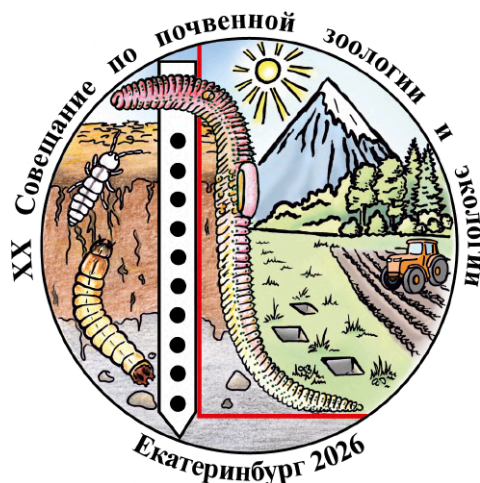


Институт экологии растений и животных  
Уральского отделения Российской академии наук  
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова  
Российской академии наук  
Научный совет РАН по экологии биологических систем

# ПРОБЛЕМЫ ПОЧВЕННОЙ ЗООЛОГИИ

## МАТЕРИАЛЫ XX СОВЕЩАНИЯ ПО ПОЧВЕННОЙ ЗООЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Всероссийская конференция с Международным участием



Екатеринбург  
2026

УДК 502:591.524.21

Проблемы почвенной зоологии. Материалы XX Совещания по почвенной зоологии и экологии. Всероссийская конференция с Международным участием. 14–18 сентября 2026 г., Екатеринбург, ИЭРиЖ УрО РАН. Издательство УМЦ УПИ. 176 с.

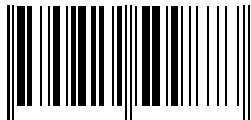
Редакторы: А.Н. Созонтов (отв. ред.), Е.Л. Воробейчик, Е.В. Голованова, А.С. Зайцев, Д.И. Коробушкин, А.А. Кудрин, В.Д. Леонов, Ю.А. Мазей, Р.А. Сайфутдинов, И.А. Сморкалов, А.В. Тиунов

XX Совещание по почвенной зоологии и экологии – юбилейное событие в истории отечественной почвенной зоологии. Традиция этих встреч берет начало в 1958 году, когда первое совещание провел академик М. С. Гиляров – основатель отечественной почвенной зоологии. За прошедшие десятилетия Совещание стало важной площадкой для обсуждения результатов исследований, обмена идеями и профессионального общения специалистов, изучающих почвенную биоту.

Сегодня оно объединяет представителей разных поколений и научных школ, позволяя обсудить актуальные задачи, новые направления и перспективы исследований.

XX Совещание по почвенной зоологии и экологии проводится на базе Института экологии растений и животных УрО РАН при участии Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН и Научного совета РАН по экологии биологических систем.

ISBN 978-5-8295-0987-3



© ИЭРиЖ УрО РАН, 2026

© ИПЭЭ РАН, 2026

© Авторы

## Содержание

Алексанов В.В.

**О некоторых факторах распределения и перспективах сохранения наземных моллюсков в Калужской области .....** 15

Алексеева П.А., Иванова А.Е., Закалюкина Ю.В.

**Муравьи *Lasius niger* как индикаторы сукцессионных изменений на залежных землях и их взаимодействие с мицелиальными сообществами .....** 16

Антипова М.Д., Бабенко А.Б., Потапов М.Б.

**Генетическое разнообразие и филогенетические связи ледниковых коллембол (*Collembola*, *Isotomidae*) Северного Кавказа .....** 17

Бабенко А.С.

**Изучение влияния пестицидов на дождевых червей *Eisenia fetida* Sav .....** 19

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

**Совместное влияние инвазивных видов дождевых червей *Aporrectodea rosea* и *A. caliginosa* (*Crassidellata*, *Lumbricidae*) на доступность ионов и засоленность почв юга Западной Сибири: полевой эксперимент .....** 20

Бастраков А.И., Толстунов М.И., Костина Н.В., Ушакова Н.А.

**Биоконверсия полистирола насекомыми в лабораторных условиях ..**22

Бельская Е.А., Золотарев М.П.

**Комплексы герпетобионтных беспозвоночных в окрестностях крупных медеплавильных заводов на Урале: четверть века исследований .....** 24

Блялова Ж.Ж., Абуkenова В.С., Потапов М.Б., Кузнецова Н.А.

**К материалам по фауне коллембол (*Collembola*) Каркаралинского национального природного парка (Казахстан) .....** 25

Бокова А.И., Панина К.С.

**Парадокс технологии прямого посева: высокое видовое разнообразие и численность против высокой скорости смены сообщества .....** 27

Бызов Ф.С.

**Морфологические предпосылки процветания мокриц семейства Agnaridae (Isopoda: Oniscidea) в аридных регионах ..... 28**

Варламов Е.Б., Мусаэлян Р.Э., Чурилин Н.А. и др.

**Минералогия почв степных блюдеч в лиманах Северного Прикаспия ..... 30**

Виноградов Д.Д., Кривошеина М.Г., Цуриков С.М., Тиунов А.В.

**Насекомые, вылетающие из почвы: разнообразие, обилие, изотопный состав ..... 31**

Винокуров Н.Б.

**Структурно-функциональные особенности формирования геофильного комплекса ос-блестянок (Hymenoptera, Chrysididae) в условиях Северного Кавказа ..... 33**

Власов С.В., Тиунов А.В.

**Опыт использования модифицированных ловушек Барбера для исследования герпетобиотных беспозвоночных, активных под снегом в зимний период ..... 34**

Гаджирамазанова А.Г., Сайфутдинов Р.А., Коробушкин Д.И.

**Зависят ли количественные показатели сообществ почвообитающих нематод от метода сбора материала? ..... 36**

Гераськина А.П.

**Функциональная избыточность или недостаточность: восстановилась ли за 100 лет после распашки люмбрикофауна в национальном парке «Смоленское Поозерье»? ..... 38**

Гилев А.В., Целищева Л.Г.

**Взаимосвязь размеров и формы гнезд северного лесного муравья .... 39**

Глаголева М.Д., Стрючкова А.В., Кузнецова Н.А.

**Простая методика изучения относительной ксерорезистентности у коллембол ..... 40**

Голованова Е.В., Пугачева А.Е., Щербаков В.Е.

**«Компактизаторы» и «декомпактизаторы» почвенных агрегатов (влияние эндогеяных видов дождевых червей на структуру черноземов гидроморфизованных) ..... 42**

|                                                                                                                                                                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Гонгальский К.Б., Бызов Ф.С., Кошанова Р.Е., Эшназаров К.<br><b>Фауна мокриц (Crustacea: Isopoda) Узбекистана .....</b>                                                                                                                         | <b>43</b> |
| Гонгальский К.Б., Дегтярёв М.И., Котельникова К.В. и др.<br><b>Экологические функции почв<br/>в оценке почвенной мультифункциональности .....</b>                                                                                               | <b>44</b> |
| Гордиенко Т.А., Горбунов Р.П., Суходольская Р.А., Сладков С.А.<br><b>Влияние экологических факторов<br/>на структуру сообществ герпетобионтов г. Казани .....</b>                                                                               | <b>45</b> |
| Гостева А.А., Давыдова Ю.Ю.<br><b>Роль химической коммуникации в формировании агрегаций<br/>у <i>Bionychiurus normalis</i> (Collembola: Onychiuridae) .....</b>                                                                                 | <b>47</b> |
| Гусева П.А., Дегтярёв М.И., Коробушкин Д.И.<br><b>Роль энхитреид в деструкции выбросов морского органического<br/>вещества на побережьях Баренцева и Белого морей .....</b>                                                                     | <b>48</b> |
| Давыдова Ю.Ю., Панин А.В., Гостева А.А.<br><b>Химические основы регуляции межвидовых взаимодействий<br/>у почвообитающих коллембол (Collembola)<br/>в условиях эксперимента .....</b>                                                           | <b>49</b> |
| Данилова М.А., Сайфутдинов Р.А., Зайцев А.С.<br><b>Почвенные инфузории на градиенте от пресноводного озера:<br/>от видового состава к функциональному разнообразию .....</b>                                                                    | <b>51</b> |
| Дегтярёв М.И.<br><b>Фауна и закономерности распространения энхитреид<br/>городских зелёных территорий Москвы .....</b>                                                                                                                          | <b>52</b> |
| Демин Ф.А., Коробушкин Д.И., Цуриков С.М., Зуев А.Г., Гонгальский К.Б.<br><b>Онтогенетические изменения в составе стабильных изотопов<br/>(<math>\delta^{13}\text{C}</math>, <math>\delta^{15}\text{N}</math>) некоторых видов мокриц .....</b> | <b>54</b> |
| Дитц А.А.<br><b>Пространственное распределение почвенных беспозвоночных<br/>в бореальных лесах северо-востока Европы .....</b>                                                                                                                  | <b>55</b> |

Дыган А.М.

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Массовые миграции мокриц рода <i>Cylisticus</i> на Крымском полуострове .....</b> | <b>56</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Елькин А.А., Есюнин С.Л., Котугина А.Г., и др.

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Почвенно-зоологический профиль поймы левого берега р. Камы: 100 лет спустя .....</b> | <b>58</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Ермолов С.А.

|                                                                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Структура сообществ почвенных беспозвоночных при разных видах антропогенного воздействия (на примере Новосибирской области) .....</b> | <b>59</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Есюнин С.Л., Москвина Н.В., Плакхina Е.В. и др.

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Проект комплексного почвенно-зоологического исследования «Камская пойма» .....</b> | <b>61</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Жарков Е.В.

|                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Оценка развития <i>Eisenia fetida</i> Sav. на листьях тополя из разных зон города Томска .....</b> | <b>62</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Жмылева К.С., Чернышова О.В., Малышева Е.А. и др.

|                                                                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Почвообитающие раковинные амёбы в разнотипных биотопах южной и центральной части полуострова Камчатка .....</b> | <b>64</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Зайцев А.С.

|                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Интенсивность землепользования на лугах определяет функциональное, но не таксономическое разнообразие сообществ оribатид .....</b> | <b>65</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Зайцева О.А., Колосова М.В., Бизин М.С.

|                                                                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Некоторые особенности биологии массовых видов клещей-обитателей холодного лесного ручья в средней полосе России .....</b> | <b>67</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Залиш Л.В.

|                                                                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Сообщества панцирных клещей (Acari: Oribatida) макросклона хр. Кодар и долины р. Чары в Восточном Забайкалье .....</b> | <b>68</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|

Зенкова И.В., Дитц А.А.

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Стафилинидофауна гор Кольской Субарктики (Coleoptera, Staphylinidae) .....</b> | <b>69</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|

*Золотарев М.П., Симоненкова А.С.*

**Пищевой преферендум четырех симпатрических видов кистянок  
(Chilopoda, Lithobiomorpha) ..... 70**

*Зубрий Н.А., Филиппов Б.Ю.*

**Использование экологических шкал для мониторинга  
стабильности пространственно-временной структуры  
населения жуужелиц о. Большой Соловецкий ..... 72**

*Иванова Н.В., Шапков М.П., Петрунин-Сухарев А.А.,  
Федорова А.А., Ишмуратова М.Ю.*

**Инвазивные виды деревьев и дождевых червей  
формируют интразональные лесные сообщества в степи ..... 73**

*Каплин В.Г.*

**Особенности почвы как среды обитания  
первичнобескрылых насекомых (Apterygota, Insecta)  
семейства Machilidae (Microcoryphia) ..... 74**

*Касаткина А.Н., Зайцев А.С.*

**Почвенные беспозвоночные как недооценённые  
переносчики патогенов: метаанализ 87 исследований ..... 77**

*Князев С.Ю., Бабий К.А., Абраменко А.С., Щербаков В.Е., Голованова Е.В.*

**Инженеры подземелья: как инвазивные черви  
перестраивают почву Западной Сибири ..... 78**

*Князев С.Ю., Бабий К.А., Романчук Р.Р., Голованова Е.В.*

**Почвенная макрофауна как индикатор экосистемных услуг  
в широтном градиенте Омской области ..... 79**

*Колеватов В.А., Марин И.Н., Динь К.Н.*

**Значение органического вещества мангровых деревьев  
в рационе беспозвоночных-фильтраторов  
в прибрежных экосистемах Южного Вьетнама ..... 81**

*Комарова Е.В., Стойко Т.Г., Титов С.В.*

**Морфогенетическая дифференциация *Chondrula tridens*  
(Müller, 1774) в популяциях Пензы и её окрестностей ..... 82**

*Кондратова А.В., Пилецкая О.А., Сулопарова Е.С.*

**Биотические функции постпирогенного угля в лесных экосистемах  
зоны прерывистой мерзлоты ..... 83**

*Кондратьева Т.Ю., Дегтярёв М.И., Зайцев А.С.*

**Результаты двухлетнего мониторинга сообщества энхитреид  
в смешанном лесу ..... 85**

*Кордюк А.А., Созонтов А.Н.*

**Косвенная оценка биомассы пауков  
на основе аллометрических моделей ..... 86**

*Коркина Е.А., Сафин А.Р.*

**Метагеномные исследования микробных сообществ  
в почве криометаморфического отдела таёжной зоны  
Западно-Сибирской равнины ..... 87**

*Коркина И.Н., Воробейчик Е.Л.*

**Неравновесные состояния комплексов почвенных сапрофагов:  
диагностика по формам гумуса при промышленном загрязнении  
и рекреации ..... 88**

*Коробушкин Д.И., Гусева П.А., Панченков А.А. и др.*

**Биодеградация отходов табачной продукции  
в различных зонобиомах ..... 90**

*Коробушкин Д.И., Дегтярев М.И., Демин Ф.А. и др.*

**Унификация размерной классификации почвенной фауны ..... 92**

*Короткевич А.Ю., Селезнёв Д.Г., Гончаров А.А.*

**Устойчивые к фузариозу сорта пшеницы могут влиять  
на структуру сообщества коллембол в агроэкосистемах ..... 93**

*Котельникова К.В., Гусева П.А., Панченков А.А. и др.*

**Влияние возраста древостоя на функциональное разнообразие  
сообществ хвойно-широколиственных лесов  
и их сукцессионных стадий ..... 95**

*Кривошеева В.А., Погодаев М.М.*

**Получение COI-баркодов из смешанных проб беспозвоночных  
с использованием нанопорового секвенирования ..... 96**

*Кругова Т.М., Чеснокова С.В.*

**Биотопическое распределение секционных  
и поверхностных гнёзд муравьёв (Hymenoptera, Formicidae)  
в низкогорьях Тигирецкого хребта (Северо-Западный Алтай)  
по данным 2005, 2015, 2024 гг. .... 98**

*Кудрин А.А.*

**Свободноживущие нематоды на коре деревьев:  
мигранты из почвы или уникальные сообщества? ..... 99**

*Кудрин А.А., Таскаева А.А.*

**Влияние корневого опада на сообщества почвенных животных:  
полевой эксперимент ..... 100**

*Кузнецова Н.А., Потапов М.Б.*

**Проблема вида в почвенной зоологии ..... 101**

*Кузьмина А.А., Пятин Е.В.*

**Экологическое состояние сапроблока в почвах лесной катены  
южной тайги ..... 103**

*Кушинов И.Д., Низамутдинов Т.И., Гладков Г.В., Кимеклис А.К.,  
Абакумов Е.В.*

**Разнообразие микробных сообществ почв  
Ямало-Ненецкого автономного округа: таксономический состав  
и пространственно-вертикальная дифференциация ..... 104**

*Лекарева А.А., Сайфутдинов Р.А.*

**Влияние длительного депонирования твердых коммунальных  
отходов на функциональный и таксономический состав  
почвенных микроартропод ..... 106**

*Логинова А.Д., Орехов Т.Н.*

**Обилие и трофическая структура почвенных нематод  
в разных субстратах при промышленном загрязнении ..... 107**

*Лузянин С.Л.*

**Многолетняя динамика сообществ пауков (Aranei) на породных  
отвалах угольного разреза в лесостепной зоне Кузбасса ..... 109**

Любечанский И.И.

**Население хищных герпетобионтов (жуков-жужелиц (Coleoptera: Carabidae) и пауков (Arachnida: Aranei)) Юго-Западного Таймыра и его биоиндикационное значение ..... 110**

Малахов Д.П., Миндубаев А.З.

**Биовыщелачивание сподумена солюбилизаторами фосфатов .... 112**

Матюхин А.В., Павлов А.В., Яцук А.А.

**К изучению биологии *Chionea lutescens* Lundström, 1907 (Diptera, Limoniidae) в Московской области ..... 113**

Мельцаева А.М., Рахлеева А.А., Умарова А.Б.

**Микроартроподы почв Больших лизиметров МГУ ..... 114**

Меньщикова А.М., Меньщиков Д.А.

**Предварительные сведения по видовому разнообразию наземных моллюсков (Mollusca, Gastropoda: Stylommatophora) в урбанизированных ландшафтах Курганской области ..... 115**

Надирадзе К.

**Биоуголь для здоровых почв и растений – меньше био- и органических отходов на ферме ..... 116**

Оби Э., Потапов А.М., Воробейчик Е.Л., Бергман И.Е., Зуев А.Г.

**Влияние почвенной фауны на минерализацию листовного опада и его включение в разные фракции почвенного органического вещества ..... 118**

Панин А.В., Давыдова Ю.Ю.

**Химические основы межвидовых взаимоотношений у *Folsomia candida* (Collembola: Isotomidae) ..... 120**

Панина К.С., Румак Д.А.

**Сравнительная ультраморфология кутикулы родов *Megalothorax* и *Neelides* (Collembola: Neelidae) ..... 121**

Пестрякова С.М., Бурнашева А.П.

**Сообщества коллембол (Hexapoda: Collembola) лиственных лесов Лено-Вилуйского междуречья ..... 123**

|                                                                                                                                                                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Петрунин-Сухарев А.А., Шашков М.П., Иванова Н.В., Шеховцов С.В., Полубоярова Т.В.</i><br><b>Генетическая неоднородность <i>Aporrectodea caliginosa</i> и <i>A. trapezoides</i> Центрального Казахстана по данным митохондриального гена COI .....</b> | <b>124</b> |
| <i>Пилецкая О.А., Кондратова А.В., Иванов А.В., Галышев А.Н.</i><br><b>Изменение биологической активности черноземовидной почвы при технологии No-Till .....</b>                                                                                         | <b>125</b> |
| <i>Попов А.А., Ноговицына С.Н.</i><br><b>Муравьи в составе герпетобия постпирогенных сообществ Центральной Якутии .....</b>                                                                                                                              | <b>127</b> |
| <i>Приходько В.Е., Сиземская М.Л.</i><br><b>Изменение химических и микробиологических свойств полупустынных почв Северного Прикаспия при длительных мелиоративных мероприятиях .....</b>                                                                 | <b>129</b> |
| <i>Пятина Е.В.</i><br><b>Органогенный материал из дупел деревьев – аналог подвешенных почв (suspended, canopy or arboreal soils)? .....</b>                                                                                                              | <b>130</b> |
| <i>Рагимов Р.Г., Якимов В.Н., Кузнецова Н.А. и др.</i><br><b>Локальная изменчивость морфологических признаков <i>Parisotoma notabilis</i> в болотных биотопах Нижегородской области .....</b>                                                            | <b>132</b> |
| <i>Рапопорт И.Б., Шеховцов С.В.</i><br><b>Дождевые черви Западной Азии и вклад в ее биоразнообразие фаун Закавказья и Загроса с Эльбурсом .....</b>                                                                                                      | <b>133</b> |
| <i>Розанова О.Л.</i><br><b>Интенсивность и таксономический состав «артроподного дождя» в различных типах лесных экосистем .....</b>                                                                                                                      | <b>134</b> |
| <i>Романчук Р.Р., Голованова Е.В.</i><br><b>Изменение содержания общего органического вещества и потока углекислого газа горных лесных черноземовидных почв Алтайского края под воздействием дождевых червей юга Западной Сибири .....</b>               | <b>136</b> |

*Руди В.В., Голованова Е.В.*

**Аборигенный и инвазивные виды дождевых червей по-разному влияют на индексы лабильности органического вещества черноземов гидрометаморфизованных ..... 137**

*Румак Д.А., Полилов А.А.*

**Аллометрия внутренних органов коллембол (Hexapoda: Collembola) в контексте миниатюризации членистоногих ..... 139**

*Ручин А.Б., Есин М.Н., Лобачев Е.А., Лукиянов С.В., Семишин Г.Б.*

**Фауна жужелиц (Coleoptera: Carabidae) луговых экосистем в республике Мордовия и сопредельных регионах ..... 140**

*Рыбалов Л.Б., Бастраков А.И.*

**Вертикальная поясность населения почвенных беспозвоночных в горах Эфиопии ..... 141**

*Савельева К.В., Сотников И.В., Зуев А.Г., Тиунов А.В.*

**Детритный сдвиг и изотопный состав углекислого газа в гнёздах термитов *Macrotermes carbonarius* ..... 142**

*Сайфутдинов Р.А.*

**Таксономическое и функциональное разнообразие коллембол в лесопарках разного возраста в г. Москве ..... 144**

*Самойлова Е.П., Григорьева Л.А., Осипова Т.Н.*

**Почва, как среда обитания иксодовых клещей ..... 145**

*Сапарбаева Л.М.*

**Пространственно-временная организация сообществ почвенной мезофауны Северного Кавказа: данные по Чеченской республике ..... 146**

*Сморкалов И.А., Воробейчик Е.Л.*

**Нормализация многолетних данных дыхания почвы по температуре и влажности в условиях техногенного загрязнения: сравнение разных подходов ..... 147**

*Сотников И.В., Мартыненко Н.А., Гусев Е.С.*

**Больше почвы для больших организмов – модификация метода метабаркодинга средовой ДНК для оценки разнообразия почвенного населения ..... 148**

*Сотников И.В., Тиунов А.В.*

**Вклад почвенных сапрофагов в экосистемные процессы зависит от их обилия и суммарного метаболизма: полевой эксперимент в широком климатическом градиенте ..... 150**

*Стрючкова А.В.*

**Генетический полиморфизм широкораспространенного вида: теоретические и прикладные следствия ..... 151**

*Суходольская Р.А., Ананина Т.Л., Ортис Г. и др.*

**Источники вариации морфометрических показателей жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) ..... 153**

*Таскаева А.А., Фильчагина А.А., Конакова Т.Н., Шадрин Д.М.*

**Таксоцены коллембол в оценке качества почв, трансформированных воздействием сточных вод ..... 154**

*Триликаускас Л.А.*

**Пауки и сенокосцы черневой тайги – арахнологический феномен «сибирских джунглей» ..... 156**

*Уваров А.В.*

**Межвидовые и внутривидовые взаимодействия в ассоциациях люмбрицид в лесах умеренной зоны ..... 157**

*Унру Д.П., Бабий К.А., Князев С.Ю., Голованова Е.В.*

**Только аборигенный вид дождевых червей способствует секвестрации углерода в черноземах гидрометаморфизованных ..... 159**

*Фарзалиева Г.Ш., Плакхина Е.В.*

**Чужеродные виды многоножек (Chilopoda, Diplopoda) Ботанического сада Пермского университета ..... 160**

*Фатеева А.А.*

**Сообщества почвенных беспозвоночных после сплошнолесосечных рубок ельников зеленомошных ..... 162**

*Цуриков С.М.*

**Сдвиг от детритофагии к микробофагии у почвенной фауны в зависимости от качества опада в лесных биомах ..... 163**

Цыганов А.Н., Су Ц., Мазей Н.Г. и др.

**Эко-региональные закономерности формирования сообществ почвенных протистов: функциональные признаки и таксономическое разнообразие раковинных амёб в Северной Евразии ..... 165**

Чеснокова С.В., Новгородова Т.А.

**Структура комплекса гнезд черноголового муравья *Formica uralensis* Ruzs. (Hymenoptera, Formicidae) на Алтае ..... 166**

Чулей А.Д., Мазей Н.Г., Макарова О.Л. и др.

**Сукцессия сообществ почвообитающих раковинных амёб в прогляциальных зонах Центрального Кавказа ..... 167**

Шашков М.П., Иванова Н.В., Петрунин-Сухарев А.А.

**Население дождевых червей Каркаралинских гор и их окрестностей ..... 169**

Швеенкова Ю.Б.

**Коллемболы заповедника "Приволжская лесостепь": мониторинг и таксономические исследования ..... 170**

Шейкин С.Д., Столбов В.А.

**Сообщества клещей временных водоемов в окрестностях Тюмени ..... 172**

Khaustov A.A., Kazakov D.V.

**Preliminary results on the molecular phylogeny of mites of the superfamily Raphignathoidea (Acari: Prostigmata) ..... 173**

Pan H.

**Synergistic effects of urbanization and natural environmental gradients on the functional community assembly of oribatid mites (Acari: Oribatida) ..... 174**

## О некоторых факторах распределения и перспективах сохранения наземных моллюсков в Калужской области

Алексанов В.В.

[victor\\_alex@list.ru](mailto:victor_alex@list.ru)

ГБУ КО «Дирекция парков», г. Калуга

**Ключевые слова:** подстилка, ландшафт, широколиственный лес, особо охраняемая природная территория, Gastropoda

Наземные моллюски в силу крайне ограниченной подвижности нередко используются в качестве модельной группы в природо-охранных исследованиях. Понимание закономерностей распределения необходимо для планирования поиска местообитаний редких видов, что особенно актуально в условиях фрагментированных ландшафтов юга лесного пояса Европейской России.

Материал был собран в 2016–2026 гг. в 69 лесных массивах. В каждом массиве в зависимости от его сложности обследовали от одного до шести местообитаний. Моллюсков собирали ручным разбором проб лесной подстилки, а также вручную на валежнике и поверхности почвы. В качестве факторов распределения проверяли тип ландшафта по четвертичным отложениям (аллювиальные отложения, отложения вне московского оледенения, ледниковые отложения краевой зоны московского оледенения, ледниковые отложения поздней стадии московского оледенения, водно-ледниковые отложения московского оледенения) и наличие взрослых широколиственных деревьев в древостое.

Исключая новейших адвентов, выявлено 50 видов наземных моллюсков. В каждом лесном массиве – от 8 до 28, в среднем 15 видов. Требуемыми к наличию широколиственных деревьев оказались *Acanthinula aculeata* (Müller, 1774), *Aegopinella pura* (Alder, 1830), *Clausilia pumila* (Pfeiffer, 1828), *Cochlicopa lubricella* (Ziegler, 1838), *Cochlodina orthostoma* (Menke, 1828), *Discus ruders* (Hartmann, 1821), *Vitrea contracta* (Westerlund, 1871). Напротив, в лесах иных типов чаще встречалась *Cochlicopa lubrica* (Müller, 1774). На моренных равнинах поздней стадии московского оледенения отсутствовал *Limax cinereoniger* Wolf, 1803, в тех же ландшафтах и на зандровых равнинах – *Laciniaria plicata* (Draparnaud, 1801), на зандровых равнинах – *Bulgarica cana* (Held, 1836) и *Carychium tridentatum* (Risso, 1826). *Merdigera obscura* (Müller, 1774) и *Vallonia pulchella* (Müller, 1774) встречались только вне московского оледенения и на зандровых равнинах. Некоторые виды, населяя ландшафты разных типов,

по-видимому, находятся в регионе на границе своего ареала. Так, *Macrogastra ventricosa* (Draparnaud, 1801) обнаруживается исключительно в северо-восточной части Калужской области, а *C. orthostoma* – только в западных и южных районах.

Абсолютное большинство обследованных массивов (52) находятся в границах особо охраняемых природных территорий (ООПТ), и каждый выявленный вид представлен на какой-либо ООПТ. Но некоторые местообитания видов, занесенных в Красную книгу Калужской области, не имеют особого охранного статуса. В целом по видовому составу моллюсков разные малонарушенные лесные массивы оказались близки между собой, а более нарушенные леса и парки имели непредсказуемый видовой состав. В лесах, расположенных внутри города и испытывающих сильную антропогенную нагрузку, но изначально сохранных в качестве лесов, видовое разнообразие моллюсков довольно велико.

## **Муравьи *Lasius niger* как индикаторы сукцессионных изменений на залежных землях и их взаимодействие с мицелиальными сообществами**

Алексеева П.А., Иванова А.Е., Закалюкина Ю.В.

[taminn3937@gmail.com](mailto:taminn3937@gmail.com)

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

**Ключевые слова:** залежные почвы, микромицеты, актиномицеты, антагонизм, Новгородская область

Муравьи – важный объект для изучения мицелиальных организмов с целью выявления биотехнологически ценных штаммов и исследования экологической роли мутуализма между насекомыми и микроорганизмами. При этом особый научный интерес представляют переходные экосистемы – залежные поля с муравейниками. Такой короткий промежуток между прекращением распашки и началом зарастания лесом создает уникальную возможность для изучения процессов педогенеза и роли в них муравьёв *Lasius niger*.

Объектами исследования служили муравьи *L. niger*, материалы надземных частей их гнёзд, контрольные образцы верхнего горизонта почвы, расположенной на залежном участке злаково-разнотравного луга (Новгородская область, Парфинский р-н), и выделенные из них мицелиальные организмы.

Анализ гидротермических условий (1979–2025 гг.) на залежном участке в сравнении с территорией Новгородской области выявил формирование локального микроклимата, отличающегося от регионального фона: стабильно меньшее количество осадков (в среднем 757 мм против 812 мм) и более высокие температуры. Такое сочетание оптимально для *L. niger*, что объясняет высокую плотность гнезд в 2023 году (17–20 гнезд/100 м<sup>2</sup>). Последующее снижение численности до 5–7 гнезд/100 м<sup>2</sup> к 2026 году связано с сукцессионным зарастанием участка древесно-кустарниковой растительностью.

Установлено, что муравьи *L. niger* служат уникальным местообитанием для мицелиальных организмов. На одну рабочую особь приходится в среднем 100 КОЕ микромицетов и 35–445 КОЕ актиномицетов (в пересчете на 1 г живых особей – до 25 тыс. и 111 тыс. КОЕ/г соответственно). При этом выявлено высокое обилие актиномицетов в головном отделе муравья, у микромицетов такой четкой локализации не обнаружено.

Сравнительный анализ показал, что сходство по набору выявленных видов микромицетов между гнездами и окружающей почвой составляет 9% (7 общих видов). Доля видов, встречающихся одновременно в теле муравья, материале гнезда и почве, – всего 2.2%, что указывает на строгую дифференциацию грибных сообществ по локусам. Важная находка – выделение из материала муравейников *Penicillium camponoti*, ранее описанного из местообитаний *Camponotus pennsylvanicus*, подтверждает приуроченность вида к муравьиным местообитаниям и расширяет представления о его распространении.

Скрининг антагонистической активности из выделенной коллекции микромицетов (117 штаммов, 89 видов) показал, что 43% штаммов подавляют рост тест-культур бактерий. Наибольший потенциал выявлен у штаммов, выделенных непосредственно из муравьев (доля активных – 64%). В материале гнезд этот показатель ниже (47%), что указывает на возможную роль муравьев как селекторов микроорганизмов с защитными функциями.

Обнаружено, что взаимный антагонизм мицелиальных организмов наиболее ярко проявляется при взаимодействии штаммов из разных локусов (муравей – почва), тогда как для микроорганизмов из одного локуса наблюдается отсутствие или низкая выраженность антагонизма, что подтверждает концепцию разграничения экологических ниш.

## Генетическое разнообразие и филогенетические связи ледниковых коллембол (Collembola, Isotomidae) Северного Кавказа

Антипова М.Д.<sup>1</sup>, Бабенко А.Б.<sup>1</sup>, Потапов М.Б.<sup>2</sup>

[antimar.2410@gmail.com](mailto:antimar.2410@gmail.com)

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

<sup>2</sup> Московский педагогический государственный университет, г. Москва

**Ключевые слова:** ногохвостки, микроартроподы, криофильные виды, генетическая дивергенция, филогения, Кавказ

Поверхности горных ледников служат местообитанием для специализированных криофильных видов беспозвоночных, среди которых обнаруживали тихоходок, коловраток, нематод, энхитреид, клещей, коллембол, а также комаров-звонцов, веснянок и др. (см. обзор Zawierucha et al., 2014). Коллемболы (Collembola) – одна из наиболее многочисленных групп, регистрировавшихся на ледниках по всему миру. Для ледников России подобные виды до сих пор не были известны. Наши полевые исследования (2021–2024 гг.) на супрагляциальных поверхностях пяти ледников Центрального и Западного Кавказа выявили разнообразные популяции коллембол из сем. Isotomidae, морфологически относящиеся к двум родам – *Desoria* и *Vertagopus*. Цель работы – оценка таксономического и генетического разнообразия этих форм, а также их филогенетических связей с европейскими ледниковыми видами. Использованы молекулярно-генетические методы: секвенирование фрагментов митохондриальных генов COI (680 п.н.) и 16S рРНК (445 п.н.), филогенетический анализ (ML) и расчет р-дистанций.

Показано наличие пяти потенциальных видов, ни один из которых не описан. В центральной части Северного Кавказа (Цей, Мижирги, Башкара, Кашкаташ) обнаружены две генетические линии *Desoria* с межпопуляционной дистанцией 12%. На ледниках западной части (Алибек) и в Приэльбрусье (Башкара) зарегистрированы три линии рода *Vertagopus*, дивергенция между которыми достигает 14.6–20%. Филогенетическое дерево (конкатенированный анализ COI+16S) показало монофилию всех кавказских ледниковых изотомид (bootstrap 100%) при базальном положении по отношению к ним альпийского вида *Desoria orobica* Valle, 2025. Анализ аминокислотных замен COI подтвердил обособленность кавказской клады, однако консервативность аминокислотного профиля внутри неё не позволила выделить отдельные группы внутри клады, включающей в себя все

генетические линии *Desoria* и одну из форм *Vertagopus* из Алибека. Установлено, что изученные линии *Desoria* и *Vertagopus* не образуют монофилетических групп, что ставит вопрос о пересмотре таксономического статуса этих родов. Представляется, что ледниковые изотомиды не только близки экологически, но и филогенетически.

Обособление кавказских ледниковых коллембол от европейских альпийских форм свидетельствует о формировании самостоятельной эндемичной фауны в высокогорьях Кавказа. Консервативность аминокислотного профиля внутри кавказской клады на фоне значительных нуклеотидных различий позволяет предположить, что дивергенция изученных форм произошла относительно недавно. Полученные результаты расширяют представления о распространении криофильных изотомид и подчёркивают необходимость дальнейших таксономических ревизий родов *Desoria* и *Vertagopus*.

## **Изучение влияния пестицидов на дождевых червей *Eisenia fetida* Sav.**

Бабенко А.С.

[andrey.babenko.56@mail.ru](mailto:andrey.babenko.56@mail.ru)

Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
г. Томск

**Ключевые слова:** *Eisenia fetida*, пестициды, токсичность, развитие

Для оценки токсического действия пестицидов рекомендуется использовать методы биотестирования с учетом таких интегральных параметров, как показатели выживаемости, роста и плодовитости тест-организмов. Ранее было отмечено, что для экспресс-анализа токсического действия пестицидов удобным тест-объектом являются дождевые черви. Целью настоящей работы было изучение влияния десяти различных пестицидов в дозах NOAEL на дождевых червей *Eisenia fetida* Sav.

Для оценки влияния пестицидов на поведенческие реакции и выживаемость дождевых червей была проведена серия экспериментов с использованием культуры червей *E. fetida*. Тестирование токсичности препаратов для дождевых червей проводили по методике, рекомендованной международным стандартом ИСО 11268. Для исследования острой токсичности препаратов эксперимент проводился в течение 7 суток; ежедневно проводился визуальный учет червей,

определялось количество выживших особей, а также фиксировались особи с отклонением в поведении и морфологическими изменениями. Для исследования хронической токсичности препаратов эксперимент проводился в течение 28 суток; фиксировалось количество червей, их поведенческие особенности, морфологические изменения и количество отложенных коконов.

Результаты острого эксперимента показали, что у *E. fetida* имеются существенные различия в смертности в зависимости от тестируемого препарата и его концентрации.

Проведенные исследования позволили разделить препараты на оказывающие сильное (Лямбда-С) и относительно слабое негативное воздействие (Лемур, Гезагард) на исследуемые объекты. Негативные последствия включали в себя гибель от 10 % до 100 % тестируемых особей в течение семи суток наблюдений.

Были выявлены специфические поведенческие реакции дождевых червей на загрязнение почвы пестицидами (замедление передвижения, выход на поверхность субстрата, судорожные сокращения тела и попытки сворачиваться в кольцо). В отдельных случаях наблюдалась повышенная скученность и сворачивание нескольких особей в общий клубок. Отдельные случаи морфологических изменений чаще всего предшествовали фрагментации тела с последующей гибелью особей.

Анализ полученных результатов позволяет выстроить тестируемые пестициды по способности подавлять репродуктивную активность дождевых червей *E. fetida*: Лямбда-С > Актара > Зенкор-Ультра > Зингер > Инфинито > Титул 390 > Белт > Аксиал > Лемур > Гезагард.

## **Совместное влияние инвазивных видов дождевых червей *Aporrectodea rosea* и *A. caliginosa* (Crassiclitellata, Lumbricidae) на доступность ионов и засоленность почв юга Западной Сибири: полевой эксперимент**

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

[kirillbabiy55@gmail.com](mailto:kirillbabiy55@gmail.com)

Омский государственный педагогический университет, г. Омск

**Ключевые слова:** инвазивные виды, *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea*, засоленные почвы, ионный состав почв

На юге Западной Сибири актуальна проблема вторичного засоления почв. Традиционные методы рекультивации часто дорогостоящи и малоустойчивы. Дождевые черви как ключевые «экосистемные инженеры» могут выступать агентами биоремедиации засоленных почв. *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826) и *A. rosea* (Savigny, 1826) часто сосуществуют в Европе без выраженной конкуренции. Однако эффекты совместного обитания этих европейских вселенцев на ионный состав и засоленность почв в Западной Сибири не изучены.

Цель: оценить изменение доступности ионов ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg_2^+$ ,  $Ca_2^+$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ) и коэффициента адсорбции натрия (SAR) в почве под влиянием *A. rosea*, *A. caliginosa* и их совместного обитания в полевом эксперименте.

Эксперимент проведён в вегетационный период 2025 г. (84 дня) на 4 участках Омской области с лугово-чернозёмными солонцеватыми почвами. Каждый участок – повторность. Дизайн: блочный, рандомизированный, всего 48 мезокосмов ( $d=110$  мм,  $h=30$  см). Варианты: контроль (без червей), *A. caliginosa*, *A. rosea*, *A. caliginosa* + *A. rosea* (по 4 особи на мезокосм или 2+2). Почву предварительно просеивали. Разбирали по слоям 0–10, 10–20, 20–30 см. Ионы ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg_2^+$ ,  $Ca_2^+$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ) в почве определяли методом капиллярного электрофореза («Капель-104Т»), SAR – расчётно. Статистика: преобразование LnRR (отношение к фону), ANOVA, тест Тьюки ( $p<0.05$ ).

В верхнем слое почвы значимые различия обнаружены только по  $Cl^-$  ( $p=0.023$ ). Совместное обитание *A. rosea* и *A. caliginosa* привело к значимому снижению хлоридов по сравнению с монокультурой *A. caliginosa* ( $p=0.036$ ) и контролем ( $p=0.029$ ). В слое 10–20 см значимые различия отмечены по  $K^+$  ( $p=0.024$ ) и  $Cl^-$  ( $p=0.023$ ). В варианте двувидовой ассоциации  $K^+$  выше контроля ( $p=0.036$ ),  $Cl^-$  ниже, чем в монокультуре *A. caliginosa* ( $p=0.029$ ) и контроле ( $p=0.036$ ). Наконец, в слое 20–30 см значимые различия по  $Mg_2^+$  ( $p=0.048$ ) и  $Ca_2^+$  ( $p=0.022$ ). Ассоциация увеличивала содержание  $Ca_2^+$  по сравнению с *A. caliginosa* ( $p=0.042$ ) и контролем ( $p=0.037$ ). Для  $Mg_2^+$  отмечена такая же тенденция ( $p=0.076$ ). Монокультуры по отдельности не давали значимых отличий от контроля ни для одного иона.

Таким образом, совместное присутствие инвазивных *A. rosea* и *A. caliginosa* вызывает статистически значимые изменения ионного состава почвы, не наблюдаемые в монокультурах. Однако по показателю SAR эффект от совместного обитания отсутствует, тогда как монокультура *A. rosea* в нижнем слое (20–30 см) снижает риск

осолонцевания. В целом, наблюдается синергетический эффект межвидовых взаимодействий, усиливающий вертикальную миграцию ионов и потенциально снижающий риск натриевого засоления.

Исследование поддержано грантом РФФ № 25-24-00419.

## Биоконверсия полистирола насекомыми в лабораторных условиях

Бастраков А.И.<sup>1</sup>, Толстунов М.И.<sup>2</sup>, Костина Н.В.<sup>3</sup>, Ушакова Н.А.<sup>1</sup>

[aibastrakov@gmail.com](mailto:aibastrakov@gmail.com)

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва.

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону

<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

**Ключевые слова:** *Ulomoides dermestoides*, Tenebrionidae, сапрофаги, деструкция пластика, микропластик, окислительная деградация

Материалы и изделия из пластика играют важную роль в современной экономике и повседневной жизни людей. Однако повсеместное использование пластиков приводит к накоплению в окружающей среде отходов с длительным сроком деградации. Полистирол (ПС) является одним из распространенных видов пластиков, широко используемых в строительной отрасли и упаковочной промышленности, и служит основным источником загрязнения среды частицами микропластика (МП).

Отмечена способность ряда видов насекомых-сапрофагов в ходе своей пищевой активности воздействовать на пластики и принимать участие в их биоконверсии. К видам с подтвержденной способностью разрушать разные типы пластиков относятся представители жуков семейства чернотелок (Coleoptera: Tenebrionidae) и бабочек семейства огневки (Lepidoptera: Pyraloidea). В рамках данной работы, в ходе лабораторных экспериментов была протестирована способность разрушать полистирол у личинок черной львинки *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), мраморных тараканов *Nauphoeta cinerea* (Blattodea: Blaberidae) и чернотелки *Ulomoides dermestoides* (Coleoptera: Tenebrionidae).

В модельном эксперименте по биоконверсии органического субстрата, загрязнённого полистирольной упаковкой, личинки черной львинки концентрировали частицы ПС в оставшемся после развития

личинок субстрате. Благодаря существенной разнице в плотности остатка субстрата (фрасса) и ПС в конце эксперимента удалось разделить их на фракции. Внешнего повреждения и убыли массы ПС выявлено не было, но поверхность пластика была покрыта бактериальными и грибными биопленками, что указывает на начальный процесс биологической деградации. Динамика роста и показатели массы личинок *H. illucens* не отличались от контрольного варианта без ПС.

На чистом ПС имаго *U. dermestoides* теряли массу, не размножались и довольно быстро гибли. Несмотря на 30% убыль массы ПС, жуки не могли его использовать как полноценный источник пищи. Динамика массы личинок *U. dermestoides*, которых содержали на кормовой среде с добавлением ПС, не отличались от контрольного варианта без пластика. Убыль массы ПС за 10 недель составила более 70%. Проведенный химический анализ переработанных частиц ПС показал, что их линейные размеры соответствовали частицам МП, и произошло значительное увеличение содержания кислорода в структуре полимера, что указывает на активный процесс окисления. Применение метода пиролизической ГХ/МС не выявило накопления неповреждённого ПС в тканях личинок *U. dermestoides*.

В эксперименте с мраморными тараканами *N. cinerea* убыль массы чистого ПС составила около 20%, при этом тараканы не размножались и теряли массу. На кормовой среде с добавлением ПС показатели выживаемости и роста тараканов не отличались от контрольного варианта, но пластик они не потребляли.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 25-24-00273. Хроматографические исследования выполнены в рамках ГЗ ЮНЦ РАН № 124022100017-6.

## **Комплексы герпетобионтных беспозвоночных в окрестностях крупных медеплавильных заводов на Урале: четверть века исследований**

Бельская Е.А., Золотарев М.П.

[belskaya@ipae.uran.ru](mailto:belskaya@ipae.uran.ru)

Институт экологии растений и животных, УрО РАН, г. Екатеринбург

**Ключевые слова:** загрязнение, Aranea, Carabidae, Staphylinidae, обилие, разнообразие, структура, снижение выбросов

Несмотря на долгую историю экотоксикологических исследований, нет однозначных выводов о воздействии промышленных поллютантов на биоту, в первую очередь, изменений в сообществах. Для выявления этих эффектов часто используют беспозвоночных, обитающих на поверхности почвы, а среди них – Aranea, Carabidae и Staphylinidae. К нерешенным вопросам можно отнести следующие: 1) неясна форма зависимости, описывающей изменения функциональных и структурных показателей вдоль градиентов загрязнения; 2) мало информации о пороговых значениях загрязнения, которые вызывают существенные изменения. Наконец, слабо изучено естественное восстановление комплексов герпетобионтов после сокращения промышленных выбросов.

