова (БГСХА), к.б.н. Д.И. Коробушкин (ИПЭЭ РАН), к.б.н. Е.Ю. Мильхеев (ИОЭБ СО РАН), к.б.н. С.Г. Рудых (ИОЭБ СО РАН), к.б.н. А.В. Толстиков (ТюмГУ), к.б.н. А.В. Уваров (ИПЭЭ РАН), к.с.-х.н. Б.Б. Цыбиков (БГСХА)

Биота, генезис и продуктивность почв: материалы XIX Всероссийского совещания по почвенной зоологии / под ред. А. В. Тиунова, К. Б. Гонгальского, А. В. Уварова. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2022. – 202 с.

ISBN 978-5-7925-0618-3

На совещании рассмотрены важнейшие результаты и перспективы развития фундаментальных и прикладных исследований в области почвенной зоологии, биологии, генезиса и продуктивности почв. Тематика совещания охватывает широкий спектр актуальных направлений, включая вопросы фауногенеза и зоогеографии почвенных животных; структуры и механизмов организации почвенных сообществ в естественных и антропогенно измененных экосистемах; функциональной экологии почвенных сообществ; роли животных в почвообразовании и поддержании углеродного баланса почв; структуры, разнообразия и продуктивности почвенных экосистем. Большое внимание уделено развитию междисциплинарных и комплексных подходов в почвенной биологии и методологии почвенно-зоологических исследований, включая широкое внедрение современных молекулярных методов и формирование открытых баз данных.

УДК 631.4
ББК 40.3

© Российская академия наук, Научный совет по экологии биологических систем, 2022

©Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 2022

©Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 2022

© Авторы, 2022

ISBN 978-5-7925-0618-3

СОДЕРЖАНИЕ

Абукенова В.С. ФАУНА ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (OLIGOSCHAETA, LUMBRICIDAE) КАРКАРАЛИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА.....	15
Алексанов В.В., Алексеев С.К. К ОЦЕНКЕ ТРУДОЕМКОСТИ УЧЕТА НАПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРИ ВЕДЕНИИ КАДАСТРА ОБЪЕКТОВ ЖИВОТНОГО МИРА.....	16
Ананина Т.Л. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЖУЖЕЛИЦ РОДА <i>PTEROSTICHUS</i> В БАРГУЗИНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ (СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ).....	18
Андриевский В.С. НОВЫЕ ВИДЫ ПОЧВООБИТАЮЩИХ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ ДЛЯ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ХАКАСИИ.....	19
Антипова М.Д., Бабенко А.Б. ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФАУНЫ КОЛЛЕМБОЛ (COLLEMBOLA) СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ.....	21
Анциферов А.Л. ЖУЖЕЛИЦЫ (COLEOPTERA: CARABIDAE) СЕРИЙ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОДТАЕЖНОГО СОСНОВОГО ЛЕСА В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	22
Астайкина А.А. ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА ПРОКАРИОТНОЕ СООБЩЕСТВО КИШЕЧНОГО ТРАКТА <i>LUMBRICUS TERRESTRIS</i>	23
Бабий К.А., Князев С.Ю., Голованова Е.В. ВЛИЯНИЕ ИНВАЗИВНЫХ <i>EISENIA NANA</i> И <i>EISENIA VENTRIPARILLATA</i> (ORISTHOPORA, LUMBRICIDAE) НА КАТИОННЫЙ СОСТАВ ПОЧВЫ.....	24
Балданова Д.Р., Хамнуева Т.Р., Дугаров Ж.Н. ВКЛАД ПАРАЗИТОВ В РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВЕННОЙ БИОТЫ НА ПРИМЕРЕ ПАРАЗИТОФАУНЫ МОНГОЛЬСКОЙ ЯЦУРКИ.....	26
Балсанова Л.Д. ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА ПОЧВЕННУЮ МЕЗОФАУНУ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ.....	28

Бархутова Д.Д., Раднагуруева А.А., Зайцева С.В.	
ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В ГИДРОТЕРМЕ АЛЛА (БАРГУЗИНСКАЯ КОТЛОВИНА, БУРЯТИЯ)	29
Белова Ю.Н., Булычева Е.А., Зейслер Н.А., Белов А.Е.	
СВОЙСТВА ГРУНТОВ И ПОЧВЕННАЯ МЕЗОФАУНА ШЛАМОНАКОПИТЕЛЯ ПИРИТНОГО ОГАРКА.....	31
Беляева Н.В.	
НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРЁХ ВИДОВ ТЕРМИТОВ: <i>MICROCEROTERMES BURMANICUS</i> , <i>TERMES PROPINQUUS</i> , <i>NASUTITERMES MATANGENSIFORMIS</i>	32
Боескоров В.С., Саввинов Г.Н.	
О НОГОХВОСТКАХ (COLLEMBOLA) АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ.....	34
Бокова А.И., Панина К.С., Потапов М.Б., Кузнецова Н.А.	
ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ НА ГРУППИРОВКУ КОЛЛЕМБОЛ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ.....	35
Буянжаргал Б., Гантигмаа Ч., Өлзий Ц., Баярмаа Д., Анударь Б.	
ДОМИНАНТНЫЕ ВИДЫ ЖУКОВ (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE) В САКСАУЛОВЫХ ЛЕСАХ И ИХ СВЯЗИ С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПОЧВ.....	37
Валдаева Е.В., Лябзина С.Н.	
ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ПОЧВЕННЫХ РАКОВИННЫХ АМЕБ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ТРУПА.....	38
Васенкова Н.В., Кузнецова Н.А.	
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ КОЛЛЕМБОЛ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК БОРЕОНЕМОРАЛЬНОЙ ПОЛОСЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ.....	40
Виноградов Д.Д., Смагин А.С.	
ВЫЯВЛЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НИМФ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ С ПОМОЩЬЮ ИЗОТОПНОЙ МЕТКИ.....	41
Вишнякова О.В., Убугунова В.И., Убугунов В.Л.	
ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В ПОЧВАХ БАРГУЗИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ.....	42

Гебремескел А.А., Сальницкая М.А.	
ИЗУЧЕНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ЭНДЕМИЗМА СТАФИЛИНИД СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА НА ПРИМЕРЕ <i>QUEDIUS OBLIQUESER-ATUS</i>	44
Гераськина А.П.	
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ЛЕСНОЙ МОЗАИКИ.....	45
Голованова Е.В., Князев С.Ю., Бабий К.А.	
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АБОРИГЕННОГО ДЛЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ВИДА ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ И ВИДОВ-ВСЕЛЕНЦЕВ ИЗ КАЗАХСТАНА.....	47
Голубцов В.А., Вантеева Ю.В., Воропай Н.Н., Василенко О.В., Черкашина А.А., Завовская Э.П.	
ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ОБОРОТА УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ ПО ИЗОТОПНЫМ ДАННЫМ.....	48
Гонгальский К.Б.	
СОСТОЯНИЕ ОХРАНЫ ПОЧВЕННОЙ ФАУНЫ В РОССИИ.....	50
Гонгальский К.Б., Турбанов И.С., Бызов Ф.С., Дыган А.М., Поляков Д.И., Кузнецова Д.М.	
RUSWOODLICE: БАЗА ДАННЫХ МОКРИЦ ФАУНЫ РОССИИ.....	51
Горбунова А.Ю., Гонгальский К.Б., Коробушкин Д.И.	
СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ПОЧВЕННОЙ МАКРОФАУНЫ ПРИМОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ.....	52
Гордеева Т.В., Гордеев С.Ю.	
ОСОБЕННОСТИ БИОНОМИИ ПАЛЕАРХЕАРКТИЧЕСКИХ ОРДЕНСКИХ ЛЕНТ (LEPIDOPTERA, EREBIDAE: SATOCALA) ЮЖНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ.....	53
Гордиенко Т.А.	
ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (LUMBRICIDAE) В ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	55
Гулгенова А.Б.	
РАЗНООБРАЗИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ НОГОХВОСТОК СЕМЕЙСТВА ONYCHIURIDAE (COLLEMBOLA) В ЗАБАЙКАЛЬЕ.....	57
Гусева П.А., Коробушкин Д.И.	
ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ МОРСКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ПОЧВЕННЫЕ СВОЙСТВА.....	58

Дагурова О.П., Гаранкина В.П., Дамбаев В.Б., Зайцева С.В. РАЗНООБРАЗИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИБРЕЖНЫХ ОСАД- КОВ МЕЛКОВОДНЫХ ЗАЛИВОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ.....	60
Данилова М.А., Зайцев А.С. ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВЕННЫХ ИНFUZO- РИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БИОСТАНЦИИ ОЗ. ГЛУБОКОЕ (МОСКОВ- СКАЯ ОБЛАСТЬ)	61
Данилова М.А., Зайцев А.С., Сайфутдинов Р.А. РАЗНООБРАЗИЕ ИНFUZOРИЙ В ПОЧВАХ, НАРУШЕННЫХ ХРО- НИЧЕСКИМ АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ.....	63
Данилова Э.В., Лопатовская О.Г., Бархутова Д.Д. РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЫХОДОВ МИНЕРАЛЬНЫХ ИС- ТОЧНИКОВ ВОСТОЧНОГО САЯНА.....	64
Дашиева Д.С., Чимитдоржиева Г.Д. МЕЗОФАУНА ПОЧВ В ДЕЛЬТОВОЙ ЧАСТИ РЕКИ СЕЛЕНГА БАССЕЙНА ОЗЕРА БАЙКАЛ.....	66
Дегтярёв М.И. ФАУНИСТИЧЕСКИЙ СПИСОК ПОЧВООБИТАЮЩИХ ЭНХИТРЕ- ИД РОССИИ.....	67
Дугаров Ж.Н., Булутов К.В., Вахрушкина А.Н., Бужгеева А.А. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГЕОГЕЛЬМИНТОЗОВ ЧЕЛОВЕКА В РЕС- ПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ.....	68
Ермилов С.Г., Корпус-Рарос Л., Наредо Дж. К. Б., Эусебио О. ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩАХ (ACARI, ORIBATIDA) ОСТРОВА СИБУЯН (ФИЛИППИНЫ)	70
Ермолов С.А., Шеховцов С.В. ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ (OLIGOSCHAETA, LUMBRICIDAE) ЛЕСО- СТЕПНОГО ПРИОБЬЯ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ: БИОТОПИЧЕ- СКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, КОМПЛЕКСЫ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ, ПО- ЛИМОРФИЗМ.....	71
Ефимик В.Е., Фарзалиева Г.Ш., Есюнин С.Л. ПОЧВЕННАЯ МЕЗОФАУНА НЕКОТОРЫХ БИОТОПОВ В РАЙОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ПЕРМ- СКОМ КРАЕ.....	72
Жмылева К.С., Чернышов В.А., Юшковец С.Ю., Чернышова О.В., Цыганов А.Н., Мазей Ю.А. РАКОВИННЫЕ АМЕБЫ В БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	74

Загумённая О.Н., Филиппов Д.А., Загуменный Д.Г., Комаров А.А., Цыганов А.Н., Тихоненков Д.В.	
ИЗМЕНЕНИЕ СООБЩЕСТВ ПОЧВООБИТАЮЩИХ И ВОДНЫХ РАКОВИННЫХ АМЕБ ОКРЕСТНОСТЕЙ КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА БИОСТАНЦИИ ТЮМГУ (ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	76
Загумённый Д.Г., Радайкина Л.В., Тихоненков Д.В.	
НОВЫЕ ВИДЫ ПОЧВЕННЫХ ЦЕНТРОХЕЛИДНЫХ СОЛНЕЧНИ- КОВ	77
Зайцев А.С.	
ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ОПРЕДЕЛЯЕТ ДОЛЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ПЛАСТИЧНЫХ ВИДОВ ОРИБАТИД С ШИРОКИМ АРЕАЛОМ В ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ.....	79
Зайцева С.В., Козырева Л.П., Дамбаев В.Б., Бадмаев Н.Б.	
ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОБНЫХ СООБ- ЩЕСТВ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ЮГА ВИТИМСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ (БУРЯТИЯ, РОССИЯ)	80
Залиш Л.В., Худяев С.А., Любечанский И.И.	
СУКЦЕССИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ НА ВЕРХО- ВОМ БОЛОТЕ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	81
Зенкова И.В.	
ЭКОЛОГИЯ МНОГОНОЖКИ-КОСТЯНКИ <i>LITHOBIUS CURTIPIES</i> НА ПОЛУОСТРОВЕ РЫБАЧИЙ В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ.....	83
Зенкова И.В., Колесникова А.А.	
СТАФИЛИНИДЫ (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE) ГОЛЬЦОВЫХ ПУСТЫНЬ ХИБИН.....	84
Зубрий Н.А., Филиппов Б.Ю., Хрулева О.А., Кондаков А.В., Ры- балов Л.Б., Болотов И.Н.	
ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИМ И БИО- ГЕОГРАФИЧЕСКИМ РЕКОНСТРУКЦИЯМ ГРУППЫ <i>BREVICORNIS</i> ПОДРОДА <i>CRYOBIUS</i> (COLEOPTERA, CARABIDAE, PTEROSTIC- HUS).....	86
Зуев А.Г., Акулова А.Ю., Зуева А.И.	
ВЛИЯНИЕ ДЕФАУНИРОВАНИЯ ПОЧВЫ ЦИПЕРМЕТРИНОМ НА ПРОДУКЦИЮ МИЦЕЛИЯ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ.....	88
Зуева А.И., Литов А.Г., Тиунов А.В., Беляева Н.В., Карганова Г.Г.	
ВИРУСЫ ТЕРМИТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА КАТТЬЕН (ВЬЕТНАМ)	89

Климов П.Б., Колесников В.Б., Воронцов Д.Д., Хаустов А.А. ИСКОПАЕМЫЕ ПОЧВЕННЫЕ КЛЕЩИ ИЗ ДЕВОНА, МЕЛА И ЭОЦЕНА ДЛЯ КАЛИБРОВКИ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ЧАСОВ: РЕКОНСТРУКЦИИ С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ.....	91
Князев С.Ю., Бабий К.А., Голованова Е.В. ПОЧВЕННАЯ МАКРОФАУНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ В ШИРОТНОМ ГРАДИЕНТЕ.....	92
Козлова А.А., Уткина А.Д. БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ.....	94
Колесников В.Б., Климов П.Б., Ермилов С.Г. О МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДАХ В СИСТЕМАТИКЕ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ НАДСЕМЕЙСТВА DAMAEOIDEA.....	96
Колесникова А.А. МНОГОНОЖКИ (MYRIARODA) ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ.....	97
Колесникова А.А., Конакова Т.Н., Кудрин А.А., Перминова Е.М., Таскаева А.А., Фатеева А.А. ПОЧВЕННАЯ ФАУНА НА ВЫРУБКАХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ (РЕСПУБЛИКА КОМИ).....	98
Комарова Е.В., Стойко Т.Г. КОНХИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДВУХ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ МОЛЛЮСКА <i>CHONDRULA TRIDENS</i>	100
Коробушкин Д.И. ЗНАЧИМОСТЬ МОРСКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ФОРМИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НАЗЕМНЫХ ДЕТРИТНЫХ ПИЩЕВЫХ СЕТЕЙ.....	102
Короткевич А.Ю. ИЗОТОПНЫЕ НИШИ В СООБЩЕСТВЕ КОЛЛЕМБОЛ: ОТ ДОМИНИРУЮЩИХ ДО РЕДКИХ ВИДОВ.....	103
Кудрин А.А., Салаватулин В.М., Сущук А.А., Таскаева А.А., Микрюков В.С., Конакова Т.Н., Семенюк И.И., Кудрина С.Е., Фатеева А.А. ПОЧВЕННАЯ ФАУНА В ДРЕВЕСНОМ ЯРУСЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ.....	105
Кузнецова Н.А. КЛОНАЛЬНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ И БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС У ПОЧВЕННЫХ КОЛЛЕМБОЛ.....	106

Лаврентьева И.Н., Убугунова В.И., Хутакова С.В., Рупышев Ю.А. РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ В БИОГЕОЦЕНО- ЗАХ БАССЕЙНА РЕКИ ИВОЛГА (БУРЯТИЯ)	108
Леонов В.Д., Мигунова В.Д., Сотников И.В., Тиунов А.В. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ МАКРОПЛАСТИКОМ ПРИВОДИТ К ИЗМЕНЕНИЯМ В СООБЩЕСТВАХ НЕМАТОД.....	109
Лузянин С.Л. СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABI- DAE) ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ КУЗБАС- СА.....	111
Любечанский И.И., Дудко Р.Ю., Азаркина Г.Н., Голованова Е.А., Барсуков П.А. ВЛИЯНИЕ НУЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА НАСЕЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ЛЕСОСТЕПИ НА ЮГЕ ЗА- ПАДНОЙ СИБИРИ.....	112
Макарова О.Л., Ермилов С.Г. ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О КЛЕЩАХ (ACARI) В ШТОРМОВЫХ ВЫБРОСАХ КАСПИЙСКОГО МОРЯ.....	114
Макеева В.М., Алазнели И.Д., Смуров А.В., Каледин А.П. О СОХРАНЕНИИ ПОПУЛЯЦИЙ КУСТАРНИКОВОЙ УЛИТКИ (<i>BRADYBAENA FRUTICUM</i>) В ПАРКАХ МОСКВЫ.....	115
Мангатаев А.Ц., Бадмаев Н.Б. ТРЕНДЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МЕРЗЛОТНЫХ ЛУГОВО- ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЮГА ВИТИМСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ.....	117
Машков К.А., Гончаров А.А. ПОЧВЕННЫЕ КЛЕЩИ И НЕМАТОДЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ОБИ- ЛИЯ ФУЗАРИЕВЫХ ГРИБОВ.....	118
Мигунова В.Д., Шестеперов А.А. МЕЖВИДОВЫЕ ОТНОШЕНИЯ <i>APHELENCHUS AVENAE</i> , <i>APHE- LENCHOIDES SAPROPHILUS</i> И <i>APHELENCHOIDES BESSEYI</i> IN VITRO.....	119
Мордкович В.Г., Дудко Р.Ю., Худяев С.А., Любечанский И.И. ВЛИЯЮТ ЛИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СООБЩЕСТВА ЖУКОВ- ЖУЖЕЛИЦ И ЧЕРНОТЕЛОК (COLEOPTERA: CARABIDAE, TENEB- RIONIDAE) В ГОРНЫХ КОТЛОВИНАХ ТУВЫ И АЛТАЯ: 60-ЛЕТНИЙ ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ.....	120
Нефедьев П.С. ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ БОГАТСТВО И СТРУКТУРА ФАУНЫ ДИ- ПЛОПОД АЛТАЕ-ХАНГАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ СТРАНЫ.....	122

Норовсурэн Ж., Никитина Е.П.	
АКТИНОМИЦЕТЫ РЕДКОГО РОДА <i>NOCARDIA</i> В ПОЛУПУСТЫН- НЫХ ПОЧВАХ МОНГОЛИИ.....	123
Полянская Л.М., Приходько В.Е.	
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКИХ АРХИВОВ.....	125
Попкова Т.В.	
РАЗМЕРНО-ВИДОВАЯ ГИПОТЕЗА И МИРМЕКОКОМПЛЕКСЫ ТРОПИЧЕСКОГО ЛЕСА И ЛЕСА УМЕРЕННОЙ ЗОНЫ.....	126
Попкова Т.В.	
ВЗАИМОСВЯЗЬ МОРФОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ МУРАВЬЕВ ПОЧ- ВЕННО-ПОДСТИЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА В ТРОПИЧЕСКОМ МУС- СОННОМ ЛЕСУ.....	128
Потапов М.Б.	
ПОИСК МОРФОЛОГИЧЕСКИХ РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ ГЕНЕТИЧЕ- СКИМИ ЛИНИЯМИ ВИДОВ-УБИКВИСТОВ – НАСУЩНАЯ ЗАДАЧА СИСТЕМАТИКИ КОЛЛЕМБОЛ.....	130
Прокопенко Е.В., Турбанов И.С., Колесников В.Б.	
МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЛОЖНОСКОРПИОНОВ (PSEUDOS- CORPIONES) ДОНБАССА.....	131
Пронина Н.А., Коробушкин Д.И.	
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ МОРСКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕ- СТВА НА ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ТАЕЖНЫХ И ТУНД- РОВЫХ ЭКОСИСТЕМ.....	132
Рапопорт И.Б., Шеховцов С.В.	
ФАУНА И ЗООГЕОГРАФИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (OLIGOSCHAE- TA: ACANTHODRILIDAE, MEGASCOLECIDAE, LUMBRICIDAE) РАЙ- ОНОВ ЗАПАДНОЙ АЗИИ.....	134
Рахлеева А.А., Мурсенкова А.Ю.	
ПОЧВЕННАЯ МАКРОФАУНА ТРЕХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИ- ТОРИЙ МОСКВЫ, РАЗНЫХ ПО ПЛОЩАДИ И РЕЖИМУ ИСПОЛЬЗО- ВАНИЯ.....	135
Розанова О.Л.	
АССИМИЛЯЦИЯ СИМУЛИРОВАННОГО «АРТРОПОДНОГО ДОЖ- ДЯ» ПОЧВЕННЫМИ ПИЩЕВЫМИ СЕТЯМИ: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ.....	137
Рыбалов Л.Б.	
СОСТАВ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПОЧВЕННОЙ МАКРОФА- УНЫ ЮЖНОЙ ЧУКОТКИ.....	139

Рысс А.Ю., Полянина К.С.	
ПАРАМЕТРЫ ОНТОГЕНЕЗА И ПОПУЛЯЦИОННЫХ ЦИКЛОВ У ЧЕТЫРЕХ МОДЕЛЬНЫХ ВИДОВ САПРОКСИЛЬНЫХ НЕМАТОД ЛЕСНЫХ И ПАРКОВЫХ ЭКОСИСТЕМ.....	140
Рябинин А.С., Быков Р.А., Илинский Ю.Ю.	
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ВСТРЕЧАЕМОСТИ БАКТЕРИИ <i>WOLBACHIA</i> У МУРАВЬЕВ УМЕРЕННОГО ПОЯСА.....	142
Рябинин Н.А., Ермилов С.Г.	
ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ (ACARI, ORIBATIDA) СЕМЕЙСТВА DAMAEDIAE ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ.....	143
Сайфутдинов Р.А.	
ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕПОНИРОВАНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОЛЛЕМБОЛ.....	144
Сальницкая М.А.	
ЖУКИ-СТАФИЛИНИДЫ (STARHYLINIDAE) ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: ПРОБЛЕМЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.....	146
Сараева А.К., Кузнецова Н.А.	
ВСТРЕЧАЕМОСТЬ КОЛЛЕМБОЛ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРА УЧЕТНОГО УЧАСТКА.....	147
Сейфулина Р.Р., Коробушкин Д.И., Горбунова А.Ю., Пономарёв А.В.	
ПАУКИ (ARACHNIDA, ARANEI) ГАРЕЙ В ЛЕСАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ.....	149
Синкевич О.В.	
ПРОНИКНОВЕНИЕ И ВЕРОЯТНОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ <i>MELOIDOGYNE HAPLA</i> НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ....	151
Созонтов А.Н., Бельская Е.А., Золотарев М.П., Воробейчик Е.Л	
ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ НАПОЧВЕННЫХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ ПОСЛЕ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА.....	152
Солодовников А.Ю.	
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В СИСТЕМАТИКЕ ЖУКОВ-СТАФИЛИНИД (COLEOPTERA, STARHYLINIDAE): РАЗНООБРАЗИЕ И ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ И ДОСТИЖЕНИЙ.....	154

Сосорова С.Б.	
СОРБИЦИЯ КАЛИЯ НЕКОТОРЫМИ ТИПАМИ ПОЧВ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ.....	155
Сотников И.В., Леонов В.Д., Чепцов В.С., Тиунов А.В.	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАБАРКОДИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТАВА СООБЩЕСТВ ПЕДОБИОНТОВ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ СРЕДЫ МАКРО- ПЛАСТИКОМ.....	156
Софронова Е.В.	
КЛОПЫ-ГЕРПЕТОБИОНТЫ СООБЩЕСТВ ВЯЗА ЯПОНСКОГО В НИЗОВЬЯХ Р. СЕЛЕНГИ (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ).....	158
Столбов В.А., Шейкин С.Д.	
КЛЕЩИ В БЕРЕГОВЫХ НАНОСАХ ОЗЕР НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	159
Стрючкова А.В., Кузнецова Н.А.	
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЛИ- НИЙ НОГОХВОСТКИ <i>PARISOTOMA NOTABILIS</i> В ГРАДИЕНТЕ УР- БАНИЗАЦИИ.....	161
Суходольская Р.А., Алексанов В.В., Лузянин С.Л., Воробьева И.Г., Теофилова Т.М., Савельев А.А.	
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА МОРФОМЕТРИ- ЧЕСКУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЖУЖЕЛИЦЫ <i>PTEROSTICHUS MELANAR- IUS</i>	162
Сымпилова Д.П.	
СВОЙСТВА ТЕМНОГУМУСОВЫХ ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТАХ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ.....	163
Сыренжапова А.С., Абидуева Е.Ю., Дагурова О.П., Бархутова Д.Д.	
ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОБНЫХ СООБ- ЩЕСТВ В СОДОВО-СОЛЕНОМ ОЗЕРЕ ЗУН ТОРЕЙ (ЗАБАЙКАЛЬ- СКИЙ КРАЙ)	165
Таранец И.П.	
ИНТЕРАКТИВНОЕ ЗАНЯТИЕ С ИГРОЙ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ «КТО ЖИВЁТ В ПОЧВЕ»	166
Тиунов А.В.	
ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ПОДЗЕМНЫМИ И НАЗЕМНЫМИ ПИЩЕВЫМИ СЕТЯМИ.....	168
Трушицына О.С.	
ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ ЖУЖЕЛИЦ РОДА <i>AMARA</i> (COLEOPTERA, CARABIDAE) НА ЮГЕ МЕЩЁРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ.....	169

Трущицына О.С., Косякова А.Ю., Заколдаева А.А.	
РОЛЬ ООПТ В СОХРАНЕНИИ РАЗНООБРАЗИЯ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, SCARABIDAE) РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	171
Убугунова В.И., Лаврентьева И.Н.	
ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЕДОБИОНТОВ В ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ МЕЗОЗОЙСКИХ КОТЛОВИН ЗАБАЙКАЛЬЯ.....	172
Уваров А.В., Илиева-Макулец К.,	
Грабчиньска-Грызак О., Макулец Г.	
РЕАКЦИИ СООБЩЕСТВА НЕМАТОД ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ НА ПРИСУТСТВИЕ И РОСТ ПЛОТНОСТИ ЛЮМБРИЦИД ИЗ РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП.....	174
Фролов А.В., Ахметова Л.А.	
МАДАГАСКАРСКИЕ ЖУКИ-НАВОЗНИКИ (COLEOPTERA, SCARABAEIDAE, SCARABAEINAE) КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНДИКАТОР РАЗНООБРАЗИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ.....	175
Хаустов В.А., Докер И., Джохарчи О., Климов П.Б., Хаустов А.А.	
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАТИВНОГО ПОДХОДА В СИСТЕМАТИКЕ ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ СЕМЕЙСТВА RHUTOSEIIDAE.....	177
Хобракова Л.Ц.	
ЭКОТОННЫЙ ЭФФЕКТ В СТРУКТУРЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ФАУН ЖУЖЕЛИЦ НА БАЙКАЛЬСКОМ РУБЕЖЕ.....	178
Хусаинов Р.В.	
НЕМАТОДЫ РОДА <i>PARAPHELENCHUS</i> (APHELENCHINA: PARAPHELENCHIDAE) НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ.....	180
Хутакова С.В.	
МИКРОБИОТА ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА.....	181
Цуриков С.М., Семенюк И.И.	
ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ВОДОРОДА В РЕКОНСТРУКЦИИ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ.....	183
Чеглаков Д.С., Четвериков Ф.Е., Десницкий А.Г., Сухарева С.И.	
МОЛЕКУЛЯРНОЕ БАРКОДИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЕТЕКЦИИ ДЕЙТЕРОГИНИИ У ГАЛЛОВЫХ КЛЕЩЕЙ (ERIOPHYOIDEA).....	184
Чельцов Н.В., Марочкина Е.А., Марочкин И.М.	
ЛИЧИНКИ СТРОНГИЛЯТ – КОМПОНЕНТЫ ПОЧВЕННОГО БИОЦЕНОЗА.....	186

Четвериков Ф.Е., Чеглаков Д.С., Десницкий А.Г., Сухарева С.И. НЕДООЦЕНЕННАЯ РОЛЬ ПОЧВЫ В ЭКОЛОГИИ ГАЛЛОВЫХ КЛЕЩЕЙ (ERIPHOROIDEA)	187
Чимитдоржиева И.Б. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВОСМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ТОРФА.....	189
Чуева А.В., Якимов В.Н. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЖУЖЕЛИЦ ДВУХ ОСО- БО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ..	190
Шатров А.Б., Григорьева Л.А. ЗНАЧЕНИЕ ПОЧВЫ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ КЛЕЩЕЙ (PARASITIFORMES, ACARIFORMES)	192
Шатских К.Н., Пятин Е.В. МАКРОФАУНА ПОЧВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ УВЛАЖНЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ЛИСИНСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА..	194
Шахаб С.В. ОРИБАТИДЫ (ACARIFORMES, ORIBATEI) В ГНЕЗДАХ НЕКОТО- РЫХ ВИДОВ ВРАНОВЫХ ПТИЦ.....	195
Шахматова Е.Ю. ПОЧВЫ ПИРОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ.....	196
Швеценкова Ю.Б. ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ НИШ ПОЧВООБИТАЮЩИХ НОГОХВО- СТОК РОДА <i>OLIGAPHORURA</i> (COLLEMBOLA) В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ.....	198
Шейнкман В.С., Седов С.Н. СТРУКТУРА И ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИ- БИРИ КАК ОТРАЖЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФЛУКТУАЦИЙ...	200

**ФАУНА ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (OLIGOSCHAETA,
LUMBRICIDAE) КАРКАРАЛИНСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
ПРИРОДНОГО ПАРКА**

*Fauna of earthworms (Oligochaeta, Lumbricidae)
of Karkaraly National Park*

В.С. Абуkenова

*Карагандинский университет им. Е.А. Букетова, Караганда,
Республика Казахстан, abu-veronika@yandex.ru*

Изучен видовой состав и определены показатели обилия дождевых червей лесных биогеоценозов Каркаралинского национального природного парка (Центральный Казахстан). По лесорастительным условиям район относится к провинции остепненных нагорных островных и равнинных сосновых и березово-осиновых лесов Баяно-Каркаралинских низкогорий. Коренные леса являются здесь реликтами обширных горно-таежных лесов плейстоценового времени и имеют древние связи с флорой Южного Урала, южной тайги Западно-Сибирской низменности и юго-западного Алтая (Горчаковский 1987).

Наибольшее число видов люмбрицид (2–3) отмечено в мелколиственных и смешанных лесах. Общее обилие дождевых червей невелико. Доминирует подстилочный космополит – *Dendrodrilus rubidus tenuis*, замещающий бореальный *Dendrobaena octaedra*, преобладающий в лесах Баяно-Каркаралинских низкогорий в условиях значительного развития гидрологической сети. В лабазниковых березняках заповедных участков национального парка единично встречается космополит *Bimastos parvus*.

В горно-лесных почвах сухих сосновых лесов Каркаралинских низкогорий обилие червей минимально, зарегистрирован только *D. rubidus tenuis*. Вид заселяет грубогумусную подстилку, переживая длительный сухой период в гниющей древесине, под камнями.

Собственно-почвенные виды *Aporrectodea caliginosa caliginosa* и *Eisenia nordenskioldi pallida* малочисленны и распространены в местах постоянного влияния человека. Предположительно имеют здесь антропохорное распространение, но образуют стабильные популяции средней численности в лесах северо-восточной части низкогорий.

В целом низкая плотность населения дождевых червей Каркаралинского национального парка свидетельствует о режиме длительной

недостаточности увлажнения лесных почв. В этих условиях сохранение в лесах бореальных видов (*E. n. pallida* и *D. octaedra*) может быть под вопросом.

К ОЦЕНКЕ ТРУДОЕМКОСТИ УЧЕТА НАПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРИ ВЕДЕНИИ КАДАСТРА ОБЪЕКТОВ ЖИВОТНОГО МИРА

*To the assessment of the labour costs to survey epigeic invertebrates
for inventory of wildlife*

В.В. Алексанов, С.К. Алексеев

*Государственное бюджетное учреждение Калужской области
«Дирекция парков», Калуга, victor_alex@list.ru*

Кадастр и мониторинг животного мира – требование законодательства об охране окружающей среды, в т.ч. о животном мире и об особо охраняемых природных территориях (ООПТ). Характеристика животного мира необходима для оценки воздействия намечаемой деятельности на окружающую среду и разработки планов мероприятий по охране окружающей среды при строительстве. Обычно основное внимание уделяется позвоночным, однако Порядок ведения государственного мониторинга и государственного кадастра объектов животного мира (приказ Минприроды России от 30.06.2021 N 456) подчеркивает необходимость включать в перечень объектов животного мира по субъектам РФ и ООПТ федерального значения также беспозвоночных. В последние годы активно развивается система ООПТ регионального значения, также предусматривающая учет объектов животного мира. В Калужской области работу «Сбор, обработка и хранение информации об объектах животного и растительного мира (среды их обитания) на ООПТ регионального значения» с 2020 г. выполняет ГБУ КО «Дирекция парков», опыт работы которого отражен в издании (Алексанов и др. 2021). Чтобы планировать возможный объем работ исходя из имеющихся ресурсов (прежде всего, кадровых) и, наоборот, рассчитывать стоимость работ по мониторингу объектов животного мира, необходимо знать трудозатраты на такие работы, что и обсуждается в настоящем сообщении. Несмотря на публикации о преимуществах ручного сбора для инвентаризации отдельных таксонов (Mesibov et al., 1995; Knapp et al.,

2020), наиболее эффективным методом выявления видового состава напочвенных беспозвоночных остаются почвенные ловушки. По нашему опыту, на установку ловушек (15 шт.) на пробную площадь уходит не менее 2,5 человеко-часов, а на проверку – не менее 1 часа 20 мин. За день группа из 4 человек обрабатывает 10–12 пробных площадей при высокой транспортной доступности. Больше времени уходит на первичный разбор проб в камеральных условиях – в среднем 5 часов на пробу, на биотоп – более 8 человеко-дней. Для выявления менее подвижных животных (прежде всего, наземных моллюсков) используется ручной разбор проб подстилки. На разбор пробы рекомендуемого объема 20 л (Cameron and Pokryszko 2005) уходит не менее 3 часов, за день – 2 пробы. В целом учетами напочвенных беспозвоночных за полевой сезон группа из 4 человек может охватить до 15–20 биотопов, т. е. до 10 некрупных ООПТ. Наиболее трудно нормировать временные затраты на определение животных. Дискуссионной представляется уже единица нормирования: особь, вид или выборка. При работе с массовым и знакомым материалом без препарирования осуществляется не столько определение, сколько распознавание. Так, на обработку жуужелиц лесов Калужской области у одного из авторов (С.К. Алексеев) уходит 10–25 мин. на выборку (пробирку с 10–40 особями), на биотоп – 3,5 часа (менее 1 мин. на особь). Определение незнакомых видов может быть длительным. Для расчета стоимости работ необходим опрос специалистов, что особенно актуально для таких сложных и массовых групп, как пауки и стафилиниды. Как примерный ориентир можно использовать МУК 5.1.973-00 «Расчетные затраты времени на основные виды паразитологических исследований в центрах гос-санэпиднадзора», предусматривающие 6–15 мин. на идентификацию 1 экз. часто встречающихся в практике объектов и 50 мин. на определение видов «с нуля».

**ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЖУЖЕЛИЦ РОДА
PTEROSTICHUS В БАРГУЗИНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ
(СЕВЕРНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)**

Phenological changes in ground beetles of the genus *Pterostichus*
in the Barguzinsky Reserve (Northern Baikal region)

Т.Л. Ананина

ФГБУ «Заповедное Подлеморье», Улан-Удэ, t.l.ananina@mail.ru

Изменение климата в северном полушарии, особенно остро ощущаемое в последние десятилетия, отражается на фенологии животных и растений в виде фенологических сдвигов (Мусолин и Саулич 2012; Pospelova et al. 2017; Ananina and Ananin 2020). Нас интересовали погодные переменные, оказывающие влияние на активность некоторых видов жужелиц, кинетика (направленность и скорость) исследуемых временных рядов динамики численности, а также сроки их выхода и ухода в диапаузу на участке Северо-Восточного побережья оз. Байкал.

Количественные учеты жужелиц проводились в Баргузинском государственном природном биосферном заповеднике в мае-сентябре 2005-2021 гг. на стационарных площадках на побережье в бухте Давша. Среди жужелиц исследуемой территории доминируют виды рода *Pterostichus* (*P. montanus*, *P. dilutipes*, *P. eximius*, *P. adstrictus*, *P. nigrita*), составляя 36,4% общей численности населения исследуемой территории. Исследовано влияние гидротермических факторов (температура воздуха, уровень атмосферных осадков, влажность почв, расчетные индексы подекадных минимальных, максимальных, средних температур воздуха, сумм накопленного тепла выше 0, 5, 10°C) на фенологию жужелиц. Проанализированы тренды в многолетних рядах динамики численности, первых и последних встреч изучаемых видов.

Корреляционный ранговый анализ Kendal_τ показал высокую связь начала активности видов *P. montanus*, *P. eximius*, *P. nigrita* с суммой накопленного тепла > 0°C, 5°C во второй-третьей декаде июня и отсутствие корреляции с влажностью почвы и атмосферными осадками. Установлены достоверные положительные связи окончания активности *P. montanus*, *P. dilutipes*, *P. eximius* и *P. adstrictus* со средними и минимальными температурами, с суммой накопленного тепла > 0°C, 5°C, отрицательные связи с влажностью почвы во второй-третьей декаде августа и первой декаде сентября.

За исследуемый период прослеживается тенденция увеличения численности у видов *P. eximius* со скоростью 1,5 экз. на 100 лов./сут. и *P. nigrita* со скоростью 1,6 экз. на 100 лов./сут. за год, в то время как тренды динамики численности *P. montanus*, *P. dilutipes* и *P. adstrictus* отсутствуют. Первая встреча отмечается достоверно позднее у *P. montanus* на 1,1 день, а у *P. eximius* – ранее на 0,2 дня в год. Выход на поверхность других видов происходит в те же сроки. Фенологические сдвиги ухода в диапаузу наблюдаются у видов *P. dilutipes* (задержка на 0,2 дня) и у *P. eximius* (опережение на 1,0 дня в год).

Таким образом, изменения в фенологии видов жужелиц рода *Pterostichus* коррелируют с погодными переменными – температурой и влажностью. В зависимости от вида, на начальном этапе активного периода наибольшее влияние оказывают температуры воздуха, а на конечном – температуры и влажность почвы.

НОВЫЕ ВИДЫ ПОЧВООБИТАЮЩИХ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ ДЛЯ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ХАКАСИИ

New species of soil dwelling oribatid mites in the steppe zone of Khakassia

В.С. Андриевский

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск,
andrievskii@issa-siberia.ru*

Панцирные клещи (орибатидаы) являются таксономической группой, известной как хороший индикатор разнообразных изменений в экосистемах и их почвах, в том числе – нарушений различного характера. Но широкое использование анализа населения орибатид сдерживается недостатком данных об ареалах и экологии отдельных видов (Криволуцкий 1978). Из этого следует важность расширения исследований по географическому – зональному и биотопическому – распространению видов панцирных клещей.

Последние сведения по распространению панцирных клещей на территории Хакасии приведены в монографии «Степи Центральной Азии» (2002). Эти данные основаны на неопубликованных материалах Л.Г. Гришиной из её сборов конца 1960-х – начала 1970-х гг. в 8 степных биотопах, где было зафиксировано 45 видов орибатид.

Целью данного исследования было выявление видового состава орибатид в трех не изученных ранее экосистемах степной зоны Хакасии (сборы 2019 г): 1) солончаковое сообщество на берегу оз. Белё; 2) остепнённый луг на берегу оз. Ши́ра (20–30 м от уреза воды); 3) полынно-злаковая степь в окрестностях оз. Ши́ра.

Сравнительный анализ видовых списков из монографии «Степи Центральной Азии» (2002) и сборов 2019 г. показал, что из 45 видов, обнаруженных в Хакасских степных биотопах ранее, нами было обнаружено 15: *Liochthonius sellnicki*, *Camisia horrida*, *Nothrus anau-niensis*, *Berniniella bicarinata*, *Microppia minus*, *Multioppia wilsoni laniseta*, *Oppiella nova*, *Banksinoma lanceolata*, *Tectocepheus velatus*, *Pro-toribates capucinus*, *Liebstadia pannonica*, *Scheloribates laevigatus*, *Sch. pallidulus latipes*, *Ceratozetella sellnicki*, *Trichoribates naltshicki*. Характерно полное отсутствие в данном материале *Subiasella krivolutskyi* – единственного вида, зарегистрированного во всех 8 биотопах в сводке «Степи Центральной Азии» (2002), с высокими показателями обилия в 6 биотопах (1250–6200 экз./м²). Названия родов и видов даны в соответствии в последнем каталоге Субиаса (Subias 2022), вследствие чего некоторые названия этих таксонов, приведённые в монографии «Степи Центральной Азии» (2002), изменены.

Новыми для степной зоны Хакасии явились 9 видов: *Acrotritia ardua*, *Trhypochthonius tectorum*, *Peloptulus denticuspidatus*, *Lepidozetes singularis*, *Hemileius humeralis*, *Topobates humeralis*, *Galumna dimorpha*, *Moritzoppia metulifera*, *Tectocepheus alatus*. Первые 7 из этих видов зарегистрированы в двух луговых биотопах, последние 2 – в степном биотопе. Большинство из этих видов являются широкораспространенными. Но выделяются 3 вида с известным пока лишь локальным распространением. Это *Hemileius humeralis*, описанный из Испании и до данного исследования найденный ещё только в Монголии, а также *Peloptulus denticuspidatus* и *Moritzoppia metulifera*, обнаруженные пока только в Монголии. Первые 2 из этих видов отмечены в нашем материале в минимальных количествах (40–120 экз./м²), каждый лишь в одном из луговых биотопов. Последний вид обнаружен тоже только в одном (степном) биотопе, но с высокой численностью (1080 экз./м²).

**ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФАУНЫ
КОЛЛЕМБОЛ (COLLEMBOLA) СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ**
*Taxonomic diversity of springtail fauna (Collembola) of the Republic
of North Ossetia*

М.Д. Антипова, А.Б. Бабенко

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, antimar.2410@gmail.com*

Проанализировано таксономическое разнообразие коллембол Северной Осетии на основе литературных данных и собственного материала, собранного в Цейском ущелье Северо-Осетинского государственного заповедника в июле 2021 г.

Первые сведения о фауне ногохвосток Северного Кавказа были получены в ходе двухлетней польской экспедиции в середине 1930-х гг. (Wojtusiak 1937). Сборы этой экспедиции были использованы Яном Стахом в его многотомной монографии (Stach 1947–1963). Для территории Северной Осетии в ней указывалось 11 видов ногохвосток, включая три вида, новых для науки. Интерес почвенных зоологов к данному региону начал постепенно возрастать лишь с середины 80-х годов, когда появился ряд экологических и таксономических работ, значительно пополнивших список ногохвосток Северной Осетии (Кучиев 1984; Бабенко 1987; Потапов и Стебаева 1990; Потапов и Кучиев 1993; Бабенко 1994; Стебаева и Потапов 1994; Potapov 2002; Креница 2002; Skarzynski and Babenko 2010; Jordana 2012; Smolis and Kuznetsova 2016; Кузнецова и др. 2019; Lafooraki et al. 2020; Shveenкова and Babenko 2022). Несмотря на этот весьма обширный список работ, фауна ногохвосток Северной Осетии, да и всего Кавказа в целом, остается довольно слабо изученной. К началу наших работ для Северной Осетии было известно всего 95 видов коллембол.

В ходе нашей экспедиции, посвященной изучению закономерностей формирования группировок ногохвосток при отступлении Цейского ледника, был добавлен ещё 51 новый для республики вид, причем принадлежность ряда видов требует уточнения, а многие из них, по-видимому, являются новыми для науки. Таким образом, фауна ногохвосток заповедных территорий Северной Осетии включает в настоящее время не менее 146 видов из 72 родов, 16 семейств, среди которых около 10% можно, вероятно, считать эндемиками.

Работа поддержана грантом РНФ № 22-24-00162.

**ЖУЖЕЛИЦЫ (COLEOPTERA: CARABIDAE)
СЕРИЙ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОДТАЕЖНОГО
СОСНОВОГО ЛЕСА В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of the reforestation series of
the subtaiga pine forest in the Tver region*

А.Л. Анциферов

Костромской музей-заповедник, Кострома, ancifer.ost@yandex.ru

Вторичная сукцессия на месте лесозаготовок проявляется в сообществе почвообитающих животных, важным компонентом которого являются жуужелицы. Целью данной работы был анализ структуры сообщества жуужелиц в сосняке зеленомошном с прилегающими участками зарастающих вырубок разных сроков лесовосстановления в Бологовском районе Тверской области.

Методом почвенных ловушек зарегистрировано 35 видов жуужелиц из 14 родов. Территории вырубок разных стадий зарастания по количеству видов статистически значимо превосходят лесной биотоп. Данные обилия жуужелиц среди биотопов также существенно (х²-кв.=8,4; $p<0,05$) варьируют. Минимальный показатель (129 экз.) относится к сосновому лесу. На рубках обилие изменяется в большую сторону, в особенности на лесосеке 10-летней давности (до 348 экз.). Основу обилия жуужелиц соснового леса составляют особи *Carabus arcensis* (78,3% от суммарного обилия), а также *Cychrus caraboides* (11,6%). *Poecilus lepidus* и *Broscus cephalotes* достигают высокой численности только в биотопе 5-летней рубки. Доминирующие на двух рубках *Cicindela sylvatica* и *Calathus erratus* не обнаружены в сосновом лесу.

Регрессионный анализ показывает, что степень участия лесного комплекса жуужелиц в сообществах рубки 5-летнего возраста крайне низка: $R^2=0,3$. По-видимому, комплекс экологических условий, формирующихся на территории молодой лесосеки, не приемлем для обитания подавляющей части жуужелиц, встречающихся в биотопе соснового леса. Для биотопа 10-летней рубки коэффициент детерминации (R^2) возрастает до 0,9, что, в данном случае, говорит о значительно большем (90%) вкладе лесного биотопа для формирования экологического разнообразия жуужелиц на 10-летней стадии лесовосстановления.

Методом непрямой ординации наиболее тесная связь выявлена между сосновым лесом и 10-летней вырубкой по таксономическому составу и численному соотношению видов жуужелиц. Биотоп 5-летней вырубки и сосновый лес слабо коррелируют по присутствию *Pterostichus niger* и *P. oblongopunctatus*. Биотопы лесовосстановления между собой слабо коррелируют по *P. lepidus*, *C. erratus* и *Harpalus tardus*.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА ПРОКАРИОТНОЕ СООБЩЕСТВО КИШЕЧНОГО ТРАКТА

LUMBRICUS TERRESTRIS

*Effects of three pesticides on the gut microbiota
of the Lumbricus terrestris earthworm*

А.А. Астайкина

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Москва, astaikina-anzhel@mail.ru*

Целью данного исследования была оценка структурных изменений микробиоты кишечного тракта *Lumbricus terrestris* под воздействием пестицидов. В лабораторном эксперименте использовали образцы поверхностного горизонта агродерново-подзолистой почвы, половозрелых особей дождевых червей *L. terrestris*, препаративные формы пестицидов: гербицид (700 г/кг метрибузина), инсектицид (200 г/л имидаклоприда), фунгицид (500 г/кг беномила). Эксперимент проводили в четырехкратной повторности при постоянной температуре в стеклянных сосудах, накрытых перфорированной пленкой. Отбор червей для анализа прокариотного сообщества проводили на 7 и 14 сутки. Выделение кишечников проходило следующим образом: червей замораживали на морозильном столике (элемент Пельтье) до – 16 °С и вскрывали сразу после разморозки, не допуская повторного замораживания-оттаивания (Byzov et al. 2009). Экстракцию тотальной ДНК проводили из навески кишечников массой 0,5 мг при помощи набора реагентов FastDNA® SPIN Kit for Soil (MP Biomedicals, Irvine, CA) в соответствии с протоколом производителя. Пробоподготовка и секвенирование образцов осуществлялось с помощью MiSeq Reagent Kit v2 (500 циклов) и секвенатора MiSeq (Illumina, USA). Биоинформатический анализ был проведен согласно (Streletski et al. 2022).

В кишечном тракте дождевого червя обнаружено 208 бактериальных родов 45 классов, принадлежащих к 21 бактериальному филуму.

Proteobacteria (50,3 %), Actinobacteria (19,7 %) и Firmicutes (17,6 %) являлись доминантами прокариотного сообщества. Остальные филумы занимали минорные позиции. Под воздействием пестицидов в структуре прокариотного сообщества увеличилась представленность Proteobacteria, Acidobacteria, Planctomyces, Verrucomicrobia и Cyanobacteria и уменьшилась представленность филума Actinobacteria. На уровне рода в кишечном тракте дождевого червя под воздействием пестицидов снижается представленность *Haliangium*, *Gaiella*, *Paenisporsarcina*, *Oryzihumus* и в три раза увеличивается представленность *Verminephrobacter*. Установлено, что пестициды, как в рекомендованной норме применения, так и в норме, увеличенной в 10 раз, приводят к статистически достоверному снижению альфа-разнообразия бактерий, ассоциированных с кишечным трактом дождевых червей. Сокращение биоразнообразия и смена доминант в сообществе бактерий, вероятно, приводит к снижению биохимической активности содержимого кишечника, следовательно, влияет на способность дождевого червя усваивать субстрат и, в целом, влияет на основные функции беспозвоночных в почвенных экосистемах.

Предыдущие исследования и наши данные демонстрируют, что микробное сообщество кишечного тракта высокочувствительно к загрязнению почвы. В связи с этим должен быть рассмотрен вопрос о включении подобных исследований в практику оценки рисков применения пестицидов для нецелевых видов организмов.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента (проект МК-92.2021.1.5).

ВЛИЯНИЕ ИНВАЗИВНЫХ *EISENIA NANA*
И *EISENIA VENTRIPAPILLATA* (OPISTHOPORA,
LUMBRICIDAE) НА КАТИОННЫЙ СОСТАВ ПОЧВЫ
Effect of invasive Eisenia nana and Eisenia ventripapillata (Opisthopora,
Lumbricidae) on soil cation composition

К.А. Бабий, С.Ю. Князев, Е.В. Голованова
Омский государственный педагогический университет, Омск,
kirillbabiy55@gmail.com

Вселение экзотических видов дождевых червей может привести к изменению содержания в почве минеральных питательных элементов,

таких как аммоний, калий, магний и кальций (Richardson et al. 2022). Изменение доступности и распределения этих элементов может повлиять на рост и устойчивость растительности (Dobson et al. 2017; Frelich et al. 2019). На территории юга Западной Сибири были обнаружены экзотические виды: почвенно-подстилочный *Eisenia nana* и почвенный *Eisenia ventripapillata* (Golovanova 2021). Нативными видами для этой территории являются представители комплекса *Eisenia nordenskioldi* (Вселодова-Перель 1997; Вселодова-Перель и Лейрих 2014).

Целью работы было исследование влияния нативного *E. nordenskioldi* и инвазивных *E. nana* и *E. ventripapillata* на изменение доступности катионов NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} . В задачи входило определение содержания доступных катионов в послойно отобранных образцах почв; оценка различий во влиянии на доступность катионов инвазивных и нативного видов; оценка влияния совместного обитания видов на доступность катионов в почве.

Полевой имитационный эксперимент в мезокосмах был проведён в вегетационный период 2019 года (90 суток). В мезокосмы помещались дождевые черви по видам и их комбинациям. Также закладывались контрольные мезокосмы (без червей). Каждый вариант эксперимента воспроизводился в пяти повторностях – всего 40 мезокосмов. По окончании эксперимента мезокосмы выкапывались и разбирались послойно с отбором почвенных проб. Для анализа были отобраны образцы из верхних 30 см почвы с шагом 5 и 10 см. Определение количественного состава водорастворимых форм катионов в образцах почв проводилось с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель-104Т» в соответствии с методикой ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3.74-2012.

Нормальность данных оценивалась с помощью теста Шапиро-Уилка в программном пакете Statistica 13.0. Для получения общих моделей дисперсии использовался метод главных компонент (РСА) в программном пакете Past 4.05. Влияние видов дождевых червей на катионный состав почв оценивалось с помощью двух- и однофакторного ANOVA с последующим использованием попарного критерия Тьюки (Tukey HSD test) для установления разницы между влиянием видов в программном пакете Statistica 13.0.

Установлены различия во влиянии на катионный состав почв аборигенного и экзотических видов, а также их взаимодействия. В вариантах с нативным *E. nordenskioldi* содержание доступного кальция и магния в верхних 5 см почвы и аммония в слое 15–20 см было достоверно выше, чем в вариантах с *E. nana*. Содержание аммония в слое 20–30 см было выше в вариантах с совместным обитанием двух видов по сравнению с моновариантами. Экзотические *E. nana* не меняли содержание доступных форм катионов относительно контрольных мезокосмов, за исключением Na^+ в слое 10–15 см. В вариантах, в которых присутствовал *E. ventripapillata*, наблюдалась тенденция к повышению содержания аммония в верхнем слое.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ (№ 22-14-20034).

ВКЛАД ПАЗАЗИТОВ В РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВЕННОЙ БИОТЫ НА ПРИМЕРЕ ПАРАЗИТОФАУНЫ МОНГОЛЬСКОЙ ЯЩУРКИ

*Contribution of parasites to the diversity of soil biota on an example
of parasitofauna of the Mongolia racerunner lizard*

Д.Р. Балданова, Т.Р. Хамнуева, Ж.Н. Дугаров

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
darima_baldanova@mail.ru*

Паразиты присутствуют во всех биоценозах, но их часто игнорируют при оценке биологического разнообразия из-за особенностей их биологии и экологии. Возможно, сорок процентов всех видов животных являются паразитами (Dobson et al. 2008), и практически все животные заражены как минимум одним видом паразита (Poulin and Morand 2000).

Целью работы было установление таксономического разнообразия гельминтофауны монгольской ящурки (*Eremias argus*) западного Забайкалья.

Анализ проведен по результатам вскрытий монгольской ящурки из разных точек бассейна Селенги (1991–2021 гг.) и обзора литературных данных. Методом полного гельминтологического вскрытия (Ивашкин и др. 1971) исследованы 221 экз. *E. argus* (взрослые – 41 экз., сеголетки – 180 экз.). Фиксацию и изготовление тотальных пре-

паратов проводили в соответствии с методическими рекомендациями Быховской-Павловской (1985). Промеры гельминтов и их фотографии сделаны с помощью микроскопа Axiostar Plus в программе Axiovision (Carl Zeiss).

У монгольской ящурки отмечено 8 видов гельминтов из 7 родов, 7 семейств, 3 классов, 3 типов: цестоды *Oochoristica tuberculata* и *Mesocestoides lineatus*, 5 видов нематод: *Spauligodon pseudoeremiasi*, *Spirocerca lupi*, *Abbreviata abbreviata*, *Thubunea smogorzhevski*, *Skrjabinelazia hoffmanni* и скребень *Macracanthorhynchus catulinus*. Общая зараженность гельминтами взрослых особей монгольской ящурки составила 58,7 %.

Только 1 вид (нематода *S. pseudoeremiasi*) имеет прямой цикл развития и именно этот вид является доминантным в гельминтофауне монгольской ящурки. 6 видов (*O. tuberculata*, *A. abbreviata*, *T. smogorzhevski*, *Sk. hoffmanni*, *Sp. lupi*, *M. catulinus*) имеют, наиболее вероятно, диксенный жизненный цикл; заражение ящурки происходит при поедании промежуточных хозяев, которыми служат разные насекомые. *Mes. lineatus* имеет триксенный жизненный цикл, в котором ящурка является вторым промежуточным хозяином. У нематоды *Sk. hoffmanni* яйца с толстыми стенками, содержащие личинок третьей стадии, могут выживать в почве не менее 14 суток.

Большинство паразитов (5 видов), обнаруженных у ящурки, представлено взрослыми формами. На личиночной стадии паразитируют 3 вида гельминтов, для которых ящурка служит вторым промежуточным хозяином. Наличие у рептилий 3 видов паразитов на личиночной стадии развития с высокими показателями заражения свидетельствует о широком участии пресмыкающихся в циркуляции паразитов позвоночных животных высших трофических уровней.

Для 6 видов гельминтов пресмыкающиеся служат облигатными хозяевами, для 2 видов – факультативными.

Гельминтофауна монгольской ящурки по сравнению с другими видами ящурок обеднена. Особенности паразитофауны ящурки определяются, возможно, тем, что в Забайкалье вид находится на границе ареала.

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА ПОЧВЕННУЮ МЕЗОФАУНУ ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

*Effects of recreation on soil macrofauna of the Eastern coast
of the Baikal lake*

Л.Д. Балсанова

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
Улан-Удэ, balsanova@mail.ru*

В современных условиях развития туризма возрастает рекреационная нагрузка на природные экосистемы восточного побережья оз. Байкал. Влияние рекреации приводит к существенным изменениям свойств почв (Балсанова 2018). Одним из чутких индикаторов изменения режима и свойств почв являются зоопедобионты (Дорохов 2014).

Изучена мезофауна разных типов почв восточного побережья оз. Байкал. Работы проводились на пробных площадях, соответствующих трем стадиям рекреационной дигрессии, в пределах популярных рекреационных зон побережья на следующих ключевых участках: окрестности населенных пунктов Усть-Баргузин и Турка, и побережье оз. Котокельское. Диагностика почв проведена по руководству «Классификация и диагностика почв России» (2004). Учет биомассы, структуры и численности доминирующих групп почвенной мезофауны проводили в трехкратной повторности стандартными почвенно-зоологическими методами (Гилярови Стриганова 1987).

Основу изученного почвенного комплекса подзолов и дерново-подзолов I стадии дигрессии (слабо нарушенных почв) на участках Турка и Усть-Баргузин составляют насекомые и многоножки – жесткокрылые (Coleoptera), бабочки (Lepidoptera), хилоподы (Chilopoda) и двукрылые (Diptera). Наибольшим видовым разнообразием отличается семейство шелкунов (Elateridae): *Limonius parvulus*, *Prosternon tessellatum*, *Corymbites boeberi*. Доминируют представители Coleoptera (55%) и Lepidoptera (19,6 %), концентрирующиеся в верхнем 10-см слое. Средняя численность педобионтов составляет 9–10 экз./м². Состав мезофауны всех изученных почв на I и II стадиях дигрессии почти не отличается. В дерново-подзолах III стадии дигрессии мезофауна обнаружена единичная особь *Rhagium* sp. (Cerambycidae).

На побережье оз. Котокельское сформированы три типа почв: дер-

ново-подбуры, дерново-глеевые и аллювиальные слоистые почвы. В дерново-подбурях I стадии дигрессии выявлены представители четырех семейств: Lumbricidae, Lithobiidae, Geophilidae, Elateridae. Семейство шелкунов имеет наибольшее видовое разнообразие: в дерново-подбурях обнаружены *Elater balteatus*, *Corymbites boeberi*, *Limonius parvulus*; в аллювиально-слоистых почвах – *Hypoganomorphus laevicollis*, *Dolopius marginatus*, *Limonius parvulus*. В дерново-глеевых почвах шелкуны не обнаружены, зато выявлены представители Curculionidae (*Cleonus*) и Carabidae (*Pterostichus*, *Poecilus*). Средняя численность мезофауны в дерново-подбурях составляет 17 экз./м², в дерново-глеевых почвах – 81 экз./м², в аллювиальных слоистых почвах – 25 экз./м². В почвах побережья оз. Котокельское (за исключением аллювиальной слоистой), в том числе и на III стадии дигрессии, встречаются дождевые черви (*Eisenia nordenskioldi*). В нарушенных дерново-глеевых почвах встречаются бекасницы (Rhagionidae) и энхитреиды (Enchytraeidae). В условиях усиления антропогенной нагрузки в изученных почвах побережья оз. Байкал отмечены тенденции обеднения таксономического состава и снижения численности мезофауны.

Работа выполнена в рамках государственного проекта ИОЭБ СО РАН №121030100228-4.

**ВЛИЯНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА
НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ
В ГИДРОТЕРМЕ АЛЛА
(БАРГУЗИНСКАЯ КОТЛОВИНА, БУРЯТИЯ)**

*Influence of microelement composition on the spread of microorganisms
in the Alla hydrothermal spring (Barguzin depression, Buryatia)*

Д.Д. Бархутова, А.А. Раднагуруева, С.В. Зайцева

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
darima_bar@mail.ru*

Гидротерма Алла (Баргузинская котловина, Бурятия) имеет свыше 46 выходов горячей сульфатно-гидрокарбонатной сероводородной воды, температура которых достигает 75°C. При выходе подземных вод на поверхность происходит пространственная стратификация микробных сообществ в зависимости от физико-химических факторов

(температура, pH, освещенность, наличие окислителей и восстановителей, содержание газов). Сравнительный анализ состава доминирующих таксонов выявил, что в высокотемпературных зонах преобладали представители *Atribacteria*, *Nitrospirae*, *Chloroflexi*, при понижении температуры доминировали *Proteobacteria* и не выявлены термофильные представители *Atribacteria*, *Nitrospirae*, *Deinococcus-Thermus*. В верхних освещенных слоях выявлено доминирование представителей *Cyanobacteria* (вода) и *Chloroflexi* (мат), а в осадках – *Acetothermia*. Также в осадках выявлены представители *Crenarchaeota*.

На распространение и структуру микробных сообществ воды и микробных матов главным образом влияли температура, pH, минерализация, содержание сероводорода, кремниевой кислоты и сульфатов, также как окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) и содержание нитратов. Высокая температура воды, pH, минерализация, повышенные концентрации сероводорода, кремниевой кислоты и сульфатов определяли разнообразие микробного сообщества в образцах воды и микробного мата и связаны с распространением представителей филумов *Acetothermia*, *Ignavibacteriae*, *Nitrospirae*, *Chloroflexi*, *Aminicenantes* и *Atribacteria*. Высокое обилие филумов *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes* и *Verrucomicrobia* обусловлено, в большей степени, окислительно-восстановительными условиями, содержанием нитратов, более низкими значениями температуры воды и высоким содержанием урана и хрома. Было показано значительное влияние микроэлементного состава воды на распространение и разнообразие микроорганизмов. Микробные маты из высокотемпературных зон гидротермы Алла (55–58 °C) характеризовались накоплением редкоземельных и щелочноземельных элементов, а из низкотемпературных зон (32–34 °C) – радиоактивных элементов и переходных металлов.

Филумы *Cyanobacteria* и *Actinobacteria* были тесно связаны с целым рядом микроэлементов, в том числе меди, вольфрама и германия. *Deinococcus-Thermus* и *Acidobacteria* показали тесную связь с содержанием рубидия. Распространение бактерий филумов *Ignavibacteriae*, *Nitrospirae*, *Chloroflexi*, *Aminicenantes* и *Atribacteria* было обусловлено повышенными концентрациями целой группы микроэлементов, в том числе Be, Sr, Ba, Ti, V, Mn, Co, Zr, Ta, Hf.

Исследования выполнены в рамках темы госзадания, № госрегистрации 121030100229-1.

СВОЙСТВА ГРУНТОВ И ПОЧВЕННАЯ МЕЗОФАУНА ШЛАМОНАКОПИТЕЛЯ ПИРИТНОГО ОГАРКА

Soil properties and soil mesofauna of the pyrite cinder sludge accumulator

Ю.Н. Белова¹, Е.А. Булычева¹, Н.А. Зейслер¹, А.Е. Белов²

¹*Вологодский государственный университет, Вологда,
belovaiun@vogu35.ru*

²*Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова, Москва*

В городе Череповец (Вологодская область) находится один из крупнейших в России шламонакопителей пиритного огарка. Транспортировка и складирование огарков в отвал происходит гидравлическим методом. В центральной части шламонакопителя расположены два пруда, по периферии – ограждающая дамба. Проведено исследование свойств грунтов и почвенной мезофауны шламонакопителя. Сбор полевого материала осуществлялся 07–08.06 и 19.07.2021 года. Взяты пробы грунта для определения его состава химическими методами и оценки суммарной токсичности методом биотестирования (кресс-салат). Сбор беспозвоночных проводили методом почвенных раскопок на ограждающей дамбе в трех позициях: вершина, склон, подножье дамбы, размер почвенных проб 15х15х10 см, было собрано 9 проб. Пробы разбирались вручную в лаборатории, кроме традиционных для группы почвенной мезофауны червей, пауков, многоножек, личинок и имаго насекомых и т.д. учтены крупные двухвостки, ногохвостки, клещи.

Основой грунтов шламонакопителя является пиритный огарок и зола, в составе которых большинство элементов находится в неподвижной форме, есть включения серы, пирита (FeS_2). В пробах грунта были выявлены Fe^{3+} , Ba^{2+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Hg^{2+} . Биотестирование грунта показало разную степень его загрязнения от сильного в центральной части шламонакопителя, до слабого и отсутствия загрязнения на периферии, в том числе на ограждающей дамбе.

Численность животных в грунте увеличивается от вершины дамбы к ее подножью, при этом таксономическое богатство (на уровне отрядов) остается примерно на одном уровне (8–10). Однако на вершине встречаются представители таксонов с относительно хорошими миграционными способностями – паразитиформные клещи, пауки, сено-

косцы, костянки, землелюбы, многосвязы, в то время как в подножии разнообразие формируется в том числе и за счет отрядов насекомых, представленных малоподвижными личинками двукрылых (*Limoniidae*), полужесткокрылых (почвенные цикадки), жесткокрылых (*Curculionidae*). Почвенное население беспозвоночных животных защитной дамбы шламокопителя не уступает таковому в естественных и мало трансформированных сообществах по числу зарегистрированных отрядов беспозвоночных, приходящихся на одну пробу, но значительно превосходит по показателям численности (89–1511 экз./м²). На исследованной территории выявлены 2 вида дождевых червей. Один из них на вершине дамбы – *Lumbricus rubellus*, другой в подножье дамбы – *Aporrectodea caliginosa*. Численность дождевых червей колеблется в значительном интервале от 11 до 222 экз./м². Самая высокая плотность червей отмечается в подножье дамбы. Это довольно высокое значение, которое превосходит большинство показателей плотности данной группы в природных и городских сообществах Вологодской области, за исключением городских парковых территорий.

В целом загрязнение грунтов уменьшается от центральной части шламонакопителя к его периферии. На защитной дамбе, где формируется растительный покров, оно слабое, а состав и численность почвенной мезофауны меняются от вершины к подножью дамбы. Численность нарастает, а в составе фауны появляются животные со слабыми миграционными способностями.

НЕКОТОРЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРЁХ ВИДОВ ТЕРМИТОВ:

MICROCEROTERMES BURMANICUS, *TERMES PROPINQUUS, NASUTITERMES MATANGENSIFORMIS*

Some morphological and biological features of three termite species:

*Microcerotermes burmanicus, Termes propinquus, Nasutitermes
matangensiformis*

Н.В. Беляева

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, natalia_belyaeva@mail.ru

О биологических особенностях многих видов термитов известно или очень мало, или вообще ничего. Для большинства видов или даже подсемейств термитов в сводках приводятся только самые общие све-

дения (Roopwal 1970). Между тем многие виды термитов могут причинять существенный ущерб как постройкам, так и лесным и сельскохозяйственным растениям. В частности, некоторые виды *Microcerotermes* и *Nasutitermes* вредят молодым (до 5 лет) посадкам эвкалиптов, чайным плантациям, сахарному тростнику, какао (Roopwal 1972). В связи с этим любая информация о биологии разных видов термитов полезна и важна, что и определяет актуальность данной работы.

Работы проводили в национальном парке Кат Тьен в ноябре-декабре 2014 года. При маршрутных исследованиях выявили отдельные гнезда трёх видов термитов. Гнезда *M. burmanicus* и *T. propinquus* располагались у поверхности почвы, при комле дерева, гнездо *N. matangensisiformis* было расположено на толстой ветке дерева. Это гнездо спилили с частью ветки. После измерения и фотографирования гнезда были доставлены в лабораторию и вскрыты. Термитов разделяли по кастам и подсчитывали численность каждой касты; из всех гнёзд были извлечены царские пары. Для определения видов использовали определитель М. Ахмада (Ahmad 1958).

В результате были получены следующие данные:

Гнездо *M. burmanicus* – овальное, длина 40 см, ширина 35 см, высота 15 см, окружность в основании 74 см; поверхность гнезда неровная складчатая, внутри гнездо очень твердое. Кастовый состав: рабочие – 46000, линияющие рабочие – 3050, солдаты – 1100, просолдаты – 83, нимфы – 1, личинки – 2336.

Гнездо *T. propinquus* – поверхность мелкозернистая, длина 30 см, ширина 25 см, высота 9 см, окружность в основании 62 см. Кастовый состав: рабочие – 5990, линияющие рабочие – 3230, солдаты – 251, просолдаты – 98, нимфы – 8, личинки – 3920.

Гнездо *N. matangensisiformis* – гнездо находилось на высоте примерно 150 см, толщина ветки 11х9 см. Поверхность гнезда пузырчатая, длина вдоль ветки 20 см, поперечная длина 41 см. Кастовый состав: рабочие – 33840, линияющие рабочие – 6540, солдаты – 8504, личинки – 4120.

У всех трех видов гнезда картонные, похожи по структуре и материалу, внешняя стенка всех трёх гнёзд тонкая, хрупкая. Внутри гнезда камеры и ходы более плотные, твердые, специальных царских камер нет. Вся поверхность гнезда пронизана мелкими отверстиями. Все три

вида питаются древесиной и от каждого гнезда отходят галереи, по которым рабочие термиты подходят к пищевым объектам.

О НОГОХВОСТКАХ (COLLEMBOLA) АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ЯКУТИИ

On the springtails (Collembola) of the Arctic zone of Yakutia

В.С. Боесков, Г.Н. Саввинов

*Научно-исследовательский институт прикладной экологии Севера
СВФУ, Якутск, vstepb@mail.ru*

Сообщение посвящено изучению ногохвосток арктической зоны Якутии. Специальных исследований коллембол Якутии до сих пор не проводилось. Район исследований по почвенно-географическому районированию (Еловская 1979) относится к Арктической зоне и расположен вдоль побережья морей Северного Ледовитого океана, что определяет его экстремальные климатические условия.

Сборы материала проведены в 2009 г. в Нижнеколымском улусе, в окрестностях пос. Черский, Походск и оз. М. Нерпичье, а также в 2013 г. в долине ручья Уеля (78 км северо-восточнее пос. Саскылах, Анабарский улус). В 17 точках сбора отобрано по 5 проб (итого 85 проб). Микроартропод извлекали из почвы с помощью эклекторов. Видовую принадлежность определяли в Институте зоологии Академии наук Республики Молдова, используя определители Бабенко (1994), Бабенко и др. (1988), а также современные описания и переописания азиатских видов.

Собрано 1573 экз. коллембол, относящихся к 45 видам (из них только 32 удалось определить до вида), 22 родам и 8 семействам.

Доминировало по численности и разнообразию семейство Isotomidae (24 вида и 7 родов), далее в порядке убывания следовали семейства Onychiuridae (10 видов и 2 рода), Neanuridae (5 видов и 5 родов), Hypogastruridae (2 вида и 2 рода), Entomobryidae (2 вида и 2 рода). Четыре семейства (Odontellidae, Tomoceridae, Arrhopalitidae и Katiannidae) были представлены одним видом и одним родом каждое. Часть материала, составляют, по-видимому, новые, еще не описанные формы.

Типичным для северных регионов является широкий спектр видов семейства Isotomidae. Среди изотомид по видовому разнообразию

доминирует род *Folsomia* (10 видов). Из них наибольшей численностью выделялись *F. rossica* и *F. sp. aff. atropolaris* (оба в окрестностях Походска). Род *Parisotoma*, представленный 3 видами, доминировал количественно. Максимальное количество особей среди всех определенных видов относится к виду *P. notabilis*, который в окрестностях Походска и на побережье оз. М. Нерпичье был представлен более чем 250 экз. в одной пробе. Роды *Folsomides*, *Desoria* и *Isotoma* представлены двумя видами, а роды *Metisotoma* и *Anurophorus* – одним видом каждый.

В семействе Onychiuridae доминировали *Protaphorura taimyrica*, встречены также единичные особи *P. bicampata* и *P. tundricola*.

Другие семейства представлены небольшим количеством родов и видов. Среди Neanuridae доминировали виды *Micranurida pygmaea* и *Friesia mirabilis*. Единичными особями были представлены виды *Anurida* sp., *Gisinea tilia* и *Granaturida baicalica*.

Локальная фауна насчитывает, по-видимому, примерно 100 видов, а разнообразие ногохвосток в большинстве естественных биотопов достигает 30–50 видов.

Полученные данные однозначно свидетельствуют о весьма высоком таксономическом разнообразии обследованной фауны, которая обладает ясно выраженной спецификой, отражающей как её азиатское происхождение, так и физико-географические условия района исследований.

ВЛИЯНИЕ ВНЕСЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ НА ГРУППИРОВКУ КОЛЛЕМБОЛ В ЗОНЕ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ

Effects of crop residue application on Collembola community in a zone of unstable humidity

А.И. Бокова, К.С. Панина, М.Б. Потапов, Н.А. Кузнецова
Московский педагогический государственный университет, Москва,
anbok.mpgu@gmail.com

Традиционное земледелие приводит ко все большей деградации сельскохозяйственных угодий в глобальном масштабе. Однако существуют технологии, позволяющие получить более высокий и стабильный урожай, сохранить структуру и плодородие почвы и поддер-

живать стабильное функционирование агроэкосистемы в целом. Одной из таких технологий является сохранение растительных остатков на поверхности почвы или дополнительное мульчирование с целью сокращения эрозии и повышения влагообеспеченности почвы, а также создания благоприятных условий для почвенной биоты и дополнительного источника питательных веществ для сельскохозяйственных культур.

Опыт, посвященный изучению влияния мульчирования, был заложен в 2019 г. в Ставропольском крае, на опытных делянках Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра, в зоне неустойчивого увлажнения. Пожнивные остатки гороха в виде мульчи были внесены на делянки из расчета 0, 8 и 16 т/га, повторность опыта трехкратная. Пробы площадью 50 см² и глубиной 15 см были отобраны в апреле 2021 г. Всего было взято 18 образцов.

Коллембол экстрагировали на воронках Тульгрена, заключали в микропрепараты и определяли до вида. Всего получено 585 экз. 20 видов. Анализ проводили путем построения обобщенных линейных моделей (Generalized Linear Models, GLM). В качестве независимых переменных, включенных в модели, выступали дозы мульчи, в качестве зависимых переменных выступали общая численность, видовое богатство и показатель разнообразия (индекс Шеннона). Влияние мульчирования на структуру сообщества коллембол оценивали с помощью непараметрического многомерного дисперсионного анализа (PERMANOVA). Группировки коллембол были проанализированы с использованием анализа главных координат (РСоА). В качестве меры несходства использовали индекс Брея-Кертиса.

Общая численность коллембол максимально увеличивалась в 5 раз на делянках с максимальной дозой мульчи. Отмечено, что даже средняя доза внесенных растительных остатков увеличила численность коллембол в 2 раза по сравнению с контролем.

Видовое богатство ногохвосток возрастало в 2 раза на делянках, где были внесены растительные остатки. Статистически значимые отличия показаны в варианте с максимальной дозой мульчи. В варианте со средней дозой мульчи также наблюдалось увеличение видового богатства, но эти значения были статистически недостоверными. Видовое разнообразие по индексу Шеннона во всех вариантах опыта было сходным.

При оценке видовой структуры сообщества коллембол четко выделяются две разные группировки. Одна формируется на участках с максимальной дозой мульчи, другая – на участках без применения мульчирования.

Таким образом, влияние внесения растительных остатков на группировку коллембол носило триггерный характер. Измеренные параметры достоверно не отличались при сравнении делянок без мульчи и со средней дозой мульчи (8 т/га). Максимальные дозы мульчи многократно увеличивали обилие и видовое богатство, а также изменяли структуру сообщества коллембол.

Работа поддержана грантом РФФИ № 19-516-60002.

**ДОМИНАНТНЫЕ ВИДЫ ЖУКОВ ЧЕРНОТЕЛОК
(COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE)
В САКСАУЛОВЫХ ЛЕСАХ И ИХ СВЯЗИ
С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПОЧВ**

*Dominant beetle species in saxaul forests and their reference
to the soil properties*

Б. Буянжаргал, Ч. Гантigmaа, Ц. Өлзий, Д. Баярмаа, Б. Анударь

*Институт Биологии, Монгольская академии наук, Улан-Батор,
Монголия, buyanjargalb@mas.ac.mn*

Для исследования выбраны шесть видов чернотелок (*Anatolica potanini*, *A. amoenula*, *A. nureti*, *Blaps femoralis*, *Microdera globata*, *Sternotricon mongolica*), которые, по данным предыдущих исследований, доминировали в сообществах жуков саксаульных лесов. Целью настоящей работы является выявление связи между численностью этих видов и характеристиками почвы на исследуемой территории.

Исследование проводилось в саксауловых лесах (Нарийн и Ухаа заг) в Южно-Гобийском аймаке в течение полевого сезона 2019 года. В почве было определено содержание тяжелых металлов (Co, Cr, Cu, Ni, Sr, V, Zn, Pb, Se) и другие химические характеристики (pH, CaCO_3 , $\text{EC}_{2.5}$, Cl, SO_4^{2-} , P_2O_5 , K_2O , NH_4 , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+).

Исследованные участки существенно различались по характеристикам почвы, в частности по концентрации иона кальция (Ca^{2+}), меди (Cu) и ванадия (V) ($t = -3,71$; $p = 0,03$). Полученные результаты предполагают, что численность большинства видов чернотелок,

кроме *Microdera globata* отрицательно коррелирует с содержанием некоторых элементов (Cu, V, Sr, Se). Также были выявлены отрицательные (*Anatolica potanini*, *A. nureti*) и положительные (*A. amoenumula*, *Microdera globata*, *Blaps femoralis*, *Sternotrigon grandis*) корреляции между численностью жуков и содержанием карбоната кальция (CaCO_3) и ионов кальция (Ca^{2+}) в почве. Эти различия, возможно, определяют разницу в составе и численности доминирующих видов жуков в саксауловых лесах. Таким образом, химический состав почвы определяет не только особенности растительного покрова изучаемых участков, но влияет и на структуру таксоцены чернотелок.

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ПОЧВЕННЫХ РАКОВИННЫХ АМЕБ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ТРУПА

*Change in the composition of the soil testate amoebae during
the carrion decomposition*

Е.В. Валдаева, С.Н. Лябзина

*Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск,
elenvaldv@gmail.com*

Разлагающаяся органика оказывает воздействие на состав обитателей, находящихся в почве, что приводит к формированию особой микробиоты. Богатые питательными веществами жидкости, проникающие в почву, например, при разложении трупов позвоночных, могут формировать локальные пятна повышенной концентрации органического вещества, сохраняющиеся на протяжении более двух лет (Singh et al. 2018). Это влияет на состав почвенных микроорганизмов. Например, в местах скопления гуано наблюдается изменение трофической структуры раковинных амёб: увеличивается доля бактериофагов и снижается доля микофагов (Mazei et al. 2018).

Изменения состава почвенных раковинных амёб при разложении трупа были исследованы в течение трех лет (с 2019 по 2021 г) в Заповеднике Кивач (Кондопожский район, Республика Карелия) и в г. Петрозаводске. Исследования проводили в сосняке зеленомошном и в лиственном лесу. В работе использовали потрошенные тушки курицы (*Gallus gallus*) массой 1–1,5 кг, которые закладывали на глубину 25–30 см. Почвенные пробы с разлагающимися органическими компонентами трупов изымали с глубины 20–30 см. Контролем являлись

участки биоценоза с аналогичными микроусловиями, расположенные на расстоянии 30 см от заложённой приманки.

В почвенных образцах обнаружено 42 вида и внутривидовых разновидностей раковинных амёб, принадлежащих к 19 родам. К самым многочисленным относятся виды: *Centropyxis sylvatica*, *Cyclopyxis eurystoma* v. *parvula*, *Trinema enchelys*, *Trinema lineare*, которые в сборах составляют от 2 до 14 %.

С помощью анализа SIMPER (Similarity Percentage) выявили виды, которые в сумме составляют наибольший вклад в различия между участками исследования и пробными и контрольными образцами при изучении разлагающейся органики. Список видов близок, но их вклад (45 %) в групповое различие в обоих случаях разный. Наиболее значимыми являются виды: *Arcella arenaria*, *Galeripora discoides*, *Centropyxis plagiostoma*.

В течение всего времени исследования наблюдается изменение количественного и качественного составов раковинных амёб в пробных и контрольных образцах. В контроле эти колебания могут быть связаны с абиотическими факторами (температура, влажность). При влиянии органического компонента на почвенную биоту в пробах отмечено постепенное уменьшение числа одних видов (*Corythion dubium*, *Cyclopyxis eurystoma* v. *parvula*, *Euglypha strigosa*) и полное отсутствие других (*Cryptodiffugia minuta*, *Cyclopyxis kahli*, *Cyclopyxis plana*, *Cyphoderia ampulla*, *Euglypha compressa glabra*, *Hyalosphenia subflava*), что может быть связано с наибольшей чувствительностью данных представителей тестацей к образующимся органическим соединениям в процессе разложения. В первый месяц закладки в пробах происходит резкое уменьшение общей численности тестацей, вероятно, из-за поступления органического компонента в большом количестве. Восстановление количественного состава простейших происходит через год после заложения трупа.

**ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ
КОЛЛЕМБОЛ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ЛЕСНЫХ
ПОДСТИЛОК БОРЕОНЕМОРАЛЬНОЙ ПОЛОСЫ
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

*Spatial organization of the Collembola populations in different types
of forest litter in the boreonemoral zone of the European part of Russia*

Н.В. Васенкова, Н.А. Кузнецова

*Московский педагогический государственный университет, Москва,
vasenkowa@mail.ru*

Лесная подстилка является для коллембол одновременно и средой обитания, и пищевым ресурсом. Соответственно, свойства подстилки должны существенно влиять на параметры населения коллембол (численность, разнообразие и т. д.). Подстилка широколиственных лесов богаче пищевыми ресурсами, чем хвойная, но ее количество сильно варьирует во времени (НН type). Подстилка хвойных лесов не столь богата ресурсами, но ее количество и условия среды в ней более стабильны (LL type, по Fujii et al. 2020). В задачи нашей работы входило сравнение характеристик населения коллембол в подстилках хвойных, лиственных, а также смешанных лесов с учетом масштаба исследуемых участков внутри местообитания.

Исследование проводили в липовых, елово-липовых и еловых мезофитных лесах, расположенных на 12 пробных площадях в четырех районах Московской и Смоленской областей. На каждой пробной площади население коллембол описывали в масштабах: 8 см² (одна проба), 1 дм² (3 пробы), 6 дм² (9 проб), 1 м² (27 проб) и 100 м² (81 проба). Экстракцию коллембол из подстилки и верхнего слоя почвы проводили на воронках Тульгрена. Всего проанализировано 18 серий, 1458 проб, 13229 экз., относящихся к 70 видам.

Общая численность коллембол на уровне местообитаний в большинстве случаев возрастала в ряду: широколиственный – смешанный – хвойный лес. Различия были значимы в Московской области, но не всегда – в Смоленской. Внутри местообитаний пространственное распределение общей численности было сходным во всех типах подстилок. Оценка агрегированности по индексу Кейси показала наличие скоплений площадью 1 м² или более, распределение внутри метровых участков было близким к случайному.

Видовое богатство коллембол в расчете на учетную серию было наибольшим в хвойных лесах. В смешанных лесах оно было выше, чем в широколиственных, лишь в Московской области. Вариабельность числа видов в местообитании возрастала в ряду: хвойный – смешанный – широколиственный лес. Выявление редких видов коллембол в широколиственных лесах требовало большего выборочного усилия, чем в хвойных (по данным оценщика Chao 2). Число видов на мелких локальных участках во всех типах подстилок колебалось в широких пределах. Сезонные изменения видового состава коллембол в хвойных подстилках в целом были выражены слабее, чем в смешанных. В подстилках широколиственных лесов отмечали как сильные (на треть), так и слабые изменения видового состава.

В целом население коллембол хвойной подстилки отличалось более высокими и стабильными в пространстве и времени показателями, по сравнению с другими видами подстилок. По-видимому, именно устойчивость свойств среды хвойной подстилки, а не ее пищевая ценность, оказывается более значимым фактором для поддержания высоких и стабильных показателей разнообразия и численности населения коллембол.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НИМФ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ С ПОМОЩЬЮ ИЗОТОПНОЙ МЕТКИ

Identification of the consumers of Ixodidae nymphs using isotopic labeling

Д.Д. Виноградов, А.С. Смагин

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, vdd98@list.ru*

Иксодовые клещи (Ixodidae) являются постоянными компонентами многих наземных экосистем. Их значение для человека определяется передачей опасных возбудителей трансмиссивных болезней. Значительную часть жизни клещи проводят в почве, где развиваются или пребывают в состоянии покоя между актами питания. Из лабораторных экспериментов известно, что иксодовые клещи на разных стадиях развития могут становиться жертвами почвенных и напочвенных хищников, среди которых пауки, муравьи, жуки, хищные клещи. Высказывалась гипотеза о том, что численность популяций иксодовых клещей может контролироваться хищниками, но, несмотря на потен-

циальное практическое значение этого вопроса, взаимоотношения иксодовых клещей с почвенными хищниками остаются плохо исследованными.

Мы успешно разработали методику мечения нимф клещей *Ixodes ricinus* тяжелым азотом (^{15}N) с помощью кратковременной выдержки в 5% растворе ^{15}N -мочевины. Мечение производили на базе Федерального научного центра исследований и разработки иммунобиологических препаратов им. М.П. Чумакова РАН. В лабораторном эксперименте меченых нимф вносили в микрокосмы объемом 100 мл, содержащие лесную подстилку с характерным для нее населением, включая почвенных и напочвенных хищников. Через восемь дней все животные в микрокосмах были зафиксированы 75 % спиртом и впоследствии подвергнуты изотопному анализу. Предполагалось, что животные, несущие сильную изотопную метку, получили ее, съев меченых нимф клещей.

С использованием меченых нимф экспериментально показано, что клещей потреблял достаточно широкий набор почвенных хищников. Потребление нимф клещей установлено для жуков-стафилинид (Staphylinidae), гамазовых клещей (Gamasina), пауков семейств Tetragnathidae и Thomisidae. В этих группах были обнаружены особи, имеющие значения $\delta^{15}\text{N}$, превышающие 50‰, что значительно превосходило величины $\delta^{15}\text{N}$ детритоядных животных и листового опада из микрокосмов. Никакие другие животные, кроме хищников, способных нападать на клещей, не показали аномально высоких величин $\delta^{15}\text{N}$, что подтверждает эффективность нашего подхода.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 22-14-00363.

ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В ПОЧВАХ БАРГУЗИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Polycyclic aromatic hydrocarbons in soils of Barguzin Depression

О.В. Вишнякова, В.И. Убугунова, В.Л. Убугунов

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
ok_vish@mail.ru*

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) представляют собой высокомолекулярные органические соединения бензольного ряда, различающиеся по числу колец и способом конденсации.

Они входят в состав нефти и битумов, широко распространены в продуктах вулканической и гидротермальной деятельности и, обладая высокой стабильностью, способны накапливаться в объектах окружающей среды. Некоторые ПАУ с числом колец более 5 имеют канцерогенные и мутагенные свойства (Qiao et al. 2006; Белюченко 2014), а 2–4-ядерные соединения в высоких концентрациях оказывают фитотоксический эффект (Михайлова 2013). Влияние ПАУ на мезофауну почв изучено недостаточно, но отмечается быстрая миграция с загрязненной территории, изменение видового состава, численности, половозрастной структуры сообщества и размера особей. Особенно чувствительными являются коллемболы (Орлов 1984). Дождевые черви способны накапливать ПАУ (Кабардин и др. 1987), выявлен также их генотоксический эффект (Кабардин и др. 2008).

Впервые получены данные по содержанию и распределению индивидуальных ПАУ в почвах Баргузинской котловины (северо-запад Республики Бурятия, Российская Федерация), которая характеризуется высокой активностью эндогенных процессов. Исследованы почвы Улюнханской впадины в зоне выхода термальных вод (светлогумусовая аллювиально-глеевая почва и псаммозем гумусовый), песчаной возвышенности Нижний Куйтун (солонец солончаковатый) и центральной части озерно-аллювиальной равнины (псаммозем гумусовый), где флюидодинамические процессы выражены в разной степени. Состав и структура сообществ мезопедабионтов в этих местобитаниях может отличаться существенным образом, так как в почвах аккумулируются легкорастворимые соли (Убугунов и др. 2018) и углеводороды (Вишнякова и др. 2021). Экстракция углеводородов из проб почвы проводилась н-гексаном. ПАУ были идентифицированы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Выявлено 11 индивидуальных соединений, суммарное содержание которых составляет 0,008–0,503 мг/кг. В большинстве проб содержание ПАУ соответствует фоновому уровню, преобладает фенантрен. Максимальный суммарный уровень ПАУ, сравнимый с углеводородами нефти (0,5 мг/кг или 3–4 %), и широкий спектр (все 11 соединений, включая тяжелые) обнаружены в гумусовом горизонте светлогумусовой аллювиально-глеевой почвы, расположенной в зоне гидротермальной разгрузки. Можно сказать, что ПАУ являются геохимическим индикатором гидротермального процесса (Пиковский 2016).

Среди других тяжелых ПАУ, в этой пробе выявлены бензо(а)пирен на уровне 3 ПДК и дибенз(а,һ)антрацен в высокой концентрации. Эти два полиарена особенно опасны: бензо(а)пирен относится к экотоксикантам 1 класса опасности как канцероген, а дибенз(а,һ)антрацен отнесен к группе 2А (IARC classification of РАН 2015). Вероятно, присутствием высоких концентраций полиаренов объясняется локальное угнетение растительности на этом участке. Повышенные концентрации ПАУ и более узкий их набор выявлены также в псаммоземе гумусовом в центральной части озерно-аллювиальной равнины с явными признаками дегазации недр. Поэтому необходимо дальнейшее изучение распространения и аккумуляции ПАУ в почвах Баргузинской котловины для оценки экологической угрозы, в том числе и для животного населения почв.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания № 121030100228-4.

ИЗУЧЕНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ЭНДЕМИЗМА СТАФИЛИНИД СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА НА ПРИМЕРЕ *QUEDIUS OBLIQUESERIATUS*

*A study of local endemism of the rove beetle *Quedius obliqueseriatus*
in the North-Western Caucasus*

А.А. Гебремескел^{1,2}, М.А. Сальническая¹

¹*Тюменский государственный университет, Тюмень,
aagbio97@gmail.com*

²*College of Science, Mai-Nefhi Asmara, Eritrea, East Africa*

Quedius obliqueseriatus (Coleoptera: Staphylinidae) – один из многих локальных эндемиков среди насекомых Западного Кавказа, известного своим уникальным биоразнообразием. Вид обитает в лесной подстилке горных местообитаний Северо-Западного Кавказа, от низовьев гор до границы снега. Предварительные исследования, основанные на изучении изменчивых морфологических структур гениталий самцов *Q. obliqueseriatus* и митохондриального гена COI, показали наличие значимых различий между отдельными популяциями вида. По всей видимости, мы имеем дело с двумя или более локальными видами. Разные популяции *Q. obliqueseriatus* приурочены к отдельным территориям, разделенным такими географическими барьерами, как горные

хребты или долины рек. Такие барьеры играют большую роль в видообразовании и формировании эндемичной фауны насекомых и, в частности, стафилинид Северо-Западного Кавказа. Одним из ведущих методов настоящего исследования выступает интегративная таксономия, основной принцип которой заключается в комплексном изучении вида, от морфологических и биогеографических данных до молекулярных анализов, с использованием как митохондриальных, так и ядерных генов.

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ЛЕСНОЙ МОЗАИКИ**
Spatial distribution of earthworms in forest mosaic elements

А.П. Гераськина

*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва,
angersgma@gmail.com*

Большое значение для сохранения видового разнообразия имеет структурное разнообразие леса. Известно, что полог деревьев выступает в качестве экологического фильтра (Gandolfi et al. 2007), определяющего видовой состав и динамику растительности, так как очевидны различия условий для роста растений под пологом лиственных и хвойных видов деревьев. Значительно меньше известно о влиянии подкroновых пространств разных видов лесного полога и «окон» (прорывов в пологе леса) на пространственное распределение почвенных беспозвоночных. После образования «окон» в пологе леса в результате выпадения старых деревьев происходят кардинальные изменения режима поступления осадков – важного условия жизнедеятельности влаголюбивых сапрофагов. Показано, что размер «окон» определяет структурно-функциональное разнообразие почвенной макрофауны (Kooch and Hosseini 2010; Kooch and Haghverdi 2014), в особенности дождевых червей, которые выступают в роли драйверов разложения опада. В качестве объектов исследования выбраны наименее нарушенные лесные массивы хвойно-широколиственных лесов, произрастающих на почвах среднего и тяжелого гранулометрического состава (Северо-Западный Кавказ, Москворецко-Окская равнина, Висимский заповедник, Уссурийский заповедник) и на легких песчаных

почвообразующих породах (Брянское Полесье, Смоленское Поозерье). Учет макрофауны в доминирующих элементах мозаики лесного полога произведен методом раскопки и ручного разбора почвенных проб (размер пробы 25х25 см, глубина 30 см) в летние сезоны 2016–2021 гг. Кроме того, произведен разбор валежа разных стадий разложения доминирующих видов древостоя. Каждый элемент мозаики учтен не менее чем в 9-ти кратной повторности.

Установлено, что подкроновые и межкroновые пространства, как правило, не различаются по биомассе, численности и набору морфо-экологических групп дождевых червей. В лесах со смешанным древостоем численность и биомасса дождевых червей в летние сезоны, как правило, выше в подкroновых пространствах с трудноразлагаемым опадом (ель, пихта, дуб, бук, осина), в отличие от подкroновых пространств с легкоразлагаемым опадом (липа, береза, граб, клен), что связано с быстрой утилизацией легкоразлагаемого опада и миграцией (выживанием) беспозвоночных в более «благоприятные» условия под кроны деревьев с медленно разлагаемым опадом, где лучше сохраняется горизонт подстилки. В «окнах» биомасса и видовой состав сильно варьирует в зависимости от гранулометрического состава почв. На суглинистых почвообразующих породах биомасса дождевых червей в «окнах» в 5–6 раз выше, чем под пологом леса, как правило, за счет собственно-почвенных и норных видов. На песчаных почвообразующих породах, наоборот, биомасса дождевых червей в «окнах» значительно ниже (в 3–4 раза), чем под пологом леса, что связано с меньшей влагоудерживающей способностью песчаных почв и большим пересыханием их в летние сезоны в сравнении с суглинистыми. Валеж во всех изученных типах лесных почв поддерживает таксономическое и функциональное разнообразие дождевых червей, которое зачастую оказывается выше, чем в почве подкroновых и межкroновых пространств. В особенности значима роль валежа в поддержании разнообразия подстилочной группы дождевых червей.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ 21-74-20171.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АБОРИГЕННОГО
ДЛЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ВИДА ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ
И ВИДОВ-ВСЕЛЕНЦЕВ ИЗ КАЗАХСТАНА**

*Interaction of earthworms native for Western Siberia and invaders
from Kazakhstan*

Е.В. Голованова, С.Ю. Князев, К.А. Бабий

*Омский государственный педагогический университет, Омск,
nilseb@omgpu.ru*

Внедрение чужеродных видов часто ведет к изменению экосистем, что может привести к существенной трансформации выполняемых ими функций. До 1997 для территории равнинной части Западной Сибири было описано 10 видов и 2 подвида дождевых червей. Основным аборигенным видом является *Eisenia nordenskioldi nordenskioldi*. На настоящий момент на территории равнинной части Западной Сибири нами отмечено 18 видов и 4 подвида. Впервые для территории России указаны *Eisenia ventripapillata* и *Eisenia nana*, которые ранее считались эндемиками Рудного Алтая на территории Казахстана.

Целью нашего эксперимента было изучение характеристик видов-вселенцев и аборигенного вида при отдельном и совместном обитании, что позволило бы предсказать возможность распространения новых видов, их влияния на аборигенный вид и на целые экосистемы.

Основные вопросы исследования:

- Каким репродуктивным потенциалом обладают инвазивные виды по сравнению с нативным?
- Влияет ли совместное обитание видов на репродуктивные характеристики и выживаемость друг друга?
- Являются ли количество и качество подстилки, характерные для естественных местообитаний, ограничением для чужеродных видов?

Исследование проводилось с помощью имитационного эксперимента с использованием мезокосмов. Нами получены следующие результаты.

- (1) Наилучшая выживаемость отмечена у аборигенного вида.
- (2) *E. nordenskioldi* является антагонистом *E. ventripapillata*. В присутствии *E. ventripapillata* снижается численность аборигенного вида. Аборигенный вид имеет преимущества перед видами-вселенцами, так как откладка коконов и ювенильные особи отмечены только в вариантах с *E. nordenskioldi*.

(3) *E. nana* более активно потребляет подстилку, чем другие виды червей. Для аборигенного вида этот вид является основным конкурентом в потреблении подстилки. Это проявляется как при сравнении вариантов с монокультурами червей, так и в уменьшении массы подстилки при взаимодействии видов.

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ОБОРОТА УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ ПО ИЗОТОПНЫМ ДАННЫМ

*Carbon turnover intensity in soils of western coast of Lake Baikal
based on isotopic data*

**В.А. Голубцов¹, Ю.В. Вантеева¹, Н.Н. Воропай¹,
О.В. Василенко¹, А.А. Черкашина¹, Э.П. Зазовская²**

¹*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск,
tea_88@inbox.ru*

²*Институт географии РАН, Москва*

В контексте современных климатических изменений оценка баланса углерода в ландшафтах приобретает особое значение. Почва представляет собой один из крупнейших резервуаров углерода. В связи с этим особую актуальность приобретает оценка основных факторов, определяющих динамику углерода в почвах, формирующихся при различных сочетаниях факторов почвообразования. Анализ состава стабильных изотопов углерода ($\delta^{13}\text{C}$) представляет собой один из важных методологических подходов к оценке динамики почвенного углерода.

Исследования проведены на ландшафтных профилях юго-восточного макросклона Приморского хребта и его предгорий. Территория характеризуется контрастной ландшафтной структурой и значительной вариативностью климатических параметров. Анализ внутрипочвенных и пространственных вариаций состава стабильных изотопов углерода, а также физико-химических свойств, определяющих его динамику в почвах, позволил выявить значительные отличия в интенсивности оборота органического вещества в почвах западного побережья оз. Байкал. Несмотря на линейный характер климатических изменений от верхних к нижним гипсометрическим уровням (рост температур и длительности вегетационного периода, снижение

увлажнения), вариации изотопных характеристик носят более сложный характер.

Не прослеживается прямой зависимости роста интенсивности оборота углерода с ростом температур. Так, в лесных и степных почвах нижней части профиля, характеризующихся наибольшей теплообеспеченностью, наблюдаются одни из наименьших значений β -коэффициента, что, вероятно, обусловлено низким увлажнением. Наиболее ярко об этом свидетельствует то, что почвы, формирующиеся в условиях повышенного увлажнения и менее выраженного иссушения профиля в летний период в непосредственной близости от озера Байкал, характеризуются повышенной интенсивностью оборота углерода. Значительный уровень увлажнения не оказывает влияния на повышение скорости минерализации органического вещества. В почвах верхней части профиля, характеризующихся наибольшей влагообеспеченностью, наблюдается минимальная интенсивность оборота углерода. Данное обстоятельство связано с дефицитом тепла и подтверждается выраженным утяжелением изотопного состава растительности и органического вещества почв, наблюдаемым в высокогорных условиях. Довольно плавные изменения климатических параметров в центральной части профиля не находят отражения в значительных вариациях β -коэффициента. Последний в большей степени сопоставим с резкими изменениями физико-химических свойств почв, контролирующих интенсивность разложения/стабилизации органического вещества.

Таким образом, в контрастных условиях верхней и нижней частей профиля, климат оказывает значительное влияние на интенсивность трансформации органического вещества, перекрывая действие внутрипочвенных факторов. В более благоприятных климатических условиях горно-таежных ландшафтов динамика органического вещества в почвах контролируется преимущественно внутрипочвенными факторами.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-04-00142а).

СОСТОЯНИЕ ОХРАНЫ ПОЧВЕННОЙ ФАУНЫ В РОССИИ

State of conservation of soil fauna in Russia

К.Б. Гонгальский

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, gongalsky@gmail.com*

Почва – одна из наиболее богатых по видовому разнообразию сред обитания на нашей планете. По разным источникам, от 40 до 90% всех наземных животных связаны с почвой. Большую часть этих организмов составляют членистоногие и, в частности, насекомые. Выделяют несколько размерных классов почвенных животных: нанофауна, микрофауна, мезофауна. Среди микро- и мезофауны в основном и встречаются членистоногие. Уровень изученности почвенной фауны в России достаточно высок: для некоторых групп составлены видовые списки (дождевые черви, коллемболы, панцирные клещи, двупарноногие многоножки, мокрицы, пауки, многие семейства жуков - жужелицы, щелкуны и др.). Тем не менее для очень многих групп почвенной фауны таких списков не существует (энхитреиды, протуры, симфилы, губоногие многоножки, ложноскорпионы, сенокосцы и др.), а по некоторым из этих групп нет даже специалистов.

Эта неравномерность в изученности почвенной фауны привела к различным подходам к охране почвенных животных. В вышедшей в конце 2021 года Красной книге России представлено 127 видов наземных беспозвоночных, среди которых 119 видов это насекомые: 27 видов жужелиц, несколько видов напочвенных жуков, один вид муравьев, а остальные – водные или наземные насекомые. Среди прочих таксонов наземных беспозвоночных – впервые включенный в Красную книгу России вид двупарноногой многоножки и 7 видов дождевых червей. Ряд крупных и важных в функциональном плане таксонов не входит в федеральную красную книгу, хотя в Красные книги некоторых субъектов федерации такие таксоны включены.

Необходима целенаправленная работа по выявлению малоизученных и редких таксонов, которые должны быть включены в дальнейшие издания Красной книги как России, так и субъектов федерации. Крайне необходима подготовка специалистов по малоизученным группам почвенных животных.

Исследование проведено при поддержке РНФ (грант №21-14-00227).

RUSWOODLICE: БАЗА ДАННЫХ МОКРИЦ ФАУНЫ РОССИИ

RUSWoodlice: a database of terrestrial isopods in Russia

**К.Б. Гонгальский¹, И.С. Турбанов^{2,3}, Ф.С. Бызов⁴, А.М. Дыган⁵,
Д.И. Поляков⁴, Д.М. Кузнецова¹**

¹*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, gongalsky@gmail.com*

²*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок,
turba13@mail.ru*

³*Череповецкий государственный университет, Череповец*

⁴*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Москва*

⁵*Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского,
Симферополь*

Мокрицы являются одним из наиболее заметных компонентов почвенной макрофауны. Несмотря на то, что в России и бывшем Советском Союзе зарегистрировано огромное количество находок мокриц, эти данные до сих пор не были собраны и унифицированы. Для облегчения анализа распространения отдельных видов, и мокриц в целом, мы составили базу данных находок мокриц в наземных и подземных местообитаниях. Для этого был проведен поиск в научной литературе сведений для территории России. Данные были извлечены на уровне видов из опубликованных таблиц, рисунков и приложений. Для каждой находки были извлечены сведения о координатах, биотопе, особенностях сбора. Дополнительно получены данные о статусе охраны, типе землепользования и климатических характеристиках района из общедоступных источников или открытых ГИС. Созданная база данных обновляется и содержит более 100 видов из 2000 точек из 300 публикаций, вышедших в период с начала XIX века до 2022 года. База данных будет опубликована по лицензии CC-BY с указанием авторства источников данных.