Приведены результаты исследований, проводимых с 1998 г. в лесных экосистемах вблизи точечных источников выбросов на Среднем и Южном Урале: Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ) и Карабашского медеплавильного завода (КМЗ). В атмосферных выбросах этих заводов содержатся  $\text{SO}_2$  и тяжелые металлы, сочетание которых оказывает сильное воздействие на природные экосистемы. У каждого завода обследовано по 10 участков с разным уровнем загрязнения и деградации растительности.

На загрязненных территориях в окрестностях СУМЗ снижались динамическая плотность и видовое богатство всех модельных таксонов, изменялись видовой состав и соотношение жизненных форм паукообразных и жуков. На всех участках преобладали жуки средних и мелких размеров, но с увеличением загрязнения уменьшалось количество видов с крупными особями и их обилие. После сокращения выбросов таксон жуков вблизи завода сохранил черты, характерные для загрязненных территорий: сниженное обилие зоофагов и отсутствие видов с крупными особями. Соотношение экологических групп мало различалось в периоды высоких и сниженных выбросов. Таксон паукообразных в период

низких выбросов у завода сохранил отличия от фонового. Однако его структура претерпела сильные изменения после снижения выбросов: виды семейства Lycosidae частично заместились видами семейства Linyphiidae, повысилось обилие сенокосцев, появились виды, ранее встреченные только на незагрязненной территории. Эти изменения можно трактовать как начало восстановительных процессов.

В окрестностях КМЗ зависимость обилия и разнообразия жужелиц от расстояния до завода была нелинейной. Точки перегиба, после которых параметры резко снижались, различались для разных характеристик карабидокомплекса и зафиксированы на расстоянии 9–11 км до КМЗ для видового богатства, 7–10 км для разнообразия и 4–5 км для обилия. Разнообразие снижалось при превышении концентрации подвижных форм тяжелых металлов в подстилке Cu 235 мг/кг сухой массы, Pb 402 мг/кг и почти 6 мг/кг Cd. Обилие уменьшалось при более высоком загрязнении: Cu >3934 мг/кг сухой массы, Pb 1908 мг/кг, Cd 23 мг/кг.

## **К материалам по фауне коллембол (Collembola) Каркаралинского национального природного парка (Казахстан)**

Блялова Ж.Ж.<sup>1</sup>, Абуkenова В.С.<sup>1</sup>, Потапов М.Б.<sup>2</sup>, Кузнецова Н.А.<sup>2</sup>

[blyalovaz@inbox.ru](mailto:blyalovaz@inbox.ru)

<sup>1</sup> Карагандинский национальный исследовательский университет  
им. академика Е.А. Букетова, г. Караганда, Казахстан

<sup>2</sup> Московский педагогический государственный университет, г. Москва

**Ключевые слова:** почвенная мезофауна, микроартроподы, ногохвостки,  
Центральный Казахстан

Коллемболы Центрального Казахстана до сих пор остаются малоизученной группой, несмотря на наличие ряда фундаментальных работ по фауне отдельных районов страны (Терешкова, 1976; Сметана, 1993). Актуальность сведений о микроартроподах обусловлена уникальностью региона, в пределах которого представлены разнообразные экосистемы – от степных и полупустынных ландшафтов до реликтовых лесных массивов, формирующихся в условиях резко континентального климата. Целью нашего исследования является изучение структуры таксоценов коллембол в градиенте степных и лесных катен Каркаралинского государственного

национального природного парка. Отбор проб и экстракция коллембол на воронках Тульгрена проводились по стандартной методике (Потапов, Кузнецова, 2011).

Согласно нашим первичным материалам, фауна коллембол изученной территории включает не менее 12 семейств, 26 родов, 35 видов. Около 31% всех найденных видов относится к семейству Isotomidae. Для лесных катен, по-видимому, характерна дифференциация доминант, отражающая адаптацию видов к особенностям горного микрорельефа и условиям влажности. В структуре доминирования пологих лесных катен преобладают *Tomocerina minuta*, *Desoria pjasinae* и *Xenylla* sp., тогда как на более крутых лесных склонах эудоминантами выступают *Parisotoma notabilis* и *Anurophorus stepposus*. В степных катенах эудоминантом является *A. stepposus*, субдоминанты – *P. notabilis*, *Sibiracanthella nuda*, *Drepanura* sp., *Lepidocyrtus* sp., *T. minuta*.

Полученные результаты включают ряд видов, ранее не зарегистрированных на территории Казахстана: *D. pjasinae*, *Vertagopus asiaticus*, *Oligaphorura* sp., *Granuliphorura* sp., *Folsomia volgensis*, *Xenylla myrmecophila*, *X. martynovae*, *Mesaphorura macrochaeta*, *Aggessopygus sibiricus*. Таксономический статус некоторых экземпляров требует дополнительного уточнения. Два из выявленных таксонов – *Folsomides* sp. и *Hypogastrura* sp. – предположительно новые для науки виды.

Зоогеографический состав фауны неоднороден: встречаются космополитные (*M. macrochaeta*, *P. notabilis*, *Isotomiella minor*, *Willowsia buski*); палеарктические (*T. minuta*, *X. myrmecophila*), а также азиатские виды (*A. stepposus*, *A. sibiricus*, *X. martynovae*). В таксоценох коллембол представлены эврибионтные, лесные и степные виды. Дальнейшие исследования позволят уточнить статус новых таксонов и структуру таксоценов.

Исследования частично поддержаны грантом КарНИУ им. Е.А. Букетова № 35-ВГ-26.

## **Парадокс технологии прямого посева: высокое видовое разнообразие и численность против высокой скорости смены сообщества**

Бокова А.И., Панина К.С.

[anbok.mpgu@gmail.com](mailto:anbok.mpgu@gmail.com)

Московский педагогический государственный университет, г. Москва

**Ключевые слова:** ногохвостки, агроэкосистемы, Ставропольский край, динамика сообщества

Технология прямого посева рассматривается как альтернатива традиционной обработке почвы, позволяющая получить более высокий и стабильный урожай, сохранить структуру и плодородие почвы. Принято считать, что технология прямого посева также приводит к стабилизации и устойчивости агроэкосистем. Почвенные коллемболы – одна из модельных групп для оценки влияния агротехнологии на почвенную фауну. Цель нашего исследования сравнить структуру, разнообразие и динамику сообществ коллембол при прямом посеве и традиционной обработке почвы.

Исследование проведено на юге Европейской части России (Ставропольский край) на фермерских полях в 2024 и 2025 годах. На двух полях с разной технологией обработки брали по 20 образцов почвы площадью 20 см<sup>2</sup> и глубиной 10 см. Анализ проводили с помощью обобщенных линейных моделей (GLM). Независимая переменная – технология обработки, зависимые – абсолютная численность, видовое богатство и разнообразие (индекс Шеннона). Влияние технологии обработки почвы на структуру сообщества коллембол оценивали с помощью многомерного дисперсионного анализа (PERMANOVA и betadisper) с индексом Брея–Кертиса, вклад видов – SIMPER в программе R.

При использовании технологии прямого посева базовые характеристики сообщества коллембол значительно увеличивались по сравнению с традиционной технологией обработки почвы. Общее обилие ногохвосток увеличивалось в 4 раза, видовое богатство – в 1.5–4 раза, видовое разнообразие также было выше при прямом посеве.

На полях с технологией прямого посева формировалось сообщество коллембол, значительно отличающееся от полей с традиционной технологией обработки. Были выявлены значимые отличия в структуре сообществ коллембол между разными технологиями обработки почвы ( $F = 5.51$ ,  $p = 0.001$ ,  $R^2 = 0.147$ ). Из-за

высоких колебаний общей численности эффекты разных технологий ярче проявились при сравнении структуры доминирования сообщества. Так, в сообществе коллембол на полях с технологией прямого посева преобладали виды поверхностной и подстилочной жизненных форм, связанных с растительными компонентами подстилки и мульчи. Тогда как на полях с традиционной обработкой преобладали типичные для агроценозов виды, в том числе и почвенные.

Вопреки гипотезе о стабилизации сообществ при использовании технологии прямого посева, оба сообщества значительно изменились по годам (Прямой посев:  $F = 8.49$ ,  $p = 0.001$ ; Традиционная обработка:  $F = 6.70$ ,  $p = 0.001$ ). При этом сдвиги в сообществе коллембол в технологии прямого посева были более сильными.

Полученные результаты подтверждают, что прямой посев способствует увеличению численности, видового богатства и разнообразия коллембол. На полях с разной технологией формировались два отличающихся по видовой структуре сообщества. Однако представления о стабилизации сообщества коллембол при прямом посеве были опровергнуты. Возможно, это связано с процессами восстановления почвенной структуры, где типичные виды агроэкосистем сменяются более специализированными, ассоциированными с поверхностной растительностью.

## **Морфологические предпосылки процветания мокриц семейства Agnaridae (Isopoda: Oniscidea) в аридных регионах**

Бызов Ф.С.

[byzzovv@list.ru](mailto:byzzovv@list.ru)

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва  
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

**Ключевые слова:** Isopoda, аридная адаптация, морфология, дыхательная система, покровы

Семейство Agnaridae является одним из доминирующих таксонов наземных изопод в аридных и семиаридных регионах Палеарктики. Представители таких родов, как *Hemilepistus*, *Desertoniscus* и *Protracheoniscus*, успешно освоили пустынные и степные экосистемы, где благодаря высокой численности и биомассе

играют ключевую роль в детритных пищевых цепях. Однако морфологические основы их эволюционного успеха в условиях дефицита влаги остаются слабо изученными. Целью настоящей работы является сравнительный анализ морфологических черт Agnaridae в контексте их потенциальных адаптаций к засушливому климату. В ходе работы были проанализированы коллекционные материалы по 15 родам семейства с применением световой и сканирующей электронной микроскопии.

Представители Agnaridae обладают комплексом признаков, коррелирующих с обитанием в условиях низкой влажности. В первую очередь это строение дыхательной системы: наличие моноспиракулярных легких на экзоподитах плеопод, которые являются аутопоморфным признаком, по которому семейство Agnaridae отделяется от семейства Trachelipodidae, которые могут рассматриваться как механизм минимизации потерь воды при газообмене. Редукция числа дыхательных поверхностей у некоторых родов (легкие на 1–3, а не на 5 парах плеопод) может отражать дальнейшую специализацию в этом направлении. Вторым важным аспектом является морфология покровов. Сильная склеротизация и разнообразная гранулированность дорсальной поверхности тела (от конических бугорков у *Hemilepistus* до гладких тергитов у ряда *Protracheoniscus*) потенциально участвуют в снижении транспирации. Формирование мощного вооружения головы и специфичной скульптуры переонитов, вероятно, связано не только с транспираторными функциями, но и с адаптацией к рытью нор, что критически важно для выживания в пустынях. Важные признаки, потенциально способствующие выживанию в аридных местообитаниях, также обнаруживаются в строении переопод, дорзальных щетинок и общей формы тела.

Можно предположить, что эволюционный успех Agnaridae в аридных зонах обусловлен не единичными адаптациями, а комплексом специализированных преобразований. Дальнейший анализ корреляции морфологических признаков с параметрами среды обитания позволит прояснить эволюционные пути освоения засушливых биотопов этой группой мокриц.

## **Минералогия почв степных блюдцев в лиманах Северного Прикаспия**

Варламов Е.Б.<sup>1</sup>, Мусаэлян Р.Э.<sup>1</sup>, Чурилин Н.А.<sup>1</sup>, Кашенко Г.А.<sup>1</sup>,  
Колесников А.В.<sup>2</sup>, Чурилина А.А.<sup>3</sup>

[evgheni968@rambler.ru](mailto:evgheni968@rambler.ru)

<sup>1</sup> ФИЦ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г. Москва

<sup>2</sup> Институт лесоведения РАН, с. Успенское

<sup>3</sup> НОЦ – Ботанический сад Петра I биологического факультета МГУ  
им. М.В. Ломоносова, г. Москва

**Ключевые слова:** смектит, иллит, смешанослойные минералы, каолинит, хлорит, кварц, слюды, полевые шпаты

В лиманных комплексах Северного Прикаспия структура почвенного покрова представлена солодами. Внутри лиманов, в блюдцеобразных депрессиях – степных блюдцах, формируются почвы своеобразного строения, отличающиеся от фоновых. Формирование почв внутри степных блюдцев происходит под влиянием воздействия регионального специфического увлажнения, в весенний период при их затоплении во время снеготаяния. Гидрологический режим почв степных блюдцев от фоновых почв лимана отличается более длительным периодом увлажнения. Морфологические отличия профилей между почвами заключаются в разной мощности осолоделого горизонта, более высоким содержанием илистых частиц и профильного их распределения. В почвах днища лимана и почв внутри степных блюдцев установлен однотипный состав глинистых и кластогенных минералов, но разное их соотношение в соответствующих горизонтах. Глинистые минералы представлены иллитом, смектитом, смешанослойной фазой, каолинитом, хлоритом. Кластогенные минералы представлены кварцем, слюдой, полевыми шпатами, хлоритом. Минералы в супердисперсном состоянии в осолоделых и текстурных горизонтах фиксируются в обеих почвах, но имеют различное происхождение. У почвы степного блюдца супердисперсность обусловлена современной трансформацией иллита в смектит при метаморфизации продуктов выветривания минералов замкнутого водного режима. В почве лимана супердисперсность реликтовая, связана с прохождением солонцового процесса в прошлом и в настоящее время не происходит.

Формирование степных блюдцев – это процесс, связанный с изменением плотности сложения минеральной массы ее метаморфизации при локальном избыточном увлажнении. Диаметр степных блюдцев задается мощностью осолоделого горизонта, а

занимаемая ими площадь зависит от увлажнения поверхностными водами. Почвы степных блюдеч имеют ряд специфических свойств, отличающих их от зональных почв. Они отличаются высоким содержанием кварца, слюды и глинистых минералов, среди которых повышено содержание смектита, а также более низким содержанием кластогенных полевых шпатов и хлорита. Дифференциация профильного распределения минералов в почвах степных блюдеч менее выражена. Почвы степных блюдеч от зональных почв отличает отсутствие однонаправленных профильных изменений минералогического состава, что свидетельствует о более контрастном периодическом увлажнении и более длительном его воздействии. По мере расширения площади степных блюдеч в пределах депрессии происходит более равномерное распределение поверхностных вод, а стадии локального гидроморфизма становятся короче, что ведет к затуханию процесса их формирования.

Работа выполнена в рамках бюджетного задания за 2026 г. плана НИР лаборатории по теме FGUR-2025-0005.

## **Насекомые, вылетающие из почвы: разнообразие, обилие, изотопный состав**

Виноградов Д.Д., Кривошеина М.Г., Цуриков С.М., Тиунов А.В.

[ydd98@list.ru](mailto:ydd98@list.ru)

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

**Ключевые слова:** эмерджентные ловушки, двукрылые, Diptera, восходящий перенос вещества, детритные пищевые сети

Пищевые сети почвы (в основном детритные) и наземно-воздушной среды (в основном пастбищные) традиционно изучаются по отдельности, хотя они соединены многочисленными связями. Поступление вещества из наземного яруса в почву и его освоение детритными пищевыми сетями всесторонне исследовано, однако существует и противоположно направленный, восходящий перенос вещества из почвенного яруса в наземный. Один из важных агентов такого переноса – насекомые с почвенными личинками и крылатыми имаго, живущими в наземно-воздушной среде.

В рамках исследования впервые оценён поток вылетающих из почвы насекомых (с акцентом на двукрылых) в ряде экосистем: в широколиственно-хвойном лесу умеренной зоны России (Москва),

северной тайге (Карелия), различных типах тропического леса и редколесья (Вьетнам) и горной тундре (Мурманская область). Вылетающие из почвы насекомые были собраны с помощью эмерджентных ловушек, представляющих собой размещённые на почве пирамиды площадью 1 м<sup>2</sup> из чёрной ткани на металлическом каркасе с закреплённой на вершине ёмкостью с фиксатором.

Во всех исследованных экосистемах среди вылетающих из почвы насекомых доминируют двукрылые. В горной тундре, тайге, широколиственно-хвойном лесу умеренной зоны и горном тропическом редколесье наиболее обильными по числу особей семействами были Cecidomyiidae, Phoridae и Sciaridae, в горном тропическом лесу доминировали Ceratopogonidae и Chironomidae, в муссонном тропическом лесу – Cecidomyiidae и Sciaridae. Применение эмерджентных ловушек повышает эффективность выявления разнообразия развивающихся в почве насекомых. Обнаружено три новых для Европейской России вида двукрылых из семейств Cecidomyiidae и Chironomidae.

Максимальная зафиксированная интенсивность вылета двукрылых из почвы варьирует от 6 экз. м<sup>-2</sup> сут.<sup>-1</sup> (горная тундра) до более чем 50 экз. м<sup>-2</sup> сут.<sup>-1</sup> (горный тропический лес). В лесу умеренной зоны пик вылета приходится на июнь-июль, оценочный суммарный вылет составляет 1000–3600 экз. м<sup>-2</sup> в год и 130–430 мг с. в. м<sup>-2</sup> в год.

Впервые определён изотопный состав двукрылых, вылетающих из почвы в лесу умеренного климата. Вылетающие из почвы двукрылые имеют типичный для почвенных животных изотопный состав углерода и характерный изотопный состав азота: половина их биомассы приходится на семейства со средними значениями  $\delta^{15}\text{N}$  более 6.5‰, т.е. на 2–3‰ выше, чем у типичных почвенных хищников. Специфический изотопный состав вылетающих из почвы двукрылых может быть использован для реконструкции путей переноса вещества между ярусами экосистем.

## Структурно-функциональные особенности формирования геофильного комплекса ос-блестянок (Hymenoptera, Chrysidae) в условиях Северного Кавказа

Винокуров Н.Б.

[noko-vinokurov@yandex.ru](mailto:noko-vinokurov@yandex.ru)

Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН, г. Нальчик

**Ключевые слова:** отношения паразит-хозяин, гнездовой паразитизм, экологические ниши, таксономическая структура, биоразнообразие горных территорий

Осы-блестянки – широко распространенная группа перепончатокрылых насекомых, которые тесно связаны со своими хозяевами, паразитируя в их гнездах. Важным в сохранении биоразнообразия и устойчивости экосистем является комплексный подход к изучению биоценозов, где насекомым отводится важная роль в динамической стабильности биоты. В зависимости от мест обитания ос-блестянок можно подразделить на экологические группы: геофилы – связанные с хозяевами, обитающими в почве; ксилофилы – с хозяевами, которые строят свои гнезда в пустых ходах в сухой древесине, оставленных стволовыми вредителями; антофилы – с растениями при питании пыльцой и нектаром, а также стратофилы – паразитирующие в гнездах насекомых-лепидоптер, которые строят свои гнезда из глины и песка на камнях и различных постройках, но и в этих группах можно выделить узко специализированные виды и виды с широкой экологической нишей (Винокуров, 2013). К настоящему времени на Северном Кавказе зарегистрировано 211 таксонов ос-блестянок из 20 родов, что составляет 60% от фауны России (Винокуров, 2008, 2013; Rosa et al., 2019).

Осы-блестянки как скрытоживущие насекомые являются важным звеном в цепях питания многих групп животных почвенных биоценозов. Они паразитируют в гнездах перепончатокрылых насекомых, преимущественно Crabronidae, Megachilidae, Vespidae (Eumeninae, Zethinae), регулируя их численность. Наиболее полно представлены 10 родов ос-блестянок: *Chrysis* (103 вида), *Hedychridium* (23), *Hedychrum* (13), *Chrysura* (13), *Holopyga* (13), *Pseudomalus* (7), *Elampus* (6), *Cleptes* (6), *Pseudochrysis* (5) и *Philoctetes* (5). Представители этих родов составляют 92% от числа видов, зарегистрированных на Северном Кавказе. Малочисленны и встречаются редко представители восьми родов: *Omalus*, *Colpopyga*,

*Euchroeus*, *Spinolia*, *Spintarina*, *Stilbum*, *Parnopes* и *Morphochrysis*. Род *Trichrysis* представлен одним видом *T. cyanea*, который имеет широкий круг хозяев, разнообразие экологических ниш, встречается как в почвенных биоценозах, так и на сухостойных деревьях, в гнездах хозяев, гнездящихся в пустотах, оставленных стволовыми вредителями, или в щелях каменных или кирпичных строений, на железобетонных опорах линий электропередач и часто доминирует среди других видов. Род *Chrysidea* представлен двумя видами: *Ch. pumila* и *Ch. disclusa*, среди которых доминирует *Ch. disclusa*, встречается как в почвенных биоценозах, так и на сухостойных деревьях, поврежденных стволовыми вредителями. Особый интерес представляют осы-блестянки рода *Chrysis*, среди которых доминируют геофилы (77.6%). Ксилофильный комплекс представлен в основном группой *ignita* и осами рода *Chrysura*. Хозяевами рода *Cleptes* являются пилильщики, нами клептиды обнаружены на цветках тысячелистника и могут рассматриваться как антофилы. У ряда таксономических групп хризидид проявляется необходимость в дополнительном питании пыльцой и нектаром на цветках растений, где они проявляют себя как антофилы, хотя развитие происходит в почвенных биоценозах. Полученные данные показали, что 74% ос-блестянок Северного Кавказа тесно связаны с почвой как средой обитания, где они паразитируют в гнездах своих хозяев.

## **Опыт использования модифицированных ловушек Барбера для исследования герпетобионтных беспозвоночных, активных под снегом в зимний период**

Власов С.В., Тиунов А.В.

[tiunov@psu.ru](mailto:tiunov@psu.ru)

ФГАОУ ВО ПГНИУ, г. Пермь

**Ключевые слова:** пауки, герпетобионты, подснежная фауна

Зимний период в регионах со снежной зимой оказывает важное влияние на сообщества беспозвоночных животных: многие виды диапаузируют на разных стадиях жизненного цикла либо значительно снижают активность, однако во многих таксонах отмечены представители, проявляющие активность при низких температурах. В этом отношении изучение герпетобионтов, с одной стороны, представляет интерес, так как снег смягчает микроклимат подснежного

пространства и создает условия для сохранения активности животных, с другой стороны, исследования бывают осложнены отсутствием стандартных методик учета подснежной фауны. Конструкции, предлагаемые разными авторами, либо сложны и состоят из множества компонентов (см. Ziadeh et al., 2024), либо представлены конструкциями, изготавливаемыми вручную (Плашкина, Есюнин, 2026), поэтому трудно воспроизводимы. Работы по изучению пауков в зимний период на территории России остаются немногочисленными (Россолимо, Марусик, 1989; Fomichev, Koronen, 2024; Плашкина Е.В., Есюнин, 2026).

Цель данного исследования – апробировать модификацию ловушки Барбера, пригодную к массовому производству, и получить данные о фауне пауков под снежным покровом в экосистемах с невысокой степенью антропогенной трансформации на территории Пермского Предуралья.

К стандартной конструкции ловушки Барбера была добавлена круглая крышка, изготовленная методом 3D-печати из пластика PETG (полиэтилентерефталат-гликоль), перекрывающая проем стаканчика на 30 мм, на ножках высотой 20 мм. В качестве фиксатора использован 4% формалин, для защиты от замерзания добавлен глицерин (1/4 от объема фиксирующей жидкости).

Три линии ловушек (5 ловушек с интервалом в 1 метр) были установлены недалеко от ООПТ «Верхнекурьюинский охраняемый природный ландшафт» в северной части г. Перми на удалении 500 метров от жилой зоны, с начала ноября 2025 по начало мая 2026 в следующих биотопах: разнотравно-злаковый луг на просеке линии электропередач, смешанный (ель, пихта, береза) лес и в экотоне на границе леса и луга.

Ловушки были сняты после таяния снега, часть ловушек были смяты в результате расширения почвы при замерзании, во всех ловушках были обнаружены беспозвоночные животные и фиксатор. Всего было обнаружено 214 экземпляров беспозвоночных животных (не учтены муравьи), наибольшая попадаемость зафиксирована в ловушках, установленных на лугу (19.1 экз./100 лов.-сут.), наименьшая – в экотоне (7.2 экз./100 лов.-сут.). Наибольшее количество экземпляров – имаго и личинки насекомых (164 экземпляра), 43 экземпляра паукообразных (37 пауков, 2 сенокосца и 4 мезостигматических клеща), 4 коллемболы, 2 литобиоморфные многоножки, а также 1 олигохета сем. Lumbricidae.

Половозрелые пауки определены до вида, наибольшим количеством видов представлены Linyphiidae (5 видов),

зарегистрированы представители семейств Thomisidae, Lycosidae, Gnaphosidae, Dictynidae, Theridiidae, Liocranidae. В списке видов обнаружены совпадения как со списками, представленными в работе по подснежной фауне антропогенных сообществ Перми (Плахина, Есюнин, 2026), так и с данными по юго-западной Сибири (Fomichev, Koponen, 2024).

Таким образом, использованная нами модификация подснежной ловушки для герпетобионтов, при условии её доработки, имеет потенциал для применения в качестве воспроизводимого метода регистрации.

### Литература

Плахина Е.В., Есюнин С.Л. Подснежные группировки пауков антропогенно трансформированных почв ботанического сада Пермского государственного университета // Почвоведение. 2026. № 6. С. 1103–1119.

Россолимо Т.Е., Марусик Ю.М. Холодоустойчивость некоторых видов пауков Магаданской области // Зоологический журнал. 1989. Т.68. Вып.3. С. 136–139.

Fomichev A.A., Koponen S. The first data on subnivean activity of spiders (Arachnida: Aranei) in Southwestern Siberia (Russia) // Acta Biologica Sibirica. 2024. Vol. 10. P. 1211–1228.

Ziadeh C., Ziadeh S., Aflague B., Townley M., Ayres M., Contosta A., Garnas J. Distinct communities under the snow: describing characteristics of subnivium arthropod communities. Environmental Entomology. 2024. Vol. 53. P. 383–397.

## Зависят ли количественные показатели сообществ почвообитающих нематод от метода сбора материала?

Гаджирамазанова А.Г.<sup>1,2</sup>, Сайфутдинов Р.А.<sup>3</sup>, Коробушкин Д.И.<sup>3</sup>

[nika5275036@yandex.ru](mailto:nika5275036@yandex.ru)

<sup>1</sup>Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН, г. Махачкала

<sup>2</sup>Дагестанский государственный университет, г. Махачкала

<sup>3</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

**Ключевые слова:** микрофауна, функциональное разнообразие, трофические группы, таксономическое разнообразие, биомасса, пробоотборник, бур, Дагестан

Исследования почвенных нематод неразрывно связаны с методами полевого сбора материала, однако стандартизированная модель пробоотборника отсутствует, как и данные о сравнительной

эффективности различных инструментов и способов сбора почвенных проб. Проведен сравнительный анализ эффективности четырех инструментов сбора почвенных проб (совок, почвенные буры диаметром 2.5 и 5 см, рамка 15×15 см) для оценки таксономического состава, численности и биомассы сообществ свободноживущих нематод. Исследовано предгорье Восточного Кавказа (Дагестан) в пределах двух контрастных экосистем: широколиственных лесов и степей.

Обнаружено 32 рода нематод. В пределах лесных экосистем общее количество родов было наибольшим в пробах, собранных совком и буром  $\varnothing$  5 см (16 и 14 родов соответственно), наименьшее – рамкой (10 родов). В степных экосистемах таксономическое разнообразие было ниже в пробах, собранных буром  $\varnothing$  2.5 см (11 родов против 17–18 другими пробоотборниками). Среднее число родов в образце, собранных разными методами, статистически значимо не различалось. Установлено, что при сравнении разных экосистем ведущим фактором, определяющим таксономическое разнообразие, численность и структуру сообществ, выступает тип экосистемы, тогда как способ сбора проб не оказывает определяющего влияния на эти показатели. Однако каждый инструмент имеет ряд особенностей. Совок и бур диаметром 2.5 см обеспечивают сравнительно высокую пространственную репрезентативность за счет охвата микроместообитаний, но совок затрудняет стандартизацию объема образца и пересчет на единицу площади, а для бура диаметром 2.5 см выявлена селективность в отношении хищных и крупных нематод (роды *Longidorus*, *Dorylaimus* и др.), обилие которых было снижено в сравнении с другими методами. Отбор проб рамкой обеспечивает большой объем почвы, однако характеризуется низкой пространственной вариабельностью микроместообитаний; для их репрезентативного охвата требуется большое количество повторностей, что сложно реализовать при работе с пробами такого объема. Бур диаметром 5 см представляет собой наиболее оптимальный компромиссный вариант, позволяющий также пересчет данных на площадь (при условии экстракции всей пробы).

Таким образом, исследование показывает, что при сравнении контрастных экосистем, выбор метода отбора проб не является критическим фактором, однако учет особенностей каждого инструмента необходим для корректной интерпретации полученных результатов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 25-24-00639.

## **Функциональная избыточность или недостаточность: восстановилась ли за 100 лет после распахки люмбрикофауна в национальном парке «Смоленское Поозерье»?**

Гераськина А.П.

[angersgma@gmail.com](mailto:angersgma@gmail.com)

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов им. А.С. Исаева РАН,  
г. Москва

**Ключевые слова:** трофические группы Lumbricidae, норные черви, экосистемные инженеры, сукцессионная динамика, депонирование углерода

В настоящее время полевые эксперименты все чаще показывают функциональную недостаточность почвенной биоты в пределах лесных сообществ (Ayres et al., 2009; Veresoglou et al., 2015 и др.). Современное состояние почв и почвенной фауны во многом определяет история землепользования, в особенности в средней полосе России, где освоение и преобразование исходно лесной территории имеет место более тысячи лет (Карпачевский, 2012). Интенсивное сельскохозяйственное освоение земель в Смоленской области с применением распахки почвы ведется с конца XVIII в.

Объекты исследования: пахотные, постагrogenные и условно ненарушенные распахкой почвы национального парка (НП) «Смоленское Поозерье», образующие хроноряд восстановления до условно-коренных лесов возрастом 90–110 лет с выраженной оконной мозаикой и ветровально-почвенными комплексами. С 2021 по 2025 гг. заложено 87 пробных площадей (ПП), отобрано 430 почвенно-зоологических проб ( $n=5$  на каждой ПП) для учета макрофауны и более 50 проб валежа для учета дождевых червей.

Отмечены самые низкие темпы восстановления комплекса дождевых червей в сосновых лесах на сухих супесчаных почвах: максимальная биомасса люмбрицид в лесных сообществах на постагrogenных почвах возрастом более 70 лет составляет не более  $2 \text{ г/м}^2$ , леса населяют подстилочные и почвенно-подстилочные дождевые черви. При этом в старовозрастных сосняках без признаков распахки (контроль) биомасса и разнообразие люмбрицид еще ниже, причиной может быть пирогенный фактор – многократное выжигание подроста ели в ходе хозяйственной деятельности. В старовозрастных еловых лесах с более тяжелым грансоставом почвы биомасса люмбрицид также низкая ( $4 \text{ г/м}^2$ ), обнаружены подстилочная, почвенно-подстилочная и собственно почвенная группа (численность

очень низкая). Максимальное восстановление населения дождевых червей выявлено на поздних стадиях развития хвойно-широколиственных лесов на среднесуглинистых постагрогенных почвах, здесь биомасса достигает 30 г/м<sup>2</sup>, восстанавливаются подстилочная, почвенно-подстилочная и частично собственно почвенная группа, трансформирующая почву до глубины 30–40 см. Группа норных дождевых червей не обнаружена ни в одном из вариантов обследованного леса, несмотря на то что норные черви – типичные представители люмбрикофауны средней полосы России и старовозрастных лесов Кавказа, Урала и Дальнего Востока. Отсутствие «экосистемных инженеров» – норных червей – снижает потенциал экосистемных функций леса, в том числе регуляцию водного режима и депонирование углерода в почве.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 21-74-20171-П «Индикаторы агрогенного этапа развития лесной территории».

## Взаимосвязь размеров и формы гнезд северного лесного муравья

Гилев А.В.<sup>1</sup>, Целищева Л.Г.<sup>2</sup>

[gilev-ural@yandex.ru](mailto:gilev-ural@yandex.ru)

<sup>1</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

<sup>2</sup> Кировский городской зоологический музей, г. Киров

**Ключевые слова:** *Formica aquilonia*, купол, земляной вал, аллометрия, оседание купола, строительная деятельность, заповедник Нургуш

Все виды рыжих лесных муравьев строят крупные хорошо заметные гнезда. Такое гнездо представляет собой сложное архитектурное сооружение, состоящее из насыпного купола, вала и подземной части. Форма гнезд достаточно сильно различается, меняется во времени, и до настоящего времени и причины, и направления этих изменений остаются недостаточно изученными. Основное внимание при изучении муравейников уделялось куполу, с которым связаны многие параметры семьи (Длусский, 1967, Захаров, 1972, 2015). Земляной вал вокруг муравейника, образованный частицами вынесенной на поверхность почвы, обычно специально не рассматривался. Однако это тоже важная часть гнезда, выполняющая много функций. Муравейник в целом – это отдельный целостный геофизический объект со своими особенностями, с характерными закономерностями развития (Бакшт, 2007). Представляется

необходимым рассматривать все гнездо в целом, а не только отдельные его части в отрыве друг от друга. Данная работа посвящена анализу размеров и формы гнезд северного лесного муравья *F. aquilonia*.

Материал был собран в заповеднике «Нургуш» (Кировская область), в охранной зоне. В 2009 году был проведен сплошной учет муравейников с целью инвентаризации комплекса и последующего мониторинга его состояния. Описание гнезд проводили по стандартной методике (Мониторинг..., 2013). Оценивали общее состояние гнезда, наличие повреждений, степень зарастания. С каждого гнезда были взяты стандартные промеры: диаметр вала (D), купола (d), высота всего гнезда (H) и купола (h), проанализирована их взаимосвязь. Результаты работы частично опубликованы в Трудах заповедника (Гилев, Целищева, 2011).

Анализ взаимосвязи диаметра купола (d) и вала (D) показал наличие сложной зависимости этих характеристик. При D=50–150 см диаметр купола возрастает практически линейно. При дальнейшем увеличении диаметра вала рост купола у большинства муравейников прекращается, и в области значений D=150–200 см формируется горизонтальная ветвь. В районе значений D=200–220 см график расщепляется на две параллельные ветви. Купол муравейника продолжает расти, но по-разному.

Таким образом, выявляется довольно сложная картина трансформаций формы муравейников в процессе их роста, которая, на наш взгляд, хорошо объясняется балансом двух основных процессов – строительной деятельностью муравьев и оседанием купола под действием собственной тяжести. Муравьи, в зависимости от складывающейся ситуации, вероятно, могут переключаться на преимущественное строительство купола либо подземной части. В целом же муравейник выступает как единый динамичный объект со своими закономерностями развития.

## **Простая методика изучения относительной ксерорезистентности у коллембол**

Глаголева М.Д., Стрючкова А.В., Кузнецова Н.А.

[marusya.glagoleva@gmail.com](mailto:marusya.glagoleva@gmail.com)

Московский педагогический государственный университет, г. Москва

**Ключевые слова:** экофизиология, влажность, лабораторный эксперимент, генотипирование

В городе сохраняется большое разнообразие коллембол, однако видовой состав на городских газонах и в лесу отличается. Оказалось, что не только разные виды, но и разные генетические линии одного вида могут существенно различаться по отношению к факторам среды. Остается неясным, насколько распространено у коллембол явление такой внутривидовой адаптации к нарушенной среде, связанной с наличием специализированных генетических линий. Для выяснения этого вопроса мы выбрали фактор влажности, который является наиболее значимым для выживания такой гигрофильной группы, как коллемболы, в условиях города. Лабораторные опыты в сочетании с генотипированием особей позволяют нам определить, на каком уровне проявляются различия в выживаемости таксонов в нарушенных условиях в случае криптических видов.

Определяли выживаемость в условиях дефицита влаги для: 1) разных генетических линий одного вида *Parisotoma notabilis* s.l.; 2) двух близких видов *Protaphorura armata*, *P. subarmata* с сомнительными морфологическими отличиями; 3) комплекса криптических видов рода *Lepidocyrtus*. Особей собирали из разных местообитаний: городской газон и природный лес.

Дизайн эксперимента: по 1 особи помещали в пенициллиновые флаконы с гипсовым субстратом. В каждую камеру добавляли по 3 капли воды, такой объем жидкости оказался оптимальным с точки зрения продолжительности эксперимента. После этого каждый флакон накрывали газовой тканью, чтобы вода могла испаряться. Всего было проведено 17 серий опыта с 82 особями коллембол. Для контроля влажности в сосудах мы провели серию взвешиваний, что показало одинаковую скорость испарения в каждой камере. После эксперимента проводили генотипирование по гену CO1 для определения принадлежности особей из разных местообитаний к одному или разным видам.

У *P. notabilis* обнаружены внутривидовые различия: линия L1 на газонах оказалась более ксерорезистентной по сравнению с лесными линиями L2 и L4-Hebert. Лесные и газонные особи рода *Protaphorura* spp. также отличались по ксерорезистентности, а генетические дистанции подтвердили валидность выделения видов *P. armata* и *P. subarmata*. Генетически различные виды *Lepidocyrtus* spp. из леса и газона показали сходную устойчивость к сухости.

Таким образом, молекулярно-генетические методы в сочетании с экофизиологическими исследованиями позволяют сегодня на новом уровне подойти решению проблемы адаптации почвенных животных к урбанизированной среде.

## «Компактизаторы» и «декомпактизаторы» почвенных агрегатов (влияние эндогеяных видов дождевых червей на структуру черноземов гидроморфизованных)

Голованова Е.В.<sup>1,2</sup>, Пугачева А.Е.<sup>2</sup>, Щербаков В.Е.<sup>1</sup>

[nilseb@omgpu.ru](mailto:nilseb@omgpu.ru)

<sup>1</sup>Омский государственный педагогический университет, г. Омск

<sup>2</sup>Омский государственный университет, г. Омск

**Ключевые слова:** Lumbricidae, инвазивные виды, аборигенные виды, макроагрегаты, копролиты, сухое просеивание, мезокосмы

В годовом полевом эксперименте изучено влияние эндогеяных видов дождевых червей на соотношение фракций почвенных агрегатов черноземов гидроморфизованных. Подробно площадка исследований и условия проведения эксперимента описаны в работе Д.П. Унру и др. (Unru et al., 2026). Дизайн эксперимента включал 8 вариантов: три моновидовых: аборигенный вид – *Eisenia nordenskioldi pallida*, инвазивный вид европейского происхождения – *Aporrectodea caliginosa* (Golovanova et al., 2025) и чужеродный вид из Рудного Алтая (Казахстан) – *E. tracta* (Golovanova et al., 2021), все комбинации видов и контроль без дождевых червей. Эксперимент проводился в пятикратной повторности с рандомизированным дизайном. Мезокосмы представляли собой трубы 15 см диаметром и 1 м глубиной снизу и сверху с прикрепленным мельничным газом (№ 76). Почвенным буром были сделаны скважины глубиной 1 м. Почва по горизонтам просеивалась через сита с диаметром отверстий 4 мм для удаления хищников и дождевых червей, перемешивалась и с соблюдением порядка горизонтов помещалась в мезокосмы. Сверху добавляли сухую подстилку из листьев осины по 12 г/мезокосм. В вариантах с дождевыми червями в каждый мезокосм помещали по 6 особей половозрелых дождевых червей в моновидовые варианты, по 3 особи в двухвидовые и по 2 особи в трехвидовой вариант. Предварительно черви отбирались по массе. Через год экспозиции мезокосмы вынимались из почвы, вскрывались и разбирались послойно с отбором червей и почв. Почвы высушивались при комнатной температуре. Структурный состав каждого слоя определялся методом сухого рассева почвенными ситами и последующим расчетом процентного содержания почвенных агрегатов разного диаметра. Использовалось степенное преобразование данных. Нормальность распределения определялась с помощью критерия Шапиро–Уилка. Для определения

влияния видов на соотношение почвенных агрегатов использовали многофакторный ANOVA с последующим тестом Тьюки.

В слоях 0–5 см, 6–10 и 10–15 см все виды оказывали значимое влияние на долю фракций почвенных агрегатов. Аборигенный вид значимо увеличивал долю фракции 2–4 мм и 5–10 мм и уменьшал долю пылеватой фракции <0.25 мм. Инвазивный вид *E. tracta* значимо увеличивал долю пылеватой фракции <0.01 мм, уменьшая долю крупных фракций >5 мм. Инвазивный вид *A. caliginosa* увеличивал долю фракции >5 мм, не влияя на пылеватую фракцию. В слое 16–20 см значимым ( $p=0.004$ ) было влияние *E. tracta* на структуру почв. Вид увеличивал фракцию 2–4 мм. В слоях ниже 20 см влияния червей на структуру почв не отмечено. Взаимодействие видов проявилось в промежуточных значениях доли фракций.

Таким образом, истинным «компактизатором» (Lavelle et al., 2020), формирующим структурные отдельности за счет пылеватой фракции, является только аборигенный вид. *A. caliginosa*, формирующий фракцию >5 мм, вероятнее всего, за счёт поедания копролитов. *E. tracta* в верхних слоях гумусового горизонта ведет себя как «декомпактизатор». Структурирующая деятельность исследованных видов проявилась преимущественно до глубины 15 см, для нижнеярусного собственно почвенного вида – до 20 см.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 25-14-20073) и Миннауки Омской области (соглашение № 10 от 22.04.2026).

## Фауна мокриц (Crustacea: Isopoda) Узбекистана

Гонгальский К.Б.<sup>1</sup>, Бызов Ф.С.<sup>1</sup>, Кошанова Р.Е.<sup>2</sup>, Эшназаров К.<sup>3</sup>

[gongalsky@gmail.com](mailto:gongalsky@gmail.com)

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

<sup>2</sup> Каракалпакский государственный университет им. Бердаха,

г. Нукус, Узбекистан

<sup>3</sup> Термезский государственный университет, г. Термез, Узбекистан

**Ключевые слова:** фауна, мокрицы, Узбекистан

Мокрицы представляют собой одну из основных групп почвенных сапрофагов в аридных условиях. Благодаря развитым адаптациям к обитанию в засушливом климате они способны обитать в широком спектре влажности и температуры. Фауна Узбекистана, как и других государств Средней Азии, изучалась благодаря спорадическим

сборам почвенных зоологов и энтомологов в середине XX века и представлена в работах А. Ульянина, К. Фергуга и Е.В. Боруцкого. К началу века из Узбекистана было известно 10 видов мокриц. Наши работы в Республике Каракалпакстан, в Сурхандарьинской области и в узбекистанской части Ферганской долины показали, что видовое разнообразие было сильно недооценено. В настоящее время из Узбекистана известно не менее 15 видов, и как минимум 7 ожидают описания. Фауна представлена в основном представителями семейства Agnaridae (*Hemilepistus*, *Protracheoniscus*, *Desertoniscus*).

Наблюдается также отмечаемый повсеместно процесс проникновения космополитных видов в города, благодаря чему отмечены виды, новые для Узбекистана (*Armadillidium nasatum*, *Porcellionides pruinosus*, *Protracheoniscus major*).

## Экологические функции почв в оценке почвенной мультифункциональности

Гонгальский К.Б.<sup>1</sup>, Дегтярёв М.И.<sup>1</sup>, Котельникова К.В.<sup>1</sup>, Созонтов А.Н.<sup>2</sup>, Чернова О.В.<sup>1</sup>, Гусева П.А.<sup>1</sup>, Контобойцева А.А.<sup>1</sup>, Коробушкин Д.И.<sup>1</sup>, Сайфутдинов Р.А.<sup>1</sup>, Семёнова Т.А.<sup>1</sup>, Шахаб С.В.<sup>1</sup>, Столпникова Е.М.<sup>3</sup>, Терехова В.А.<sup>1,3</sup>, Зайцев А.С.<sup>1</sup>

[gongalsky@gmail.com](mailto:gongalsky@gmail.com)

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

<sup>2</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

**Ключевые слова:** почвенная функция, почвенные сервисы, классификация

В современной литературе отсутствует общее понимание того, что именно представляет собой мультифункциональность почв. Для анализа этого понятия мы проанализировали его использование в публикациях и установили, что авторы нередко смешивают собственно функции почв и почвенные параметры. Исходя из этого, мы предлагаем унифицированную систему почвенных функций, основанную на четырёх группах функций, выделяемых ФАО (поддерживающих, регулирующих, обеспечивающих и культурных), а также на иерархическом разделении функций на глобальные и локальные на основании системы Г.В. Добровольского и Е.Д. Никитина. Для проверки практической применимости этой системы мы оценили эффективность включения различных функций в расчет индекса мультифункциональности почв. Моделирование, основанное почти на

20 000 точках наблюдений по всему миру и включающее 192 почвенные функции, показывает, что многие функции являются коллинеарными. Для получения статистически устойчивого индекса мультифункциональности необходимо учитывать около 50 почвенных функций. Для практических целей мы предлагаем включать в анализ несколько функций из всех классов, что позволит сделать оценки почвенной мультифункциональности сопоставимыми между различными исследованиями и снизит усилия и экономические затраты для получения таких данных.