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ПОЧВЕННОЙ МАКРОФАУНЫ ПРИМОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ

Soil macrofauna communities in coastal ecosystems

А.Ю. Горбунова, К.Б. Гонгальский, Д.И. Коробушкин

*Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН,
Москва, anastasiya92_77@mail.ru, gongalsky@gmail.com,
dkorobushkin@yandex.ru*

В силу экотонного расположения приморские экосистемы являются важным объектом для исследования. Формирующиеся здесь сообщества обладают сложной структурой вследствие притока ресурсов из морских экосистем. При удалении вглубь материка воздействие моря в качестве источника ресурсов снижается, что должно сопровождаться изменениями и в сообществах почвенных беспозвоночных животных, однако данный аспект исследован крайне поверхностно. Цель исследования: выявить особенности формирования структуры сообществ почвенной макрофауны в градиенте удаления от морей Европейской части России.

Исследования проведены при удалении от пяти морей, соответствующих следующим модельным биомам: тундра – Баренцево море; тайга – Белое море; средиземноморские леса – Черное море; степь – Азовское море; полупустыня – Каспийское море. Почвенные пробы отбирали по 7 трансектам от каждого моря с площадками на расстоянии 0,5, 5, 25, 50, 100, 250, 2000 м (контроль в зональной экосистеме) от линии максимального прилива (всего 245 площадок). Из почвенных проб были экстрагированы беспозвоночные животные, распределены по таксономическим и функциональным группам, определена биомасса каждого экземпляра. В общей сложности выявлено 207 таксонов, среди которых наибольшее видовое разнообразие отмечено у пауков (82 вида).

При удалении от Баренцева моря наибольшая биомасса макрофауны отмечена у уреза воды, при этом доминировали эпибионтные мобильные сапрофаги ($5,6 \pm 5,5$ г/м²), основную часть которых составляли личинки и имаго жуков Hydrophilidae (преобладал *Cercyon littoralis*). Полученные данные говорят о дополнительных пищевых ресурсах для наземных животных в пределах побережья в виде морских выбросов. На Белом море максимальная общая биомасса отме-

чена на расстоянии 50 м, основную часть составляли геобионтные мобильные хищники (личинки двукрылых) ($0,4 \pm 0,1$ г/м²). При удалении от Азовского моря наибольшая биомасса отмечена у уреза воды ($3,6 \pm 3,3$ г/м²), где доминировали эпибионтные мобильные хищники (имаго и личинки Staphylinidae и Carabidae), а также в 250 м от моря ($3,7 \pm 1,7$ г/м²), где преобладали эпибионтные маломобильные сапрофаги (Agnaridae, Armadillidiidae, Polyxenida). При удалении от Черного моря минимальная суммарная биомасса была отмечена у уреза воды (в пределах галечникового пляжа), где были встречены только пауки и личинки мух; максимум отмечен в 2000 м, где преобладали сапрофаги. Распределение очевидно связано со сменой биотопов: галечниковые пляжи со скудной растительностью и малой биомассой морских выбросов сменяются шибляками, далее – грабинниковыми лесами. На побережье Каспийского моря биомасса всех групп макрофауны возрастала с удалением от воды, достигая максимума в 2000 м, где разреженная пустынная растительность побережья сменяется степными участками. Основную часть биомассы ($0,73 \pm 0,16$ г/м²) составляли эпибионтные мобильные хищники (пауки Lycosidae, Linyphiidae, Thomisidae, жесткокрылые Coccinellidae, Staphylinidae). Минимальная биомасса макрофауны у уреза воды Черного и Каспийского морей связана с малым количеством органического вещества как наземного, так и морского происхождения, его быстрым высыханием в условиях аридного климата.

Исследование поддержано РНФ (грант № 19-74-10104).

ОСОБЕННОСТИ БИОНОМИИ ПАЛЕАРХЕАРКТИЧЕСКИХ ОРДЕНСКИХ ЛЕНТ (LEPIDOPTERA, EREBIDAE: CATOCALA) ЮЖНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

*Features of the Bionomy of Palaearctic Order Ribbons
(Lepidoptera, Erebidae: Catocala) of Southern Transbaikalia.*

Т.В. Гордеева, С.Ю. Гордеев

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
г. Улан-Удэ, tagor71@mail.ru, gordeevs07@mail.ru*

Известно, что большая часть современных определителей бабочек опирается на особенности морфологии имаго, в том числе – на детали строения генитального аппарата. В настоящее время для этих же це-

лей применяются молекулярно-генетический и кариологический анализы, которые, не смогут заменить традиционные морфологические методы (Kluge 2000). При этом существует мнение о малой пригодности сравнительной морфологии преимагинальных стадий чешуекрылых для систематики и филогенетического анализа (Kuznetsov and Stekol'nikov 2001). Однако, исследование жизненного цикла и преимагинальных стадий чешуекрылых не менее значимы других методов систематики.

Объект исследования – совки из группы орденских лент (*Catocala sp.*), жизненный цикл и поведение которых попало в круг наших интересов благодаря необходимости изучения экологии редких видов чешуекрылых и ведения региональной Красной книги.

Южное Забайкалье, в силу его географического положения, расчленённого рельефа и геологической истории, обогащено реликтовыми сообществами с ильмом, абрикосом, миндалём и др. Обитатели подобных ассоциаций, находясь на периферии ареала, распространены локально и часто малочисленны, вследствие чего вносятся в региональные Красные книги. Так в Красную книгу Республики Бурятия (1988, 2005) были включены два вида орденских лент из рода *Catocala*: *C. deuteronympha* и *C. helena*, трофически связанные с ильмовником или ильмом низким (*Ulmus pumila*), произрастающим в степной зоне центральной и юго-восточной части территории до 52-53 °с.ш.

Особенность этих двух видов – высокое внешнее сходство имаго. Предпринятые исследования их жизненного цикла позволили описать морфологию и биномию преимагинальных стадий, выявить особенности развития, изучить образ жизни и поведение гусениц. В ходе исследования выяснилось, что эти виды в период преимагинального развития разительно отличаются по образу жизни и морфологии. Так, живущая в верхних ярусах кроны дерева гусеница *C. deuteronympha*, является пассивным филлофагом (замирающим в случае опасности), обладает более ортогнатической формой головы, бежево-серой покровительственной окраской, характерной формой тела (уплощённой книзу) и фактурой поверхности (с боковой бахромой), уподобляющей её ветке ильма. Тогда как гусеница *C. helena*, живущая в земле под слоем растительного опада, питается крылатками ильма (богатými белками и жирами) и насекомыми, проявляет себя как активный хищ-

ник (сохраняя подвижность в критической ситуации). Её строение отличается прогнатической головой, обтекаемой цилиндрической формой тела, тёмной окраской и продольно-полосатым рисунком поверхности. В результате исследований описаны неизвестные ранее особенности преимагинальной стадии орденских лент, позволившие выявить отличительные черты в морфологии гусениц *C. deuteronympha* и *C. helena*. Анализ полученных данных подтверждает важность привлечения информации о личинках в области таксономии чешуекрылых (Gerasimov 1952; Solodovnikov 2007). Биономия вида, включающая морфологию и образ жизни гусеницы, и других преимагинальных стадий вида, являются неотъемлемой частью объективной классификации таксонов и единой базы данных Lepidoptera.

Исследования выполнены за счет средств государственного задания ИОЭБ СО РАН, проект 0271-2021-0001 и РФФИ – МОКНСМ в рамках научного проекта № 20-54-44014.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (LUMBRICIDAE) В ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

*Earthworms (Lumbricidae) distribution in the meadow phytocenoses
of Volga-Kama reserve*

Т.А. Гордиенко

*Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань,
eiseniata@gmail.com*

Исследование почвенной мезофауны Волжско-Камского заповедника начаты с середины XX века с момента его образования. Однако эти работы вели главным образом в Раифском участке и в основном в лесных фитоценозах. В данном сообщении представлен материал по изучению почвенной мезофауны луговых фитоценозов двух участков заповедника, удаленных друг от друга на 100 км. Волжско-Камский государственный заповедник представлен двумя территориально разделенными кластерами – Раифским и Саралинским участком. Эти кластеры расположены в разных ландшафтных зонах: первый – в подтаежной подзоне бореальной ландшафтной зоне, а второй – в широколиственной подзоне суббореальной северной семигумидной ландшафтной зоне (Ландшафты Республики Татарстан 2007). В Раифском

участке заповедника были обследованы пойменные луговые фитоценозы в кварталах 38, 33 и 37, в Саралинском – пойменные и луга среднего уровня кв. 32 (две точки), в охранной зоне (две точки) и в кв. 30 на протяжении трех лет. Учеты численности почвенной мезофауны проводили стандартным методом – почвенными пробами 25х25 см² глубиной 15 см (по 16 проб) в весенний и осенний периоды в 2017–2021 гг. (560 проб). Собрано 2685 экз. дождевых червей, из них определено до вида 932 экз.

Фауна Волжско-Камского заповедника насчитывает 11 видов дождевых червей семейства Lumbricidae (Гордиенко 2019) из 16 отмеченных на территории Татарстана (Кадастр ... 2014). На лугах заповедника обнаружено 9 видов люмбрицид: *Aporrectodea caliginosa caliginosa*, *Aporrectodea rosea*, *Lumbricus rubellus*, *Lumbricus terrestris*, *Octolasion lacteum*, *Dendrodrilus rubidus tenuis*, *Dendrobaena octaedra*, *Eisenia nordenskioldi nordenskioldi*, *Eisenia uralensis*.

В Раифском участке на лугах обнаружены 8 видов из перечисленных выше дождевых червей, кроме уральского *E. uralensis*, многочисленны *A. c. caliginosa* (15 %) и *A. rosea* (10,7 %). На лугах Саралинского участка зарегистрировано 6 видов люмбрицид, отсутствуют синантропный норник *L. terrestris*, калькофильный влаголюбивый *O. lacteum* и подстилочный *D. rubidus tenuis*, доминируют *A. c. caliginosa* (25,1 %) и *E. uralensis* (7,3 %).

Методом дискриминантного анализа проведено сравнение структуры сообщества дождевых червей лугов внутри каждого кластера и между ними. Анализ показал, что фауна и население различных лугов Раифского участка не отличается между собой, та же тенденция наблюдается и на лугах Саралинского участка заповедника и его охранной зоны (Лямбда Уилкса 0,035, при $p < 0,001$, наибольшую роль в этом играют влаголюбивый *O. lacteum* и *E. uralensis*). Однако структура сообществ люмбрицид Раифского и Саралинского кластера отличаются друг от друга (Лямбда Уилкса 0,18, при $p < 0,001$). Наибольший вклад в эти различия вносят в Саралинском участке *L. terrestris*, *O. lacteum*, *D. rubidus tenuis*, а в Раифском – *E. uralensis*, виды, отсутствующие в данном кластере. Таким образом, фауна и население дождевых червей отличается в зональном аспекте, в северном подтаежном участке заповедника видовое разнообразие и численность люмбрицид выше, по сравнению с лесостепным. Отмечается присут-

ствие влаголюбивых и сопутствующих им видов дождевых червей на лугах вблизи озера Раифское одноименного участка заповедника.

РАЗНООБРАЗИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ НОГОХВОСТОК СЕМЕЙСТВА ONYCHIURIDAE (COLLEMBOLA)

В ЗАБАЙКАЛЬЕ

*Diversity and distribution of springtails of the family Onychiuridae
(Collembola) in Transbaikalia*

А.Б. Гулгенова

*Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова,
Улан-Удэ, chima85@mail.ru*

Исследования фауны и экологии коллембол Забайкалья проведены с 2007 по 2021 г. Семейство Onychiuridae наряду с Isotomidae является преобладающим в Забайкалье и включает 47 видов из 11 родов. На основе сборов нами описаны *Sensillonychiurus vegae*, *S. vitimicus* (Babenko et al. 2011), *Protaphorura buryatica*, *P. dzherga*, *P. dorzhievi*, *P. uniparis* (Gulgenova and Potapov 2013), также описан новый род *Dungeraphorura*, включающий 2 вида: *D. martynovae* и *D. yaruna* (Gulgenova and Potapov 2012). Большая часть видов Onychiuridae (28 видов) приходится на голарктический род *Protaphorura*. Восточно-палеарктические виды *P. neriensis* и *P. jacutica* отмечены только на севере Восточного Прибайкалья, *P. taimyrica* и *P. subarctica* встречаются также в южных районах, известны из Монголии (Dunger 1978). *P. submersa* и *P. kaszabi* – виды, общие с Монголией и Тувой. Род *Sensillonychiurus* представлен двумя видами: *S. vegae*, обнаруженный на Витимском плоскогорье, на севере Восточного Прибайкалья, а также в Якутии, и *S. vitimicus*, пока известный только с Витимского плоскогорья. Род *Dungeraphorura* имеет восточно-палеарктическое распространение, типовой вид *D. martynovae*, описанный из Монголии (Dunger 1978), встречается на Селенгинском среднегорье, Тункинских гольцах и на севере Восточного Прибайкалья. Второй вид, *D. yaruna*, известен только с Витимского плоскогорья. Представитель рода *Allonychiurus*, *A. elikonius*, описанный из Якутии, в Забайкалье встречается на севере Восточного Прибайкалья. Вид из урало-сибирского рода *Uralaphorura*, *U. tunguzica*, обнаружен пока только на хребте Хамар-Дабан, в восточных районах Забайкалья нами не отме-

чен. Представители трибы *Onychiurini* в фауне региона представлены сравнительно хуже: по одному виду из родов *Deuteraphorura* и *Onychiurus*, распространенные также в северных районах Забайкалья. Подсемейство *Oligaphorurini* в фауне региона включает широко распространенный вид *Micraphorura absoloni* и несколько видов рода *Oligaphorura*, встречающихся в основном в северных районах.

В целом, относительно большее число видов семейства обнаружено на севере Восточного Прибайкалья и на Витимском плоскогорье, это восточно-палеарктические виды и условные эндемики региона, описанные из данных районов.

ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ МОРСКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ПОЧВЕННЫЕ СВОЙСТВА

Sea wrack organic matter impact on soil properties

П.А. Гусева^{1,2}, Д.И. Коробушкин²

¹*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Москва*

²*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, polina.guseva.2001@mail.ru*

Исследования латеральных связей в основном посвящены оценке роли стока вещества из наземных экосистем в морские. Однако за счет волновой активности на побережья морей поступает значительное количество морского органического вещества (МОВ), которое посредством биотических и антропогенных факторов зачастую переносится на поверхность почвы удаленных от побережья участков. Последствия поступления МОВ на химические свойства почв практически не исследованы и ограничиваются единичными исследованиями с/х угодий, удобряемыми водорослями. Цель работы: определить изменения химических свойств почвы при поступлении органического вещества морского происхождения.

Работа основана на полевом эксперименте, заложенном в 2020 и снятом в 2021 годах в модельных зональных экосистемах побережий Баренцева, Белого, Азовского и Черного морей. В каждом из модельных регионов на удалении не менее 2 км от линии максимального прилива было заложено по 14 контрольных (без МОВ) и 14 экспериментальных (с внесением советующей для побережья каждого из мо-

рей биомассой МОВ) участков площадью 0,25 м². По окончании эксперимента было отобрано 97 почвенных проб.

Оценка биогенной миграции «морского» углерода в почву проводилась на основании естественной разницы изотопного состава углерода морского и наземного ОВ. Измерение соотношения стабильных изотопов углерода ($\delta^{13}\text{C}$) и азота ($\delta^{15}\text{N}$) совместно с общим содержанием углерода и азота (C,N,%) в почве проводилось на элементном анализаторе с изотопным масс-спектрометром. На анализаторе ТОС-VCPN определены экстрагируемые формы углерода, азота; по методу Кирсанова определено содержание минерального фосфора для каждой пробы; также оценены изменения pH, ОБП и удельной электрической проводимости.

По окончании эксперимента почвы экспериментальных площадок Баренцева, Белого и Черного морей характеризовались значимо (GLM: $p=0.01$) более высокими значениями экстрагируемых форм углерода и $\delta^{13}\text{C}$ по сравнению с контрольными, что говорит о депонировании углерода морского происхождения. Внесение морского органического вещества в кислые почвы модельных площадок северных морей приводило к увеличению pH, что может быть обусловлено сравнительно высоким в нём содержанием Ca^{2+} . В почве экосистем побережья Черного моря значимых изменений кислотности не происходило, что может быть связано с карбонатной буферностью почв. При внесении морской субсидии наблюдалась тенденция к повышению электропроводности почв, связанной с минерализацией аллохтонного вещества и внесением морских солей, а также к увеличению соотношения $\text{C:N}_{\text{экстр}}$, что может свидетельствовать о биогенной иммобилизации подвижных форм азота при микробной минерализации морского органического вещества. Значимого эффекта внесение морского органического вещества на валовое содержание углерода, азота, а также на экстрагируемые формы фосфора не оказало.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (грант №19-74-10104).

РАЗНООБРАЗИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИБРЕЖНЫХ ОСАДКОВ МЕЛКОВОДНЫХ ЗАЛИВОВ ОЗЕРА БАЙКАЛ

*Diversity of microorganisms in coastal sediments of shallow bays
of Lake Baikal*

О.П. Дагурова, В.П. Гаранкина, В.Б. Дамбаев, С.В. Зайцева

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
Улан-Удэ, dagur-ol@mail.ru*

Мелководные заливы озера Байкал (соры) по своим экологическим условиям отличаются от участков открытого Байкала большей продуктивностью. Формирование химического состава воды и осадков соров Селенгинского мелководья зависит от множества факторов, главным из которых является речной сток. Донные отложения представляют собой характерную экологическую зону; в них аккумулируется большое количество органических веществ автохтонного и аллохтонного происхождения, которое в дальнейшем подвергается деструкции благодаря деятельности микроорганизмов.

Цель работы – определить разнообразие микроорганизмов и оценить интенсивность деструкционных процессов в прибрежных осадках мелководных заливов Селенгинского мелководья озера Байкал.

Изучены содержание, изотопный состав углерода и деструкция органического вещества в прибрежных осадках мелководных заливов Селенгинского мелководья озера Байкал – Провал, Посольский Сор, а также фоновых участков открытого Байкала. Осадки мелководных заливов характеризовались увеличением доли аллохтонного органического вещества и более интенсивной микробной деструкцией, чем в фоновых участках открытого Байкала. Выявлено преобладание аэробной деструкции над анаэробной, что свидетельствует о благополучном состоянии грунтов побережья.

Определено разнообразие микроорганизмов прибрежных осадков методом пиросеквенирования (средняя длина последовательностей составила более 400 пар нуклеотидов). Выявлены высокие значения числа филотипов и индекса разнообразия Chao1. Наибольшая доля в сообществе прибрежных осадков принадлежит филуму *Proteobacteria* (среднее значение 49,7 %). Также весомую долю в бактериальном сообществе имеют представители филумов *Actinobacteria* (среднее значение 10 %), *Acidobacteria* (9 %), *Bacteroidetes* (8,5 %), *Chloroflexi*

(5 %), *Cyanobacteria*, *Planctomycetes* и *Verrucomicrobia* (по 3 %). Наиболее представительны были хемоорганотрофные аэробные бактерии семейства *Sphaerotilus* (около 10 %). *Sphaerotilus* относятся к бактериям, широко распространенным в различных пресноводных экосистемах. Вторым по распространенности семейством в сообществах являлось семейство *Enterobacteriaceae* (в среднем 3,9 %). Культивируемые виды этого семейства *Serratia marcescens* и *Serratia nematodiphila*, имеющие эпидемиологическое значение, являются самыми распространенными видами в сообществе прибрежных осадков, составляя 1,9 и 1,7 % соответственно.

Таким образом, микробное сообщество прибрежных осадков озера Байкал характеризуется большим таксономическим разнообразием. Доминирующие филумы, обнаруженные в его составе, были характерны и для других экотопов Байкала. Большое количество филогенетически разнообразных групп в данном сообществе может характеризовать его как сложную сбалансированную систему с преобладанием бактерий с хемоорганотрофным типом метаболизма, осуществляющих аэробную деструкцию органического вещества.

Работа выполнена в рамках темы Госзадания № 121030100229-1.

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВЕННЫХ ИНФУЗОРИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БИОСТАНЦИИ ОЗ. ГЛУБОКОЕ (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*Taxonomic diversity of soil ciliates of the Lake Glubokoe biological
station (Moscow Region, Russia)*

М.А. Данилова, А.С. Зайцев

*Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН,
Москва, ritdanilov@hotmail.com*

Простейшие – многочисленная и разнообразная группа организмов, составляющих основу гетеротрофной пищевой цепи эукариот, они являются важным компонентом в морских, пресноводных и наземных экосистемах и играют ключевую роль в детритных пищевых сетях (Foissner 1999; Geisen and Bonkowski 2018). В почве представлены все основные группы простейших, из которых инфузории обладают высокой численностью: более 10000 особей на грамм сухой массы почвы, биомассой до 10 кг на га почвы и богатым видовым

разнообразием – в настоящее время мировая фауна инфузорий включает в себя более 4500 почвообитающих видов (Foissner 1999; Weisse 2008; Lara and Acosta-Mercado 2012). Наряду с другими простейшими, инфузории участвуют в круговороте веществ и таким образом выполняют ключевую роль в функционировании экосистем. Однако разнообразие и распространение почвенных инфузорий изучено неравномерно. Кроме этого, исследования, свидетельствующие о значении инфузорий в составе почвенных сообществ и фаунистической связи таксоценов инфузорий почв и водоемов, весьма немногочисленны.

Целью нашей работы стало изучение фауны свободноживущих почвенных инфузорий в береговой зоне на территории биостанции ИПЭЭ РАН оз. Глубокое (Московская область). Территория была выбрана в качестве модельной для изучения распространения и видового разнообразия почвенных инфузорий на стационарной трансекте в градиенте удаления от уреза воды (0, 5, 10, 30 и 50 метров). Материалом для исследования послужили почвенные образцы 2021–2022 годов. Всего было отобрано 45 проб (5 точек по 3 повторности в рамках трех пространственно разнесенных подтрансект). В ходе работы применялись стандартные методы почвенно-зоологических исследований для отбора проб почвы и методы протозоологической и микробиологической практики для экстракции и определения инфузорий.

В результате исследования было обнаружено более 28 видов, относящихся к 12 семействам. Выявлено динамичное снижение численности инфузорий при удалении от уреза воды: наибольшая численность зарегистрирована на расстоянии 0 и 5 метров. Вероятно, это связано с изменением влажности и плотности среды, а также доступностью пищевых ресурсов. Все обнаруженные виды были причислены к трофическим группам согласно информации, представленной в литературных источниках. При удалении от прибрежной зоны отмечено сокращение встречаемости видов, питающихся зелеными и диатомовыми водорослями, наряду с этим на расстоянии 30 и 50 метров преобладают бактериоядные виды.

РАЗНООБРАЗИЕ ИНFUЗОРИЙ В ПОЧВАХ, НАРУШЕННЫХ ХРОНИЧЕСКИМ АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Fauna of ciliates in soils disturbed by chronic anthropogenic impact

М.А. Данилова, А.С. Зайцев, Р.А. Сайфутдинов

*Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН,
Москва, ritdanilov@hotmail.com*

Одна из наиболее остро стоящих проблем современного общества – производство и хранение твердых коммунальных отходов (ТКО). На сегодняшний день наиболее распространенным способом обращения с отходами все ещё остается их открытое хранение на полигонах ТКО и свалках (Kaza et al. 2018). Очевидным недостатком данного подхода является загрязнение окружающей свалку наземных экосистем. Избыточное депонирование ТКО может оказывать значительное влияние на флору и фауну вмещающих свалки и полигоны наземных экосистем (Vaverkova et al. 2019). Однако изучению влияния складирования коммунальных отходов на почвенные экосистемы и особенно населяющих их простейших уделено непозволительно мало внимания.

Для проведения пилотного исследования цилиофауны полигонов ТКО было выбрано две свалки; в пределах каждой из них было заложено по три трансекты в градиенте удаления от ядра свалки и отобрано по три пробы в трех повторностях на каждой из трансект. В результате было идентифицировано 40 видов инфузорий. Установлено, что импактные участки (ядро свалки) отличаются высоким видовым разнообразием – более 50% общего числа обнаруженных видов. Вероятно, это связано с содержанием в субстрате большого количества органических веществ и стабильным термическим режимом, обеспечивающим образование богатой пищевой базы для инфузорий. Кроме этого, состав фауны инфузорий на импактных участках в пределах каждой из свалок статистически значимо ($p < 0,05$) сходен, как показал результат кластерного анализа. Это может свидетельствовать о высоких фаунистических различиях между оставшимися участками и более стабильным таксономическим составом инфузорий в ядре свалки.

Установлено, что некоторые многочисленные мелкие и средние виды инфузорий (*Colpoda inflata*, *Chilodonella uncinata*, *Cyclidium citrullus*, *Stylonychia putrina* и др.), встречающиеся исключительно в фоновых участках исследуемой трансекты, могут представлять собой

комплекс видов-биоиндикаторов градиента загрязнения почвы по мере удаления от ядра свалки. Изучение данного вопроса крайне актуально для оценки и прогноза устойчивости функционирования наземных экосистем России и мира, в свете значительных объемов накопления и расширения площадей под депонирование коммунальных отходов. Прикладные аспекты данного проекта будут интересны для оценки принципов функционирования детритных пищевых сетей в условиях свалок с твердыми коммунальными отходами и внесут свой вклад в разработку практических мер по разложению бытового мусора сообществами почвенных животных.

Исследование поддержано грантом РНФ 21-74-00126.

РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВ В ЗОНЕ ВЫХОДОВ МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОСТОЧНОГО САЯНА

Diversity of soil in the area of mineral springs of the Eastern Sayan

Э.В. Данилова, О.Г. Лопатовская, Д.Д. Бархутова

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ

Иркутский государственный университет, Иркутск,

erzhena_danilova@mail.ru

В зоне влияния минеральных источников Восточного Саяна формируются своеобразные почвы, детально ранее не исследованные. В результате работы были впервые получены сведения о почвах в зоне влияния минеральных источников Жойган в пределах предгорий Восточного Саяна.

Почвы, формирующиеся около грифона источника на расстоянии 0, 5, 20 м в большей степени подвержены влиянию минеральной воды источника, нежели почвы, удаленные от грифона на 50 и 200 м. В первом случае они, как правило, гидроморфны, маломощны, щебнисты и формируются на травертинах. Мощность травертинов иногда достигает 1,5–2 м. На расстоянии 50 и более метров большое влияние на процесс почвообразования оказывает лесная растительность с разнотравьем и кислым растительным опадом.

Выявленные особенности почв, расположенных на расстоянии 0–20 м, позволили отнести их к отделам структурно-метаморфические и слаборазвитые почвы, к типам петроземы, карбо-петроземы, а почвы на расстоянии от источника 50 м более – к буроземам. В процессе

формирования карбо-петроземов главную роль играют карбонатные почвообразующие породы – кальциты и мраморы. На кислых и железенных породах (расстояние 50 и 200 м) формируются буроземы.

Химический состав минеральных источников тесно связан с карбонатными почвообразующими породами. Это обусловлено тем, что нередко минеральные воды выходят на поверхность по тектоническим трещинам. Катионно-анионный состав почв соответствует химическому составу воды источников. По значениям pH почвы изменяются от слабокислых до щелочных. Верхние горизонты карбо-петроземов около источников (0–5 м) перегнойные, на расстоянии 20 м – менее гумусированные, чем у буроземов на расстоянии 50 м и более. Содержание солей изменяется от 0,03 до 0,22 %. Несмотря на повышенную минерализацию вод источников (до 1,4 г/л), почвы вокруг источников не засолены, что объясняется их хорошей дренированностью и большим количеством атмосферных осадков.

Анализ физико-химических показателей воды из источников показал изменения: температура от 14,0 до 39,5; pH от 6,36 до 6,95; Eh от –083 до 190; минерализация от 0,6 до 1,6 г/л. В составе легкорастворимых солей присутствуют хлориды, гидрокарбонаты, сульфаты магния, натрия и кальция; pH почв изменяется от 4,59 в бурых почвах до 8,24 в карбо-петроземах, сформированных на травертинах.

Выявлено, что особенности почв в зоне влияния источника зависят от удаленности их от источника, от особенностей ландшафта окружающего источник, растительности и биоклиматических условий, гидрохимических показателей минеральных источников, а также различной минерализацией и химизмом грунтовых вод.

Работа поддержана бюджетной темой № гос. регистрации 121030100229-1.

МЕЗОФАУНА ПОЧВ В ДЕЛЬТОВОЙ ЧАСТИ РЕКИ СЕЛЕНГА БАССЕЙНА ОЗЕРА БАЙКАЛ

Soil macrofauna in the delta part of the Selenga River in the Baikal Basin

Д.С. Дашиева¹, Г.Д. Чимитдоржиева²

¹Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, dashieva1978@mail.ru

²Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ

В дельтовой части Селенги распространено большое разнообразие почв, начиная от движущихся борových песков, дерново-лесных, а в низинах – луговые, лугово-болотные и болотные почвы. Целью работы было выявить степень заселенности этих почв мезофауной, которая служит индикатором их экологического благополучия. В настоящее время эти почвы интенсивно используются как пастбища и сенокосные угодья. В работе представлен материал по двум типам из них, как контрастным: дерново-лесным и лугово-болотным. Под мезостепной растительностью под смешанным лесом из сосны и березы формируются слабокислые дерново-лесные почвы с содержанием гумуса – 4,3 %, с плотностью 1,15 г/см³, с порозностью 59% с урожаем сена 14 ц/га.

В комплексе герпетобионтов на дерновых лесных почвах выделяются подстилочные виды, приуроченные к ферментативному слою: 11 видов из 4 родов и распределяется в 5 группах: типичные лесные *Carabus billbergi*, *Carabus arcensis*, *C. canaliculatus*, *C. hummeli*; лугово-степные – *Poecilus fortipes*; менее представлены: лугово-лесные *Carabus granulatus*; степные – *Carabus latreillei*, *Harpalus brevicornis*; единичны лугово-болотные *Carabus meander*. В дерновых лесных почвах преобладает лесная биотопическая группа жуужелиц, за счет возрастания обилия поверхностно обитающих форм, связанных с наличием подстилки; здесь обнаружено сравнительно больше видов животных, чем в лугово-болотных.

Лугово-болотные почвы щелочной реакции, с гумусом 4,2% формируются под мезофильной разнотравно-злаковой растительностью, с плотностью 1,17 г/см³, с порозностью 69%, с урожаем сена 27,5 ц/га. В них численность населения составляют жуужелицы, относящиеся к 9 видам и 4 родам семейства. По биотопическому спектру доминируют *C. meander*, *C. arcensis*, *P. fortipes* и *C. latreillei*. Менее обильно пред-

ставлены *C. granulatus* и *Harpalus*, встречается редкий лесной вид - *Carabus henningi*. Проанализировав фаунистический состав лугово-болотных почв следует отметить наличие многих трофических групп: типичных зоофагов (*Carabus*), сапрофагов (*Blaps*), фитофагов (*Poecilus*, *Amara*, *Harpalus*, *Curculionidae*, *Onthophagus*) и некрофагов (*Necrophorus*, *Silpha*, *Ocioptoma*), свидетельствующих о том, что этот биотоп функционирует в настоящее время в оптимальном режиме.

Для различных хозяйственных угодий в зависимости от их агрофизических свойств, травостоя и его качества характерен определенный состав герпетобионтов. Выявлена тесная обратная корреляционная связь между численностью герпетобионтов и порозностью почвы, где $r = -0,82$, а также между гумусом и численностью жуков, $r = -0,85$. Поздние сроки оттаивания сезонной мерзлоты и относительно слабое прогревание почвенного субстрата обуславливают небольшую численность и невысокое видовое разнообразие почвенной мезофауны.

ФАУНИСТИЧЕСКИЙ СПИСОК ПОЧВООБИТАЮЩИХ ЭНХИТРЕИД РОССИИ

Faunistic list of soil-living enchytraeids of Russia

М.И. Дегтярев

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, degtyarevmi@gmail.com*

Энхитреиды – семейство небольших кольчатых червей. Несмотря на то что энхитреиды играют важную роль в функционировании многих наземных экосистем, большая часть информации о почвообитающих энхитреидах России датируется в лучшем случае 80-ми гг. XX в. (Degtyarev et al. 2022). В условиях подобной нехватки данных первичной задачей является инвентаризация фауны семейства.

Список почвообитающих энхитреид России составлен на основе данных автора, как опубликованных, так и неопубликованных, полученных при экстракции энхитреид из почвенных проб, отобранных в более чем 150 локалитетах. После выгонки методом Грефе (Graefe 1984) все энхитреиды были определены до уровня вида в согласии с современной таксономией (Schmelz and Collado 2010, 2012, 2015). Также использованы литературные данные (Залесская 1982; Christensen and Dózsa-Farkas 1999 и т.п.).

Фаунистический список почвообитающих энхитреид России на настоящий момент насчитывает не менее 120 видов, входящих в 16 родов. Наиболее многочисленный род энхитреид России, *Fridericia*, насчитывает 32 вида. Род *Mesenchytraeus* насчитывает в России 19 видов, род *Henlea* – 13. Фауна почвообитающих энхитреид Русской равнины и Урала является типично европейской, тогда как фауна Дальнего Востока обладает большим своеобразием и включает в себя уникальные берингийские и, предположительно, восточноазиатские элементы. Приведённый список, безусловно, не является окончательным, и в дальнейшем будет дополняться как уже описанными, так и новыми для науки видами энхитреид.

Исследование проведено при поддержке РФФ (грант №21-14-00227).

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ГЕОГЕЛЬМИНТОЗОВ ЧЕЛОВЕКА В РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ

*The spread of human soil-transmitted helminth infections
in the Republic of Buryatia*

Ж.Н. Дугаров¹, К.В. Булутов², А.Н. Вахрушкина², А.А. Бужгеева²

¹*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,*

Улан-Удэ, zhar-dug@biol.bscnet.ru

²*Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия, Улан-Удэ,
fbuz.epid@mail.ru*

Почва рассматривается как один из факторов распространения гельминтозов человека. Гельминтов, для развития которых необходимо пребывание в почве как в субстрате, называют геогельминтами, отделяя их от биогельминтов, жизненные циклы которых проходят с обязательным участием промежуточных хозяев (Генис 1991).

Всемирной организацией здравоохранения к наиболее массовым гельминтозам, передающимся через почву, отнесены аскаридоз, трихоцефалез, анкилостомидоз и стронгилоидоз. В последние годы отмечена тенденция к возрастанию заболеваемости населения многих государств токсокарозом, также передающимся через почву.

На территории Республики Бурятия среди населения регистрируется аскаридоз и токсокароз, единично – стронгилоидоз. В структуре заболеваемости геогельминтами по Республике Бурятия по итогам 2021 г. доминирует аскаридоз: зарегистрировано 48 случаев этого

гельминтоза в 11 районах республики и в г. Улан-Удэ, показатель заболеваемости составил 5,0 на 100 тыс. населения. Среди заболевших, удельный вес детей до 17 лет составил 66,7 %, детей, посещающих дошкольные образовательные организации – 18,8 %, школы – 27,1 %, неорганизованных детей – 18,8 %. На долю городских жителей приходится 69,6 %, сельских жителей – 30,4 %. По результатам эпидемиологических исследований, 27,1 % больных связывают свое заражение с употреблением овощей, 25,0 % – ягод, 8,3 % – фруктов, 22,9 % – зелени. В 75,0 % случаев продукты выращены на дачных участках и в огородах, в 25,0 % случаев продукты приобретены на предприятиях торговли. 61,7 % заболевших аскаридозом проживают в неблагоустроенном жилье и имеют приусадебное хозяйство (Государственный доклад ... 2022). Наиболее неблагоприятная ситуация по заболеваемости населения аскаридозом в 2017–2021 гг. сложилась в Кабанском и Селенгинском районах, где показатель заболеваемости ежегодно превышает республиканский в среднем в 3,3–4,2 раза.

За анализируемый период (2017–2021 гг.) токсокароз регистрируется ежегодно в г. Улан-Удэ и 4 районах республики (Кабанский, Прибайкальский, Селенгинский, Баргузинский). Показатель заболеваемости по Республике Бурятия в 2017–2021 гг.: 0,1–0,8 на 100 тыс. населения. В 2017 г. зарегистрирован 1 случай стронгилоидоза у мужчины 62 лет, прибывшего в 2007 г. для проживания в Улан-Удэ из Москвы, где его деятельность была связана с командировками, в том числе в страны с теплым и влажным климатом, в которых высока заболеваемость населения этим гельминтозом.

Профилактика геогельминтозов включает в себя комплекс мероприятий по выявлению больных, их оздоровлению, обеспечению условий жизни, быта и производства, исключающих распространение этих гельминтозов, в том числе путем информационно-образовательной работы с населением.

**ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩАХ
(ACARI, ORIBATIDA) ОСТРОВА СИБУЯН (ФИЛИППИНЫ)**

*The first data on oribatid mites (Acari, Oribatida)
of Sibuyan Island (Philippines)*

С.Г. Ермилов¹, Л. Корпуз-Рарос², Дж. К.Б. Наредо², О. Эусебио²

¹*Тюменский государственный университет, Тюмень,
ermilovacari@yandex.ru*

²*Университет Филиппин Лос-Баньос, Лос-Баньос, Филиппины,
lcraros@up.edu.ph, jbnaredo1@up.edu.ph, oleusebio@up.edu.ph*

Панцирные клещи (Acari, Oribatida) на Филиппинах активно изучалась на протяжении нескольких последних десятилетий (Corpuz-Raros 1979, 1992, 2010). К настоящему времени известно 513 видов (Corpuz-Raros and Ermilov 2019). Однако до сих пор акарофауна некоторых территорий этой страны остается неизученной; одной из таких территорий является о. Сибуйан.

Материалом для настоящей работы послужили акарологические сборы, проведенные в ходе научных экспедиций в горный природный парк Маунт Гуитинг-Гуитинг в 2017 г., расположенном на о. Сибуйан.

В результате таксономического определения зарегистрировано 78 видов/подвидов из 50 родов и 27 семейств. Из них 2 вида (*Bathocheilus concavus*, *Rostrozetes poensis*) и 1 род (*Similobates*) впервые обнаружены в Ориентальной области; 14 видов/подвидов (*Malaconothrus aureopunctatus*, *M. geminus*, *M. pseudolamellatus*, *Arcoppia hammerae*, *Elaphoppia longisensillata*, *Multioppia pseudoglabra*, *Striatoppia modesta*, *Suctobelbella (Flagrosuctobelba) semiplumosa tahitiensis*, *S. (Ussuribata) acutodentata*, *Licneremaeus linieatus*, *Cavaecarabodes hauseri*, *Zygoribatula undulata*, *Rostrozetes shibai*, *Neoribates parabu-lanovae*) и 2 рода (*Elaphoppia*, *Karenella*) впервые обнаружены на Филиппинах. Наибольшим числом видов были представлены семейства Scheloribatidae (12), Haplozetidae (11), Oppiidae (9) и Galumnidae (7).

С учетом литературных (Corpuz-Raros and Ermilov 2019) и полученных нами данных, фауна панцирных клещей Филиппин насчитывает сейчас 529 видов/подвидов. Примерно половина из них известна только из этой страны.

Исследование частично поддержано Министерством науки и высшего образования РФ (проект ГЗ НИР № FEWZ-2021-0004).

**ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ (OLIGOSCHAETA, LUMBRICIDAE)
ЛЕСОСТЕПНОГО ПРИОБЬЯ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ:
БИОТОПИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, КОМПЛЕКСЫ
ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ, ПОЛИМОРФИЗМ**

*Earthworms (Oligochaeta, Lumbricidae) in the forest-steppe Ob region
of Novosibirsk area: biotopic distribution, living forms, and polymorphism*

С.А. Ермолов¹, С.В. Шеховцов²

¹Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва,
ermserg96@gmail.com

²Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск,
shekhovtsov@bionet.nsc.ru

Среди разнообразия педобионтов дождевые черви особо выделяются как важная группа экосистемных инженеров. Разные виды и жизненные формы дождевых червей используются как индикаторы в зоологической диагностике почв (Гиляров 1965; Перель 1975), а совокупность жизненных форм в определенном биотопе получила название «комплекс жизненных форм» (Гераськина 2016). Благодаря методам цитогенетики и молекулярной биологии у ряда видов обнаружены полиморфизм, партеногенетические и полиплоидные расы (Шеховцов и др. 2017). До недавнего времени в Западной Сибири, в частности в лесостепном Приобье Новосибирской области, полноценные исследования дождевых червей почти не проводились. Цель данной работы – провести сравнительный анализ населения дождевых червей данного региона в местообитаниях с различными эколого-географическими характеристиками, и выявить взаимосвязь его состава с факторами среды. Учеты дождевых червей в почве и валежнике проводились в 2018–2020 гг. в речных поймах, сосновых и мелколиственных лесах, и в антропогенных местообитаниях. Также были проведены измерения некоторых физико-химических свойств почвы: мощности подстилки, гумусового горизонта, кислотности и влажности. Для полиморфных видов дождевых червей были проведены морфометрический анализ и анализ изменчивости гена *cox1*. В ходе исследования были отмечены как виды-космополиты: *A. caliginosa*, *A. rosea*, *D. octaedra*, *D. rubidus*, *E. fetida*, *E. tetraedra*, *L. rubellus*, *L. terrestris*, *O. lacteum*, так и виды (подвиды), наиболее характерные для юга Западной Сибири: *E. balatonica*, *E. n. nordenskioldi*, *E. n. pallida*. В сообществах дождевых червей лесов и антропогенных местообитаний преобладают

собственно-почвенные среднеярусные черви. Наибольшие показатели плотности населения дождевых червей в почве отмечены в речных поймах, наименьшие — в сосновых лесах. Сообщества дождевых червей лесного валежника характеризуются преобладанием подстилочных и почвенно-подстилочных форм (Ермолов 2020). Среди особей *E. n. nordenskioldi* и *O. lacteum* были выделены крупная и мелкая размерные формы. Мелкие формы *E. n. nordenskioldi* являются типичными почвенно-подстилочными червями, населяющими почву и валежник; крупные, возможно, являются норными. Крупные и мелкие формы *O. lacteum* — это собственно-почвенные верхнеярусные черви, которые относятся к разным генетическим линиям по гену *cox1* (Шеховцов и др. 2020). Также в ходе исследования были отмечены значимые корреляции показателей плотности населения некоторых видов и жизненных форм дождевых червей с исследованными характеристиками почвы. У полиморфного *O. lacteum* различия в размерно-весовых параметрах в пределах одной генетической линии обусловлены влажностью и мощностью гумусового горизонта почвы. Главное отличие природных комплексов жизненных форм дождевых червей в лесостепном Приобье Новосибирской области от таковых Европейской части России и Дальнего Востока — это отсутствие норных червей (если не считать таковыми крупную форму *E. n. nordenskioldi*). Лишь в антропогенных местообитаниях редко встречается типичный представитель норных форм *L. terrestris*.

ПОЧВЕННАЯ МЕЗОФАУНА НЕКОТОРЫХ БИОТОПОВ В РАЙОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ПЕРМСКОМ КРАЕ

*Soil macrofauna of some biotopes in the area affected by a salt mining
enterprise in the Permsky Krai*

В.Е. Ефимик, Г.Ш. Фарзалиева, С.Л. Есюнин

*Пермский государственный национальный исследовательский
университет, Пермь, efimik.viktor@mail.ru*

Проведена первичная оценка таксономического разнообразия, а также изучены некоторые аспекты населения беспозвоночных 10 стационарных площадок в Соликамском районе и в окрестностях г. Березники Пермского края, в районе воздействия соледобывающего предприятия ПАО «Уралкалий». Были изучены следующие биотопы:

верховое болото, осушенное верховое болото, пойменный разнотравно-злаковый луг, низинный заболоченный луг, разнотравно-злаковый луг, разнотравно-вейниковый луг возле солеотвала, злаково-разнотравный лугу на залежи, смешанный березово-еловый травянистый лес, осиново-березовый лес возле солеотвала и сосново-березовый лес. В каждом биотопе было взято по 10 проб 25х25 см. Отдельно изучался подстилочный и почвенный (0–10 см) слои. Беспозвоночные животные определялись до отряда или семейства. До вида идентифицированы модельные группы беспозвоночных животных – пауки, сенокосцы и многоножки, а также некоторые жуки.

Наивысшим таксономическим разнообразием и сбалансированностью структуры населения отличается осиново-березовый лес возле солеотвала, а самым бедным – разнотравно-вейниковый луг возле солеотвала. Здесь, за исключением нескольких экземпляров насекомых, присутствовали в большом количестве черви и мокрицы (которые более нигде не были зафиксированы).

Наибольшая плотность беспозвоночных животных отмечена в осиново-березовом лесу (384,6 экз./кв.м); высокие показатели отмечены на лугу разнотравно-злаковом (299,2 экз./кв.м), пойменном разнотравно-злаковом лугу (296 экз./кв.м) и в березово-еловом лесу (278,4 экз./кв.м). Для данных биотопов характерно относительно высокое видовое разнообразие растений, а также отсутствие серьезной антропогенной нагрузки. Самыми низкими показателями плотности выделяются осушаемое в результате мелиоративных работ верховое болото (54,4 экз./кв.м) и низинный заболоченный луг (62,4 экз./кв.м), находящийся в непосредственной близости со шламохранилищем.

Наивысшие показатели биомассы беспозвоночных демонстрируют пойменный разнотравно-злаковый луг (15,2 г/кв.м), разнотравно-вейниковый луг возле солеотвала (12,8 г/кв.м) и смешанный березово-еловый лес (9,2 г/кв.м), главным образом, благодаря значительной массе дождевых червей, по сравнению с другими группами мезофауны. Самые низкие показатели данного параметра отмечены на осушенном верховом (171,7 мг/кв.м) и верховом болотах (281,8 мг/кв.м).

Сравнительный анализ почвенно-подстилочной мезофауны исследованных стационарных площадок, не выявил влияния промышленного засоления (влияния соледобывающего предприятия) на таксономическое разнообразие и население беспозвоночных. Отмеченные

различия между фауной и населением обследованных биотопов связаны с их структурными различиями и уровнем общего (не засоления) антропогенного воздействия.

РАКОВИННЫЕ АМЁБЫ В БОЛОТНЫХ ПОЧВАХ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Testate amoebae in mires in the south-east of Western Siberia

**К.С. Жмылева¹, В.А. Чернышов¹, С.Ю. Юшковец¹,
О.В. Чернышова¹, А.Н. Цыганов^{2,3}, Ю.А. Мазей^{2,3}**

¹*Пензенский государственный университет, Пенза,
aldan-viktor@mail.ru*

²*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Москва*

³*Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН,
Москва*

Исследования биологического разнообразия в таёжной зоне Западной Сибири, особенно актуальны в настоящее время, поскольку позволяют отследить влияние глобальных климатических изменений на структуру и функционирование природных экосистем. Микробный компонент при этом остается наименее изученным (Varol et al. 2015; Souto et al. 2021). Раковинные амёбы – одна из широко распространенных групп одноклеточных эукариот – могут выступать в качестве удобного модельного объекта для исследования факторов, определяющих структуру и динамику почвенной биоты в условиях Западной Сибири (Курына и др. 2010; Мазей и Чернышов 2011; Курына 2011). Цель настоящей работы – изучение видового состава и структуры сообществ раковинных амёб в почвенных биотопах юго-востока Западной Сибири.

Материал для исследований собран в июне 2018 г на юге Томской области в трёх типах болотных экосистем: мезо-олиготрофное болото с вариабельным микрорельефом (56°54'44,9" с.ш.; 82°38'84,9" в.д.), мезо-олиготрофное болото рямового типа (56°40'43,6" с.ш.; 84°31'48,8" в.д.), олиготрофное болото рямового типа (56°86'51,5" с.ш.; 82°85'07,6" в.д.). В пределах каждого биотопа отбиралось от 3 до 22 образцов с учётом типа растительности и микрорельефа. На всех участках отобрано по одной пробе объёмом 10 см³. В исследованных био-

топах показатель уровня залегания болотных вод изменялся в пределах от 2 до 53 см. Полевая влажность образцов почвы изменялась в пределах от 86 до 96 %, со средним значением 92 %. Приготовление образцов для ризоподного анализа проводили согласно модифицированной методике, основанной на фильтровании и концентрировании водных суспензий.

Всего было проанализировано 44 образца и обнаружено 55 видов раковинных корненожек, относящихся к 22 родам и 13 семействам. Наиболее обильные виды – *Trinema lineare* (относительное обилие 21,59 %), *Trinema enchelys* (13,56 %), *Corythion dubium* (8,18 %), *Assulina muscorum* (5,15%). Эти виды также являются наиболее встречаемыми и обнаружены более чем в 80 % образцов. Такие виды, как *Cryptodiffugia minuta* (0,03 %), *Meisterfeldia vanhoornei* (0,03%), *Arcella vulgaris* (0,02 %), *Assulina collaris* (0,02 %), *Centropyxis aculeata* (0,02 %), *Euglypha strigosa muscorum* (0,02 %), *Tracheleuglypha dentata* (0,02 %), *Trigonopyxis arcula major* (0,02 %) и *Trinema chardezi* (0,02 %) были обнаружены лишь в одной пробе. Среднее число видов в пробе – 18. Средняя численность раковинных амёб в пробе составляла 4040,2 экз./г и изменялась в пределах от 121 до 14279 экз./г.

Видовая структура сообществ в разных типах болот отличалась существенно. Основную роль в дифференциации сообществ в исследованных экосистемах играют особенности гидрологического режима. В исследованных сообществах доминантными видами являются типичные сфагнобионтные и эврибионтные виды раковинных амёб, для которых характерно широкое географическое распространение.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 19-14-00102.

**ИЗМЕНЕНИЕ СООБЩЕСТВ ПОЧВООБИТАЮЩИХ
И ВОДНЫХ РАКОВИННЫХ АМЕБ ОКРЕСТНОСТЕЙ
КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА БИОСТАНЦИИ ТЮМГУ
(ТЮМЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

*Changes in communities of soil-dwelling and aquatic testate amoeba
in the vicinity of the carbon polygon of the biological station
"Lake Kuchak" (Tyumen Region)*

**О.Н. Загумённая^{1,2}, Д.А. Филиппов^{1,2}, Д.Г. Загумённый^{1,2},
А.А. Комаров³, А.Н. Цыганов^{4,5}, Д.В. Тихоненков^{1,2}**

¹Тюменский государственный университет,

Лаборатория AquaBioSafe, Тюмень, zagumelga@gmail.com

²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок

³Пензенский государственный университет, Пенза

⁴Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Москва

⁵Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Москва

Раковинные амёбы (Testacea) являются полифилетической группой простейших из супергрупп эукариот TSAR и Amoebozoa. Амёбоидные клетки тестаций чувствительны к степени увлажнения и кислотности и заключены в устойчивую к разложению раковинку. Раковинные амёбы выполняют важные функции в поддержании биогеохимических циклов, регулируя круговорот углерода, азота, кремния, а также являются хорошими индикаторами гидрологического режима территорий и удобными объектами для палеореконструкций.

Отбор проб произведен в июле 2021 года в Нижнетавдинском районе Тюменской области в окрестностях карбонового полигона «Биологическая станция ТюмГУ на озере Кучак» вдоль трансекты между двумя первичными внутриболотными водоемами (оз. Кошкаринке и оз. Чертанкуль) на 13 станциях, соответствующих разным типам биотопов: почвенные (включая лесные, затронутые пожаром), сфагновые и водные.

Обнаружено 40 родов и 112 видов и форм тестаций, включая инфратаксоны. Выявлена зависимость состава сообществ раковинных амёб от характера субстрата, растительности, и степени обводненности. Наиболее часто встречаемыми видами на всех станциях были *Trinema lineare* (93% станций) и *Euglypha laevis* (86 % станций). Два-

дцать из сорока найденных родов и наибольшее число видов из исследованных биотопов межозерной трансекты выявлены в перифитоне. Максимальное обилие и биомасса тестаций в 1 г а.с.в. зафиксированы в донных осадках прибрежной части внутриболотного озера. Для каждого типа биотопа выявлены общие виды-доминанты по обилию и биомассе. Во всех почвенных лесных биотопах общим доминантом по биомассе был *Centropyxis aerophila*, во всех водных биотопах – *Centropyxis discoides*, в сфагновых биотопах – *Hyalosphenia papilio*. В почвах на затронутой пожаром территории обнаружено наибольшее число видов тестаций рода *Trinema* (4 вида). Количество видов и обилие тестаций в 1 г а.с.в. в данном местообитании характеризовались средними значениями среди всех биотопов трансекты, что может указывать на малую интенсивность и кратковременность пожара. Также, для данного биотопа были характерны наибольшие значения среднего обилия эврибионтных видов *Euglypha laevis* среди всех исследованных биотопов, *Trinema enchelys* среди всех наземных биотопов и наибольшее среднее обилие *Heleopera sylvatica* среди всех лесных местообитаний, что может указывать на интенсивные восстановительные процессы в сообществе раковинных амёб после кратковременного пожара.