## **Влияние экологических факторов на структуру сообществ герпетобионтов г. Казани**

Гордиенко Т.А.<sup>1</sup>, Горбунов Р.П.<sup>1,2</sup>, Суходольская Р.А.<sup>1,3</sup>, Сладков С.А.<sup>4</sup>

[eiseniata@gmail.com](mailto:eiseniata@gmail.com)

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, г. Казань

<sup>2</sup> Государственный природный заповедник «Белогорье», п. Борисовка

<sup>3</sup> Казанский медицинский университет, г. Казань

<sup>4</sup> Гимназия № 8, г. Казань

**Ключевые слова:** почвенные ловушки, Carabidae, Staphylinidae, урбанизация, сезонная динамика

Герпетобионты играют ключевую роль в функционировании почвенных экосистем, выступая важнейшими участниками процессов разложения органического вещества, гумификации, круговорота питательных элементов и регуляции численности беспозвоночных. Цель работы – оценить влияние различных факторов среды (типа травостоя, древесного яруса, сезона, экспозиции берега р. Казанки и локалитета) на количественные и качественные параметры сообществ герпетобионтов.

Сбор материала проведён в мае и сентябре 2025 г. на 14 локалитетах г. Казани. Отбор проб осуществлялся методом почвенных ловушек Барбера (10 ловушек на точку). Таксономическая идентификация выполнена до уровня отрядов и семейств. Статистическая обработка включала однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с апостериорным тестом Тьюки для оценки общей численности, а также дискриминантный функциональный анализ (DFA) с пошаговым включением переменных для выявления таксономических индикаторов и расчёта расстояний Махаланобиса. Используются программы R v.4.3.1 и STATISTICA 12.

Анализ ANOVA выявил значимое влияние всех факторов на общую динамическую плотность ( $p < 0.001$ ). Высокая численность отмечена в липняках на ул. Тэцевская (70.9–93.5 и 21.4–35.8 особей/10 л.-с. соответственно весной и осенью), а также в ценозах с доминированием сныти (*Aegopodium podagraria*) (средняя плотность 56.1 особей/10 л.-с.), где показатели превышали злаковые и разнотравные ассоциации (19.3–23.6 особей/10 л.-с.,  $F_{3,252} = 51.16$ ,  $p < 0.001$ ). На правом берегу численность была достоверно выше, чем на левом (соответственно 27.9 и 20.6 особей/10 л.-с.,  $p = 0.025$ ). В сентябре зафиксировано значимое снижение динамической плотности по сравнению с маем (соответственно 17.9 и 31.4 особей/10 л.-с.,  $F_{1,254} = 18.48$ ,  $p = 2.45 \times 10^{-5}$ ). Липовые насаждения превосходили кладбищенские и тополёвые биотопы (32.3 против 4.3–8.4 особей/10 л.-с.,  $p < 0.001$ ). DFA подтвердил качественную дифференциацию сообществ (Wilks'  $\lambda < 0.4$ ,  $p < 0.0001$ ). Ключевыми индикаторами различий выступили Carabidae (F-remove  $> 12.1$ ), Staphilinidae ( $> 9.6$ ), Lumbricidae (25.4) и Heteroptera (10.2). Максимальное таксономическое расстояние Махаланобиса выявлено между локалитетами Тэцевская\_1 и Ферма 2 ( $D^2 = 18.75$ ,  $p < 0.001$ ), тогда как Дубравная и Попов овраг оказались статистически неразличимы ( $D^2 = 1.42$ ,  $p = 0.948$ ).

Высокая динамическая плотность и уникальная структура сообществ в снытевых ассоциациях обусловлены оптимальным микроклиматом и трофической обеспеченностью, что создаёт благоприятные условия для хищников (Carabidae, Staphilinidae) и сапрофагов (Silphidae, Lumbricidae). Сезонная перестройка таксономического состава отражает переход ряда видов в диапаузу. Достоверные различия между берегами и типами древесного яруса, вероятно, связаны с увлажнением, инсоляцией, типом почвы, химизмом опада и историей формирования лесных массивов и комплексов почвенно-подстилочной фауны. Сочетание ANOVA и DFA доказало эффективность комплексного статистического подхода для мониторинга почвенной фауны.

## Роль химической коммуникации в формировании агрегаций у *Bionychiurus normalis* (Collembola: Onychiuridae)

Гостева А.А., Давыдова Ю.Ю.

[anna.nngosteva777@gmail.com](mailto:anna.nngosteva777@gmail.com)

Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,  
г. Нижний Новгород

**Ключевые слова:** коллемболы, агрегационное поведение, межвидовая коммуникация, феромоны

Поведение коллембол как одной из ключевых групп почвенных обитателей неразрывно связано с восприятием химических сигналов из окружающей среды. Обонятельные (ольфакторные) стимулы играют фундаментальную роль в регуляции их жизнедеятельности, включая поиск пищи, избегание хищников и формирование агрегаций. Несмотря на общую значимость, поведенческие механизмы взаимодействия, основанные на химической сигнализации, у данной группы беспозвоночных остаются малоизученными. Настоящее исследование направлено на выявление химических основ внутривидовой коммуникации и агрегационного поведения у *Bionychiurus normalis*, Gisin, 1949.

Для решения поставленной задачи была разработана методика поведенческих биотестов с феромонными полями в лабораторных условиях. В качестве модельного объекта выступала лабораторная культура *B. normalis*. Источником химических сигналов служили предварительно сформированные феромонные поля – фрагменты фильтровальной бумаги площадью 100 мм<sup>2</sup>, которые в течение 3–4 дней насиживались коллемболами для накопления секрета. В качестве контроля использовали чистые фрагменты бумаги. Эксперимент проводился в чашках Петри диаметром 60 мм на влажной фильтровальной бумаге. Были исследованы следующие комбинации полей: «контроль-контроль», «свой-контроль», «свой-свой». В индивидуальном биотесте изолированную особь *B. normalis* помещали в центр чашки Петри и фиксировали её передвижения в течение 15 минут с помощью цифрового микроскопа (×40). На основе видеозаписей строились треки движения, иллюстрирующие характер локомоторного поведения в пределах тестовых зон.

Анализ поведенческих реакций показал, что химические сигналы играют ключевую роль в формировании агрегаций у исследуемого вида. При наличии феромонного поля, созданного

конспецификами («свой-свой»), наблюдалось статистически значимое увеличение времени пребывания особей в данной зоне. Поведение коллембол характеризовалось длительной остановкой на поле, что свидетельствует о положительном хемотаксисе и распознавании «своего» запаха. Кроме того, было отмечено изменение характера передвижения: особи переходили от линейного направленного движения к длительному беспорядочному перемещению в пределах действия феромонного поля. Это указывает на то, что химический сигнал не просто привлекает, но и удерживает животных, способствуя их скоплению. Выявленные поведенческие реакции на феромонные поля конспецификов (длительная остановка, изменение траектории) подтверждают наличие внутривидовых хемосигналов, выполняющих агрегирующую функцию. Полученные данные вносят вклад в понимание экологии почвенных микроартропод и механизмов их пространственного распределения.

## **Роль энхитреид в деструкции выбросов морского органического вещества на побережьях Баренцева и Белого морей**

Гусева П.А., Дегтярёв М.И., Коробушкин Д.И.

[polina.guseva.2001@mail.ru](mailto:polina.guseva.2001@mail.ru)

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

**Ключевые слова:** Enchytraeidae, морское органическое вещество, эмиссия CO<sub>2</sub>, анализ стабильных изотопов

Почвообитающие энхитреиды в арктических экосистемах зачастую являются доминирующей по биомассе группой почвенной мезофауны и выполняют важную роль в деструкции органического вещества, регуляции активности микроорганизмов и формировании почвенной структуры. Однако исследование функций, выполняемых энхитреидами в экотонных экосистемах, в первую очередь на побережьях морей, до сих пор не проводилось. Оценка вклада энхитреид в деструкцию морского органического вещества, ежегодно выбрасываемого на побережья, актуальна в свете процессов секвестрации «голубого» углерода и выбросов парниковых газов (в первую очередь CO<sub>2</sub>), напрямую зависящих от разложения и трансформации поступающей морской субстанции. Целью работы была оценка количественного вклада энхитреид в процесс деструкции

поступающего на берег морского органического вещества. Для этого были проведены исследования на побережьях Баренцева и Белого морей. В пределах каждого из них были выделены по три модельных участка на разном расстоянии от зоны максимального прилива, на которых проводили оценку пищевых предпочтений основных видов энхитреид (с помощью изотопного анализа углерода и азота тканей энхитреид и предполагаемых ресурсов), эмиссии  $\text{CO}_2$  (как фактора микробной активности), абиотических параметров (влажности и плотности субстрата и т.д.).

Установлено, что наибольшая эмиссия  $\text{CO}_2$  отмечена у уреза воды, что говорит об активной деструкции выброшенного морского органического вещества микроорганизмами. В пределах данного биотопа отмечены наибольшая влажность и численность энхитреид. У видов энхитреид отмечены различия в потребляемых ресурсах, при этом некоторые виды (*Lumbricillus rivalis*), вероятно, использовали морскую субсидию напрямую, тогда как другие (например, *Globulidrilus riparius*, *Enchytraeus albidus*) активно поглощали микроорганизмы, обитающие на разлагающихся водорослях. В пределах зоны высоких штормов выявлены типично наземные виды энхитреид, при этом по данным изотопного состава морское органическое вещество было также отмечено в рационе ряда видов (например, *Enchytraeus buchholzi*, *Fridericia bulboides*). Полученные результаты количественно подтверждают, что энхитреиды, потребляя как сами водоросли, так и связанные с ними микроорганизмы, вносят значимый вклад в деструкцию морского органического вещества в экотонных экосистемах арктических побережий и влияют на процессы эмиссии парниковых газов.

Исследование поддержано РФ, грант № 25-24-00639.

## **Химические основы регуляции межвидовых взаимодействий у почвообитающих коллембол (Collembola) в условиях эксперимента**

Давыдова Ю.Ю., Панин А.В., Гостева А.А.

[sovann@yandex.ru](mailto:sovann@yandex.ru)

Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина, г. Нижний Новгород

**Ключевые слова:** ногохвостики, агрегационные феромоны, межвидовая коммуникация, поведение

Химическая коммуникация является одним из ключевых механизмов регуляции поведения у почвообитающих коллембол, особенно в условиях отсутствия или ослабления визуальных сигналов: у ногохвосток достоверно подтверждено существование агрегационных, половых феромонов и феромонов тревоги. Агрегационные феромоны продуцируются взрослыми особями обоих полов, выделяются через кишечник и, вероятно, через кутикулу, могут обладать летучестью и обеспечивают концентрацию особей в микронизах, благоприятных для питания, спаривания, линьки и снижения потерь воды. Такие феромоны выявлены у представителей отрядов Poduromorpha и Entomobryomorpha, включая виды *Hypogastrura viatica*, *Anurida maritima*, *Orchesella cincta*, *Folsomia candida*. При этом межвидовая аттракция, опосредованная агрегационными феромонами, зарегистрирована лишь в единичных случаях, что указывает на высокую видоспецифичность сигналов у большинства изученных видов.

Целью нашей работы являлось экспериментальное исследование действия гетероспецифичных агрегационных феромонов у трёх видов коллембол из разных семейств: *Sinella coeca* Schött, 1902 (Entomobryidae), *F. candida* Willem, 1902 (Isotomidae) и *Protaphorura cancellata* Gisin, 1956 (Onychiuridae). В лабораторных поведенческих биотестах на арене формировали феромонные поля, выдерживая в микровольерах по 100–150 особей каждого вида-донора в течение суток, после чего на подготовленные участки помещали 150–200 особей тестируемого вида и через три часа регистрировали их распределение. Всего провели 9 серий экспериментов в троекратной повторности каждый. Установлено, что во всех экспериментальных комбинациях доля коллембол, сконцентрировавшихся на феромонных полях, достоверно превышала контроль. Для *S. coeca* наиболее привлекательными оказались собственные феромоны (97.66%) и феромоны *P. cancellata* (82.33%); на полях *F. candida* задерживалось 54.81% особей. *F. candida* предпочитала конспецифичные поля (92.62%), но также реагировала на гетероспецифичные сигналы (57.62% на полях *S. coeca* и 64.60% на полях *P. cancellata*). Наиболее выраженная реакция на «чужие» феромоны зафиксирована у *P. cancellata*: 94.41% особей концентрировалось на полях *S. coeca*, 96.51% – на полях *F. candida*, тогда как на собственных феромонных полях оставалось лишь 71.90%. Таким образом, *P. cancellata* продемонстрировала явное предпочтение гетероспецифичных агрегационных феромонов перед конспецифичными. Полученные результаты расширяют представления о химических основах

межвидовых взаимодействий у коллембол и показывают, что гетероспецифичные феромоны могут оказывать влияние на пространственное распределение видов в почвенных микросообществах.

## **Почвенные инфузории на градиенте от пресноводного озера: от видового состава к функциональному разнообразию**

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

[ritdaniilov@yandex.ru](mailto:ritdaniilov@yandex.ru)

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

**Ключевые слова:** простейшие, почвенная фауна, градиент влажности, трейты, микробиоценозы

Почвенные инфузории являются важной, но сравнительно малоизученной группой эукариот, представляющей собой значимый компонент гетеротрофной пищевой цепи. В почвенных экосистемах они играют важную роль в детритных пищевых сетях – питаются бактериями, водорослями, грибами и другими протистами, инфузории связывают микробные ресурсы с более высокими трофическими уровнями. Инфузории тесно связаны с водой, поскольку обитают преимущественно в тонких водных плёнках между почвенными частицами. Поэтому почвы береговой зоны представляют особый интерес для изучения: на небольшом пространственном масштабе здесь происходит переход от участков, испытывающих сильное влияние водоёма, к лесным почвам с более слабым гидрологическим влиянием.

Цель нашего исследования – оценить, как расстояние от уреза воды влияет на численность, видовое богатство, состав и функциональное разнообразие сообществ почвенных инфузorios. Работа выполнена на пяти ледниковых озёрах Московской области. На каждом озере были заложены точки отбора проб на расстояниях 0, 5, 10, 25 и 50 м от уреза воды. Инфузorios выявляли методом незатопленных чашек Петри после увлажнения воздушно-сухой почвы, численность оценивали прямым подсчётом клеток в почвенной суспензии с последующим пересчётом на 1 г сухой почвы. Для каждой пробы были получены данные по общей численности, видовому богатству и присутствию или отсутствию видов. Дополнительно

измеряли параметры почвенной среды: влажность, pH, содержание углерода и азота, а также их соотношение.

Особое внимание в работе уделено переходу от таксономического описания к анализу функционального разнообразия. Для выявленных таксонов была составлена таблица признаков – трейтов, включающая тип питания, размер тела, тип движения, жизненную форму, способность к образованию покоящихся цист.

Результаты проведённого исследования показывают, что при удалении от уреза воды численность и видовое богатство инфузорий снижаются, а состав сообществ изменяется постепенно, без резкой границы между прибрежными и более удалёнными участками. Анализ функционального разнообразия указывает на то, что эти таксономические изменения не всегда сопровождаются сопоставимой перестройкой функциональных признаков, поскольку часть размерно-трофических групп сохраняется в сообществах на разных расстояниях от воды.

## **Фауна и закономерности распространения энхитреид городских зелёных территорий Москвы**

Дегтярёв М.И.

[degtyarevmi@gmail.com](mailto:degtyarevmi@gmail.com)

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

**Ключевые слова:** Enchytraeidae, биоразнообразие, парк, ООЗТ, городские экосистемы, почвенная фауна

Городские зелёные территории – важный резервуар биоразнообразия, в том числе и для почвообитающих организмов. Существование городских экосистем невозможно без функционирования детритных пищевых сетей, одним из ключевых компонентов которых являются представители семейства энхитреид (Annelida: Clitellata: Enchytraeidae). В настоящий момент фауна и распределение энхитреид в условиях города изучены недостаточно, а существующие работы ограничиваются либо небольшими городами, либо одним-двумя парками в пределах крупного города. В ходе работ по оценке таксономического разнообразия и показателей обилия почвенной биоты, выполненных в рамках Соглашения с ДПиООС г. Москвы (7/СГ-25 от 02.06.2025), была поставлена задача заполнить пробел в знаниях об энхитреидах мегаполиса.

Материал для данной работы был отобран на территории 11 особо охраняемых зелёных территорий (ООЗТ) Москвы в период с середины мая по конец июня 2025 г. В каждой ООЗТ были выделены лесные и луговые участки (от 2 до 11 участков в зависимости от размеров и разнообразия лесных экосистем ООЗТ), на каждом участке были выбраны два микросайта, в пределах каждого из которых проводился отбор одного почвенного образца с помощью почвенного бура диаметром 5 см глубиной 10 см. Экстракция энхитреид осуществлялась методом Грефе, полученный материал был идентифицирован до уровня вида *in vivo*.

Всего в ООЗТ Москвы были обнаружены 42 вида энхитреид. Такое большое число может свидетельствовать о роли ООЗТ Москвы в сохранении биоразнообразия энхитреид, но также и говорит о возможном заносе некоторых видов из других регионов – например, с посадочным материалом. Были зафиксированы возможные виды-вселенцы, статус которых, однако, требует дальнейшей верификации. Были продемонстрированы различия в структуре фауны луговых и лесных участков ООЗТ, которые выражаются в высокой доле мелких видов-генералистов в общей численности энхитреид на луговых участках. Было показано, что распределение числа видов энхитреид в различных ООЗТ неравномерно и отражает как размеры ООЗТ, так и их ландшафтное разнообразие. Было установлено, что в фауне энхитреид исследованных ООЗТ Москвы отсутствуют некоторые элементы, характерные для подмосковных природных территорий, в первую очередь, широко распространённые энхитреиды-ацидофилы *Cognettia sphagnetorum* s.l. Это может указывать на отсутствие в пределах исследованных участков полноценных бореальных экосистем, даже в тех случаях, когда растительность на участке была идентифицирована как хвойный лес.

## Онтогенетические изменения в составе стабильных изотопов ( $\delta^{13}\text{C}$ , $\delta^{15}\text{N}$ ) некоторых видов мокриц

Демин Ф.А.<sup>1</sup>, Коробушкин Д.И.<sup>1</sup>, Цуриков С.М.<sup>1</sup>, Зуев А.Г.<sup>2</sup>, Гонгальский К.Б.<sup>1</sup>

[feddemin@mail.ru](mailto:feddemin@mail.ru)

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

<sup>2</sup> Department of Soil Zoology, Senckenberg Museum of Natural History Görlitz, Görlitz, Germany

**Ключевые слова:** наземные изоподы, онтогенез, трофическая экология, изотопный анализ

Несмотря на обилие сведений о пищевом поведении, особенности возрастной изменчивости рациона мокриц остаются неизученными. Понимание того, как рацион мокриц меняется с возрастом, необходимо для оценки положения мокриц в трофической структуре почвенных сообществ. Мы применили анализ стабильных изотопов углерода и азота к четырем онтогенетическим стадиям двух синантропных космополитных видов, *Cylisticus convexus* и *Oniscus asellus*, и их источникам пищи, собранным в парке Москвы, чтобы определить возможные источники пищи для мокриц на разных стадиях развития. Для *C. convexus* значения  $\delta^{13}\text{C}$  снижались с 1 по 3 возрастную стадию на  $\sim 0.8\text{‰}$  и возрастали на  $\sim 0.6\text{‰}$  к последней возрастной стадии. Манки (мокрицы первой возрастной стадии) были обеднены  $^{15}\text{N}$  на  $\sim 2.5\text{‰}$  по сравнению с другими возрастами. Для *O. asellus* значения  $\delta^{13}\text{C}$  оставались постоянными, за исключением последней стадии, когда значение  $\delta^{13}\text{C}$  выросло примерно на  $1.5\text{‰}$  по сравнению с другими стадиями. *O. asellus* был обогащен  $^{15}\text{N}$  на ранних стадиях ( $\sim 6\text{‰}$ ), затем обеднен ( $\sim 4.5\text{‰}$ ) и снова обогащен на последней стадии ( $\sim 5.75\text{‰}$ ). Это могло быть обусловлено накоплением липидов или качеством рациона. Рацион обоих видов, вероятно, состоял из микроорганизмов, развивающихся на древесине и опаде. При этом виды разделяли свои трофические ниши. Таким образом, эти результаты подтверждают онтогенетические сдвиги в использовании субстрата в популяциях мокриц. Наши результаты демонстрируют необходимость учета возрастной структуры популяции при интерпретации изотопных данных и при оценке трофической позиции мокриц в наземных экосистемах.

## Пространственное распределение почвенных беспозвоночных в бореальных лесах северо-востока Европы

Дитц А.А.

[kolesnikova@ib.komisc.ru](mailto:kolesnikova@ib.komisc.ru)

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

**Ключевые слова:** почвенная макрофауна, тайга, случайное, агрегированное, распределение

Почвенные беспозвоночные, достигая в бореальных лесах 90–95 % по зоомассе, составляют основу сообществ наземной фауны. Существующая пространственная неоднородность в распределении почвенных организмов является следствием воздействия внутренних (структура сообщества, численность, индивидуальные параметры) и внешних (биотических и абиотических) факторов. В работе внимание уделено горизонтальному распределению особей. Тип пространственного распределения почвенных животных (случайный или агрегированный) определяется гетерогенностью среды и соотношением процессов пространственной дифференциации и функциональной интеграции особей. Наличие мозаичности имеет важное значение для жизни сообщества, так как позволяет более полно использовать различные микроместообитания. В целом, на горизонтальное распределение почвенных животных в лесах оказывает влияние целый ряд факторов, в том числе «прикомлевой эффект» (Szujewski, 1987), заключающийся в повышении обилия животных у стволов крупных деревьев, а также особенности микрорельефа, пестрота значений кислотности, степень увлажненности и теплообеспеченность почв (Гонгальский, 2007).

Цель нашей работы состояла в изучении пространственного распределения почвенных беспозвоночных в хвойных, лиственных и смешанных лесах подзон северной, средней и южной тайги на европейском северо-востоке России. Единая методика отбора почвенных проб в летний период 2012, 2019, 2020, 2022–2024 гг. позволила получить фоновые данные по таксономическому составу, численности, структуре населения почвенных зооценозов в бореальных лесах, а также оценить факторы, обуславливающие пространственное распределение беспозвоночных в лесных почвах.

В подзоне северной тайги была обследована почвенная фауна семи (ельники – 3, сосняки – 3, смешанный лес – 1), средней тайги – 14 (ельники – 4, сосняки – 5, лиственные леса – 3, смешанные леса – 2),

южной тайги – шести участков (ельник – 1, сосняк – 1, лиственные и смешанные леса – по 2). Для оценки разнообразия почвенных беспозвоночных на каждом из 27 участков отбирали 25 почвенных образцов, размером 25×25×8 см, по регулярной сетке, пять рядов по пять проб в каждом ряду, с шагом 5 м, итого 675 проб. Рассчитывали среднее значение численности беспозвоночных на участок ( $N$ , экз./м<sup>2</sup>), вычисляли среднее значение относительной влажности ( $W$ , %) и температуры ( $T_{п}$ , °С) подстилки. Степень агрегированности особей оценивали при помощи индекса Кейси ( $I_c$ ), при  $I_c = 0$  – случайное, при  $I_c > 0$  – агрегированное распределение. Связь пространственного распределения почвенных беспозвоночных с факторами оценивали с помощью коэффициента корреляции Спирмена ( $r$ ).

Исследования проведены в рамках темы НИР отдела экологии животных, рег. № 125013101229-9.

## Массовые миграции мокриц рода *Cylisticus* на Крымском полуострове

Дыган А.М.

[dygan14@mail.ru](mailto:dygan14@mail.ru)

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

**Ключевые слова:** наземные изоподы, миграции, пространственная экология

Почвенные беспозвоночные могут совершать массовые горизонтальные миграции: это явление известно для коллембол, диплопод, муравьев, гусениц чешуекрылых и т.д. Мы проанализировали миграции мокриц рода *Cylisticus* в степных экосистемах Крымского полуострова в 2019–2025 гг. Измерение потока мокриц проводилось с помощью случайной фотофиксации участков скопления мокриц (до 10 кадров на участок 5 м<sup>2</sup>). Подсчитывалось количество самок, самцов и ювенильных особей. Также проводился сбор материала лопаткой с целью подсчета соотношения полов и количества мокриц с молодью в марсупиальной сумке.

Миграции происходят дважды в год: в мае–июне и в сентябре–октябре. Наиболее высокая плотность миграционного потока отмечается осенью, доходя до 292–328 особей на 1 дм<sup>2</sup>. Весной интенсивность миграции, как правило, ниже, от 24 до 45 особей на 1 дм<sup>2</sup>.

Отмечено сезонное смещение соотношения полов мокриц во время миграций – от отсутствия самцов в сборах в мае до отношения количества собранных самцов к самкам 2:15 в сентябре. При этом осенью чаще встречаются ювенильные особи (14–25% против 2–5% весной), перемещающиеся вместе со взрослыми мокрицами. Вне сезона миграции (июль–август) число особей 2–3 линьки может достигать 93% от всего количества особей.

Практически все самки (94%), собранные в мае, имели молодь в марсупиальной сумке, однако в сентябре–начале октября процент таких самок был значительно меньше (12%).

Перемещения мокриц происходят как на восток, так и на запад в пределах одной экосистемы.

Наиболее массовые миграции мы фиксировали днем, однако активное перемещение мокриц продолжается и ночью (от 5 до 20 особей на 1 дм<sup>2</sup> в начале мая).

К гипотетическим причинам миграций, совершаемых *Cylisticus*, можно отнести следующие:

1. Горизонтальные миграции позволяют быстро концентрироваться вокруг скоплений органики в почве. Миграции также могут происходить вслед за определенными ресурсами.
2. Снижение популяционного давления. Массовые миграции повышают шанс на освоение популяциями более удаленных территорий, а также шанс на выживание отдельных особей.
3. Поиск мокрицами оптимальных по влажности степных участков.
4. Перемещение с целью поиска пригодного местообитания для зимовки.

## Почвенно-зоологический профиль поймы левого берега р. Камы: 100 лет спустя

Елькин А.А.<sup>1</sup>, Есюнин С.Л.<sup>1</sup>, Котугина А.Г.<sup>1</sup>, Лаврская Е.А.<sup>2</sup>,  
Москвина Н.В.<sup>1</sup>, Плакхина Е.В.<sup>1</sup>, Половников Н.С.<sup>1</sup>, Тиунов А.В.<sup>1</sup>,  
Тряслобов М.Л.<sup>1</sup>, Устинова А.Л.<sup>1</sup>, Фарзалиева Г.Ш.<sup>1</sup>

[plakkhinaevg@gmail.com](mailto:plakkhinaevg@gmail.com)

<sup>1</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

<sup>2</sup> Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь

**Ключевые слова:** мезофауна, антропогенная трансформация, зарегулирование речного стока, пространственная неоднородность, сукцессия, многолетняя динамика

В 2026 году ПГНИУ отмечает 110-летний юбилей. В 1920–1930-е годы под руководством проф. В.Н. Беклемишева на Камской биостанции был выполнен цикл пионерных почвенно-зоологических исследований (Баскина, Фридман, 1928), среди которых особое место занимает работа Четыркиной (1926), заложившей поперечный профиль левобережной поймы Камы с детальным учётом почвенной мезофауны. За 100 лет ландшафт поймы Камы изменился: построена Камская ГРЭС, зарегулирован сток, пойменные луга практически полностью распаханы, фитоценозы, описанные ранее в пределах бывшего профиля, в настоящее время практически не соответствуют своим историческим характеристикам. Несмотря на это кажется важным и интересным провести почвенные изыскания на тех же ключевых точках для оценки изменений типов фитоценозов и ассоциированной с ними почвенной и напочвенной мезофауны.

В мае 2026 года на 3 точках, соответствующих по удалению от реки точкам почвенных разрезов Четыркиной (приречный вал, плато, переходный склон), междисциплинарной группой выполнены: установка почвенных ловушек, почвенные разрезы и морфологическое описание почв, геоботанические описания растительных сообществ, почвенные прикопки. Дополнительно были отобраны монолиты для выгонки микрофауны на эклаторах и пробы почвы для оценки микробного фона.

Столетие спустя, на месте трех различных в ландшафтном и биотопическом отношении участков сформировались относительно однотипные по составу древесного яруса осиново-берёзовые перелески с примесью ивы и берёзы, видовой состав травяно-кустарничкового яруса которых имеет некоторые отличия, связанные с режимом увлажнения и антропогенной нагрузкой площадей. По краткой характеристике видового состава и его особенностей, описанных в

работе Четыркиной (1926), сходство наблюдается в точке 1, сохраняющей неравномерно расположенные группы ивняка, в затенении которых травянистые растения не образуют сомкнутый покров.

Несмотря на это почвенная и напочвенная фауна сохранила пространственную неоднородность, наиболее отчетливо проявляющуюся между площадкой на плато и двумя другими. В точке 2 плотность мезофауны максимальна (970 экз./м<sup>2</sup>), в подстилке доминируют Diplopoda (62 экз./м<sup>2</sup>) и Formicidae (115 экз./м<sup>2</sup>), в почве – дождевые черви (326 экз./м<sup>2</sup>) и геофилиды (123 экз./м<sup>2</sup>); здесь же встречаются живые моллюски (13 экз./м<sup>2</sup>). В точке 1 (приречный вал) плотность самая низкая (400 экз./м<sup>2</sup>), в подстилке обычны Isopoda (18 экз./м<sup>2</sup>) и Lithobiidae (11 экз./м<sup>2</sup>). Точка 3 (переходный склон) характеризуется низким обилием фауны в подстилке (74 экз./м<sup>2</sup>) и высоким в почве (563 экз./м<sup>2</sup>). Здесь зарегистрирована максимальная плотность Lumbricidae (349 экз./м<sup>2</sup>). Данные, полученные методом почвенных ловушек, подтверждают наибольшее обилие всех групп в точке 2 (1537 экз./100 ловушко-суток). Зафиксированы видовые совпадения по паукам, дождевым червям и многоножкам с работами начала XX века. Планируются две повторные серии работ в июне и августе–сентябре 2026 г.

#### Литература

Баскина В., Фридман Г. Статистическое исследование животного населения двух сообществ Камской поймы // Тр. Биол. НИИ Пермск. ун-та. 1928. Т. 1. Вып. 2–3. С. 183–295.

Четыркина И. А. Почвенно-зоологический профиль поймы левого берега р. Камы. Рекогносцировочные обследования // Изв. Биол. НИИ Пермск. ун-та. 1926. Т. 5. Вып. 2. С. 61–92.

## Структура сообществ почвенных беспозвоночных при разных видах антропогенного воздействия (на примере Новосибирской области)

Ермолов С.А.

[ermserg96@gmail.com](mailto:ermserg96@gmail.com)

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов им. А.С. Исаева РАН, г. Москва

**Ключевые слова:** вырубка, золоотвал, сельскохозяйственные земли, педобионты

С середины прошлого столетия во многих экологических исследованиях почвенных беспозвоночных стали использовать в качестве своеобразного индикатора состояния почв антропогенно-преобразованных территорий. Один из примеров тому – наблюдение за изменением структуры сообществ педобионтов при сельскохозяйственном и промышленном использовании земель (Гришина, 1968; Dunger, 2006; Geraskina, 2019). Недавно в Новосибирской области были начаты подобные исследования, в ходе которых были рассмотрены следующие виды антропогенного воздействия: вырубка леса (строительство ЛЭП и автодороги в долине реки Иня), депонирование промышленных отходов (золоотвал ТЭЦ-5), сельскохозяйственное землепользование (поля в Искитимском и Тогучинском районах). На каждой из исследованных территорий выбирали лесные и луговые сообщества, подверженные антропогенному влиянию, и контрольные «нечтвенные» участки, где закладывали трансекты, отбирая по 16 почвенно-зоологических проб 25×25×30 см. Дождевых червей определяли до вида с указанием жизненной формы, прочих беспозвоночных – до отрядов и семейств с указанием трофической группы.

Наиболее часто встречающиеся почвенные беспозвоночные – дождевые черви, многоножки, личинки шелкоунов и пластинчатоусых жуков. Установлено, что сходство или различие количественных и качественных характеристик сообществ педобионтов, населяющих нарушенные и окрестные нечтвенные местообитания, напрямую взаимосвязано с видом антропогенного воздействия. Например, луга на вырубках разного возраста существенно не различаются между собой и от прилегающих лесных массивов по плотности населения, биомассе и разнообразию педобионтов. Лес вблизи затопленной части золоотвала более плотно заселен дождевыми червями (350 особей/кв.м) и прочими беспозвоночными (146 особей/кв.м), чем лес в окрестностях (132 особи/кв.м, 93 особи/кв.м соответственно). Луг у осушенной части золоотвала характеризуется наименьшими таксономическим разнообразием и плотностью населения почвенных беспозвоночных (дождевые черви – 11 особей/кв.м, прочие педобионты – 28 особей/кв.м), в то время как луг в окрестностях обильно населен (170 особей/кв.м, 51 особь/кв.м соответственно). Сельскохозяйственные поля, в зависимости от их расположения относительно лесополос, колков и прилегающих лугов, могут быть как почти полностью лишенными почвенной макрофауны, так и иметь население педобионтов, сходное по таксономическому богатству и

количественным показателям с упомянутыми сопредельными местообитаниями.

Также отмечено, что при возможном дальнейшем уменьшении антропогенной нагрузки некоторые сообщества почвенных беспозвоночных нарушенных местообитаний склонны к трансформации в таковые на соответствующих ненарушенных участках.

## **Проект комплексного почвенно-зоологического исследования «Камская пойма»**

Есюнин С.Л.<sup>1</sup>, Москвина Н.В.<sup>1</sup>, Плакхина Е.В.<sup>1</sup>, Тиунов А.В.<sup>1</sup>, Лаврская Е.А.<sup>2</sup>, Фарзалиева Г.Ш.<sup>1</sup>

[esyunin@mail.ru](mailto:esyunin@mail.ru)

<sup>1</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

<sup>2</sup> Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет, г. Пермь

**Ключевые слова:** мезофауна, микрофауна, стратоконкомплекс, сапрофаги, разложение растительного опада, функциональная экология, Заосиновский профиль

Идея комплексного исследования населения беспозвоночных животных поймы Камы родилась в 30-е годы прошлого века, когда под руководством В.Н. Беклемишева коллективом сотрудников Пермского университета были проведены первые обследования окрестностей г. Пермь. Спустя столетие сотрудниками биологического факультета был разработан пилотный проект, ориентированный на изучение населения почвообитающих беспозвоночных Заосиновского профиля на левом берегу р. Кама. Данный проект предполагает комплексный подход к решению целого ряда фундаментальных и актуальных задач почвенно-зоологических исследований, от понимания закономерностей динамики населения педобионтов до оценки роли сапрофагов в трансформации органического вещества. Блок-схема проекта включает три взаимосвязанных раздела. Основная цель данного сообщения – представить на обсуждение коллег наше видение структуры и взаимосвязи разделов и, в идеале, привлечь заинтересованных лиц к его реализации.

Раздел «Почвенно-зоологический». Исследуется население трех стратоконкомплексов: герпето-, страто- и геобионты. При исследовании педобионтов учитывается их разделение на две основные размерные группы: мезо- и микрофауна (Гиляров, 1941). Основные методы, используемые при этих исследованиях, – почвенные ловушки,

почвенные раскопки в полевых условиях (25×25 см на глубину встречаемости), выгонка на воронках Берлезе–Тулгрена (Гиляров, 1975) в лабораторных условиях микрофауны из почвенных кернов диаметром 7 и глубиной 10 см (Кривоуцкий, 1975). Пробы отбираются трижды за вегетационный сезон: фенологической весной, летом и осенью.

Раздел «Условия местообитания». На каждой площадке закладывается и описывается почвенный разрез, изучается морфологическое строение и основные физико-химические свойства почв, отражающие степень антропогенной трансформации профиля и определяющие условия для существования почвенных беспозвоночных: содержание органического вещества, реакция среды, содержание карбонатов, подвижных фосфатов. Для выявления признаков фитоценозов заложены пробные площади, на которых с учетом фенотипов проводятся стандартные геоботанические описания (Юнатов, 1964; Методы изучения ..., 2002). При описании травяно-кустарничкового яруса внутри пробной площади закладывали учетные площадки размером 1 кв. м, на которых фиксируется видовой состав и проективное покрытие растительности по шкале Браун-Бланке. Количественно характеризуется состав, объем и масса растительного опада в биоценозах.

Раздел «Функциональная экология». Проводятся исследования разложения растительного опада в трех вариантах природного эксперимента. Варианты различаются составом групп, участвующих в разложении (Стриганова, 1975), что позволяет отдельно оценить роль мезо- и микрофауны, а также мико- и микробогенное воздействие на эти процессы. Оцениваются изменение поверхности и массы субстрата, соотношение водорастворимого и нерастворимого органического вещества. В лабораторных экспериментах изучается роль модельных групп сапрофагов (дождевые черви, мокрицы, двупарноногие многоножки) в разложении растительного опада.

## **Оценка развития *Eisenia fetida* Sav. на листьях тополя из разных зон города Томска**

Жарков Е.В.

[egor.zharkov2000@gmail.com](mailto:egor.zharkov2000@gmail.com)

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск

**Ключевые слова:** *Eisenia fetida*, вермикомпостирование, листовой опад, развитие червей, рост червей

Известно, что вермикомпостирование листового опада – перспективный метод утилизации городских отходов, а дождевые черви *Eisenia fetida* эффективно перерабатывают растительные субстраты. Однако листья в городе могут накапливать поллютанты, потенциально влияя на рост и размножение червей. Целью нашей работы было сравнение роста и развития дождевых червей *E. fetida* на субстратах на основе листьев тополя, собранных в точках с разной антропогенной нагрузкой г. Томска (ж/д вокзал, Михайловский парк, речной порт, Университетский парк, условный контроль за городом).

Червей культивировали в литровых контейнерах по 30 особей в 3 повторностях на смеси измельчённых листьев (4–5 мм) и торфа. Учёт биомассы, числа взрослых, молоди и коконов проводили через 30 и 60 дней. Статистическую обработку выполняли непараметрическим методом Краскела–Уоллиса с post-hoc тестом Данна из-за малого числа повторностей ( $n=3$ ) и отсутствия нормального распределения.

Результаты показали разную степень адаптации червей в зависимости от исходного субстрата. Наилучший прирост биомассы (до 8.98 г, +73.8%) и коконов (+138%) отмечен на субстрате из контроля и Университетского парка – менее загрязнённых зон. Наихудший прирост (5.48–5.73 г, около 40%) – в вариантах с листьями из речного порта и Михайловского парка. При этом в Михайловском парке, несмотря на низкий прирост биомассы взрослых, наблюдался максимальный выход молоди (в среднем 33.7 особи), что может указывать на переключение ресурсов червей с соматического роста на размножение при стрессе.

Важно отметить, что черви выжили и размножались на всех субстратах, включая листья с участка с наиболее высоким уровнем антропогенного воздействия (ж/д вокзала). Однако характерные различия в плодовитости дождевых червей (снижение числа коконов на 40.9% в этом варианте) позволяют предположить влияние поллютантов на физиологические показатели червей. Полученные данные могут служить основой для последующей корреляции биологических показателей с химическим составом субстрата. На данном этапе исследования удалось выявить непригодные для вермикомпостирования зоны сбора листового опада и оценить порог толерантности *E. fetida* в городской среде. При последующем сравнении химического состава листового опада, полученного вермикомпоста и тканей червей будет проведена оценка возможности использования переработанного субстрата для муниципального и сельскохозяйственного использования.

## Почвообитающие раковинные амёбы в разнотипных биотопах южной и центральной части полуострова Камчатка

Жмылева К.С.<sup>1</sup>, Чернышова О.В.<sup>1</sup>, Малышева Е.А.<sup>1</sup>, Цыганов А.Н.<sup>2,3</sup>, Мазей Н.Г.<sup>2</sup>, Пименов В.Е.<sup>2</sup>, Мазей Ю.А.<sup>2,3</sup>, Чернышов В.А.<sup>1</sup>

[aldan-viktor@mail.ru](mailto:aldan-viktor@mail.ru)

<sup>1</sup> Пензенский государственный университет, г. Пенза

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва

<sup>3</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

**Ключевые слова:** раковинные амёбы, структура сообществ, полуостров Камчатка

Раковинные амёбы, являясь одной из широко распространённых групп одноклеточных эукариот, выступают в качестве удобного модельного объекта для исследования факторов, определяющих структуру и динамику почвенной биоты (Бобров, 1999; Мазей и Цыганов, 2006; Чернышов, 2010; Zhong et al., 2022). Исследования биологического разнообразия на Дальнем Востоке, в зоне с высокой вулканической активностью, особенно актуальны, поскольку позволяют оценить устойчивость биологических систем к неблагоприятным воздействиям. Микробный компонент при этом остаётся наименее изученным (Crowther et al., 2019; Tsyganov et al., 2022; Su et al., 2025). Цель настоящей работы – изучение видового состава и структуры сообществ раковинных амёб в почвах полуострова Камчатка.

Материал для исследований собран в августе 2023 года в центральной и южной части Камчатского края, в разнотипных биотопах, которые формируются на разных типах почв: вулканические, торфяные и луговые. В пределах каждого биотопа отбиралось от 1 до 3 проб почвы объёмом 10 см<sup>3</sup> с учётом типа растительности и микрорельефа. Приготовление образцов для ризоподного анализа проводили согласно модифицированной методике, основанной на фильтровании и концентрировании водных суспензий (Мазей и др., 2012).

Всего было проанализировано 55 образцов, где обнаружено 129 видов раковинных амёб, относящихся к 39 родам и 17 семействам. Наиболее обильные виды – *Trinema lineare* (относительное обилие 20.7 %), *Cryptodiffugia oviformis* (14.3 %), *Cyclopyxis eurystoma* (9.1 %), *Corythion dubium* (6.5 %), *Euglypha rotunda* (4.8 %). Данные виды также являются наиболее встречаемыми и обнаружены более чем в 80 %

образцов. Отличаются низким относительным обилием (менее 0.01 %) и были обнаружены лишь в одной пробе такие виды, как *Hyalosphenia papilio*, *Centropyxis percolabiensis inermis*, *Campascus minutus*, *Planocarina marginata*, *Centropyxis aculeata*, *Diffugia rubescens*, *Planhoogenraadia elegans*, *Campascus cyphoderiformis*, *Euglypha cristata lanceolata*. Число видов в пробе изменялось в пределах от 9 до 56, а среднее значение составило 27.

В целом, фауна почвообитающих раковинных амёб в южной и центральной части полуострова Камчатка характеризуется преобладанием типичных почвенных и эврибионтных видов с незначительной долей гидрофильных и сфагнобионтных представителей.

## **Интенсивность землепользования на лугах определяет функциональное, но не таксономическое разнообразие сообществ орибатид**

Зайцев А.С.

[andrey.zaytsev@hotmail.com](mailto:andrey.zaytsev@hotmail.com)

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

**Ключевые слова:** Oribatida, трейты, агроландшафты

Оценка вклада интенсификации землепользования в изменение состава сообществ почвенных животных имеет важное значение для разработки новых природоохранных стратегий, направленных на поддержание функционирования луговых агроландшафтов. Цель исследования заключалась в том, чтобы, опираясь на анализ функциональных признаков организмов (трейтов), сформировать представление о механизмах, определяющих состав почвенных сообществ, которые могут реагировать на выпас скота и внесение удобрений на примере почвенных орибатид. Отбор проб проводился на 150 луговых участках в Центральной Европе. Участки были отобраны так, чтобы сформировать градиенты интенсивности землепользования в трех регионах, расположенных соответственно на севере, в центре и на юге Германии. Сначала мы использовали подход, основанный на анализе трейтов, для оценки реакции сообществ панцирных клещей (выраженной через показатели функционального богатства и функциональной дисперсии) на градиенты интенсивности выпаса и внесения удобрений. Затем мы применили иерархические модели

формирования сообществ, чтобы оценить относительный вклад стохастических (обусловленных расселением) и нишевых (экологическая фильтрация) процессов в формирование сообществ орибатид. Таким образом, мы сравнили сообщества лугов с низкой и высокой интенсивностью землепользования, чтобы выяснить, приводит ли выявленная реакция, основанная на трейтах, к изменениям в процессах формирования самих сообществ. Наконец, взаимосвязи между трейтами организмов и параметрами среды были оценены с помощью анализа RLQ. Интенсивность выпаса не оказывала влияния на процессы формирования сообществ орибатид как на уровне вида, так и трейтов. Относительный вклад экологической фильтрации в формирование их сообществ варьировался в зависимости от географического положения. В целом, орибатиды оказались консервативными и относительно устойчивыми к умеренным изменениям интенсивности землепользования. Однако интенсификация выпаса скота постепенно снижает их функциональное разнообразие. При высокой интенсивности землепользования это может приводить к активизации экологической фильтрации, что влечет за собой изменения в процессах формирования сообществ на уровне видов. Выпас средней интенсивности приводил к снижению численности определенных функциональных групп орибатид, однако эти сообщества могут быть более устойчивыми по сравнению с сообществами на участках с высокой интенсивностью воздействия, где экологическая фильтрация исключила орибатид с определенными трейтами полностью. В связи с этим, для поддержания функционального разнообразия и устойчивости почв, в первую очередь следует контролировать интенсивность выпаса скота.