Авторы благодарят д.б.н. Ю.А. Мазея и А.С. Бородину за помощь в планировании и проведении исследований. Работа выполнена при поддержке Правительства Тюменской области в рамках проекта Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра № 89-ДОН (2) и гранта РНФ № 19-14-00102П (валидация таксономической идентификации и интегральных характеристик сообществ).

НОВЫЕ ВИДЫ ПОЧВЕННЫХ ЦЕНТРОХЕЛИДНЫХ СОЛНЕЧНИКОВ

New species of soil centrohelid heliozoans

Д.Г. Загумённый^{1,2}, Л.В. Радайкина², Д.В. Тихоненков^{1,2}

¹Лаборатория AquaBioSafe, ТюмГУ, Тюмень

²Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
пос. Борок, zdmitryg@gmail.com

Центрохелидные солнечники или центрохелиды – монофилетическая группа свободноживущих гетеротрофных радиально-симметричных протистов. Для большинства представителей центрохелид харак-

терна способность к биоминерализации, благодаря чему клетки синтезируют защитные кремниевые чешуйки, которые морфологически разнообразны и видоспецифичны.

Центрохелидные солнечники всесветно распространены и приспособлены к обитанию в различных условиях, от ультрапресных верховых болот до гипергалинных озер. Несмотря на распространенность эта группа является малоизученной. На данный момент описано менее 150 видов, что по некоторым оценкам является лишь 10% от реального разнообразия центрохелид (Cavalier-Smith and von der Heyden 2007). До недавнего времени считалось, что почвенные биотопы не являются подходящей средой для обитания центрохелид из-за частых изменений уровня влажности (Микрюков 2002). Есть лишь единичные морфологические работы, где упоминаются центрохелиды из почв (Cavalier-Smith and von der Heyden 2007; Шатилович и др. 2010). Напротив, современные метабаркодинговые исследования показывают, что солнечники почв многочисленны и даже более разнообразны чем в морских и пресных водах (Geisen et al. 2015; Singer et al. 2021).

Образцы почв были отобраны в высохшем ручье у подножия г. Сюрю-Кая, Крымского полуострова; на островах р. Днепр; на о. Чамп Архипелага Земля Франца Иосифа; а также в криотурбированном криоземе на мысе Малый Чукочий Колымской низменности. В образцах почв выявлены *Acanthocystis turfacea*, *Raineriophrys fortisca*, *Pterocystis pinnata*, а также два новых для науки вида *Triangulopteris lacunata* и *Khitsovia mutabilis* (Zagumyonnyi et al., 2021, 2022 (in press)). *T. lacunata* имеет размер 4,3–16,3 мкм. Поверхность клетки покрыта слоем овальных пластинчатых чешуек длиной 1,22–2,05 мкм, а также внешним слоем, состоящим из радиально ориентированных треугольных чешуек длиной 1,06–4,54 мкм. Морфология радиальных чешуек уникальна: основание представлено базальной пластинкой в форме лошадиного копыта, внутренняя поверхность базальной пластинки и латеральные крылья имеют многочисленные радиальные ребра, а по обе стороны от стержня расположены «карманы». На филогенетическом дереве, основанном на последовательностях гена 18S рРНК *T. lacunata* формирует отдельную линию внутри клады Pterista. Клетки *Khitsovia mutabilis* размером 3,8–17,9 имеют два слоя кремнеземных чешуек: овальные пластинчатые чешуйки 1,07–4,22 мкм и

радиальные чешуйки 1,75–9,36 мкм с ковшевидной проксимальной частью. Дистальная часть стержня чешуек несет 4 небольших зубца, а внутренняя часть базального крыла не имеет радиальных ребер. На филогенетическом древе *Kh. mutabilis* располагается в кладе «Heterogryidae». Для обоих видов отмечено образование цист, а также смена кремнеземных чешуек на органические игловидные спиккулы.

Авторы выражают благодарность А.П. Мыльникову, Ю.В. Дубровскому, А.П. Шатилову, А.В. Лупачеву и А.В. Будаевой за помощь в отборе проб. Работа выполнена при поддержке Правительства Тюменской области в рамках проекта Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра № 89-ДОН (2).

ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ОПРЕДЕЛЯЕТ ДОЛЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ПЛАСТИЧНЫХ ВИДОВ ОРИБАТИД С ШИРОКИМ АРЕАЛОМ В ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ

Land use intensity defines the role of ecologically flexible oribatid mite species in grassland soils

А.С. Зайцев

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН,
Москва, andrey.zaytsev@sev-in.ru*

Панцирные клещи (Acari: Oribatida) в почвах вовлеченных в сельскохозяйственный оборот травянистых сообществ в Европе подвергаются воздействию разной интенсивности. На примере 150 лугов, равномерно распределенных между тремя модельными регионами Германии (Биосферный резерват Шорфхайде-Хорин, земля Бранденбург; окрестности Национального парка Хайних, Тюрингия; регион Швабский Альб, Бавария), удалось показать связь между степенью сельскохозяйственного использования лугов, определяемого интенсивностью выпаса скота и объемом вносимых удобрений, и фаунистическим и функциональным составом таксоценов орибатид. Доля стено-топных видов достоверно выше на мало эксплуатируемых лугах, относящихся преимущественно к сенокосам. Доля видов орибатид с относительно узким ареалом (европейские виды) максимальна. В наиболее интенсивно используемых косимых пастбищах и пастбищах растет доля эвритопных видов ($p < 0.05$ по результатам применения обобщенных линейных моделей). Однако, в них не выявлено повы-

шения средней доли видов с широким ареалом (палеарктические, голарктические и космополиты). Суммарное количество палеарктических, голарктических и космополитных видов на всех интенсивно используемых пастбищах выше, чем на косимых лугах. Таким образом, интенсивность сельскохозяйственного использования является важным экологическим фильтром в формировании фаунистической и экологической структуры акарокомплексов в луговых почвах.

Анализ данных для настоящего исследования поддержан проектом РНФ № 21-14-00227.

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ МЕРЗЛОТНЫХ ПОЧВ ЮГА ВИТИМСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ (БУРЯТИЯ, РОССИЯ)

*Taxonomic diversity of microbial communities in permafrost soils
in the south of the Vitim Plateau (Buryatia, Russia)*

С.В. Зайцева, Л.П. Козырева, В.Б. Дамбаев, Н.Б. Бадмаев

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
svet_zait@mail.ru*

Разнообразие микробных сообществ мерзлотных почв Бурятии впервые было исследовано молекулярно-генетическими методами с помощью высокопроизводительного секвенирования. Объектом исследования служили почвы на полигон-трансекте Дархитуй-Хаймисан. Почвы катены Дархитуй и высохшего термокарстового озера Хаймисан подробно охарактеризованы ранее (Gynipova et al. 2021). Оценка разнообразия с использованием индексов Шеннона и Симпсона показала, что в почвах под листовенничным и березовым лесом в мерзлой почве снижается как видовое богатство (количество ОТЕ), так и индексы разнообразия Шеннона и Симпсона. В керне луговой степи видовое богатство выше в подповерхностном горизонте, а индексы разнообразия увеличивались с глубиной. В керне высохшего озера Хаймисан с глубиной наблюдается резкое снижение как видового разнообразия, так и значения индексов разнообразия.

Были выявлены значительные структурные изменения в микробных сообществах мерзлотных почвенных горизонтов. Представители архей составляли от 0,06 до 30,34 % общего разнообразия прокариот, при наибольших значениях на участках березовый лес и луговая

степь. Количество *Crenarchaeota* резко возросло (до 23 %) в мерзлотном слое почвы березового леса. В мерзлотных горизонтах термокарстового озера Хаймисан обнаружены представители экстремальных архей филума *Halobacterota*, на которые приходилось 1–3 % микробного разнообразия. Среди бактерий отмечалось значительное увеличение представителей *Actinobacteria* (до 57 %) в мерзлотных горизонтах лиственничного леса и оз. Хаймисан. Наибольшее разнообразие обнаружено у актинобактерий семейств *Micrococcaceae* и *Microbacteriaceae*. Кроме того, большое разнообразие отмечено для альфа-протеобактерий порядков *Rhizobiales* и *Sphingomonadales*.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИОЭБ СО РАН по теме № 121030100229-1 «Микробные сообщества экстремальных природных экосистем Байкальского региона: структурно-функциональная организация и биотехнологический потенциал» и при поддержке гранта РФФИ (РНФ) № 19-29-05250 «Температурное поле почв криолитозоны Забайкалья: закономерности развития и прогноз изменений».

СУКЦЕССИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ НА ВЕРХОВОМ БОЛОТЕ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ С РАЗЛИЧНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Succession of the Oribatei community of a blanket bog during decomposition of plant remains with different properties

Л.В. Залиш¹, С.А. Худяев¹, И.И. Любечанский²

¹*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск,
lzalish@yandex.ru*

²*Институт систематики и экологии животных СО РАН,
Новосибирск*

Целью работы было сравнение сообществ панцирных клещей на олиготрофном болоте в зависимости от свойств колонизируемого опада. Тканевые мешочки с опадом помещали на поверхность почвы и выдерживали с осени 2017 г. по весну 2019 г. За это время было проведено 3 выемки образцов: весной и осенью 2018 г. и весной 2019 г. При каждом учете в образцах оценивались разнообразие и обилие панцирных клещей и потеря массы растительных остатков. Также отбирали контрольные образцы с поверхности почвы. Использовано 3

типа опада: березовые листья; березовые листья, вымоченные в растворе сульфида железа (выбран нами в лабораторном эксперименте на разложение опада как самый активный агент); опад солероса солончакового с высоким содержанием натрия и механическими свойствами, резко различными с листьями березы. Мешочки использовались двух типов: из сетки с ячейей 1 мм (с доступом преимущественно микроартропод) и из сетки 8 мм (дающей свободный доступ к опадку любым беспозвоночным). Объем эксперимента – 180 образцов. Опыт проводили в подзоне южной тайги Томской области на торфянике в верховом болоте, практически полностью лишенном минерализации.

Факторы «Отбор образцов» (1-й, 2-й, 3-й учет) и «Тип опада» оказали достоверное влияние на потери веса опада. В вариантах с разными типами сетки вес опада достоверно не различался. Сила влияния факторов на потери веса опада была неодинакова: наиболее значимы были факторы «Отбор» (44,7%) и «Тип опада» (35,0%), влияние остальных факторов и их комбинаций было незначительным. Наибольшее уменьшение веса характерно для образцов первого учета. Тип опада влиял на скорость потери веса: наиболее значительные потери наблюдались для образцов солероса.

Собрано 42 вида и 7883 экз. орибатид, в т.ч. 2793 ювенильных особей.

Получены следующие результаты: 1. Осенняя численность орибатид была достоверно выше весенней. 2. Различия в численности орибатид, населяющих разные типы опада и мешки разных типов, были недостоверны. 3. Доминирующий вид *Trimalaconothrus foveolatus* обнаружен только осенью. 4. Субдоминант *Liochthonius* sp.1 появился осенью и увеличил свою численность весной. 5. Численность другого субдоминанта, *Oppiella nova*, мало менялась по сезонам. 6. Остальные субдоминанты обнаружены лишь в том или ином учете (т.е., на определенной стадии сукцессии).

Несмотря на существенную разницу в физико-химических свойствах и доступности образцов для фауны, сообщества колонизировавших их панцирных клещей в конкретных учетах оказывались сходными во всех типах опада. Таким образом, для орибатид в ходе колонизации опада на олиготрофном болоте более важна стадия разложения опада и сезон, чем состав опада.

Работа поддержана грантом РФФИ № 17-04-01369.

ЭКОЛОГИЯ МНОГОНОЖКИ-КОСТЯНКИ
LITHOBIUS CURTIPIES НА ПОЛУОСТРОВЕ РЫБАЧИЙ
В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

*Ecological features of the centipede species Lithobius curtipede
on the Rybachy Peninsula in the Barents Sea*

И.В. Зенкова

*Институт проблем промышленной экологии Севера ФИЦ «Кольский
научный центр РАН», Анапиты, i.zenkova@ksc.ru*

Впервые сообщается о находках европейско-центральноазиатского вида *Lithobius (Monotarsobius) curtipede* (Myriapoda, Chilopoda, Lithobiidae) на северной оконечности Мурманской области – п-ове Рыбачий, который по геоботаническому районированию относится к Кольской подпровинции субарктических тундр (Александрова 1977). Вдоль западного побережья, от губы Большая Волоковая до Вайда-губы, включая равнинную тундру в 100–150 м от уреза моря, приморские высокотравные луга, каменистые холмы до высоты 145 м над уровнем моря и территорию заброшенной воинской части, отловлено 28 костянок – 17 самцов и 11 самок. Повсеместное распространение *L. curtipede* в экосистемах Рыбачьего изменяет прежние представления о широтно-зональном распространении вида в Мурманской области – снижении численности и встречаемости в направлении от северотаежной подзоны к лесотундре и зональной Кольской тундре – и согласуется с частыми находками костянки на широте 69°–71° в приграничной норвежской провинции Финнмарк (Palmberg 1866; Bergersen et al. 2006; GIBF.org). Предпочтение кальцефильной костянкой крайне северных территорий Фенноскандинавского щита – п-ова Рыбачий и фьордов норвежского Финнмарка можно объяснить их геологической общностью – щелочным составом почвообразующих (метаморфизованных осадочных карбонатных) пород и пониженной кислотностью сформированных на них примитивных почв. Местообитания костянки, выявленные на п-ове Рыбачий (69°56' с.ш., 32° в.д.), наряду с норвежским Финнмарком (Sør-Varanger, Vadsø, Tana, Båtsfjord, Berlevåg, 69,09°–70,85° с.ш., 29° в.д.), о-вом Вайгач (70°13', 59° в.д.) и п-ом Таймыр (70° с.ш., 83° в.д.), относятся к числу самых северных известных пределов распространения многоножек.

Все особи были собраны в россыпях камней, скоплениях мелкозема между крупными валунами и обрастающем их тонком, пронизан-

ном корнями, мохово-кустарничковом покрове вручную или при просеивании растительного опада и мелкозема через почвенные сита. Ни одного экземпляра не выявлено в 78 почвенных пробах, отобранных в 13 микробиотопах. В лесной зоне Мурманской области (66°–68° с. ш.) костянка является подстилочным видом, хорошо учитывается пробами из органогенного горизонта до глубины 0–5(7) см и лишь изредка попадает в ловушки с формалином, рассчитанные на поверхностно-обитающих беспозвоночных. Переход к поверхностному образу жизни можно считать экологической особенностью популяции *L. curtipes* на Рыбачьем.

К морфологической особенности костянок на полуострове относится усиленная (темно-коричневая) пигментация особей по сравнению с их типовой окраской. Этот факт не является исключительным для полизонального вида *L. curtipes*, для особей которого из разных географических популяций описана изменчивость морфологических признаков и физиологических процессов (Залесская 1978; Бызова и Залесская 1980; Залесская и Титова 1980; Фарзалиева и Есюнин 2008; Tobias 1975), однако в Мурманской области он выявлен впервые за 25-летний период исследований.

СТАФИЛИНИДЫ (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE) ГОЛЬЦОВЫХ ПУСТЫНЬ ХИБИН

*Rove beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of the Khibiny Mountains
cold deserts*

И.В. Зенкова¹, А.А. Колесникова²

¹ *Институт проблем промышленной экологии Севера
ФИЦ «Кольский научный центр РАН», Апатиты, i.zenkova@ksc.ru*

² *Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар*

Холодные гольцовые пустыни на предельных отметках Хибинских гор 1000–1100 м над уровнем моря по структуре флоры и составу растительности считаются аналогом подзоны арктических тундр европейского сектора Арктики (Данилова 2022). В растительных ассоциациях, фрагментарно покрывающих каменистые россыпи, преобладают мхи (*Andreaea rupestris*, *Racomitrium microcarpi*) и лишайники (*Flavocetrarietum nivalis*) в сочетании с осокой (*Caricetum bigelowii*) и ожикой (*Luzuletum arcuatae*). Прimitивные почвы – петроземы под

растительностью имеют слабо развитый гумусовый горизонт 0–2(5) см (Маслов и др. 2021). Их тепловой режим отличается преобладанием отрицательных температур (более 200 дней в году) при годовой сумме положительных температур 750–800°C (Штабровская и Зенкова 2021). Доминанты почвенной фауны хибинских гольцов – микроартроподы: клещи и коллемболы. Среди других таксонов преобладают сапротрофные личинки двукрылых, нематоды, энхитреиды, хищные пауки и многоножки-костянки. Единичны сосущие фитофаги – тли, трипсы, щитовки. Жесткокрылые малочисленны, но принадлежат к разным трофическим группам: фитофагам (листоеды, долгоносики), бριοфагам (пилюльщики) и хищникам (мягкотелки, жужелицы и стафилиниды). Разнообразие коротконадкрылых жуков представляет особый интерес на фоне его детального изучения в Хибинах на протяжении последних лет. На каменистых плато гор Вудъяврчорр, Айкуайвенчорр и Ловчорр, 1025–1065 м н.у.м., 67°36' с.ш., 33°45'–50' в.д., в гольцовом поясе Хибин выявлены 6 видов стафилинид из 4 родов и 4 подсемейств, что составляет 5 % от известного разнообразия семейства в этом заполярном горном массиве: *Mycetoporus lepidus*, *Mycetoporus longulus* (Tachyporinae), *Atheta brunneipennis*, *Atheta fungi* (Aleocharinae), *Stenus calcaratus* (Steninae) и *Euaesthetus* sp. (Euaesthetinae). Выявленные виды относятся к мелким подстилочным мезофильным формам (размерные группы мелких и самых мелких стафилинид, стратобионты подстилочные и подстилочно-почвенные) и являются хищниками или сочетают зоофагию с сапрофагией. Исключение – среднеразмерный стратобионт поверхностно-подстилочный *S. calcaratus*. Отмеченные виды, кроме представителей рода *Euaesthetus*, встречаются в других высотных поясах Хибин, при этом: *M. lepidus* и *A. brunneipennis* распространены повсеместно, *M. longulus*, *A. fungi* и *S. calcaratus*, напротив, локально. Находки в холодных гольцовых пустынях Хибинских гор представителей Tachyporinae и Aleocharinae, известных холодоустойчивостью жуков, низким уровнем локомоторной активности и длительным периодом покоя (Тихомирова 1973), соответствуют представлениям о повышении значимости этих подсемейств в составе фаун при продвижении на север, а в горах – при переходе к высокогорьям. Виды рода *Stenus* считаются характерным компонентом тундровых фаун и приурочены к околородным и переувлажненными стациям (Чернов и др. 2014). Учитывая адаптивные

возможности стафилинид и синтаксономическое сходство хибинских гольцов с арктическими пустынями Шпицбергена и Новой Земли, для фауны которых известно не менее десяти видов семейства, следует ожидать расширения видового списка этих жесткокрылых при дальнейших исследованиях гольцовых пустынь Хибинского массива.

Исследования поддержаны грантом РНФ № 22-14-20002.

**ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИМ
И БИОГЕОГРАФИЧЕСКИМ РЕКОНСТРУКЦИЯМ ГРУППЫ
BREVICORNIS ПОДРОДА *CRYOBIUS*
(COLEOPTERA, CARABIDAE, PTEROSTICHUS)**

*Integrative approach for phylogenetic and biogeographic
reconstructions of the species group brevicornis of subgenus Cryobius
(Coleoptera, Carabidae, Pterostichus)*

**Н.А. Зубрий^{1,2}, Б.Ю. Филиппов², О.А. Хрулева^{3,4},
А.В. Кондаков^{1,2}, Л.Б. Рыбалов³, И.Н. Болотов²**

¹*Северный (Арктический) федеральный университет,
Архангельск, 9052930111@mail.ru*

²*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения
Арктики имени академика Н.П. Лаверова УрО РАН, Архангельск*

³*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва*

⁴*Государственный природный заповедник «Остров Врангеля»,
Певек*

В Арктике и Субарктике виды подрода *Cryobius* (под *Pterostichus*) относятся к числу широко распространённых и массовых компонентов почвенной макрофауны (Чернов и др. 2001). Ископаемые останки *Cryobius* используются для палеоэкологических реконструкций Арктических территорий в Плейстоцене и Голоцене (Elias 2010; Kuzmina et al. 2014, 2019). Однако таксономия, экология и распространение представителей *Cryobius* изучены недостаточно. Материал собран в 20 локалитетах северной Евразии, а также использованы данные Генбанка (12 локалитетов) из Аляски, Канады и Европы. Филогения подрода *Cryobius* на основе анализа двух генетических маркеров (COI, 28S рДНК) у 28 видов показала расхождение на три группы: *brevicornis*, *pinguedineus* и *ventricosus*. При помощи метода молекулярных

часов установлено, что группа *brevicornis* имела ближайшего общего предка с группой *pinguedineus* в позднем плиоцене – раннем плейстоцене (2,21 млн лет назад). Также, согласно байесовской филогении виды подрода *Cryobius* из альпийского региона: *P. pumilio*, *P. subsinuatus* и *P. unctulatus* относятся к обособленному комплексу видов группы *brevicornis*. Генетические дистанции, рассчитанные для гена COI, были ниже у рассматриваемых альпийских видов *Cryobius* с представителями *brevicornis* группы (3,6–5,02 %), по сравнению с видами из групп *pinguedineus* и *ventricosus* (6,0–7,0 %). Учитывая морфологическое сходство, отмеченное для изученных альпийских видов *Cryobius* с видами группы *brevicornis* (Ball 1966), их можно считать обособленным комплексом видов внутри данной группы. Расхождение между видами альпийской клады с другими видами группы *brevicornis* датируется ранним плейстоценом (1,69 млн лет назад). Событие подтверждено рассчитанной высокой вероятностью появления нового географического барьера, которое, скорее всего, происходило в конце дунайского оледенения. Общий предок всей группы *brevicornis*, вероятно, имел широкий ареал в Палеарктике.

В группе *brevicornis* ранее считавшийся неарктическим видом *P. mandibularoides* имеет транс-Беренгийский ареал до северо-восточной окраины Азии в Палеарктике (Чукотка и о. Врангеля). Филогения на основе митохондриального и ядерного маркеров выявила, что у *P. mandibularoides* был недавний общий предок с сестринскими видами *P. brevicornis* и *P. nivalis* (Zubrii et al. 2022). Метод геометрической морфометрии (Iwata and Ukai 2002; Tatsuta et al. 2018), проведённый для видов группы *brevicornis* из северной Евразии, показал, что форма переднеспинки не может использоваться у 4 видов этой группы в качестве диагностического признака.

Исследования выполнены при поддержке Гранта РФФИ № 19-34-60042 и проекта № FUUW-2022-0039 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

ВЛИЯНИЕ ДЕФАУНИРОВАНИЯ ПОЧВЫ ЦИПЕРМЕТРИНОМ НА ПРОДУКЦИЮ МИЦЕЛИЯ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ

*The effect of soil defaunation with cypermethrin on the production
of mycelium of mycorrhizal fungi*

А.Г. Зуев¹, А.Ю. Акулова², А.И. Зуева¹

¹*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, agzuev.sevin@gmail.com*

²*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Москва*

Одна из важных методических задач при изучении взаимодействий почвенных грибов и беспозвоночных – разработка методов, позволяющих исключить или снизить обилие целевой группы в условиях полевого эксперимента. В двух модельных хвойных лесах (в заповедниках «Кивач» и Центральном-Лесном Государственном Заповеднике) исследована возможность применения циперметрина в качестве средства снижения обилия беспозвоночных при изучении их взаимодействия с микоризными грибами.

В каждой модельной экосистеме были заложены четыре экспериментальные площадки. На каждой площадке с помощью стальной рамки были извлечены 6 почвенных монолитов размером 10×10×10 см. Три монолита с каждой площадки были насыщены до полной полевой влагоемкости 2%-ным раствором циперметрина (препарат «Клещевит Супер», АО «Август», Россия). Контрольные монолиты были насыщены до полной полевой влагоемкости водопроводной водой. В каждый мезокосм было помещено по одному вегетационному мешочку (6×6 см) из полиамидной ситовой ткани (размер ячеек 46 мкм), наполненному 20 г прокаленного кварцевого песка с размером частиц 0,5–0,8 мм (Zuev et al. 2019). По три аналогичных мешочка были заложены в окружающую почву вне мезокосмов на каждой площадке (всего 72 мешка).

Почвенные животные были экстрагированы из извлеченных мезокосмов с использованием сухих эклекторов Тульгрена в течение 7 сут. и зафиксированы в 70 %-ном этаноле. Численность и групповой состав почвенных беспозвоночных были определены под биноклем. Биомассу микоризного мицелия оценивали с использованием модифицированного метода эпифлуоресцентной микроскопии (Федоров

2006; Tiunov and Scheu 1999). Для расчета объема грибного мицелия приняли среднее значение диаметра мицелия для каждого образца. Для пересчета объема мицелия в биомассу использовали среднее значение плотности грибного мицелия ($0,001063 \text{ г/мм}^3$; Bakken and Olsen 1983), а также среднее содержание углерода в мицелии макромицетов (40,96%; Högborg and Högborg 2002).

В краткосрочном (30 сут.) эксперименте показано значительное снижение численности почвенных клещей, коллембол, протур и личинок двукрылых, а также отсутствие различий в биомассе мицелия микоризных грибов. В более продолжительном эксперименте (90 сут.) эффект дефаунирования почвы был аналогичным, но продукция мицелия микоризных грибов снизилась по сравнению с контролем. Таким образом, метод дефаунирования почвы циперметрином эффективен, но может быть рекомендован к применению только в краткосрочных полевых экспериментах.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 20-34-90088) и в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

ВИРУСЫ ТЕРМИТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА КАТ ТЬЕН (ВЬЕТНАМ)

Virome of termites of Cat Tien National Park (Vietnam)

А.И. Зуева¹, А.Г. Литов², А.В. Тиунов¹,

Н.В. Беяева³, Г.Г. Карганова²,

¹*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, aizueva.ecologist@gmail.com*

²*Федеральный научный центр исследований и разработки иммуно-
биологических препаратов им. М.П. Чумакова РАН, Москва*

³*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Москва*

Термиты (Blattodea, Isoptera) играют большую роль в циклах органического вещества, являясь важными преобразователями почвенной среды и одним из ключевых элементов тропических экосистем (Bourguignon et al. 2011). Как многие другие тропические насекомые,

термиты исследованы неполно, а виром, связанный с ними, практически не изучен (Le Lay et al. 2020; Scholtz et al. 2021).

Мы проанализировали состав РНК-вирусов трех видов термитов из тропического муссонного леса национального парка Кат Тьен (Вьетнам). Для исследования были выбраны термиты разных типов питания: лихенофаг *Hospitalitermes bicolor* (Haviland) и микофаги *Macrotermes carbonarius* (Hagen) и *Odontotermes wallonensis* (Wasmann). Термиты были собраны на долговременной экспериментальной площадке «Лагерстремия» (Тиунов 2011). Собранные во время фуражировок термиты были обработаны раствором нистатина, промыты дистиллированной водой и заморожены при температуре -20°C в стерильных пробирках. После транспортировки в лабораторию образцы хранились при -70°C до анализа.

Из термитов формировали пулы и выделяли РНК; рРНК удаляли. Полученный материал использовали для подготовки библиотек, которые секвенировали с помощью системы HiSeq1500 (Illumina, San Diego, CA, USA). Полученные сборкой de novo контиги анализировали на наличие вирусных последовательностей, выявляли вирусные белки. Последовательности были депонированы в GenBank (ON082761-ON082766). Белковые последовательности были выровнены; неоднозначные регионы удалялись. Методом максимального правдоподобия были построены филогенетические деревья.

Было обнаружено 4 новых вируса: Cat Tien *Macrotermes solemo*-like virus (CMSV, Solemoviridae), Cat Tien *Hospitalitermes lispi*-like virus (CHLV, Lispiviridae), Cat Tien *Hospitalitermes polycipi*-like virus (CHPLV, Polycipiviridae) и Cat Tien *Odontotermes delta*-like virus (CODLV, Kolmioviridae). Родственные вирусы были ранее выявлены в разных видах термитов. В микофаге *M. carbonarius* был также обнаружен контиг, близкий к вирусам базидиомицетовых грибов. Это может указывать на вероятность присутствия вирусов пищевых субстратов в виrome термитов.

**ИСКОПАЕМЫЕ ПОЧВЕННЫЕ КЛЕЩИ ИЗ ДЕВОНА, МЕЛА
И ЭОЦЕНА ДЛЯ КАЛИБРОВКИ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ЧАСОВ:
РЕКОНСТРУКЦИИ С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ**

Fossil soil mites for molecular clock calibration: high resolution reconstructions of mites from the Devonian, Cretaceous and Eocene

П.Б. Климов, В.Б. Колесников, Д.Д. Воронцов, А.А. Хаустов

*Тюменский государственный университет, Институт экологической
и сельскохозяйственной биологии (X-BIO), Тюмень,*

pavelklimov@yahoo.com

Почвенные акариформные клещи – мегаразнообразная монофилетическая группа животных, включающая более 54617 описанных видов (Zhang et al. 2011). Акариформные клещи известны из палеонтологической летописи с Девона, 410 млн. лет назад (Hirst 1923), при этом молекулярные исследования оценивают их диверсификацию от Докембрия до Ордовика: 637 ± 37 млн лет (Schaefer et al. 2010); 479,41 млн лет [HPD 437,90, 529,18] (Pepato et al. 2018); 455 млн. лет [HPD 417, 508] (Arribas et al. 2019). Долгая эволюционная история, обширная летопись окаменелостей, повсеместное распространение, эволюционные новшества и большое таксономическое и экологическое разнообразие (Dunlop et al. 2020; Sidorchuk 2018; Walter and Proctor 2013) делают акариформных клещей хорошей моделью для метода датирования филогенетических событий (молекулярных часов) и построения сценариев эволюции членистоногих во времени, сопоставляя эти переходы с основными периодами биологических и физических потрясений в истории Земли. Подавляющее большинство акариформных клещей – микроскопические организмы, таксономия которых строится на тонкой морфологии. В связи с этим для цели калибровки филогенетических событий необходимо как можно более детально изучить сохранившиеся окаменелости для наиболее достоверного сопоставления их с рецентными группами. Для этой цели наиболее успешно могут быть использованы образцы из янтаря, характеризующиеся подчас отличной сохранностью. Среди неянтарных образцов высокой детализацией славятся девонские окаменелости из Rhynie Chert (ранний Девон, Шотландия) и Gilboa (ранний Девон, США), в которых обнаружены некоторые клещи. В ходе работы с использованием световой и конфокальной микроскопии повторно исследовано большин-

ство (кроме *Pseudoprotacarus scoticus*) описанных ранее (Hirst 1923; Dubinin 1962) образцов клещей из Rhynie Chert. Результатом стало уточнение многих морфологических признаков, позволивших отнести все образцы (за исключением неизученного нами *Pseudoprotacarus scoticus*) к одному виду – *Protacarus crani*. Установлена принадлежность этого вида к неопisanному ранее монофилетическому семейству. Среди образцов из Rhynie Chert также обнаружен другой, неописанный ранее, вид из Endeostigmata. Таким образом, известная наземная фауна клещей Rhynie Chert была представлена группой Endeostigmata, включающей минимум два вида, один из которых имел длинные задние ноги и передвигался прыжками. Лучшую сохранность показывают образцы из янтаря. Изучение окаменевших видов рода *Paralycus* из Сеноманского яруса (верхний Мел), из позднего Эоцена и *Histiogaster* sp. из позднего Эоцена с помощью световой и конфокальной микроскопии позволили выявить практически все морфологические признаки. Так, у *Histiogaster* sp. удалось рассмотреть все структуры гнатосомы, опистосомы и ног, включая внутренние – сперматеку и яйцеклад самки, гениталии самца. У *Paralycus* изучена полная морфология всех щетинок, генитальных папилл и гнатосомы. Наилучшие результаты визуализации тонких структур показала конфокальная сканирующая микроскопия, оснащенная детектором Airy-Scan. Даже частично испорченный янтарь, окружающий окаменелость, не помешал получить изображение с высоким разрешением.

ПОЧВЕННАЯ МАКРОФАУНА ОМСКОЙ ОБЛАСТИ В ШИРОТНОМ ГРАДИЕНТЕ

Soil macrofauna of the Omsk region in the latitudinal gradient

С.Ю. Князев, К.А. Бабий, Е.В. Голованова

*Омский государственный педагогический университет, Омск,
labinvert@omgpu.ru*

Данные о широтных изменениях показателей разнообразия и биомассы макрофауны необходимы для прогноза распределения педобионтов в будущем в связи с климатическими изменениями (Стриганова 2009; Kozlov et al. 2022). Омская область является оптимальной площадкой для исследования широтных изменений в почвенной фауне, так как на всем протяжении с юга на север 53–58° с. ш. имеет

четкое зональное и подзональное деление и включает таежную, подтаежную, лесостепную с подзонами и степную зоны умеренного пояса (Булатов 1999).

Цель работы – изучить широтно-зональные распределения таксономического разнообразия и биомассы почвенной макрофауны в Омской области. В задачи работы входила оценка изменения таксономического богатства и биомассы педобионтов, различий в трофической структуре и в вертикальном распределении беспозвоночных по почвенному профилю в зависимости от широты.

Количественные учеты проведены летом 2009–2018 гг. в период максимальной численности макрофауны в основных типах зональных ландшафтов. При проведении количественных учетов использовали метод раскопки и ручной послойной разборки (Гиляров 1987). В каждом исследуемом биотопе было взято по пять почвенных проб, площадь каждой 0,25 м². Сбор педобионтов производился послойно через 10 см до глубины встречаемости. Собранных животных фиксировали в 70 % этиловом спирте, проводили видовую идентификацию и взвешивали. На всех пробных площадках проанализированы таксономический состав, плотность и биомасса почвенных организмов.

Для определения степени сходства фаун различных широтных зон и подзон был использован индекс сходства, предложенный А. Очиаи (Песенко 1982). Нормальность выборки оценена критерием Шапиро-Уилка. Для оценки значимости различий между выборками использовали непараметрический тест PERMANOVA. Анализ зональных изменений таксономической насыщенности обилия почвенной макрофауны проведен по индексу Менхиника (Menhinick - DMn). Все расчеты были выполнены с помощью пакета программ PAST 4.05 (Hammer et al. 2001) и Statistica 13.0.

Таксономическое разнообразие повышается от степной зоны к лесостепи, резко возрастает в северной лесостепи, где достигает максимума и затем немного сокращается в таежной зоне. Показатель биомассы зависит от широтного градиента и увеличивается при движении с юга на север Омской области. Основной вклад в распределении биомассы почвенных организмов вносят дождевые черви. При этом биомасса экзотических дождевых червей, особенно перекрестного *Aporrectodea caliginosa*, вносит наибольший вклад. Трофическая

структура различается между зонами (подзонами) по соотношению основных трофических групп и биомассе. Почвенные организмы на большей части территории Омской области локализована в верхнем горизонте почвы вне зависимости от зоны (подзоны), исключением является степная и южная лесостепная зона, где доминируют обитатели минерального горизонта.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ (№ 22-14-20034).

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЯ

Biological properties of soils of the Southern Baikalia

А.А. Козлова, А.Д. Уткина

*Иркутский государственный университет, Иркутск,
allak2008@mail.ru*

Согласно почвенному районированию территории бывшего СССР почвенный покров региона отнесен к почвенному округу суббореального пояса, единственному, находящемуся внутри бореального. Это обуславливает особенности и специфику почвообразования, в том числе низкий энергетический уровень почвообразования. Существенное влияние на почвенный покров оказывает бугристо-западинный позднеплейстоценовый микрорельеф. В чередующихся буграх диаметром от 10 до 20 м и западинах глубиной до 1,5 м формируются почвы с различной морфологией, параметрами тепло- и влагообеспеченности, агрохимическими и биологическими свойствами. Огромное влияние на преобразование почв и почвенного покрова оказывает из аграрное освоение. С одной стороны, происходит упрощение строения профиля, что приводит к снижению разнообразия населяющих почву организмов. С другой стороны, комплексность почвенного покрова в условиях палеокриорельефа усиливается при агропедогенезе, что влечет трудности в рациональном использовании почв региона и получении высоких урожаев (Козлова и др. 2021).

Объектами исследования стали дерново-буро-подзолистые почвы, находящиеся в целинном, пахотном и залежном состоянии, развитые в условиях бугристо-западинного микрорельефа. На каждой из площадок почвенным буром были отобраны образцы почв глубиной 0-20

см в 10-ти кратной повторности. В почвах определены гидротермические (температура и влажность) и агрохимические (кислотность и содержание гумуса) свойства общепринятыми методами. Из биологических свойств изучены продуктивность фитоценозов (в виде укосов фитомассы с модельных площадок $25 \times 25 \text{ см}^2$) и биологическая активность почв (БАП) экспресс-методом, предложенным Т.В. Аристовской и М.В. Чугуновой (1989). При помощи корреляционного анализа с применением программы Past 3.26 выявлены связи между гидротермическими, агрохимическими и биологическими свойствами (продуктивность фитоценозов и БАП) дерново-буро-подзолистых почв с учетом их принадлежности к угодьям и элементам микрорельефа.

Установлено, что специфика почвообразования, выраженная в комплексности почвенного покрова и связанная с проявлениями палеокриогенного микрорельефа, способствует тому, что каждому структурному элементу микрорельефа соответствует почва с конкретными гидротермическими, агрохимическими и биологическими свойствами. Сведение естественной растительности при распашке способствовало заметному повышению температуры и снижению влажности почв по сравнению с целиной. Значения этих показателей оказались сближены на бугре и в западине. Они показали невысокую продуктивность агроценозов и очень высокую БАП. На залежи эти свойства были более дифференцированы по элементам микрорельефа, чем на пашне. При этом продуктивность фитоценозов оказалась несколько выше, а БАП – ниже, по сравнению с пашней. Корреляционный анализ показал, что продукция фитомассы во всех типах угодий находится в тесной связи с увлажненностью почв, содержанием гумуса, кислотностью. В почвах западин дополнительно прослеживается тесная связь биологической активности с температурой.

О МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДАХ В СИСТЕМАТИКЕ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ НАДСЕМЕЙСТВА DAMAEOIDEA

*On the molecular methods in the systematics of oribatid mites
of the superfamily Damaeioidea*

В.Б. Колесников, П.Б. Климов, С.Г. Ермилов
Тюменский государственный университет, Тюмень,
jukoman111@gmail.com, pavelklimov@yahoo.com,
ermilovacari@yandex.ru

Надсемейство панцирных клещей Damaeioidea (Acari, Oribatida), с единственным семейством Damaeidae, включает в себя около 300 видов. До настоящего времени систематика надсемейства базировалась на морфологии и зачастую ее субъективных и противоречивых интерпретациях (Miko 2006), а методы молекулярной генетики не использовались.

Наша работа является частью большого проекта, посвященного филогенетической систематике Damaeioidea с использованием молекулярно-генетических методов, в частности, генетического расстояния широко используемых генов штрих-кодирования. В качестве одного из объектов исследования были выбраны широко распространенные в Евразии дамеоидные клещи рода *Piribelba*, характеризующиеся слабо выраженными морфологическими отличиями (Bayartogtokh 2000; Miko 2021) и перекрыванием своих географических ареалов (Miko 2021). На основании данных штрих-кодирования гена COX1 выявлено, что европейские и сибирские/дальневосточные популяции имеют четкие генетические различия, подтверждающие независимость двух видов *P. piriformis* и *P. rossica* (12,0 % нескорректированных *r*-расстояний и 13,3 % двухпараметрических расстояний Кимуры (K2P)). Полученные молекулярные данные подтверждены морфологическими исследованиями взрослых и преимагинальных стадий обоих видов. Таким образом, восстановлен видовой статус *P. piriformis*, считавшегося младшим синонимом *P. rossica*, что показывает ценность молекулярных исследований для разграничения близких видов в сложных таксонах клещей, для которых методы морфологической систематики не всегда достаточны.

Исследование частично поддержано Министерством науки и высшего образования РФ (проект ГЗ НИР № FEWZ-2021-0004).

МНОГОНОЖКИ (MYRIAPODA) ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Myriapoda of the north-east of the European Russia

А.А. Колесникова

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар,
kolesnikova@ib.komisc.ru*

Многоножки – многочисленная группа животных в почвах европейского северо-востока России (географически включающего Кировскую обл., Республику Коми, Ненецкий автономный округ, западные склоны Северного, Приполярного и Полярного Урала). В почвенных сообществах они выполняют роль хищников (Chilopoda) или редуцентов (Diplopoda, Paupoda), чувствительны к изменениям среды, могут быть использованы в мониторинге состояния почв таежных и тундровых экосистем. Информация о многоножках региона до настоящего времени не систематизирована. Целью данной работы является эколого-фаунистический обзор многоножек региона.

Разнообразие многоножек в регионе невысокое, закономерно снижается от южной тайги к типичным тундрам. Класс Chilopoda представлен тремя семействами: Henicopidae (*Lamyttes emarginatus*), Lithobiidae (шесть видов *Lithobius*, включая массовый *L. curtipes*), Geophilidae (три вида *Geophilus*, *Arctogeophilus macrocephalus*, *Pachymerium ferrugineum*). Класс Diplopoda включает также три семейства: Polyzoniidae (*Polyzonium germanicum*), Julidae (*Brachyiulus jawlowskii*, *Leptoiulus proximus*, *Megaphyllum sjaelandicum*, *Ommatoiulus sabulosus*, *Rossiulus kessleri*), Polydesmidae (*Polydesmus complanatus*, *P. denticulatus*). Недавно зарегистрированы единичные находки представителей класса Paupoda в подзоне средней тайги, на складе кородревесных отходов, предположительно виды *Amphipauropus rhenanus* и *Allopauropus helveticus*. Фауна многоножек – аллохтонная, представлена широко распространенными в Голарктике и Палеарктике видами, именно за ними остается преимущество в высоких широтах. Для европейских видов умеренного климата в пределах средней тайги проходит северо-восточная граница распространения.

Экологические особенности рассматриваемых видов многоножек обуславливают видовое богатство и высокую численность их группировок в лиственных и еловых лесах таежной зоны. Многоножки

L. curtipes часто доминируют в сообществах почвенной макрофауны. Их горизонтальное распределение в лесах таежной зоны, криволинейных лесотундры, кустарничково-моховых тундрах имеет агрегированный характер, обусловленный наличием деревьев, мощностью мохового покрова. Распределение многоножек *L. curtipes* на антропогенно измененных участках (вырубки и луга с высоким радиационным фоном) тоже агрегированное, но причины их сконцентрированности на этих участках иные.

Все зарегистрированные в регионе виды населяют почвы таежных экосистем, представители класса Chilopoda обитают в равнинных тундрах, горно-лесных и горно-тундровых сообществах Урала (Kopakova et al. 2020). На восточных склонах Урала состав многоножек разнообразнее (Фарзалиева 2009), чем на западных, но также за счет Chilopoda. В Фенноскандии отмечено большее число видов многоножек (Nationalnyckeln... 2005), поэтому возможно пополнение фауны многоножек исследуемого региона при более детальном их изучении. Но такие тенденции, как численное преобладание Chilopoda над Diploroda и ограничение встречаемости Diploroda подзоной средней тайги, останутся прежними.

Работа выполнена в рамках темы НИР отдела экологии животных «Разнообразие фауны и пространственно-экологическая структура животного населения европейского северо-востока России и сопредельных территорий в условиях изменения окружающей среды и хозяйственного освоения», рег. № 122040600025-2.

ПОЧВЕННАЯ ФАУНА НА ВЫРУБКАХ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

Soil fauna on clear-cuttings in the middle taiga forests (Komi Republic)
**А.А. Колесникова, Т.Н. Конакова, А.А. Кудрин, Е.М. Перминова,
А.А. Таскаева, А.А. Фатеева**

*Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар,
kolesnikova@ib.komisc.ru*

Наиболее негативные последствия для беспозвоночных имеют рубки с высокой повторяемостью (оборот рубки 20–40 лет). Не менее важные факторы, определяющие степень трансформации почвенной фауны, – возраст и сезон проведения рубки, размер и форма лесосеки,

технология лесозаготовок, степень механического нарушения почвенного покрова. Для разных таксономических групп беспозвоночных темпы вторичной сукцессии отличаются, поэтому цель нашего исследования состоит в подробной характеристике численности, состава и структуры сообществ почвенных беспозвоночных на ранних и поздних стадиях восстановления после зимних сплошнолесосечных рубок, при естественном лесовозобновлении.

Исследования проводили в Сыктывдинском (1-летняя вырубка и контрольный ельник 130-160 лет, 2021 г.), Усть-Куломском (10-, 40-летние вырубки и контрольный ельник 160-220 лет, 2012 г.; 2-, 18-, 48-летние вырубки и контрольный ельник 168-230 лет, 2020 г.), Княжпогостском (25-, 54-летние вырубки и контрольный ельник 150-190 лет, 2020 г.) районах Республики Коми. Сукцессионный ряд представлен четырьмя стадиями: «открытой» (1-, 2-летние вырубки) и «закрытой» (10-, 18-летние вырубки) «молодых» производных растительных сообществ, «зрелыми» лиственными насаждениями (25-, 40-, 48-, 54-летние вырубки), контрольными ельниками (130-230 лет).

Основные изменения почвенной фауны происходят в течение первых двух лет после рубки: численность коллембол и гамазовых клещей значительно уменьшается, на этом фоне орибатиды сохраняют доминирующую роль среди микроартропод, общая численность крупных беспозвоночных резко снижается, отдельные таксоны макрофауны элиминируются. Наблюдается разрушение «лесных» сообществ беспозвоночных. На следующей стадии восстановления почвенного населения определяется сохранностью растительно-почвенного покрова на пасаках и волоках, скоростью регенерации пригодных местобитаний, возможностью расселения беспозвоночных с соседних участков. В «зрелых» лиственных насаждениях почвенная фауна близка по составу к ненарушенным участкам, после 25–30 лет практически восстанавливается до естественных значений. Почвенная фауна контрольных ельников отличается высокой численностью, таксономическим разнообразием и функциональной активностью. Полученные данные целесообразно использовать при экологическом и лесопатологическом мониторингах, применять для прогнозирования последствий лесохозяйственных и иных воздействий на среднетаежные леса.

Работа выполнена в рамках темы НИР отдела экологии животных «Разнообразие фауны и пространственно-экологическая структура животного населения европейского северо-востока России и сопредельных территорий в условиях изменения окружающей среды и хозяйственного освоения», рег. № 122040600025-2.

**КОНХИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ДВУХ
ИЗОЛИРОВАННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ МОЛЛЮСКА
*CHONDRULA TRIDENS***

*Conchological parameters of two isolated populations of the mollusk
Chondrula tridens*

Е.В. Комарова, Т.Г. Стойко

*Пензенский государственный университет, Пенза,
ekaterina-log@inbox.ru*

Исследованы популяции улитки, обитающие в двух биотопах г. Пензы: в микрорайоне Арбеково и в р-не Ухтинка. Более века назад оба участка относились к лесостепному участку заповедника «Арбековский» (Спрыгин 1926). В Арбеково сохранился небольшой участок (500 м²) увлажненной черноземной луговины на берегу пруда. Пруд активно посещается горожанами, но этот небольшой участок зарастает к середине лета растениями, которые не вытаптываются. В Ухтинке сохранилась нераспаханная территория по берегам р. Пензятки, левого притока р. Суры, изрезанная глубокими балками и оврагами. Здесь к поверхности близки серые глины, образовавшиеся из меловых мергелей. Эти склоны местами представляют обнажения, большей частью на них сохранился карбонатный чернозем. Растительность на них степная с редким типчаковым дерном. На этом участке отмечены частые палы, которые влияют на растительность и почвенных животных.

Цель исследования – сравнить морфологию раковин моллюсков из двух популяций, обитающих в отличающихся экологических условиях. Из каждой популяции измерено по 30 раковин улиток. Для характеристики раковин использован ряд общепринятых промеров: высота раковины (ВР), её ширина (ШР), высота и ширина устья (ВУ, ШУ), а также индексы: $ВР/ШР$, $И2=(angular+suprapal+colum)/3$. Степень развития зубов в устье (ангулярного, супрапалатального и колумелляр-

ного) характеризовали в баллах: 0 – не развит, 1 – развит плохо, 2 – развит хорошо (Шилейко 1982). Все измерения проводили под биноклем МБС-9.

Установлено, что в Арбеково обитают крупные улитки ($BP = 14,3 \pm 0,13$, $ШР = 6,37 \pm 0,04$, $ВУ = 5,65 \pm 0,07$, $ШУ = 4,65 \pm 0,06$), а в Ухтинке – мелкие ($BP = 9,13 \pm 0,14$, $ШР = 3,99 \pm 0,05$, $ВУ = 3,42 \pm 0,05$, $ШУ = 2,77 \pm 0,03$). Различия параметров достоверно значимы. В то же время, по индексам $BP/ШР$ ($2,24 \pm 0,02$ и $2,29 \pm 0,02$) и $ВУ/ШУ$ ($1,2 \pm 0,01$ в обеих популяциях) особи из Арбеково и Ухтинки отличаются мало, пропорции их раковин одинаковы. Значение индекса I_2 , демонстрирующего зазубренность устья в Арбеково – 0,78, в Ухтинке – 0,11. У арбековских улиток недоразвит только палатальный зуб, а для ухтинских хондрул характерна утрата супрапалатального и недоразвитие ангулярного и колумеллярного зубов.

В масштабах Приволжской возвышенности в изменчивости параметров раковин ухтинских улиток прослеживается закономерность, связанная, по-видимому, с нарастанием с северо-запада на юг и юго-восток суммы среднесуточных температур, сокращением количества осадков, уменьшением увлажнения почвы и увеличением ее карбонатности (Комарова 2016). Так, на юго-востоке региона в ксеротермных условиях отмечены самые крупные экземпляры с хорошо развитым устьевым вооружением, тогда как на северо-западе (ухтинские) – относительно мелкие с высокой степенью округлости раковины и устья и слабо развитой устьевой арматурой. Сохранение в арбековской популяции всех устьевых бугорков и больших размеров не подчинено выявленной закономерности, параметры раковины обусловлены благоприятными условиями среды микрорайона. Можно предположить, что каких-то 100 лет назад эти две изолированные популяции были единым поселением вида, а к настоящему времени улитки сохранили пропорции раковин, но в условиях повышенной влажности, тучной луговой почвы и сочной растительности стали крупнее.