## Некоторые особенности биологии массовых видов клещей-обитателей холодного лесного ручья в средней полосе России

Зайцева О.А.<sup>1</sup>, Колосова М.В.<sup>1</sup>, Бизин М.С.<sup>2</sup>

[microtus@list.ru](mailto:microtus@list.ru)

<sup>1</sup> Кружок юных биологов Московского зоопарка, г. Москва

<sup>2</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

**Ключевые слова:** Mesostigmata, Oribatida, сезонная динамика, численность, микроартроподы, структура популяций

Небольшие прохладные водотоки, имеющие преимущественно подземное или смешанное питание – характерные элементы лесных ландшафтов. Эти местообитания традиционно привлекают внимание гидробиологов за счет специфичности своих условий: небольшого расхода воды, малой глубины, когда вода буквально считается по субстрату, хорошей аэрации и постоянно низкой, слабо меняющейся в течение года температуры. Сообщества клещей таких местообитаний практически не изучены, хотя потенциально они могут рассматриваться как своеобразные модели при изучении механизмов колонизации водных местообитаний исходно почвенными таксонами.

В докладе представлены предварительные результаты годового мониторинга населения свободноживущих клещей небольшого холодноводного лесного ручья, расположенного в заказнике «Верховья р. Большая Сестра» (Клинско-Дмитровская гряда, северо-запад Московской области). Полевые сборы материала проводили в течение июня 2025 г. – августа 2026 г. Каждый месяц на участке русла протяженностью 50 м отбирали серию из 8 образцов донного грунта (один образец 125 см<sup>3</sup>) вместе с околородной растительностью. Пробоотбор проводили в куртинах сердечника горького (*Cardamine amara*). Параллельно со сбором проб на микроартропод выполняли измерение температуры воды и прибрежного грунта. Для этого в начале работы установили температурные датчики в четырех позициях, которые фиксировали температуру раз в четыре часа в течение всего периода проведения работ.

Выявлено, что структура таксоцена клещей-обитателей обследованного участка ручья включает порядка 20 видов, большая часть из которых – представители Mesostigmata и Oribatida. Общая структура сообщества слабо меняется в разное время года, а доминантный комплекс представлен характерными для водных и околородных биотопов видами сем. Blattisociidae, Ascidae, Crotoniidae,

Malaconothridae. Общая численность клещей достигает наибольших значений в начале осени, при этом заметной деградации населения (числа видов и обилия) в холодные месяцы не выявлено. Для массовых видов проанализирована демографическая структура в течение периода наблюдений.

## **Сообщества панцирных клещей (Acari: Oribatida) макросклона хр. Кодар и долины р. Чары в Восточном Забайкалье**

Залиш Л.В.

[lzalish@yandex.ru](mailto:lzalish@yandex.ru)

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск

**Ключевые слова:** панцирные клещи, орибатиды, высотная поясность

Панцирные клещи (Oribatida) – одна из важных составляющих почвенной биоты, как по численности, так и по функциям. Фауна и население орибатид Восточного Забайкалья, в особенности его горных районов и речных долин, до сих пор практически не исследованы.

Почвенные пробы были взяты в июне 2025 г. на склоне хр. Кодар, в долине р. Апсат и долине р. Чары (Северо-Восточное Забайкалье). Кодар – самый высокий хребет Забайкалья, что позволяет изучать смену сообществ орибатид в градиенте высот: от пойменных лесов котловины (долина реки Апсат, 900 м н.у.м.) до горных тундр на вершинах (2100 м).

Дно долины р. Чары заболоченное с многочисленными термокарстовыми озёрами и старицами. В пределах исследуемой территории в р. Чару впадают многочисленные небольшие притоки. В долине р. Чары доминируют лиственничные сфагновые и тополевые леса с кедровым стлаником, осоковые и злаково-разнотравные луга.

Всего в 12 местообитаниях было извлечено и помещено в препараты 4 185 взрослых особей панцирных клещей, от 45 до 1 035 экз. на пробу. Обнаружено 57 видов орибатид из 44 родов 30 семейств. Численность и видовой состав орибатид в пробах очень изменчивы, что может быть связано как с отличием типов биотопов, так и с их микромозаичностью.

На хр. Кодар и долине р. Апсат доминировали *Tectocepheus velatus*, *Oppiella nova*, *Hermaniella grandis*, *Moritzoppiella neerlandica*, *Xenillus tegeocranus*, *Carabodes labyrinthicus*, субдоминанты –

*Sellnickochthonius* sp. и *Suctobelbella* sp.. Доминанты долины Чары – *Suctobelbella* sp., *T. velatus*, *L. sellnicki*, субдоминанты – *Quadroppia quadricarinata*, *Achipteria nitens*, *O. nova*, *Sphaerozetes tricuspidatus*, *Nothrus borussicus*.

Изменения в составе сообществ орибатид в градиенте высотной поясности не плавные: наиболее богатые и многочисленные сообщества находятся в среднегорьях. Наблюдается тенденция к снижению индекса разнообразия и увеличению доли доминирующего вида в сообществах с увеличением высоты. Биотопы низкогорий (ок. 900 м н.у.м.) хорошо отделены по населению орибатид от биотопов средне- и высокогорий (1200–1800 м), внутри этих групп дифференцирующим фактором является тип биотопа: четко различаются сообщества травянистых и лесных биотопов.

## Стафилинидофауна гор Кольской Субарктики (Coleoptera, Staphylinidae)

Зенкова И.В.<sup>1</sup>, Дитц А.А.<sup>2</sup>

[zenkova.home@yandex.ru](mailto:zenkova.home@yandex.ru)

<sup>1</sup> Институт проблем промышленной экологии Севера, Кольский НЦ РАН, г. Апатиты

<sup>2</sup> Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

**Ключевые слова:** жуки-стафилиниды, Staphylinidae, разнообразие, высотное распространение, горные экосистемы, Хибины, Пасвик

Обобщены собственные и литературные данные по разнообразию и высотному распространению жуков-стафилинид в горах Кольской Субарктики – Хибинском горном массиве (подзона северной тайги, 67°35'–67°50' с.ш., 33°14'–34°32' в.д.) и крайне северо-западной горной системе приграничного заповедника «Пасвик» (подзоны северной тайги и лесотундры, 69°14'–18°00' с.ш., 29°22'–27°00' в.д.).

За 15-летний период экспедиционных работ в природных и нарушенных экосистемах гор в высотном диапазоне 220–1100 м над ур. м. выявлено 104 вида, принадлежащих 46 родам и 10 подсемействам семейства Staphylinidae, в т.ч.: в среднегорных Хибинах – 101 вид из 44 родов и 10 подсемейств, в низкогорной системе Пасвика (горы Калкупя, Каскама и Кораблекк) – 36 видов из 21 рода и 7 подсемейств, из них 33 вида – общих с Хибинами. Представители 24 видов отловлены лишь на одной из 15 обследованных гор (13 видов – в

единственном экземпляре), 11 видов найдены только на молодых вырубках и гарях и впервые указываются нами для Хибин; 34 вида отмечены для Кольской Субарктики только из горных экосистем Пасвика и Хибин, что составляет почти 18% известного разнообразия стафилинидофауны региона. Охранный статус с включением в Краснокнижные списки Финляндии, Швеции и Норвегии имеет 8 видов стафилинид.

С учетом 13 видов, указанных для Хибин только в литературных источниках, локальная стафилинидофауна этого массива насчитывает не менее 114 видов из 49 родов, 9 подсемейств, а общее разнообразие стафилинид в горных экосистемах Хибин и Пасвика – не менее 117 видов из 49 родов при наибольшем разнообразии подсем.: Aleocharinae (34 вида), Omaliinae (21) и Tachyporinae (17), что соответствует расположению гор за Полярным кругом.

Исследования проведены в рамках тем НИР Отдела экологии животных ИБ Коми НЦ УрО РАН (№ 125013101229-9) и ИППЭС Кольского НЦ РАН (FMEZ-2025-0045).

## **Пищевой преферендум четырех симпатрических видов костянок (Chilopoda, Lithobiomorpha)**

Золотарев М.П.<sup>1</sup>, Симоненкова А.С.<sup>2</sup>

[zmp.max@gmail.com](mailto:zmp.max@gmail.com)

<sup>1</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

<sup>2</sup> Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

**Ключевые слова:** костянки, Lithobiomorpha, пищевой преферендум, трофическая экология

Изучение пищевых предпочтений членистоногих необходимо для понимания их роли в переносе энергии и устойчивости пищевых сетей. Современные методы, в частности анализ стабильных изотопов, указывают на всеядность многих беспозвоночных, в том числе из числа хищников, таких как костянки. Однако подход зачастую отражает лишь интегральную картину спектра питания и не всегда позволяют выделить конкретные источники пищи организма или вида, так как результаты зависимы от биотопических условий, внутривидовой и сезонной изменчивости. Поэтому для уточнения трофических ниш необходимы дополнительные лабораторные наблюдения. Цель – выявить пищевые предпочтения четырех симпатрических видов костянок для оценки их трофической ниши и

пищевой стратегии; проверялась гипотеза о всеядности исследуемых видов. Для этого в июне–июле 2025 г. в Екатеринбурге были отловлены четыре вида котянок: *Lithobius forficatus* (83 особи), *L. proximus* (15), *L. curtipes* (21) и *Lamycetes emarginatus* (5). Применен метод «пищевых буфетов»: в течение 30 мин. регистрировали пищевую активность – время поедания (с) 10 субстратов, объединенных в 5 типов: животный (живые и мертвые пауки, жуки, а также дождевые черви), растительный (вареные картофель и капуста), грибы, детрит (гнилое яблоко) и вода (контроль). Каждая особь тестировалась трижды, всего зарегистрировано 699 актов потребления субстрата. Влияние вида, возраста, пола, субстрата и типа субстрата анализировали байесовскими обобщенными линейными моделями в среде R (4.5.3).

Общая пищевая активность различалась между видами: максимальна у наиболее крупного *L. forficatus* и минимальна у *L. curtipes*. Тип субстрата оказал наибольшее влияние: три вида тратили на животную пищу примерно в 3 раза больше времени, чем на растительную; у *L. curtipes* предпочтения не выражены. Потребление грибов и детрита не отличалось от растительного субстрата. Вода вызывала достоверно меньший интерес. Все виды предпочитали мертвых членистоногих и червей; *L. proximus* игнорировал живую добычу, а другие виды и особенно *L. forficatus* активно ею интересовались. Взрослые самки демонстрировали тенденцию к большему потреблению мертвых членистоногих и червей, но половозрастные различия не были значимыми и проявлялись не у всех видов.

Таким образом, четыре вида литобиоморф способны использовать широкий спектр ресурсов, включая детрит, грибы и мертвых членистоногих, что подтверждает гипотезу всеядности. Однако предпочтение животной пищи характеризует их как хищников с пластичной трофической стратегией, потребляющих живых и мертвых беспозвоночных. Некрупный *L. curtipes* отличался отсутствием выраженных пищевых предпочтений и активным потреблением детрита, что указывает на склонность к сапрофагии. Полученные данные уточняют разделение трофических ниш симпатрических котянок и могут использоваться для моделирования подстильно-почвенных пищевых сетей.

## **Использование экологических шкал для мониторинга стабильности пространственно-временной структуры населения жужелиц о. Большой Соловецкий**

Зубрий Н.А., Филиппов Б.Ю.

[9052930111@mail.ru](mailto:9052930111@mail.ru)

ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова УрО РАН, г. Архангельск

**Ключевые слова:** фитоиндикация, шкалы Цыганова, тест Мантеля

Для прогнозов оценки устойчивости сообществ почвенных беспозвоночных критически важно проводить мониторинг экологических условий, поддерживающих их структуру. На примере о. Большой Соловецкий (Соловецкий архипелаг) показана возможность применения экологических шкал Д.Н. Цыганова для мониторинга пространственно-временной организации населения жужелиц (Coleoptera, Carabidae). Необходимость исследования возникла в связи с возросшим в 2020–2024 гг. паломнико-туристическим потоком и необходимостью оценки его влияния на сообщества острова.

Исследования проводили в 2009–2010 и 2025 гг., с интервалом около 15 лет, на 12 модельных участках о. Большой Соловецкий в широтном градиенте с севера от Савватьево до юга – мыс Печак. В качестве основного метода сбора жуков использованы почвенные ловушки. Для оценки почвенно-растительных условий для каждого участка проведены геоботанические описания, которые переведены в балльные значения 10 экологических шкал Д.Н. Цыганова. Анализ главных компонент (РСА) использован для поиска экологически однородных участков на основе значений экологических шкал. Канонический анализ (ССА) использован для поиска связей вид-среда и факторов, лимитирующих структуру населения жужелиц разных типов растительных сообществ на острове. Тест Мантеля использовали для оценки соответствия структур населения жужелиц за прошедший временной период.

Метод фитоиндикации показал высокую разрешающую способность, установив на графике РСА различия между почвенно-растительными условиями не только контрастных биотопов (лес – луг), но и экологически близких (луга антропогенного происхождения и приморские). Схожесть ординации участков на графике РСА за разные годы исследования свидетельствует о высокой стабильности их почвенно-растительных условий, что согласуется с данными о стабильности населения жужелиц за период между

исследованиями (тест Мантеля, до 74% сходства для лесных сообществ). Анализ ССА выявил, что наибольшее влияние на формирование ядра населения жужелиц (30 видов и около 90% всех собранных жуков) разных типов сообществ на острове имеют факторы: трофности/засоленности, кислотности, переменности увлажнения, освещённость – затенение и континентальность климата. Схожая ординация участков на графике ССА за разные годы исследования также свидетельствовала о стабильности структуры населения жужелиц на острове.

Применение метода фитоиндикации показало, что на протяжении последних 15 лет почвенно-растительные условия модельных участков на острове не претерпели значимых изменений. Население жужелиц о. Б. Соловецкий остаётся стабильным, несмотря на возрастающую рекреационную нагрузку на острове.

Исследования выполнены за счет ФНИР FUUW-2024-0011.

## **Инвазивные виды деревьев и дождевых червей формируют интразональные лесные сообщества в степи**

Иванова Н.В.<sup>1</sup>, Шашков М.П.<sup>2</sup>, Петрунин-Сухарев А.А.<sup>2</sup>, Федорова А.А.<sup>2</sup>, Ишмуратова М.Ю.<sup>2</sup>

[natalya.dryomys@gmail.com](mailto:natalya.dryomys@gmail.com)

<sup>1</sup> ИМПБ РАН – филиал ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Пушкино

<sup>2</sup> Карагандинский национальный исследовательский университет им. ак. Е.А. Букетова, г. Караганда, Казахстан

**Ключевые слова:** *Acer negundo*, *Aporrectodea caliginosa*, Караганда, Центральный Казахстан

Караганда – крупнейший индустриально-промышленный центр Казахстана, включая горнодобывающие отрасли, черную металлургию и машиностроение. Город расположен в сухостепной зоне. Климат резко-континентальный; при среднегодовой температуре около +4 °С годовая сумма осадков составляет немногим более 300 мм. На территории Карагандинской городской агломерации имеются лесные участки с доминированием инвазивного клена ясенелистного (*Acer negundo* L.). Они образовались в результате зарастания отвалов шахт, на месте снесенной жилой застройки и заброшенных садовых участков. Леса из клена ясенелистного приурочены также к пойме реки

Нура. Источником инвазии являются городское озеленение и лесопосадки.

В апреле 2026 года нашей группой начаты комплексные полевые исследования вышеозначенных лесных участков, включающие в себя таксационную и лесопатологическую характеристики древостоев из *Acer negundo*, описание онтогенетической структуры популяций клена ясенелистного, геоботанические описания растительных сообществ, изучение населения дождевых червей (Lumbricidae), а также определение физико-химических свойств почвы. Выбрано 15 пробных площадей в лесах разного возраста, плотности древостоя, истории формирования, положения в рельефе (пойма или водораздел).

На данном этапе выяснено, что все исследованные популяции *Acer negundo* полночленные, онтогенетические спектры левосторонние или бимодальные. В сомкнутых древостоях напочвенный покров практически отсутствует и представлен 1–2 видами сосудистых растений. В несомкнутых проективное покрытие высокое, доминируют представители родов *Poa* L., *Festuca* Tourm. ex L., *Artemisia* L., *Taraxacum* Weber. Везде часто встречаются *Arctium tomentosum* Mill. и *Chelidonium majus* L. В ходе почвенно-зоологических исследований на всех пробных площадях обнаружены дождевые черви *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826), в некоторых обследованных биотопах это был единственный вид дождевых червей. По экспертной оценке, их численность и биомасса на некоторых пробных площадях соотносима с показателями для широколиственных лесов средней полосы России. Количественные оценки обилия люмбрицид будут получены после камеральной обработки собранного материала.

Финансирование: грантовый проект AP26199585 Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. Анализ геоботанических описаний выполнен за счет бюджетной темы № FFMN-2025-0024.

## **Особенности почвы как среды обитания первичнобескрылых насекомых (Apterygota, Insecta) семейства Machilidae (Microcoryphia)**

Каплин В.Г.

[ctenolepisma@mail.ru](mailto:ctenolepisma@mail.ru)

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, г. Пушкин

**Ключевые слова:** видовой состав, распространение, образ жизни, откладка яиц, строение яйцеклада, Палеарктика

Семейство Machilidae относится к отряду Microcoryphia (=Archaeognatha), включающему также семейство Meinertellidae. В настоящее время описано около 400 видов из 60 родов четырех общепризнанных подсемейств: Machilinae, Petrobiinae, Petrobiellinae и Ditrigoniophthalminae. Около 90% видов семейства распространены в Палеарктике. Это сравнительно крупные первичнобескрылые насекомые с грызуще-жующим ротовым аппаратом, экологически связанные с поверхностью почвы и с почвой, питающиеся на поверхности почвы, камнях, под корой и на стволах преимущественно сухих старых деревьев водорослями, лишайниками, микроскопическими грибами, тканями отмерших частей растений. Живут до 3–4 лет, имеют большое количество возрастов, линяют, увеличиваются размеры тела как личинок, так и имаго. Обитают преимущественно в горных условиях умеренно теплого и теплого климата, широко распространены в Западной Европе, Средиземноморье, на Кавказе, юге Азии, включая Казахстан, Среднюю Азию, Иран, Монголию, Алтай, Китай, Корею, Вьетнам, Японию, Индию, Филиппины, обычны также в Африке, на юге Северной Америки. В Российской Федерации встречаются в Крыму, Краснодарском крае, на Камчатке, Дальнем Востоке, на Сахалине, Курильских островах, в Южной Сибири, Ставропольском крае, Белгородской, Ростовской, Самарской и Оренбургской областях, в Башкирии, не обнаружены севернее Южного Урала.

В году одно поколение, откладка яиц в конце лета и в начале осени в горах в трещины и укрытия среди камней и в почву. Самки махилид имеют два основных и один особый тип яйцеклада. Среди них преобладает длинный тонкий членистый яйцеклад, приспособленный к откладке яиц в трещины и укрытия среди камней в горных условиях. Такой яйцеклад имеют самки всех описанных видов махилид подсемейств Petrobiinae и Petrobiellinae и многих видов подсемейства Machilinae: представители родов *Dilta*, *Praemachilis*, *Praemachiloides*, *Praetrigoniophthalmus*, *Promesomachilis*, *Stachilis*, *Wygodzinskyis*; *Machilis* s. str. (Европа); *Lepismachilis* и *Trigoniophthalmus* (Европа, Кавказ); *Silvestrichilis* (Европа, Средняя Азия, Китай); *Graphitarsus* и *Hybographitarsus* (Индонезия, Шри-Ланка, Индия); *Haslundichilis* (Таджикистан, Афганистан, Индия); *Haslundiella* (Туркменистан, Иран); *Heteropsontus* (Мексика); *Himalayachilis* (Афганистан, Индия); *Afromachilis*, *Janetschekilis* и *Metagraphitarsus* (Африка); *Corethromachilis* и *Dromadimachilis* (Сейшельские острова), а также *Allopsontus* – подроды *Kaplinilis*, *Allopsontus* s. str., *Allopsontoides*, *Anisoptinus* и *Allopsontinus*.

Среди махилид с почвой более тесно связаны виды с копательным яйцекладом, приспособленным к предварительному формированию в супесчаных, глинистых и других почвах в укрытиях для откладки яиц. К ним относятся щетинохвостки подсемейства *Ditrizoniophthalminae* (10 описанных видов одного рода *Ditrizoniophthalmus*, обнаруженных в горах Приморского края и Алтая, у которых девять пар грифельков на сегментах брюшка). У всех остальных видов современных махилид брюшные грифельки имеются лишь на II–IX сегментах и отсутствуют на первом сегменте брюшка. Помимо представителей рода *Ditrizoniophthalmus*, грифельки на I сегменте известны лишь у ископаемых форм. Яйцеклад самок видов рода *Ditrizoniophthalmus* сравнительно длинный, среднеутолщенный, на его 3–7-м дистальных члениках имеются некрупные копательные шипы. В горных условиях они откладывают яйца в почву под камнями с помощью копательных шипов яйцеклада.

Хорошо развитый укороченный и утолщенный копательный яйцеклад со сравнительно крупными копательными шипами, приспособленный для откладки яиц в почву, имеют махилиды 35 видов подсем. *Machilinae*, все тело которых покрыто чешуйками, родов *Metamachilis* (Китай), *Coreamachilis* (Китай, Корея), *Silvestrichiloides* (Казахстан, Таджикистан), *Trigoniomachilis*, *Catamachilis*, *Bachilis*, *Machilis* (*Pseudomachilis*) (Европа) и *Allopsontus* (виды подродов *Anisopsontus*, *Aridopsontus* и *Machilanus*) (Китай, Монголия, Алтай, Казахстан, Афганистан, Индия, Пакистан).

Третий, особый тип яйцеклада, сходный с типичным копательным яйцекладом, описан у самок рода *Charimachilis*, включающего 15 описанных видов (Палестина, Турция, Краснодарский край, Абхазия, Италия, Хорватия, Мальта, Греция, Болгария, Украина, Крым, Белгородская, Ростовская области). Они имеют утолщенный, укороченный яйцеклад с множеством длинных и тонких щетинок, заостренными боковыми выступами на дистальных члениках передних гонапофизов и заостренным склеротизованным концом вершинного членика задних гонапофизов, который также, по-видимому, используется при откладке яиц в верхний слой почвы.

## Почвенные беспозвоночные как недооценённые переносчики патогенов: метаанализ 87 исследований

Касаткина А.Н., Зайцев А.С.

[kasa\\_75@mail.ru](mailto:kasa_75@mail.ru)

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

**Ключевые слова:** микробиом почвы, не-гематофаги, резервуары патогенов, микроартроподы, механический перенос

Свободноживущие почвенные беспозвоночные традиционно рассматриваются как ключевые компоненты экосистемного функционирования, однако их роль в циркуляции почвенных патогенов доподлинно неизвестна. Нами проведен метаанализ 87 исследований микробиома почвенных беспозвоночных, объединяющий данные о таксономическом составе микроорганизмов, их локализации (внутренняя полость тела vs поверхность), патогенности по оценкам авторов, а также о типе местообитания (естественные, сельскохозяйственные, урбанизированные почвы) и географическом регионе отбора проб.

Всего проанализировано 654 таксона микроорганизмов, ассоциированных с 36 группами почвенных беспозвоночных. Сопоставление с экспертными данными (отчёт Европейской комиссии, списки ВОЗ, CDC и др.) показало, что 8.7% таксонов точно совпадают с известными патогенами, а с учетом родовых и потенциальных совпадений их доля возрастает до 20.9%. Экспериментальное подтверждение патогенности (по данным базы PHI-base) имеют 7.8% таксонов. Близость цифр 8.7% и 7.8% свидетельствует о том, что большинство таксонов, точно совпадающих с официальными списками, обладают и молекулярными доказательствами вирулентности. Расширенная же категория (20.9%) включает таксоны, родственные патогенам, но требующие дополнительной верификации.

Проведенный метаанализ выявил существенный дисбаланс в изученности разных групп почвенных беспозвоночных: на долю микроартропод приходится лишь 23.9% находок патоген-ассоциированных таксонов, несмотря на их численное превосходство в экосистемах (на 1–2 порядка выше макрофауны). Столь низкая доля находок (23.9%) на фоне колоссальной численности явственно свидетельствует о том, что микроартроподы остаются систематически недоизученной группой в контексте циркуляции патогенов, а их вклад, вероятно, значительно выше выявленного.

Полученные результаты могут быть использованы для определения приоритетных групп при планировании экспериментальных исследований и оценки эпидемиологических рисков (контаминации продукции, передачи зоонозных инфекций) в агроценозах и урбанизированных почвах.

## **Инженеры подземелья: как инвазивные черви перестраивают почву Западной Сибири**

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

[statusomgpu@gmail.ru](mailto:statusomgpu@gmail.ru)

Омский государственный педагогический университет, г. Омск

**Ключевые слова:** инвазивные виды, *Aporrectodea caliginosa*, *Aporrectodea rosea*, агрегатный состав почвы, водопрочность агрегатов

Дождевые черви за счет биотурбации формируют структуру почвы и контролируют доступность ресурсов (Vidal et al., 2023). Биотурбационное воздействие на почву носит видоспецифичный характер (Sapowicz et al., 2024), что проявляется при внедрении инвазивных видов (Thouvenot et al., 2024). Доминирование *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826) (Kniazev et al., 2022) в Омской области, а также находка и потенциальное расселение *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826) (Golovanova et al., 2024) могут привести к формированию сообщества дождевых червей, сходного с европейским. Эти изменения в составе доминантов могут вызвать перестройку почвы, а их совместное обитание способно привести к неожиданным эффектам.

Полевой эксперимент проводили в Омской области на четырёх площадках с лугово-черноземной солонцеватой почвой. Использовали всего 48 мезокосмов диаметром 10 см и высотой 30 см, заполненные просеянной почвой (ячейка 4 мм). Варианты: контроль (без червей), монокультуры *A. caliginosa* (Ac) и *A. rosea* (Ar), а также двухвидовая ассоциация. В каждый мезокосм вносили по 4 половозрелых особи (2+2 для Ac+Ar). После 84 дней почву мезокосмов послойно с шагом 10 см разбирали, проводили сухой рассев (сита с ячейкой от >10 мм до <0.1 мм) и определяли водопрочность агрегатов размером 1–5 мм по методу Качинского в модификации Саввинова. Статистическая обработка включала однофакторный и двухфакторный дисперсионный

анализ и попарные сравнения тестом Тьюки при  $p < 0.05$ . Все расчёты выполнены в Statistica 13.0.

В слое 0–10 см оба вида достоверно увеличивали долю крупных агрегатов  $>5$  мм по сравнению с контролем ( $p = 0.030$  и  $p = 0.048$ ). При этом *A. caliginosa* значимо снижала содержание фракций  $>0.5$  мм ( $p=0.048$ ) и  $>0.25$  мм ( $p = 0.041$ ) относительно контроля и монокультуры *A. rosea*. В слое 20–30 см контрольная почва статистически значимо отличалась от всех вариантов с червями практически по всем фракциям. *A. caliginosa* активнее другого вида формировала агрегаты  $>10$  мм и  $>5$  мм, а также увеличивала содержание илистой фракции ( $<0.1$  мм) ( $p = 0.0054$ ). Совместное обитание видов часто давало промежуточные результаты, не превышая эффектов монокультуры *A. caliginosa*.

Анализ водопрочности агрегатов показал, что *A. caliginosa* достоверно повышает водопрочность агрегатов  $>1$  мм ( $p = 0.016$ ) и  $>2$  мм ( $p = 0.024$ ) по сравнению с контролем, а также превосходит *A. rosea* по водопрочности агрегатов  $>4$  мм ( $p = 0.045$ ) и  $>5$  мм ( $p = 0.0037$ ). Совместное присутствие видов снижало эффективность формирования водопрочных агрегатов  $>4$  и  $>5$  мм относительно монокультуры *A. caliginosa*. Таким образом, *A. caliginosa* проявляет наибольшую структурообразующую активность.

Исследование поддержано грантом РНФ № 25-24-00419.

## Почвенная макрофауна как индикатор экосистемных услуг в широтном градиенте Омской области

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

[statusomgpu@gmail.com](mailto:statusomgpu@gmail.com)

Омский государственный педагогический университет, г. Омск

**Ключевые слова:** почвенная макрофауна, экосистемные услуги, глобальный индикатор I, широтный градиент

Почвенная макрофауна выступает индикатором состояния среды и драйвером экосистемных услуг через биотурбацию и агрегацию (Velasquez, Lavelle, 2019). Создание интегрального индикатора качества почвы на основе её характеристик – это способ оценки устойчивости методов землепользования и измерения экосистемных услуг. Нами протестирована возможность оценки пространственно-временной динамики экосистемных услуг с

помощью глобального индикатора Imacrofauna (I) (Lavelle, 2025) на широтном градиенте Омской области.

Количественные сборы макрофауны выполнены летом 2009–2023 гг. в зональных ландшафтах Омской области методом послойной раскопки (Гиляров, 1987). В каждом биотопе отбирали по пять проб площадью 0.25 м<sup>2</sup> в 2–3-кратной повторности. Педобионтов извлекали послойно через 10 см, фиксировали в 70 % этаноле, идентифицировали и взвешивали. Для всех площадок определены таксономический состав, плотность (экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (г/м<sup>2</sup>). Индикатор I (диапазон 0.1–1.0) рассчитан по формуле на основе 16 переменных после  $\log_{10}(x+1)$ -трансформации (Lugo et al., 2024). Пространственное распределение оценено интерполяцией методом обратных взвешенных расстояний (IDW, пакет *gstat*). Анализ главных компонент выполнен в *FactoMineR*, визуализация в *ggplot2* и *sf*. Зональные различия между биотопами проверены пермутационным дисперсионным анализом (PERMANOVA, пакет *vegan*) на матрице расстояний Брея–Кёртиса. Все расчёты выполнены в R (R Core Team, 2026).

Для лугов выявлены значимые широтные различия по индикатору I ( $F = 4.894$ ,  $p < 0.001$ ): степь характеризуется достоверно более низкими значениями по сравнению со всеми зонами, южная лесостепь значимо отличается от южной тайги. Для лесов значимые различия обнаружены между большинством зон, за исключением пары «северная лесостепь – южная тайга» ( $F = 6.490$ ,  $p < 0.001$ ). Наибольшие значения индикатора в широтном градиенте зафиксированы в южной лесостепи: лес 0.352 (2009–2010) и 0.339 (2022–2023), луг 0.288 и 0.303. Это согласуется с глобальными оценками, по которым умеренные почвы характеризуются наибольшим значениями I в лугах ( $0.38 \pm 0.14$ ) и лесах ( $0.35 \pm 0.14$ ) (Lavelle, 2025). Сравнение периодов 2009–2010 и 2022–2023 гг. выявило разнонаправленные тренды. Устойчивый рост I отмечен в северной лесостепи (лес): с 0.215 до 0.298 (+38%). Наибольший относительный прирост зафиксирован в степном лугу – с 0.163 до 0.317 (+95%), что обусловлено ростом таксономического богатства с 2 до 7 групп и увеличением плотности педобионтов. Напротив, в центральной лесостепи (лес) I снизился с 0.259 до 0.217 (–16%) при сокращении числа таксономических групп с 5.4 до 4.5. Среднее значение индикатора по всем зонам и биотопам выросло с 0.224 до 0.263 (+17%).

## Значение органического вещества мангровых деревьев в рационе беспозвоночных-фильтраторов в прибрежных экосистемах Южного Вьетнама

Колеватов В.А.<sup>1,2</sup>, Марин И.Н.<sup>1,2</sup>, Динь К.Н.<sup>2</sup>

[catpingus@mail.ru](mailto:catpingus@mail.ru)

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

<sup>2</sup> Южное отделение Совместного Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра, г. Хошимин, Вьетнам

**Ключевые слова:** мангры, трофическая сеть, питание, фильтраторы

Мангровые леса – одни из самых продуктивных биотопов, являющиеся ключевыми для рыбного промысла в тропиках. Однако, несмотря на свою значимость, конкретные трофические связи в этих экосистемах остаются недостаточно изученными. Количество точно установленных потребителей первичной продукции мангровых деревьев мало, а их роль в трофической сети, как и роль самих мангров как продуцентов, остаётся предметом дискуссии.

В рамках наших исследований в одном из крупнейших мангровых заповедников Южного Вьетнама, биосферном заповеднике Канзо (г. Хошимин), была обнаружена и описана роющая креветка-фильтратор *Wolffogebia cangioensis* Kolevator & Marin, 2022 (Decapoda: Upogebiidae). Важной экологической особенностью этого вида является значительная плотность в мангровых биотопах Южного Вьетнама. Так, в провинции Камау плотность достигает  $316 \pm 54$  ос./м<sup>2</sup>, в провинции Бенче – до  $353 \pm 65$  ос./м<sup>2</sup>, а в отдельных локациях в заповеднике Канзо – до  $1093 \pm 83$  ос./м<sup>2</sup>. По предварительным данным, на некоторых участках мангровых каналов *W. cangioensis* является доминирующей по биомассе формой макрозообентоса.

Результаты анализа изотопного состава N и C показали, что значения  $\delta^{13}\text{C}$  *W. cangioensis* и двустворчатых моллюсков *Solen* cf. *thachi* близки к значениям свежих листьев *Rhizophora apiculata* – основной породы мангровых деревьев в регионе, что для фильтраторов ранее не отмечалось. Это может свидетельствовать о значительном вкладе в рацион этих животных органического вещества мангровых деревьев, что в совокупности с ее огромной плотностью и значением  $\delta^{15}\text{N}$  делает *W. cangioensis* одним из ключевых первичных консументов. Как именно осуществляется питание фильтраторов листьями – не ясно. Возможно, в этом принимают участие крабы-фитофаги, которые при перемалывании листьев могут поставлять большое количество мелких частиц в воду, которую затем отфильтровывают креветки и моллюски.

Альтернативной гипотезой является питание этих фильтраторов автохтонным фитопланктоном, для которого в литературе показано сходство значения  $\delta^{13}\text{C}$  с мангровыми листьями, что предположительно связано с использованием микроводорослями  $\text{HCO}_3^-$ , поставляемого мангровыми поровыми водами. Обе гипотезы свидетельствуют о тесной трофической связи макробентоса в каналах с мангровыми деревьями.

В свою очередь сама *W. cangioensis* по результатам анализа стабильных изотопов может входить в рацион некоторых рыб, немертин и роющих актиний, обитающих в канале, связывая с мангровыми деревьями более высокие трофические уровни.

## Морфогенетическая дифференциация *Chondrula tridens* (Müller, 1774) в популяциях Пензы и её окрестностей

Комарова Е.В., Стойко Т.Г., Титов С.В.

[ekaterina-log@inbox.ru](mailto:ekaterina-log@inbox.ru)

Пензенский государственный университет, г. Пенза

**Ключевые слова:** *Chondrula tridens*, ISSR-генетический анализ, урбанизация

Наземный моллюск *Chondrula tridens* – удобный модельный объект для популяционных исследований. Вид характеризуется широким ареалом и значительной внутривидовой изменчивостью, что делает его чувствительным индикатором состояния среды. В последнее десятилетие особый интерес вызывает сосуществование двух морф, различающихся по размеру раковины: типичные «мелкие» особи имеют высоту 7–12 мм и «крупная» форма (до 18 мм).

Цель исследования – сравнить морфогенетические особенности выборки *Ch. tridens* из Пензы и её окрестностей, различающихся по степени антропогенной трансформации. Проанализированы 183 раковины следующих локалитетов: мелкие и крупные «Ухтинка», «Арбековский пруд», а также только крупные – «Бессоновка», «Совхозный проезд», «ул. 8 марта», «ул. Вяземского». Измерено 23 морфометрических признаков раковины и устья. Степень развития устьевых зубов определено в баллах (0–2). Кластеризация выполнена методом k-means (k=2), качество оценивали по силуэту. Разделение групп проверено LDA с кросс-валидацией, многомерные различия – PERMANOVA. Для анализа генетической изменчивости использовали методы ПЦП с ISSR и RAPD маркерами.

По результатам многомерной статистики выделено два кластера. В первом доминируют мелкие особи из популяций «Ухтинка» и «Арбековский пруд», во втором – остальные пять локалитетов, при этом в «ул. 8 марта» и «ул. Вяземского» отмечен смешанный состав. Средняя ширина силуэта – 0.4066 (умеренно хорошая делимость). LDA показал 100% точность классификации. PERMANOVA (многомерный анализ) выявил значимое влияние факторов среды (температура воздуха, влажность, структура почвы) ( $R^2=0.521$ ,  $p=0.001$ ). ISSR-анализ обнаружил разделение улиток на два генетических пула вне зависимости от места сбора. Мелкие особи образуют референсные кластеры (исходный генофонд), крупные формируют самостоятельную группу, что может быть следствием микроэволюционных процессов в гетерогенных биотопах.

Морфологические и молекулярные данные свидетельствуют о существовании двух форм *Ch. tridens*, различающихся по размеру раковины, строению устья и приуроченных к разным местообитаниям. Возможно, эта морфологическая дифференциация отражает разные адаптивные стратегии в естественных и антропогенно-трансформированных экосистемах. Полученные результаты согласуются с литературными данными – в Северо-Западном Приазовье при высокой антропогенной нагрузке размер раковины достоверно увеличивается как адаптивная реакция (Кошелев и др., 2021). По нашим данным, в наименее трансформированных биотопах «Ухтинка» и «Арбековский пруд» сохраняются аборигенные мелкие формы. При этом не исключен антропогенный занос крупной формы улитки (например, с дорожным гравием), подтверждаемый существованием её естественных популяций в предгорьях Кавказа и находками в Пензе у железной дороги и в зонах активного строительства.

## **Биотические функции постпирогенного угля в лесных экосистемах зоны прерывистой мерзлоты**

Кондратова А.В., Пилецкая О.А., Суслопарова Е.С.

[kondratova.ava@gmail.com](mailto:kondratova.ava@gmail.com)

ФГБУН Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск

**Ключевые слова:** мезофауна, микроартроподы, коллемболы, разложение опада, микробное дыхание, litterbag-эксперимент, листовничники

Потепление климата способствует учащению лесных пожаров в лесных экосистемах Восточной Евразии, расположенных в зоне прерывистой мерзлоты. Постпирогенный древесный уголь является неотъемлемым компонентом этих лесов. Однако механизмы его воздействия на почвенную биоту остаются недостаточно изученными. Наши исследования, проведенные в лиственных и дубовых лесах, показывают, что уголь способен изменять как структуру сообществ почвенной мезофауны, так и интенсивность микробных процессов, лежащих в основе разложения опада.

В двухлетнем полевом litterbag-эксперименте в лиственных лесах криолитозоны Восточной Евразии было показано, что добавление древесного угля увеличивало численность коллембол в среднем в 5 раз на протяжении всего периода наблюдений и численность клещей в 1.5 раза на втором году разложения. Одновременно средний размер тела коллембол снижался на 15 %, а в структуре сообщества возрастала доля коллембол относительно клещей. Влияние угля на сообщества коллембол и клещей было более выраженным, чем влияние типа опада (хвои лиственницы, листья березы, трава). Вероятно, это связано с изменением микроклиматических условий в подстилке, прежде всего с повышением ее влажности в засушливые периоды благодаря высокой влагоемкости древесного угля. Полученные результаты свидетельствуют о том, что уголь способствует развитию более многочисленных сообществ микроартропод и тем самым способен изменять биологические механизмы разложения.

Влияние постпирогенного угля на разложение опада было дополнительно изучено в полевом litterbag-эксперименте по разложению листьев дуба с последовательным усложнением фаунистического сообщества посредством использования сеток различного размера. Полевой эксперимент показал, что на раннем этапе разложения дубового опада (120 дней) допуск мезофауны к разложению дубового опада резко увеличивает биомассу почвенных микроорганизмов. Прямое влияние пирогенного угля на микробную активность и потерю массы дубового опада на ранних стадиях разложения незначительно. При этом присутствие угля усилило положительный эффект мезофауны. В сочетании «уголь – мезофауна» достигалась максимальная эффективность микробного метаболизма, что подтверждается статистически значимым снижением микробного метаболического коэффициента и отношения базального дыхания к субстрат-индуцированному дыханию, а также достоверным ускорением потери массы опада. На макрофауну этот стимулирующий эффект угля не распространялся.

Таким образом, древесный уголь в лесах зоны прерывистой мерзлоты на Востоке Евразии следует рассматривать как важный регулятор биологических факторов разложения, способный перестраивать взаимодействия между микроорганизмами и почвенной фауной и тем самым влиять на круговорот углерода в постпирогенных лесных экосистемах.

## **Результаты двухлетнего мониторинга сообщества энхитреид в смешанном лесу**

Кондратьева Т.Ю., Дегтярёв М.И., Зайцев А.С.

[kondratan@yandex.ru](mailto:kondratan@yandex.ru)

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

**Ключевые слова:** Enchytraeidae, биоразнообразие, почвенная фауна

Представители семейства энхитреид (Annelida: Clitellata: Enchytraeidae) являются одним из ключевых компонентов детритных пищевых сетей. Впервые предпринята попытка круглогодичного мониторинга сообщества энхитреид на территории России.

Материал для данной работы был отобран на территории Битцевского парка Москвы за пределами МКАД на участке ельника с подлеском из лещины и клёна в период с апреля 2024 по май 2026 года с периодичностью 1.5–2 месяца. Экстракция энхитреид осуществлялась методом Грефе, идентификация проводилась до уровня вида *in vivo*.

Определен видовой состав, численность и стадия жизненного цикла особей в сообществе энхитреид. Выявлены значительные сезонные колебания численности, а также изменение соотношения разных видов в сообществе в ходе годового цикла. Нами обнаружено 20 видов энхитреид, среди них 2 вида, ранее не найденных на территории России.

Предварительный анализ показал, что динамика численности особей в течение года отличается для разных видов. При этом общая численность (вне пиков численности в периоды максимальной влажности, например, ранней весной) и видовое богатство на уровне пробы остается достаточно стабильным. Это позволяет предполагать наличие продвинутых и ранее не описанных для сообществ энхитреид механизмов дифференциации ниш во времени.

## Косвенная оценка биомассы пауков на основе аллометрических моделей

Кордюк А.А.<sup>1</sup>, Созонтов А.Н.<sup>2</sup>

[kordyuk.nasta@mail.ru](mailto:kordyuk.nasta@mail.ru)

<sup>1</sup> Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

<sup>2</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

**Ключевые слова:** аллометрические уравнения, биомасса, *Aganeci*, *Aganeae*, размеры тела

Пауки (*Aganeci*) выполняют ряд важных функций в наземных экосистемах, например, регулируют численность насекомых-вредителей, участвуют в круговороте веществ и энергии (Cardoso et al., 2025). Они являются одними из наиболее значимых хищников как с точки зрения численности, так и биомассы. Однако оценка последней редко становится предметом исследования (Nyffeler, Benz, 1987). Коллекционный материал хранится в консервирующих жидкостях, а взвешивание пауков напрямую как в лабораторных, так и в полевых условиях сталкивается с определенными сложностями.

Альтернативой прямому взвешиванию пауков может служить построение аллометрических уравнений, связывающих массу с размерами тела, доступными для измерения в любое время после сбора (изменение размеров тела пауков после правильной фиксации пренебрежимо мало). Подобные исследования проводились ранее для сухой и живой массы. Было обнаружено, что уравнения имеют таксономическую и региональную специфику: для Индии (Ganihar, 1997), Австралии (Brady, Noske, 2006), Амазонии (Höfer, Ott, 2009) и Западной Европы (Penell et al., 2018).

Цель нашей работы – установить аллометрические уравнения, связывающие размеры тела и живую биомассу пауков Среднего Урала. Для этого, на данный момент, собрано более 500 пауков традиционными методами: кошение сачком, ручной сбор, почвенные ловушки. Взвешивание проводили сразу после сбора на аналитических весах (Kern 770) с точностью 0.00001 г; промеры делали с помощью окуляр-микрометра: общая длина тела, длина/ширина брюшка и головогруды. Затем определяли всех особей минимум до рода. Зависимость массы пауков от размеров моделировали степенной, линейной (для прологарифмированных данных), а также символьной регрессией (Cardoso et al., 2020). Модели всегда учитывали пол и были рассчитаны как для всего отряда, так и дифференцированно для морфологических групп, семейств и наиболее обильных видов.

В сравнении с аналогичными исследованиями данная работа выделяется большим объемом выборки и применением символьной регрессии – метода машинного обучения, основанного на генетическом алгоритме. От нейронных сетей (черный ящик) этот метод отличается своей интерпретируемостью – предоставлением эффективных и относительно простых моделей (белый ящик), а от традиционного регрессионного анализа – отсутствием заранее предопределенной формулы.

## **Метагеномные исследования микробных сообществ в почве криометаморфического отдела таёжной зоны Западно-Сибирской равнины**

Коркина Е.А., Сафин А.Р.

[lenakny@gmail.com](mailto:lenakny@gmail.com)

ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет»

**Ключевые слова:** почвы криометаморфического отдела, микробные сообщества, дождевые черви, *Eisenia atlavinyteae*, секвенирование генома

Почвы криометаморфического отдела, сформированные на пылеватых суглинках в условиях островной мерзлоты, лишь в последнее десятилетие находят под воздействием положительных температур со среднегодовыми значениями 2.1 °С. Ранее они длительное время находились в мерзлом состоянии и не оттаивали летом. В связи с этим микробные сообщества почв криометаморфического отдела находятся в зоне гомеостаза. Также ранее не была зафиксирована жизнедеятельность дождевых червей на территории таёжной зоны Западно-Сибирской равнины (Shekhovtsov et al., 2017), что, вероятно, связано со слабой изученностью данного вопроса.

В органо-криометаморфической почве на глубине 80 см были обнаружены серогумусовые фрагменты, представляющие собой норы дождевых червей вида *Eisenia atlavinyteae* Perel & Graphodatsky, 1984. Отобранные образцы почв были подвергнуты секвенированию нового поколения (NGS) на платформе Illumina MiSeq. Полученные данные обработаны биоинформатически с кластеризацией последовательностей в операционные таксономические единицы (OTU). Материал был получен для следующих образцов: горизонт АО – верхний грубогумусовый горизонт (А), ходы дождевых червей (В, С),

криометаморфический горизонт без гумусового материала (D, F) и криометаморфический горизонт с гумусовым материалом (E, G).

В результате анализа геномов микробных сообществ были выявлены уникальные и общие OTU бактерий для почвенного профиля, включая ходы дождевых червей, в сравнении с верхним грубогумусовым горизонтом. Проведён сравнительный анализ бактериальных сообществ, характерных для верхних (A) и криометаморфических горизонтов с гумусовым материалом (E, G), а также их отсутствие во вмещающей породе (D, F), в том числе: *Acetobacteraceae*, *Acidobacteria bacterium*, *Caulobacteraceae*, *Chthoniobacteraceae*, *Devosiaceae*, *Haliangiaceae*, *Nitrosomonadaceae*. В почвенном профиле криометаморфического отдела прослеживается чёткая взаимосвязь между температурным режимом почвы и жизнедеятельностью дождевых червей. Так, в холодных криометаморфических горизонтах (D, F), начиная с глубины 40–50 см, во вмещающей породе отмечается низкое разнообразие микробных сообществ. Количество OTU в горизонтах с гумусовым материалом (включая нижний горизонт с фрагментом норы дождевого червя G) варьирует от 98 до 100, а в горизонтах без гумусового материала – от 32 до 51. Уникальными семействами бактерий для почв криометаморфического отдела являются: *Spirosomaceae*, *Cellvibrionaceae*, *Geoderma tophilaceae*. В результате было показано, что гумусовые фрагменты в профиле криометаморфической почвы являются результатом жизнедеятельности дождевых червей вида: *Eisenia atlavinyteae* Perel & Graphodatsky, 1984. Проведенное исследование позволило получить первичные данные о микробных сообществах почв криометаморфического отдела.

## **Неравновесные состояния комплексов почвенных сапрофагов: диагностика по формам гумуса при промышленном загрязнении и рекреации**

Коркина И.Н., Воробейчик Е.Л.

[korkina@ipae.uran.ru](mailto:korkina@ipae.uran.ru)

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

**Ключевые слова:** лесная подстилка, морфология органических горизонтов, дождевые черви, почвенная фауна, южная тайга

Формы гумуса – типы морфологического строения верхней части почвенного профиля – интересны для почвенно-зоологических

исследований, поскольку могут служить диагностическим инструментом при анализе трансформации почвенной фауны. Для этой цели перспективно применение Европейской морфофункциональной классификации форм гумуса, поскольку в ее основе лежит связь морфологии органических горизонтов почв (лесной подстилки и гумусового горизонта) с составом и активностью комплекса сапрофагов. Классификация охватывает практически всё существующее на планете разнообразие форм гумуса (Zanella et al., 2022). Однако представленные в Классификации формы характерны, главным образом, для равновесных состояний почвы, когда верхняя часть профиля после длительного периода времени пришла в соответствие с природными условиями конкретного места. Антропогенно преобразованные формы гумуса часто представляют собой неравновесные состояния, поскольку находятся на разных стадиях пути к достижению нового равновесия. Их динамика при усилении антропогенной нагрузки или после ее снижения изучена слабо.

Проанализирована трансформация форм гумуса под влиянием двух разных по природе антропогенных факторов: промышленного загрязнения потенциально токсичными металлами (Среднеуральский медеплавильный завод, пихтово-еловые леса) и вытаптывания при рекреации (внутригородские сосновые леса естественного происхождения, г. Екатеринбург). Выявлены сходные тренды: деградация форм гумуса при усилении нагрузки обусловлена снижением зоогенности, а регрессия (восстановление) после уменьшения нагрузки – ее увеличением (Korkina, Vorobeichik, 2021; Vorobeichik, Korkina, 2023; Коркина и др., 2025). При деградации зоогенно активные формы системы Mull, распространенные на ненарушенных территориях, замещаются сначала формами системы Moder, а затем формами с неззогенными горизонтами системы Mor. На последних стадиях деградации разложение растительного опада осуществляется преимущественно микроорганизмами.

После почти полного прекращения выбросов медеплавильного завода были зафиксированы нетипичные формы гумуса, отсутствующие в Классификации. Их наличие свидетельствует о восстановлении почвенной макрофауны на ранее дефаунированных участках. Аналогичные формы описаны в городских лесах, с той лишь разницей, что для них характерны признаки, возникающие при вытаптывании (небольшая мощность подстилки, ее уплотненность, перемешанность горизонтов). Несмотря на разную природу воздействия (загрязнение и вытаптывание), морфологические

изменения органических горизонтов сходны. Формирование нетипичных форм обусловлено неодинаковой скоростью реагирования разных горизонтов или частей одного горизонта на изменение внешних условий (снижение токсической или рекреационной нагрузки) в ходе восстановления почвенной фауны. Наиболее показательны специфические формы Mormull, которые образуются в результате заселения дождевыми червями лишь верхней части бывших Мог форм, тогда как нижняя часть подстилки и гумусовый горизонт сохраняют незаооценную структуру. Фактически в одном гумипедоне сочетаются признаки строения разных стадий его развития, что характеризует неравновесное состояние системы. Это позволяет использовать нетипичные формы гумуса для диагностики направленности процессов трансформации почв, а также оценки завершенности деградации / реградации комплексов почвенных сапрофагов в градиентах разных факторов, независимо от их природы.

#### **Литература**

Коркина И.Н., Габерштейн Т.Ю., Воробейчик Е.Л. Влияние урбанизации на формы гумуса внутригородских лесов естественного происхождения (на примере Екатеринбурга) // Почвоведение. 2025. Т. 58. №5. С. 688–711.

Korkina I.N., Vorobeichik E.L. Non-typical degraded and regraded humus forms in metal-contaminated areas, or there and back again // Geoderma. 2021. Vol. 404. № 115390. P. 1–14.

Vorobeichik E.L., Korkina I.N. A bizarre layer cake: Why soil animals recolonizing polluted areas shape atypical humus forms // Science of the Total Environment. 2023. Vol. 904. 166810. P. 1–15.

Zanella A., Ponge J.-F., Jabiol B., et al. A standardized morpho-functional classification of the Planet's humipedons // Soil Systems. 2022. Vol. 6. № 59. P. 1–17.

## **Биодеградация отходов табачной продукции в различных зонобиотах**

Коробушкин Д.И., Гусева П.А., Панченков А.А., Семенова Т.А., Попова А.В., Сайфутдинов Р.А.

[dkorobushkin@yandex.ru](mailto:dkorobushkin@yandex.ru)

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

**Ключевые слова:** сигаретные фильтры, табак, ацетилцеллюлоза, почвенная биота

Ежегодно население планеты выкуривает около 4.5 триллионов (или около 2 520 000 т) сигарет, которые попадают в окружающую среду в виде использованных фильтров, встречаясь вне специализированных мест сбора отходов повсеместно: от кварталов городов до парков, лесов, озёр, побережий морей. После использования в фильтре остаётся ряд поллютантов, которые попадают в почвенные экосистемы. Однако сведения о скорости деструкции отходов в наземных экосистемах, а тем более о токсикологических рисках для населяющих их организмов и выполняемых ими функций до настоящего времени отсутствовали. В 2020 г. был заложен масштабный полевой эксперимент по оценке скорости деструкции сигаретных фильтров двух видов: обычные и угольные биофильтры. Спустя год их экспонирования в почве было установлено, что скорость потери массы окурков значимо зависит от зонального фактора: в почве наименьшая скорость потери массы у обычных и биофильтров отмечена в тундре, северной тайге и пустынно-степных экосистемах (масса обоих типов окурков была снижена всего на ~20% от исходной); в остальных экосистемах биофильтры потеряли 60–45% массы от исходной, что значимо больше, чем обычные фильтры (потеря 40–30% массы). Спустя три года экспонирования масса фильтров, экспонированных в северных биотопах, осталась практически неизменной. В других биотопах масса снизилась для обоих видов фильтров на 5–10%, однако для биофильтров зафиксировано резкое снижение массы в средиземноморских лесах и опустыненных степях, вызванное преимущественно потерей угольной составляющей фильтра. Результаты ИК-спектроскопии подтвердили результаты потери массы; значимым биотическим фактором являлась активность микроорганизмов. Проникновение в фильтры микромицетов (выявлено более 30 видов) отражалось на ИК-спектрограммах, а их обилие значимо коррелировало со скоростью деструкции. Почвенные сапротрофные организмы также участвовали в деструкции фильтров за счёт роящей активности: в широколиственных и средиземноморских лесах часть фильтров была закопана, в некоторых фильтрах обнаружены личинки двукрылых. Лабораторные эксперименты показали отсутствие токсического воздействия на почвенных беспозвоночных, но, наоборот, присутствие почвенных животных значимо ускоряло процесс деструкции фильтров во всех биотопах.

Исследование поддержано грантом РНФ, проект № 25-24-00639.

## Унификация размерной классификации почвенной фауны

Коробушкин Д.И., Дегтярев М.И., Демин Ф.А., Зайцев А.С., Сайфутдинов Р.А., Цуриков С.М., Тиунов А.В., Гонгальский К.Б.

[dkorobushkin@yandex.ru](mailto:dkorobushkin@yandex.ru)

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

**Ключевые слова:** макрофауна, мезофауна, микрофауна, почвенная биота, почвенные беспозвоночные

«... сопоставления показывают тот хаос, который в настоящее время царит в литературе, связанной с терминологией и классификацией размерных групп почвенных животных». Приведенная цитата М.С. Гилярова (1975) к настоящему моменту стала еще более актуальной, чем 50 лет назад, поскольку появившиеся с тех пор новые методы работы с почвенной биотой (например, молекулярная генетика, более совершенные методы экстракции, микроскопии) и усилившийся обмен данными между учеными со всего мира лишь подчеркнули терминологическое несоответствие отечественной (Гиляров, 1964; 1965) и общемировой (например, Briones, 2014; Potapov et al., 2022; Anthony et al., 2023; European Atlas of Soil Biodiversity, 2010) размерных классификаций. Анализ текста различных изданий, публикуемых на двух и более языках (преимущественно русском и английском), указывает на небрежное отношение к переводу терминов как со стороны авторов, так и со стороны редакций: из 174 проанализированных публикаций лишь в 20% русский термин «мезофауна» (крупные почвенные беспозвоночные) был переведен в соответствии с принятой в англоязычной литературе классификацией как «macrofauna», в большинстве же случаев (около 65%) – как «mesofauna», то есть на размерный ранг ниже. Проблема усугубляется отсутствием в отечественной литературе единой терминологии (например, для обозначения «мезофауны» по Гилярову (1975) применяются термины «мезобиота», «мезонаселение», «макробиота», «мезопедобионты», «макропедобионты» и т.д.), а некоторые термины, предложенные ранее, фактически не используются (например, «нанофауна»/«наннофауна» для обозначения простейших или «макрофауна» для обозначения позвоночных).

В последние десятилетия в русскоязычной литературе все чаще используются термины, аналогичные англоязычным, что, с нашей точки зрения, является универсальным решением как для унификации

терминологии, так и для исключения ошибок при переводе публикаций на другие языки. Мы предлагаем унифицировать существующие обозначения размерных классов почвенных беспозвоночных и использовать следующие эколого-таксономические группы:

- «микрофауна» – для обозначения небольших, в т.ч. одноклеточных организмов, неразличимых без микроскопа с высоким увеличением (менее 0.2 мм), обладающих высокой численностью даже в одном грамме почвы (до 10000 на 1 г почвы и более): протисты, нематоды, коловратки, тихоходки;

- «мезофауна» – для обозначения многочисленных (до 100 000 на м<sup>2</sup>, иногда более), но трудноразличимых невооруженным взглядом (0.1 – обычно не более 2 мм) организмов: коллемболы, панцирные и гамазовые клещи, энхитреиды, симфилы, пауроподы, протуры и др.;

- «макрофауна» – для обозначения крупных (до 20 мм и более) почвенных беспозвоночных, обладающих в среднем невысокой численностью (обычно до 5000 на м<sup>2</sup>): пауки, сенокосцы, насекомые и их личинки, мокрицы, дождевые черви, моллюски, двупарноногие и губоногие многоножки.

Почвообитающих и связанных с почвой позвоночных животных предлагаем оставить вне классификации, которая используется преимущественно почвенными зоологами и экологами беспозвоночных.

Исследование поддержано РНФ, грант № 25-24-00639.

## **Устойчивые к фузариозу сорта пшеницы могут влиять на структуру сообщества коллембол в агроэкосистемах**

Короткевич А.Ю., Селезнёв Д.Г., Гончаров А.А.

[a-korotkevich@yandex.ru](mailto:a-korotkevich@yandex.ru)

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

**Ключевые слова:** агроэкосистемы, сообщество коллембол, озимая пшеница

Пшеница – одна из важнейших сельскохозяйственных культур, обеспечивающая глобальную продовольственную безопасность (Bhavani и др. 2021). Самыми распространёнными патогенами пшеницы являются *Puccinia* spp., *Pyrenophora tritici* и грибы рода *Fusarium*. Почти во всём мире фузариоз колоса занимает лидирующую позицию среди остальных грибковых инфекций, вызывая ухудшение качества урожая. Одним из методов борьбы с этим заболеванием

является выведение менее восприимчивых к фузариозу сортов пшеницы.

Грибы рода *Fusarium* сохраняются в почве и на растительных остатках в том же слое, где обитают коллемболы, хорошо представленный на сельскохозяйственных полях таксон почвенных животных. Коллемболы регулируют активность бактерий и грибов, в том числе микоризных, которые живут в симбиозе с корнями растений. Присутствие коллембол влияет на рост растений, главным образом, через их трофическую активность и выделение питательных веществ в окружающую среду (Filser, 2002). Корневые выделения растений также влияют на сообщество коллембол (Endlweber и др., 2009). Знание механизмов взаимного влияния коллембол и разных по устойчивости к фузариозу сортов пшеницы может быть полезно для разработки биологических мер по борьбе с грибковыми фитопатогенами. Вопрос, как разные по устойчивости к фузариозу сорта пшеницы могут влиять на сообщество коллембол, ранее не изучался.

Коллемболы были собраны в ходе пяти полевых экспериментов, которые проводились в течение пяти лет с 2019 по 2023 год на полях озимой пшеницы в трёх регионах России (Калужская область, Краснодарский край, Ставропольский край), расположенных в двух агроэкологических зонах (зона лиственных лесов и степная). Эксперименты были проведены на полях с устойчивыми («Виктория Одесская»), умеренно устойчивыми («Московская-40», «Таня», «Алексейч»), умеренно восприимчивыми («Безостая-100») и восприимчивыми («Гомер») сортами озимой пшеницы.

Среди всех изученных агроэкологических зон на площадках с устойчивым к фузариозу сортом пшеницы общая численность коллембол была статистически значимо (PermANOVA  $p \ll 0.001$ ) выше в 2.57 раза по сравнению с остальными площадками. Также на данных площадках наблюдалась более высокая численность двух жизненных форм коллембол: гемиздафических и эуэдафических, что, вероятно, может говорить об изменении условий в верхнем почвенном ярусе. На площадках с устойчивым сортом было выше и среднее видовое богатство коллембол ( $p \ll 0.001$ ). Отмечено увеличение численности трёх гемиздафических видов *Pseudosinella alba* (в 4 раза,  $p = 0.03$ ), *Parisotoma notabilis* (в 10 раз,  $p < 0.001$ ) и *Isotoma viridis* (в 15 раз,  $p \ll 0.001$ ). Можно предположить, что устойчивые к фузариозу сорта пшеницы, обладая более успешным механизмом подавления грибной инфекции, через корни могут выделять вещества, воздействующие, в том числе, на эдафон и, тем самым менять структуру по крайней мере

сообщества коллембол, а может быть, и всей мезофауны. Это предположение нуждается в проверке и более тщательном анализе.

#### **Литература:**

Bhavani S., Singh P.K., Qureshi N. et al. Globally important wheat diseases: status, challenges, breeding and genomic tools to enhance resistance durability // Genomic designing for biotic stress resistant cereal crops. Springer, 2021. P. 59–128.

Endlweber K., Ruess L., Scheu S. Collembola switch diet in presence of plant roots thereby functioning as herbivores // Soil Biology and Biochemistry. 2009. Vol. 41. № 6. P. 1151–1154.

Filser J., Mebes K.-H., Winter K., Lang A., Kampichler C. Long-term dynamics and interrelationships of soil Collembola and microorganisms in an arable landscape following land use change // Geoderma. 2002. Vol. 105. № 3–4. P. 201–221.

## **Влияние возраста древостоя на функциональное разнообразие сообществ хвойно-широколиственных лесов и их сукцессионных стадий**

Котельникова К.В.<sup>1</sup>, Гусева П.А.<sup>1</sup>, Панченков А.А.<sup>1</sup>,  
Сайфутдинов Р.А.<sup>1</sup>, Пронина Н.А.<sup>1,2</sup>, Коробушкин Д.И.<sup>1</sup>

[k.v.dudova@yandex.ru](mailto:k.v.dudova@yandex.ru)

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

<sup>2</sup> Амедарт, г. Москва

**Ключевые слова:** фитоценология, почвенные беспозвоночные, нарушение окружающей среды, почвенная фауна, дендрохронология, функциональные признаки

Одним из прикладных направлений экологии является изучение, прогнозирование и создание методик восстановления природных сообществ после антропогенных нарушений. Изучено функциональное разнообразие фитоценозов и почвенной макрофауны в пяти типах лесных сообществ Смоленско-Приволжского биома широколиственно-хвойных лесов с разной степенью антропогенной трансформации. Исследования проводили на территориях Псковской, Тверской, Московской областей и г. Москвы в 2023–2024 г. Всего было заложено 120 круговых пробных площадей по 400 м<sup>2</sup>, на которых были проведены исследования возраста (отбор дендрохронологических кернов), выполнены геоботанические описания, проведены измерения функциональных признаков растений и почвенной фауны.

Выявлено 72 таксона почвенной макрофауны и собраны данные по пяти функциональным признакам: отношение к влажности, стадия во время зимовки, мобильность, горизонт обитания и трофический уровень. Выявлено 235 видов сосудистых растений и сформирована база данных по 4 функциональным признакам: удельная листовая поверхность, масса семян, отношение содержания углерода к азоту в листьях и вегетативная высота. Оценку функционального разнообразия проводили в R версии 4.4.1 с использованием пакетов mFD, FD, vegan.

Показанный по дендрохронологии возраст рассмотренных сообществ составлял от 9 лет до 120 лет. Индекс функционального богатства (FRic) максимален для фитоценозов ранних стадий сукцессии (до 30 лет), затем происходит постепенное снижение значений показателя. В сообществах макрофауны богатство также максимально на ранних стадиях развития сообществ, затем снижается в периоде 45–80 лет, а затем начинает возрастать. Функциональная выравненность (FEve) сообществ макрофауны максимальна в возрастной категории около 30 лет, и затем идет тренд на снижение, в то время как функциональная выравненность фитоценозов максимальна для категории около 50 лет. Функциональная дивергенция (FDiv) для сообществ почвенной макрофауны максимальна на ранних стадиях и с течением времени снижается. В то время как для растительности идет повышение показателя с начала развития сообществ с максимумом в районе 50–70 лет, а затем наступает снижение.

Функциональное богатство максимально для обоих типов сообществ на ранних стадиях, в то время как выравненность и дивергенция для сообществ макрофауны максимальны на ранних стадиях развития экосистем, а для растительности – на средних (50–70 лет).

## **Получение COI-баркодов из смешанных проб беспозвоночных с использованием нанопорового секвенирования**

Кривошеева В.А., Погодаев М.М.

[krivosheeva.valery@gmail.com](mailto:krivosheeva.valery@gmail.com)

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

**Ключевые слова:** MinION, эндосимбионты, *Wolbachia*, Trombiculidae, Staphylininae

COI-баркодинг широко используется для изучения биоразнообразия животных. Однако получение последовательности конкретного образца затруднено, если в пробе имеется ДНК других организмов (вследствие контаминации, наличия эндосимбионтов, паразитов, остатков пищи и т.п.). Для таких смешанных проб стандартное секвенирование по Сэнгеру, как правило, не позволяет получить корректный результат. Решением проблемы может стать нанопоровое секвенирование ампликонов в сочетании с последующим картированием для разделения последовательностей.

Были получены COI-ампликоны 95 образцов жуков-стафилинид подсемейства Staphylininae Западной Сибири, секвенированные на платформе MinION. Для маркировки образцов использовали ПЦР-праймеры с короткими нуклеотидными тегами, уникальные комбинации которых позволяли в дальнейшем идентифицировать каждый образец. Первичная сборка в программе ONTbarcoder дала 80 корректных баркодов. В остальных случаях отмечались ошибки сборки или выявление нецелевых таксонов (7 последовательностей *Wolbachia*, 3 – *Bos taurus*, 2 – несоответствие морфологическому определению, 3 – ошибка сборки). Разработанный дополнительный протокол обработки данных секвенирования на основе картирования прочтений на эталонные последовательности позволил получить корректные COI-баркоды жуков для 92 из 95 образцов, а для 28 из них дополнительно извлечь последовательности эндосимбионта *Wolbachia*.

Данный подход также был применен к образцам краснотелковых клещей, содержащих ДНК рукокрылых. Успешные COI-баркоды получены для всех 35 образцов семейства Trombiculidae, для 24 из них дополнительно получены COI-баркоды рукокрылых.

Нанопоровое секвенирование дает возможность анализировать множество образцов в одном запуске, при этом позволяет получить стандартный баркодный фрагмент COI длиной 658 пар нуклеотидов. Дополнительное картирование прочтений помогает разделять смеси ДНК внутри одной пробы, что можно использовать при изучении объектов, содержащих генетический материал эндосимбионтов, паразитов, хозяев, объектов питания или случайных загрязнений. ДНК нецелевого организма в ряде случаев можно рассматривать не как «загрязнение», а как источник ценных экологических данных (например, о диете или скрытом паразитизме). Данный метод может повысить выход корректных COI-баркодов и снизить потери ценных образцов при работе с проблемным материалом.

## Биотопическое распределение секционных и поверхностных гнёзд муравьёв (Hymenoptera, Formicidae) в низкогорьях Тигирецкого хребта (Северо-Западный Алтай) по данным 2005, 2015, 2024 гг.

Кругова Т.М., Чеснокова С.В.

[tatonato@mail.ru](mailto:tatonato@mail.ru)

Государственный природный заповедник Тигирекский, г. Барнаул  
Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск

**Ключевые слова:** видовое богатство, обилие гнёзд, экологические группы муравьёв, градиент затенения и увлажнения, многолетняя динамика

Северо-Западный Алтай принадлежит к числу наиболее тёплых и влажных провинций горной области. В низкогорьях, на стыке лесостепного и лесного поясов, обследованы петрофитные ковыльные степи на южных склонах (2005, 2015 гг.), заросли кустарников (2005, 2015, 2024 гг.), склоновые лиственничники (2005, 2015, 2024 гг.), закустаренная залежь (2005, 2015, 2024 гг.), посёлок (2005 г.), пойменные берёзовые леса (2005, 2015 гг.) (лесостепной пояс), черневая тайга (2005, 2015, 2024 гг.) (лесной пояс). Учёты проведены методом пробных площадок по 25 м<sup>2</sup>.

Отмечено 33 вида муравьёв. Видовое богатство максимально во влажных, но прогреваемых биотопах – на залежи и в лиственничных лесах (по 21 виду за все годы). В степях отмечено 15 видов, в кустарниках – 10. Низкое видовое богатство характерно для затенённых и нарушенных биотопов – берёзовых лесов, черневой тайги и посёлка (6, 4 и 3 вида соответственно). Суммарное обилие муравьёв наиболее велико в открытых местообитаниях и снижается по мере роста затенения: от 4.7–9.8 гнёзд/25 м<sup>2</sup> в степях и 9.3 – в лиственничных лесах, до 4.0–5.6 гнезда/25 м<sup>2</sup> в кустарниках и берёзовых лесах, 0.8–2.2 – в черневой тайге, 2.0 – в посёлке.

Численное преобладание в степях принадлежит ксерофильным, теплолюбивым видам *Tetramorium caespitum* (L.) и *Lasius alienus* (Foerst.). На залежи многочисленны более требовательные к влаге *Formica* sp. комплекса *F. picea* Nyl. и *Myrmica lobicornis* Nyl., а также самые теплолюбивые из представленных видов *Myrmica* – *M. schencki* Viereck и *M. scabrinodis* Nyl.; в 2005 г. было много также *Lasius niger* (L.), типичного для открытых вторичных биотопов. Для лиственничных лесов характерно численное преобладание лесного *Myrmica ruginodis* Nyl. В кустарниках и березняках наиболее многочислен самый влаголюбивый из видов рода *Myrmica* L. – *M.*

*rubra* (L.), в черневой тайге обычны *M. ruginodis* и *M. rubra*. В посёлке преобладают гнёзда *Lasius niger* (L.).

По данным повторных обследований население сохраняет основные черты. На залежи выражена сукцессионная смена сообщества: в населении муравьёв уменьшается доля *L. niger*, увеличивается доля видов *Myrmica*, растёт видовое богатство (с 11 до 16 видов) и суммарное обилие (с 5.1 до 10.4 гнёзд/25 м<sup>2</sup>). В лиственничных лесах на северных склонах в 2024 г. в учётах появились луговые виды *Myrmica*, а также *Tetramorium caespitum*, *Formica sanguinea* Latr. и впервые попавший в учёты степной *Temnothorax tuberum* (Fabr.). В черневой тайге заметны колебания суммарного обилия. Повсюду заметно снижение встречаемости лугового влаголюбивого *Formica* sp. комплекса *F. picea*, приуроченного к лугам и антропогенным ландшафтам *L. niger*, увеличение разнообразия степных видов *Temnothorax* (Mayr).

## Свободноживущие нематоды на коре деревьев: мигранты из почвы или уникальные сообщества?

Кудрин А.А.

[kudrin@ib.komisc.ru](mailto:kudrin@ib.komisc.ru)

Институт биологии КомиНЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

**Ключевые слова:** полог леса, древесный ярус, арбореальные сообщества, тайга, широколиственный лес, тропический лес

Свободноживущие нематоды, как и другие группы почвенной фауны, обитающие на коре деревьев, традиционно рассматриваются как производные почвенных сообществ, прошедшие жёсткую экологическую фильтрацию условиями экстремального микроклимата наземной среды. Однако имеющиеся данные ставят эту точку зрения под сомнение.

Мы провели комплексный анализ сообществ свободноживущих нематод на коре деревьев на протяжении всего вертикального профиля (комель, ствол, крона) и сравнили их с почвенными сообществами в трёх контрастных биомах: бореальной тайге, умеренных широколиственных лесах и тропических муссонных лесах.

Если бы гипотеза о том, что сообщества нематод на коре деревьев представляют собой лишь «отфильтрованные» почвенные, была верна, следовало бы ожидать обнаружения упрощённых,

находящихся в условиях экологического стресса подмножеств почвенной нематофауны. Однако общее разнообразие нематод на коре оказалось сопоставимым с почвенным, при этом сходство составило лишь около 30%, а таксономическая и трофическая структуры существенно различались. Нематодные биоиндикационные индексы продемонстрировали сопоставимые с почвой уровни экологического стресса. Таким образом, свободноживущие нематоды на коре деревьев не могут рассматриваться как производные почвенных сообществ. Для нематод кора деревьев является, по-видимому, полноценным местообитанием, в котором формируется уникальный состав и своеобразная экологическая структура. Учитывая, что суммарная площадь поверхности коры деревьев сопоставима с площадью суши, данные сообщества нематод, вероятно, должны играть существенную роль в экосистемных процессах, особенно в пределах лесных территорий.

## **Влияние корневого опада на сообщества почвенных животных: полевой эксперимент**

Кудрин А.А., Таскаева А.А.

[kudrin@ib.komisc.ru](mailto:kudrin@ib.komisc.ru)

ИБ КомиНЦ УрО РАН

**Ключевые слова:** нематоды, коллемболы, еловый лес, корни

Роль различных ресурсов в функционировании почвенных сообществ до сих пор понята не в полной мере. Исторически в лесных экосистемах именно надземный растительный опад считался центральным ресурсом, определяющим существование почвенных трофических сетей (Swift et al., 1979). Однако в последние десятилетия накопилось множество свидетельств того, что корни и углерод корневого происхождения могут играть столь же важную, а порой и ведущую роль в энергетике почвенных животных (Hogberg et al., 2001; Pollierer et al., 2007). Этот феномен связывают преимущественно с прижизненными корневыми выделениями – ризодепозитами, тогда как вклад собственно корневого опада остается слабо изученным.

Для оценки важности корневого опада для различных групп почвенной фауны (нематоды, коллемболы) был проведен полевой эксперимент с внесением тонких корней в почву. Эксперимент проводился на двух площадках елового леса. В рамках каждой

площадки было заложено по три экспериментальных блока. Корневой опад моделировали внесением в подготовленную (просеянную) почву мелких (диаметр <2 мм) еловых корней. Каждый блок состоял из трех вариантов: 1) без добавления корней, 2) внесение корней из расчёта 100 г/м<sup>2</sup> (среднегодовое количество корневого опада в бореальных лесах по данным литературы) 3) внесение корней из расчёта 200 г/м<sup>2</sup> (удвоенное количество). Все варианты были изолированы друг от друга и от прорастания корней внутрь мезокосмов. Отбор проб производился через 3, 12 и 15 месяцев после закладки эксперимента.

Наши результаты показали, что внесение мертвых корней в почву, моделирующее поступление корневого опада, оказывает ограниченное и таксон-специфичное влияние на сообщества почвенных животных. Среди исследованных групп на добавление «корневого опада» отреагировали только нематоды, причем достоверные изменения выявлены исключительно в минеральном горизонте почвы. Отклик коллембол на внесение корней отсутствовал. Таким образом, корневой опад, по-видимому, не оказывает мощного воздействия на почвенную фауну. Тем не менее отдельные компоненты почвенной пищевой сети, в частности нематоды, в некоторых случаях могут быть зависимы от его поступления, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований для детального понимания значимости этих процессов.

## Проблема вида в почвенной зоологии

Кузнецова Н.А., Потапов М.Б.

[mpnk@yandex.ru](mailto:mpnk@yandex.ru)

Московский педагогический государственный университет, г. Москва

**Ключевые слова:** генотипирование, генетические линии, криптические виды, критерии вида, коллемболы

Практика генотипирования с некоторым опозданием добралась до почвенной зоологии. Как и в других областях, системы крупных групп подверглись ревизии и большей или меньшей перестройке. Основные трудности и нестыковки, однако, были обнаружены на видовом уровне.

На повестке дня стоит вопрос, как поступать с полиморфизмом высокого уровня (генетические р-дистанции 16–23%) у самых обычных видов, если они морфологически не отличаются? С точки

зрения молекулярно-биологического критерия – это обоснованные, хотя и криптические виды. Однако признание их таковыми создаст большие трудности фаунистам и экологам, поскольку видовое разнообразие нельзя будет описать традиционным способом с помощью определителя, потребуется генотипирование. При обнаружении внутривидовых генетических линий, отличающихся более чем на 10%, к названиям видов теперь добавляют уточнение 'sensu lato' так же, как это делают при дроблении прежних видов на основе морфологических признаков.

В теоретическом плане явление генетического полиморфизма высокого уровня нуждается в дальнейшем исследовании с применением дополнительных критериев к генетическим линиям – кандидатам для описания их в качестве видов: географического (симпатрия-парапатрия линий), экологического (предпочитаемые местообитания), физиологического (толерантность к различным факторам среды), биологического (параметры жизненного цикла).

Выяснение видовой принадлежности с помощью известных международных баз, накапливающих информацию о секвенограммах, имеет свои трудности. Во-первых, далеко не все виды генотипированы (около 10% от 9.5 тысяч известных). Более того, считается, что у коллембол описано менее 20% существующих видов (Orgiazzi et al., 2016), то есть группа, очевидно, находится на этапе альфа-систематики сразу по двум критериям: морфологическому и молекулярно-генетическому. Во-вторых, приходится сталкиваться с неверным соотношением секвенограмм с морфологическим определением видов, особенно в таксономически сложных группах, таких, как, например, *Protaphorura*.

Исследователи филогеографии почвенных животных относительно недавно обратили внимание на широко распространенные виды. Оказалось, что структура их ареалов с учетом генетических линий не менее сложна, чем, например, у наземных млекопитающих. Это было показано в серии работ С.В. Шеховцова по дождевым червям, О.Л. Макаровой – по гамазовым клещам и А.В. Стрюковой – по коллемболам. Работы были выполнены на немногих модельных объектах, и пока неясно, насколько характерны обнаруженные паттерны для других почвенных видов. Обращает внимание давнее время дивергенции линий (нередко более 10 и даже 20 млн лет) при использовании для молекулярных часов средней для членистоногих скорости мутаций гена CO1. Возможно, нужна более точная калибровка, но пока неясно, как ее получить.

В целом перед почвенными зоологами стоят вызовы как в теоретическом плане (насуточная необходимость исследования проблемы вида), так и в прикладном (приведение определителей в соответствие с данными генетики).

## **Экологическое состояние сапроблока в почвах лесной катены южной тайги**

Кузьмина А.А.<sup>1,2</sup>, Пятина Е.В.<sup>1</sup>

[28akuz@mail.ru](mailto:28akuz@mail.ru)

<sup>1</sup> Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева – филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург

**Ключевые слова:** bait-lamina test, лесная подстилка, макропедофауна

Элементарные почвенные процессы создают уникальную среду обитания для биоты, которая, в свою очередь, определяет интенсивность трансформации органических веществ и регулирует почвенные процессы превращения вещества и энергии (Мордкович, 2013). Оценка состояния сапроблока в лесных почвах позволяет определить актуальное состояние лесных экосистем и выявить изменение динамических свойств почв, способных оказывать влияние на их лесорастительный потенциал. В работе представлены результаты исследования структурного и функционального состояния педофауны на полигоне почвенно-экологического мониторинга «Гришкино» (Тосненский район, Ленинградская область), проведенного в 2023 и 2026 гг. Исследованные участки расположены в градиенте увлажнения почв элювиально-метаморфического типа. Дано морфологическое описание лесных подстилок по Европейской морфофункциональной классификации форм гумуса (Коркина, Воробейчик, 2016), описаны структурные особенности сообществ макропедобионтов, а также дана оценка трофической активности сапрофагов с применением bait-lamina test (Vorobeichik, Bergman, 2021).

Установлено, что при переходе от автоморфных почв к гидроморфным происходит закономерная смена форм гумуса от модер-форм к мор-формам. Наиболее оптимальные условия формируются при наименьшем увлажнении. На автоморфных позициях зафиксированы наибольшие значения плотности и видового разнообразия макропедобионтов с обилием сапрофагов и

присутствием дождевых червей (Lumbricidae), а также максимальная трофическая активность сапрофагов. Отмеченные особенности обуславливают формирование маломощных подстилок с зоогенной структурой (Humimor и Dysmoder). На транзитных позициях исследованные показатели имеют наименьшие значения, трансформация опада осуществляется преимущественно незоогенно, формируется Eumor форма гумуса. В гидроморфных условиях зафиксированы промежуточные значения видового разнообразия, численности сапрофагов и трофической активности. Морфологически влияние почвенных беспозвоночных на трансформацию опада не прослеживается, что в совокупности с развитием сплошного покрытия сфагновыми мхами в мохово-лишайниковом покрове приводит к формированию Bryo Eumor формы гумуса. Отмечено общее снижение численности макропедобионтов и трофической активности сапрофагов в 2026 г. по сравнению с 2023 г. Изменение в структуре сообществ макропедобионтов и динамика трофической активности указывает на усиление гидроморфных условий.

## **Разнообразие микробных сообществ почв Ямало-Ненецкого автономного округа: таксономический состав и пространственно-вертикальная дифференциация**

Кушнов И.Д.<sup>1</sup>, Низамутдинов Т.И.<sup>1</sup>, Гладков Г.В.<sup>2</sup>,  
Кимеклис А.К.<sup>1,2</sup>, Абакумов Е.В.<sup>1,2</sup>

[i.kushnov@spbu.ru](mailto:i.kushnov@spbu.ru)

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, г. Санкт-Петербург

**Ключевые слова:** почвенные микробные сообщества, Ямало-Ненецкий автономный округ, тундровые почвы, многолетнемерзлые породы

Почвенные микробные сообщества субарктических тундровых экосистем играют значимую роль в биогеохимических циклах углерода и азота полярных территорий. Ямало-Ненецкий автономный округ находится в зоне распространения многолетнемерзлых пород, является модельным объектом для изучения вертикальной и пространственной структуры микробиомов тундровых почв. Целью работы является

характеристика разнообразия микробных сообществ репрезентативных почв полуострова.

Пробы почв (петрозем, подзолы, серогумусовые, криоземы, торфяная) были отобраны вблизи г. Салехард, г. Лабытнанги и в горном массиве Рай-Из из различных горизонтов. Секвенирование гена 16S рРНК выполнялось на платформе Illumina. Биоинформатическая обработка проводилась в программной среде R, таксономическая классификация осуществлялась по базе данных SILVA 138.1. В результате были получены библиотеки гена 16S рРНК общим объёмом 589 953 нуклеотидов, выделено 4818 ампликонных вариантов последовательностей (ASV).

Анализ альфа-разнообразия выявил различия между горизонтами: видовое богатство несколько выше в нижних горизонтах ( $\approx 370$  ASV против  $\approx 265$  ASV в верхних), однако распределение неоднородно: максимальные значения ASV, индексов Шеннона и Симпсона характерны для подзола вблизи г. Салехард, а минимальные – для горных серогумусовых почв, где доминирует единственный таксон. NMDS-анализ (Брей-Кертис) подтвердил значимость глубины как структурирующего фактора: нижние горизонты криоземов массива Рай-Из и Приобья, несмотря на пространственную удалённость, близки по составу микробиома.

Доминирующими филами являлись Pseudomonadota (до 54 %), Actinobacteriota (до 50 %) и Chloroflexota (до 34 %). Отмечается также вертикальная дифференциация: Bacteroidota увеличивается от 2% в поверхностных горизонтах до 42.5 % в верхних, отражая адаптацию к анаэробным криогенным условиям, в то время как Actinobacteriota преобладают в поверхностных горизонтах (до 50 %), указывая на их экологическую приуроченность к аэробным условиям. На уровне родов зафиксирована локальная доминантность ряда таксонов. Наиболее показателен род *Helimonas* (Bacteroidota), доля которого в горных серогумусовых почвах достигает 36.3 % при полном отсутствии в прочих образцах, свидетельствуя о выраженной экологической избирательности. Во всех образцах высока доля «редких» микроорганизмов (3402 таксона): до 72 % от общего обилия.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 24-44-00006 «Сравнительное метагеномное исследование микробиома углеродного цикла в регионах вечной мерзлоты на полуострове Ямал и Цинхай-Тибетском нагорье».

## **Влияние длительного депонирования твердых коммунальных отходов на функциональный и таксономический состав почвенных микроартропод**

Лекарева А.А.<sup>1,2</sup>, Сайфутдинов Р.А.<sup>2</sup>

[alenaartemovnalekareva@gmail.com](mailto:alenaartemovnalekareva@gmail.com)

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

**Ключевые слова:** коллемболы, панцирные клещи, городская экология, ТКО, ТБО, почвенная фауна

Одной из экологических проблем современности является накопление бытового мусора: ежегодно в мире образуется более 2 млрд тонн твёрдых коммунальных отходов. Негативное воздействие отходов на наземные экосистемы обуславливает актуальность изучения этой проблемы в рамках почвенной экологии. Поскольку почвенная фауна является важным компонентом наземных экосистем, состояние её сообществ может служить индикатором антропогенной нагрузки.

Нами была проанализирована таксономическая и функциональная структура сообществ микроартропод на двух расположенных в Московской области полигонах твёрдых коммунальных отходов, закрытых в 2020 г. Сбор почвенных образцов проводили в 2022 году в градиенте удаления от полигонов: в импактной, буферной и фоновой зонах. В каждой зоне были заложены три микросайта на расстоянии не менее 70 м друг от друга. В пределах каждого микросайта было собрано 3 почвенных образца. Экстракцию микроартропод осуществляли с использованием воронок Тулльгрена; полученные данные усредняли на уровне микросайтов для статистического анализа.

Статистический анализ показал подщелачивание почв нарушенных участков: значения pH были выше по сравнению с фоновыми. При этом для большинства других химических показателей статистически значимых различий не выявлено. Реакция основных групп микроартропод на изменение условий среды различалась. Численность коллембол значимо не отличалась между исследованными зонами и в среднем составляла около 40 тыс. экз./м<sup>2</sup>. При этом орибатида демонстрировали выраженное снижение численности: с 100 тыс. экз./м<sup>2</sup> в фоновой зоне до примерно 13–20 тыс. экз./м<sup>2</sup> в нарушенной. Это указывает на большую экологическую пластичность коллембол и более высокую чувствительность орибатид к нарушению среды.

Среди функциональных групп коллембол наиболее чувствительными к воздействию полигонов оказались собственно почвенные формы, включая представителей Isotomidae, Symphyleona и Poduromorpha, численность которых в импактной зоне была минимальной или равной нулю. Согласно результатам PERMANOVA, различия в составе сообществ между фоновыми и нарушенными участками были статистически значимыми. Канонический анализ соответствий (ССА) показал, что выбранные факторы среды объясняли 75.4% дисперсии структуры сообществ, а наибольший вклад связан с pH и содержанием никеля (Ni), бария (Ba) и марганца (Mn).

Установлено, что длительное депонирование отходов связано с унификацией сообществ микроартропод за счёт сокращения численности или выпадения отдельных почвенных функциональных групп коллембол. Таким образом, чувствительность микроартропод к подщелачиванию почв и изменению содержания металлов позволяет рассматривать их функциональную структуру как перспективный диагностический признак деградации почв в зонах антропогенного воздействия.

Исследование поддержано грантом РФФИ 21-74-00126.

## **Обилие и трофическая структура почвенных нематод в разных субстратах при промышленном загрязнении**

Логинова А.Д., Орехов Т.Н.

[loginova\\_ad@mail.ru](mailto:loginova_ad@mail.ru)

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

**Ключевые слова:** промышленное загрязнение, трофические группы, почва, лесная подстилка, крупные древесные остатки

Почвенные нематоды – удобный объект для оценки здоровья почвы. Они участвуют в круговороте питательных элементов, формировании пищевых цепей, разложении органического вещества и образовании почвенного профиля. Обилие нематод может служить информативным показателем состояния экосистемы, находящейся под воздействием долговременного химического загрязнения. Однако нередко оно дает неоднозначные результаты и требует дополнения другими подходами, например, оценкой соотношения трофических групп. Цель работы – изучить воздействие загрязнения от выбросов

медеплавильного завода на обилие и трофическую структуру сообществ почвенных нематод лесных экосистем.

Образцы собраны с 6 пробных площадей (ПП) в окрестностях Среднеуральского медеплавильного завода (СУМЗ): 3 ПП расположены в импактной зоне (2 км от СУМЗа), 3 ПП – в фоновой зоне (30 км). На каждой ПП отобрано по 5 проб из каждого субстрата: лесной подстилки, верхнего слоя органоминерального горизонта почвы, фрагментов крупных древесных остатков (КДО), моховых подушек. Всего отобрано 270 образцов. Экстракцию нематод проводили модифицированным методом Бермана. В результате приготовлено 255 постоянных препаратов.