ЗНАЧИМОСТЬ МОРСКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ФОРМИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НАЗЕМНЫХ ДЕТРИТНЫХ ПИЩЕВЫХ СЕТЕЙ

*The influence of marine subsidy on taxonomic and functional structure
of terrestrial detrital food webs*

Д.И. Коробушкин

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, dkorobushkin@yandex.ru*

Несмотря на огромную протяженность наземных приморских экосистем, влияние притока органического вещества (ОВ) из моря (как пищевой ресурс и геохимический фактор) на состав и функционирование почвенной биоты изучено крайне поверхностно. В рамках настоящего исследования была проведена оценка значимости поступления морского ОВ для наземных пищевых сетей побережий 5 морей Европейской части России (Баренцево море – тундра, Белое море – северная тайга, Черное море – средиземноморские леса, Азовское море – степи; Каспийское море – полупустыни). Установлены закономерности распределения обилия компонентов детритных пищевых сетей при удалении от моря, в т.ч. бактерий и грибов, почвообитающих нематод, раковинных амёб, панцирных и гамазовых клещей, коллембол, энхитреид, макрофауны. Исследован изотопный состав С и N основных компонентов пищевых сетей (наземных и морских животных и растений, мицелия грибов), на основании которого оценена доля «морских» ресурсов в энергетическом балансе основных функциональных и таксономических групп почвенной биоты, выявлена зона влияния морской субсидии. Выявлено, что вне зависимости от биома у уреза воды (отметка 0,5 м от точки максимального прилива) фактически все группы почвенных организмов связаны исключительно с аллохтонными ресурсами (до 100% диеты), а ОВ почвы и опад представлены в основном морской органикой. Далее степень использования морских ресурсов разнится в зависимости от наземного биома. Для почвенных животных Баренцева моря значимость субсидии как источника пищи высока только в пределах первых 25 м от уреза воды (>25% диеты), что проецируется на высокие показатели обилия ряда групп животных (например, коллембол, клещей, герпетобионтной

макрофауны), а также биомассы грибов. При удалении от Белого моря доля морской пищи резко снижается и уже в 5 м от уреза у всех групп почвенных беспозвоночных составляет в среднем 20–25 %. Т.о., для биомов северных морей влияние моря как источника пищи для почвенных организмов значимо в полосе до 25 м от уреза. Для экосистем тундр важную роль играет заплеск морского ОВ при сильных штормах, являясь локальным источником для развития грибов и питания почвенных беспозвоночных. Для пищевых сетей побережья Азовско-го и Черного морей аллохтонное ОВ является базовым источником лишь в первых 5 м от моря (>50 %), но может играть важную роль для отдельных групп почвенных организмов на расстоянии в 50–100 м от уреза. Установлено резкое увеличение обилия всех групп почвенных организмов при удалении от уреза воды. Значимость морской субсидии для обитателей побережья Каспия высока даже в 100–250 м от уреза (до 80 % диеты), но значительного воздействия на обилие не выявлено ни для одной из групп почвенных организмов. Исследование биологического вектора поступления морской субсидии показало, что морские птицы могут переносить морское ОВ в виде гуано и остатков пищи в удаленные от побережья экосистемы, существенно влияя на круговорот азота, и изменять структуру сообществ почвенной мезо- и макрофауны.

Сбор материала выполнен при поддержке РНФ, проект № 19-74-10104; оценка обилия, видового и изотопного состава энхитреид выполнена при поддержке РНФ, проект № 21-14-00227.

ИЗОТОПНЫЕ НИШИ В СООБЩЕСТВЕ КОЛЛЕМБОЛ: ОТ ДОМИНИРУЮЩИХ ДО РЕДКИХ ВИДОВ

*Isotope niche in the community of springtails:
from dominant to rare species*

А.Ю. Короткевич

*Московский государственный педагогический университет, Москва,
a-korotkevich@yandex.ru*

В последнее десятилетие для изучения потоков вещества в экосистемах широко применяется изотопный анализ. Ткани организмов различаются по соотношению тяжёлых и лёгких изотопов углерода ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) и азота ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) в зависимости, прежде всего, от состава

пищи. Таким образом, изотопная подпись видов соотносится с их трофической нишей и позволяет выявлять разделение трофических ниш в сообществах. Можно предположить, что чем шире спектр питания животного, тем больше разброс значений его изотопной подписи. Специализированные виды, напротив, должны иметь низкую внутривидовую дисперсию изотопной подписи.

Изотопным нишам видов в сообществах почвенных коллембол посвящено довольно большое число работ. Однако число проанализированных видов ни в одной из них не превышает 15, т. е. охватывает в основном лишь многочисленные виды сообщества. В задачу нашей работы входило изучение параметров изотопных ниш как можно большего числа совместно обитающих видов, особенно малочисленных.

Коллембол собирали в лесной подстилке и верхнем слое почвы ельника- черничника (Московская обл.). После эклекторной экстракции коллембол определяли до вида под бинокулярным микроскопом и подвергали анализу изотопов азота и углерода на масс-спектрометре Thermo Finnigan Delta V Plus в ИПЭЭ РАН. В результате были получены данные по изотопным нишам 25 видов коллембол, 17 из которых в повторности не менее четырёх. Это позволило проанализировать не только многочисленные, но и редкие виды.

В сообществе доминировали представители семейства Isotomidae: *Parisotoma notabilis*, *Isotomiella minor*, *Folsomia manolachei*. Внутривидовая дисперсия величины $\delta^{15}\text{N}$ этих видов не превышала 0,1 ‰, а дисперсия $\delta^{13}\text{C}$ была в пределах примерно 1 ‰, что говорит о сформированности трофической позиции этих видов. Максимальная внутривидовая дисперсия $\delta^{15}\text{N}$ наблюдалась у малочисленных видов *Entomobrya nivalis* и *Protaphorura armata* и составила 1,6 ‰.

При анализе изотопной подписи видов, принадлежащих к одному роду, оказалось, что более многочисленный вид имеет меньшую дисперсию по содержанию тяжёлого изотопа азота. Дисперсия величины $\delta^{15}\text{N}$ *Orchisella bifasciata* – 0,1 ‰ (число особей в выборке – 94), а *O. flavescens* – 0,3 ‰ (28 особей); *Entomobrya corticalis* – 0,3 ‰ (70 особей), *E. marginata* – 0,9 ‰ (13 особей) и *E. nivalis* – 1,6 ‰ (6 особей). В целом, можно предположить, что редкие виды имеют менее четко обособленную трофическую нишу, чем многочисленные.

Работа поддержана грантом РФФИ № 16-04-01228 А.

ПОЧВЕННАЯ ФАУНА В ДРЕВЕСНОМ ЯРУСЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Soil fauna in the tree layer of various types of forest ecosystems

А.А. Кудрин¹, В.М. Салаватулин², А.А. Сушук³, А.А. Таскаева¹,

В. С. Микрюков⁴ Т.Н. Конакова¹, И.И. Семенюк^{5,6},

С.Е. Кудрина⁷, А.А. Фатеева¹

¹*Институт биологии ФИЦ КомиНЦ УрО РАН, Сыктывкар,
kudrin@ib.komisc.ru*

²*ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет, Тюмень*

³*Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск*

⁴*Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург*

⁵*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва*

⁶*Российско-Вьетнамский тропический научный и технологический
центр, Хошимин*

⁷*МОО «Районный центр дополнительного образования детей»,
с. Корткерос*

Вопрос о распределения почвенной биоты в пределах биотопа проработан слабо (Десаёнс 2010). Дополнительные сложности связаны с тем, что почвенная фауна (особенно наиболее мелкие ее представители) населяет не только почву, но и любые почвоподобные субстраты. В частности, слабо исследован феномен «подъема» почвенной фауны в кроны деревьев (Aoki 1973; Yoshida et al. 2018). Многие группы беспозвоночных, которые традиционно рассматриваются как почвенные обитатели, активно заселяют надземные ярусы в лесных экосистемах (Beaulieu et al. 2010). Ряд исследований указывает на значительное разнообразие арбореальной фауны, которое может составлять существенную долю от общего разнообразия «типично почвенных» животных в лесных экосистемах (Lindo et al. 2006; Paoletti et al. 1991).

Чтобы оценить вклад древесного яруса как местообитания в общее разнообразие нематод и коллембол лесных экосистем, мы провели исследование в трех типах леса: тайга (Республика Коми), широколиственный лес (Калужская область), муссонный тропический лес (Вьетнам). В каждом типе леса закладывали по три пробных площади, на каждой площади обследовали деревья, относящиеся к четырем ви-

дам. Пробы субстрата (поверхностная часть коры с эпифитными образованиями) отбирали с четырех сторон ствола в трех высотных зонах дерева: комель, ствол (8–10 м над землей), крона (15–20 м). В кроне отбор проб проводили также и с ветвей дерева. Рядом с каждым обследованным деревом отбирали пробы почвы на глубину 10 см. Нематод экстрагировали при помощи модифицированного метода Бермана с последующим морфологическим и молекулярным (метабаркодинг) определением, коллембол экстрагировали на эклекторах Берлезе-Тульгрена и проводили видовую идентификацию.

Показано, что на деревьях формируются своеобразные комплексы нематод и коллембол, довольно сильно отличающиеся от почвенных. Так, по результатам метабаркодинга древесный ярус вносит около 40% уникальных операционных таксономических единиц (OTU) нематод в суммарное разнообразие этой группы в исследованных лесах. При этом общее разнообразие нематод в древесном ярусе оказалось даже несколько выше (379 OTU), чем в почве (340 OTU). Однако таксономическая насыщенность нематод (OTU в пробе) была выше в почве (в среднем 51 OTU/проба), чем на деревьях (22 OTU/проба). Разнообразие арбореальных коллембол в широколиственных лесах было сравнимо с таковым в почве, при низком таксономическом сходстве (25%) между почвенными и надземными сообществами. Повидимому, комплексы нематод и коллембол, обитающие на поверхности деревьев, могут вносить существенный вклад в общее разнообразие этих групп в лесных экосистемах.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-04-00606.

КЛОНАЛЬНЫЙ ПОЛИМОРФИЗМ И БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС У ПОЧВЕННЫХ КОЛЛЕМБОЛ

Clonal polymorphism and biological progress in soil Collembola

Н.А. Кузнецова

*Московский педагогический государственный университет, Москва,
mpnk@yandex.ru*

Применение генетических методов в исследованиях биологического разнообразия позволило выявить широкое распространение криптических видов, сложную генетическую структуру популяций и начать изучение филогеографии таксонов. Информации о почвенных

животных пока немного по сравнению с наземными и водными организмами. Дальше других продвинулись генетические исследования дождевых червей, но все еще мало данных о более мелких животных.

Особый интерес представляют партеногенетические виды, доля которых в общем видовом разнообразии может быть невелика (10-15%, по: Чернова и др. 2009), но очень заметна в общей численности и, соответственно, в потоках вещества и энергии почвенного блока экосистем. Партеногенетические виды успешнее многих амфимиктических видов осваивают геологически молодые территории, доминируя в сообществах ногохвосток как естественных, так и антропогенных местообитаний. Молекулярно-генетический анализ ряда партеногенетических видов коллембол показал, что они существуют в виде системы генетических линий, различия между которыми нередко достигают видового уровня.

Высокая численность, расширение ареала как минимум на освобожденные послеледниковые территории, а также внутривидовая дифференцировка показывают, что такие партеногенетические виды, как *Parisotoma notabilis*, *Isotomiella minor*, *Lepidocyrtus lanuginosus*, находятся в состоянии биологического прогресса в классическом понимании А.Н. Северцова. Встает вопрос, насколько это явление обусловлено экологической дифференцировкой генетических линий, т.е. являются ли они экотипами.

Наши данные по *Parisotoma notabilis* показывают биотопическую дифференцировку различных генетических линий. Три линии *Lepidocyrtus lanuginosus* также различались по приуроченности к различным местообитаниям (Zhang et al. 2018). В обоих случаях выделялась линия, приуроченная к лесам, еще одна – к нарушенным местообитаниям, а третья была эвритопной. Полученные данные объясняют неудачи, возникающие иногда при лабораторном культивировании этих видов, успешность которого напрямую зависит от случайного попадания на ту или иную линию. Особое значение имеет обнаружение генетического полиморфизма у культивируемого в практических целях (для биотестирования) редкого в природе пещерного вида *Folsomia candida* (Fratì et al. 2004).

Клональный полиморфизм коллембол обсуждается в контексте экологического и географического видообразования, а также концепции «географического партеногенеза».

Работа поддержана грантом РНФ № 22-24-00984.

РАЗНООБРАЗИЕ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ В БИОГЕОЦЕНОЗАХ БАССЕЙНА РЕКИ ИВОЛГА (БУРЯТИЯ)

*Diversity of soil macrofauna in biogeocenoses of the Ivolga River basin
(Buryatia)*

И.Н. Лаврентьева¹, В.И. Убугунова¹,

С.В. Хутакова², Ю.А. Рупышев¹

¹*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
Улан-Удэ, lira1973@mail.ru*

²*Бурятская государственная сельскохозяйственная академия
им. В.Р. Филиппова, Улан-Удэ*

Исследования проводились в Иволгинской котловине. По геоморфологическому районированию территория относится к Селенгинскому среднегорью и характеризуется резкоконтинентальным климатом. Согласно рассчитанным показателям на основании базы данных, полученных из единого государственного фонда «ВНИИГМИ-МЦД», за период 1971–2000 гг., среднегодовая температура воздуха составляла $-0,8^{\circ}\text{C}$, продолжительность безморозного периода – 112 дней, абсолютная годовая амплитуда температуры воздуха – $70,7^{\circ}\text{C}$, среднегодовое количество осадков – 243 мм, из которых 54 % приходится на июль-август.

Объектом исследования были 14 биogeоценозов, которые можно подразделить на две группы: первая расположена непосредственно в пойме, вторая – вне поймы. Пойменные биogeоценозы представлены галофитными, настоящими лугами и уремниками на аллювиальных почвах, сазовыми степями на солонцах, внепойменные – сосняками таволговыми на буроземах грубогумусированных, полынными залежами на солончаках, зарослями степных кустарников на стратоземах и серогумусовых почвах, сухой и настоящей степью на каштановых почвах.

Почвенная мезофауна исследуемого бассейна характеризуется относительно невысоким таксономическим разнообразием и ее численность варьирует в широких пределах: $7\text{--}284 \text{ экз./м}^2$. Очень низкую численность педомезоэдафона имеют засоленные почвы (солончаки, солонцы), почвы с недостаточным увлажнением (стратоземы, каштановые), избыточно увлажненные аллювиальные перегнойно-глеевые почвы урем, а высокую и очень высокую – аллювиальные темногумусовые почвы.

Для исследуемых групп биогеоценозов свойственны заметные различия в структуре доминирования населения почвенной мезофауны. В сосняках, зарослях степных кустарников и уремниках отмечено высокое обилие энхитреид. Дождевые черви массово встречаются только в уремниках, а единичные представители зарегистрированы в аллювиальных темногумусовых почвах. Представители *Gastropoda* являются одной из доминирующих групп в аллювиальных перегнойно-квазиглеевых почвах, в других же пойменных биогеоценозах они не так многочисленны или вообще не встречаются. Во всех биогеоценозах (за исключением сосняка таволгового, полынной залежи и уремы), в структуре почвенной мезофауны по обилию господствуют насекомые. Среди насекомых в степях, галофитных и настоящих лугах преобладают личинки жесткокрылых, их доля составляет 56-100%. В зарослях степных кустарников по численности преобладают перепончатокрылые (спирейники) или чешуекрылые (ильмовники).

Послойный учет мезозадафонов позволил выявить особенности их ярусного распределения. Установлено, что подавляющее их большинство приурочено к приповерхностному 0–10 см слою почвы, там, где концентрируется основная масса корней и более благоприятные эдафические условия.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ МАКРОПЛАСТИКОМ ПРИВОДИТ К ИЗМЕНЕНИЯМ В СООБЩЕСТВАХ НЕМАТОД

Macroplastic contamination of soil surface changes nematode communities

В.Д. Леонов¹, В.Д. Мигунова¹, И.В. Сотников^{1,2}, А.В. Тиунов¹

¹*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Москва,
v.d.leonov@gmail.com*

²*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Москва*

Загрязнение окружающей среды пластиком – одна из крупнейших мировых проблем. Однако о влиянии синтетических полимеров на почвенных животных известно сравнительно мало (Леонов и Тиунов 2020). Помимо этого, большинство опубликованных работ касается взаимодействия с почвенными животными небольших частиц пластика (микропластика). Одной из наиболее распространённых форм за-

грязняющего почву макропластика являются полиэтиленовые пакеты (Alam et al. 2018). Попав на почву, пакет изолирует её поверхность от вертикальных потоков вещества и энергии. Из-за этого могут значительно меняться абиотические факторы среды и источники пищи, определяющие состав почвенных сообществ. С другой стороны, крупные фрагменты пластика могут создавать укрытия для животных.

Мы провели эксперимент, моделирующий загрязнение лесных экосистем крупными фрагментами полиэтиленовой плёнки, которые имитировали бытовые пластиковые пакеты. В сентябре 2019 года в 4 биотопах (2 хвойных и 2 лиственных леса) Московской области были разложены 6 листов чёрного и 6 листов прозрачного полиэтилена размером 40x40 см². Мы не предполагали прямого влияния пластика на почвенную биоту, но подразумевали модификацию свойств почв, изменение режима увлажнения и поступления органических веществ, которые могут привести к изменению структуры и функционирования сообществ. После 1 года и 9 месяцев экспонирования из-под листов полиэтилена и в контроле рядом с ними были отобраны образцы для оценки состояния сообществ педобионтов, в том числе нематод, и пробы для оценки физических, химических и микробиологических параметров почв: влажности, базального дыхания, pH, азота, углерода, мультисубстратного тестирования. Для оценки влияния пластика на сообщество нематод и свойства почв были использованы тесты Two-way PerMANOVA и Two-way ANOSIM, для оценки взаимосвязи почвенных свойств с сообществами нематод под разными типами пластика применена процедура *envfit* – регрессионная модель зависимости свойств почв от координат проб при неметрической ординации (nMDS) сообществ нематод.

Пластик, пролежавший почти два года на поверхности почвы, не влиял на проанализированные нами свойства почв, хотя они сильно зависели от типа биотопа (PerMANOVA $R^2 = 8,32$, $p < 0,001$). Несмотря на отсутствие влияния на свойства почвы, мы обнаружили изменения в сообществах нематод. На сообщество нематод влиял как тип биотопа ($R^2 = 0,40$, $p < 0,001$), так и лежащий на почве пластик ($R^2 = 0,18$, $p < 0,001$). Численность и разнообразие животных снижались под пластиковыми пленками, а доминирующие позиции в структуре сообществ занимали оппортунистические роды нематод. Мы предполагаем, что это связано с существенным изменением температурного

режима и газообмена почв, хотя процедура *envfit* не показала статистически значимой взаимосвязи между сообществами нематод под разными типами пластика и проанализированными свойствами почв. Дальнейшего исследования заслуживают изменения в динамике поступления осадков и растительного опада, а также трансформация растительных сообществ при загрязнении поверхности почвы макропластиком.

Работа поддержана грантом РФФИ 18-29-05076 мк.

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ КУЗБАССА

*Community structure of the ground beetles (Coleoptera, Carabidae)
in the rock dumps of coal mines in Kuzbass*

С.Л. Лузянин

*Кемеровский государственный университет, Кемерово,
sl_luzyanin@mail.ru*

В 2013–2019 гг. проведены исследования структуры населения жу-желиц на породных отвалах Краснобродского и Кедровского уголь-ных разрезов Кузбасса, расположенных в разных природных зонах.

На участках Краснобродского угольного разреза зарегистрировано 79 видов жу-желиц 30 родов 19 триб, Кедровского разреза – 59 видов 19 родов 13 триб. Наибольшее видовое разнообразие отмечено для триб Zabrinini, Harpalini, и Pterostichini, составляющих в сборах почти 50%. Средняя динамическая плотность жу-желиц на отвалах составля-ет 13,0 экз. /10 лов.-сут. (в контроле – 37,8), при этом на разных эта-пах сукцессии этот показатель существенно отличается.

Молодые участки отвалов отличались максимальным видовым бо-гатством по сравнению с контролем. В заселении таких биотопов в первую очередь принимают участие виды *Bembidion quadrimaculatum*, *Amara ingenua*, *Anisodactylus signatus*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus distinguendus distinguendus*, *Poecilus versicolor*, *Amara aenea*.

Существенную роль в заселении техногенных территорий играют кислотность и влажность почвы, а также развитие растительности.

В структуре населения жу-желиц на участках Краснобродского угольного разреза прослеживается четкая тенденция преобладания

луговых, лугово-степных и степных групп, как в видовом, так и в численном отношении на молодых отвалах, при этом на них отсутствуют виды лесной группы. По мере восстановления увеличивается доля видов с лесной преференцией. На отвалах Кедровского угольного разреза наблюдается значительное преобладание в видовом отношении лесной биотопической группы (44,1 % от общего числа видов); в сукцессионном ряду постепенно увеличивается численное обилие пойменно-прибрежных видов. В тоже время заметно снижена доля видов, предпочитающие ксерофитные местообитания.

Исследование частично выполнено за счет гранта РНФ № 22-24-20014.

ВЛИЯНИЕ НУЛЕВОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА НАСЕЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В ЛЕСОСТЕПИ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*Impact of no-till on the population of soil invertebrates in the forest-steppe
in the south of Western Siberia*

И.И. Любечанский¹, Р.Ю. Дудко¹,

Г.Н. Азаркина¹, Е.А. Голованова², П.А. Барсуков³

¹*Институт систематики и экологии животных СО РАН,*

Новосибирск, lubech@rambler.ru

²*Омский государственный педагогический университет, Омск*

³*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск*

Принято считать, что беспашотная обработка почвы (нулевая обработка, no-till технология) по сравнению с традиционной вспашкой сохраняет биологическое разнообразие почвенных животных: макроартропод и дождевых червей, а также микроартропод (клещей и коллембол). Нулевая обработка увеличивает количество хищных почвенных беспозвоночных, способствующих контролю вредителей в агроценозах. Влияние этой технологии на изменение свойств почвы, как и на население почвенных беспозвоночных, в России только начинает исследоваться.

Цель нашего исследования оценить изменение состава и структуры сообществ почвенных беспозвоночных при смене традиционной обработки почвы на нулевую в агроэкосистемах юга Западной Сибири. Работы выполнялись в степной зоне Новосибирской области в

конце мая 2017 и 2018 г. Участки с нулевой и традиционной обработкой почвы находились в пределах одного пшеничного поля вплотную друг к другу на одинаковых почвах, отстояли на несколько сотен метров от ближайших лесополос. Технология нулевой обработки почвы применялась на опытном участке с 2007 г. Сборы сделаны с помощью почвенных ловушек и почвенных проб размером 50х25х15 см. Период 10 лет, прошедший после смены системы земледелия с традиционной на беспашотную, оказался недостаточным для существенных изменений в содержании почвенного органического вещества, общего азота и многих других химических свойств почвы. Однако в зависимости от типа обработки почвы, на полях за это время уже успели сформироваться разные сообщества почвенных животных.

Сообщество поля, обрабатываемого по традиционной технологии, включает большее количество летающих хищных жуужелиц, свойственных ранним стадиям сукцессии, а также фитофагов – личинок щелкунов, имеющих твердые, устойчивые к высыханию покровы. Обилие почвенных комков позволяет сравнительно крупным жуужелицам рода *Poecilus*, а также щелкунам, легко перемещаться по щелям между почвенными отдельностями.

Поле с беспашотной обработкой, имеющее менее эродированную и менее высыхающую почву, частично укрытую соломой (до 600 г/м²), имеет более высокую плотность (4-5 особей против 0,1-0,2 на пробу, $p=0,0001$) и видовое богатство дождевых червей (эпигейный *Eisenia nordenskioldi nordenskioldi*, эндогейный *E. n. pallida* и синантропный *E. fetida* на поле по-till против одного *E. n. nordenskioldi* на поле традиционной обработки; при этом, на последнем встречены только половозрелые особи дождевых червей). На поле с беспашотной обработкой значительно более богатое население пауков (особенно весной) и малое количество других хищников (кроме супердоминанта *Poecilus cupreus* и субдоминанта *P. versicolor*). В такой почве было найдено большое количество личинок некоторых жуужелиц (например, *Amara consularis*), что позволяет предположить, что они проходят в этом биотопе полный цикл развития.

Исследование частично поддержано грантом РФФИ № 17-04-01369а.

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О КЛЕЩАХ (ACARI) В ШТОРМОВЫХ ВЫБРОСАХ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

First data on the mites (Acari) in tidal debris of the Caspian Sea

О.Л. Макарова¹, С.Г. Ермилов²

¹*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, ol_makarova@mail.ru*

²*Тюменский государственный университет, Тюмень,
ermilovacari@yandex.ru*

Сведения о морских и приморских клещах Каспийского моря, крупнейшего бессточного водоема Земли, практически отсутствуют. Акарологические работы на Каспии ограничены сведениями о панцирных клещах северо-западного берега (Абдурахманов и др. 2011, 2013; Грикурова и др. 2014), а также единичными регистрациями видов других групп (Макарова 1993; Bartsch 2009). Нами изучены клещи, обнаруженные в морских выбросах резко различных по своим природным условиям участков Дагестанского заповедника – в тростниковых зарослях Кизлярского залива (северный Дагестан) и на песчаных пляжах Самурского леса (южный Дагестан). Целью работы было выявление видового состава клещей и анализ специфичности комплекса найденных видов. Пробы (объемом 125 мл) отбирали в собственно морских выбросах и в подстилающих грунтах. Каждая серия проб имела 5-кратную повторность.

Обнаружены: 31 вид панцирных (отряд Oribatida), 31 вид гамазовых (Mesostigmata) и 4 вида астигматических (Astigmata) клещей. Состав отряда Prostigmata в настоящее время не может быть проанализирован в силу крайне низкой изученности этой группы; можно лишь указать, что она представлена в выбросах не менее, чем 17 семействами. Два вида панцирных (*Austrophthiracarus* cf. *duplex* и *Xenillus toyae*) и один вид гамазовых клещей (*Gamasellodes vulgarior*) впервые найдены в России. Из 62 видов этих групп 28 видов (в т.ч. большинство Mesostigmata) ранее не были отмечены в Дагестане. В Кизлярском заливе в выбросах отмечено 28 видов панцирных и гамазовых клещей, на пляжах Самурского леса – 42 вида. Фаунистическое сходство (по Жаккару) выявленных списков – 13.1 %. С учетом неидентифицированных видов Prostigmata, обилие всех групп клещей в выбросах Кизлярского залива составило в среднем 1850 экз./л, в выбросах на пляжах Самурского леса – 1100 экз./л. На долю Prostigmata приходилось 61 и 42 % особей соответственно.

Группировка панцирных и гамазовых клещей выбросов слабо дифференцирована экологически и не включает собственно литоральных видов, характерных для выбросов водорослей на открытых морских берегах. Большинство найденных видов орибатид – свободноживущие обитатели подстилки и почвы умеренной влажности, только два вида представляют гидрофильный комплекс (*Hydrozetes lacustris parisiensis* и *Zetomimus furcatus*). Среди гамазовых клещей 7 видов предпочитают переувлажненные субстраты (*Lasioseius confusus*, представители родов *Cheiroseius*, *Platyseius*, *Ololaelaps*), а 4 вида (*Arctoseius cetratus*, *Macrocheles scutatus*, *Phorytocarpais hyalinus*, *Uropoda orbicularis*) обитают в широком спектре эвтрофированных местообитаний.

Отсутствие специализированных талассобионтов, вероятно, связано с характером морских выбросов в изученных районах Каспийского побережья. Как правило, они состоят из плохо разлагающейся растительной трухи наземного происхождения (тростниковой ветоши, грубого сена, древесных остатков), в которых не бывает массового размножения сапрофильных беспозвоночных. Их обильный комплекс развивается в регулярно формирующихся скоплениях быстро разлагающихся морских водорослей, для роста которых часто нужны каменистые субстраты.

Работа поддержана российско-иранским грантом РФФИ (№ 20-54-56054 Иран_m).

О СОХРАНЕНИИ ПОПУЛЯЦИЙ КУСТАРНИКОВОЙ УЛИТКИ (*BRADYBAENA FRUTICUM*) В ПАРКАХ МОСКВЫ

*Preservation of the bush snail (*Bradybaena fruticum*) populations
in the parks of Moscow*

В.М. Макеева¹, И.Д. Алаззели¹, А.В. Смуров¹, А.П. Каледин²

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Музей землеведения, Москва, vmmakeeva@yandex.ru

²Московский государственный аграрный университет – МСХА
имени К.А. Тимирязева, Москва, curbsky@yandex.ru

Наземный моллюск – кустарниковая улитка (*Bradybaena fruticum*, Mollusca, Gastropoda) – обитатель почвенно-подстилочного яруса, широко распространен в Европейской части России и в Западной Си-

бири, в том числе на урбанизированных территориях (Лихарев и Рамельмейер 1952). В экосистемах парков города Москвы, являющихся городскими особо охраняемыми природными территориями, эти улитки играют важную роль в пищевых цепях в качестве белкового корма для птиц и грызунов. Фрагментация ландшафта приводит к обитанию моллюсков в мелких изолятах, вследствие активации дрейфа генов и инбридинга происходит обеднение генофонда популяций, снижение их жизнеспособности и вымирание. Поэтому, сохранение качества (разнообразия) генофонда городских популяций является основой для сохранения их жизнеспособности и длительного устойчивого существования в городе (Макеева и др. 2012).

Длительный эколого-генетический мониторинг (с 1975 года) популяций кустарниковой улитки в условиях антропогенного ландшафта Москвы и Подмосковья выявил постоянство генетической структуры во времени в крупных природных популяциях и быстрое уменьшение разнообразия генофонда в мелких городских изолятах (Макеева и др. 1995, 2005, 2021). Для целей мониторинга использовался генетически детерминированный признак наличия или отсутствия полосы на раковине. В 2003 г. был начат длительный эксперимент по оздоровлению и поддержанию жизнеспособности четырех популяций кустарниковой улитки в парках города Москвы, генофонд которых был оценен как критический (утрачено до 70% разнообразия). Было проведено обогащение генофонда городских популяций с помощью внесения расчетного числа особей из природных эталонных популяций-доноров. Контроль состояния генофонда, проведенный в 2005 г., выявил достоверное изменение частоты аллеля полосатости раковин, повторный контроль, проведенный в 2017–2019 гг., выявил увеличение уровня гетерозиготности популяций и сохранение частоты этого признака с 2005 г. на протяжении двух поколений (Макеева и др. 2021). Полученные результаты эксперимента подтвердили эффективность восстановления разнообразия генофонда и жизнеспособности популяций кустарниковой улитки в парках города Москвы, проведенного с помощью разработанного способа поддержания жизнеспособности популяций на урбанизированных территориях, защищенного патентом на изобретение (Макеева и Смуров 2018).

ТРЕНДЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МЕРЗЛОТНЫХ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЮГА ВИТИМСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ

*Trends in the temperature regime of permafrost meadow-chernozem soils
in the south of the Vitim region*

А.Ц. Мангатаев, Н.Б. Бадмаев

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
aleksandr_man@mail.ru*

Глобальное изменение климата северного полушария определяет повышение температуры воздуха на 0,8 °С, в среднем по России – от 0,9 до 1,1 °С, в отдельных пунктах российского Севера – на 1,0–1,5°С (Оценочный доклад... 2008). В Забайкалье за столетний период температура воздуха в приповерхностном слое атмосферы повысилась на 1,7°С. Инструментальные исследования по данным АПИК и термохроннов (Бадмаев и др. 2017) по климату и температурному режиму мерзлотной лугово-черноземной почвы показывают, что в переходной зоне Забайкалья от сплошной криолитозоны к островной выявлена деградация многолетней мерзлоты на 50–70 см. Скорость процесса с 1965 по 1975 составляла 1 см/год; в период с 1975 по 2021 г. скорость деградации увеличились почти в 2 раза 1,5–1,8 см/год (Badmaev et al. 2021).

Анализ данных температурного режима почв за 2015–2021 гг. свидетельствует о том, что биологически активная температура (>10°С) стала проникать до 80–90 см, что ниже по глубине на 20–30 см, чем было в 1965 г. В распределении влажности почв наблюдаются иссушение верхних горизонтов и некоторое увеличение влажности в нижней части почвенного профиля при деградации многолетней мерзлоты. Потепление климата и аридизация влияют на глубину оттаивания как интегральный показатель теплового состояния криолитозоны. В ландшафтах юга Витимского плоскогорья более чем за столетний период (1909, 1981 и 2008) была установлена неоднозначная реакция толщины сезонного слоя оттаивания почвы. Максимальное изменение глубины оттаивания почвы (на 1,4–1,7 м) за 20 век был выявлен для открытых степных пространств.

Инструментальные данные об атмосферном климате и температурном режиме мерзлотной лугово-черноземной почвы показывают,

что на юге Витимского плато (в переходной зоне от сплошной вечной мерзлоты к пятнистой) наблюдается тенденция к повышению среднегодовой температуры воздуха и уменьшению количества осадков. В целом на территории Республики Бурятия наблюдаются значительные преобразования природной среды, вызванные глобальными изменениями: установлены статистически значимые тенденции повышения температуры и уменьшения осадков с выделением влажного и сухого периодов.

Исследования проведены при финансовой поддержке государственного задания № 121030100228-4 и гранта РФФИ № 19-29-05250-мк.

ПОЧВЕННЫЕ КЛЕЩИ И НЕМАТОДЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ОБИЛИЯ ФУЗАРИЕВЫХ ГРИБОВ

*Soil mites and nematodes as indicators of the abundance
of Fusarium species*

К.А. Машков¹, А.А. Гончаров^{1,2}

¹*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, m-mashkovs@yandex.ru, antonio.goncharoff@gmail.com*

²*Институт экологической и сельскохозяйственной биологии ТюмГУ,
Тюмень*

Фузариоз зерновых – широко распространенное заболевание, снижающее урожай и качество зерна (Гагкаева и др. 2011). Вредоносность фузариоза колоса усугубляется отсутствием методов, позволяющих своевременно оценивать риск развития болезни. Весьма вероятно, что организмы, обладающие высокой чувствительностью к биотическим и абиотическим факторам среды, в том числе почвенные нематоды и клещи, способны стать индикаторами обилия фузариевых грибов в почве (Goncharov et al. 2022).

Для проверки этой гипотезы был проведен эксперимент на поле озимой пшеницы в Калужской области. Опытные делянки (площадь 25 м²) были разделены на три экспериментальных режима: контроль, мульча с низким содержанием азота, мульча с высоким содержанием азота. Отбор проб велся на 0, 21, 48 и 95 дни эксперимента. В образцах почвы был исследован таксономический состав клещей и нематод, произведена оценка биомассы (методом ИФА) и числа копий генов (qПЦР) фузариевых грибов. Почвенные клещи и нематоды были разделены на трофические группы, для нематод были рассчитаны эколо-

гические индексы (Neher et al. 2004). Полученные данные были использованы для построения оптимальной линейной модели с помощью пошагового алгоритма.

Биомасса фузариевых грибов была отрицательно связана с обилием нематод-бактериофагов и нематод-фитофагов, а также клещей-микофагов. Число копий генов фузариевых грибов было положительно связано с обилием клещей-микофагов и отрицательно – со значением индекса обогащённости сообщества нематод.

Таким образом, использование почвенных клещей и нематод можно рассматривать как перспективный способ оценки риска развития фузариоза колоса.

МЕЖВИДОВЫЕ ОТНОШЕНИЯ *APHELENCHUS AVENAE*, *APHELENCHOIDES SAPROPHILUS* И *APHELENCHOIDES BESSEYI* IN VITRO

*Interspecific interactions of *Aphelenchus avenae*, *Aphelenchoides saprophilus* and *Aphelenchoides besseyi* in vitro*

В.Д. Мигунова¹, А.А. Шестеперов²

¹*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, barbarusha@rambler.ru*

²*Федеральный научный центр ВИБ РАН, Москва*

Грибоядные нематоды родов *Aphelenchus* и *Aphelenchoides* являются наиболее распространенными в почве (Zolda 2006; Monokrousos et al. 2021). *Aphelenchus avenae* – космополитный вид, который может оказывать значительное воздействие как на биомассу грибов, так и на численность фитопаразитических нематод (Zhang et al. 2020). *Aphelenchoides saprophilus* обнаруживается в корневой системе клевера даже под снежным покровом, где он успешно размножается на почвенных грибах (Shesteperv 1985). Этот вид также питается микоризными грибами и может влиять на развитие микоризы, а также межвидовую конкуренцию почвенных грибов (Ruess and Dighton 1996). *Aphelenchoides besseyi* – фитопаразит риса, который обладает способностью развиваться на грибах. Понимание межвидовых взаимодействий между нематодами и факторов, определяющих эти взаимодействия, имеют важное значение для прогнозирования численности нематод в экосистемах. Межвидовые отношения нематод усложняются наличием большого числа видов, присутствующих в экосистемах. Борьба за доступные ресурсы определяет типы взаимодействий нема-

тод. Температура является одним из важнейших факторов, определяющих это взаимодействие. На модели *in vitro* рассматривается взаимодействие трех видов нематод *Aphelenchoides saprophilus*, *Aphelenchus avenae* и *Aphelenchoides besseyi* при совместном культивировании на грибе *Alternaria tenuis*. Тестировались следующие гипотезы: 1) репродуктивные показатели всех трех видов связаны с температурой; 2) в смешанной культуре нематод конкурентное преимущество определяется скоростью размножения при определенных температурах; 3) температура и межвидовые взаимодействия влияют на половую и возрастную структуру популяций нематод. Нематод для эксперимента выделяли из почвы и растений. В засеянные грибом *Alternaria tenuis* пробирки добавляли нематод в количестве 50 и 100 особей на пробирку (чистые и смешанные культуры). Опыты проводили при трех температурных режимах: 5 °C, 15–25 °C и 30 °C. Рост популяций нематод зависел от температуры. 15–25 °C оказался благоприятным режимом для роста и размножения всех видов. При 30 °C хорошо размножались *Aphelenchus avenae* и *Aphelenchoides besseyi*. При 5 °C только *Aphelenchoides saprophilus* мог выживать и размножаться. Наиболее интенсивные конкурентные взаимодействия были отмечены при температуре 15–25 °C. При этой же температуре численность самцов в смешанных культурах возрастала в 5–7 раз. Показано, что температура, а также потенциал размножения, являются решающими факторами в условиях конкуренции за питание.

ВЛИЯЮТ ЛИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА СООБЩЕСТВА ЖУКОВ-ЖУЖЕЛИЦ И ЧЕРНОТЕЛОК (COLEOPTERA: CARABIDAE, TENEBRIONIDAE) В ГОРНЫХ КОТЛОВИНАХ ТУВЫ И АЛТАЯ: 60-ЛЕТНИЙ ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ

Do climate changes affect the communities of beetles and dark beetles (Coleoptera: Carabidae, Tenebrionidae) in the mountain basins of Tuva and Altai: 60 years of research experience

В.Г. Мордкович¹, Р.Ю. Дудко¹, С.А. Худяев², И.И. Любечанский¹

¹*Институт систематики и экологии животных СО РАН,
Новосибирск*

²*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Россия,
Новосибирск, lubech@gmail.com*

Изучали состав и структуру сообществ напочвенных жесткокрылых (жуужелиц и чернотелок; Coleoptera: Carabidae, Tenebrionidae) гор-

ных котловин Алтая и Тувы в одних и тех же местообитаниях с интервалом примерно в 60 лет: в 1962–1963 и в 2018–2020 гг. на фоне изменений температуры и осадков за указанный период. В целом, климат характеризуемых степных котловин сохранил черты резкоконтинентального, с отрицательными среднегодовыми температурами, дефицитом влаги и высокой частотой колебаний всех параметров. Во всех регионах наблюдается повышение среднегодовых температур, а в последние 10–20 лет – и годового количества осадков, наиболее сильно – в Улуг-Хемской котловине Тувы, создавая предпосылки снижения аридности экологических условий.

За прошедший период времени динамическая плотность жуков изученных таксонов изменилась в несколько раз, иногда – более, чем на порядок. При этом плотность представителей более ксерофильного семейства чернотелок упала, а более мезофильных жужелиц – возросла. При сравнении долей чернотелок в населении в 1960-е гг. с их долями в 2018–2020 гг. практически во всех случаях наблюдается резкое, в несколько раз, снижение их участия в сообществах. В котловинах Тувы становится больше видов жужелиц, имеющих более северное или более широкое (полизональное и/или транспалеарктическое) распространение. Такие виды встречаются как в регионах с гумидным, так и с аридным климатом. Эти изменения видовых композиций и сообществ герпетобионтных жуков в направлении гумидизации могут свидетельствовать о смягчении климатических условий и некотором увлажнении климата в изученном регионе.

Средние значения индексов видового разнообразия и выравненности не отличаются в целом для состояний экосистем «прежде» и «теперь». Также нет статистически значимых отличий и для общего видового богатства и общей численности. Зато заметны межгодовые различия для некоторых индексов разнообразия, рассчитанных для экосистем Алтая в 2018 и 2020 гг. Это может говорить о том, что различия между общими показателями разнообразия сообществ герпетобионтных жесткокрылых в сухие и влажные годы перекрывают многолетний тренд изменения климата, и популяции видов, обладающих различными жизненными стратегиями в сообществах, быстро отвечают на эти изменения без потери общей структурной сложности животного населения.

Исследование поддержано Программой фундаментальных научных исследований (ФНИ) на 2021-2025 гг., проект № 122011800263-6. Экспедиционные исследования в Туве и на Алтае в 2018–2020 гг. поддержаны грантом РФФИ № 18-04-00820а.

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ БОГАТСТВО И СТРУКТУРА ФАУНЫ ДИПЛОПОД

АЛТАЕ-ХАНГАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ СТРАНЫ

*Taxonomic richness and structure of the millipede fauna
of the Altai-Khangai-Sayan Mountain Country*

П.С. Нефедьев

*Алтайский государственный университет, Барнаул
Тигирекский государственный природный заповедник, Барнаул
Томский государственный университет, Томск, p.nefediev@mail.ru*

Видовое богатство фауны двупарноногих многоножек Алтае-Хангае-Саянской горной страны (АХСГС, районирование по: Черных и Золотов 2011) составляет 73 вида из 17 родов, 6 семейств, 3 отрядов (Михалева 2017; Нефедьев 2021). Население диплоподами различных физико-географических областей АХСГС является крайне неравномерным. Русскоалтайская область характеризуется максимальным видовым богатством (50 видов) по сравнению с другими областями АХСГС и превосходит таковое Салаиро-Кузнецкой области (14 видов) в 3,6 раза, Западносаянской (12 видов) – в 4,2, Восточносаянской (11 видов) – в 5, Хубсугульской (9 видов) – в 5,6, Тувинской (7 видов) – в 7,1, Хангайской (4 вида) – в 12,5, Монгольскоалтайской (2 вида) – в 25 раз. В Гобийскоалтайской и Кобдо-Дзабханской областях диплоподы до сих пор не обнаружены.

Для оценки бета-разнообразия выполнено сравнение видового богатства двупарноногих многоножек по физико-географическим областям АХСГС с использованием индекса сходства Чекановского-Сьеренсена и последующей кластеризацией методом среднего арифметического невзвешенного связывания. Оценка степени производности диплоподофаун физико-географических областей АХСГС выполнена по индексу Шимкевича-Симпсона (Песенко, 1982).

Диплоподофауна Русскоалтайской физико-географической области АХСГС характеризуется наибольшим как видовым, так и родо-

вым богатством по сравнению с другими областями АХСГС и является производной, в первую очередь, для Салаиро-Кузнецкой и в меньшей степени для Западноаянской и Тувинской областей АХСГС. Это свидетельствует о происхождении фауны двупарноногих многоножек Салаиро-Кузнецкой области преимущественно за счет расселения видов диплопод с Русского Алтая в северном направлении.

По всей видимости, наибольшее таксономическое богатство Русского Алтая объясняется местоположением Русскоалтайской физико-географической области: это единственная область АХСГС, находящаяся практически целиком в условиях теплого и влажного климата по соотношению термооси и оси увлажнения по сравнению с другими областями (см. Черных 2012). Все остальные области АХСГС расположены большей частью либо в условиях холодного и влажного климата (Салаиро-Кузнецкая, Восточноаянская, Западноаянская и Тувинская), либо холодного и сухого (Хубсугульская), либо теплого и сухого (Монгольскоалтайская, Кобдо-Дзабханская, Хангайская и Гобийскоалтайская), что не способствует увеличению видового богатства диплопод этих областей.

АКТИНОМИЦЕТЫ РЕДКОГО РОДА *NOCARDIA* В ПОЛУПУСТЫННЫХ ПОЧВАХ МОНГОЛИИ

Actinomycetes of the rare genus Nocardia in semi-desert soils of Mongolia

Ж. Норовсүрэн¹, Е.П. Никитина²

¹*Институт биологии АНМ, Улан-Батор, Монголия, norvo@mail.ru*

²*Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ*

Почва представляет собой сложную гетерогенную среду со всевозможными условиями для существования и развития микроорганизмов. Это дает большую вероятность для обнаружения редких таксонов бактерий, что в свою очередь может внести вклад в расширение знаний о биоразнообразии почвы, а также способствовать биотехнологическим разработкам. Присутствие редких видов бактерий в генезисе почв можно рассматривать: 1) как случайное их появление в почве; 2) как необходимое звено в цепи трансформации органической и минеральной части почвы, присутствие которого необходимо только в малых количествах; 3) как катализатор отдельных процессов синтеза и распада, почвообразования; 4) как генетический фонд само-

восстановления биологической активности почв после прохождения экстремальных условий.

Е.З. Теппер обращал внимание на специфику ферментативного аппарата нокардий, отличающегося отсутствием у многих видов протеиназ, амилазы, инвертазы и некоторых других гидролитических ферментов. Эта особенность ограничивает, по мнению автора, возможность участия данных бактерий в преобразовании свежих органических остатков и предопределяет использование ими наиболее устойчивых продуктов распада: углеводов, лигнина и гумусовых веществ почвы (Теппер 1976).

Целью работы являлось выявление актиномицетов рода *Nocardia* в полупустынных почвах саксаулового леса Эрдэнэ сомона Говь-Алтайского аймака и Цогтцэций сомона Южногобийского аймака Монголии. Для выделения редко встречающихся форм актиномицетов использовали среду с пропионатом натрия и гумус-витаминный агар (Hayakawa and Nonomura 1984; Зенова 2000). Почвенные образцы перед посевом прогревали при 120 °С в течение часа. Посевы инкубировали в течение 3–4 недель при 28 °С. Для выделения актиномицетов в чистую культуру использовали овсяный агар, Гаузе 1 и ISP 2. Идентификацию выделенных штаммов проводили согласно определителю Берджи (Определитель... 1997) и использовали хемотаксономические признаки: присутствие LL- или мезо-изомеров диаминопимелиновой кислоты и дифференцирующих сахаров в гидролизатах целых клеток (Hasegawa et al. 1983). В результате проведенной работы показано, что общая численность актиномицетов, выделяемых на среде с пропионатом натрия составляла $2.0 \cdot 10^4$ КОЕ/г для почвы Эрдэнэ сомона Говь-Алтайского аймака и $8.4 \cdot 10^3$ КОЕ/г для почвы Цогтцэций сомона Южногобийского аймака. При использовании гумус-витаминного агара численность была несколько выше и достигала $2.3 \cdot 10^4$ и $1.6 \cdot 10^4$ КОЕ/г соответственно. Представители рода *Nocardia* были выделены из обеих исследуемых почв.

Деятельность микроорганизмов проявляется не только в разложении органического вещества и минералов, но и в создании нового органического вещества, представленного микробной биомассой. Отмечается аккумулятивная геохимическая деятельность микроорганизмов на суше. Она проявляется в аккумуляции карбонатов кальция, магния и аморфной кремнекислоты, в накоплении алюминия, в сегрегации и в накоплении железа и марганца в почвах.

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ
ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКИХ АРХИВОВ**
Microbial memory of geoarchaeological archives

Л.М. Полянская¹, В.Е. Приходько²

¹Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
Москва

²ФИЦ Институт физико-химических и биологических проблем
почвоведения РАН, Пущино, kprve00@mail.ru

Микробные сообщества разновозрастных палеопочв могут быть биологическими носителями почвенной памяти об условиях природной среды прошлого (Звягинцев и др. 1985; Демкина и др. 1998; Борисов и др. 2021; Marfenina et al. 2015; Margesin et al. 2016; Williams et al. 1996). Для почв, погребенных под курганами, с использованием метода посева и учета КОЕ бактерий и грибов на селективных питательных средах, а также определением биомассы живых клеток по содержанию фосфолипидов, показано, что эколого-трофическая структура микробного комплекса, активная и суммарная его биомасса, количество грибных колониеобразующих единиц изменяются по разному в зависимости от степени увлажненности и термического режима в период погребения почв, что позволяет с определенной долей вероятности судить о природных условиях различных исторических эпох (Демкина и др. 2000, 2017; Хомутова и др. 2004, 2021; Каширская и др. 2010, 2022; Чернышева и др. 2019; Jenkinson and Ladd, 1981; Mahaney 2004; Kieft et al. 1995; Chandler et al. 1998; Panikov et al. 2003; Grund 2014; Peters et al. 2014; Khomutova et al. 2019; Chernov et al. 2020). Микологическая память культурных слоев средневековых поселений позволила оценить особенности жизнедеятельности их населения (Марфенина и др. 2003, 2019). Начались работы по изучению ДНК и РНК древних почв посредством их выделения и секвенирования генов бактерий 16SpРНК и грибов 26S рРНК (Благодатская и др. 2003, 2016; Семенов и др. 2020; Christesen et al. 1993; Marstrop et al. 2000; Chandler et al. 2007; Chernov et al. 2021).

Эффективны прямые методы оценки пула живых бактерий и микрогрибов с использованием люминесцентной микроскопии и каскадной фильтрации на ядерных фильтрах диаметром от 0,1 до 1,85 мкм (Полянская и др. 1984, 2019). Этими методами показано, что объем

клеток бактерий в черноземах под залежью, пастбищем и лесом составлял 0,3–1,1 мкм³, а под пашней и курганами эпох бронзы, раннего железа и раннего средневековья (возрастом 4,1–1,05 тыс. л. н.) – 0,15–0,3 мкм³ (Полянская и др. 2016, 2017). Таким образом, в изученных почвах природных биоценозов он был 3–11 раз больше, а под пашней и курганами – в 1,5–3 раза больше общепринятого объема клетки (0,1 мкм³), используемого при расчетах биомассы микробов при люминесцентной микроскопии. В древних и пахотных почвах по численности преобладали мелкие клетки бактерий (0,1–0,44 мкм) по сравнению с природными аналогами с доминированием крупных клеток (1,45–1,85 мкм). Это служит одним из механизмов их выживания в палеопочвах под насыпями курганов в обстановке недостатка питательных элементов и влаги. Впервые установлено, что содержание бактериальной биомассы, посчитанное методом “каскадной” фильтрации, в 10–38 раз больше, чем найденное при люминесцентной микроскопии, так как первый метод учитывал объем всех бактерий (0,15–1,1 мкм³), а во втором использовали 0,1 мкм³. Биомасса грибов доминировала над бактериальной, в палеопочвах возраста от 1,1 до 3,9 тыс. лет возрастала доля спор грибов.

Информационная емкость микробиологических носителей почвенной памяти: численность, размер клеток, биомасса, структура, генетические особенности важны для оценки их сохранности и состава в палеопочвах и палеоклиматической маркировки.

Работа выполнена за счет гранта РФФИ 20-05-00284 и Госзадания № 0191-2019-0046.

РАЗМЕРНО-ВИДОВАЯ ГИПОТЕЗА И МИРМЕКОКОМПЛЕКСЫ ТРОПИЧЕСКОГО ЛЕСА И ЛЕСА УМЕРЕННОЙ ЗОНЫ

*The size-grain hypothesis in ant assemblages of tropical
and temperate forests*

Т.В. Попкова

*Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, tatyana.popkovaptv@ya.ru*

Гетерогенность окружающей среды является одним из наиболее важных компонентов пространственной структуры многовидовых

сообществ муравьев. Морфологические особенности видов связаны с пространственной неоднородностью среды. Размеры тела и длина ног определяют доступ видов муравьев к микроместообитаниям (Kaspari and Weiser 1999). Предполагается, что с увеличением гетерогенности среды размер тела и длина ног у муравьев уменьшаются (Schoefield et al. 2016; Salas-Lopez 2017). Это объясняется тем, что виды с мелкими размерами тела и короткими ногами имеют преимущество при освоении микроместообитаний. Напротив, крупные виды с длинными ногами эффективно осуществляют передвижение, тем самым минимизируя неоднородность среды (Farji-Brener et al. 2004; Gibb and Parr 2010; Arnan et al. 2013). Ранее было показано, что размерно-видовая гипотеза не всегда подтверждается в сообществах (например, в саваннах, омброфильных лесах) (Yates et al. 2014; Guilherme et al. 2019). В связи с этим целью данной работы было протестировать размерно-видовую гипотезу в двух мирмекокомплексах разных биогеографических областей. Сбор материала проводился в национальном парке Кат Тьен (провинция Донг Най, Вьетнам) в 2007–2010 и 2018 гг. и на территории Пустынского заказника (Нижегородская обл., Россия) в 2018–2021 гг. Всего изучено 115 видов муравьев, из которых 80 видов были собраны в национальном парке Кат Тьен. Для каждого вида измерены длина и ширина головы, длина мезосомы (индикаторы размера тела), длина задней голени (индикатор скорости передвижения в гетерогенных средах). Морфометрический анализ выполнен на микрофотографиях в модуле программы Gyrhax. Статистическая обработка данных выполнена в среде программирования R. Для муравьев тропического леса выявлено наличие широкого диапазона морфологических признаков. Это проявляется в присутствии более мелких и более крупных видов. Длина ног у тропических муравьев варьирует, однако большая доля видов мирмекокомплекса тропического леса имеет мелкий размер тела и короткие ноги. Муравьи комплекса смешанного леса имеют средние размеры тела и меньшую длину ног. Отличия значений исследуемых признаков в мирмекокомплексах тропического и смешанного леса статистически значимы ($p < 0,01$). Значительная вариабельность морфологических признаков у муравьев тропического леса, вероятно, связана с более высокой гетерогенностью среды. Условно в обоих типах леса можно выделить три участка с различной степенью гетерогенности: почва и подстилка, поверхность под-

стилки, кроны деревьев. Муравьи-геобионты с мелким размером тела и короткими ногами (*Lasius flavus*; *Hyponoponera* spp.) могут осваивать интерстициальные среды. Герпетобионты (*Formica fusca*; *Anoplolepis gracilipes*) имеют более длинные ноги и более крупный размер тела, что связано со снижением энергетических затрат на преодоление неоднородности среды. Это указывает на поддержку размерно-видовой гипотезы в обоих мирмекокомплексах. В свою очередь, это может быть свидетельством сходных путей эволюции многовидовых сообществ муравьев.