Всего было идентифицировано 53 таксона нематод. Эти значения соответствуют богатству на фоновой территории. На загрязненной территории число таксонов меньше – 36. Значимых различий в обилии нематод между зонами не выявлено ни в одном из субстратов. Однако соотношение трофических групп на всех участках различалось. В импактной зоне обилие бактериотрофов снижено по сравнению с фоновой зоной во всех субстратах за исключением минерального горизонта почвы, где оно несколько выше. Обилие микотрофов в импактной зоне увеличено до трех раз по сравнению с фоновой зоной во всех субстратах. Обилие фитотрофов незначительно снижено в подстилке, в почве и КДО оно уменьшено в 5–9 раз, а в моховых подушках – увеличено почти в 5 раз. Обилие всеядных нематод уменьшено во всех субстратах, вплоть до 77 раз в почве. Также снижено обилие хищников в почве и подстилке, а в моховых подушках эта группа исчезла. В КДО обилие хищников не меняется.

Таким образом, нематоды на загрязненных территориях сохраняют обилие на уровне фоновых значений, однако происходят глубокие структурные перестройки сообщества: снижение таксономического богатства, практически полное исчезновение всеядных и хищных нематод во всех субстратах, смена доминирующих таксонов с чувствительных форм (с-р 3) на устойчивые (с-р 2). Тем не менее крупные древесные остатки и слой свежего опада выполняют роль субстратов-рефугиумов, где снижено влияние тяжелых металлов, что позволяет чувствительным группам (хищники, всеядные) сохраняться в условиях загрязнения.

## Многолетняя динамика сообществ пауков (Aranei) на породных отвалах угольного разреза в лесостепной зоне Кузбасса

Лузянин С.Л.

[sl\\_luzyanin@mail.ru](mailto:sl_luzyanin@mail.ru)

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово

**Ключевые слова:** первичная сукцессия, техногенные ландшафты, угледобыча

Породные отвалы угольных разрезов – модельные полигоны для изучения первичных сукцессий. Пауки (Aranei), как облигатные хищники и высоковагильные организмы, быстро реагируют на изменение условий среды и могут служить индикаторами восстановления техногенных ландшафтов. Однако длительные (более 10 лет) ряды наблюдений за аранеокомплексами на постмайнинговых территориях единичны. Нами проведено исследование населения пауков на разновозрастных отвалах Краснобродского угольного разреза (Кузбасс, лесостепная зона) в 2013–2022 гг. Материал собран почвенными ловушками на пяти участках: 2-летний, 7-летний, 25-летний отвалы, подножие 25-летнего отвала и контроль (берёзовый колок). Всего отловлено более 12 тыс. экз. пауков, определено 83 вида из 15 семейств.

Установлено, что видовое богатство максимально на молодом 2-летнем отвале (43 вида), затем снижается до 37–38 видов на 7-летних и 25-летних отвалах и вновь возрастает в контроле (51 вид). Динамическая плотность, напротив, минимальна на начальных этапах (5.07 экз./10 лов.-сут.) и возрастает к 25-летнему отвалу (11.97 экз./10 лов.-сут.), что отражает постепенное улучшение кормовых и микроклиматических условий. Доминантная структура закономерно меняется: на свежих отвалах преобладают ксерофильные виды *Pardosa agrestis* (Westring, 1861) (до 54% численности) и *Xerolycosa miniata* (C. L. Koch, 1834), тогда как на старых отвалах и в контроле доминируют *Pardosa lugubris* (Walckenaer, 1802), *Xerolycosa nemoralis* (Westring, 1861) и *Zelotes azshaganovae* Esyunin & Efimik, 1992. Семейства Lycosidae и Gnaphosidae на всех участках составляют основу населения (60–90% обилия).

С помощью обобщённых аддитивных моделей (GAM) оценен вклад абиотических и биотических факторов. Наиболее значимыми для численности пауков оказались температура поверхности грунта ( $p < 0.001$ ) и гидротермический коэффициент ( $p < 0.001$ ), причём влияние температуры положительно на молодых отвалах и нивелируется на

старых из-за развития растительного покрова. Проективное покрытие трав и задернованность вносят дополнительный вклад, объясняя до 20% дисперсии. Важно, что «год сукцессии» как фактор в модели был значим для всех отвалов, но характер его влияния различался: на 2- и 7-летних отвалах эффект достигал максимума в середине наблюдений, а на 25-летнем отвале постепенно затухал, приближаясь к контрольным значениям.

Полученные результаты показывают, что формирование сообществ пауков на техногенных ландшафтах протекает гетерохронно: видовое богатство быстро нарастает на ранних стадиях, а стабилизация численности и смена доминантов занимает не менее 25–30 лет. Даже спустя 35 лет после отсыпки отвала аранеокомплексы сохраняют отличия от нативных экосистем, что указывает на длительность восстановительных сукцессий. Пауки, особенно семейства Lycosidae, могут служить удобными индикаторами успешности рекультивации, а предложенные статистические модели позволяют прогнозировать динамику сообществ при изменении климатических параметров.

## **Население хищных герпетобионтов (жуков-жужелиц (Coleoptera: Carabidae) и пауков (Arachnida: Aranei)) Юго-Западного Таймыра и его биоиндикационное значение**

Любечанский И.И.

[lubech@rambler.ru](mailto:lubech@rambler.ru)

Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск

**Ключевые слова:** промышленное загрязнение, Норильский промышленный район, тундры, антропогенное воздействие, биоиндикация

Цель настоящего исследования – оценка индикационной способности хищных герпетобионтов и выявление наиболее чувствительных параметров структуры их сообществ для субарктических районов Западной и Средней Сибири.

В окрестностях Норильска в 2022–2023 гг. на разном удалении от крупных промышленных объектов проведены учеты жуков-жужелиц (Coleoptera, Carabidae) и пауков (Arachnida: Aranei) с помощью почвенных ловушек. Всего обнаружено 75 видов жужелиц и 119 видов пауков.

Ординация исследованных полигонов методом неметрического многомерного шкалирования показала, что дифференциация полигонов хорошо соответствовала их биотопическим различиям. Сравнение общих параметров сообществ и численности отдельных видов пауков и жуужелиц со значениями концентрации различных загрязнителей (тяжелых металлов, рН, нефтепродуктов и др.) показало в целом слабое влияние этих параметров на биоту. Однако кумулятивное воздействие объектов Норильска (промышленных предприятий, городской инфраструктуры и др.) на сообщества прослеживалось на расстоянии до 10–15 км, в целом соответствуя преобладающему направлению ветров. Вблизи от источников антропогенного воздействия снижались: индексы разнообразия, число видов жуужелиц и пауков в сообществах, их общая динамическая плотность, а также плотность отдельных родов и видов жуужелиц, в особенности крупных представителей (род *Carabus*) и специализированных арктических видов подрода *Cryobius* из рода *Pterostichus*, связанных с мохово-лишайниковым покровом. С расстоянием от завода положительно коррелировали число видов и особей подстилочных пауков-линифиид и соотношение между числом особей линифиид и поверхностно обитающих пауков-волков. Эти параметры могут служить индикаторами нарушенности среды.

Таким образом, разные типы промышленного воздействия модифицируют сообщества жуужелиц и пауков сходным образом: в основном в направлении его упрощения – уменьшения числа видов, снижения динамической плотности (общей и отдельных видов), увеличения диспропорций численности видов-доминантов по сравнению с прочими видами.

Использование хищных беспозвоночных герпетобионтов в качестве индикаторной группы является полезным при оценке воздействия промышленных объектов на природу Арктики и Субарктики. Следует обращать внимание как на общие параметры биологического разнообразия их сообществ (видовое богатство и разнообразие), так и на присутствие редких, крупноразмерных и специализированных видов, на которых антропогенное воздействие действует особенно сильно. Важно проводить исследования в сходных биотопических условиях, минимизировав их различия, а при анализе обязательно учитывать особенности сезонной динамики и влияния межгодовых флуктуаций климатических факторов.

## Биовыщелачивание сподумена солюбилизаторами фосфатов

Малахов Д.П.<sup>1,2</sup>, Миндубаев А.З.<sup>2</sup>

[mindubaev-az@yandex.ru](mailto:mindubaev-az@yandex.ru)

<sup>1</sup> Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, г. Казань

<sup>2</sup> ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань

**Ключевые слова:** биовыщелачивание лития, сподумен, *Aspergillus niger*, дефицит фосфата

Биовыщелачивание – извлечение элементов из руд при помощи микроорганизмов. Исследовались близкородственные экстремотолерантные культуры гриба *Aspergillus niger* F-4815D и F-4816D. Эти штаммы способны к солюбилизации фосфатных минералов. Поэтому возникла идея, что в условиях нехватки биогенного элемента грибы начнут более интенсивно растворять минерал сподумен Колмозёрского месторождения (Мурманская область) для извлечения микропримесей фосфатов и заодно переводить в водорастворимую форму содержащийся в нем литий.

Минерал служил основным источником фосфата для роста. Рентгенофлуоресцентный анализ показал 0.01%  $P_2O_5$  в составе исследуемого минерала. Через 14 суток культивирования грибы уже сформировали споры. Определение лития в пробах проводили пламенно-эмиссионной спектрометрией.

Аспергиллы извлекали литий в виде ионов  $Li^+$ . Рост в среде без фосфатной подкормки положительно сказался на экстракции лития в случае *A. niger* F-4816D, однако в случае с *A. niger* F-4815D зависимость приобретает обратный характер (Миндубаев и др., 2024). Возможно, это связано с тем, что дочерний штамм F-4816D имеет более выраженные адаптации к дефициту фосфора и более эффективно извлекает его из минералов по сравнению с родительским штаммом F-4815D. Согласно результатам, исследуемые штаммы могут применяться для биовыщелачивания.

### Литература

Миндубаев А.З., Клементьев С.В., Сидоров М.Ю., Байдуллаев З.Т., Гостева А.Н. Извлечение лития из сподумена двумя штаммами чёрного аспергилла // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. 2024. Т. 1. № 15. С. 294–296.

## К изучению биологии *Chionea lutescens* Lundström, 1907 (Diptera, Limoniidae) в Московской области

Матюхин А.В.<sup>1</sup>, Павлов А.В.<sup>2</sup>, Яцук А.А.<sup>1</sup>

[muha2\\_1977@mail.ru](mailto:muha2_1977@mail.ru)

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, г. Москва

<sup>2</sup> Муромцевская средняя общеобразовательная школа, п. Муромцево

**Ключевые слова:** *Chionea lutescens*, Московская область

Представители рода *Chionea* Dalman, 1816 (Diptera, Limoniidae) – типичный пример зимних насекомых, имаго которых можно наблюдать на поверхности снега с октября по март. Считается, что в процессе перемещения по снежной целине комарики находят себе пару, откладывают яйца и расселяются по территории. Личинки хионей сапрофаги. Они обитают в рыхлом поверхностном детрите почвы, в органическом детрите мышиных нор, а также ходов дождевых червей. Использование личинками в качестве пищи помёта мелких млекопитающих подтверждается находкой в одной из них цистицеркоидов крысиного цепня (*Hymenolepis diminuta*). Основными хозяевами последнего, являются мыши и крысы, а промежуточными – насекомые.

Для отлова насекомых использовали ловушки Барбера, заполненные 95% раствором этилового спирта. Всего было установлено 13 ловушек (Мещёрский лес, станция «Солнечная», Одинцовский район). В результате отловов сезона 2019–2020 гг. обнаружено 88 самцов и 124 самки, относящихся к виду *Chionea lutescens*. Первые хионей появляются в ноябре (индекс встречаемости – ИВ, 20.8%). Максимальной численности комары достигают в декабре – январе (ИВ 67.5%). В феврале количество насекомых резко снижается (ИВ 11.7%). Наблюдая за внешним видом и проводя вскрытия комаров, мы отметили возрастные изменения внешнего вида брюшка у насекомых. Молодые особи, имеющие раздутое брюшко без складок (заполнено половыми продуктами и жировым телом), хорошо отличаются от старых, брюшко которых сжато, с крупными складками. С ноября по февраль уменьшается доля молодых, вышедших из куколок насекомых (с 55% до 12%) и увеличивается количество старых особей (с 3.5% до 32.5%). В течение зимних месяцев в сборах постоянно присутствуют молодые комары с раздутым брюшком, что свидетельствует о развитии личинок и куколок *Chionea lutescens* на протяжении всего холодного сезона.

## Микроартроподы почв Больших лизиметров МГУ

Мельцаева А.М., Рахлеева А.А., Умарова А.Б.

[meltsaeva\\_am@rambler.ru](mailto:meltsaeva_am@rambler.ru)

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

**Ключевые слова:** городские почвы, плотность, пористость, агрегатный состав, клещи, коллемболы

Большие лизиметры, заложенные более 60 лет назад на территории почвенного стационара МГУ в Москве, представляют собой ёмкости с почвой площадью 8 м<sup>2</sup> и глубиной 1.75 м, уровень поверхности которых совпадает с уровнем окружающих почв и асфальта. Лизиметрические почвы являются физической моделью городских почв, так как они расположены в черте города, имеют слоистое строение профиля, изолированы запечатанными участками от окружающей озелененной территории кампуса.

Часть лизиметров была послойно заполнена дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой в соответствии с шестью вариантами мелиоративной обработки. Остальные были заполнены покровным суглинком для исследования первичного почвообразования под различным растительным покровом. В настоящем исследовании были изучены основные физические свойства и сообщества микроартропод (численность и состав) верхних горизонтов почв следующих лизиметров: 1) горизонт Апах дерново-подзолистой почвы, 2) горизонт В2 дерново-подзолистой почвы, 3) покровный суглинок под широколиственным лесом, 4) покровный суглинок под травяной залежью. Выбор лизиметров, отличающихся по строению профиля и типу растительности, позволяет изучить изолированные экосистемы с разными поверхностными слоями почвы, функционирующие в одинаковых погодных-климатических условиях и при одинаковой антропогенной нагрузке.

Установлено, что горизонты Апах и В2, различающиеся по исходным свойствам, в настоящее время имеют близкие значения плотности, пористости, содержания углерода, но сохраняют различия по содержанию фракции пыли (0.002–0.05мм), агрегатному составу, водопрочности агрегатов (Апах – удовлетворительная, В2 – избыточно высокая), доле межагрегатной пористости (Апах – 27%, В2 – 43%). При этом сообщества почвенных микроартропод в этих почвах статистически не различаются по численности и схожи по структуре. Несмотря на низкое содержание общего углерода (Апах – 2.6%, В2 – 2.4%), средняя численность комплекса микроартропод в целом и

орибитид (Апах – 59, 28; В2 – 51, 26 тыс. экз./м<sup>2</sup> соответственно) в этих почвах превышает таковую в зональных фоновых почвах Московской области под многолетними травами и лиственными лесами. Вероятно, лизиметрические почвы стали для микроартропод комфортной для проживания заповедной зоной благодаря многолетнему отсутствию механического воздействия, изолированности участков от окружающего паркового ландшафта и различающимся, но, в целом, оптимальным основным физическим свойствам почв. В лизиметрах, заполненных покровным суглинком, как и 40 лет назад, численность почвенных микроартропод под лесом в 2.3 раза выше, чем под залежью. Однако доля клещей в почве под лесом сократилась с 89% до 52%, а в почве под залежью выросла с 50% до 60%.

## **Предварительные сведения по видовому разнообразию наземных моллюсков (Mollusca, Gastropoda: Stylommatophora) в урбанизированных ландшафтах Курганской области**

Меньщикова А.М.<sup>1</sup>, Меньщиков Д.А.<sup>1,2</sup>

[anastasiia\\_menshchikova@internet.ru](mailto:anastasiia_menshchikova@internet.ru)

<sup>1</sup> Курганский государственный университет, г. Курган

<sup>2</sup> Департамент гражданской защиты, охраны окружающей среды и природных ресурсов Курганской области, г. Курган

**Ключевые слова:** наземные моллюски, Stylommatophora, видовое разнообразие, урбанизированные ландшафты, фаунистический анализ, Курганская область, Зауралье

Несмотря на высокую экологическую значимость наземных моллюсков, сведения об их разнообразии на территории Курганской области крайне скудны. Цель настоящей работы – восполнить этот пробел и представить предварительные данные о видовом составе Stylommatophora в регионе.

Материал для исследования был отобран в течение полевого сезона 2025 года на участках с различной степенью антропогенной нагрузки. Сбор и фиксацию материала проводили по стандартным методикам. Для расправления тела моллюсков предварительно умерщвляли в воде без доступа воздуха (до полного выдвижения ноги из раковины в случае улиток), после чего фиксировали в 30%-м растворе этилового спирта с последующим переносом на постоянное

хранение уже в 75%-й спирт. В результате обработки собранных проб был сформирован следующий список.

Семейство Camaenidae: *Fruticicola fruticum* (O. F. Müller, 1774);

Семейство Succineidae: *Succinea putris* (Linnaeus, 1758), *Oxyloma elegans* (Risso, 1826);

Семейство Vitrinidae: *Vitрина pellucida* (O. F. Müller, 1774);

Семейство Hygromiidae: *Trochulus hispidus* (Linnaeus, 1758);

Семейство Discidae: *Discus ruders* (Hartmann, 1821);

Семейство Gastrodontidae: *Zonitoides nitidus* (O. F. Müller, 1774);

Семейство Cochlicopidae: *Cochlicopa lubrica* (O. F. Müller, 1774);

Семейство Pupillidae: *Pupilla muscorum* (Linnaeus, 1758);

Семейство Valloniidae: *Vallonia pulchella* (O. F. Müller, 1774), *Vallonia costata* (O. F. Müller, 1774);

Семейство Arionidae: *Arion fuscus* (O. F. Müller, 1774), *Arion fasciatus* (Nilsson, 1823);

Семейство Agriolimacidae: *Deroceras reticulatum* (O. F. Müller, 1774), *Deroceras agreste* (Linnaeus, 1758), *Deroceras invadens* (Reise, Hutchinson, Schunack et Schlitt, 2011), *Deroceras laeve* (O. F. Müller, 1774).

Представленный перечень включает 17 видов, относящихся к 11 семействам, что значительно расширяет имеющиеся данные о малакофауне исследуемой территории. В качественном отношении собранный материал характеризуется преобладанием широко распространенных эвритопных видов. Данные сведения не являются исчерпывающими и требуют дальнейшей работы, направленной как на изучение нарушенных биотопов, так и на сравнение их фаунистического состава с наименее затронутыми природными ландшафтами.

## **Биоуголь для здоровых почв и растений – меньше био- и органических отходов на ферме**

Надирадзе К.

[nadiradzekakha@gmail.com](mailto:nadiradzekakha@gmail.com)

Ассоциация по защите прав фермеров (AFRD), Тбилиси, Грузия

**Ключевые слова:** деградация почв, изменение климата, гумус, плодородие, эрозия

Разнообразие типов почв в Грузии и наличие практически всех распространенных в мире почв являются одним из важных факторов разнообразия экосистем и агросистем. Также разнообразие

микроклиматических зон и климатических поясов существенно определяет сельскохозяйственное производство страны, агробиоразнообразие, и, соответственно, все это обусловлено топонимией Грузии (Georgia), основанной на греческом языке как «земля земледелия», где «Geo» означает земля, а «ergos» – работа на земле. По статистическим данным Всемирного банка, ККО ООН, ФАО, МГЭИК, ЮНЕП, примерно 40% земной поверхности уже полностью деградировано, что напрямую затрагивает более 3.2 миллиарда человек и их социально-экономическое благополучие, количество и качество продовольствия. Стоит отметить, что ежегодная потеря плодородных почв составляет около 100 миллионов гектаров, а экономические потери экосистемных услуг в цифрах достигают 6–10 триллионов долларов США.

Наиболее распространенными формами деградации почв являются ветровая и водная эрозия, и, по данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), ежегодно из-за этих процессов теряется 24–36 миллиардов тонн плодородных почв. Примерно 33% мировых сельскохозяйственных земель уже умеренно или сильно повреждены эрозионными процессами, и если нынешняя тенденция сохранится, к 2050 году урожайность во многих регионах значительно снизится, что напрямую связано с продовольственной безопасностью и кризисом питания. Опустынивание в результате этих процессов является особенно острой проблемой для засушливых, полувзасушливых и сухо-полузасушливых регионов. Проблема опустынивания в различной степени затрагивает более 100 стран, и ежегодно в результате опустынивания теряется около 12 миллионов гектаров земли, чего хватило бы для производства примерно 20 миллионов тонн зерна. Риск засух также значительно возрастает с изменением климата.

С 2000 года частота засух увеличилась примерно на 29%, а их продолжительность и интенсивность значительно возрастают, о чем свидетельствуют различные волны жары, наводнения, таяние ледников, тайфуны, ураганы и другие стихийные бедствия. Согласно текущим прогнозам, к 2050 году около трех четвертей населения мира может в какой-то момент столкнуться с засухой, поскольку засухи приводят к нехватке питьевой воды, снижению сельскохозяйственного производства, увеличению числа лесных пожаров, потере биоразнообразия и усилению миграционных процессов. Согласно международным оценкам, примерно треть мировых сельскохозяйственных земель уже деградирована, а деградация почв ежегодно приводит к снижению урожайности в этих регионах, что, в

свою очередь, ведет к активной и неконтролируемой миграции и политической нестабильности, ухудшает продовольственную безопасность и усиливает еще более серьезные последствия изменения климата, поскольку деградированные почвы удерживают значительно меньше углерода.

Это удваивает объем углерода в атмосфере. Особое внимание следует уделять биоте и микробиоте почв и в целом сохранению биоразнообразия в почве, которое является одной из важнейших основ плодородия и здоровья почвы. В ней живет множество организмов: микрофлора и микрофауна, миллиарды бактерий, грибов, нематод, червей, улиток и других почвенных организмов, в процессе метаболизма которых образуется гумус, являющийся одной из наиболее ценных частей почв. Результаты, полученные при использовании биоугля, доказали свою высокую эффективность в различных климатических зонах и типах почв Грузии.

### **Влияние почвенной фауны на минерализацию лиственного опада и его включение в разные фракции почвенного органического вещества**

Оби Э.<sup>1,2</sup>, Потапов А.М.<sup>2</sup>, Воробейчик Е.Л.<sup>3</sup>, Бергман И.Е.<sup>3</sup>,  
Зуев А.Г.<sup>2</sup>

[agzuev.sevin@gmail.com](mailto:agzuev.sevin@gmail.com)

<sup>1</sup> School of science, Dresden University of Technology, г. Дрезден, Германия

<sup>2</sup> Senckenberg Museum for Natural History Görlitz, г. Гёрлиц, Германия

<sup>3</sup> Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

**Ключевые слова:** почвенное органическое вещество, углерод, азот, изотопный анализ, почвенные беспозвоночные, изотопная метка

Почвенные беспозвоночные, в первую очередь сапрофаги, активно участвуют в трансформации и транслокации почвенного органического вещества (ПОВ). Нерастворенное ПОВ часто разделяют на две фракции – дисперсное ПОВ (particulate organic matter, POM) и минерально-ассоциированное ПОВ (mineral-associated organic matter, MaOM). Функционально POM рассматривают как более доступный и лабильный пул, а MaOM – как более стабильный (Angst et al., 2018). Почвенная фауна, питаясь листовым и корневым опадом, а также регулируя микробную активность почвы, вносит вклад в формирование обоих пулов; в то же время эти эффекты сильно зависят

от качества опада (в первую очередь от отношения C/N и содержания танинов) (Zhng et al., 2025; Angst et al., 2024). Несмотря на обширную информацию о предпочтении почвенными беспозвоночными опада высокого качества, роль взаимодействия этого фактора и регулирующей активности беспозвоночных при формировании РОМ и МаОМ остается неизвестной. Для решения этого вопроса нами был заложен среднесрочный (10 месяцев) полевой эксперимент в молодом кленовом лесу близ Гёрлица, Германия. Подстилочные пакеты, изготовленные из нейлоновой сетки с ячейей размером 100 мкм, с изотопно меченым (обогащенным  $^{13}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}$ ) листовным опадом «хорошего» (липа) и «плохого» (бук) качества, были заложены на поверхности почвы в полевых мезокосмах (стальные кольца диаметром 30 см). В половине пакетов были сделаны отверстия диаметром 6 мм для свободного доступа мезо- и макрофауны. Измеряемые параметры включали: обилие, таксономический и изотопный состав нематод (оценка в 1, 3, 7, 14 и 30 день, далее – ежемесячно), мезофауны и фракций ПОВ (каждые 3 месяца), а также потоки и изотопный состав  $\text{CO}_2$  (с той же частотой, что и для нематод). Дополнительно ежемесячно оценивали трофическую активность почвенных беспозвоночных с помощью дифференциального bait-lamina test (10-суточная экспозиция), позволяющего разделить вклад мезо- и макрофауны в потребление субстрата (Vorobeichik et al., 2026). В докладе представлены первичные данные по результатам первых месяцев эксперимента.

### Литература

- Angst G., Messinger J., Greiner M., et al. Soil organic carbon stocks in topsoil and subsoil controlled by parent material, carbon input in the rhizosphere, and microbial-derived compounds // *Soil Biology and Biochemistry*. 2018. Vol. 122. P. 19–30.
- Zhong L., Larsen T., Lu J.-Z., et al. High litter quality enhances plant energy channeling by soil macro-detritivores and lowers their trophic position // *Ecology*. 2025. Vol. 106(2). № e70004. P. 1–15.
- Angst G., Potapov A., Joly F.-X., et al. Conceptualizing soil fauna effects on labile and stabilized soil organic matter // *Nature Communications*. 2024. Vol. 15. № 5005. P. 1–16.
- Vorobeichik E.L., Bergman I.E. Confounding effects of bioturbation on the bait-lamina test: Mitigating the “terrible table manners” of earthworms // *Applied Soil Ecology*. 2026. Vol. 222. № 106987. P. 1–18.

## Химические основы межвидовых взаимоотношений у *Folsomia candida* (Collembola: Isotomidae)

Панин А.В., Давыдова Ю.Ю.

[paninav@std.mininuniver.ru](mailto:paninav@std.mininuniver.ru)

Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина,  
г. Нижний Новгород

**Ключевые слова:** коллемболы, поведение, феромоны агрегации,  
ольфакторные сигналы, межвидовая коммуникация

Поведение коллембол – одной из ключевых групп педобионтов – непосредственно связано с восприятием информации, поступающей из окружающей среды, и находится под контролем сенсорных систем. Среди прочих, обонятельные сигналы играют ключевую роль в стимулировании многих поведенческих реакций и выполняют самые разные биологические функции. При этом поведенческие механизмы внутри- и межвидового взаимодействия у коллембол, основанные на ольфакторной коммуникации, исследованы крайне неравномерно. Особенного внимания заслуживает практически не изученный вопрос о роли химической сигнализации в межвидовых контактах у этой группы беспозвоночных.

Для выявления химических основ внутри- и межвидовой коммуникации у коллембол разработали методику на основе поведенческих биотестов в условиях лабораторного эксперимента. Объект исследования – культура раздельнополой *Folsomia candida*, Willem 1902 (семейство Isotomidae) из коллекции кафедры зоологии и общей экологии Московского педагогического государственного университета. Источником химического сигнала служили феромонные поля – фрагменты фильтровальной бумаги, насиженные в течение 3–4 дней коллемболами разных видов. Феромонные поля площадью в 100 мм<sup>2</sup> размещали в чашке Петри диаметром 60 мм на чистой влажной фильтровальной бумаге в комбинациях: «контроль-контроль», «свой-контроль», «чужой-контроль», «свой-свой», «чужой-чужой». В качестве доноров гетероспецифичных химических сигналов использовали коллембол: *Sinella coeca*, Schött, 1902 – семейство Entomobriidae, *Protaphorura cancellata*, Gisin, 1956 – семейство Onychiuridae. Наблюдения вели во всех сериях и повторностях в контролируемых условиях. Всего произвели по три серии опытов для каждой комбинации феромонных и контрольных полей.

В биотесте использовали единичных, изолированных из экспериментальной культуры, особей *F. candida* (без учета пола коллемболы). Особь помещали в чашку Петри, затем фиксировали все

её передвижения в течение 15 минут. Фиксацию особенностей локомоторного поведения производили с помощью цифрового микроскопа при увеличении в 40 раз. На основе полученных видеозаписей сформировали подборку первичных данных в виде треков, иллюстрирующих характер передвижения особей в пределах феромонных и контрольных полей в чашке Петри. Отметили различные положительные поведенческие реакции на свои и чужие феромоны *S. coeca*. Реакции выражались в изменении характера передвижения: длительной остановке коллембол на феромонном поле, переходе от линейного направленного передвижения к стохастическому в пределах действия феромонного поля. Избегание феромонного поля отметили для *F. candida* по отношению к *P. cancellata*.

## Сравнительная ультраморфология кутикулы родов *Megalothorax* и *Neelides* (Collembola: Neelidae)

Панина К.С., Румак Д.А

[paninaxeniya@yandex.ru](mailto:paninaxeniya@yandex.ru)

Панина К.С.<sup>1</sup>, Румак Д.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Московский педагогический государственный университет, г. Москва

<sup>2</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

**Ключевые слова:** грануляция, звездчатая микроскульптура, межродовые различия, сканирующая электронная микроскопия

На сегодняшний день ультраморфология кутикулы семейства Neelidae остается почти неизученной. В настоящей работе выполнен сравнительный анализ ультраструктуры кутикулы родов *Megalothorax* и *Neelides* с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Выявлены стабильные межродовые различия, не описанные ранее детально. Особенности ультраморфологии кутикулы могут иметь важное диагностическое значение.

Кутикула у *Megalothorax* имеет первичную и вторичную структуру. Первичная структура представлена не очень крупными, неправильными, часто сливающимися гранулами на голове, груди и брюшке. Вторичная структура представляет из себя крупные гранулы неправильной формы, располагающиеся на первичной грануляции. Такая грануляция представлена фрагментарно.

Кутикула *Neelides* имеет первичную, вторичную и третичную грануляцию: на крупных первичных гранулах располагаются

вторичные гранулы, как и у *Megalothorax*. На некоторых участках головы, антенн, груди и брюшка были обнаружены гранулы, которые имеют неправильную лопастную или радиально-лучистую («звездчатую», «коралловидную») форму, часто сливаются друг с другом, формируя извилистый рельеф. По иерархическому принципу они могут быть квалифицированы как третичная грануляция, поскольку располагаются поверх первичной и вторичной грануляции и морфологически отличны от классической округлой вторичной зернистости, характерной для некоторых других семейств Collembola.

У *Neelides* дополнительно отмечены: очень длинные нитевидные трихоботрии с воронковидным основанием, а также округлые поры на брюшных тергитах, располагающиеся рядом с wtc-хетами. У *Megalothorax* трихоботрии короче и толще, а выраженные поры на кутикуле не обнаружены.

На основе полученных данных мы можем предложить следующие ультраструктурные диагностические признаки:

- Развитая первичная и вторичная грануляция кутикулы без звездчатой микроскульптуры – *Megalothorax*;
- Развитая первичная, вторичная и третичная грануляция кутикулы с наличием звездчатых (коралловидных) структур на первичных и вторичных гранулах – *Neelides*.

Выявленные признаки стабильны в пределах изученных материалов и могут использоваться для видовой идентификации даже при использовании световой микроскопии. Введение термина «третичная грануляция» для описания звездчатой микроскульптуры *Neelides* обосновано иерархическим положением данных структур и отсутствием их аналогов у *Megalothorax*. Для окончательной верификации функциональной природы этих образований требуются дополнительные ультрамикроскопические исследования.

## Сообщества коллембол (Hexapoda: Collembola) лиственничных лесов Лено-Вилуйского междуречья

Пестрякова С.М., Бурнашева А.П.

[svetlanaavks@mail.ru](mailto:svetlanaavks@mail.ru)

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

**Ключевые слова:** ногохвостки, лесные пожары, лиственничники, Якутия

Целью нашей работы является характеристика сообществ коллембол лиственничных лесов Лено-Вилуйского междуречья в первые годы восстановления после крупнейших в XXI в. лесных пожаров на территории Якутии. Мониторинговые участки заложены: 1 – на гари, пройденной низовым пожаром лиственничной тайги (ЛГ); 2 – в багульниково-брусничном лиственничнике с участием березы, не тронутым пожаром (ЛК). С помощью общепринятых методик в период с 2022 по 2025 гг. было отобрано 144 пробы, собрано более 5.1 тыс. экз. ногохвосток, относящихся к 67 видам, 37 родам и 12 семействам. И на гари, и на контроле преобладали представители семейства Isotomidae (39.3 и 42.2 % соответственно), затем Entomobryidae (18.1 и 13.6) и Hypogastruridae (по 9.1). Вариабельность видового разнообразия по годам составила для ЛГ: 19-26-27-29, для ЛК: 19-29-23-31 вид; численности ЛГ: 6.8-5.5-8.5-11.6, ЛК: 6.6-12.0-7.9-18.4 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Общая численность коллембол на контроле в среднем выше (12.8 тыс. экз./м<sup>2</sup>), чем на гари (8.5 тыс. экз./м<sup>2</sup>), но имеет чуть более выраженные колебания по годам (коэффициент вариации VЛГ = 41, VЛК = 36). В первый послепожарный год на гари доминировали *Folsomia palaeartica* (1.7 тыс. экз./м<sup>2</sup>), *Desoria tshernovi* (1), *Protaphorura subarctica* (1), *Appendisotoma stebayevae* (0.9), на контроле – *Multivesicula dolomitica* (3.0), *F. palaeartica* (1) и *A. stebayevae* (0.6). В последующие годы отмечалось относительное постоянство набора массовых видов, на гари преобладали *A. stebayevae* (средняя плотность 8.5 тыс. экз./м<sup>2</sup>), *F. manolachei* (2.3), *Parisotoma notabilis* (1.3), *P. subarctica* (0.8), на контроле – *A. stebayevae* (2.1), *F. palaeartica* (3.8), *P. notabilis* (1.2). Доминанты на гари также демонстрировали более низкие флуктуации, чем на контроле, что подтверждается значениями коэффициента вариации и индекса стабильности. На протяжении всего периода исследований в обоих участках наиболее постоянными были геми- (ЛГ 59.9, ЛК 47) и эпиздафические виды (ЛГ 26.7, ЛК 47.6 %). Видовое разнообразие и численность поверхностно обитающих видов за годы исследований на гари уступали таковым в контрольном лиственничнике, что связано с выгоранием подстилки при низовом

пожаре и изменением физических условий на постпирогенном участке. Наибольшее значение индекса Шеннона зарегистрировано на ЛГ в 2023 г., что можно объяснить интенсивными иммиграционными процессами вследствие некоторого упрощения структуры биогеоценоза. В энтомологических исследованиях по Якутии вторичное таксономическое богатство нарушенных ландшафтов по сравнению с природными имеет место быть и ранее изучено в посттехногенных экосистемах Северо-Востока Якутии. Работа проводилась в рамках госзадания Минобрнауки РФ по проекту рег. № 126021217285-9.

### **Генетическая неоднородность *Aporrectodea caliginosa* и *A. trapezoides* Центрального Казахстана по данным митохондриального гена COI**

Петрунин-Сухарев А.А.<sup>1</sup>, Шашков М.П.<sup>1</sup>, Иванова Н.В.<sup>2</sup>,  
Шеховцов С.В.<sup>3</sup>, Полубоярова Т.В.<sup>3</sup>

[petruninsuharevaleksandr@gmail.com](mailto:petruninsuharevaleksandr@gmail.com)

<sup>1</sup> КарНИУ имени академика Е.А. Букетова, г. Караганда, Казахстан

<sup>2</sup> ИМПБ РАН – филиал ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Пушино

<sup>3</sup> ФИЦ ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск

**Ключевые слова:** Lumbricidae, BOLD, GenBank

Многие широко распространённые виды семейства Lumbricidae обладают значительным скрытым генетическим разнообразием, проявляющимся в наличии филогенетических линий внутри морфологически сходных таксонов. Особенно это характерно для комплекса видов *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826) и *A. trapezoides* (Dugès, 1828), широко распространённых в Евразии. Цель работы: выявление генетических линий дождевых червей Центрального Казахстана на основе анализа митохондриального маркерного гена COI и сопоставление полученных данных с международными репозиториями нуклеотидных последовательностей. Для оценки представленности данных по дождевым червям Казахстана использованы материалы репозитория BOLD Systems и GenBank. Анализ показал, что в BOLD для территории Казахстана зарегистрировано 23 образца дождевых червей, большинство из которых относится к комплексу *Eisenia nordenskioldi* (Eisen, 1878) и *E. n. pallida* Malevic, 1956. Доступные данные представлены

преимущественно последовательностями митохондриального гена COI.

Для генетического анализа отобрано 30 экземпляров видов *A. caliginosa*, *A. trapezoides* и *A. rosea* (Savigny, 1826). Виды предварительно определены по морфологическим признакам. Последовательности очищали от низкокачественных участков и выравнивали методом ClustalW. Филогенетический анализ выполнен в среде R. Филогенетическое дерево построено методом максимального правдоподобия с bootstrap-поддержкой узлов; в анализ включены референсные последовательности из репозитория BOLD. Дополнительно проведены анализ генетических дистанций и исследование гаплотипической структуры выборки.

Результаты показали, что исследованные образцы из Центрального Казахстана принадлежат нескольким филогенетическим линиям. Образцы *A. caliginosa* относятся преимущественно к линии L2, один – к линии L3. Образец *A. trapezoides* отнесён к линии L1. Полученные данные свидетельствуют о генетической неоднородности дождевых червей Центрального Казахстана и указывают на вероятный неоднократный занос представителей различных филогенетических линий из разных частей нативного ареала. Изолированных эндемичных линий выявлено не было, что позволяет рассматривать исследованные популяции как часть более широкого евразийского генетического пула. В дальнейшем планируется пополнение репозитория GenBank полученными последовательностями дождевых червей из Центрального Казахстана.

Финансирование: Грантовый проект AP26199585 Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, № FFMN-2026-0031.

## **Изменение биологической активности черноземовидной почвы при технологии No-Till**

Пилецкая О.А., Кондратова А.В., Иванов А.В., Галышев А.Н.

[olgapiletskaya1988@gmail.com](mailto:olgapiletskaya1988@gmail.com)

Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск

**Ключевые слова:** эмиссия CO<sub>2</sub>, ферментативная активность, обработка почвы, No-Till

**Введение.** Изменение климата оказывает существенное влияние на почвенные экосистемы, изменяя запасы углерода и доступность питательных веществ. Ключевую роль в трансформации органического вещества и круговороте углерода играют почвенные микроорганизмы. Интенсивность микробного метаболизма отражается в скорости выделения  $\text{CO}_2$  из почвы и активности почвенных ферментов. Ферменты углеродного цикла (пероксидаза и полифенолоксидаза) имеют особенное значение в контексте глобальных климатических изменений, так как участвуют в деградации устойчивых ароматических соединений органического вещества почвы, регулируя процессы минерализации и секвестрации углерода. Сельское хозяйство является источником антропогенных выбросов парниковых газов, что во многом связано с интенсивными методами обработки почвы. Переход на ресурсосберегающие технологии с минимальным механическим воздействием на почву может обеспечить сохранение органического вещества и снизить потери углерода.

**Объекты и методы.** Исследования проведены на юге Амурской области на черноземовидных почвах. На исследуемой территории заложен полевой опыт с двумя технологиями (вариантами) возделывания сои – традиционной (бесплужная обработка) и нулевой (No-Till). С каждого варианта отобраны почвенные образцы (глубина 0–20 см), высушены до воздушно-сухого состояния и просеяны через сито с диаметром отверстий 2 мм. Содержание водорастворимого углерода определяли методом термokatалитического окисления на анализаторе углерода TOC-L; активность пероксидазы и полифенолоксидазы – колориметрическим методом; потоки  $\text{CO}_2$  оценивали методом закрытых камер с использованием инфракрасного газоанализатора AZ 7752. Результаты исследований обработаны в программе R версии 3.3.2.

**Результаты и обсуждения.** Черноземовидная почва характеризовалась низким содержанием водорастворимого углерода (3.81 мг/л при No-Till и 2.48 мг/л при бесплужной обработке). Применение технологии No-Till способствовало значимому повышению показателя в 1.5 раза ( $p < 0.05$ ). Эмиссия  $\text{CO}_2$  на участке с традиционной обработкой (1.34 г  $\text{C}/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$ ) значимо ( $p < 0.05$ ) превышала показатели участка с No-Till (0.96  $\text{C}/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$ ), что свидетельствует о более интенсивной минерализации органического вещества при вспашке. В варианте с No-Till выше активность полифенолоксидазы в 1.62 раза ( $p = 0.01$ ), при бесплужной обработке – активность пероксидазы (на 15%,  $p = 0.01$ ). Полифенолоксидаза катализирует окисление фенольных соединений и способствует

образованию устойчивого органического вещества, тогда как пероксидаза связана с его разложением и минерализацией. Следовательно, повышенная активность полифенолоксидазы при No-Till свидетельствует о преобладании процессов накопления и стабилизации органического вещества, вероятно, за счёт поступления растительных остатков.

Заключение. Технология No-Till способствует сохранению почвенного органического вещества, снижает потери углерода в виде CO<sub>2</sub> и повышает потенциал гумусонакопления. Традиционная обработка, напротив, активизирует процессы минерализации, что может негативно сказываться на долгосрочном поддержании плодородия черноземовидной почвы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 26-27-20020, <https://rscf.ru/project/26-27-20020/> и Правительства Амурской области.

## Муравьи в составе герпетобия постпирогенных сообществ Центральной Якутии

Попов А.А., Ноговицына С.Н.

[ananpo@mail.ru](mailto:ananpo@mail.ru)

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, г. Якутск

**Ключевые слова:** антропогенный фактор, влияние пожаров, герпетобионты, муравьи, доминанты

Исследования постпирогенных сообществ беспозвоночных проводились в течение 4 лет (2022–2025 гг.) в Центральной Якутии, близ с. Асыма, в 206 км СВВ г. Якутска, на 4 учетных площадках: лиственничной и сосновой гарях – после пожара в 2020 г., и, соответственно, контрольных участках – лиственничнике багульниково-брусничном и сосняке толокнянково-бруснично-лишайниковом. Для сбора насекомых, обитателей напочвенного яруса (герпетобионтов) использовались почвенные ловушки Барбера. Всего отработано 23 840 ловушко-суток, отловлено 121 259 экземпляров из 16 отрядов беспозвоночных.

Исследованиями выявлено, что в целом разнообразие герпетобионтных артроподоценозов сосновых биотопов характеризуется меньшим числом отрядов (9–12), чем лиственничных

(9–15). Самая высокая численность герпетобионтов в течение всего периода исследований отмечена на постпирогенном лиственничнике – от 848.7 до 2201.8 экземпляров/100 ловушко-суток, в 3–6 раз превышающая таковую на контроле. В сосновых биотопах, наоборот, горелые биотопы показывают меньшую плотность напочвенного населения – в 1.5–4 раза ниже, чем на контроле.

В целом на всех участках отмечается сверхдоминирование комплекса хищных форм беспозвоночных – муравьев, пауков и жуков. Показатели доминирования муравьев в лиственничных биотопах варьировали от 50.8 до 97.8 % от общего числа отловленных беспозвоночных, в сосновых – от 46.2 до 93.0 %.

Всего за период исследований на учетных площадках выявлено 10 видов муравьев: *Camponotus saxatilis* Ruzsky, 1895; *Formica aquilonia* Yarrow, 1955; *F. exsecta* Nylander, 1846; *F. fusca* Linnaeus, 1758; *F. picea* Nylander, 1846; *F. polycтена* Förster, 1850; *F. pratensis* Retzius, 1783; *F. sanguinea* Latreille, 1798; *F. truncorum* Fabricius, 1804 и *Myrmica* sp.

Видовое богатство муравьев на исследованных площадках варьирует от 3 до 9 видов в год, с суммарным максимумом на лиственничной гари (9 видов). Контрольные участки несколько беднее (7 видов), за исключением лиственничного контроля 2022 г. (6 видов) и соснового контроля 2022 г.

Влияние пожара проявляется в изменении структуры сообщества: на гарях появляются светолубивые и опушечные виды (*Formica aquilonia*, *F. truncorum*, *F. polycтена*, *F. exsecta*), которые в сомкнутых контрольных лесах отсутствуют или редки.

Динамика во времени показывает быструю колонизацию гарей муравьями и последующую стабилизацию сообществ к 2024–25 гг. Полного сходства между гарью и соответствующим контролем за 4 года не достигнуто, что указывает на длительность сукцессионных процессов в формировании мирмекокомплексов после пожара.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ, тема № 0297-2021-0044, ЕГИСУ НИОКТР № 121020500194-9.