Автор выражает благодарность доценту каф. ботаники и зоологии ННГУ им. Н.И. Лобачевского В.А. Зрянину за предоставление материалов по тропическим видам муравьев.

ВЗАИМОСВЯЗЬ МОРФОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ МУРАВЬЕВ ПОЧВЕННО-ПОДСТИЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА В ТРОПИЧЕСКОМ МУССОННОМ ЛЕСУ

Relationships between morphology and ecology of soil and litter-dwelling ants in a tropical monsoon forest

Т.В. Попкова

*Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, tatyana.popkovaptv@ya.ru*

Во многих исследованиях показана связь между морфологией муравьев и структурной сложностью среды, спецификой диеты, стратегиями фуражировки. Например, длина ног и размер тела определяют доступ видов к интерстициальным местообитаниям (Sarty et al. 2006), а размер глаз может указывать на стратегию поиска пищи (Hanisch et al. 2020; Sosiak and Barden 2021). В данной работе оценена связь морфологических признаков и отдельных аспектов экологической ниши у муравьев почвенно-подстилочного комплекса.

Материал собран в национальном парке Кат Тьен (южный Вьетнам) в двух типах леса (лагерстремиевый, диптерокарповый). Проведен морфометрический анализ 57 видов муравьев из 26 родов, 6 подсемейств. Для каждого вида измерены длина и ширина головы, длина мезосомы, длина задней голени и диаметр глаза. Для оценки нишевого пространства выделены следующие категории ниш: гнездовая, фуражировочная и трофическая. Гнездовая ниша включает местополо-

жение гнезда в почве, подстилке, на поверхности почвы, в подвешенной почве. Фуражировочная ниша – фуражировка в почве, подстилке, на поверхности почвы, на деревьях. Трофическая ниша учитывает тип кранио-мандибулярной системы (КМС) (см. Длусский и Федосеева 1988) – грызущая, специализированная, капканная; особенности диеты вида – всеядный, специализированный хищный, универсальный хищный.

В результате анализа взаимосвязи морфологических признаков и различных нишевых параметров выявлена связь фуражировочной ниши с относительным длиной головы ($F = 2,71$, $p < 0,05$) и размером глаз ($F = 3,34$, $p < 0,05$). Вероятно, особое значение для муравьев почвенно-подстилочного комплекса имеет размер головы, который определяет возможность доступа к микроместообитаниям. Размер глаза различается между видами, использующими для фуражировки почву и/или подстилку и поверхность почвы. У последних размер глаз крупнее, что, скорее всего, связано с активным использованием зрения для добычи пищи. Гнездовая ниша муравьев почвенно-подстилочного комплекса не связана ни с одним из морфологических признаков ($p > 0,05$), поскольку местоположение гнезда часто зависит от близости нахождения пищевых ресурсов, условий влажности (Potts et al. 1984) и температурного режима (Heller and Gordon 2006).

Трофическая ниша связана с общими размерами тела муравьев, т.е. с длиной головы ($F = 8,33$, $p < 0,05$), шириной головы ($F = 11,51$, $p < 0,05$) и длиной груди ($F = 15,78$, $p < 0,05$). Данные признаки можно считать индикаторами для разделения зоофагов и полифагов. В среднем, всеядные виды муравьев обладают меньшей длиной груди, но в то же время большим размером головы по сравнению с универсальными хищниками. Тип КМС зависит от длины головы ($F = 16,29$, $p < 0,05$), ширины головы ($F = 11,70$, $p < 0,05$) и длины груди ($p < 0,05$). Виды со специализированной КМС имеют большую длину груди и меньший размер головы по отношению к размеру тела, чем виды с капканной. Очевидно, виды с капканной КМС имеют больший размер головы за счет более развитой мускулатуры мандибул (Larabee and Suarez 2014).

Автор признателен В.А. Зрянину за предоставление материалов по тропическим видам муравьев.

**ПОИСК МОРФОЛОГИЧЕСКИХ РАЗЛИЧИЙ
МЕЖДУ ГЕНЕТИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ
ВИДОВ-УБИКВИСТОВ – НАСУЩНАЯ ЗАДАЧА
СИСТЕМАТИКИ КОЛЛЕМБОЛ**

*The search for morphological differences between the genetic lineages of
ubiquistic species constitutes an urgent task in systematics of Collembola*

М.Б. Потапов

Институт биологии и химии МПГУ, Москва, mpnk-abroad@yandex.ru

Многие виды коллембол известны сочетанием эврибионтности и широкого распространения. *Isotomiella minor*, *Mesaphorura macrochaeta*, *Megalothorax minimus*, *Heteromurus major*, *Lepidocyrtus lanuginosus* – вот соответствующие примеры из разных жизненных форм и семейств коллембол. Известны случаи молекулярной идентичности таких видов по всему ареалу (например, *Desoria trispinata*: Roithmeier et al. 2018). Тогда обоснованно предполагается их инвазивность и, соответственно, недавняя экспансия по всему земному шару. Чаше, однако, после молекулярных исследований выявляется значительная неоднородность и тогда предполагается, что под этими видовыми названиями скрываются криптические виды (Porco et al. 2012a). В некоторых случаях удастся найти соответствующие морфологические отличия и выстроить новую систематику группы (Schneider and D'Haese 2013). Создается впечатление, что большинство случаев широких ареалов коллембол, имеющих неинвазивную экологию – результат их недостаточной изученности, молекулярной и (или) морфологической.

Один из видов, имевший шанс рассматриваться как широко распространенный и одновременно как эврибионтный, был *Parisotoma notabilis*. Недавние молекулярные исследования показали, что этот партеногенетический вид неоднороден и представлен несколькими генетическими линиями (Saltzwedel et al. 2017; Porco et al. 2012b). Наш морфологический анализ показал их практическую идентичность, однако все же позволил установить отличия одной из форм *P. notabilis* (L1) от двух других (наличие трех длинных s-хет на первом членике усика вместо двух). Именно форма L1 имеет заметное отличие в экологии от других, предпочитая нарушенные экосистемы (городские биотопы, агроценозы, временные скопления органического вещества).

За эврибионтностью, по меньшей мере у большинства широко распространённых видов коллембол, скрываются группы практически неотличимых морфологически, но экологически различных видов либо генетических линий.

Работа поддержана грантом РНФ 22-24-00984.

МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЛОЖНОСКОРПИОНОВ (PSEUDOSCORPIONES) ДОНБАССА

To the study of false scorpions (Pseudoscorpiones) of the Donbass

Е.В. Прокопенко¹, И.С. Турбанов^{2,3}, В.Б. Колесников^{4,5}

¹*Донецкий национальный университет, Донецк, helen_proscop@mail.ru*

²*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, turba13@mail.ru*

³*Череповецкий государственный университет, Череповец*

⁴*Воронежский государственный педагогический университет, Воронеж, jukotan@yandex.ru*

⁵*Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, п. ВНИИСС*

Опубликованные данные о видовом составе ложноскорпионов Донбасса отсутствуют. Была обработана коллекция (143 экземпляра), собранная с 1998 по 2017 г. студентами и сотрудниками кафедры зоологии и экологии ДонНУ в 9 локалитетах, в числе которых были объекты природно-заповедного фонда (НПП «Святые Горы» и «Меотида», РЛП «Донецкий Кряж» и «Краматорский», отделения заповедников «Каменные Могилы» и «Хомутовская степь», Станично-Луганское и «Стрельцовская степь»). Зарегистрировано 9 видов, относящихся к 4 семействам: *Dactylochelififer latreillii* (Cheliferidae), *Allochernes wideri*, *Chernes cimicoides*, *Ch. hahnii*, *Lamprochernes chyzeri* (Chernetidae), *Chthonius (Ephippiochthonius) sp.* (Chthoniidae) и два вида *Neobisium sp.* (Neobisidae). Кроме того, из г. Азов (Ростовская область РФ) отмечен *Atemnus politus* (Atemnidae). Все отмеченные виды характеризуются палеарктическим распространением.

Наибольшую численность (80 экземпляров) и широкое распространение в регионе имеет *Ch. hahnii*. Большинство экземпляров собрано под корой деревьев в пойменных и байрачных лесах, единично – в муравейниках. Отмечен с середины апреля до первых чисел октября. Пик численности и половозрелых, и нимфальных стадий при-

ходится на май, самки с выводковыми сумками – во второй декаде июня. Второй по численности вид в собранном материале, *L. chyzeri* (18 экз.), отмечен в основном под корой деревьев в байрачных и пойменных лесах, единично – под корой сосен, в листовой подстилке. Кроме того, найден в синантропных условиях – в навозе кролей в подсобном хозяйстве. Половозрелые особи отмечены с первых чисел мая до первой декады сентября (последнее – в синантропных условиях), нимфальные – в июне. Пик численности приходится на июнь-июль. *P. scorpioides* (собрано 6 экз.) отмечен с третьей декады апреля до первых чисел октября в пойменных и байрачных лесах, искусственных древесных насаждениях, наиболее часто – в листовой подстилке. Локальным распространением в регионе характеризуются *Ch. cimicoides* (НПП «Святые Горы»), *A. wideri* (Станично-Луганский заповедник) и *D. latreillii* (НПП «Меотида»). *Ch. cimicoides* собран в пойменном лесу, *A. wideri* – в слое навоза в курятнике, *D. latreillii* – в листовом опаде вязовой лесополосы. По предварительным данным, среди объектов природно-заповедного фонда Донбасса наибольшим количеством видов ложноскорпионов характеризуется Станично-Луганский заповедник (4 вида): *A. wideri*, *Ch. hahnii*, *L. chyzeri* и *P. scorpioides*. В «Стрельцовой степи» и «Каменных Могилах» отмечены по два вида: *Ch. hahnii* и *Neobisium* sp. в первом из них и *Chthonius* (*Ephippiochthonius*) sp. и *P. scorpioides* – во втором. В «Хомутовской степи» найден пока только *P. scorpioides*, в РЛП «Краматорский» и РЛП «Донецкий Кряж» – только *Ch. hahnii*. В парках и пригородных древесных массивах г. Донецка отмечены четыре вида: *Ch. hahnii*, *P. scorpioides*, *Chthonius* (*Ephippiochthonius*) sp. и *L. chyzeri*.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ МОРСКОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ТАЕЖНЫХ И ТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

*Assessment of the impact of marine organic matter on soil invertebrates in
taiga and tundra ecosystems*

Н.А. Пронина, Д.И. Коробушкин

*Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова РАН,
Москва, pronina.nina2018@yandex.ru, dkorobushkin@yandex.ru*

Морское органическое вещество (МОВ) за счет физических (волновой и штормовой активности) и биотических (миграции птиц и ам-

фибиотических насекомых) факторов повсеместно поступает в наземные экосистемы побережий, где может служить важным источником энергии для наземных растений и животных. Однако за счет глобального изменения климата и стремительного повышения уровня мирового океана (например, для Белого и Баренцева морей подъем превысил 15 см за последние 27 лет), наряду с экстремальными штормами и прямым внесением в почвы МОВ человеком в качестве натуральных удобрений (что характерно для фермерских хозяйств побережий северо-западной Европы и России), МОВ поступает в удаленные от моря экосистемы, ранее не подверженные такому влиянию. Последствия поступления МОВ для почвенных организмов северных экосистем ранее не оценивались. Цель работы: в полевом эксперименте оценить влияние переноса МОВ на таксономическую и функциональную структуру почвенной макрофауны в тундровой и таежной природных зонах.

Эксперимент проведен в 2020–2021 гг. в удаленных от Баренцева (тундра) и Белого (северная тайга) морей зональных экосистемах. В каждом из модельных регионов было заложено по 14 контрольных (без МОВ) и 14 экспериментальных (с внесением соответствующей для побережья морей биомассой МОВ) площадок размером 0,25 м². Через 300 дней на каждой площадке почвенным буром (d=20см) были отобраны пробы, из которых экстрагированы животные с помощью воронок Тульгрена и ручной разборки. Беспозвоночных определяли преимущественно до вида (кроме личинок и мезофауны) и распределяли по функциональным группам по следующим категориям: трофической специализации (хищники, сапрофаги, фитофаги), страте обитания (геобионтные, эпибионтные), активности перемещения (мобильные, малоподвижные). Оценка использования МОВ беспозвоночными проведена на основании естественной разницы изотопного состава углерода ($\delta^{13}\text{C}$) морского и наземного ОВ. По изотопному составу азота ($\delta^{15}\text{N}$) определяли трофическую позицию животных. Различия между средними проверяли с помощью дисперсионного анализа (ANOVA).

В тайге произошло статистически значимое увеличение численности мобильных, малоподвижных и эпибионтных беспозвоночных (521 ± 67 ; 357 ± 57 ; 535 ± 69 экз./м²); в тундре достоверных изменений не наблюдалось. В тундре анализ изотопного состава хищников (Ага-

neae, Chilopoda, Staphylinidae) показал резкое увеличение значений $\delta^{13}\text{C}$ в экспериментальных пробах и в целом более высокие значения $\delta^{15}\text{N}$ по сравнению с сапрофагами, у которых было выявлено увеличение значений $\delta^{15}\text{N}$ в эксперименте по сравнению с контролем. В тайге статистически значимое изменение изотопного состава $\delta^{13}\text{C}$ отмечено только в тканях пауков и орибатид. На таежных экспериментальных площадках было выявлено значительное увеличение численности хищников и сапрофагов, чего не наблюдалось в тундре. Это может быть вызвано в целом низкой численностью почвенной макрофауны в тундровых экосистемах.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-74-10104.

**ФАУНА И ЗООГЕОГРАФИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ
(OLIGOCHAETA: ACANTHODRILIDAE, MEGASCOLECIDAE,
LUMBRICIDAE) РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ АЗИИ**

*Fauna and zoogeography of earthworms (Oligochaeta: Acanthodrilidae,
Megascolecidae, Lumbricidae) in two regions of Western Asia*

И.Б. Рапопорт¹, С.В. Шеховцов²

¹*Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН,
Нальчик, rap-ira777@rambler.ru*

²*ФИЦ Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН,
Новосибирск*

Регионы, отличающиеся общими особенностями формирования фаун, очень редко могут быть ограничены рамками одной отдельно взятой страны. Изучение истории распространения видов требует обширного материала, в том числе собранного из географически разобщенных популяций. Работы по изучению фауны дождевых червей выполнены на севере Западной Азии: в центральной и западной части южного макросклона Большого Кавказа (Республика Абхазия и прилегающий район Российской Федерации) и Армянском нагорье (Республика Армения). Почвенно-зоологических пробы отобраны согласно общепринятой методике (Гиляров 1975).

Анализ собственных и литературных данных (Michaelsen 1907, 2010; Кобахидзе 1941; Малевич 1947, 1957, 1967, 1970, 1976; Перель 1962, 1966, 1967, 1972, 1979 и др.) позволяет утверждать, что на рассматриваемой территории Западного Закавказья обитают не менее 31-

го вида дождевых червей: 1 вид сем. Acanthodrilidae, 2 вида семейства Megascolecidae, 28 видов сем. Lumbricidae, отмечены представители 11 родов. В фауне Западного Закавказья отмечены колхидские, кавказские эндемики, крымско-кавказские субэндемики и виды с колхидско-восточносредиземноморским и кавказско-восточно-средиземноморским типом распространения. В целом в фауне Западного Закавказья по сравнению с Армянским нагорьем отмечено больше видов, основной ареал которых включает Средиземноморскую область Голарктики и полнее выражены географические связи с Крымом.

На Армянском нагорье (Республика Армения) обитают не менее 35-ти видов сем. Lumbricidae, отмечены представители 9 родов. Чуть меньше половины видов – эндемики, почти 90% от общего числа эндемичных таксонов составляют кавказские виды. Эндемизм фауны изученных районов Армянского нагорья в 1,8 раза выше, чем в Западном Закавказье. Отмечено больше западноазиатских таксонов.

Число широко распространенных видов примерно одинаково в обоих регионах (менее 40% общего разнообразия). Низкий вклад широко распространенных и высокая представленность эндемичных таксонов подчеркивают значимость изученных районов в качестве горячих точек биоразнообразия.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта 20-54-56030 Иран_m.

ПОЧВЕННАЯ МАКРОФАУНА ТРЕХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ МОСКВЫ, РАЗНЫХ ПО ПЛОЩАДИ И РЕЖИМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Soil macrofauna of three recreational areas of Moscow, different
in area and mode of use*

А.А. Рахлеева, А.Ю. Мурсенкова

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Москва, a.rakhleeva@gmail.com*

Целью представленной работы стало изучение состава и структуры комплексов почвенной макрофауны, развивающихся под древесной растительностью по таким показателям, как таксономический (для некоторых групп видовой) состав, численность, биомасса, состав доминантных комплексов, трофическая структура на трех рекреаци-

онных территориях Москвы: Сад Музея-Усадьбы Л.Н. Толстого в Хамовниках (Центральный административный округ), Природный заказник Воробьевы Горы (Западный административный округ), Ботанический сад МГУ им. М.В. Ломоносова (Западный административный округ). Полевые работы проводились в июле 2018 г. Пробы отбирались на участках площадью 25х25 см, из трёх почвенных слоёв: горизонта подстилки (A0), слоя 0-10 см и слоя 10-20 см и обрабатывались методом ручной разборки (Гиляров 1975). Было разобрано 44 почвенных пробы. Проводился химический анализ почв исследованных участков: измерялся водный pH и процент гумуса в органо-минеральном горизонте с каждого участка пробоотбора. Данные статистически обрабатывались. Кроме того, в программе PAST был произведен сравнительный анализ на основе индекса Жаккара, были проанализированы индексы разнообразия: Бергера-Паркера и Шеннона. Отдельно изучался видовой состав дождевых червей (семейство Lumbricidae).

На трёх исследованных рекреационных территориях была обнаружена 21 таксономическая группа представителей макрофауны. Обнаруженные таксоны характерны для естественных лесов Подмосковья. Все исследованные участки сходны по таксономическому составу макрофауны более чем на 50%. Различия наблюдаются в доминантных комплексах, численности, биомассе и трофической структуре. На всех участках в составе доминантного комплекса присутствуют дождевые черви, составляя более 50% численности в исследованных почвах музея-усадьбы Л.Н.Толстого в Хамовниках. Изучение их видового состава показало присутствие 10 видов из 5 родов семейства Lumbricidae. На всех участках наиболее типичны представители родов *Aporrectodea* и *Allolobophora*. Режим ухода за поверхностью почвы с удалением опада, стрижкой газона, частой подсыпкой органо-минеральных смесей (территория Хамовники) оказывает неблагоприятное влияние на количественные показатели комплексов мезофауны. Снижаются их численность, биомасса и разнообразие, как на таксономическом, так и на видовом уровне (на примере дождевых червей). На охраняемых рекреационных территориях, где соблюдается естественный режим функционирования древесной растительности и почвенный покров длительное время не нарушается (территории Воробьевы Горы и Ботсад МГУ), макрофауна может демонстрировать высокие значения численности (более 4500 экз./м²) и биомассы (до 180 г/м²),

существенно превышающие значения для типичных городских условий, а также для естественных природных почв Подмосковья.

В пределах природного заказника Воробьевы Горы выявляются участки с контрастными для развития комплексов почвенной макрофауны условиями: есть участки, где почвенная среда благоприятна для развития комплекса сапрофагов (прежде всего дождевых червей и энхитреид), а есть отличные от них участки, где почвенная среда благоприятна для развития комплекса герпетобионтов – зоофагов (паукообразных, жесткокрылых, многоножек, улиток).

АССИМИЛЯЦИЯ СИМУЛИРОВАННОГО «АРТРОПОДНОГО ДОЖДЯ» ПОЧВЕННЫМИ ПИЩЕВЫМИ СЕТЯМИ: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

*Assimilation of the simulated arthropod rain by soil food webs:
preliminary results*

О.Л. Розанова

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, shill.oks@mail.ru*

Взаимодействие подземного и наземного ярусов – одна из актуальнейших тем экологических исследований (Van der Putten et al. 2009). Почвенные детритные и наземные пастбищные пищевые сети, взаимодействующие, в том числе, через прямые трофические связи, составляют неразрывное функциональное единство (Bardgett et al. 1998). Частный случай такого взаимодействия – нисходящий поток животных из кронового яруса в почву, так называемый артроподный дождь. Функциональная значимость этого потока вещества и энергии в питании почвенного населения не исследована, хотя она хорошо установлена для мальков рыб в малых лесных реках (напр. Chan et al. 2008; Astakhov 2016).

С целью исследования путей освоения потока артроподного дождя и значимости этой субсидии в питании подстилочных и почвенных беспозвоночных различных трофических групп мы провели симуляционный полевой эксперимент. На огороженные площадки в естественном смешанном лесу (биологическая станция ИПЭЭ РАН Малинки, Московская обл.) мы внесли коллембол *Folsomia candida*, сухой массой, эквивалентной среднему дневному поступлению артро-

подного дождя в данном типе леса (Rozanova et al. 2019). Всего мы использовали 9 площадок, каждая площадью 1 м²: по 3 площадки с внесением живых коллембол, внесением неживых коллембол, и контроль. Коллемболы были выращены в лабораторных условиях на субстратах, обогащенных стабильными изотопами ¹⁵N, что дало превышение значения $\delta^{15}\text{N}$ в их телах более, чем в 2000 раз относительно естественного уровня в почвенной фауне ($\delta^{15}\text{N}_{\text{коллембол}} = 6733 \pm 788 \text{ ‰}$; $n=7$; контрольная выборка почвенной фауны: $\delta^{15}\text{N} = 2,5 \pm 0,1 \text{ ‰}$; $n= 457$). На 8 и 22 день эксперимента мы произвели отлов почвенных беспозвоночных для измерения изотопного состава азота в их телах. В ходе работы было обработано около 13000 особей почвенных животных, изотопный анализ проведен для 1706 проб мезо- и макрофауны.

Предварительные результаты показали большую степень включения артроподного дождя в почвенные пищевые сети: до 18% проб беспозвоночных имели повышенную величину $\delta^{15}\text{N}$ на 8 день эксперимента, до 13% на 22 день. При внесении живого материала наибольшая доля особей, содержащих маркер азота ¹⁵N, в оба срока была в следующих таксонах: в тромбидиформных, мезостигматических клещах до 70% проб (средняя величина $\delta^{15}\text{N} = 268 \pm 121 \text{ ‰}$, $n = 4$ и $188 \pm 38 \text{ ‰}$, $n = 21$, соответственно), пауках 40% ($\delta^{15}\text{N} = 122 \pm 18 \text{ ‰}$, $n = 11$), а также в губоногих многоножках, 25% особей ($\delta^{15}\text{N} = 187 \pm 54 \text{ ‰}$, $n = 9$). В случае внесения неживого материала, количество меченых проб было ниже: в пауках до 20% ($\delta^{15}\text{N} = 58 \pm 24 \text{ ‰}$, $n = 2$), в мезостигматических клещах 21% ($\delta^{15}\text{N} = 82 \pm 56 \text{ ‰}$, $n = 3$). Некоторые сапрофаги, особенно панцирные клещи (Ceratozetidae и Galumnidae), также имели незначительно, но статистически значимо увеличенные величины $\delta^{15}\text{N}$, указывающие на потребление ресурсов, поступивших с артроподным дождем. Величины $\delta^{15}\text{N}$ сапрофагов за оба срока были выше в случае поступления неживых, нежели живых, коллембол, особенно на 8 день проведения эксперимента (25 и 14% проб, соответственно). Эти результаты подтверждают высокую степень и разнообразие путей включения потока артроподного дождя в почвенные (детритные) пищевые сети уже в течение первых дней после внесения субсидии.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 22-14-00363.

СОСТАВ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПОЧВЕННОЙ МАКРОФАУНЫ ЮЖНОЙ ЧУКОТКИ

*Composition and structure of the soil macrofauna
of the southern Chukotka*

Л.Б. Рыбалов

*Институт проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова РАН,
Москва, lrybalov52@mail.ru*

В 2019–2021 гг. в южной Чукотке (окрестности поселков Акаль-таам, Хатырка и Мейныпильгыно) были проведены исследования состава и структуры населения почвенной макрофауны в наиболее типичных тундровых биоценозах этого региона: в мохово-лишайниково-лаузилерово-шикшевой тундре (1), в лугово-ивковой (с *Salix pulchra*) слабо заболоченной тундре (2), на пойменном лугу с доминированием *Salix pulchra* и *Pyrola minor* (3), в морошково-лишайниково-кустарничково-сфагновой тундре (4). Методы учетов беспозвоночных – почвенные пробы и ловушки Барбера.

Наиболее малочисленная группировка макрофауны отмечена в мохово-лишайниковой тундре (1), в разные годы численность здесь составляла 70–90 экз./м², наиболее многочисленная группировка характерна для пойменного луга (3) – 120–140 экз./м². В лугово-ивковой тундре (2) суммарная численность составляла 92–104 экз./м², в морошково-лишайниковой тундре (4) – 102–128 экз./м².

Таксономический состав населения макрофауны в течение трех лет изменялся относительно мало: в почвенных пробах преобладали Aranei (в разные годы пауки составляли 30–35 % от суммарной численности), крупные визуально различимые Enchytraeidae (12–16 %), щитовки Ortheziidae (12–14 %), клопы (в основном сем. Saldidae) (10–12 %), Staphylinidae (8–10 %), Carabidae (6–8 %), Lithobiidae (5–7 %).

Почти те же группы преобладали и в составе герпетобионтов: Aranei (30–39 %), Carabidae (14–22 %), Opiliones (6–13 %), Staphylinidae (5–6 %), клопы Saldidae (4–6%), Silphidae (3–6 %), Elateridae (3–4 %), Tipulidae (2–3 %).

Наибольшее число видов в изученном регионе отмечено среди групп Aranei – более 100, Staphylinidae – 56, Carabidae – 48.

Среди Aranei преобладали виды семейства Linyphiidae (71), Lycosidae (9), Thomisidae и Gnaphosidae (по 4). Как и во всех северных,

относительно экстремальных регионах, в каждой систематической группе число доминирующих видов невелико – от 4 до 6. Среди Linyphiidae во всех типах тундр преобладал *Erigone psychrophila*, на участках 2–4 многочисленными были также *Halorates holmgreni*, *Hybauchenidium aquilonare*, *Horcotes strandi*. В мохово-лишайниковой тундре (1) доминировал также один вид Thomisidae – *Xysticus britcheri*. Среди Lycosidae на участках 2–4 доминировали *Pardosa palustris* и *P. podhorski*. Все виды пауков имеют арктическое или бореомонтанное распространение.

Среди Staphylinidae доминировали 4 вида, из которых *Arpedium brachypterum* преобладал во всех типах тундр, *Quedius kamchaticus* – только на участках 1 и 4, *Q. fellmani* и *Oxypoda oeklandi* на участках 2 и 3. Среди стафилинид господствовали либо арктические, либо бореальные виды.

Среди жужелиц доминировали 7 видов, из которых *Pterostichus nigripalpis* и *P. brevicornis* преобладали в мохово-лишайниковой тундре (1), *Loricera pilicornis*, *P. ventricosus* и *Pelophila borealis* – на участках 2 и 3, *Pterostichus montanus* – на участках 2 и 4, а *Diacheila polita* – на участке 4.

ПАРАМЕТРЫ ОНТОГЕНЕЗА И ПОПУЛЯЦИОННЫХ ЦИКЛОВ У ЧЕТЫРЕХ МОДЕЛЬНЫХ ВИДОВ САПРОКСИЛЬНЫХ НЕМАТОД ЛЕСНЫХ И ПАРКОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

*Parameters of ontogenesis and population cycles in four model species
of saproxylic nematodes of forest and park ecosystems*

А.Ю. Рысс, К.С. Полянина

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, nema@zin.ru

Одним из важных компонентов поступления органики в почву в лесных экосистемах является мертвая древесина. В разложении древесины участвуют бактерии, грибы и беспозвоночные, многие из которых относятся к редким организмам России и мира. Поэтому в странах Северной Европы приняты национальные программы сохранения мертвой древесины (Dead Wood) как кормовой базы редких грибов и насекомых. Для сохранения биоразнообразия необходимо понимать особенности функционирования детритных пищевых сетей мертвой древесины. Важным компонентом в трофических сетях деградации древесины являются нематоды.

Цель проекта – выбор модельных видов сапроксильных нематод и оценка основных параметров их жизненного цикла и популяционного цикла *in vitro*. Изучены 4 вида энтомохорных нематод из древесины дуба *Quercus robur*: 2 вида бактериофагов из отряда Rhabditida, *Panagrolaimus detritophagus* (сем. Panagrolaimidae) и *Rhabditolaimus ulmi* (сем. Diplogasteridae), и 2 вида микофагов из сем. Aphelenchoiidae (отряд Tylenchida), совмещающих фитопаразитизм и микофагию на разных стадиях цикла, *Bursaphelenchus willibaldi* и *Aphelenchoides* sp. Определены следующие параметры их циклов: плодовитость, сроки фаз яйцекладки, вылупления и линек, длительность одной генерации (G, формирование половозрелых особей пропативного поколения), продолжительность жизни и репродуктивные периоды самок.

Средняя продолжительность онтогенеза (G) изученных видов составляла 4–12 сут., средняя плодовитость – 1,3–3,6 яиц/сут. Продолжительность репродуктивного периода самок варьировала от 1G до 9G. Мико-фитофаги отличаются от бактериофагов наличием миграционной группы, покидающей агаровую среду через 1–2G и служащей для пассивного или энтомохорного расселения в новые среды. Это дает возможность вычислить потоки биомассы и продукцию популяции. Цикл популяции начинается экспоненциальным ростом численности, для этой фазы для каждого из 4 видов разработана математическая модель, позволяющая рассчитать сроки естественного разложения 1 м³ древесины при комнатной температуре, а затем аппроксимировать эти данные для экосистемы естественного ландшафта по климатическим характеристикам (учитывая длительность периода со среднесуточной температурой от 20°C). Сроки деструкции составляют 1–4 года для древесных растений-хозяев в умеренном климате.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-34-90101 «Индивидуальное развитие и параметры репродукции основных экотипов ксилобионтных нематод, ассоциированных с жуками-переносчиками»; сбор и препарирование проведены в рамках Государственного задания 122031100260-0 «Биоразнообразие паразитов, их жизненные циклы, биология и эволюция». Материалы депонированы в Фондовой коллекции УФК ЗИН РАН, в секциях живых культур, постоянных препаратов и молекулярно-генетических образцов. Авторы благодарят С.А. Субботина за молекулярную характеристику видов.

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ВСТРЕЧАЕМОСТИ
БАКТЕРИИ *WOLBACHIA*
У МУРАВЬЕВ УМЕРЕННОГО ПОЯСА**

*Preliminary data on the occurrence of the bacterium *Wolbachia*
in temperate ants*

А.С. Рябинин, Р.А. Быков, Ю.Ю. Илинский

*ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск,
art@ryabinin.net*

Муравьи играют важную роль в формировании и функционировании многих наземных биоценозов, в том числе принимая активное участие в процессе почвообразования. Гнездостроительная деятельность муравьев приводит к изменению не только физических, но и химических свойств почвы. Муравьи, как активные хищники, оказывают также серьезное воздействие на почвенную биоту, регулируя численность многих беспозвоночных. Обитатели гнезд муравьев, начиная от микроорганизмов и заканчивая представителями мезофауны, также оказывают значимое воздействие на почву (Hölldobler and Wilson 1990; Del Toro et al. 2012). Симбиотические отношения связывают муравьев со многими насекомыми, растениями и бактериями (Zientz et al. 2005). Среди эндосимбиотических бактерий, встречающихся у муравьев, особый интерес представляют бактерии *Wolbachia*. Известно, что эти эндосимбионты влияют на репродуктивную систему хозяина, индуцируя ряд эффектов (в частности, цитоплазматическую несовместимость, партеногенез, феминизацию и андроксид), которые обеспечивают благоприятные условия для размножения *Wolbachia* и передачи его следующему поколению (Engelstadter and Hurst 2009). Важным направлением исследований является использование *Wolbachia* в качестве средства борьбы с различными видами вредителей (Ross et al. 2019). До настоящего времени исследования бактерии *Wolbachia* у муравьев в основном были посвящены только муравьям тропического пояса (Russell et al. 2009; Russell et al. 2012; Ramalho et al. 2020), в то время как для муравьев, обитающих в умеренном поясе, таких работ крайне мало (Wenseleers 2001; Viljakainen et al. 2008). Целью работы было выявление изолятов *Wolbachia* у муравьев, населяющих лесные и степные ландшафты умеренного пояса. Проведен скрининг эндосимбионта *Wolbachia* у муравьев 12 видов 7 родов: *Camponotus* (*C. saxatilis*), *Cataglyphis* (*C. aenescens*), *Formica*

(*F. candida*, *F. cunicularia*, *F. fusca*, *F. polychaeta*, *F. rufa*, *F. sanguinea*), *Lasius* (*L. fuliginosus*), *Leptothorax* (*L. acervorum*), *Myrmica* (*M. rubra*), *Tetramorium* (*T. caespitum*). Всего было проанализировано 120 образцов из Курганской и Новосибирской областей и из Республики Саха (Якутия) (10, 83 и 27 образцов, соответственно). Сбор материала осуществлялся на маршрутах шириной 3 метра. При этом осматривали все возможные места обитания муравьев. Из гнезд муравьев собирали по 10–15 особей. Материал фиксировали в 96 % спирте. Для выявления эндосимбиотической бактерии *Wolbachia* был проведен качественный анализ образцов с помощью полимерной цепной реакции (ПЦР). Для выявленных изолятов бактерии были получены последовательности пяти генов системы мультилокусного типирования (MLST – Multilocus sequence typing) *Wolbachia* (Baldo et al. 2006).

Эндосимбиотическая бактерия *Wolbachia* обнаружена у шести видов, все они относятся к роду *Formica* (*F. candida*, *F. cunicularia*, *F. fusca*, *F. polychaeta*, *F. rufa*, *F. sanguinea*). У *F. fusca* обнаружен уникальный гаплотип симбионта; у муравьев *F. sanguinea* эндосимбиотическая бактерия обнаружена впервые. У представителей родов *Lasius*, *Myrmica*, *Camponotus*, *Cataglyphis*, *Leptothorax* и *Tetramorium* эндосимбионт не обнаружен. Молекулярно-генетический анализ изолятов *Wolbachia* показал низкое генетическое разнообразие ($p\text{-distance} \sim 0,017$), т.е. выявленные изоляты генетически близки друг к другу. Это может быть связано с биологией самой бактерии, а также служить основанием для исследований путей и механизмов распространения *Wolbachia* внутри одного и между разными видами.

ПАНЦИРНЫЕ КЛЕЩИ (ACARI, ORIBATIDA) СЕМЕЙСТВА DAMAEIDAE ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

*Oribatid mites (Acari, Oribatida) of the family Damaeidae
in the Russian Far East*

Н.А. Рябинин¹, С.Г. Ермилов²

¹Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск,
nryabinin46@gmail.com

²Тюменский государственный университет, Тюмень,
ermilovacari@yandex.ru

Damaeidae (Acari, Oribatida) – крупное семейство (около 30 родов/подродов и 300 видов) панцирных клещей, представители которого

го обитают преимущественно в почве и имеют космополитное распространение (Súbias 2022).

Планомерное фаунистическое изучение Damaeidae на Дальнем Востоке России начато в 60-х гг. XX века. До недавнего времени был зарегистрирован 31 вид из 10 родов (Ryabinin 2015; Ryabinin et al. 2018). Таксономическая идентификация акарологических материалов, собранных в последние годы в хвойных и широколиственных лесах Хабаровского и Приморского краев, Сахалинской и Еврейской автономной областей, позволила расширить имевшиеся сведения об этой группе клещей. Так, из новых сборов описаны как новые для науки виды *Belbodamaeus gobilliensis*, *Epidamaeus chopeensis*, *Kunstidamaeus ladislavmikoï*, *Parabelbella rusfareastensis* и *Spatiodamaeus ziemowiti* (Ermilov and Ryabinin 2020a–d); впервые для Палеарктики отмечены род *Weigmannia* и виды *Weigmannia parki*, *Epidamaeus craigheadi*; впервые для Дальнего Востока зарегистрированы роды *Acanthobelba*, *Dyobelba* и виды *Acanthobelba heterosetosa*, *Damaeus maximus*, *D. striatus*, *Dyobelba biclavata*, *Epidamaeus variabilis*.

Таким образом, фауна панцирных клещей Damaeidae на Дальнем Востоке насчитывает сейчас 43 вида из 13 родов. Наиболее многочисленным по видовому составу является род *Epidamaeus* (17 видов). Наиболее часто встречались *Epidamaeus puritanicus* (найден в 45 местообитаниях), *E. microspinus* (33), *Belba rossica* (29) и *Epidamaeus fortispinosus* (22).

ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕПОНИРОВАНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОЛЛЕМБОЛ

Effects of a long-term deposition of municipal solid wastes on taxonomic and functional diversity of springtails

Р.А. Сайфутдинов

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, saifutdinov@sev-in.ru*

Накопление и захоронение твердых коммунальных (бытовых) отходов – одна из наиболее острых проблем современного общества (UNEP Global Waste Management Outlook 2015). Производство коммунальных отходов неизменно растет и к 2050 году, согласно прогно-

зам, может достигнуть 3 млрд т в год (Sharma and Jain 2020). Длительное депонирование твердых коммунальных отходов может оказывать значительное влияние на флору и фауну наземных экосистем (Vaverkova et al. 2019). Однако, исследований, посвященных этому аспекту недостаточно, как в отечественной, так и в зарубежной литературе.

Цель исследования – оценить влияние длительного депонирования твердых коммунальных отходов на таксоцены коллембол, их таксономическое и функциональное разнообразие. Материал был собран осенью 2021 г. на территории двух свалок ТКО в Московской области. Обе свалки были закрыты для приема отходов около 5-6 лет до даты учетов и тела свалок были покрыты травянистой и частично древесной растительностью. На каждой из свалок выбраны по 3 участка в импактной зоне (тело свалки), в буферной зоне (~ 50 метров от края тела свалки) и в фоновой зоне, расположенной не менее чем в 1 км от буферной. Участки располагались не менее чем в 25 м друг от друга. На каждом из участков было отобрано по 3 почвенных образца для оценки численности, таксономического и функционального разнообразия коллембол.

Всего было обнаружено 47 видов, относящихся к 28 родам и 11 семействам. Согласно результатам кластерного анализа, фаунистическое сходство таксоценов коллембол было высоким в пределах типов участков (импактный, буферный, фоновый), нежели между участками. Наибольшая средняя численность коллембол была отмечена в импактных участках свалок (37461 ± 11246 экз./м²) и в несколько раз превышала таковую в фоновых участках (11605 ± 4433 экз./м²). Тем не менее, согласно анализу смешанных моделей, различия в численности коллембол между исследованными участками были лишь близкими к статистически значимым ($p < 0,08$).

Значительную долю численности коллембол в импактных участках составляли поверхностные виды – *Lepidocyrtus pallidus*, *Ceratophysella succinea*, *Cryptopygus thermophilus* и *Sphaeridia pumilis*. Почвенные виды, напротив, главным образом встречались на буферных и фоновых участках. Вне зависимости от функциональной группы (поверхностные или почвенные виды), коллемболы в импактных участках были значительно обогащены по изотопу ¹⁵N в сравнении с фоновыми и буферными участками. Таким образом, полученные результа-

ты свидетельствуют о значительной трансформации таксоценов коллембол в экосистемах, хронически нарушенных длительным депонированием коммунальных отходов.

Исследование поддержано грантом РНФ № 21-74-00126.

**ЖУКИ-СТАФИЛИНИДЫ (STAPHYLINIDAE)
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: ПРОБЛЕМЫ
И СОВРЕМЕННЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

*Rove-beetles (Staphylinidae) of the Western Siberia: the problems
and their modern solutions*

М.А. Сальницкая

*Тюменский государственный университет, Тюмень,
m.salnitska@gmail.com*

Семейство стафилинид (Coleoptera: Staphylinidae) – одно из крупнейших среди жесткокрылых насекомых по числу видов (~64 тыс.). Эволюционная пластичность, в частности, в связи с модификациями крылового аппарата, в значительной степени повлияла на стремительное видообразование и расселительную способность группы: жуков-стафилинид можно найти от Арктики до южных пустынь и от горных до равнинных ландшафтов.

Фауна стафилинид Западной Сибири – одна из наиболее слабо изученных в России, хотя первые работы с описаниями новых видов и указаний встречаемости появились более столетия назад (Sahlberg 1880). Большинство современных статей посвящены изучению разнообразия стафилинид (Бухкало и др. 2012; Бабенко и др. 2018). Лучше изучена южная часть Западной Сибири (Бабенко 1998; Павлов 2005), в то время как центральная и северная части слабо изучены. Западная Сибирь представляет собой уникальный плацдарм для изучения разнообразия популяций беспозвоночных (Lyubechanskii and Azarkina 2017), которые не разделены серьезными географическими барьерами, а подвержены плавному градиенту изменяющихся условий. Специфическое положение Западно-Сибирской равнины делает ее своеобразным коридором между Европейской и Восточно-Сибирской фаунами, в результате чего на данной территории смешиваются виды обеих фаун; при этом для некоторых видов этот регион становится и границей ареала (Островерхова и Редькина 2007). Долготные гра-

диенты в совокупности с широтной зональностью Западной Сибири создают условия для формирования как широко распространенных, так и локальных видов, связанных с отдельными поясами или микро-стациями (Samoylova and Striganova 2013).

Для эффективного изучения фауны такой сложной группы как жуки-стафилиниды необходим комплексный подход, заключающийся в первую очередь в создании надежных синоптических коллекций, необходимых в качестве фундамента исследований. Тем не менее классические методы изучения насекомых, от коллекции до морфологии и таксономии, в некоторых случаях малоэффективны, например, при изучении отдельных изменчивых групп видов. В качестве альтернативы или с целью получения дополнительных данных в современной науке широко используют молекулярные методы, основанные на изучении как отдельных генов, так и более объемных участках генома.

Задача и первые шаги нашего исследования состоят в создании фундаментальных современных коллекций стафилинид на базе Тюменского государственного университета с целью дальнейшего всестороннего изучения фауны этой группы в Западной Сибири.

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ КОЛЛЕМБОЛ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРА УЧЕТНОГО УЧАСТКА

*Occurrence of springtails in pine forests of the European part of Russia,
as dependent on the size of the plot sampled*

А.К. Сараева¹, Н.А. Кузнецова²

¹*Институт леса КарНЦ РАН, Петрозаводск, saraeva68@inbox.ru*

²*Московский педагогический государственный университет, Москва*

Изучение структуры биоразнообразия находится в центре внимания ландшафтной экологии. Основным методическим подходом этого направления является сравнение данных, полученных на участках разного масштаба: регион, район, местообитание, его мелкие выделы. Данные анализируют с позиций альфа-бета-гамма разнообразия для выявления вклада различных факторов, от исторических до локальных, в организацию биоты. Однако во многих сообществах большинство видов редки и малочисленны, с небольшой вероятностью их об-

наружения. Возникает вопрос, участок какого размера нужно обследовать, чтобы обнаружить тот или иной вид?

Нашей задачей была оценка встречаемости отдельных видов коллембол в зависимости от размера участка в местообитании. Исследование проводили в 3 типах сосновых лесов (лишайниковый, зеленомошный, сфагновый), охватывающих широкий диапазон влажности местообитаний, в средней тайге (Карелия) и в полосе борео-неморальных лесов (Приокско-Террасный заповедник). Способ учета – фрактально-гнездовой, расположение проб в серии (81 проба) позволяет оценить встречаемость видов в местообитании на участках разного масштаба: 8 см², 1 дм², 6 дм², 1 м², 100 м². Коллембол экстрагировали из подстилки и верхнего слоя почвы (1-2 см) на воронках Тульгрена. Всего проанализировано 22 серии, 1782 пробы, 18634 экз. из 46 видов.

Встречаемость рассчитывали для каждого масштаба как долю участков, где вид был найден, от общего числа участков данного масштаба. Значимость данного масштаба для встречаемости вида относительно других масштабов оценивали с помощью метода обобщенных линейных моделей. Другими независимыми факторами в анализе были «Тип леса», а для Карелии еще «Район» и «Сезон».

Вероятность нахождения вида возрастала с размером обследованного участка. Однако у ряда видов различия во встречаемости не были значимыми. Это касается всех видов, обнаруженных менее чем в половине изученных сосняков. В основном это редкие и малочисленные виды, обнаружение которых не может гарантировать даже большой объем выборки. Однако отсутствие значимой связи с масштабом есть и у некоторых многочисленных видов, что связано с сильно агрегированным распределением, когда мощные локальные скопления диаметром 1 м² и более перекрывают более мелкие участки. Такое распределение, названное «очаговым» (Сараева и др. 2015) обнаруживает, например, *Xenyllodes armatus*.

Самым многочисленным был *Isotomiella minor*, с встречаемостью 85 % на участках 1 дм² и почти 100 % на участках 6 дм² в обоих регионах. *Parisotoma notabilis* с той же частотой встречался в южном, но реже – в северном регионе. Менее многочисленные, но часто встречающиеся виды: *Micranurida pygmaea*, *Willemia anophthalma*, *Mesaphorura yosii*, *Oligaphorura absoloni*, *Lepidocyrtus lignorum*, на севере –

Anurophorus septentrionalis и *Desoria hiemalis*, на юге – виды *Megalothorax* и *Pseudachorutes*. На севере эти виды встречались на половине, на юге – на трети участков в 1 дм², но почти всегда их можно было обнаружить в местообитании. Факторы «Сезон» и «Район» влияли на встречаемость большинства видов, фактор «Тип леса» был значимым лишь на 6 дм². В целом предложен способ оценки встречаемости видов коллембол лесной подстилки на участках разного размера с помощью фрактально-гнездовой схемы учета.

ПАУКИ (ARACHNIDA, ARANEI) ГАРЕЙ В ЛЕСАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Spiders (Arachnida, Aranei) in burned forests of European Russia

Р.Р. Сейфулина¹, Д.И. Коробушкин¹,

А.Ю. Горбунова¹, А.В. Пономарёв²

¹*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, r-seyfulina@yandex.ru*

²*ФИЦ Южный научный центр РАН, Отдел аридных зон,
Ростов-на-Дону*

Лесные пожары в значительной мере влияют на локальную макрофауну, повышая гетерогенность окружающей среды. В итоге на местах гарей формируются сообщества почвенных животных, отличные от соседних, но связанные с ними по своему генезису. Механизм подобных процессов изучен слабо, и одним из путей его познания представляется сравнение означенных сообществ в различных условиях, ранжированных по какому-либо градиенту. В этой связи мы предприняли масштабное полевое изыскание с использованием трансекты с отчетливым макрогеографическим градиентом протяженностью 3000 км в широтном направлении, проходящей по Русской равнине от Черного моря до Белого. Отбор проб был проведен на 20 гарях пятилетней давности и соответствующем числе контрольных площадок в пяти различных экорегионах. На каждом участке с помощью почвенного бура было отобрано пять образцов почвы диаметром 20 см и глубиной 15 см для анализа макрофауны. В данном докладе представлены сведения, касающиеся одной из важных ее групп – пауков, относящихся по структуре питания к хищникам-генералистам. При ста-

тистической обработке использованы дисперсионный анализ, метод ординации, метод главных компонент.

Всего в ходе исследования было зарегистрировано 95 видов пауков из 18 семейств. Самыми разнообразными и обильными оказались представители семейства Linyphiidae (более половины видов и особей). Также к многочисленным можно отнести семейства Hahniidae и Lycosidae (17 и 5% особей соответственно). Не отмечено достоверных различий в общей численности и структуре сообщества между контрольными участками и гарями в пределах региона ($F=1,5$, $p=0,22$; Лямбда Уилкса=0,9, $F(4,34)=0,94$, $p=0,99$), но между различными эко-регионами разница статистически значима ($F=3,5$; $p=0,02$; Лямбда Уилкса=0,16, $F(16, 95)=4,8$, $p<0,0001$). Таким образом, географическое положение леса (гари) признано основным фактором, диктующим различия в изученных экосистемах (аналогично и по другим группам животных). При этом выявлены следующие закономерности. При движении на юг постепенно снижается доля Linyphiidae (с 95% до 35%). Hahniidae более типичны для центральной зоны, Gnaphosidae и Thomisidae – для юга. Суммарная плотность пауков колеблется по широтному градиенту в кратных пределах и достигает наибольшей величины в средней полосе (360 экз./м²), тогда как севернее падает вдвое (170 экз./м²), южнее – в пять раз (70 экз./м²). Фаунистическое сходство между регионами невелико, как правило, в соседних из них доминировали разные виды. Исключение составили *Tapinocyba pallens* и *Hahnina pusilla*, преобладавшие в двух центральных регионах. В целом, численность и разнообразие пауков на гарях несколько ниже, чем на контрольных участках (недостоверно). Минимальные различия в парах опыт/ контроль наблюдались в Балтийском регионе, особенно для представителей Hahniidae. Склонны к заселению выгоравших мест *Lathys nielsenii*, *Zora* spp., *Neon reticulatus*, *Porrhomma pallidum*, а также некоторые ликоиды и гнафозиды (указаны в порядке убывания тренда).

Исследование частично поддержано грантом РФФ №14-14-00894.

**ПРОНИКНОВЕНИЕ И ВЕРОЯТНОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
MELOIDOGYNE HAPLA НА ТЕРРИТОРИИ
РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ**

*The penetration and probability of spread of *Meloidogyne hapla*
in the Republic of Karelia*

О.В. Синкевич

Карельский филиал ФГБУ «ВНИИКР», Петрозаводск, ovbio@mail.ru

Проблема инвазий чужеродных видов была сформулирована Ч.С. Элтоном в 1958 г., но только в 1993 г. вступила в силу Международная конвенция о биологическом разнообразии, обязывающая страны предотвращать интродукцию чужеродных видов, угрожающих экосистемам, местам обитания или видам. В России инвазионная экология как самостоятельное научное направление начала формироваться около 20 лет назад (Инвазивные растения... 2021). На сегодняшний день сдерживающей силой на пути инвазионных видов стоит служба карантина растений, которая действует в рамках единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза.

Среди инвазивных видов нематод культурных растений, выявленных за последние годы на территории Республики Карелия, выделяют представителей стеблевых нематод *Ditylenchus dipsaci* и *D. destructor* (стеблевая нематода картофеля) (Инвазивные растения... 2021), а также *Aphelenchoides fragariae* (земляничная листовая нематода) (Sinkevich 2021). Особое значение имеет *Meloidogyne hapla* (северная галловая нематода). Этот вид выявлялся на импортном посадочном материале земляники садовой при ввозе на территорию республики, а также был обнаружен в партии отечественной продовольственной моркови, реализуемой через сеть магазинов. Посадочный материал с симптомами поражения был уничтожен, что позволило не допустить попадание опасного вредителя на поля республики, а морковь, к сожалению, была реализована.

Северная галловая нематода является одним из немногих известных видов *Meloidogyne*, способных к размножению и развитию в условиях открытого грунта умеренного климата, где она способна наносить значительный экономический ущерб, снижая урожайность до 50–80% (Хомяк 2021). Это широкий полифаг, поражающий как овощные культуры, так и многие виды сорной и декоративной расти-

тельности. В северном полушарии на территории Российской Федерации она распространена от северных границ Центрального района (Карелия, Ленинградская и Вологодская области) до предгорий Северного Кавказа (Чижев 2010).

Галловые нематоды индуцируют разрастание корневых клеток, что приводит к образованию галлов на корнях растений. Галлы различаются по размеру, в диапазоне от небольших утолщений до крупных вздутий. Нематода повреждает сосудистые ткани корней, тем самым мешая нормальному движению воды и питательных веществ. Зараженные растения демонстрируют признаки дефицита питательных веществ.

В Карелии нет подтвержденной информации об обнаружении *M. hapla*, однако климатические условия, культурные и дикорастущие растения – хозяева нематоды, произрастающие на территории Карелии, неконтролируемое перемещение посадочного материала внутри страны увеличивают вероятность попадания данного вредителя в регион и его адаптацию. Только ежегодный мониторинг специалистов и тщательный контроль производителей за своими посадками смогут вовремя выявить первые очаги и не допустить дальнейшего распространения опасного вредителя.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ НАПОЧВЕННЫХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ ПОСЛЕ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО ЗАВОДА

*The recovery of epigeic arthropods after the cessation
of the copper smelter emissions*

А.Н. Созонтов, Е.А. Бельская, М.П. Золотарев, Е.Л. Воробейчик
*Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург,
a.n.sozontov@gmail.com*

Снижение выбросов промышленных предприятий инициирует восстановление экосистем импактных территорий, что позволяет анализировать закономерности посттехногенной динамики природных комплексов. Цель работы – анализ изменения обилия, разнообразия и структуры населения двух модельных групп хищных членистоногих (жуужелиц и паукообразных) на начальных этапах восстановления лесных экосистем после почти полного прекращения выбросов Сред-

неуральского медеплавильного завода. Исходно предполагали зарегистрировать признаки восстановления сообществ этих групп: уменьшение разницы анализируемых параметров между загрязненными и фоновыми участками после прекращения выбросов по сравнению с предыдущим периодом относительно высоких выбросов.

Материал был собран в массивах елово-пихтового леса на фоновом (20 км от завода) и импактном (2 км) участках в 2005 г. (относительно высокие выбросы, 27 тыс. т поллютантов в год) и в 2018 г. (почти прекратившиеся после 2010 г. выбросы, 3 тыс. т в год). На постоянных учетных площадках учеты проводили почвенными ловушками Барбера (по 49 ловушек в узлах сетки 7×7 через 10 м) дважды за сезон (в конце мая и начале августа; всего 2000 ловушко-суток, 1500 экз. паукообразных и 3000 экз. жужелиц).

В противоположность ожидаемому, отсутствовали положительные изменения разнообразия: участки не различались ни по наблюдаемому, ни по стандартизированному (интерполированному к выборке в 100 экз.) числу видов пауков в оба года исследования; у жужелиц в 2005 г. оба показателя были ниже на импактном участке, но в 2018 г. разница усилилась. Динамическая плотность модельных групп на импактном участке снизилась после прекращения выбросов, но такое же снижение отмечено и на фоновом участке. Вероятно, такая синхронность связана с более холодным летом в 2018 г.

За период наблюдений структура сообществ жужелиц осталась стабильной: не изменились соотношения групп ни по одному из использованных критериев (типу питания, биотопическим и ярусным предпочтениям, отношению к влажности). Это хорошо согласуется с отсутствием существенного улучшения состояния древесного и травяно-кустарничкового яруса в импактной зоне (Воробейчик и др. 2014). У паукообразных структура комплексов на импактном участке претерпела изменения: в доминантном комплексе произошла замена поверхностных форм стратобионтными, а бродячих охотников – тенетниками, резко снизилась доля крупных и увеличилась доля мелких видов. Большинство этих изменений, скорее всего, не связаны со снижением выбросов. Тем не менее, увеличение на импактном участке обилия сенокосцев и появление видов пауков, характерных для фоновой территории, а также «линиифидизация» импактного сообщества могут быть интерпретированы как начальные признаки восстановительных процессов.

Для надежных заключений о ходе восстановления населения герпетобионтов после прекращения промышленных выбросов недостаточно двух точек во времени, особенно с учетом флуктуации погодных условий и ограничений метода почвенных ловушек; необходимо дальнейшее продолжение мониторинга.

**МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В СИСТЕМАТИКЕ ЖУКОВ-СТАФИЛИНИД
(COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE): РАЗНООБРАЗИЕ
И ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ И ДОСТИЖЕНИЙ**

Molecular methods in the systematics of rove beetles (Coleoptera, Staphylinidae): their diversity and review of their strengths and problems

А.Ю. Солодовников

*Тюменский государственный университет, Институт экологической
и сельскохозяйственной биологии (X-BIO), Тюмень,
asolodovnikov@snm.ku.dk*

Жуки-стафилиниды – крупнейшее семейство почвенных насекомых. Они являются обычным и важным объектом почвенной зоологии. Однако использование стафилинид для почвенно-зоологических исследований остается ограниченным из-за недостаточно разработанной систематики семейства. Это негативно отражается на всех этапах, от трудностей определения таксономического состава почвенных проб со стафилинидами до противоречивой интерпретации результатов. За последнее десятилетие широкомасштабное изучение систематики стафилинид существенно интенсифицировалось во многом благодаря широкому внедрению молекулярно-генетических методов. Сейчас они применяются для разных целей, от популяционных исследований и диагностики видов до построения филогений разного объема которые лежат в основе классификации группы и интерпретации свойств получаемых клад. Какие методы сейчас используются и как исследователями стафилинид? Какой метод лучше выбрать для определенных целей исследования? Какие есть сильные и слабые стороны этих методов? Что они могут, а что не могут? Доклад посвящен этим вопросам преимущественно на примере собственных исследований.

СОРБЦИЯ КАЛИЯ НЕКОТОРЫМИ ТИПАМИ ПОЧВ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Potassium sorption by some soil types in Western Transbaikalia

С.Б. Сосорова

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
soelma_sosorova@mail.ru*

Поведение элементов-биофилов в почве во многом определяются общим запасом форм элементов в почве и возможностью их перехода из одного почвенного состояния в другое. Эти трансформации заключаются в способности ионов занимать различные по прочности связи с почвенной твердой фазой позиции и относятся к противоположно направленным обратимым процессам – фиксации и мобилизации. Изучение специфики процессов трансформации форм элементов минерального питания растений в различных почвах создает фундамент для научно обоснованной оценки и регулирования почвенного плодородия (Якименко 2011). Калий – важнейший элемент питания растений. В связи с этим сравнительное изучение и оценка сорбционно-десорбционных характеристик различных почв по отношению к нему представляют значительный интерес для понимания закономерностей и моделирования процесса минерального питания растений в почве

Объектами исследования послужили светло-каштановые, аллювиальные дерновые и торфянисто-низинные почвы Западного Забайкалья (Республика Бурятия). Сорбционные свойства почв определялись в лабораторных условиях в диапазоне концентрации раствора KCl $0,25\text{--}5\text{ ммоль/дм}^3$ в соотношении почва : раствор – 1:10. Время взаимодействия раствора с почвой – 24 часа. Количество поглощенного калия определялось по разнице его концентрации между исходным и равновесным раствором. По результатам эксперимента построены изотермы адсорбции и рассчитаны параметры сорбции по уравнениям Ленгмюра и Фрейндлиха.

Сорбционная способность торфянисто-низинных почв выше, чем у аллювиальных дерновых и светло-каштановых почв. Параметры сорбции калия рассматриваемыми почвами удовлетворительно описываются уравнениями Ленгмюра и Фрейндлиха, однако коэффициенты аппроксимации уравнения Фрейндлиха выше. Применить уравнение Ленгмюра для определения параметров сорбции калия гумусовым

горизонтом аллювиальной дерновой почвой не представилось возможным из-за низкого коэффициента аппроксимации R^2 , что возможно связано с высоким содержанием подвижного калия и его десорбцией при низких концентрациях KCl. Величина предельной емкости сорбции калия изменялась в верхних гумусовых горизонтах от 31,25 до 75,76 ммоль/кг, в нижних горизонтах от 20,41 до 65,30 ммоль/кг. Значения коэффициента K_L уравнения Ленгмюра в гумусовых горизонтах было немногим меньше, чем в минеральных, что свидетельствует о том, что в минеральных горизонтах калий связывается прочнее. Моторин (2014) подчеркивает, что калий в нормазольных торфяных почвах обладает значительной подвижностью, связанное с непрочной фиксацией его торфом, органической природой коллоидов поглощающего комплекса. Значение K_F в гумусовых горизонтах изменялось от 9,98 до 26,82 ммоль/кг с значениями $R^2 - 0,8518-0,9607$, в минеральных – 3.71- 20.97 ммоль/кг с $R^2-0,7454-0,9580$.

Исследованные почвы образуют следующий убывающий ряд по уровню поглощения калия: торфянисто-низинные > светло-каштановые > аллювиальные дерновые.

Работа выполнена в рамках Госзадания № 0271-2021-0004.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАБАРКОДИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТАВА СООБЩЕСТВ ПЕДОБИОНТОВ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ СРЕДЫ МАКРОПЛАСТИКОМ

*Applying metabarcoding to assess the composition of soil communities
under environmental pollution by macroplastic*

И.В. Сотников^{1,2}, В.Д. Леонов¹, В.С. Чепцов², А.В. Тиунов¹

¹*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Москва*

²*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Москва, vania.sotnikov@ya.ru*

Идентификация почвенных беспозвоночных путём морфологического определения является сложной задачей. Из-за высокого разнообразия и численности педобионтов для оценки состава сообществ требуется много времени, а для видовой идентификации необходимы квалифицированные специалисты по отдельным группам беспозвоночных. Между тем, для решения многих задач в области общей экологии, биоиндикации, мониторинга состояния экосистем требуется

быстрое получение данных о разнообразии сообществ животных. Использование метабаркодинга (идентификации организмов по последовательностям участков специальных генов-баркодов) позволяет в короткие сроки установить таксономический состав сообществ и не требует наличия специалистов по отдельным группам. Однако из-за слабой разработанности методик и неполноты баз данных нуклеотидных последовательностей целевых фрагментов геномов этот метод требует верификации классическими методами идентификации. Нами проведён эксперимент, моделирующий загрязнение лесных экосистем крупными фрагментами полиэтиленовой плёнки, имитирующей бытовые пластиковые пакеты, в рамках которого мы сравнили результаты оценок структуры населения педобионтов, полученные «классическим» определением и метабаркодингом. В сентябре 2019 года в 2 хвойных и 2 лиственных лесах Московской области разместили 12 листов чёрного и 12 листов прозрачного полиэтилена размером 40×40 см. Через 9 месяцев из-под листов пленки и на контрольных участках отобрали пробы почвы размером 10×10×10 см. Каждую пробу мы делили на две равные части, из которых экстрагировали животных на воронках Берлезе-Тульгрена. Животных из одной половины пробы идентифицировали с помощью морфологического определения, а из другой методом метабаркодинга. Таксономический состав населения, полученный при морфологическом определении, сравнивали с двумя наборами данных, полученных метабаркодингом (идентифицированные последовательности по базе данных BOLD и точные варианты последовательностей ампликонов, ВПА). В отличие от данных морфологического определения, ни один из применённых вариантов метабаркодинга не показал значимого изменения таксономического состава сообществ педобионтов под пленкой по сравнению с контрольными образцами. Однако использование ВПА показало значимую корреляцию с морфологическим методом определения. При прямом сравнении таксономического состава, полученного морфологическим методом определения и метабаркодингом, показано уменьшение числа таксонов, идентифицированных обоими методами, от отрядов к виду. В целом метабаркодинг показал меньшую способность идентифицировать семейства беспозвоночных. Тем не менее, корреляция идентифицированных последовательностей с данными морфологического определения говорит о потенциальной возможности применения ме-

табаркодинга для анализа таксономического состава сообществ педобионтов, хотя очевидна необходимость дальнейшей оптимизации методики.

**КЛОПЫ-ГЕРПЕТОБИОНТЫ СООБЩЕСТВ
ВЯЗА ЯПОНСКОГО В НИЗОВЬЯХ
Р. СЕЛЕНГИ (РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ)**

*Herpetobiont true bugs of Japanese elm communities in the lower reaches
of the Selenga River (Republic of Buryatia)*

Е.В. Софронова

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск,
aronia@yandex.ru*

Вяз японский (*Ulmus japonica*) – реликтовый в Сибири вид, который образует рефугиумы неморальной биоты в Бурятии и на западе Забайкальского края. Его основной ареал в России простирается существенно восточнее. В нижнем течении р. Селенги вяз японский образует небольшие удалённые друг от друга массивы площадью 10–25 га, в которых выявлено большое количество охраняемых, редких и реликтовых видов (Плешанов и Плешанова 1998; Чепинога и др. 2020).

Земляные клопы (Lygaeidae) преимущественно растительноядные виды, чаще многоядные, обычно питаются различными семенами. Хищных форм мало (Винокуров и Канюкова 1995). В сообществах вяза японского на Селенге выявлено 14 видов Lygaeidae, населяющих растительный опад. Среди них 3 вида было отмечено впервые для Бурятии (*Drymus sylvaticus*, *Plinthisus pusillus*, *Trapezonotus anorus*), вероятно, они являются редкими для всей Байкальской Сибири (Софронова, Софронов 2021). *D. sylvaticus* – европейско-сибирский вид, ранее самой восточной известной точкой его распространения была Иркутская область. *P. pusillus* также европейско-сибирский вид, распространённый на восток до Амурской области, но ранее не отмеченный в регионах Байкальской Сибири. *T. anorus* более широко распространён в Сибири, в том числе, отмечен в Иркутской области, но ранее не был выявлен не только в Бурятии, но и в Забайкальском крае.

Кроме того, в растительном опаде изучаемых рефугиумов в единственном экземпляре собран представитель семейства Berytidae (па-

лочковиды коленчатоусые) *Gampsocoris culicinus culicinus* (Софронова и Софронов 2021). Вид имеет западно-центральнопалеарктическое распространение и для всей Сибири ранее был выявлен только в Кемеровской области и на юге Якутии (Винокуров и др. 2010).

Также в единственном экземпляре собран представитель семейства Cydnidae (земляные щитники) *Ochetostethus opacus*. Вид имеет европейско-сибирский ареал и довольно широко распространён в Предбайкалье, однако в Забайкалье был отмечен впервые (Софронова и Махов 2017).

Некоторые герпетобионтные виды клопов японскоязызовых сообществ являются редкими для всей Байкальской Сибири. Например, *Drymus parvulus* и *Plinthisus lativentris* (Lygaeidae), которые известны в Байкальском регионе по небольшому числу находок (Винокуров и др. 2010), а в Бурятии по единичным (Дидоренко и Дидоренко 1985; Софронова 2012). Сообщества вяза японского на р. Селенге вносят существенный вклад в биоразнообразие Байкальского региона, являются местообитаниями не только реликтовых, но и редких, новых для территорий видов организмов. При возрастающем антропогенном воздействии и меняющемся климате особенно важно охранять и всесторонне изучать рефугиальные экосистемы Сибири.

КЛЕЩИ В БЕРЕГОВЫХ НАНОСАХ ОЗЕР НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Mites in the beach debris of lakes in the south of the Western Siberia

В.А. Столбов, С.Д. Шейкин

Тюменский государственный университет, Тюмень, vitusstgu@mail.ru

Заплесковая зона водоемов является маргинальной зоной между водой и почвой, в ней ярко проявляется краевой эффект (Одум 1975). Эту зону колонизируют многие виды животных, среди которых встречаются как водные, так и почвенные виды; зачастую наиболее многочисленными являются околотовные виды, являющиеся специфическими обитателями данного экотона.

Фауна заплесковой зоны изучена достаточно хорошо, однако большинство исследований посвящены морям. По клещам, населяющим урез водоемов, также существует немало исследований, в том числе по Западной Сибири (Толстиков и Петрова-Никитина 2008).

Однако, большая часть этих исследований посвящена непосредственно урезу воды и сообществам мхов, растущих в зоне заплеска (Кузьмин и др. 2004). В то же время, наиболее богатой по видовому составу и численности является фауна береговых наносов (скоплений детрита) (Тимошкин и др. 2011). Клеши, населяющие наносы на берегах озер, изучены недостаточно. Между тем известно, что акарофауна наносов (как растительных, так и животного происхождения – разлагающейся рыбы) весьма специфична и резко отличается от населения почвы вблизи этих выбросов (Norton and Dindal 1976).

В 2021–2022 гг. нами были изучены наносы в заплесковой зоне на 2 озерах Западной Сибири: пресноводном оз. Сингуль (Тюменская область) и минерализованном оз. Медвежье (Курганская область). Наносы на берегах оз. Сингуль были растительного происхождения – преимущественно остатки тростника, наносы на берегах оз. Медвежье были животного происхождения и представляли большие скопления погибших насекомых.

Фауна клещей из растительных наносов была весьма разнообразной. Видовое богатство и численность изменялись в ряду Oribatida-Mesostigmata-Prostigmata. Непосредственно в наносах возле уреза воды доминировали панцирные клещи из семейств Hydrozetidae и Astegistidae (виды *Hydrozetes* sp. и *Astegistes pilosus*, соответственно). Также встречались немногочисленные представители семейства Ceratoppiidae – *Ceratoppia quadridentata*. Среди других групп клещей были отмечены специфические околководные виды, в частности, водяной клещ *Thyopsis cancellata*. Этот вид относится к гидробионтной группе, нами неоднократно отмечался преимущественно в околководных местообитаниях – на урезу воды, среди береговых наносов, во мхах в зоне заплеска.

В наносах и растительных остатках в 2–3 м от уреза воды фауна панцирных клещей сменилась на виды семейств Galumnidae и Scheloribatidae, главным образом представителей родов *Galumna* и *Scheloribates*, которые заняли доминирующее положение.

Клеши в наносах из мертвых насекомых были малочисленными и представлены преимущественно наземными Parasitengona и Mesostigmata. Орибатида были малочисленны, что, вероятно, связано с повышенной минерализацией водоема. В целом, акарофауна наносов пресноводных озер была богаче, чем минерализованных.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ
ЛИНИЙ НОГОХВОСТКИ *PARISOTOMA NOTABILIS*
В ГРАДИЕНТЕ УРБАНИЗАЦИИ**

*Ecological differentiation of genetic lineages of springtail *Parisotoma notabilis* in the gradient of urbanization*

А.В. Стрючкова, Н.А. Кузнецова

*Московский педагогический государственный университет, Москва,
astr2502@yandex.ru*

Среди почвенных животных есть немало партеногенетических видов, существующих в виде нескольких генетических линий. Такие виды успешнее многих амфимиктических видов осваивают геологически молодые (например, послеледниковые) территории, доминируя как в разнообразных естественных, так и в антропогенных местообитаниях. Можно предположить, что такая эврибионтность связана с экологической специализацией генетических линий этих видов.

Parisotoma notabilis – многочисленный широкораспространенный партеногенетический вид коллембол, для которого описано 5 генетических линий. Для проверки гипотезы о том, что генетические линии *P. notabilis* имеют различия в толерантности к нарушениям среды, мы провели анализ генетического состава популяций вида в пространственном градиенте антропогенной нагрузки.

В Московском регионе было выбрано два градиентных трансекта, включающих естественный лес, слабонарушенный лесопарк и газоны внутри городской застройки с высокой антропогенной нагрузкой. С каждого участка было проанализировано по 7–11 особей *P. notabilis* по фрагменту гена 28S. Ранее этот ген неоднократно использовался для выявления состава генетических линий *P. notabilis*.

Оба трансекта показали аналогичное распределение генетических линий по местообитаниям с разной антропогенной нагрузкой. Получены следующие усреднённые результаты: в естественных лесах встречаются линии L2 (65 %) и L5 (35 %); в слабонарушенных лесопарках – L2 (15 %), L1 (45 %), L5 (40 %); на газонах внутри городской застройки – только линия L1.

Таким образом, генетические линии *P. notabilis* обнаруживают различия в толерантности к нарушениям среды: L1 обитает в местах с высокой антропогенной нагрузкой и практически не встречается в

естественных лесах, L2 и L5 предпочитают ненарушенные местообитания. Однако, L5 показывает большую толерантность к нарушениям среды, чем L2, и наряду с L1 активно заселяет лесопарки. По-видимому, экологическая специализация линий способствует освоению видом различных местообитаний и объясняет широкое распространение и высокую численность *P. notabilis* в умеренных регионах западной Палеарктики.

Работа поддержана грантом РНФ № 22-24-00984.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКУЮ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЖУЖЕЛИЦЫ *PTEROSTICHUS MELANARIUS*

Climatic factors impact on body size variation in ground beetle

Pterostichus melanarius

**Р.А. Суходольская¹, В.В. Алексанов², С.Л. Лузянин³,
И.Г. Воробьева⁴, Т.М. Теофилова⁵, А.А Савельев⁶**

¹*Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань,
ra5suh@rambler.ru*

²*Государственное бюджетное учреждение Калужской области
«Дирекция парков», Калуга, victor_alex@list.ru*

³*Кемеровский государственный университет, Кемерово,
sl_luzyanin@mail.ru*

⁴*Марийский государственный университет, Йошкар-Ола,
vigir@mail.ru*

⁵*Институт по изучению биоразнообразия и экосистемных исследований АН Болгарии, София, Болгария, oberon_zoo@abv.bg*

⁶*Казанский (Поволжский) Федеральный университет, Казань, anatoliy.saveliev.aka.saa@gmail.com*

В работе использована база данных по морфометрическим параметрам *Pterostichus melanarius*, пополнение которой продолжается более 20 лет результатами морфометрического анализа жуков, присылаемых в лабораторию биомониторинга Института проблем экологии и недропользования АН РТ. На данный момент в нее входит около восьми тысяч особей данного вида. База послужила основой для моделирования влияния климатических факторов на изменчивость размеров жуков. Данные по климатическим переменным были взяты из

базы Bioclim. Моделирование проводилось в среде R. Результаты можно представить в виде следующих заключений:

1. При действии большинства климатических переменных (всего их было 19) размеры признаков самок больше, чем самцов, что подтверждает ранее сделанные заключения о характере полового диморфизма у *P. melanarius*.

2. «Количество осадков самого сухого месяца года», «Количество осадков самого сухого квартала» и «Количество осадков самого холодного квартала» не оказывают влияние на изменчивость размеров *P. melanarius*.

3. Самки и самцы по-разному реагируют на переменные «Среднегодовая температура», «Минимальная температура самого холодного месяца», «Средняя температура самого сухого квартала» и «Средняя температура самого теплого квартала».

4. Наибольшие различия при действии этих факторов наблюдаются по ширине надкрылий и параметрам головы.

СВОЙСТВА ТЕМНОГУМУСОВЫХ ПОЧВ В АГРОЛАНДШАФТАХ СЕЛЕНГИНСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ *Properties of dark humus soils in agrolandscapes of the Selenga Mountains*

Д.П. Сымпилова

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
darimasp@mail.ru*

Темногумусовые почвы в Селенгинском среднегорье формируются в нижних частях делювиальных шлейфов на высотах 670-720 м над ур. моря под злаково-разнотравными сообществами. В разнотравье присутствуют представители как таежной, так и степной флоры. В настоящее время эти почвы практически все распаханы и преобразованы в агротемногумусовые. Почвообразующей породой служат как лессы, так и лессовидные отложения. Почвы характеризуются буровато-темно-серым агротемногумусовым и темногумусовым (до 40 см) горизонтами, постепенно сменяющейся малоизмененной почвообразующей породой, глыбисто-комковатой с элементами зернистости структурой, низким содержанием гумуса в агротемногумусовом горизонте, что связано с дегумификацией, вследствие длительного использования в сельскохозяйственном производстве.

Содержание гумуса в агрогумусовых горизонтах – 2,57–2,69 %, в темnogумусовых горизонтах содержание гумуса колеблется в диапазоне 2,76–5,60 % и резко снижается с глубиной. Для всех горизонтов характерна щелочная среда. Среди обменных катионов преобладает кальций. Тип гумуса – фульватно-гуматный, преобладает вторая фракция гуминовых кислот, негидролизующий остаток в горизонте АУ – 28 %. Гранулометрический состав в целом легкосуглинистый, может изменяться от супесчаного до легкосуглинистого. В лессах фракции крупного и среднего песка отсутствуют, мелкого песка составляют – 6–42 %, преобладает фракция крупной пыли – 35–67 %, илистая фракция варьирует от 6 до 15 % (Сымпилова и др. 2015).

Глубина залегания карбонатов варьирует в зависимости от сезонной динамики ландшафтов и циклов увлажнения. Карбонаты в рассматриваемых почвах – вторичные, состоят преимущественно из коллоидного (крипτοкристаллического) кальцита.

При сухом просеивании во всех горизонтах почвенного профиля присутствуют все типы структурных агрегатов. Преобладающими являются агрегаты диаметром >10, 10–5, <0,25. По содержанию агрономически ценных агрегатов рассматриваемая почва классифицируется как удовлетворительная. Оценка структуры почвы в отношении ее водостойчивости указывает в целом на удовлетворительное состояние (Сымпилова и др. 2021).

Плотность почвы увеличивается с 1,16 до 1,47 г/см³, характеризуется как сильно уплотненная, требующая рыхления; плотность твердой фазы увеличивается от 2,67 до 2,75 г/см³, что указывает о преобладании суглинистых минералов (полевые шпаты). Породы, представленные алевролитом, имеют хорошо выраженную макропористость и вертикальную столбчатость.

Полевая влажность характеризуется низкими значениями – 14,56% в темnogумусовом горизонте, далее постепенно уменьшается к почвообразующей породе; общая порозность составляет 57% в темnogумусовом горизонте и постепенно уменьшается вниз по профилю, что в целом характеризует удовлетворительное состояние почвы.

Таким образом, темnogумусовые почвы Селенгинского среднего рья, ранее исследованные как черноземы «забайкальского подтипа», приурочены к ареалам лессовых пород, характеризуются удовлетворительными структурно-агрегатным состоянием и водно-физическими свойствами.

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ В СОДОВО-СОЛЕНОМ ОЗЕРЕ ЗУН ТОРЕЙ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

*Taxonomic diversity of microbial communities in the soda lake Zun Torey
(Transbaikalia)*

А.С. Сыренжапова¹, Е.Ю. Абидуева²,

О.П. Дагурова², Д.Д. Бархутова²

¹*Бурятская государственная сельскохозяйственная академия*

им. В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, arunaSS_70@mail.ru

²*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ*

Торейская впадина занимает обширную территорию в юго-восточной части России и северной Монголии и является частью Улдза-Торейской равнины. Мелкосопочный рельеф с большим количеством депрессий и полуаридный климат способствуют формированию многочисленных содовых, содово-соленых и солоноватых озер. Резкие суточные и сезонные перепады температуры вызывают значительные колебания физико-химических условий обитания микробных сообществ в озерах. Цель исследования – исследовать микробное разнообразие и таксономическую структуру донных осадков содово-соленого озера Зун Торей. Озеро Зун Торей (49°55'-50°14' с.ш., 115°05'-115°98' в.д.) соединено с оз. Барун Торей узкой протокой и образует водно-болотные угодья, называемые Торейскими озерами. На момент исследований Торейские озера были полувysохшими и выглядели, как небольшие разрозненные озерца. Определение физико-химических параметров воды и отбор проб проводили в северо-восточной части озера Зун Торей в августе 2021 года. Температура воды в момент отбора проб составляла +26,7°C, pH 9,7, минерализация 7,8 г/дм³. Концентрация CO₃²⁻ и HCO₃⁻ ионов составляла 2,21 и 4,73 г/л соответственно, ионов Cl⁻ 0,56 г/л, Na⁺ 5,2 г/л, SO₄²⁻ 0,98 г/л. По типизации Алекина (1970) озеро относится к гидрокарбонатно-натриевому типу. Разнообразие прокариот в донных осадках выполнено с использованием высокопроизводительного секвенирования гена 16S рРНК. В образце доминировали бактерии, представители архей составляли 4%. Археи в основном соотнесены с представителями родов *Halalkalicoccus*, *Halohasta*, *Halorubrum*, *Natronococcus*, *Natronorubrum* семейства Halobacteriaceae; родами *Methanobacterium*, *Methanobrevibacter* семейства Methanobacteriaceae; Candidatus Nitrocosmicus, Candi-

datum Nitrososphaera семейства Nitrososphaeraceae, а также с неклассифицированными и некультивируемыми представителями указанных семейств. Наибольшую долю в бактериальном сообществе составляли представители филумов Actinobacteriota (31 %), Bacteroidota (30 %), Firmicutes (12 %) и филума Proteobacteria: классов Alphaproteobacteria (8 %) и Gammaproteobacteria (5 %). Незначительная доля в сообществе приходилась на представителей других филумов (2 %) и филума Planctomycetota (1 %). Неклассифицированные представители филумов составляли (7 %). Филум Actinobacteriota в основном соотнесен с представителями порядков Micrococcales, Nitrospirales, Propionibacteriales, Microtrichales, Rubrobacterales, Coriobacteriales; филум Bacteroidota с представителями порядков Bacteroidales, Chitinophagales, Flavobacteriales, Balneolales. Филум Firmicutes в основном соотнесен с представителями порядков Bacillales, Lactobacillales, Paenibacteriales, Clostridiales. Филум Proteobacteria: классы Alphaproteobacteria и Gammaproteobacteria в основном соотнесены с представителями порядков Rhizobiales, Caulobacterales, Acetobacteriales и Pseudomonadales, Oceanospirillales, Burkholderiales, Pseudomonadales соответственно.

Таким образом, филогенетический анализ показал достаточно разнообразное микробное сообщество донных осадков содово-соленого озера Зун Торей. Установлено, что наибольшую долю в бактериальном сообществе составляют представители филумов Actinobacteriota, Bacteroidota, Firmicutes, Proteobacteria.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке госзадания №121030100229-1.

ИНТЕРАКТИВНОЕ ЗАНЯТИЕ С ИГРОЙ ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ «КТО ЖИВЕТ В ПОЧВЕ»

*Interactive lesson with an educational game for schoolchildren
«Who lives in the soil»*

И.П. Таранец

*Научно-учебный музей землеведения, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Экоцентр «Воробьевы горы»
ГПБУ Мосприрода, Москва, irina.taranets@icloud.com*

Летом 2021 года в детском выездном лагере Центра образования «Коалиция» Центра педагогического мастерства была организована биологическая смена. В рамках смены были подготовлены лекции и

экскурсии на природу, чтобы познакомить детей разного возраста с профессией биолога. В том числе, было проведено интерактивное занятие для учащихся с 3 по 5 классы по теме «Кто живёт в почве». Ее целью было познакомить школьников с некоторыми обитателями почвы посредством образовательной игры.

Под интерактивностью понимается взаимодействие учащегося с учебным окружением и с учебной средой (Подласый 2009). Использование обучающих игр является наиболее эффективным интерактивным методом обучения (Кавтарадзе 2009). Действительно, дети лучше воспринимают и запоминают учебный материал, если в лекцию, беседу включить игровые элементы. Само занятие продолжалось 1 час 20 мин. и включало в себя разные этапы. 1. *Введение* (объяснение, чему посвящено занятие, что такое почва и какие существуют природные зоны). 2. *Образовательная игра* «Кто живёт в почве». На этом этапе школьники получали конверт с картинками и значками (кто живет в почве; кто использует норы или живет в норах), которые нужно было соотнести с фотографиями почвенных обитателей. Список рассмотренных организмов включал: почвенные водоросли, раковинные амёбы, грибы, коллемболы и клещи (показаны фотографии и кадры, сделанные под микроскопом), дождевые черви, многоножки, мокрицы, крот, лиса, барсук, ёж, обыкновенная жаба. Звери были включены в игру, как более привычные для школьников организмы, а также для того, чтобы показать различные связи, которые существуют в природе. 3. *Проверка*. На презентации показывался объект, и учащиеся говорили, где он обитает, как и для каких целей использует почву, задавались вопросы о данном организме. Во время лекции-беседы более подробно рассказывалось об обитателях почвы, какие методы исследования применяются почвенными зоологами, отдельно отмечалась роль грибов, почвенных беспозвоночных в экосистеме, говорилось о вытаптывании, а также последовательно происходило развенчивание мифов. Например, на вопрос, что едят ежи, многие дети говорили про молоко; от жаб можно покрыться бородавками, если взять их в руки, и т.п. Однако были дети, которые возражали и давали верные ответы. Об экологической роли ежей или жаб школьники ничего сказать не могли, однако о роли дождевых червей высказывались правильно. Занятие показало, что младшие школьники не знали о существовании почвенных водорослей и о том, что клещи бывают не только энцефалитные. Никто из младших школьников не знал о существовании кол-

лембол, равно как и почвенных зоологов, хотя дети давали правильные ответы на вопрос кто такой биолог, почвовед, зоолог.

Таким образом, образовательная игра оживляла занятие и способствовала расширению кругозора школьников. Кроме этого, она позволила сделать небольшой срез знаний, показав фрагментарность сведений не только о почвенном мире, но и о более крупных животных, о которых школьники читают еще в раннем возрасте.

ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ПОДЗЕМНЫМИ И НАЗЕМНЫМИ ПИЩЕВЫМИ СЕТЯМИ

Trophic links between belowground and aboveground food webs

А.В. Тиунов

*Институт проблем экологии и эволюции РАН, Москва,
a_tiuinov@mail.ru*

Одна из ключевых задач современной экологии – исследование взаимодействия наземного яруса экосистем, в котором создается первичная продукция, и подземного яруса, в котором сосредоточены процессы деструкции и основной запас органического углерода. Локализованные преимущественно в почве детритные пищевые сети (основанные на мертвом органическом веществе) и наземные пастбищные пищевые сети (основанные на зеленых частях растений) составляют неразрывное функциональное единство, однако трофические связи между надземными и подземными сообществами редко принимаются во внимание в моделях пищевых сетей.

В огромном большинстве экосистем доля биомассы растений, изымаемая фитофагами, очень невелика; основная часть первичной продукции отмирает и поступает в почву, формируя энергетическую основу детритных пищевых сетей. Часть этого мощного потока энергии возвращается в наземные пищевые сети в виде так называемой «детритной субсидии». Почвенные беспозвоночные составляют важнейший пищевой ресурс для множества наземных рептилий, птиц и млекопитающих, многие из которых специализированы к питанию почвенными животными (Potapov et al. 2022). Помимо регулярного и часто не очень заметного изъятия почвенных беспозвоночных наземными животными, происходят периодические выплески «детритной энергии», которые привлекают еще более широкий круг потреби-

телей: весенний выход дождевых червей на поверхность почвы, массовый вылет имаго цикад и других насекомых, лет крылатых особей муравьев и термитов и т.п. Все эти явления очень обычны, но, как правило, не описаны в количественных терминах. Согласно очень приблизительным оценкам, мощность потока энергии, связывающего подземные и наземные пищевые сети, может быть весьма значительной (до десятков граммов сухого вещества на 1 м² в год), однако экспериментальных данных крайне мало. Мы пытаемся частично закрыть этот пробел при поддержке РНФ (проект № 22-14-00363).

Существенное значение имеет и обратное явление, также очень плохо исследованное: поступление живых и мертвых организмов из наземного яруса в подземный, в том числе в виде «артроподного дождя». Функциональную важность этого феномена подтверждают недавние исследования (см. доклад О. Розановой в этом сборнике).

Необходимо также отметить, что трофические связи сопровождаются передачей паразитов и инфекций. Известна роль ряда почвенных животных как промежуточных хозяев гельминтов, хотя это направление многие десятилетия не входило в круг основных интересов почвенных экологов. Крайне мало известно о бактериальных и вирусных инфекциях, поражающих почвенных животных. Таким образом, актуальность исследования трофических связей между надземным и подземным ярусом экосистем выходит далеко за пределы решения фундаментальных экологических вопросов. Не стоит забывать, что панголины, которые, возможно, одарили человечество вирусом COVID-19, принадлежат к детритным пищевым сетям.

ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ ЖУЖЕЛИЦ РОДА AMARA (COLEOPTERA, CARABIDAE)

НА ЮГЕ МЕЩЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

*Life cycles of ground beetles of the genus Amara (Coleoptera, Carabidae)
in the south of the Meshchera lowland*

О.С. Трущицина

*Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина,
Рязань, trushicina01@mail.ru*

Исследования проводили в Окском заповеднике (Рязанская обл., Спасский р-н) с апреля по октябрь в 2006–2008 гг. Почвенные ловуш-

ки были заложены в 9 биотопах. Выделяли незаливаемые ксерофитные луга, заливаемые на непродолжительный срок мезофитные луга и гигрофитные луга низкого уровня с длительным затоплением. Имаго препарировали (Wallin 1989). Типология жизненных циклов дана по А.В. Маталину (2007). Зарегистрировано 17 видов жукелиц рода *Amara*, для трех из которых описаны жизненные циклы.

Amara communis отмечен в луговых фитоценозах всех типов, собрано 486 экз. Активен с апреля по октябрь. Первыми выходили иматурные и генеративные жуки, активность которых продолжалась до конца июня – июля. Период яйцекладки составлял 5–9 декад. Постгенеративные особи наблюдались с конца июня – июля. Выход молодых жуков отмечался в августе – сентябре, а их активность прекращалась только в октябре. Зимовали иматурные и часть постгенеративных имаго. Жизненный цикл *A. communis* реализовался как одногодичный моновольтинный рецикл с весенне-летним или ранне-летним размножением. Сходные данные, касающиеся сезонной динамики активности, были получены в результате предшествующих исследований (Larsson 1939; Greenslade 1965; Лапшин 1971; Шиленков 1978; Lindroth 1986, 1992).

A. lunicollis встречался преимущественно в умеренно влажных биотопах, собрано 220 экз. Активен с апреля по сентябрь. Зимовавшие иматурные и постгенеративные особи наблюдались с апреля по июнь. Максимум численности, вызванный размножением, приходился на конец июня – первую половину июля. Период размножения длился 5–6 декад. Постгенеративные жуки появлялись в первой половине августа. Отрождение имаго наблюдалось в начале – конце сентября. Зимовали жуки нового поколения и часть постгенеративных особей. Жизненный цикл *A. lunicollis* реализуется как одногодичный моновольтинный рецикл с летним размножением. В Дании период размножения этого вида характеризуется как весенне-летний с максимумом в мае (Larsson 1939). В Британии и Швеции максимальная численность жуков, вероятно новой генерации, отмечалась в июле (Greenslade 1965; Lindroth 1992).

A. equestris предпочитал сухие открытые станции, собрано 775 экз. Активность зарегистрирована с июня по октябрь, однако единичные зимовавшие постгенеративные особи встречались уже в апреле. Основной подъем уловистости наблюдался во второй половине июня и

был связан с активностью ювенильных особей, зимовавших на стадии личинки. Иматурные и зимовавшие постгенеративные жуки появлялись в конце июня – июле и встречались до середины августа. Жуки приступали к размножению с конца июня – начала августа. Период яйцекладки длился от 3 до 11 декад. Постгенеративные особи регистрировались с начала августа до октября. Личинки всех возрастов встречались практически одновременно со 2 декады сентября – 1 декады октября до окончания вегетационного сезона. На зимовку уходила часть постгенеративных имаго, а также личинки старших возрастов, что подтверждается их учетами в первой половине апреля. Жизненный цикл реализовался, как одногодичный моновольтинный рецикл с поздне-летним или летне-осенним размножением, что согласуется с имеющимися в литературе сведениями (Larsson 1939; Lindroth 1992).

РОЛЬ ООПТ В СОХРАНЕНИИ РАЗНООБРАЗИЯ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*The role of protected areas in the conservation of biodiversity
of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in the Ryazan region*

О.С. Трушицына¹, А.Ю. Косякова², А.А. Заколдаева²

¹Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина,
Рязань, trushicina01@mail.ru

²ФГБУ «Национальный парк «Мещёра», Гусь-Хрустальный,
ainsel@list.ru, anhydrinka@mail.ru

В Рязанской области находятся два крупных ООПТ федерального значения: Окский государственный природный биосферный заповедник и Национальный парк «Мещерский». Они ведут наблюдения и контроль за компонентами биоразнообразия, при этом особое внимание уделяется жужелицам, чутко реагирующим на изменения условий среды и являющимися хорошими биоиндикаторами.

В Окском заповеднике отмечено 228 видов жужелиц, в национальном парке «Мещерский» – 131 вид, всего в Рязанской области – 277 (Сёмин 2004; Трушицына 2018, 2020). Таким образом, 82 % карабидофауны региона зарегистрировано в заповеднике и 47 % – в национальном парке.

В Красную книгу Рязанской области (2021) занесено 19 видов жужелиц, 15 видов отмечено в фауне заповедника и 10 видов – нацио-

нального парка. Из них *Carabus stscheglowi* и *Elaphrus uliginosus* зарегистрированы только в заповеднике, а *Pterostichus aterrimus* – только в национальном парке. Индекс редких видов для заповедника равен 6,5; для парка – 4,0; для всей области 6,8. Данный показатель характеризует наличие редких видов различных категорий уязвимости на ООПТ и достоверно характеризует значимость ООПТ для сохранения редких видов. Чем выше его значение, тем выше значимость территории для сохранения биоразнообразия (Яшина 2011). Индекс концентрации видового богатства характеризует богатство биоразнообразия охраняемой территории, соотнесенное с площадью ООПТ (Кожаринов и Морозова 1997). В Окском заповеднике данный показатель равен 48; в национальном парке «Мещерский» – 26; в Рязанской области – 42. Проведенный анализ показывает высокую значимость ООПТ для сохранения биологического разнообразия региона.

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЕДОБИОНТОВ В ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ МЕЗОЗОЙСКИХ КОТЛОВИН ЗАБАЙКАЛЬЯ

*Soil-ecological conditions of the functionality of pedobionts in saline soils
of the mesozoic cauldrons of Transbaikalia*

В.И. Убугунова, И.Н. Лаврентьева

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
ubugunova57@mail.ru*

Для почвенного покрова котловин мезозойского типа (Джидинская, Гусиноозерская, Боргойская, Иволгинская, Удинская и др.) Западного Забайкалья характерно наличие различных типов засоленных почв. Их формирование связано с сочетанием ряда факторов: близостью грунтовых вод повышенной минерализации, аккумулятивными формами рельефа, наличием длительной мерзлоты и аридной фазой климата в весенне-раннелетний период.

Почвенно-зоологические исследования проводились в Иволгинской котловине. По геоморфологическому районированию эта территория относится к Селенгинскому среднегорью, характеризуется резко континентальным климатом с малым количеством осадков (200–250 мм). В ее почвенном покрове около 43 % площади (6700 га) заня-

то в различной степени засоленными почвами. Объектом исследования были солонцы светлогумусовые, относящиеся к щелочно-глинисто-дифференцируемому отделу постлитогенного ствола. Для почв характерно низкое содержание гумуса, высокое количество пылеватых частиц, преобладание в составе обменных Na^+ и Mg^{+2} . Содержание легкорастворимых солей изменяется по профилю от 0,872 до 1,815 %, тип химизма - сульфатно-натриевый. Растительность представлена монодоминантным чиевым сообществом, типичным для галоксерофитных степей Внутренней Азии. Разборку почвенных проб осуществляли по стандартной методике (Гиляров 1965). Выборку проводили два раза за сезон – в конце июня и августа. Функционирование почвенной мезофауны происходит при достаточно неблагоприятных водно-температурном и солевом режимах. Особенностью температурного режима изученных почв является их глубокое (до 3–5 м) и длительное промерзание (168–184 дней). Эффективные температуры в 0–50 см слое фиксируются только в конце апреля, а биологически активные – во второй декаде мая и удерживаются до середины октября. Водный режим характеризуется контрастностью. В 0–30 см слое в весенне-раннелетний период влажность критическая (ВЗ–ВРК, <ВЗ) и отмечается максимальная концентрация легкорастворимых солей в верхней части профиля за счет зимнего вымораживания и весеннего испарения. В период выпадения тихоокеанских циклонов для водного режима характерно оптимальное увлажнение (НВ, ВРК–НВ) и наблюдается промывка легкорастворимых солей. Таксономический состав мезофауны засоленных почв беден. Основу почвенного комплекса составляют паукообразные и насекомые, с преобладанием последней группы. Паукообразные представлены только клещами. Среди насекомых преобладают личинки жуков, их доля составляет 70 %. Средняя численность педомезоэдафона составила $63,25 \pm 6,73$ экз./м², биомасса – 0,34 г/м². Господствующее положение по численности и биомассе занимают личинки Tenebrionidae и Asilidae. Их представители наиболее термофильные и приспособлены к неустойчивому водному режиму и засолению почв. По биомассе почвенных беспозвоночных резко выделяются Coleoptera ($0,14 \pm 0,03$ г/м²), Lepidoptera ($0,10 \pm 0,07$ г/м²), Diptera ($0,10 \pm$ г/м²). В число кодоминантов вошли долгоносики, лжектыри, усачи, шелкоуны, куколки двукрылых, личинки и куколки муравьев, жужелиц и куколки жуков. Установлена максимальная концентрация мезофауны (88 %) в слое 0–10 см.

**РЕАКЦИИ СООБЩЕСТВА НЕМАТОД ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ
НА ПРИСУТСТВИЕ И РОСТ ПЛОТНОСТИ ЛЮМБРИЦИД
ИЗ РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП**

*Responses of nematode community of a forest soil to presence and density
increase of ecologically different lumbricid species*

А.В. Уваров¹, К. Илиева-Макулец²,

О. Грабчиньска-Грызьяк², Г. Макулец²

¹*Институт проблем экологии и эволюции РАН, Москва,*

av.uvarov@hotmail.com

²*Institute of Ecology and Bioethics, Cardinal Stephan Wyszyński
University in Warsaw*

Нематоды и дождевые черви – две ключевые группы почвенного населения, в высокой степени ответственные за функционирование детритных пищевых сетей и ход деструкции органического вещества в лесных экосистемах умеренного пояса (Briones 2014; Filser et al. 2016). Влияние люмбрицид на обилие и разнообразие свободноживущих почвенных нематод в целом оценивается как негативное (Demetrio et al. 2019). Однако, лишь единичные исследования рассматривали взаимодействия люмбрицид и нематод в естественных местообитаниях, в частности в лесах умеренного пояса; имеющиеся данные не позволяют сравнивать влияние отдельных видов или экологических групп люмбрицид, а также их эффекты в подстилке и почве. В полевом эксперименте мы сравнили реакции сообщества нематод на присутствие и рост плотности 5 видов люмбрицид, обычных для европейских лесов и представляющих эпигейную, эндогейную и норную экологические группы. В присутствии каждого вида дождевых червей численность нематод снижалась, в подстилке в большей степени, чем в почве. Снижение таксономического богатства нематод (на уровне родов) было менее выражено и доминирующие таксоны в основном сохраняли свои позиции, что предполагает значительную устойчивость сообщества к присутствию дождевых червей и возможность его восстановления после снятия их пресса. В подстилке норный дождевой червь *Lumbricus terrestris* наиболее сильно снижал обилие, но поддерживал высокое разнообразие и более продвинутую стадию развития сообщества нематод и структуры пищевой сети, чем другие люмбрициды. По спектру таксонов влияния эпигейный вид *Lumbricus rubellus* был близок к *L. terrestris*, но при его высокой плотности раз-

нообразие сообщества нематод снижалось и поддерживалось на ранней стадии развития с доминированием *ср₁*-рабдитид. Наиболее слабое влияние на сообщество нематод оказывал эпигейный *Dendrobaena octaedra*. Изменения сообщества нематод в присутствии и при росте плотности эндогеяных люмбрицид *Allolobophora chlorotica* и *Aporrectodea caliginosa* были сходными и проявились как в почве, так и в подстилке, и были не менее выражены, чем под влиянием эпигейных люмбрицид. Представлены новые данные по чувствительности >30 таксонов нематод к присутствию и росту плотности люмбрицид; выявлены группы таксонов с характерными реакциями в подстилке и/или в почве. Например, бактериофаги *Heterocephalobus*, *Monhystera*, *Prismatolaimus*, *Acrobeloides*, микофаги *Ditylenchus* и *Aphelenchoides*, фитофаги *Tylenchorhynchus*, *Filenchus* и *Malenchus* резко сокращали численность в присутствии люмбрицид из любой экологической группы. Напротив, численность бактериофагов *Teratocephalus*, *Drilocephalobus*, *Microlaimus* возрастала в присутствии ряда видов люмбрицид. Большинство наиболее чувствительных таксонов принадлежали к *ср₁₋₃*-гильдиям (преимущественно *r*-стратегии), тогда как представители *ср₄₋₅*-гильдий (хищники, всеядные) проявляли меньшую чувствительность к присутствию люмбрицид. По-видимому, нетрофические формы активности дождевых червей (биотурбация, измельчение подстилки, выделение слизи и др.) оказывают не меньшее влияние на нематод, чем трофическая конкуренция или поглощение нематод с пищей.

МАДАГАСКАРСКИЕ ЖУКИ-НАВОЗНИКИ (COLEOPTERA, SCARABAEIDAE, SCARABAEINAE) КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНДИКАТОР РАЗНООБРАЗИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

*Madagascan dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae)
as a promising indicator of mammal diversity*

А.В. Фролов, Л.А. Ахметова

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, afrolov@zin.ru

Мадагаскар известен исключительным биологическим разнообразием и уровнем эндемизма, достигающим 100% во многих группах животных. Жуки-копрофаги (Scarabaeidae, Scarabaeinae) – одна из наиболее важных модельных групп в глобальных исследованиях состояния наземных экосистем и важные элементы в пищевых цепях

экосистем Мадагаскара, где они изначально эволюционировали как потребители экскрементов лемуров. Усиление антропогенной нагрузки сокращает лесные биотопы, где обитает основная масса копрофагов и популяции лемуров. Это заставляет жуков переключаться на другие источники пищи, что кардинально влияет на их распространение, размер популяций, выживаемость и, как правило, значительно перестраивает пищевые связи. Жуки-копрофаги обычно достаточно многочисленны и их легко собирать с помощью стандартных энтомологических методов, в частности почвенных ловушек с приманками. Сбор жуков требует гораздо меньших затрат времени и ресурсов, чем поимка или наблюдение за млекопитающими, пометом которых они питаются.

В последнее время предпринимаются попытки использовать высокопроизводительное секвенирование (NGS) для идентификации млекопитающих – продуцентов питания копрофагов. Жиллет с соавторами (Gillet et al. 2016) проанализировали содержимое кишечника нескольких видов копрофагов из Свазиленда и обнаружили ДНК 7 видов млекопитающих, включая 2 вида крупного рогатого скота, домашних мышей и человека. Керли с соавторами (Kerley et al. 2018) изучали питание *Circellium bacchus* с помощью метабаркодирования ДНК и выявили 16 видов млекопитающих (от слонов до мелких грызунов), многие из которых не были известны как продуценты питания этого вида. В отличие от общепринятых представлений, помет мышевидных грызунов оказался наиболее распространенным источником питания взрослых *C. bacchus*. На Мадагаскаре, фауна нативных млекопитающих которого бедна и высокоспецифична, такие исследования не проводились. Мы планируем изучить возможность использования методов NGS для выявления источников пищи жуков-копрофагов Мадагаскара. Путем анализа нескольких генетических маркеров репрезентативного набора видов жуков мы выясним, какие виды млекопитающих являются для них источником пищи и сравним полученные данные с имеющимися результатами инвентаризации фауны млекопитающих.

К настоящему времени проведен первый этап проекта – сбор жуков на трех охраняемых территориях в различных регионах острова. Были обследованы 23 пункта в национальных парках Монтань-д'Амбр и Андасиб-Мантадиа и заповеднике массива Анкаратра. Сбор с помощью почвенных ловушек выявил богатую фауну жуков-

копрофагов. По количеству видов преобладают *Helictopleurus*, *Arachnodes*, *Epilissus*, *Nanos*, и *Apotolamprus*. *Helictopleurus* в наших материалах представлен 9 видами, а ряд видов остальных родов предположительно являются новыми для науки.