## Изменение химических и микробиологических свойств полупустынных почв Северного Прикаспия при длительных мелиоративных мероприятиях

Приходько В.Е.<sup>1</sup>, Сиземская М.Л.<sup>2</sup>

[valprikhodko@rambler.ru](mailto:valprikhodko@rambler.ru)

<sup>1</sup> Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения им. В.А. Ковды, г. Пушкино

<sup>2</sup> Институт лесоведения РАН, с. Успенское

**Ключевые слова:** лесополосы, микрогрибы, бактерии, микробная биомасса, солонцы

Показано влияние различных мелиоративных воздействий, продолжающихся в течение 60 лет, на почвы солонцового комплекса Северного Прикаспия (территория Джаныбекского стационара, Волгоградская область). Изучены последствия различных мероприятий: обычной и мелиоративной глубокой вспашки, выращивания искусственных лесонасаждений (вяз приземистый, дуб черешчатый) по сравнению с целиной. Показано их воздействие на физико-химические и микробиологические свойства солонцов, лугово-каштановых и слабозрелых почв (формируются в течение 30 лет после спуска пруда). Целинные тяжелосуглинистые солонцы характеризуются сильной степенью засоления и осолонцевания. В них по сравнению с целинным аналогом после вспашки на глубину 40 см в результате мелиоративного воздействия гипса за счет его вовлечения в пахотный слой отмечено некоторое улучшение свойств. В целинных лугово-каштановых почвах микрозападин после распашки отмечается ухудшение свойств, т.к. происходит нивелировка поверхности и исчезают микрозападины, получающие дополнительное количество влаги; в почвах больших падин при лесомелиорации – улучшение свойств. Мелиоративные мероприятия по-разному воздействуют на скорость базального дыхания (БД), содержание С орг и углерода микробной биомассы (С мик), определенного методом субстрат-индуцированного дыхания, и на соотношение биомассы грибов (Г) к бактериям (Б), установленное методом селективного ингибирования антибиотиками. Величины Смик и БД почв отдельного участка существенно варьировали (К. вар. 21–29%). Скорость БД слоя 0–10 см составляла  $0.28 \pm 0.6$  –  $2.44 \pm 0.5$  мкг  $\text{CO}_2\text{-C/г}^{-1}\text{ч}^{-1}$ , минимальные значения характерны для пахотных почв, максимальные – для почв лесонасаждений. Величина Смик возрастала от  $415 \pm 90$  до  $1388 \pm 400$  мкг С / г в ряду: целинный солонец – агро-мелиорированные солонцы –

слаборазвитая – целинная лугово-каштановая – ее лесомелиорированные аналоги. Отношение Г : Б равнялось 1.3–3.0, грибная составляющая почв достигала 53–85% от С мик, ее абсолютные величины возрастали с 236 до 1040 мкг С/г в вышеуказанной последовательности почв, отмеченной для С мик. Установлена корреляционная связь С орг с БД и С мик ( $r = 0.89$  и  $0.87$ ) и БД с С мик ( $r = 0.89–0.96$ ). Доля С мик в С орг составляла 1.5–4.5, минимальные показатели отмечены для целинного солонца и слаборазвитой почвы, максимальные величины – для целинной лугово-каштановой почвы. Значения  $qCO_2$  (отношение БД к С мик) 1.0–3.2 мкг  $CO_2-C$  / г С мик в час подразделены на две группы: большая величина  $qCO_2$  свойственна целинному солонцу, пахотным лугово-каштановым и почвам дубового колка (в нем живет колония грачей и обогащает почву азотом из помета) и меньшее значение  $qCO_2$  – для остальных почв. Физико-химические и микробиологические свойства лугово-каштановых целинных и лесомелиорированных почв больших палин близки. Их пахотные аналоги характеризуются неблагоприятными свойствами, сближающими их с солонцами. Это свидетельствует о разбалансированности химических и микробных процессов и необходимости дополнительных мелиораций.

Работа выполнена по теме Государственного задания № 126031118705-1.

## **Органогенный материал из дупел деревьев – аналог подвешенных почв (suspended, canopy or arboreal soils)?**

Пятин Е.В.

[kat1977kat@gmail.com](mailto:kat1977kat@gmail.com)

Центральный музей почвоведения им. В.В. Докучаева – филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», г. Санкт-Петербург

**Ключевые слова:** дупла деревьев, органогенный материал, макропедофауна

В лесных экосистемах накопление и трансформация растительных остатков происходят не только на поверхности почвы, но и в надземных ярусах. Так, в развилках ветвей и на стволах деревьев в условиях влажных тропических и умеренных лесов формируются подвешенные почвы (arboreal, canopy, suspended soils) (Nadkarni et al. 2002; Enloe et al. 2006). В лесонасаждениях степной зоны уже в начале лета происходит быстрое иссушение подстилки. В таких условиях

микростациями для некоторых обитателей почвы служат дупла деревьев с гниющей древесиной, выполняющие роль мероценозов. В дуплах идут процессы преобразования органогенного материала, сходные с теми, что происходят на поверхности и в верхних горизонтах почвы, а сформированные в них почвоподобные тела отличаются влажностью, температурой и пищевыми ресурсами. Возникает вопрос: насколько органогенный материал из дупел деревьев и подвешенных почв сопоставим по генезису, свойствам и экологическим функциям?

В Козловском лесном массиве (Волгоградская область) в июне 2024 г. было выявлено 12 деревьев с патологией многостволья (раздвоение/растроение), в которых сформировались дупла. Преимущественно это клен остролистный, а также дуб черешчатый и ясень обыкновенный. Материал из дупел был классифицирован по влажности и степени разложения: от свежего листового опада до влажного рассыпчатого перегноя. Мощность органогенной толщи в дуплах составила от нескольких до десятков сантиметров. Содержание органического вещества в дуплах достигает 74–82% (потери при прокаливании). Органогенный материал характеризуется высокой полевой влажностью (в среднем 213%) и нейтральной реакцией среды (pH 6.6–6.7), что создает оптимальные условия для жизнедеятельности беспозвоночных. В органогенном материале дупел обнаружены особи трех видов дождевых червей (*Dendrodrilus rubidus subrubicundus* (Eisen, 1874), *Eisenia nordenskioldi* (Eisen, 1879), *Aporrectodea caliginosa* (Savigny, 1826)), диплоподы (*Megaphyllum rossicum* (Timotheew, 1897)), губоногая многоножка (*Geophilus proximus* (C. L. Koch, 1847)), личинка комара-долгоножки (*Tipula* sp.), имаго жука из семейства рогачей (*Dorcus parallelipedus* (Linnaeus, 1758)), личинки пластинчатого жука и щелкуна, куколка бабочки.

Органогенный материал дупел – это скорее почвоподобное тело, сформированное по типу «реактора» с доминирующей ролью беспозвоночных-сапрофагов. Однако, как и подвешенные почвы, он служит важным резервуаром органического вещества и убежищем для биоты в условиях дефицита влаги. Дальнейшие сравнительные исследования позволят уточнить степень аналогии этих двух типов органогенных образований.

## Локальная изменчивость морфологических признаков *Parisotoma notabilis* в болотных биотопах Нижегородской области

Рагимов Р.Г.<sup>1</sup>, Якимов В.Н.<sup>1</sup>, Кузнецова Н.А.<sup>2</sup>, Потапов М.Б.<sup>2</sup>, Тишина Е.А.<sup>3</sup>, Кудряшова Е.С.<sup>3</sup>

[ramil-rag1999@yandex.ru](mailto:ramil-rag1999@yandex.ru)

<sup>1</sup> ННГУ им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород

<sup>2</sup> МПГУ, г. Москва

<sup>3</sup> НГПУ им. К. Минина, г. Нижний Новгород

**Ключевые слова:** Collembola, морфометрия, фенотипическая пластичность, микросайты, анализ главных компонент

Коллемболы играют важную роль в почвенных сообществах, однако их морфологическая изменчивость в разных микробиотопах болотных экосистем изучена недостаточно. На примере доминирующего вида *Parisotoma notabilis* (Collembola, Isotomidae) мы оценили вариабельность пяти морфологических признаков (длина антенн, длина и ширина головы, длина тела, длина вилки) в шести биотопах одного из болот Нижегородской области: сосняк-брусничник (СБ), сосняк-ельник (СЕ), гнилое дерево, а также три микросайта у основания ствола одного дерева на разном удалении (дерево 1, 2, 3). Всего измерено 415 особей.

Распределение всех признаков оказалось скошенным вправо, поэтому для статистического анализа использованы непараметрические методы. Критерий Краскела–Уоллиса выявил значимые отличия между биотопами для каждого из признаков ( $p < 0.001$ ). Попарные сравнения (критерий Манна–Уитни с поправкой Холма) показали, что наименьшие отличия наблюдаются между биотопами гнилое дерево, СЕ и СБ ( $p > 0.05$ ), тогда как все три микросайта дерева значимо отличаются как от этой группы, так и между собой ( $p < 0.01$ ).

Ординация методом главных компонент на основе всех пяти признаков подтвердила разделение биотопов. Первая главная компонента (объясняет 35.7% дисперсии) в основном отражает изменчивость общего размера тела, вторая (20 %) – соотношение длины тела и антенн. Изменчивость в микросайтах дерева выше, чем в СБ и СЕ, а отдельные особи из биотопа «дерево 3» образуют удалённый кластер. Перестановочный дисперсионный анализ (PERMANOVA на основе евклидовых расстояний) подтвердил значимость отличий между биотопами ( $F = 13.38$ ;  $R^2 = 0.14$ ;  $p = 0.001$ ).

Обнаруженная высокая локальная изменчивость признаков *P. notabilis* может свидетельствовать о фенотипической пластичности вида. Вероятными драйверами могут служить локальная изменчивость влажности, кислотности и структуры подстилки, а также возрастная структура популяций (доля ювенильных особей). Отсутствие различий между биотопами гнилого дерева, СБ и СЕ, вероятно, обусловлено сходством этих микробиотопов по доступности ресурсов. Полученные результаты подчеркивают важность учета микробиотопной гетерогенности при изучении коллембол на болотах.

## Дождевые черви Западной Азии и вклад в ее биоразнообразие фаун Закавказья и Загроса с Эльбурсом

Рапопорт И.Б.<sup>1</sup>, Шеховцов С.В.<sup>2</sup>

[rap-ira777@rambler.ru](mailto:rap-ira777@rambler.ru)

<sup>1</sup> Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН, г. Нальчик

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

**Ключевые слова:** Lumbricidae, таксономическое разнообразие, эндемики, сравнительная фаунистика, экология горных территорий

Изучены дождевые черви Закавказья и Загроса с Эльбурсом и вклад их биоразнообразия в фауну Западной Азии. Помимо собственного материала для анализа использованы имеющиеся сводки (Michaelsen, 1907, 2010; Кобахидзе, 1941; Малевич, 1947, 1957, 1967, 1970, 1976; Перель, 1966, 1967, 1972, 1979; Перель, Квавадзе, 1980; Квавадзе, 1971, 1973, 1973a, 1984, 1985, 1994, 1996, 2000; Квавадзе, Николаишвили, 1980; Al-Yousuf, Nagra, 1986; Kvavadze, 1996, 1996a, 1999; Kvavadze, Bukhsianidze, 1996b; Kvavadze, Pataridze, 2002; Michalis, 1993; Pavlíček et al., 1997, 2003, 2023; Csuzdi et al., 1999, 2007, 2008; Csuzdi, Pavlíček, 2002, 2005a, 2005b; Pavlíček, Csuzdi, 2005, 2012; Mısırlıoğlu, 2006, 2008, 2008a, 2010, 2011, 2012, 2017, 2018; Mısırlıoğlu et al., 2008, 2015, 2018, 2018a; Mısırlıoğlu, Valchovski, 2017, 2019; Reynolds, 2010, 2017, 2018, 2019; Reynolds, Wetzell, 2019; Mirmonsef et al., 2011; Ghayoumi, Latif, 2012; Paymaneh et al., 2013, 2018; Szederjesi et al., 2013, 2013a, 2016, 2018, 2018a, 2019, 2025; Abdelmonem et al., 2016; Latif et al., 2017, 2021a, 2021b; Al-Kandari, et al., 2019; Bozorgi et al.,

2019; Sanchooli et al., 2019; Hawre, Sherwan, 2020; Kamal, Chachain, Sabbah, 2023; Miho, Rekany, 2023; Muslim, 2024 и др.).

Общая фауна Закавказья и Загроса с Эльбурсом составляет не менее 56% фауны Западной Азии. На родовом уровне фауны районов отличаются мало – отмечены представители 18 родов, почти одинаковое количество в Закавказье и Загросе с Эльбурсом. Видовое богатство дождевых червей Закавказья в 2 раза выше такового горных систем Ирана. Для Закавказья эндемичен род *Dendrodriloides* и достоверно полнее ( $p \leq 0.05$ ) представлены средиземноморские роды *Dendrobaena*, *Allolobophora* и *Helodrilus*, европейский *Lumbricus* и азиатский *Eisenia*. В горных системах Загроса и Эльбурса зарегистрирован эндемичный для Западной Азии род *Healyella* и туранский *Pegelia*, выше видовое богатство ориентального рода *Amythas*. Ядро фаун формируют виды рода *Dendrobaena*, составляющие 41% в фауне Закавказья и 21% в Загросе и Эльбурсе. На втором и третьем местах по видовому богатству роды *Eisenia* и *Aporrectodea*.

Эндемизм общей фауны более 50%. Почти все эндемики и субэндемики сосредоточены в Закавказье, что подчеркивает значимость этой территории как крупного центра биоразнообразия дождевых червей. На иранских территориях эндемичная группа малочисленнее и составляет 2% от общего списка видов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта 20-54-56030 Иран\_т и в рамках государственного задания Минобрнауки России № 124020600028-3.

## **Интенсивность и таксономический состав «артроподного дождя» в различных типах лесных экосистем**

Розанова О.Л.

[shill.oks@mail.ru](mailto:shill.oks@mail.ru)

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

**Ключевые слова:** пищевые сети, наземно-подземные связи

Многомерная структура лесного полога и разнообразие доступных ресурсов поддерживают высокое разнообразие и численность беспозвоночных. Население кронового яруса в конечном итоге попадает на поверхность почвы и становится добычей для почвенной фауны, субсидируя почвенные пищевые сети. В серии

экспериментальных исследований в лесу умеренного климата мы обнаружили высокую эффективность освоения наземной субсидии членами почвенной пищевой сети. Этот источник энергии и питательных веществ может вносить значительный вклад в поддержание численности почвенной фауны. Однако данные об интенсивности потока «артроподного дождя» и его таксономическом составе в различных типах лесных экосистем фрагментарны.

Цель исследования – охарактеризовать интенсивность и таксономический состав «артроподного дождя» в различных типах лесных экосистем и заложить основу для формирования массива данных о поступлении беспозвоночных из кронового яруса на поверхность почвы. К ранее изученным лесным площадкам умеренного климата (биостанция ИПЭЭ РАН Малинки) были добавлены измерения на двух площадках северо-таёжного леса в Мурманской области (ПАБСИ КНЦ РАН) и на двух площадках муссонного тропического леса в национальном парке Донгнай (Каттхен) во Вьетнаме.

Интенсивность потока падающих членистоногих в смешанном лесу умеренного климата в среднем составляла  $19.4 \pm 2.9$  мг сухого веса/кв. м/сут. Таксономический состав был разнообразным и включал более 60 семейств. Наиболее многочисленными были коллемболы и клещи, а по биомассе выделялись двукрылые, жесткокрылые и полужесткокрылые, включая тлей. В северо-таёжном лесу в середине вегетационного сезона среднесуточное значение потока составило  $4.9 \pm 0.1$  мг/кв. м/сут, т.е. около 6 % от общего (включая растительные остатки) потока органики из кронового яруса. В составе «артроподного дождя» было зарегистрировано 11 отрядов беспозвоночных. Наиболее многочисленными были коллемболы, полужесткокрылые (около половины биомассы потока), имаго двукрылых и орибатиды. В муссонном тропическом лесу поток «артроподного дождя» во влажный сезон составил  $34.0 \pm 3.9$  мг/кв. м/сут, или 2.5 % от общего потока органики. Было обнаружено более 40 семейств беспозвоночных, относящихся к 16 отрядам. Наиболее многочисленными были личинки и имаго двукрылых, трипсы, личинки и имаго жуков, клещи и муравьи. Предварительные измерения в сухой сезон показали еще более мощный поток ( $196.7$  мг/кв. м/сут).

Таким образом, при широком диапазоне интенсивности и таксономического состава «артроподного дождя», он может вносить существенный вклад в пищевую базу почвенных хищников и сапрофагов-генералистов в лесных экосистемах разных климатических зон. Функциональную значимость этого феномена еще предстоит оценить.

## **Изменение содержания общего органического вещества и потока углекислого газа горных лесных черноземовидных почв Алтайского края под воздействием дождевых червей юга Западной Сибири**

Романчук Р.Р., Голованова Е.В.

[r.romanchuk@omgpu.ru](mailto:r.romanchuk@omgpu.ru)

НИЛ систематики и экологии беспозвоночных ОмГПУ, г. Омск

**Ключевые слова:** органическое вещество почв, почвенное дыхание, Lumbricidae, алтайские луга

Дождевые черви могут способствовать как секвестрации, так и эмиссии почвенного углерода. Мы исследовали воздействие на эмиссию углерода пяти видов дождевых червей, аборигенных и инвазивных для юга Западной Сибири: норника *Eisenia nordenskioldi nordenskioldi*, почвенно-подстилочные *E. n. nordenskioldi* и *Lumbricus rubellus*, подстилочные *L. rubellus* и *E. sibirica*, собственно-почвенные *E. n. pallida*, *E. angusta* и *Aporrectodea caliginosa*. Провели лабораторный эксперимент в микрокосмах объемом 3 литра при постоянной температуре ( $+12\pm 1$  градусов Цельсия). Биомасса червей на микрокосм составляла  $4.5\pm 0.7$  г. В качестве подстилки использовали сухую луговую растительность (18 г/микрокосм). Ежемесячно измеряли поток углекислого газа с поверхности камерой почвенного дыхания (SRC-2 Soil Respiration Chamber на базе EGM-5) в течение трех месяцев (с декабря по февраль) и общее содержание органического вещества (SOM) в почвенных пробах фотометрическим методом (ГОСТ 26213-2021) в течение полугода (с октября по апрель). Данные по эмиссии углекислого газа логарифмировали. Нормальность данных определяли с помощью критерия Колмогорова–Смирнова при  $p=0.05$  ( $n=120$  для потока и  $n=280$  для SOM). С помощью дисперсионного анализа для повторных измерений (repeated measures ANOVA) оценили влияние вариантов (видов) эксперимента и экологических групп дождевых червей на динамику показателей. Для попарных сравнений уровней значимых эффектов использовали апостериорный критерий Тьюки.

В контрольном варианте эмиссия углекислого газа не менялась в течение эксперимента. В вариантах с подстилочными видами максимальные значения эмиссии отмечены через два месяца после закладки эксперимента ( $p=0.025$ ) с дальнейшим возвратом к первичным значениям. Похожая тенденция наблюдается для норного вида, но она не подтверждается статистически. В вариантах с

почвенными и почвенно-подстилочными видами отмечено постепенное увеличение эмиссии. Статистически значимых различий между видами не обнаружено. Отдельно можно отметить, что на уровне тенденции *E. n. nordenskioldi* схоже воздействовал на поток углекислого газа, независимо от экологической группы.

В целом в апреле значения SOM (11.39%) были больше, чем в период с октября по март (10.43–10.81%) ( $p < 0.001$ ). Наибольшая секвестрация углерода по сравнению с исходным содержанием отмечена для собственно почвенных видов *E. n. pallida* ( $p < 0.01$ ) и *A. caliginosa* ( $p = 0.011$ ), что довольно странно на фоне увеличившейся минерализации и требует дальнейших исследований.

По результатам работы можно выделить наиболее подходящие для секвестрации и минерализации углерода виды и провести более детальные эксперименты с их участием.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 25-14-20073) и Миннауки Омской области (соглашение № 10 от 22.04.2026).

## **Аборигенный и инвазивные виды дождевых червей по-разному влияют на индексы лабильности органического вещества черноземов гидрометаморфизованных**

Руди В.В.<sup>1,2</sup>, Голованова Е.В.<sup>1,3</sup>

[rudi24052004@gmail.com](mailto:rudi24052004@gmail.com)

<sup>1</sup> Омский государственный педагогический университет, г. Омск

<sup>2</sup> Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, г. Омск

<sup>3</sup> Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, г. Омск

**Ключевые слова:** органическое вещество почв, инвазии, дождевые черви

При проведении годового полевого эксперимента было рассмотрено влияние аборигенного *Eisenia nordenskioldi pallida* и инвазивных (*E. tracta* и *Aporrectodea caliginosa*) видов дождевых червей и их взаимодействия на индексы лабильности органического вещества почвы. На протяжении 11 мес. был проведен полевой эксперимент в мезокосмах на черноземах гидрометаморфизованных (Gleyic Chernozems). Подробное описание площадки исследования и условий его проведения описаны в работе Д.П. Унру и др. (Unru et al., 2026). Образцы почвы по окончании эксперимента отбирали послойно. Слои, сформированные из горизонта А черноземов

гидрометаморфизованных: 0–5, 5–10, 10–15, 15–20, 20–30, 30–40 см. Из горизонта АВ был сформирован слой 40–50 см. Из горизонта В – 50–100 см. Всего проанализировали 320 почвенных проб (8 вариантов по 5 повторностей по 8 слоев). ИК-спектры поглощения регистрировали на ИК-Фурье-спектрометре ФТ-801 (СИМЭКС). На основе заметных полос, отмеченных в спектрах, отобрали 5 органических полос, которые анализировали для объединения площадей полос. Для расчета индексов использовали 5 полос, традиционно применяемых для этой цели, в том числе для черноземов, которые анализировали для объединения площадей полос. Выбрали следующие площади полос: 2960–2840  $\text{см}^{-1}$  относится к алифатическому С, 1740–1700  $\text{см}^{-1}$  – колебания карбоксильной группы, 1680–1580  $\text{см}^{-1}$  – ароматической С, полоса при 1465–1360  $\text{см}^{-1}$  – алифатической изгиб С–Н, 1547–1510  $\text{см}^{-1}$  – колебания С=С ароматических групп и амидов.

Высокое соотношение функциональных групп С/О указывает на более стойкое ПОВ, а соотношение ароматичности указывает на степень разложения ПОВ.

В целом с глубиной мезокосма отмечаются различия по ароматичности и С-/О-. В слое 15–20 см отмечены максимальные значения ароматичности, в слое 30–40 см – наибольшее значение С-/О-. Деятельность дождевых червей и их ассоциаций оказывала значимое влияние на индекс ароматичности во всех слоях, кроме 20–30 и 50–100 см.

В верхнем слое менее зрелое ПОВ отмечено в контрольном варианте и при совместном обитании *A. caliginosa* и *E. tracta*. Наиболее зрелое ПОВ (максимальные значения индекса) – при обитании *E. tracta* и совместном обитании аборигенного вида и *A. caliginosa*. В слое 5–10 см наиболее высокое значение индекса ароматичности зафиксировано в варианте с *A. caliginosa*. На глубине 10–15 см – в контрольном варианте. В слое 15–20 см высокие значения индекса зафиксированы у моновариантов эксперимента. На глубине 30–40 см наиболее зрелое ПОВ было в трехвидовом варианте. В слое 40–50 см (из горизонта АВ) максимальные значения индекса зафиксированы при обитании аборигенного вида. Значительное влияние деятельности дождевых червей на соотношение С-/О- отмечено в слоях: 15–20, 30–40 и 50–100 см. В слое 15–20 см значения индекса в почвах контрольного варианта существенно превышали значения во всех вариантах с дождевыми червями. В слое 30–40 см индекс С-/О- в трехвидовом варианте значительно превышал значения во всех

вариантах эксперимента. В слое 50–100 см наибольшее значение в соотношении C–/O–отмечено при обитании *A. caliginosa*.

Работа выполнена при поддержке РФФ (проект № 25-14-20073) и Миннауки Омской области (соглашение № 10 от 22.04.2026).

### Литература

Unru D.P., Babiy K.A., Kniazev S.Yu., Golovanova E.V. Associations of Endogeic Earthworm Species and Soil Organic Matter: Results of One-Year Experiment on Gleyic Chernozem // Eurasian Soil Science. 2026. Vol. 59. № 113. P. 1–10.

## Аллометрия внутренних органов коллембол (Hexapoda: Collembola) в контексте миниатюризации членистоногих

Румак Д.А., Полилов А.А.

[dariarumak@yandex.ru](mailto:dariarumak@yandex.ru)

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

**Ключевые слова:** ногохвостки, аллометрия, анатомия, миниатюризация, постнатальное развитие

Изучение аллометрических закономерностей роста у древних линий шестиногих, таких как коллемболы, имеет фундаментальное значение для реконструкции эволюционных траекторий миниатюризации членистоногих. Понимание того, как пропорции внутренних органов изменяются в ходе индивидуального развития, позволяет выявить универсальные и таксон-специфичные механизмы адаптаций к уменьшению размеров тела. Однако отсутствие данных об изменении органов в ходе онтогенеза ногохвосток ограничивает такие сравнения. В нашем исследовании мы впервые провели морфометрический анализ аллометрии внутренних органов коллемболы *Hypogastrura assimilis* (Kraus.) (Collembola: Hypogastruridae) в ходе её постнатального развития. Мы установили, что в процессе роста относительный объём пищеварительной и выделительной систем, а также мускулатуры остаётся неизменным (изометрический рост). В то время как центральная нервная система (ЦНС) и половая система изменяются аллометрически. Наибольший относительный объём ЦНС (19% от объема тела) зарегистрирован у ювенильных особей первого возраста (до первой линьки), что значительно превышает этот показатель для взрослых форм гексапод,

но сходно с таковым у личинок и нимф первого возраста микронасекомых. При этом относительный объём нейропиля у данного вида оказался ниже, чем у других шестиногих. Полученные данные раскрывают специфику аллометрического роста коллембол и представляют собой задел для изучения эволюции размеров тела у членистоногих, в частности, стратегий изменения размеров органов при миниатюризации.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 25-64-00002).

## **Фауна жужелиц (Coleoptera: Carabidae) луговых экосистем в республике Мордовия и сопредельных регионах**

Ручин А.Б., Есин М.Н., Лобачев Е.А., Лукиянов С.В., Семишин Г.Б.

[ruchin.alexander@gmail.com](mailto:ruchin.alexander@gmail.com)

ФГБУ Заповедная Мордовия, г. Саранск

**Ключевые слова:** жужелицы, Carabidae, численность, виды, фауна, биоразнообразие

Луга представляют собой тип растительности, характеризующийся господством многолетних травянистых растений, главным образом злаков, осоковых, сложноцветных, зонтичных, в условиях различного по уровню увлажнения. По местоположению различают: материковые луга – на равнинах вне речных пойм (подразделяются на суходольные и низинные луга); пойменные луга – в долинах рек, они заливаются во время паводков; горные луга – выше верхней границы леса, характерны для горных районов.

С мая по сентябрь 2019, 2021, 2023 годов собирали материал в Республике Мордовия, Нижегородской и Рязанской областях (всего 20 локалитетов). В каждом биотопе действовало 10 почвенных ловушек, установленных в одну линию с расстоянием между ними 2–3 м.

В общей сложности было зарегистрировано 115 видов жужелиц, относящихся к 35 родам. Видовое разнообразие родов *Amara*, *Harpalus* и *Pterostichus* было значительным и представлено в сумме 52 видами. Такая особенность характерна для луговых биотопов других регионов, в частности, на севере и на юго-западе европейской части России. При формировании населения жужелиц лугов основное значение принадлежит видам групп открытых пространств (луговая,

лугово-полевая и полевая группы). Наибольшим видовым разнообразием фауны отличались сухие луга (в связи с тем, что они, как правило, не скашиваются и не служат пастбищами) с расположенными рядом ветрозащитными лесополосами (они увеличивают экологическую неоднородность). Также высокое видовое разнообразие было отмечено во влажных пойменных лугах, которые отличаются развитым травянистым покровом и повышенной влажностью. Наименьшим числом видов отличались пойменные луга, на которых производится постоянный сезонный выпас скота. Мы связываем это со значительным вытаптыванием и деградацией почвенного покрова таких лугов. В сухих лугах доминирует только два вида, тогда как в других местообитаниях доминирует от 4 до 7 видов.

Исследование выполнено при частичной поддержке гранта Российского научного фонда № 22-14-00026-П.

## Вертикальная поясность населения почвенных беспозвоночных в горах Эфиопии

Рыбалов Л.Б., Бастратов А.И.

[lrvalov52@mail.ru](mailto:lrvalov52@mail.ru)

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

**Ключевые слова:** почвенные беспозвоночные, макрофауна, орибатиды, горы Эфиопии, парк Бале

Исследование почвенных беспозвоночных проведено в начале сухого сезона, в ноябре 2024 г. в основных типах экосистем, расположенных вдоль высотного профиля Эфиопского нагорья в парке Бале, на высотах 1800–4000 м н.у.м. На южном влажном макросклоне парка Бале были изучены: 1. вечнозеленый лес с доминированием *Syzygium guineense*, *Podocarpus gracilior* с подлеском *Coffea arabica* (1800–1900 м н.у.м.); 2. среднегорный тропический лес из *Hagenia abyssinica* с подлеском из бамбука (2500 м н.у.м.); 3–4. заросли вереска *Erica trimera* в древовидной (3250 м н.у.м.) и кустарниковой (3500–3700 м н.у.м.) жизненных формах; 5. подушковидные сообщества с доминированием *Alchemilla haumannii* в афроальпике (3900–4000 м н.у.м.). На северном более сухом макросклоне парка Бале было изучено 6. горное лесо-саванновое сообщество с доминированием *Hagenia abyssinica* (3100–3160 м н.у.м.). Диапазон

среднесуточных температур в конце ноября 2024 г. изменялся от 21–24 °С в тропическом лесу (уч. 1) до 5–7 °С в высокогорье (уч. 5).

Отчетливо прослеживается вертикальная поясность населения макрофауны: наиболее многочисленное ( $585 \pm 70$  экз/м<sup>2</sup>) и разнообразное (24 систематические группы) население макрофауны отмечалось в наиболее благоприятных гидротермических условиях – среднегорных сообществах (уч. 6), а наиболее малочисленное ( $120 \pm 35$  экз/м<sup>2</sup>) и бедное (9 групп) население зарегистрировано в высокогорной афроальпике (уч. 5).

Среди почвенных беспозвоночных в разных сообществах доминировали несколько систематических групп: Aganei доминировали во всех биоценозах с численностью от 20 до 80 экз/м<sup>2</sup>, Olygochaeta и Isopoda – на уч. 6 с численностью 90 экз/м<sup>2</sup> и 37 экз/м<sup>2</sup> соответственно, Olygochaeta также и в верещатниках на уч. 3–4 ( $14\text{--}16$  экз/м<sup>2</sup>), Diplopoda – в тропическом лесу на уч. 1 ( $148$  экз/м<sup>2</sup>) и на уч. 2 ( $40$  экз/м<sup>2</sup>), Geophilidae – на уч. 6 ( $55$  экз/м<sup>2</sup>) и на уч. 1 ( $23$  экз/м<sup>2</sup>), Carabidae на уч. 3 ( $85$  экз/м<sup>2</sup>) и на уч. 6 ( $70$  экз/м<sup>2</sup>) Staphylinidae – на уч. 6 ( $58$  экз/м<sup>2</sup>) и уч. 4 ( $36$  экз/м<sup>2</sup>), Elateridae – на уч. 6 ( $32$  экз/м<sup>2</sup>). В некоторых систематических группах с высотой размеры особей уменьшаются в 1.5–2 раза, например, у Diplopoda, Isopoda, Carabidae, Staphylinidae. На примере микроартропод Oribatida, определенных до вида, максимум видового разнообразия – 55 видов – приходится на тропический дождевой лес (уч. 1), а минимум – 10 видов – на афроальпику (уч. 5).

## Детритный сдвиг и изотопный состав углекислого газа в гнездах термитов *Macrotermes carbonarius*

Савельева К.В.<sup>1</sup>, Сотников И.В.<sup>1</sup>, Зуев А.Г.<sup>2</sup>, Тиунов А.В.<sup>1</sup>

[saveleva.kv@yandex.ru](mailto:saveleva.kv@yandex.ru)

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

<sup>2</sup> Senckenberg Museum of Natural History Görlitz, Department of Soil Zoology, Görlitz, Germany

**Ключевые слова:** высшие термиты, грибные сады, тропический лес, деструкция опада

Феномен детритного сдвига, то есть закономерного накопления тяжелого углерода (<sup>13</sup>C) на базовом уровне детритных пищевых цепей, хорошо задокументирован. Предполагается, что его причина лежит в аккумуляции тяжелого углерода в биомассе сапротрофных микроорганизмов, которые служат пищей почвенных сапрофагов.

Однако точные механизмы формирования детритного сдвига остаются гипотетическими и требуют углубленного изучения. Термиты подсемейства *Macrotermitinae* могут быть удобной моделью для изучения механизмов детритного сдвига. Основным источником пищи этих термитов служит биомасса грибов, которых они выращивают на переработанном материале растительного опада в так называемых грибных садах.

В качестве модельного вида был выбран *Macrotermes carbonarius*. Мы сравнили изотопный состав углерода (1) почвы, растительного опада, грибных садов, тканей термитов, (2) углекислого газа и метана в почвенном дыхании и камерах термитников, а также (3) углекислого газа и метана, выделяемых термитами, опадом и грибными садами при инкубации в лабораторных условиях. Образцы отбирали в национальных парках Каттхен и Биньтяу-Фьюкбьу (Вьетнам) во время сухого сезона (декабрь 2022 и 2025 гг.) из 27 термитников. Пробы воздуха из термитников отбирали металлическим зондом и с помощью системы силиконовых трубок и шприцев перекачивали в герметичные пакеты. Воздух почвенного дыхания отбирали с помощью закрытой камеры объемом 35 л. Дыхание опада, грибных садов и термитов измеряли в герметичных ёмкостях. Измерение изотопного состава газов проводили на изотопном анализаторе Picarro G2201-I (Picarro Inc., USA). Валовый изотопный состав измеряли на элементном анализаторе Flash 1112 и изотопном масс-спектрометре Delta V Plus (Thermo Fisher Scientific, USA) в центре коллективного пользования при ИПЭЭ РАН.

Содержание тяжелого углерода в выделяемом углекислом газе увеличивалось в ряду грибные сады – атмосфера термитников – растительный опад – термиты. Углекислый газ, выделяемый при дыхании грибных садов, был обеднён  $^{13}\text{C}$  более чем на 5 промилле относительно дыхания термитов. Валовый изотопный состав углерода исследованных компонентов варьировал в пределах от  $-31$  до  $-26\text{‰}$ , увеличиваясь от растительного опада к грибной биомассе и тканям термитов.

Полученные результаты предполагают, что основной механизм обогащения тканей грибоядных термитов  $^{13}\text{C}$  – преимущественное выделение легкого углерода ( $^{12}\text{C}$ ) при дыхании грибов и накопление  $^{13}\text{C}$  в их биомассе.

## **Таксономическое и функциональное разнообразие коллембол в лесопарках разного возраста в г. Москве**

Сайфутдинов Р.А.

[sairusair@yandex.ru](mailto:sairusair@yandex.ru)

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

**Ключевые слова:** микроартроподы, городская экология, почвенная фауна, Москва

В крупных городах лесопарковые зоны выступают важными компонентами урбанизированной среды, смягчающими негативные последствия антропогенной нагрузки и поддерживающими биоразнообразие. Почвенные беспозвоночные, населяющие эти экосистемы, являются значимыми звеньями детритных пищевых сетей и выполняют важные экологические функции, участвуя в разложении органического вещества и поддержании почвенного плодородия. Коллемболы, мелкие почвенные членистоногие, широко распространённые в городских лесопарках, играют существенную роль в регуляции микробных сообществ, тем самым влияя на процессы трансформации детрита. Тем не менее их функциональное и таксономическое разнообразие в лесопарках городов остаётся изученным недостаточно. Для восполнения этого пробела были исследованы сообщества коллембол в лесных экосистемах разного возраста на территории 11 особо охраняемых зелёных территорий города Москвы и московской части национального парка “Лосиный остров”. Сбор почвенных образцов проводили с середины мая до конца июня 2025 г. В исследование были включены три типа участков: старовозрастные леса – 21 участок, средневозрастные леса – 26 участков – и молодые лесные насаждения – 14 участков. Такой подход позволяет рассматривать возраст леса не только как характеристику растительного покрова, но и как фактор, потенциально связанный с изменением структуры почвенной среды, доступности ресурсов и микроместообитаний для почвенных микроартропод. Предполагается, что различия в таксономической и функциональной структуре сообществ коллембол связаны с возрастом лесных насаждений, который отражает особенности истории землепользования, структуры подстилки, степени развития почвы и подстилочного горизонта, влажностного режима и элементного состава почв. Полученные данные позволят лучше понять, как история формирования городских лесных насаждений связана с организацией почвенных сообществ. Исследование выполнено при финансовой поддержке Департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы в рамках проектов # 1-СГ/25 и 7-СГ/25.

## Почва как среда обитания иксодовых клещей

Самойлова Е.П.<sup>1,2,3</sup>, Григорьева Л.А.<sup>1</sup>, Осипова Т.Н.<sup>2,3</sup>

[Lazyta@yandex.ru](mailto:Lazyta@yandex.ru)

<sup>1</sup> Зоологический институт РАН, г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup> СПбГУ, г. Санкт-Петербург

<sup>3</sup> Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, г. Санкт-Петербург

**Ключевые слова:** *Ixodes persulcatus*, *Ixodes ricinus*, непаразитические фазы жизненного цикла, микроклимат биотопов

Иксодовые клещи *Ixodes ricinus* (L., 1758) и *I. persulcatus* Sch., 1930 являются частью паразитарной фауны природных экосистем, переносят возбудителей клещевого энцефалита (ИКЭ), иксодовых клещевых боррелиозов (ИКБ), гранулоцитарного анаплазмоза, моноцитарного эрлихиоза, туляремии, ку-риккетсиоза.

Ареал *I. persulcatus* представляет собой сплошную зону, охватывающую южную часть центральной подзоны тайги и всю подзону южной тайги Евразии, формируется на базе подзолистых почв. Ареал *I. ricinus* распространяется на все страны Западной, Центральной и Южной Европы и простирается в Северную Африку и на Ближний Восток, охватывает разные типы почв. Иксодовые клещи принадлежат к экологической группе облигатных временных эктопаразитов, проходят четыре стадии развития – яйцо, личинка, нимфа и взрослый клещ. Общая продолжительность питания и нахождения на прокормителях составляет 17–22 сут., что составляет 0.9–2% общей продолжительности жизненного цикла. 98% жизненного цикла иксодины представлены непаразитическими фазами (голодные и напитавшиеся личинки, нимфы, самки и непитающиеся самцы), которые живут, зимуют и развиваются вне прокормителя, в растительной подстилке и микропустотах припочвенного слоя. Почвы поддерживают оптимальный температурно-влажностный режим, необходимый для сохранения напочвенной и внутрипочвенной биоты и зависящий от физических свойств почв и процессов, происходящих в них. Оптимальной для сохранения всех стадий клещей является 80–98% влажности воздуха в припочвенной среде. Падение влажности до 70% приводит к существенному сокращению популяций, а 50% влажности воздуха приводит к гибели особей на всех стадиях через 2 недели. Лимитирующими факторами выступают количество тепла и продолжительность периодов с температурой воздуха выше предельной для развития. При описании температурно-влажностных условий существования клещей используются данные о температуре и влажности воздуха, полученные на метеорологических станциях

наблюдательной сети. С помощью этих данных можно охарактеризовать только мезоклиматические особенности территории, не учитывая пространственную неоднородность подстилающей поверхности различных биотопов. Микроклиматические наблюдения позволяют оценить температурно-влажностные условия биотопов в приземном слое и их зависимость от почвы.

## **Пространственно-временная организация сообществ почвенной мезофауны Северного Кавказа: данные по Чеченской Республике**

Сапарбаева Л.М.

[lara.saparbayeva.93@bk.ru](mailto:lara.saparbayeva.93@bk.ru)

Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, г. Грозный

**Ключевые слова:** степь, лес, Чеченская Республика, мезофауна, сезонная динамика

На территории Чеченской Республики, отличающейся выраженной высотной поясностью, комплексные исследования сезонной динамики почвенной мезофауны практически не проводились, имеются лишь отдельные фаунистические данные по некоторым таксонам. Цель работы – изучить сезонную динамику сообществ почвенной мезофауны на модельных участках Чеченской Республики. Изучены три участка, расположенные на разных высотах (42–525 м н. у. м.) и в разных биотопах: степь, грабово-ильмовый и грабово-буковый леса. Пробы отобраны в апреле, июле и сентябре 2022 г. с разделением на органогенный и минеральный горизонты; экстракция беспозвоночных проводилась с помощью эклектора Берлезе–Туллгрена. Всего выявлено 839 особей, относящихся к менее 14 отрядам и 22 семействам. Распределение по почвенным горизонтам имело выраженную специфику: в грабово-буковом лесу преобладание беспозвоночных в органогенном горизонте связано с высокой мощностью лесной подстилки (8.7–15 см) и более стабильными показателями влажности. В степи различия между горизонтами были менее выражены, при этом в апреле и июне численность была несколько выше в минеральном слое, а в сентябре – в органогенном, что отражает адаптивное перераспределение животных в ответ на сезонные изменения микроклимата.

## Стандартизация *in situ* дыхания почвы по температуре и влажности: сравнение разных подходов к анализу многолетних данных

Сморкалов И.А., Воробейчик Е.Л.

[ivan.a.smorkalov@gmail.com](mailto:ivan.a.smorkalov@gmail.com)

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

**Ключевые слова:** медеплавильные заводы, машинное обучение, XGBoost

Почвенное дыхание характеризуется значительной пространственно-временной неоднородностью, обусловленной главным образом температурой и влажностью почвы. Эта зависимость затрудняет прямое сравнение данных, полученных в разное время или в разных местах. Хотя увеличение числа точек измерений в пространстве и/или частоты измерений может частично решить эту проблему, анализ долгосрочных трендов – например, при отслеживании восстановления экосистем после снижения промышленных выбросов – остаётся затруднённым из-за межгодовых климатических различий. Вопрос о том, восстанавливается ли экосистема, имеет важное практическое значение, например, при выборе стратегии рекультивации. Для обеспечения корректных межгодовых сравнений мы предлагаем нормировать измеренные в полевых условиях значения к стандартизированным условиям среды. Для нормирования можно использовать классические регрессионные зависимости и современные методы машинного обучения. Цель данной работы – оценить эффективность разных подходов к моделированию дыхания почвы для нормирования данных, полученных *in-situ*.

В исследовании использовано более 6000 измерений почвенного дыхания в лесах с 60 пробных площадей вдоль градиентов загрязнения вблизи двух медеплавильных заводов (Средний и Южный Урал, Россия), выполненных в 2010–2013, 2018, 2023 и 2024 гг. – в период после резкого снижения промышленных выбросов после 2010 года. Для моделирования дыхания как функции температуры и влажности были применены десять классических регрессионных моделей и 4 алгоритма машинного обучения. Величина эффекта оценивалась с использованием логарифмического отношения отклика (log Response Ratio).

Лучшая из классических моделей ( $R^2 = 0.29$ ,  $RMSE = 2.44$ ) существенно уступала по точности всем ML-моделям. Лучшей из моделей машинного обучения стал XGBoost ( $R^2 = 0.99$ ,  $RMSE = 0.34$ ).

Стандартные условия были выбраны с помощью моделирования по сетке: температура почвы 15 °С и влажность почвы 0.4 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Хотя исходные данные указывали на возможную тенденцию к восстановлению и эпизодическое сближение загрязнённых и фоновых участков, нормированные данные, полученные как с помощью классической регрессии, так и методами машинного обучения, показали устойчивое подавление почвенного дыхания, вызванное загрязнением, без признаков восстановления после снижения выбросов. Это показывает, что нормирование успешно устранило искажающее влияние изменчивых факторов среды, позволив корректно оценить долгосрочные тенденции и избежать ошибочной интерпретации.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 25-24-00308).

## **Больше почвы для больших организмов – модификация метода метабаркодинга средовой ДНК для оценки разнообразия почвенного населения**

Сотников И.В., Мартыненко Н.А., Гусев Е.С.

[vania.sotnikov@ya.ru](mailto:vania.sotnikov@ya.ru)

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

**Ключевые слова:** педобионты, встречаемость, OTU, ASV, фильтрация

Метабаркодинг средовой ДНК – современный метод изучения разнообразия экосистем. Метод основан на высокопроизводительном секвенировании ДНК, выделенной непосредственно из среды обитания. Метод приобретает все большую популярность благодаря относительно малой трудоемкости и возможности стандартизированной оценки разнообразия сообществ, состоящих из мелких и скрытных организмов.

К сожалению, полная стандартизация метода невозможна. Отдельные технические этапы требуют разработки различных подходов для разных таксономических или размерных групп организмов. При стандартных методах выделения ДНК из почвы используют 0.2–1.0 граммов почвы. Такие навески позволяют репрезентативно оценивать сообщества микроорганизмов, однако для сообществ многоклеточных организмов необходимо использовать больший объём почвы. Другим серьёзным ограничением метода

является отсутствие надёжных количественных данных. Относительное число ридов показывает лишь соотношения разных групп и плохо связано с их обилием или биомассой.