Работа выполняется при поддержке РФФ (грант 22-24-00715).

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕГРАТИВНОГО ПОДХОДА В СИСТЕМАТИКЕ ХИЩНЫХ КЛЕЩЕЙ СЕМЕЙСТВА PHYTOSEIIDAE

*Application of an integrative approach in the taxonomy of predatory mites
of the family Phytoseiidae*

В.А. Хаустов, И. Докер, О. Джохарчи, П.Б. Климов, А.А. Хаустов

*Тюменский государственный университет, Тюмень,
v.a.khaustov@utmn.ru, i.doker@utmn.ru, o.dzhokharchi@utmn.ru,
pavelklimov@yahoo.com, alkhaustov@mail.ru*

Особи из двух популяций хищных клещей рода *Neoseiulus* (Acari: Phytoseiidae) были собраны на восточном побережье Черного моря (Краснодарский Край) и в горной местности Республики Алтай. Эти две популяции культивировали отдельно в контролируемых лабораторных условиях на протяжении двух лет, используя акароидных клещей в качестве источника пищи.

Наблюдения показали, что клещи *Neoseiulus* sp. с Черноморского побережья имеют обоеполое размножение (не размножаются без самцов), в то время как для алтайской популяции была выявлена телитокия (размножение при отсутствии самцов). Особи обеих популяций были сходны морфологически, за исключением наличия или отсутствия дорсальных пор *gd2*. Несмотря на столь небольшое морфологическое различие, они четко различались последовательностями COX1 (расстояние KP2 19,95–22,01 %). Особи из алтайской популяции были идентифицированы как *N. agrestis* (дорсальные поры *gd2* отсутствовали). Особи из черноморской популяции были описаны как новый для науки вид *N. neoagrestis*. В результате анализа данных GenBank было выявлено близкое совпадение (99,25–100 %) последовательностей COX1 этого вида с несколькими неидентифицированными последовательностями COX1 из Канады. Детальное морфологическое исследование ваучеров из Канады подтвердило их полное сходство с особями черноморской популяции.

Наиболее важным результатом данного исследования является доказательство полезности применения дорсальных пор *gd2* в качестве дифференцирующего морфологического признака в систематике хищных клещей семейства Phytoseiidae, что было поставлено под сомнение в недавней публикации Tixier et al. (2011). Данное исследование подтвердило высокую эффективность интегративного подхода, объединяющего морфологические и молекулярные методы, в систематике хищных клещей-фитосейид.

Исследования А.А. Хаустова и И. Докера поддержаны грантом РНФ № 20-64-47015; исследования П.Б. Климова и В.А. Хаустова выполнены в рамках проекта «Микробиомы агроценозов: масштабный скрининг, мониторинг и методы управления консорциумами микроорганизмов для регенеративного земледелия» № 075-15-2021-1345; исследования О. Джохарчи выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ № FEWZ-2021-0004.

ЭКОТОННЫЙ ЭФФЕКТ В СТРУКТУРЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ФАУН ЖУЖЕЛИЦ НА БАЙКАЛЬСКОМ РУБЕЖЕ

*Ecotone effect in the structure of regional faunas of ground beetles
at the Baikal border*

Л.Ц. Хобракова

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
khobrakova77@mail.ru*

Байкальский рубеж выступает как значительная широтно-долготная граница распространения видов в переходной зоне тайга – степь на юге Восточной Сибири и Северной Монголии. Рубеж проходит вдоль Байкальской рифтовой зоны, границы которого представлены водораздельными хребтами Восточного Саяна, Прибайкалья и Байкало-Станового нагорья. Байкальский рубеж с запада ограничен Хангай-Саянским и с востока Хинган-Верхнеамурским природными рубежами. На особенности широтно-долготного распределения жужелиц в регионе исследования влияет асимметричное направление Байкальского рубежа и горно-котловинный характер рельефа. Виды, распространенные далеко от границ своих зон сохраняются как степные реликты в горной тайге и как лесные реликты в лесных колках посреди степей.

Граница распространения бореальных видов жужелиц с долей >35% в фаунах жужелиц совпадает с суммой активных температур

для таёжной зоны выше $+10^{\circ}\text{C}$ в диапазоне $600\text{--}1200^{\circ}\text{C}$. Доля бореальных видов с севера на юг сокращается с 63% на Лено-Ангарском плато до 7% в бассейне озер Хара-Нур. Распространение суббореальных субаридных видов в фаунах жуужелиц с долей $>30\%$ соответствует сумме активных температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ в диапазоне $1600\text{--}1800^{\circ}$, характерных для степной зоны. Доля этих видов с юга на север сокращается с 77% в бассейне Хара-Нур до 1% в Восточном Саяне. Распространение суббореальных субгумидных видов с долей больше 21% соответствует сумме активных температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ в широком диапазоне $1000\text{--}1700^{\circ}$, характерных для лесостепной зоны. Большинство видов этой группы распространено в обширной переходной лесостепной зоне.

В долготном направлении этот рубеж является пределом в распространении палеарктических и голарктических видов. Для западнопалеарктических видов Байкальский рубеж является восточной границей их распространения. Наибольшая их концентрация ($>12\%$ в локалитете) отмечена в Предбайкалье и Прибайкалье (сумма осадков $400\text{--}1400$ мм). Для восточнопалеарктических видов Байкальский рубеж является западной границей их распространения. Наибольшая концентрация этих видов ($>32\%$) отмечена в горных системах Хангая, Забайкалья ($500\text{--}700$ мм). С продвижением видов на запад их доля значительно сокращается, с 61% в бассейне р. Газимур до 30% в Прибайкалье и Восточном Саяне. Для центральнопалеарктических видов ($> 22\%$) Байкальский рубеж является северной границей их распространения. Виды этой группы наиболее обильны в Северной Гоби, где выпадает наименьшее количество осадков ($150\text{--}300$ мм). С продвижением на север их доля значительно сокращается. Для трансголарктических видов жуужелиц ($> 12\%$) Байкальский рубеж является южной границей их распространения. Их доля в регионе исследования с севера на юг сокращается.

Таким образом, для многих наземных животных Байкальский рубеж является экологической преградой, обусловленной относительно резкой сменой условий среды.

Исследования выполнены за счет средств государственного задания ИОЭБ СО РАН, проект 0271-2021-0001 и РФФИ – МОКНСМ в рамках научного проекта №20-54-44014.

**НЕМАТОДЫ РОДА *PARAPHELENCHUS*
(*APHELENCHINA*: *PARAPHELENCHIDAE*) НА ТЕРРИТОРИИ
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

*Nematodes of the genus Paraphelenchus
(Aphelenchina: Paraphelenchidae) in the European part of Russia*

Р.В. Хусаинов

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, ren.khusainov@gmail.com*

Нематоды рода *Paraphelenchus* – небольшая группа свободноживущих почвенных афеленхин, питающихся содержимым мицелия грибов. Эти нематоды заселяют различные субстраты – почву, растительные остатки, гниющие органы растений, отмершую древесину (Барановская 1984; Рысс и др. 2013; Goodey 1960; Ryss 2013). На территории Европейской части России зарегистрировано 13 видов: *P. acontioides*, *P. amblyurus*, *P. basili*, *P. batavicus*, *P. crenatus*, *P. fidicaudatus*, *P. goodeyi*, *P. heterolineatus*, *P. myceliophthorus*, *P. paramonovi*, *P. pseudoparietinus*, *P. tritici*, *P. zae* (Алалыкина 1967; Хак 1967; Расулов 1972; Павлюк 1973, Соловьева 1974; Абдель Хади 1976; Ryss 2013 и др.). Несмотря на частые обнаружения парафеленхов в ризосфере культурных и дикорастущих растений, биология и экология этой группы изучена недостаточно.

Для изучения видового разнообразия и экологии нематод рода *Paraphelenchus* анализировали сборы различных растительных материалов и почвы в естественных и трансформированных экосистемах из 20 регионов Европейской части России (2012–2016 гг.). Нематод экстрагировали вороночным методом (экспозиция 24–48 час), затем нагревали 2 мин. при 55°C и фиксировали раствором ТАФ до 4% концентрации.

Выявлено 9 представителей рода *Paraphelenchus*: *P. amblyurus*, *P. batavicus*, *P. fidicaudatus*, *P. heterolineatus*, *P. myceliophthorus*, *P. pseudoparietinus*, *P. tritici* и два *P. sp.* Парафеленхи обнаружены преимущественно в почве и растительных остатках, периодически в клубнях и корнях, реже в поврежденных корнеплодах, луковицах и корневищах сорных трав, редко в гниющей на земле древесине. Наиболее распространенными и часто встречаемыми в почве были

P. pseudoparietinus и *P. tritici*, следующим по частоте обнаружения был *P. myceliophthorus*. Эти три вида встречаются как в северных, так и в южных регионах. Их численность колебалась от 6 до 75 экз./100 см³ почвы. Виды *P. myceliophthorus* и *P. pseudoparietinus* также периодически обнаруживались в корнях, клубнях и луковицах, пораженных различными грибными патогенами, численность в подземных органах растений составляла 2–28 экз./1 см³ субстрата. *P. batavicus* и *P. fidicaudatus* отмечены только в центральных регионах России. Остальные виды встречались редко и в низкой численности.

Парафеленхи экологически сходны с представителями близкого семейства Aphelenchoididae, то есть являются ризосферными нематодами, тяготеющими к обитанию на корнях и в растительных остатках, где питаются мицелием почвенных микоризных, сапротрофных и фитопатогенных грибов. Однако парафеленхи встречались в почвенных и растительных пробах реже, чем афеленхи (15% против 76 % и 18 % против 62 % проб, соответственно) и в меньшей численности. Аналогичная ситуация наблюдалась и по сравнению с микотрофными афеленхоидами. По-видимому, это связано с более высокой скоростью развития видов *Aphelenchus* и *Aphelenchoides* (Суменкова 2006).

МИКРОБИОТА ГИДРОМОРФНЫХ ПОЧВ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Microbiota of hydromorphic soils of the Baikal region

С.В. Хутакова

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия

им. В.Р. Филиппова,

Улан-Удэ, svetlana-x1@mail.ru

Процессы трансформации растительных остатков в почвах осуществляются, как известно, при участии микроорганизмов. Результаты микробиологических исследований показали, что различные типы гидроморфных почв имеют различия как по общему обилию, так и по соотношению основных групп микроорганизмов.

Установлено, что в торфяной эутрофной почве численность микроорганизмов по профилю неравномерная и наибольшее обилие бактерий и актиномицетов наблюдается в слое 20–35 см. Общее обилие равно $66,2 \cdot 10^6$ КОЕ/г почвы. В поверхностном аэрируемом слое оби-

лие микроорганизмов несколько ниже. Более стабильные условия для функционирования микроорганизмов формируются в слоях ТЕ2 и ТЕ3. Отмечается сходное обилие бактерий и актиномицетов и незначительное преобладание грибов. Вероятно, эта группа микроорганизмов хорошо развивается в кислой и слабокислой среде. Поэтому в почвах с кислой реакцией грибной процесс разложения органического вещества является доминирующим. Наблюдения в период с мая по август показали, что распределение численности бактерий, актиномицетов и грибов неодинаково, общее количество микроорганизмов и их активность определяются тепловым режимом и влажностью почвы. Пик активности отмечен в августе.

В гидроморфных почвах синлитогенного ствола общая численность микроорганизмов составила $61,4 \cdot 10^6$ КОЕ/г почвы. Отмечается активное развитие бактерий и актиномицетов. Возможно, это связано со слабощелочной реакцией среды. Распределение численности бактерий, актиномицетов и грибов в летний период неодинаково. Наибольшая численность микроорганизмов отмечается в июне и с понижением температуры и увеличением влажности почвы постепенно снижается.

Режим влажности и аэрации является одним из основных факторов, регулирующих скорость и характер гумификации растительных остатков. Известно, что дополнительное поверхностное и грунтовое увлажнение приводит к чередованию периодов увлажнения и частичного иссушения и регулирует деятельность микроорганизмов и ферментов, ответственных за гумификацию (Мишустин 1949). Частичное отмирание микроорганизмов в цикле увлажнение – иссушение обогащает систему фрагментами гуминовых кислот, прогумусовыми и гумусоподобными веществами, что также способствует гумификации. Поэтому механизм гумусонакопления в гидроморфных почвах (Ахтырцев и др. 2003) имеет отличия от закономерностей формирования гумуса в автоморфных почвах (Орлов 1990, 1996).

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ВОДОРОДА В РЕКОНСТРУКЦИИ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

*Hydrogen isotopic composition in the reconstruction of trophic links
of soil invertebrates*

С.М. Цуриков, И.И. Семенюк

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, smtsurikov@rambler.ru*

Анализ изотопного состава (соотношения стабильных изотопов) ключевых биогенных элементов, таких как углерод, азот и водород, широко применяют в экологии. Хорошо известно, что изотопный состав углерода ($\delta^{13}\text{C}$) и азота ($\delta^{15}\text{N}$) отражает трофическое положение организма (Potapov et al. 2019), однако исследования, использующие изотопный состав водорода ($\delta^2\text{H}$) в качестве индикатора трофической позиции животных, немногочисленны и противоречивы (Birchall et al. 2005; Jardine et al. 2009; Finlay et al. 2010; Peters et al. 2012; Topalov et al. 2013). Одна из основных трудностей при интерпретации величин $\delta^2\text{H}$ живых организмов связана с тем, что изотопный состав тканей потребителя складывается из изотопного состава пищи и, в несколько большей степени, изотопного состава поглощаемой воды.

В данной работе мы тестируем возможность использования изотопного состава водорода для расшифровки трофической позиции почвенных беспозвоночных. Материал собран в национальном парке Кат Тьен, провинция Донг Най, Вьетнам ($11^\circ 21' - 11^\circ 48' \text{N}$, $107^\circ 10' - 107^\circ 34' \text{E}$), с 2016 по 2020 года на участке леса размером около $3 \times 3 \text{ км}^2$. Материал включал растения, плодовые тела грибов и почвенную и напочвенную макрофауну, собранные в разные сезоны года.

Изотопный состав водорода беспозвоночных из разных трофических групп (растительноядные, хищники и сапрофаги) не продемонстрировал линейной зависимости от трофического уровня. Самые низкие величины $\delta^2\text{H}$ ($-102.7 \pm 6.4\text{‰}$, $n = 4$) обнаружены у фонарниц *Pyrops coelestinus* (Fulgoridae), а наиболее высокие у муравьев рода *Leptogenys* ($-49.4 \pm 3.4\text{‰}$, $n = 33$). *P. coelestinus* питается соками проводящей системы деревьев. Эта жидкость обеднена тяжёлым водородом по сравнению с жидкостью и тканями листьев, а также по сравнению с первичной продукцией растений (Ellsworth and Williams 2007), что может определять низкие величины $\delta^2\text{H}$ у *P. coelestinus*.

Высокие значения $\delta^2\text{H}$ *Leptogenys*, вероятно, связаны с питанием исключительно белковой пищей, в основном другими насекомыми, т.е. высоким трофическим уровнем. Однако плодовые тела микоризных и особенно сапротрофных грибов имели еще более высокие величины $\delta^2\text{H}$ ($-48.9 \pm 13.1\text{‰}$, $n = 15$ и $-18.3 \pm 21.1\text{‰}$, $n = 18$, соответственно). Это предполагает, что беспозвоночные-микофаги также должны иметь высокие величины $\delta^2\text{H}$. В частности, обогащение ^2H диплопод *Thyropygus carli* ($-50.7 \pm 7.2\text{‰}$, $n = 51$), по сравнению с другими диплоподами, может быть связано с тем, что эти животные более других предпочитают сапротрофные грибы. Типичные термиты-микофаги *Macrotermes carbonarius* ($-62.2 \pm 7.7\text{‰}$, $n = 23$) также наиболее обогащены ^2H среди прочих термитов.

Таким образом, наши данные не подтверждают возможность использования величин $\delta^2\text{H}$ в качестве прямого показателя трофического уровня, по крайней мере для почвенных беспозвоночных исследованной тропической экосистемы. Тем не менее, изотопный анализ водорода, в сочетании с $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$, может предоставить дополнительную информацию для реконструкции трофических связей сложных сообществ беспозвоночных.

МОЛЕКУЛЯРНОЕ БАРКОДИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЕТЕКЦИИ ДЕЙТЕРОГИНИИ У ГАЛЛОВЫХ КЛЕЩЕЙ (ERIOPHYOIDEA)

*DNA barcoding as a tool for detecting deuterogeny in eriophyoid mites
(Eriophyoidea)*

Д.С. Чеглаков^{1,2}, Ф.Е. Четвериков¹,
А.Г. Десницкий², С.И. Сухарева²

¹Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, pchetverikov@zin.ru

Галловые клещи – группа микроскопических фитопаразитов, способных индуцировать галлогенез в тканях высших растений. Они прокалывают стилетами эпидермальные клетки и высасывают их содержимое. Со слюной клещей в клетки растений могут попадать фитопатогены, что наряду с галообразованием определяет высокую экологическую значимость эриофиоидей.

Жизненный цикл галловых клещей включает две неполовозрелые стадии (личинка, нимфа), самцов и самок. Самцы гаплоидные, они появляются из неоплодотворенных яиц (аррентотокический партеногенез) и у большинства видов присутствуют в популяциях лишь короткое время, как правило, в разгар теплого сезона. Самки диплоидные, при этом у многих видов есть две морфологически различающиеся формы самок – дейтерогинные (зимующая форма, D) и протогинные (летняя форма, P). Сезонный диморфизм самок у галловых клещей получил название дейтерогинии. Установление факта дейтерогинии требует длительных наблюдений за модельной популяцией клещей в природе. В ряде случаев P и D самки различаются настолько сильно, что у них отсутствуют общие видо- и даже родоспецифические признаки, что порождает хаос в таксономии.

Нами были проведены сезонные сборы и наблюдения за клещами с клена (*Acer platanoides*) в Ленинградской области, а также обработан спиртовой материал по клещам с леукозидии (*Leucosidea sericea*) из ЮАР. На обоих растениях-хозяевах были найдены клещи, морфологически соответствующие разным родам: на клене – родам *Shevtchenkella* и *Anthocoptes*, а на леукозидии – родам *Aceria* и *Tegoprionus*. Баркодирование по двум маркерным генам (Cox1 и D1D2 28S) показало генетическую идентичность морфологически различающихся клещей с клена. Сопоставление данных по баркодированию с сезонной динамикой численности анализируемых клещей с клена указывает на дейтерогинию. Баркодирование собранных в разные сезоны года клещей с леукозидии было затруднено из-за контаминации акаропатогенными грибами, однако оно также указало на возможную генетическую идентичность морфологически различающихся клещей.

Мы полагаем, что частота дейтерогинии у галловых клещей существенно недооценена, и среди известных в настоящее время порядка 5000 видов может быть значительное количество описанных под разными названиями конспецифичных P и D форм. Баркодирование – наиболее простой и эффективный способ выявления дейтерогинии, применение которого будет способствовать усовершенствованию таксономии и расшифровке жизненных циклов галловых клещей.

Работа поддержана грантом РФФИ 21-54-46003 СТ_а.

ЛИЧИНКИ СТРОНГИЛЯТ – КОМПОНЕНТЫ ПОЧВЕННОГО БИОЦЕНОЗА

Strongylate larvae as a component of soil biocenosis

Н.В. Чельцов, Е.А. Марочкина, И.М. Марочкин

Рязанский государственный университет, Рязань,

e.marochkina@365rsu.edu.ru

В пищеварительном тракте лошадей паразитируют различные виды нематод подотряда Strongylata, относящиеся к семействам Strongylidae и Trichonematidae. Развитие их личинок и заражение хозяина весьма сходны у различных видов, поэтому мы рассматривали их как одну экологическую группу (Чельцов 1988, 1987). Яйца стронгилят попадают во внешнюю среду с экскрементами хозяина. Через сутки из них выходят личинки, которые питаются субстратом, дважды линяют и через 4-5 дней становятся инвазионными. Инвазионные личинки способны высухаться, не теряя жизнеспособности, а при обводнении снова становятся активными. Миграция на травянистую растительность происходит через почву. Мы исследовали численность личинок стронгилят в почве и траве на пастбище, в непосредственной близости от экскрементов лошадей, в окрестностях с. Шумаш Рязанской обл. (июль-август 2020 г.).

Вокруг порции экскрементов мы намечали 10 концентрических поясов шириной 5 см (до 50 см от порции). В каждом поясе через 2, 4 и 6 недель после появления экскрементов отбирали пробы травы и почвы. Кроме того, пробу почвы брали под экскрементами. Экстракцию личинок проводили по методу Бермана.

В пробах травы, взятых на 14-й день, максимальное количество личинок находилось в I–III поясах (8,7–5,2–2,5 экз./г, соответственно). Через 28 дней личинки встречались в 9 поясах. От центра к периферии их количество снижалось с 24,3 до 6,1 экз./г. На 42-й день количество личинок стронгилят на траве в 9 поясах составило в среднем 4,3 экз./г.

В почве на 14-й день личинки были обнаружены под экскрементами и в 5 поясах. Под экскрементами их было больше в верхних 2 см почвы (127,4 экз./г), на глубине 3-4 см было 53,3 экз./г, а на глубине 5-6 см – 12,5 экз./г. За пределами экскрементов максимум личинок был в среднем слое почвы; численность снижалась от 79,1 экз./г в I

поясе до 13,8 экз./г в V поясе. Через 4 недели в почве под экскрементами число личинок увеличилось втрое, а вне порции они встречались под 9 поясами. Их количество постепенно снижалось от 229,8 экз./г в I поясе до 3,4 экз./г в IX поясе. Через 6 недель в почве под экскрементами было 174,1 экз./г, в I-II поясах – 89,4 и 65,1 экз./г, соответственно, затем численность личинок резко снижалась до 1,6 экз./г в VIII поясе.

Находясь в экскрементах и мигрируя из них в почву, личинки стронгилят элиминируются многочисленными педобионтами. Личинки могут попасть в ловушки хищных грибов или погибнуть от воздействий свободноживущих нематод (Козлов и Чельцов 1994) и дождевых червей. Уничтожают личинок орибатида и другие микроартроподы. Находясь в воде (почвенный раствор, пленка воды на стеблях и листьях растений) личинки постоянно движутся. Миграция из почвы на растения – процесс, вероятно, случайный, т.к. большая часть личинок остается в почве, где погибает. Поднявшись на растение и высохнув на нем, личинки получают возможность попасть в хозяина. Однако даже те личинки, которые оказались на растениях, могут не попасть в хозяина, а быть смытыми дождем в почву. Истощив при движении запас питательных веществ, личинки гибнут, становясь пищей сапротрофов. Таким образом, лишь немногие личинки оказываются на пастбищной растительности и поедаются хозяином, а большая часть личинок стронгилят, находясь в почве, погибает.

НЕДООЦЕНЕННАЯ РОЛЬ ПОЧВЫ В ЭКОЛОГИИ ГАЛЛОВЫХ КЛЕЩЕЙ (ERIOPHYOIDEA)

*An underestimated role of soil in the ecology of eriophyoid mites
(Eriophyoidea)*

**Ф.Е. Четвериков¹, Д.С. Чеглаков¹,
А.Г. Десницкий², С.И. Сухарева²**

¹*Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург,
pchetverikov@zin.ru*

²*Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург*

Галловые клещи (надсем. Eriophyoidea) – облигатные паразиты высших растений. Их жизненный цикл тесно связан с фенологией хозяев. В условиях бореальной зоны галловые клещи активизируются

к моменту распускания почек и переходят к питанию клеточным соком молодых тканей, образовавшихся из меристем растений весной. Максимальной численности популяции галловых клещей обычно достигают во второй половине лета. В это же время начинают появляться особи, адаптированные для переживания неблагоприятных условий зимы.

На многих травянистых растениях, у которых надземная часть зимой частично или полностью отмирает, клещи для зимовки перемещаются в прикорневую область. Зимовка клещей рода *Aceria* на покоящихся подземных почках известна у луговых сложноцветных. На землянике лесной мы находили зимующих клещей *Fragariocoptes setiger* в основании розеток, а в весенне-летний период наблюдали миграцию клещей по стелющимся по земле усам от материнского растения к дочерним. На некоторых осоках зимующие клещи формируют скопления в самой нижней части листового влагалища, частично заглубленного в почву. Есть находки клещей рода *Oziella* непосредственно в почве вокруг куртин осок в тундре.

На древесных растениях наиболее типичные места зимовок клещей – трещины коры, почечные чешуи, щелевидные пространства между почкой и стеблем. В ходе наблюдений за сезонными изменениями в популяциях клещей *Shevtchenkella serrata* и *Aceria platanoides* с клена платановидного, в дополнение к перечисленному мы выявили новый вариант сезонной связи с растением-хозяином. В конце лета клещи сползались на крылатки клена, расселялись вместе с ними, зимовали под снегом в смерзшемся листовом опаде, а весной переползали на проростки и приступали к питанию и размножению на молодых листьях. Прорастающие после первой зимы крылатки характерны для многих древесных пород бореальной зоны (вяз, береза, ясень, липа, клен).

Возможно, расселение с семенами и зимовка в составе листового опада – достаточно обычное явление в экологии галловых клещей. Очевидно, что листовая подстилка, а возможно и верхние слои почвы играют важную роль в жизненных циклах многих представителей Eriophyoidea. Недавние работы по молекулярной филогенетике и филогеномике Acariformes показали, что галловые клещи произошли от червеобразных почвенных клещей-нематалицид, живущих в глубоких слоях почвы. Переход от жизни в почве к фитофагии у эриофиоидей, вероятно, осуществлялся через связь с корневой системой и микори-

зой древних растений. С этих позиций связь рецентных представителей Eriophyoidea с почвой на отдельных этапах их жизненного цикла можно рассматривать как экологическую реминисценцию – отголосок времен, когда анцестральные формы эриофиоидей еще не перешли к облигатной фитофагии. Более того, можно предположить, что прицельные поиски галловых клещей в почвенных пробах в будущем могут увенчаться неожиданными находками форм, представляющих интерес для реконструкции ранних этапов эволюции Eriophyoidea.

Работа поддержана грантом РФФИ 21-54-46003СТ_a.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВОСМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ТОРФА

Biological activity of soil mixtures based on peat

И.Б. Чимитдоржиева

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия

им. В.Р. Филиппова,

Улан-Удэ, chim_irina@mail.ru

В настоящее время в Республике Бурятия при возделывании сельскохозяйственных и овощных культур значительно снизилось применение минеральных удобрений, в основном из-за их высокой стоимости. Также снизился выход органических удобрений, из-за прекращения деятельности большинства животноводческих комплексов, ферм, птицефабрик. Поэтому в почвы региона длительное время не вносятся минеральные и органические удобрения, что приводит к истощению и деградации сельскохозяйственных угодий. В связи с этим актуальным является вопрос применения нетрадиционных ресурсов, в виде природного сырья – торфа, а также отходов производства (опилки, лигнин, осадки сточных вод, цеолит и т.д.), для улучшения физических свойств и продуктивности почвы.

В вегетационных опытах было изучено влияние торфа на биологическую активность почвосмесей на его основе. Биологическую активность изучали аппликационным методом, целлюлозолитическую активность по распаду льняной ткани, протеолитическую активность по разложению фотобумаги. Почвосмеси готовили с каштановой почвой и торфом в соотношении 1:0,5. Для сравнительной характеристики применяли осадки сточных вод (ОСВ), в соотношении 1:0,5 и 1:1.

Разложение льняного полотна и фотоэмульсии активнее протекало в вариантах с внесением торфа, ОСВ. Урожайность корнеплодов редиса и плодов томата увеличивается при внесении удобрительных композиций, в опытах с редисом прослеживается эффект последействия, на 2-й год масса корнеплодов увеличивается по отношению к 1-му году (Чимитдоржиева и др. 2020). В целом полученные данные позволяют заключить об отсутствии отрицательного воздействия на рост и развитие растений и микроорганизмов, так как последние являются индикаторами почвенной среды, которые чутко реагируют на любые изменения почвенной среды.

По результатам агрохимического анализа почвосмесей наблюдается незначительное снижение pH в нейтральную сторону, происходит увеличение органического вещества в 2-3 раза.

В вариантах с применением торфа, по сравнению с каштановой почвой активнее протекает микробиологическая активность. В этом варианте наблюдается усиление разложения льняного полотна и фотоэмульсии, что характеризует улучшение азотного режима почв. В варианте с внесением ОСВ происходило угнетение протеолитической активности, возможно это обусловлено подкислением почвенной среды, что и вызвало снижение микроорганизмов участвующих в этом процессе. В варианте, где применяли почвосмесь с торфом и ОСВ, активность микроорганизмов участвующих в разложении фотоэмульсии возрастает. Таким образом, целлюлозолитическая активность почвосмесей усиливается независимо от компонента почвосмесей, по сравнению с каштановой почвой. Снижение протеолитической активности отмечается в варианте, где применяли ОСВ в соотношении 1:1 с почвой.

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЖУЖЕЛИЦ ДВУХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Morphologic diversity of ground beetles in the two protected areas
of the Nizhny Novgorod region*

А.В. Чуева, В.Н. Якимов

Нижегородский государственный университет

им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, anvchueva@gmail.com

Изучение морфологического аспекта разнообразия является актуальной задачей как теоретической, так и прикладной экологии. Насто-

ящее исследование было посвящено изучению морфопространства жужелиц в разных биотопах.

Материал был собран на пробных площадках размером 10×10 м, заложенных на территории государственного природного заказника «Пустынский» (Арзамасский район Нижегородской области, 2019-2020 годы, 50 площадок) и на территории памятника природы «Дубрава ботанического сада Университета» (Нижний Новгород, 2016 и 2021 год, 120 площадок). Жужелицы были собраны с применением ловушек Барбера. Для каждой ООПТ было оценено таксономическое разнообразие жужелиц на уровне видов и родов. Для описания морфологического разнообразия с применением геометрической морфометрии каждый экземпляр был сфотографирован в горизонтальной проекции. Дальнейшая обработка материала производилась в среде R с использованием пакетов StereoMorph и Geomorph. На фотографии каждого экземпляра в характерных точках были проставлены метки и аутлайны, огибающие голову, переднеспинку и надкрылья. Далее, на основании координат меток и полуметок проводился обобщенный прокрустов анализ. Следующим этапом для выборок каждого года, был проведен анализ главных компонент по результатам которого было сформировано двумерное морфопространство. Анализ проводился отдельно для сборов каждого из четырех полевых сезонов.

Было сформировано четыре независимых морфопространства с четко прослеживающимися тенденциями в изменении формы жужелиц. Форма жужелиц, расположенных вдоль первой главной компоненты, которая объясняет 52,4 % изменчивости для жужелиц, собранных в 2019 году, 46,1 % для 2016 года, 70,8 % для 2020 года и 62,9 % для экземпляров, отобранных в 2021 году, имеет общую тенденцию – происходит увеличение длины надкрылий, сужение переднеспинки и перетяжки между переднеспинкой и надкрыльями. Описанные изменения формы могут отражать переход миксофитофагов к зоофагам. Формы жужелиц, соответствующие минимальным и максимальным значениям второй главной компоненты, объясняющей 22,4% изменчивости для жужелиц, собранных в 2019 году, 19,1% для 2016 года, 13,1% для 2020 года и 19,43%, для экземпляров, отобранных в 2021 году, также имеют общую тенденцию – брюшко укорачивается, при этом дистальный конец закругляется, а голова расширяется.

Несмотря на то что морфометрический анализ проводился для независимо собранных наборов данных, сформированные морфопространства оказались аналогичными, что свидетельствует о единой системе морфологического разнообразия жужелиц, отражающей особенности организации таксоценов жужелиц смешанных и широколиственных лесов Европейской части России. Основная ось изменчивости отражает трофическую специализацию.

**ЗНАЧЕНИЕ ПОЧВЫ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ
ПАРАЗИТИЧЕСКИХ КЛЕЩЕЙ
(PARASITIFORMES, ACARIFORMES)**

*The importance of soil in the life cycle of parasitic mites
(Parasitiformes, Acariformes)*

А.Б. Шатров, Л.А. Григорьева

*Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург,
andrey.shatrov.1954@mail.ru*

Иксодовые клещи (отр. Parasitiformes), в частности, европейский лесной (*Ixodes ricinus*) и таёжный (*I. persulcatus*) клещи, а также личинки клещей группы Parasitengona из отр. Acariformes, в частности, личинки краснотелок (сем. Trombiculidae) – временные облигатные эктопаразиты позвоночных животных с длительным питанием (Балашов 1982). Это также переносчики возбудителей опасных трансмиссивных инфекций: ИКЭ, ИКБ, МЭЧ, ГАЧ, Ку-риккетсиоз, лихорадка цуцугамуши (Ewing 1944; Traub and Wisseman 1974; Kawamura et al. 1995; Korenberg et al. 2002, 2016; Lindquist and Vapalahti 2008; Baneth 2014; Walker 2014). Большая часть жизненного цикла этих клещей проходит в почве и подстилке, которые являются их естественной средой обитания (Sasa 1961; Балашов 1998; Shatrov 2018; Grigoryeva et al. 2019). Имея продолжительный цикл развития (≥ 3 лет), иксодовые клещи питаются на хозяине в общей сложности не более 3 недель, а личинки тромбикулид – не более 5-7 дней. Все остальное время жизнедеятельность у иксодид проходит в листовой подстилке и в трещинах почвы – не глубже 3-5 см, а у тромбикулид – до глубины 25-30 см. Активные особи иксодид поднимаются на травянистую и кустарниковую растительность (личинки – до 5-10 см, нимфы – до 30 см, взрослые клещи – до 50 см), а личинки краснотелок для поиска хозяев

кратковременно выходят на поверхность почвы. Развитие питавшихся особей в обеих группах – метаморфоз, линька, послелинчное доразвитие, а у краснотелок и все дальнейшее развитие (включая стадии активных хищников – дейтонимф и взрослых клещей) проходит в почве и подстилке. Активные особи иксодид чередуют периоды подстерегания хозяев на растениях с периодами пребывания в подстилке для восстановления водного баланса и пережидания неблагоприятных температур (выше 23-25°C, ниже 7°C). Для выживания иксодид чрезвычайное значение имеет микроклимат биотопов, в которых они развиваются. Оптимальной для клещей является высокая влажность среды (80-96%); даже 70%-ная влажность воздуха в подстилке через 2 недели приводит к 50% сокращению численности иксодид на всех фазах развития. Дейтонимфы и взрослые краснотелки, питающиеся яйцами насекомых, вообще не выходят на поверхность почвы и весь активный период постларвального онтогенеза – до 1 года и более у взрослых клещей – проводят глубоко в почве. Личинки, нимфы и имаго *I. ricinus* имеют продолжительный период сезонной активности (питаются, а самки откладывают яйца с апреля по октябрь) и продолжительный календарный возраст (личинки и нимфы живут 13-14 мес., взрослые – 13-15 мес.). В некоторые годы до 9% взрослых клещей могут перезимовывать и оставаться активными до конца июня следующего года, при этом их возраст достигает 23 мес. Общая продолжительность развития клещей из одной генерации может составлять от 3 до 6 лет, а некоторые взрослые клещи могут оставаться активными и в первую половину 7-го сезона. Личинки краснотелок активны в течение всего года и могут питаться даже зимой.

Работы выполнены по госзаданию № 1021051603202-7.

**МАКРОФАУНА ПОЧВ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ УВЛАЖНЕНИЯ
НА ПРИМЕРЕ ЛИСИНСКОГО
УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

*Macrofauna of soils with different moisture content. A case study
of the Lisinsky experimental forestry*

К.Н. Шатских, Е.В. Пятин

*Санкт-Петербургский государственный университет, ЦМП
им. В.В. Докучаева,*

*филиал ФГБНУ ФИЦ "Почвенный институт имени В.В. Докучаева",
Санкт-Петербург, st067990@student.spbu.ru*

Цель исследования – изучение структурно-функциональной организации почвенной макрофауны в градиенте увлажнения южной тайги Ленинградской области на примере полигона «Гришкино» Лисинского лесхоза. Почвенно-зоологические исследования были проведены в октябре 2021 г. на трех участках с различными условиями увлажнения, приуроченных к 4 опорным разрезам, при этом влажность местообитаний возрастает от участка №1 (приурочен к разрезу 1), к участку №2 (разрезы 3-4), а наиболее заболоченным является участок №3 (разрез 4). Почвы сменяют друг друга в градиенте увлажнения от дерново-элювиально-метаморфических глееватых потечно-гумусовых среднесуглинистых на ленточных глинах (разрезы 1-3) к торфяно-глееземам потечно-гумусовым тяжелосуглинистым на ленточных глинах (разрез 4). Растительное сообщество участка с наименьшим увлажнением (участок №1) представлено сосново-ельником разнотравным, затем с увеличением увлажнения оно сменяется на елово-сосняк чернично-сфагновый (участок №2), а в наиболее влажных условиях фитоценоз переходит к сосняку с березой сфагновому (участок 3).

На каждом из участков 1-3 было заложено по три пробные площади 5×5 м (всего 9 площадок), расстояние между которыми составляло более 25 м. Учет фауны проводился по общепринятой методике ручной разборки проб.

Средняя плотность макрофауны «Гришкино» составила 54 экз./м², при этом она меняется в градиенте увлажнения: для первого участка – 79 экз./м², для второго – 28 экз./м² и 56 экз./м² для третьего соответственно. Низкую численность на участке 2 мы связываем с очень сухим вегетационным периодом 2021 года.

Сравнительный анализ трофической структуры макрофауны почв показал, что с увеличением увлажнения снижается плотность сапрофагов в структуре сообществ, в то время как группа зоофагов демонстрирует обратную тенденцию.

Смена почвенно-растительного покрова в пределах полигона в свою очередь влияет на численность и структуру почвенного населения. Одна из важнейших групп почвенных беспозвоночных – дождевые черви, встречаются только в почвах в наиболее богатом в представленном ряду фитоценозе. Оптимальные условия увлажнения и разнообразный растительный опад приводит к тому, что на участке 1 сосредоточение макрофауны происходит не только в подстилке, но и в гумусовом горизонте.

ОРИБАТИДЫ (ACARIFORMES, ORIBATEI) В ГНЕЗДАХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ВРАНОВЫХ ПТИЦ

*Oribatid mites (Acariformes, Oribatei) in the nests
of some Corvidae species*

С.В. Шахаб

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, sshakhab@yandex.ru*

Многолетние, крупные гнезда врановых, расположенные на высоте от 1,5 до 15 м над землей, содержащие не только прутья, ветки, стебли трав, но и почву, привлекают орибатиid. Видовой состав панцирных клещей, собранных в гнездах врановых, достаточно разнообразен. Небольшой материал по врановым собран в Московской области: в 6 гнездах сороки обнаружено 15 видов орибатиid (80 экз.), среди которых доминировали *Moritzoppiella neerlandica* (31%), *Oppiella nova* (18,5%) и *Lepidozetes singularis* (15%). К субдоминантам следует отнести *Tectocephus velatus* (10%). Индекс обилия составляет 13,5 экз./гнездо. Обнаружены представители 5 жизненных форм: обитатели поверхности почвы (19%), мелких почвенных скважин (61%), глубокопочвенные формы (3%), обитатели толщи подстилки (1%) и эврибионтные формы (16%). В Тверской области в гнезде сороки обнаружены единичные экземпляры *Heminothrus thori* и *Conchogneta dalearlica*.

Наиболее обширный материал собран в Ростовской области: 46 гнезд 4 видов врановых птиц, 89% гнезд заселено орибатидами. Чис-

ленность орибатид наибольшая в гнездах сороки (10,5 экз./гнездо) и грача (7,5 экз./гнездо). Обнаружены обитатели поверхности почвы, способные к миграции на растения, обитатели мелких почвенных скважин, обитатели толщи подстилки и эврибионтные формы. Доминировали древесно-кустарниковые виды: *Oribatula (Zigoribatula) exilis* (42% от численности всех орибатид в сборах из Ростовской области) и *Mircia trimaculata (Trichoribates trimaculatus)* (24%). В подстилке гнезд сороки, грача (14 гнезд) и серой вороны (7 гнезд), собранных в Краснодарском крае, найдены исключительно эти два вида (190 экз.), причем их максимальная численность достигала 50 экз./гнездо.

В Белгородской области в 2 гнездах серой вороны обнаружены 7 видов (11 экз.) панцирных клещей, большинство – неспециализированные формы, хотя встречены и обитатели поверхности почвы.

Все орибатиды, найденные в гнездах врановых, за исключением *Cosmochthonius lanatus*, *Eobrachychthonius sp.*, *Autogneta sp.*, *Ceratozetes sp.*, *Anachiptera latitecta*, обнаружены ранее в оперении птиц (Криволицкий и Лебедева 2003). В гнездах некоторых врановых (грач, серая ворона) нередко встречались личинки и нимфы *Mircia trimaculata* и *Tectocephus velatus*, что свидетельствует о способности некоторых видов орибатид постоянно обитать в наземных гнездах открытого типа, размножаясь в их подстилке. Фауна орибатид в гнездах птиц формируется не только за счет их вертикальных миграций и внесения некоторых видов со строительным материалом, но и другими способами. Например, виды родов *Oppia*, *Malaconothrus*, *Schelorbates* и другие отмечены как фореизирующие на насекомых (Панцирные клещи... 1995). Многие виды, возможно, попадают сначала в оперение птиц, а затем в гнездо. Так, *Punctoribates punctum*, типичный обитатель лугов и обрабатываемых почв, вероятнее всего оказался на перьях грача при поиске птицей пищи на земле.

ПОЧВЫ ПИРОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Soils of pyrogenic-transformed dry pine forests in Western Transbaikalia

Е.Ю. Шахматова

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ,
ekashakhmat@mail.ru*

В Западном Забайкалье значительные площади лесной территории представлены ксерофитно-разнотравными сосняками, которые под-

вержены активному воздействию пирогенного фактора. Увеличение горимости сосновых лесов в последние годы связано с их активным использованием в лесном хозяйстве, а также с усилением аридизации климата (Куликов и др. 2014). Значительный вклад в нарушение целостности лесных ландшафтов в регионе вносят низовые пожары средней и высокой интенсивности, приводящие к повреждению древостоя, травяно-кустарничкового яруса и сильно трансформирующие живой напочвенный покров, подстилку и почвы. В связи с активным воздействием низовых пожаров возникают разнообразные последствия, получающие значительное отражение в профиле и свойствах почв. Целью работы было исследовать разнообразие почв в сосновых лесах, измененных пожарами различной интенсивности и показать трансформации их профилей в результате воздействия высоких температур.

Район исследований расположен в горно-лесостепных сосновых лесах северных отрогов хребта Цаган-Дабан, в бассейне р. Воронка. На гарях были заложены пробные площади, определялись давность и интенсивность пожаров и закладывались почвенные разрезы. Давность пожаров определялась согласно «Книгам учета лесных пожаров» и отчетам агентства лесного хозяйства Республики Бурятия. Интенсивность или сила пожара рассчитывалась согласно методическим рекомендациям П.А. Цветкова (2006). Морфология почв описана согласно руководству по описанию почв (Guidelines for Soil Description 2006). Цвет гумусовых горизонтов в почвах был определен в сухом состоянии с использованием цветовой шкалы Манселла. Почвы классифицировались в соответствии с системой WRB (IUSS Working Group WRB World Reference Base for Soil Resources 2014). Исследованные нами дерново-подбуры, псаммоземы и их аналоги с погребенными полициклическими профилями формируются на покровных полигенетических песках, в то время как серогумусовые почвы развиваются на легкосуглинистых отложениях. В органо-аккумулятивных горизонтах представленных почв появление включений в виде углей и углистой пыли вызывает изменение их окраски. В дерново-подбурях постпирогенных иллювиально-железистых окраска гумусово-аккумулятивных горизонтов по шкале Манселла варьирует от очень темной серовато-бурой (10YR 3/2) до серовато-бурой (10YR 5/2). Слаборазвитые горизонты с незначительной аккумуляцией гумуса в псаммоземах постпирогенных окрашены в светло-буровато-серые тона окраски

(10YR 6/2). Окраска рассматриваемых горизонтов серогумусовых остаточно-карбонатных почв может меняться от темно-серовато-бурой (10YR 4/2) до серовато-бурой (10YR 5/2), что зависит от интенсивности пирогенного воздействия. Полициклические аналоги рассмотренных выше типов почв в современных гумусовых горизонтах приобретают светло-буровато-серые (10YR), а в погребенных гумусовых горизонтах – темно-серовато-бурые (10YR 4/2) и серовато-бурые (10YR 5/2) тона окраски. Таким образом, пожары вносят весомый вклад в изменение морфологии горизонтов, аккумулируя высокий процент пирогенного (обугленного) материала. В зависимости от силы пожаров, в гумусовых горизонтах почв варьирует интенсивность окраски, что обусловлено продуктами горения органического вещества и их аккумуляции.

**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ НИШ ПОЧВООБИТАЮЩИХ
НОГОХВОСТОК РОДА *OLIGAPHORURA* (COLLEMBOLA)
В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**

*Niche differentiation in soil-dwelling springtails of the genus *Oligaphorura*
(*Collembola*) in the European forest-steppe*

Ю.Б. Шveenкова

*Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь»,
Пенза, jushv@mail.ru*

Исследования проведены в Пензенской и Самарской областях (заповедник «Приволжская лесостепь» и национальный парк «Самарская Лука», 1999–2021 гг.). Объект работы – почвообитающие коллемболы рода *Oligaphorura*, виды которого сходны по габитусу и специализированы к обитанию в глубоких горизонтах почвы. Ранее для Среднего Поволжья были известны широкораспространенный *O. absoloni* и описанный с южного Урала *O. uralica*. Нами выявлено и описано еще 6 видов рода: *O. humicola*, *O. stojkoe* (Shvejonkova and Potapov 2012), *O. jiguliensis*, *O. imosolica*, *O. psammophila* и *O. mazeii* (Shveenkova and Babenko 2021).

Мы проанализировали встречаемость видов *Oligaphorura* в контрастных фитоценозах (лесные и степные), в контрастных типах почв (песчаные и черноземы на суглинках), в разных горизонтах почвы (до глубины 10 см и 30–60 см). В целом, для рода *Oligaphorura* в лесостепной зоне более благоприятны леса и верхнепочвенные горизонты

(здесь отмечены все 8 видов). Степные биотопы и глубокие горизонты почв осваивают специализированные виды (6 и 4, соответственно). Два вида (*O. uralica* и *O. stojkoe*) выявлены практически во всех контрастных биотопах. Первый из них широко распространен в европейской лесостепи и может достигать высокого обилия. *O. stojkoe* отмечается локально и в единичных количествах, в заповеднике приурочен к ксерофитной типчаковой степи. *O. absoloni*, самый широко распространенный вид среди *Oligaphorura*, вероятно является более древней формой, приспособленной к обитанию в поверхностных горизонтах кислых почв. Наиболее сильным дифференцирующим фактором выступает тип почвы, 6 видов строго разделены: *O. absoloni*, *O. psammophila* и *O. mazeii* приурочены к легким почвам; *O. humicola*, *O. imosolica* и *O. jiguliensis* отмечены только в черноземах постледниковых ландшафтов.

При совместной встречаемости (*O. uralica* с *O. imosolica* в выщелоченных черноземах на суглинке, и с *O. mazeii* в нетипичном черноземе на песках), меньшие размеры «глубокопочвенных» форм можно рассматривать как морфологическую адаптацию к обитанию в глубоких горизонтах почвы. Разделение экологических ниш сходных по габитусу видов может быть связано с различными механизмами, обеспечивающими как физиологические и морфологические адаптации, так и пищевую специализацию. В лесостепи развитие этих адаптаций и разделение почвенных форм поддерживается не только мозаичностью ландшафтов, но и выраженными вертикальными градиентами среды. Виды *Oligaphorura* могут служить модельной группой почвообитающих коллембол, позволяющей охватить разнообразие адаптаций и экологических стратегий в условиях лесостепи.

**СТРУКТУРА И ЭВОЛЮЦИЯ ПОЧВ СЕВЕРА
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ
КАК ОТРАЖЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФЛУКТУАЦИЙ**
*Structure and evolution of soils in North-Western Siberia as a consequence
of climatic fluctuations*

В.С. Шейнкман¹, С.Н. Седов^{1,2}

¹*Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия,
vlad.sheinkman@mail.ru*

²*Национальный автономный университет Мексики, Мехико-Сити,
Мексика*

В течение последнего десятилетия Тюменский государственный университет проводит плановые исследования по изучению на севере Западной Сибири эволюции почв, связанной с происходящим сдвигом холодных природных зон на север. В ходе этих исследований на обширной территории, расположенной между полярным кругом и средним течением Оби, были впервые выявлены погребённые криогидроморфные почвы, на матрице которых идёт развитие современных альфегумусовых подзолов. Как показало исследование криогидроморфных палеопочв, включая их ¹⁴C-датирование, сформировались они в холодное время – в криохрона МИС-2 в переувлажнённом сезонно-талом слое на многолетнемёрзлом основании. В терминальную фазу этого термохрона они перешли в реликтовое состояние, тогда как альфегумусовые подзолы на их матрице стали формироваться в середине голоцена – на уже оттаявших и хорошо дренированных породах, – и продолжают развиваться и в настоящее время.

Реконструированная эволюция почв предполагает и кардинальное изменение условий развития почвенной фауны. Почвы перестают быть гидроморфными, и усиливается аэрация, а это улучшает условия обитания почвенных беспозвоночных и создает предпосылки для продвижения лесных видов на север. Проблемы состоят в том, что почвы – это продукт климата, а особенности развития рассматриваемой в целом холодной территории определяют очень чуткую реакцию ее природных параметров на меняющееся поступление тепла. Это особенно важно в свете текущего потепления климата, когда за последние десятилетия вся система природных зон в данном регионе сдвинулась на север примерно на 2° с. ш. Соответственно, в новых

условиях оттаявшие грунты начинают осваиваться почвами альфегумусового ряда, для которых развитие на талых дренированных породах характерно.

В целом в регионе создается своеобразная картина строения и распространения современных почв, наследующих почвенные профили былых эпох, и выявить основные её черты и дать прогноз возможных изменений позволяет анализ ситуации с позиций истории криопедогенеза и палеокриогенеза. Реликты криогидроморфных палеопочв выделяются окраской их основного тела сизых тонов, что связано с былым оглеением в условиях избыточного увлажнения на мёрзлом основании, и бурым окрасом окаймления почв снизу, так как на мёрзлым водоупоре формировалась окислительная зона, и осаждались гидроксиды железа, мобилизованного в восстановительной среде лежащего выше тела почвы. Характерно, что мощность бывшего сезонно-талого слоя составляла около 1 м, примерно до этой глубины доходит основание иллювиального горизонта современного подзола, и если не учитывать наложение его развития на матрицу реликтовых криогидроморфных палеопочв, можно сделать ошибочный вывод о переувлажнении и оглеении основания подзолов. Характерно и то, что профиль современных подзолов зависит от палеокриогенного рельефа. По оси псевдоморфоз по былым полигонально-жильным льдам концентрируется влага, обеспечивая более сильное выщелачивание субстрата и развитие в нем альфегумусовой миграции (Васильевская и Гостеев 1989), и это приводит здесь к более мощному профилю подзола в виде своеобразных карманов, вклинивающихся в верхнюю часть псевдоморфоз.

Таким образом, изучение истории формирования почв на севере Западной Сибири позволяет распознать особенности их строения и эволюции и, используя данные о её характере в прошлом, дать прогноз развития почвообразования.

БИОТА, ГЕНЕЗИС И ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОЧВ

МАТЕРИАЛЫ XIX ВСЕРОССИЙСКОГО СОВЕЩАНИЯ ПО ПОЧВЕННОЙ ЗООЛОГИИ

15–19 августа 2022 г., Улан-Удэ

Научное издание

Утверждено к печати ученым советом
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН

Компьютерная верстка и макет – *Н. Д. Жамбаева*

Подписано в печать 29.07.2022. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 11,7. Уч.-изд. л. 10,0.
Гарнитура Таймс. Тираж 200. Заказ № 5.

Отпечатано в типографии Издательства БНЦ СО РАН
Адрес: 670047 Республика Бурятия г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 8.