Для решения этих методических проблем мы провели модификацию существующих методик предобработки больших (10 г) навесок почвы путём концентрирования внеклеточной ДНК на нитроцеллюлозных фильтрах. Также мы протестировали возможность оценки обилия почвенной фауны с помощью метабаркодинга на основе встречаемости таксонов в серии почвенных проб. Чтобы оценить эффективность разработанной методики, мы также выделили ДНК из 0.5 и 10 г почвы с использованием коммерческих наборов и провели оценку разнообразия и обилия почвенных беспозвоночных традиционным морфологическим методом.

Разработанная методика позволяет выявлять в 2–2.5 раза больше родов беспозвоночных по сравнению с использованием коммерческих наборов для выделения ДНК из 10 и 0.5 г почвы. Для большинства таксонов беспозвоночных метабаркодинг средовой ДНК выявил схожий уровень разнообразия с традиционным морфологическим методом. Однако метабаркодинг недооценивал разнообразие почвенных клещей (Sarcoptiformes, Mesostigmata). Корреляция между встречаемостью таксонов в пробах метабаркодинга и их обилием зависела главным образом от количества почвы, использованной для выделения ДНК. При использовании 10 г почвы была показана значимая корреляция для большинства групп, кроме Trombidiformes. Предложенный подход не только повышает выявляемое разнообразие почвенных беспозвоночных, но и открывает перспективы перехода от качественного метабаркодинга к полуколичественным оценкам, что критически важно для экологического мониторинга и сравнительных исследований почвенного населения.

## **Вклад почвенных сапрофагов в экосистемные процессы зависит от их обилия и суммарного метаболизма: полевой эксперимент в широком климатическом градиенте**

Сотников И.В., Тиунов А.В.

[a\\_tiunov@mail.ru](mailto:a_tiunov@mail.ru)

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

**Ключевые слова:** экосистемные функции, почвенная биота, деструкция опада, трофическая активность, биотурбация, полевые эксперименты

Почвенные сапрофаги потребляют значительную долю растительного опада и активно преобразуют физическую структуру почвы, что делает их ключевым компонентом экосистем. Современные представления о функциональной роли сапрофагов базируются главным образом либо на «бинарных» полевых экспериментах (наличие/отсутствие отдельных таксономических или размерных групп на модельных площадках или в мешках с опадом), либо на экстраполяции лабораторных данных о трофической и инженерной активности животных. Прямые сопоставления численности или биомассы почвенных сапрофагов с их участием в экосистемных процессах немногочисленны и имеют локальный характер. Это не позволяет дать глобальную оценку функциональной роли почвенной биоты на основании уже имеющихся и весьма обширных сведений о структуре почвенных сообществ в разных биотомах.

Мы провели комплекс полевых экспериментов в 10 экосистемах в разных биотомах (горная тундра, тайга, смешанный лес, тропические низинные и горные леса), одновременно оценивая обилие и метаболизм почвенных сапрофагов и их трофическую и биотурбационную активность. Для оценки вклада макросапрофагов в деструкцию опада и их трофической активности использовали стандартные методы мешков с опадом и bait lamina тест. Для оценки интенсивности биотурбации предложен новый метод, основанный на миграции трассирующих частиц по почвенному профилю. Кроме того, мы протестировали влияние сапрофагов на распределение стабильных изотопов углерода и азота по почвенному профилю.

Ввиду температурной зависимости беспозвоночных использование в анализе метаболизма или иной меры активности животных обеспечивает более точную оценку вклада сапрофагов в экосистемные процессы, чем непосредственные данные об их биомассе или численности. Нами была выявлена отчетливая

зависимость трофической активности и вклада животных в деструкцию опада от суммарного метаболизма макросапрофагов ( $R = 0.85$  и  $R = 0.77$  соответственно). Сильная линейная связь между двумя методами ( $R = 0.72$ ) открывает возможность экспресс-оценки участия сапрофагов в деструкции опада посредством bait lamina теста. Скорость погружения трассирующих частиц коррелировала с активностью (скорректированным на температуру обилием) дождевых червей ( $R = 0.66$ ). Однако обилие или метаболизм макросапрофагов слабо влияли на изотопный состав углерода и азота в почвенном профиле.

Установленные закономерности подтверждают принципиальную возможность использования данных об обилии почвенных беспозвоночных для оценки их участия в ключевых экосистемных процессах – деструкции растительного опада и формировании почвенного профиля.

## **Генетический полиморфизм широко распространенного вида: теоретические и прикладные следствия**

Стрючкова А.В.

[astr2502@yandex.ru](mailto:astr2502@yandex.ru)

Всероссийская коллекция микроорганизмов ИБФМ РАН, г. Пушкино

**Ключевые слова:** экологическая дифференциация, биомониторинг, фитопатогены, коллемболы

Благодаря внедрению молекулярных методов в почвенную зоологию стало известно, что многие широко распространенные и многочисленные виды почвенных беспозвоночных включают в себя генетически сильно отличные формы, неразличимые морфологически (Porco et al., 2012; Shekhovtsov et al. 2013; Schäffer et al., 2019; Bharti et al. 2023). В таких случаях традиционный анализ на уровне видов может упускать важную информацию о внутривидовой изменчивости, которая нередко оказывается экологически значимой. На примере широко распространенного вида коллемболы *Parisotoma notabilis* s.l. мы показали, что внутривидовые генетические линии обладают разной экологической пластичностью и закономерно сменяют друг друга вдоль различных градиентов нарушения: урбанизации, загрязнения тяжелыми металлами и распахки земель (Striuchkova & Kuznetsova, 2024; Striuchkova, Vorobeichik, Kuznetsova, 2026). Во всех трех случаях

получена чёткая корреляция встречаемости линии L1 с нарушением. Это позволило предложить новый подход – биоиндикацию на уровне внутривидовых генетических линий (экотипов), который открывает возможности для ранней диагностики изменений почвенной среды. Сходные результаты, подтверждающие экологическую дифференциацию генетических линий у микроартропод, получены для коллембол *Lepidocyrtus lanuginosus* (Zhang et al., 2018) и *Isotomiella minor* (Fedičová et al. 2025) и панцирного клеща *Oppiella nova* (Saltzwedel et al., 2014). Это ставит вопрос об использовании коллембол в биотестировании без уточнения подопытной линии, как, например, в биотесте с *Folsomia candida* (ISO 11267).

Понимание того, что вид представлен экологически различными линиями, уточняет представление о его роли в почвенных экосистемах. Например, на полях выявлена статистически значимая корреляция между обилием *P. notabilis* и грибами рода *Fusarium* – потенциальными фитопатогенами (Goncharov et al. 2020). Поскольку на полях встречается преимущественно линия L1, эта связь должна относиться именно к L1, а не к виду в целом. Это означает, что регуляция численности фитопатогенов, а следовательно, и влияние на здоровье почв и растений, может быть не видовым, а линейно-специфичным свойством. Разные внутривидовые линии могут различаться по потреблению фитопатогенов, что влияет на их функциональную роль в сообществах. Данный пример показывает, почему важно учитывать внутривидовое разнообразие: экологические и биологические особенности могут быть свойственны не всему виду, а лишь отдельным его линиям. Так, для биомелиорации различия между генетическими формами почвенных животных также могут иметь практическое значение. Кроме того, игнорирование внутривидового разнообразия может привести к неверной оценке состояния почвенной среды в биомониторинге и биотестировании.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (тема № FMRM-2026-0015).

## Источники вариации морфометрических показателей жужелиц (Coleoptera, Carabidae)

Суходольская Р.А.<sup>1</sup>, Ананина Т.Л.<sup>2</sup>, Ортис Г.<sup>3</sup>, Сточес Д.<sup>4</sup>,  
Ручин А.Б.<sup>5</sup>, Алексанов В.В.<sup>6</sup>, Воробьева И.Г.<sup>7</sup>, Ланграф В.<sup>8</sup>,  
Ухова Н.Л.<sup>9</sup>, Горбунов Р.П.<sup>1,10</sup>

[sukhodolskayaraisa@gmail.com](mailto:sukhodolskayaraisa@gmail.com)

<sup>1</sup> Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, г. Казань

<sup>2</sup> «Заповедное Подлеморье», п. Усть-Баргузин

<sup>3</sup> Университет Вероны, г. Верона, Италия

<sup>4</sup> Университет Менделя, г. Брно, Чешская Республика

<sup>5</sup> Объединенная дирекция Мордовского государственного заповедника и национального парка «Смольный», г. Саранск

<sup>6</sup> «Дирекция парков» Калужской области, г. Калуга

<sup>7</sup> Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола

<sup>8</sup> Университет Константина Философа в Нитре, г. Нитра, Словакия

<sup>9</sup> Висимский заповедник, г. Кировград

<sup>10</sup> Государственный природный заповедник «Белогорье», п. Борисовка

**Ключевые слова:** биоиндикация, биотопическая дифференциация, географическая дифференциация, линейные промеры, обобщённая регрессия, случайные эффекты

Жужелицы считаются признанными биоиндикаторами, а морфометрические признаки жужелиц, являясь отражением физиологических изменений в организме и экологических изменений во всём сообществе, могут служить характеристикой состояния экосистемы. Для выявления паттернов зависимости морфометрического профиля организмов от особенностей среды обитания важно определить особенности и степень их вариации в ненарушенных условиях. В связи с этим целью нашего исследования было оценить изменчивость жужелиц в естественных биотопах на примере девяти видов жужелиц из 19 ООПТ 21 типа биотопа (согласно доминирующему типу растительности).

Измеряли длину и ширину надкрылий, длину и ширину переднеспинки, длину головы и расстояние между глазами. Всего измерено 12 815 экземпляров жужелиц. Моделирование вариации признаков проводилось с помощью обобщенной регрессионной модели на базе нормального распределения с использованием случайных эффектов и моделированием дисперсии групп.

Результаты показали, что можно выделить две группы паттернов:

1) Биотопическая вариация превышает географическую. Сюда относятся длина надкрылий, ширина надкрылий, длина переднеспинки.

2) Географическая вариация превышает биотопическую. Это ширина переднеспинки, длина головы и расстояние между глазами.

В рамках исследований локальной биотопической вариабельности наиболее полезными можно считать длину надкрылий (а значит, и общие размеры тела). Ширина надкрылий также подходит для этих задач, однако межвидовые подходы с использованием этого признака нужно применять с большой осторожностью. Длина переднеспинки также относится к данной категории, но для выявления достоверных паттернов, вероятно, потребуются большие размеры выборки. Вышеуказанные признаки предлагаются к использованию в качестве биоиндикаторных.

В рамках географической изменчивости наиболее показательными и устойчивыми к локальным биотопическим отличиям можно считать ширину переднеспинки и промеры головы. Эти признаки предлагается использовать в качестве модельных для широкомасштабных исследований.

## **Таксоцены коллембол в оценке качества почв, трансформированных воздействием сточных вод**

Таскаева А.А., Фильчагина А.А., Конакова Т.Н., Шадрин Д.М.

[taskaeva@ib.komisc.ru](mailto:taskaeva@ib.komisc.ru)

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

**Ключевые слова:** сточные воды, индекс QBS-ag, генетические линии

Одним из наиболее масштабных побочных продуктов антропогенной деятельности являются сточные воды и их осадки (ОСВ), объем которых в мире ежегодно превышает 45 млн тонн и продолжает неуклонно расти. Наряду с ценными биогенными элементами они содержат широкий спектр загрязнителей, что создаёт риски для почвенных экосистем. Наиболее информативными биоиндикаторами выступают коллемболы благодаря их высокой численности, чувствительности к изменениям среды и выраженной функциональной дифференциации. Тем не менее влияние сточных вод на таксоцены коллембол в высоких широтах, где уязвимость экосистем максимальна, остается практически неизученным. Настоящая работа

представляет результаты комплексного анализа таксономической, функциональной и генетической структуры сообществ коллембол в зоне воздействия очищенных сточных вод в таёжной и тундровой зонах Европейского Севера России.

В ходе работы зарегистрировано 153 вида (122 в тайге, 96 в тундре) ногохвосток, среди которых на техногенных участках обнаружены виды, новые для Республики Коми (*Folsomia candida*, *Mackenziella psocoides* и др.). Видовое богатство и  $\alpha$ -разнообразие в пойменных и техногенных местообитаниях ниже, чем в зональных, при этом численность снижается в тундре (в 2.5–3 раза), тогда как в тайге значимых отличий не выявлено. На техногенных участках тундры уменьшается обилие геми- и эузафических форм при сохранении высокой численности эпиэдафических видов; в пойменных биотопах наиболее угнетены поверхностно обитающие коллемболы. Обилие как размножающихся половым путём, так и партеногенетических видов значимо ниже в нарушенных местообитаниях, однако партеногенетические виды проявляют большую устойчивость.

С применением маркеров COI и 28S рДНК у *Parisotoma notabilis* выявлены четыре линии (L1, L2, L4, L-East). L-East доминирует в естественных биотопах тундровой зоны, но отсутствует на техногенных участках, где её замещает L2. В таежной зоне техногенные участки заняты теплолюбивой синантропной L1, тогда как L2 преобладает в естественных лесах и поймах. Показано, что распределение линий является строго специфичным и определяется в первую очередь температурой почвы.

Для оценки биологического качества почв применены индексы QBS-ar и QBS-c, основанные на морфологических адаптациях артропод и коллембол соответственно. Наибольшие значения обоих индексов отмечены в тундрах и хвойных лесах, наименьшие – в пойменных лугах и техногенных участках.

Таким образом, сточные воды вызывают перестройку таксономической, функциональной и генетической структуры сообществ коллембол, что выражается в обеднении фауны, замещении генетических линий и снижении индексов биологического качества почв (QBS-ar, QBS-c). Для экологической безопасности рециклинга сточных вод необходим переход от традиционного мониторинга к комплексной функциональной и генетической диагностике с учётом региональных особенностей.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РНФ № 25-24-00101 <https://rscf.ru/project/25-24-00101/>.

## Пауки и сенокосцы черневой тайги – арахнологический феномен «сибирских джунглей»

Триликаускас Л.А.

[sigilep@yandex.ru](mailto:sigilep@yandex.ru)

Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск

Государственный природный заповедник «Тигирекский», г. Барнаул

**Ключевые слова:** Lycosidae, Opiliones, динамическая плотность, зимняя активность, непромерзающие почвы, Горная Шория

Черневая тайга – реликтовый тип растительности юга Сибири, в наиболее типичном варианте представленный в Горной Шории. Характерной её чертой является необычайное развитие подлеска и травостоя до 3–4 м высотой в условиях многоснежных зим. Изучение состава и структуры населения напочвенных пауков и сенокосцев в 2014–2017 гг. показало, что структуре и сезонной динамике населения обеих групп свойственны черты, резко отличающие его от населения в других вариантах лесов умеренных широт.

В структуре населения напочвенных пауков лесных экосистем умеренных широт ключевая роль принадлежит представителям двух семейств: бродячим паукам семейства Lycosidae (пауки-волки) и мелким подстилочным тенётникам семейства Linyphiidae. В начале периода активности динамическая плотность пауков максимальна и может превышать значения 150 экз. на 100 ловушко-суток (далее л.с.). Так, в белоберезнике Тигирекского заповедника (Горный Алтай) максимальная общая динамическая плотность пауков составила 197.5 экземпляров на 100 л.с. (Триликаускас, 2022), в сосняке липняковом заповедника «Большая Кокшага» (республика Марий-Эл) – 152.2 экз. на 100 л.с. (Воробьева и др., 2017), в лиственничнике Буреинского заповедника динамическая плотность отдельных видов ликозид достигала 120 экз. на 100 л.с. (Триликаускас, 2007). В черневой тайге Шорского национального парка этот показатель для пауков в целом за три года не превысил 53 экз. на 100 л.с., а в среднем за три сезона составил 43.6 экз. на 100 л.с. Такие низкие значения динамической плотности связаны с почти полным отсутствием в населении представителей семейства Lycosidae. Динамическая плотность линифид стабильно низкая. Эта группа и составляет здесь основу малочисленного аранеонаселения.

Пик активности Opiliones в лесах умеренных широт приходится на конец лета и осень, однако в Горной Шории они доминируют в течение всего периода активности. В черневой тайге обнаружены 5 видов сенокосцев, 3 из которых уходят на зимовку на стадиях личинок

и/или имаго. Благодаря мощному снеговому покрову, не дающему промерзнуть почвам, эти виды-реликты сохраняют активность зимой, а весной появляются сразу после схода снега. Два вида (*Sabacon sergeiededicatum* Martens, 1989 и *Acanthomegabunus sibiricus* Tsurusaki, Tchemeris et Logunov, 2000) – эндемичны для Алтае-Саянской горной страны. Третий вид *S. crassipalpe* – субэндемик этого региона. Из-за непромерзания почв выход из яиц личинок *Oligolophus tridens* (C.L. Koch, 1836) и *Mitopus morio* (Fabricius, 1779) начинается рано. Таким образом, для сенокосцев черневой тайги Горной Шории характерны высокое таксономическое разнообразие и активность с ранней весны до поздней осени.

Вероятными причинами малочисленности пауков могут быть отсутствие развитой подстилки и высокая влажность почвы под пологом крупнотравья. Непромерзающие почвы, напротив, благоприятны для сохранения реликтовых и эндемичных видов сенокосцев, их благополучной зимовки на активных стадиях и раннего выхода личинок из яиц у видов с широким ареалом.

## Межвидовые и внутривидовые взаимодействия в ассоциациях люмбрицид в лесах умеренной зоны

Уваров А.В.

[av.uvarov@hotmail.com](mailto:av.uvarov@hotmail.com)

Институт проблем экологии и эволюции РАН, г. Москва

**Ключевые слова:** многовидовые ассоциации, регуляция популяций люмбрицид

Деятельность дождевых червей как экосистемных инженеров в большой мере определяет структуру и функционирование детритных пищевых сетей. Исследованию механизмов их активности и реакций на воздействие факторов почвенной среды посвящено громадное количество работ. Вместе с тем малоизученными остаются особенности внутри- и межвидовых отношений, играющих важную роль в регуляции динамики популяций и структуры ассоциаций дождевых червей. В данном сообщении, на примере ряда ключевых видов европейских ассоциаций люмбрицид, представлены результаты многолетних полевых и лабораторных исследований автора в этой области.

**Внутривидовые взаимодействия.** Для моновидовых популяций любой из экологических групп люмбрицид (эпигейных, эндогейных, норных) показано существенное влияние плотности/биомассы на реакции видов (скорость роста и созревания, продукцию и размеры коконов, уровень смертности). Значительный рост плотности обычно оказывает негативное воздействие, хотя возможны варианты реакций. Например, аналогичный рост плотности (от умеренной до высокой) резко сокращал скорость размножения как у эпигейного *Lumbricus rubellus*, так и у эндогейного *Aporrectodea caliginosa*, но у первого вида, в отличие от второго, сопровождался еще и двукратным ростом смертности. Люмбрициды являются, возможно, первой группой почвенных животных, для которых зависимость от плотности регуляция популяций подтверждена экспериментально, в т.ч. и в полевых условиях.

О разнообразии **межвидовых взаимодействий** у дождевых червей известно еще меньше, в частности потому, что имеющаяся информация ограничена 2-(максимум 3-) видовыми сочетаниями, а более сложные (в среднем 5–6-видовые) ассоциации не изучены. Рост биомассы в 2- и многовидовых ассоциациях также обычно оказывает негативное воздействие (например, на скорость размножения совместно обитающих видов), но эти ограничения, по-видимому, менее выражены, чем при сходном росте биомассы монопопуляций тех же видов. Значительна специфика отношений в 2-видовых ассоциациях, особенно между видами разных экологических групп; нередко положительные взаимодействия. Особый характер отношений складывается вокруг нор *L. terrestris*, запасы подстилки которого представляют ресурс как для него и его потомства, так и для ассоциации видов-«нахлебников». Почти отсутствуют длительные наблюдения сосуществования видов. Например, при обычном в природе совместном обитании эпигейных *L. rubellus* и *Dendrobaena octaedra* первый вид в течение вегетационного сезона постепенно вытесняет второй, но хуже переносит зимы, благодаря чему популяция *D. octaedra* выживает в долгосрочной перспективе.

Есть основания полагать, что взаимодействия в ассоциациях люмбрицид влияют на функционирование почвенных сообществ, модифицируя активность микроорганизмов, микро- и мезофауны.

## Только аборигенный вид дождевых червей способствует секвестрации углерода в черноземах гидрометаморфизованных

Унру Д.П., Бабий К.А., Князев С.Ю., Голованова Е.В.

[unrudarya@yandex.ru](mailto:unrudarya@yandex.ru)

Омский государственный педагогический университет, г. Омск

**Ключевые слова:** инвазивные виды, фотометрия, мезокосм, Lumbricidae, черноземы гидрометаморфизованные

Материалом нашего исследования является полевой имитационный эксперимент в мезокосмах на черноземах гидрометаморфизованных (Gleyic Chernozems). Данные почвы характеризуются глубиной гумусово-аккумулятивного горизонта (А) более 40 см и грунтовыми водами на глубине 1.5–3.5 м. Эксперимент проводился в течение одного года (2019–2020). Объекты исследования – отмеченные на территории Западной Сибири чужеродные виды дождевых червей – *Eisenia nana* и *E. ventripappilata* и аборигенный вид – *E. nordenskioldi nordenskioldi*. *E. nana* и *E. n. nordenskioldi* являются эпи-эндогейными видами, а *E. ventripappilata* является эндогейным видом.

Цель: сравнительная оценка влияния инвазивных видов *E. nana*, *E. ventripappilata* и аборигенного *E. n. nordenskioldi* в моновидовых популяциях и при их совместном обитании на изменение содержания общего органического вещества в почве в однолетнем эксперименте.

Содержание почвенного органического вещества (ПОВ) определяли послойно по ГОСТ 26213-2021 с помощью фотометра «Эксперт-003» методом окисления бихроматом калия в присутствии серной кислоты.

Нормальность распределения данных оценивали с помощью тестов Шапиро-Уилка и Колмогорова–Смирнова. Поскольку распределение данных для выборок значимо не отличалось от нормального ( $p > 0.05$ ), использовались параметрические методы статистики: дисперсионный анализ и тест Тьюки.

На содержание ПОВ оказывают влияния факторы «виды и их взаимодействия», «глубина» и их сочетание. При рассмотрении горизонта А как единого слоя значимое повышение содержания ПОВ отмечено только в моновидовой популяции аборигенного вида *E. n. nordenskioldi*. В зависимости от вида дождевого червя меняется перераспределение почвенного органического вещества.

При послыном рассмотрении на повышение ПОВ также влияет аборигенный вид, но только в моновидовой популяции. Присутствие инвазивных видов изменяет влияние аборигенного. Так, в слое 21–30 см *E. n. nordenskioldi* в моновидовой популяции повышает содержание ПОВ по сравнению со снижением, отмеченным в попарных сочетаниях с видами *E. ventripapillata* и *E. nana*. На изменение содержания ПОВ также влияет подъем грунтовых вод, что на черноземах может способствовать накоплению количества органических веществ. Также промывной режим ведет к вымыванию веществ из верхних слоев почвы в нижние, нивелируя изменения, произошедшие под влиянием дождевых червей.

Таким образом, в однолетнем имитационном эксперименте на черноземах гидрометаморфизованных на изменения содержания ПОВ оказывает значимое влияние аборигенный вид *E. n. nordenskioldi*, однако его влияние изменяется в присутствии инвазивных видов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 25-14-20073) и Миннауки Омской области (соглашение № 10 от 22.04.2026).

## Чужеродные виды многоножек (Chilopoda, Diplopoda) Ботанического сада Пермского университета

Фарзалиева Г.Ш., Плакхина Е.В.

[plakkhinaevg@gmail.com](mailto:plakkhinaevg@gmail.com)

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь

**Ключевые слова:** биологические инвазии, двупарноногие многоножки, губоногие многоножки

Чужеродные виды представляют собой одну из наиболее серьезных угроз для естественных сообществ. Ботанические сады осуществляют активный международный обмен посадочным материалом и почвенными субстратами, что создает условия для заноса видов, которые в новых условиях могут проявлять инвазионные свойства. В связи с этим регулярный мониторинг сообществ в ботанических садах приобретает первостепенное значение для раннего обнаружения и оценки рисков биологических инвазий.

Материал собран в 2012, 2021–2024, 2026 годах на основной территории ботанического сада ПГНИУ (БС ПГНИУ) при помощи почвенных ловушек. Обследовано 13 площадок открытого и 11 закрытого грунта.

Всего за период исследований было обнаружено 9 видов класса Chilopoda (общее количество отловленных особей – 922) и 7 видов класса Diplopoda (общее количество отловленных особей – 2198). Из всех отмеченных видов многоножек можно выделить 4 вида, которые с большой долей вероятности можно назвать чужеродными.

Костянка *Lamycetes africanus* Porat, 1871 (первое упоминание для Урала), по-видимому, была занесена вместе с грунтом и успешно адаптировалась: за время исследований было отловлено 47 особей не только в закрытом, но и в открытом грунте БС ПГНИУ. Следует отметить, что ранее *L. africanus* был обнаружен в Европе (Enghoff et al., 2013; Iorio, 2016) и чуть позднее – в Западной Сибири (Nefediev et al., 2020). При комплексном обследовании фауны оранжерейного комплекса в 2022 г. был обнаружен единственный экземпляр слепой сколопендровой многоножки *Cryptops hortensis* (Donovan, 1810), очевидно, завезенный с грунтом (Farzalieva, Vilkoва, 2024). Позднее в почвенных ловушках, установленных с 1 января по 18 апреля 2026 года в оранжерее БС ПГНИУ, было обнаружено уже 260 экземпляров данного вида.

Два чужеродных вида кивсяков: *Cylindroiulus britannicus* (Verhoeff, 1891) и *C. truncorum* (Silvestri, 1896) (5 и 8 особей соответственно) были отловлены как в открытом, так и закрытом грунте. Оба вида распространены в Европе и, кроме того, были отмечены в Азиатской части России (Nefediev et al., 2013). Кивсяк *C. truncorum* формально впервые отмечен для Урала.

### Литература

Enghoff H., Akkari N., Pedersen J. Aliquid novi ex Africa? *Lamycetes africanus* (Porath, 1871) found in Europe (Chilopoda: Lithobiomorpha: Henicopidae) // Journal of Natural History. 2013. Vol. 47. P. 1–24.

Iorio E. Confirmation of the presence of *Lamycetes africanus* (Porath, 1871) in France (Chilopoda, Lithobiomorpha: Henicopidae) // Bulletin of the British Myriapod & Isopod Group. 2016. Vol. 29. P. 44–48.

Nefediev P., Nefedieva J., Dyachkov Yu. Review of the millipede genus *Cylindroiulus* Verhoeff, 1894 in the Asian part of Russia (Diplopoda: Julida: Julidae) // Athropoda Selecta. 2013. Vol. 22. P. 339–342.

Nefediev P.S., Farzalieva G.Sh., Efimov D.A. New data on lithobiomorph centipedes (Chilopoda, Lithobiomorpha) from anthropogenic habitats of Siberia // Far Eastern Entomologist. 2020. Vol. 418. P. 9–14.

Farzalieva G.Sh., Vilkoва E.A. First record of *Cryptops hortensis* (Donovan, 1810) (Scolopendromorpha, Cryptopidae) in the Cis-Urals // Biology Bulletin. 2024. Vol. 51. P. 2391–2395.

## **Сообщества почвенных беспозвоночных после сплошнолесосечных рубок ельников зеленомошных**

Фатеева А.А.

[fateeva1995@mail.ru](mailto:fateeva1995@mail.ru)

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

**Ключевые слова:** Республика Коми, средняя тайга, вырубка, почвенная фауна

Вырубка лесов – мощный антропогенный фактор, влияющий на лесные экосистемы и условия обитания почвенных организмов. Почвенная фауна участвует в разложении опада, круговороте питательных веществ и многих других важнейших экосистемных функциях (Wardle et al., 2004). Отрицательное воздействие рубок на почвенную фауну неоспоримо, но вопрос об изменении структуры и скорости восстановления почвенных сообществ остаётся открытым.

Сукцессионный ряд вырубок в настоящем исследовании был представлен контрольными ельниками зеленомошными (106–200 лет), послерубочными лиственными насаждениями возрастом 10–15, 30–35 и 50–55 лет, а также «свежими» вырубками возрастом 0–4 года. На вырубках 0–4 года почвенную фауну изучали на разных технологических площадках (ТП) – пасаеках (П) и волоках с разной степенью нагрузки: с 3-кратным (3П) и 10-кратным (10П) проездом техники, а также с 10-кратным проездом и последующим разравниванием почвы (10П+Р).

Беспозвоночных учитывали с применением стандартных почвенно-зоологических методов (Global monitoring..., 2022). Изучали состав, структуру, функциональную активность почвенной фауны. Оценивали численность и биомассу беспозвоночных, их участие в деструкции растительного опада (определяли скорость деструкции (СД), применяя методы изоляции опада в боксах и мешочках с ячейёй разного размера), и трофическую активность (ТА) с использованием bait-lamina теста.

В первый год после рубки численность мезофауны снизилась в 2–4 раза, макрофауны – в 30 раз относительно контроля. Снижение численности наблюдалось от наименее к наиболее нарушенной ТП (П→3П→10П→10П+Р). Общая численность на всех ТП «свежих» вырубок демонстрировала ежегодный рост во временном ряду, от первого к четвертому году после рубки. Уже на третий год после рубки было отмечено полное выпадение сапрофагов и фитофагов, абсолютное доминирование зоофагов среди макрофауны. К четвертому году доля крупных сапрофагов достигла 45%, а доля фитофагов

осталась на низком уровне. Таксономическое разнообразие на пасечных площадках (П) было близко к контрольным цифрам, на волоках ЗП, 10П и 10П+Р оно снижалось. В лиственных насаждениях 30–35 и 50–55 лет состав почвенной фауны был схож между собой и с контрольными ельниками: среди мезофауны по численности доминировали орибатиды, среди макрофауны – личинки двукрылых.

Ограничение доступа макрофауны на «свежей» вырубке снизило СД хвойного опада на 13–14 %, при этом самая низкая СД зафиксирована на ТП 10П+Р. В 15–20-летних насаждениях показатели СД близки к контрольным. В насаждениях 30–35 лет СД была выше, чем в 50–55-летних, и в обоих случаях превышала контрольные значения.

На вырубке 0–4 года ТА беспозвоночных в подстилке снизилась на 26%, в насаждениях 15–20 лет ТА приближалась к контрольным значениям, в насаждениях 30–35 и 50–55 лет ТА была выше таковой на контроле.

Работа выполнена в рамках темы НИР отдела экологии животных, рег. № 125013101229-9.

Автор выражает благодарность к.б.н. Дитц А.А. и к.б.н. Кудрину А.А. за ценные рекомендации и помощь в сборе материала.

## **Сдвиг от детритофагии к микробофагии у почвенной фауны в зависимости от качества опада в лесных биомах**

Цуриков С.М.

[smsurikov@rambler.ru](mailto:smsurikov@rambler.ru)

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

**Ключевые слова:** круговорот углерода, разложение опада, почвенные пищевые сети, стабильные изотопы, трофические взаимодействия, градиенты условий среды

Почвенная фауна регулирует разложение растительного опада и трансформацию органического вещества почвы, выступая и как потребитель мертвых растительных тканей (детрита), и как потребитель микроорганизмов. Однако остается

неясным, изменяется ли соотношение этих типов питания вдоль градиентов условий среды. Мы проверили гипотезу о том, что микробофагия возрастает при снижении качества опада и в более холодном климате, поскольку оба этих фактора ограничивают эффективность ассимиляции детрита почвенными животными. На основе результатов изотопного анализа (величин  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$ ) 7408 образцов почвенных беспозвоночных из 228 лесных участков, расположенных в различных биомах от умеренных до тропических лесов, мы показали, что значения  $\delta^{15}\text{N}$  положительно связаны с отношением C:N в опаде и среднегодовой температурой. Это указывает на смещение типа питания почвенной фауны от детритофагии к микробофагии при низком качестве опада, дополнительно модулируемое климатическими условиями. В отличие от  $\delta^{15}\text{N}$ , значения  $\delta^{13}\text{C}$  не показали устойчивой связи с отношением C:N в опаде или климатом, что отражает контекстно-зависимые пути включения микробного углерода в пищевые сети. Полученные результаты подчеркивают ведущую роль качества опада как фактора, определяющего смещение типа питания у почвенной фауны от детритофагии к микробофагии, и важны для прогнозирования влияния изменений климата и состава растительных сообществ на круговорот углерода в наземных экосистемах. Основные результаты исследования изложены в оригинальной статье, принятой к публикации в журнале *Ecology Letters* (Tsurikov et al., 2026).

### Литература

Tsurikov S.M., Barnes A.D., Brose U. et al. Shift in Soil Fauna Feeding Mode With Litter Quality Across Forest Biomes // *Ecology Letters*. 2026. Vol. 29(6). № e70421. P. 1–11.

## **Эко-региональные закономерности формирования сообществ почвенных протистов: функциональные признаки и таксономическое разнообразие раковинных амёб в Северной Евразии**

Цыганов А.Н.<sup>1,2</sup>, Су Ц.<sup>1</sup>, Мазей Н.Г.<sup>1</sup>, Комаров А.А.<sup>3</sup>,  
Чернышов В.А.<sup>3</sup>, Якимов В.Н.<sup>4</sup>, Мазей Ю.А.<sup>1,2</sup>

[andrey.tsyganov@bk.ru](mailto:andrey.tsyganov@bk.ru)

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва

<sup>2</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

<sup>3</sup> Пензенский государственный университет, г. Пенза

<sup>4</sup> Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород

**Ключевые слова:** болотные почвы, минеральные почвы, видовое разнообразие, леса, лесостепь, тундра, тайга, функциональные признаки

Почвенные микробные сообщества играют важную роль в функционировании наземных экосистем и в значительной степени испытывают влияние глобальных изменений климата и антропогенной активности. Для оценки возможных воздействий этих факторов на почвенный микробиом необходимы крупномасштабные исследования с учетом различных типов почв. Мы провели анализ закономерностей формирования таксономического и функционального разнообразия раковинных амёб в органических (болотных) и минеральных почвах Северной Евразии с использованием морфологического подхода. Для исследования были использованы 320 образцов, отобранных в диапазоне широт от 52 до 67°с.ш. (~2126 км) и долгот от 46 до 107° в.д. (~3927 км). Результаты исследования выявили значительные различия в составе таксоценозов раковинных амёб, разнообразии, функциональных особенностях в зависимости от экорегиона и типа почв. В засушливых экорегионах таксономическое и функциональное разнообразие раковинных амёб было выше в болотных почвах по сравнению с минеральными почвами, в то время как в экорегионах с более влажными почвами наблюдалось обратное. В лесостепных регионах в болотных почвах преобладали раковинные амёбы с удлинёнными раковинками и небольшими псевдостомами, а в таежных и тундровых регионах раковинки были короче, а псевдостомы больше. В минеральных почвах таксоценозы раковинных амёб формировались преимущественно под влиянием абиотических факторов, при этом взаимодействия видов играли более важную роль в болотных почвах. Результаты данного исследования подчеркивают роль режима

влажности почвы и предоставляют ценную информацию для прогнозирования реакций почвенного микробиома на изменения окружающей среды. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 24-14-00065).

## **Структура комплекса гнезд черноголового муравья *Formica uralensis* Ruzs. (Hymenoptera, Formicidae) на Алтае**

Чеснокова С.В., Новгородова Т.А.

[tchsvet@mail.ru](mailto:tchsvet@mail.ru)

Институт систематики и экологии животных СО РАН

**Ключевые слова:** размерные классы, диаметр купола, многолетняя динамика, устойчивость, весенние паводки, восстановление

Способность образовывать крупные комплексы гнезд – характерная черта муравьев рода *Formica* (Длусский, 1967; Захаров, 2015, 2021, 2025). Несмотря на сходство с представителями *Formica* s. str., известными своими крупными поселениями, *F. uralensis* по-прежнему недостаточно изучен в плане устройства и стабильности существования поселений, включающих более 100 гнезд. Цель исследования – выявить особенности структуры крупного комплекса гнезд черноголового муравья на Алтае на длительном временном отрезке (13 лет) путем сопоставления размерных характеристик комплекса в различные годы.

Исследованный комплекс расположен в Усть-Коксинском районе Республики Алтай (с. Амур), в прирусловом лиственнично-березово-еловом лесу. Инвентаризация проводилась в 2006 и 2019 гг. с использованием общепринятых методов (Захаров и др., 2019). В августе 2006 г. на территории площадью 5 га (около 1/3 общей площади, занятой комплексом) отмечено 190 жилых гнезд и 12 кратеров от погибших гнезд. По приблизительным оценкам, в 2006 г. комплекс включал около 500 гнезд. Наибольшая доля приходилась на гнезда 1-го размерного класса (диаметр купола:  $d \leq 60$  см; в среднем:  $d = 38 \pm 15$  см) – 80% гнезд. Доля гнезд 2-го размерного класса ( $d = 65\text{--}80$  см;  $d = 74 \pm 6$  см) составила 13%. Суммарная доля крупных гнезд 3, 4 и 5 классов не превышала 7%: 4% ( $d = 85\text{--}100$  см;  $d = 92 \pm 4$  см), 1% ( $d = 105\text{--}120$  см;  $d = 108 \pm 4$  см) и 2% ( $d > 120$  см;  $d = 137 \pm 6$  см) соответственно.

В ходе полной инвентаризации комплекса в июле 2019 г. на площади около 23 га зарегистрировано 247 жилых гнезд. Как и в 2006 г., большинство гнезд (75%) принадлежало к 1-му размерному классу (в среднем:  $d = 40 \pm 13$  см). Ко 2-му классу отнесено 11% гнезд ( $d = 73 \pm 6$  см). Суммарная доля крупных гнезд 3, 4 и 5 классов составила 14%: 7% ( $d = 92 \pm 5$  см), 5% ( $d = 112 \pm 6$  см) и 2% ( $d = 134 \pm 4$  см) соответственно. Это в 2 раза выше, чем в 2006 г. за счет увеличения доли гнезд 3 и 4 классов. При этом соотношение гнезд разных размерных категорий, отражающее структуру комплекса, в 2006 и 2019 гг. оказалось сходным. Средние размеры диаметра куполов гнезд соответствующих размерных классов в разные годы также сопоставимы. Максимальный диаметр купола за все годы исследований не превышал 140 см.

В целом, в отличие от *Formica* s. str., для *F. uralensis* основу комплекса составляют не крупные, а сравнительно небольшие гнезда с диаметром купола от 30 до 45 см. Несмотря на обитание в экстремальных условиях и регулярное разрушение части гнезд во время весенних паводков, структура комплекса сохраняется неизменной, что свидетельствует как о его стабильности, так и о наличии у *F. uralensis* определенных механизмов сохранения жизнеспособности семей и быстрого восстановления гнезд.

Исследование поддержано Программой ФНИ на 2026–2030 гг., проект FWGS-2026-0008.

## **Сукцессия сообществ почвообитающих раковинных амёб в прогляциальных зонах Центрального Кавказа**

Чулей А.Д.<sup>1</sup>, Мазей Н.Г.<sup>1</sup>, Макарова О.Л.<sup>2</sup>, Бушуева И.С.<sup>3</sup>,  
Цыганов А.Н.<sup>1,2</sup>, Мазей Ю.А.<sup>1,2</sup>

[Artem957148@yandex.ru](mailto:Artem957148@yandex.ru)

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г. Москва

<sup>2</sup> Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

<sup>3</sup> Институт географии Российской академии наук, г. Москва

**Ключевые слова:** раковинные амёбы, первичная сукцессия, дегляциация, почвенные сообщества

Отступление ледников формирует хроносерии молодых почв и позволяет проследить закономерности первичной сукцессии почвенной биоты. Мы изучили сообщества раковинных амёб в

прогляциальных зонах Центрального Кавказа (ледники Цей и Кашкаташ) вдоль сукцессионных трансект возрастом 1–170 лет. Всего проанализировано 57 проб, отобранных в трёх повторностях на участках разных сукцессионных стадий. В ходе работы выявлено 58 видов раковинных амёб. Видовое богатство сообществ и индексы разнообразия быстро возрастают в первые 30–50 лет после освобождения субстрата от ледника, а после 75–100 лет стабилизируются, что свидетельствует о формировании устойчивых сообществ. Анализ главных компонент показал, что основной вклад в дифференциацию сообществ вносит сукцессионная стадия, тогда как различия между ледниками выражены слабее. Пионерные сообщества формируют обособленный кластер, тогда как кустарниковые и лесные стадии с разных ледников значительно перекрываются по структуре ассоциаций раковинных амёб, что свидетельствует о конвергенции сообществ в ходе сукцессии. В то же время разложение  $\beta$ -разнообразия по Сёрсенсену на компоненты вложенности и оборота показало, что сукцессия определяется преимущественно заменой комплексов видов, а не простым накоплением таксонов. RLQ-анализ выявил согласованную смену таксономической и функционально-морфологической структуры. Так, на ранних, бедных органикой, молодых субстратах доминируют мелкие агглютинированные виды, а на поздних более стабильных и богатых органикой стадиях преобладают более крупные и более специализированные виды с органическими и минеральными раковинками. Нейтральная модель хорошо описывает распределение видов ( $R^2 = 0.838$ ), однако систематические отклонения могут указывать на дополнительную роль экологической фильтрации. Таким образом, сукцессия сообществ раковинных амёб в прогляциальных почвах Центрального Кавказа имеет направленный характер и определяется сочетанием стохастических процессов расселения и детерминистской перестройки сообществ по мере развития среды. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 24-14-00065.

## Население дождевых червей Каркаралинских гор и их окрестностей

Шашков М.П.<sup>1</sup>, Иванова Н.В.<sup>2</sup>, Петрунин-Сухарев А.А.<sup>1</sup>

[max.carabus@gmail.com](mailto:max.carabus@gmail.com)

<sup>1</sup> Карагандинский национальный исследовательский университет

им. ак. Е.А. Букетова,

Караганда, Казахстан

<sup>2</sup> ИМПБ РАН – филиал ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Пушкино

**Ключевые слова:** Каркаралинские горы, инвазионные виды, Центральный Казахстан, экологические шкалы, непрямая ординация

На территории Центрального Казахстана, среди сухих степей и полупустынь, располагаются несколько лесных массивов, приуроченных к гранитным хребтам протяженностью 20–30 км. Один из них, Каркаралинские горы, стал районом наших исследований. В 2023/25 гг. обследовано 22 лесных участка: 8 внутри горного массива (Кендаринское ущелье) и 14 за его пределами в окрестностях города Каркаралинска. Сборы дождевых червей проводились методом почвенных раскопок. На каждой пробной площади было разобрано не менее 4 почвенных проб размером 25×25 см. В местах сборов люмбрицид выполнены геоботанические описания на площадях 100 м<sup>2</sup>, по которым рассчитаны экологические характеристики по шкалам Ландольта, проведен анализ главных компонент.

Учено 8 видов дождевых червей, из которых три, *Dendrobaena octaedra* (Savigny, 1826), *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843 и *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826), встречались как в Кендаринском ущелье, так и за его пределами. Два других вида, *A.caliginosa* (Savigny, 1826) и *Eisenia nordenskioldi pallida* Malevic, 1956, были выявлены только за пределами горного массива. Еще три вида, *Bimastos rubidus* (Savigny, 1826), *E. nordenskioldi* (Eisen, 1878) и *Octolasion lacteum* (Örley, 1881), были обнаружены только в горной долине. Три из перечисленных видов найдены впервые для данного района (на основе литературных данных 1989 года, опубликованных В.С. Абукуновой): *A. rosea*, *L. rubellus* и *E. nordenskioldi*. Вместе с тем, отмеченные ранее *A. trapezoides* (Duges, 1828) и *Allolobophora parva* Eisen, 1874 нами не были обнаружены.

Население червей горной долины можно охарактеризовать как более разнообразное по числу видов, при меньшем обилии, чем за пределами горного массива. При этом высокое видовое разнообразие достигается за счёт инвазионных видов, к которым можно отнести

большую часть учтенных видов, за исключением *D. octaedra* и видов рода *Eisenia* Malm, 1877.

Ординационный анализ геоботанических описаний показал, что первые 2 оси объясняют 55.6% вариации в данных. Первая ось ординации в большей степени связана с богатством почвы минеральным азотом, вторая – с гранулометрическим составом почвы и дефицитом азотации. Сообщества, исследованные в долине Кендара, произрастают на более богатых и менее увлажненных почвах, чем леса снаружи горного массива, что тоже может вносить вклад в своеобразие населения обследованных территорий.

Численность червей в Кендаринском ущелье варьировала от 20 до 52 экз./м<sup>2</sup>, при максимальной биомассе в 25 г/м<sup>2</sup>, в то время как за пределами горного массива она была в несколько раз выше: >100 экз./м<sup>2</sup> для большинства пробных площадей и до 261 г/м<sup>2</sup> по биомассе. Такие высокие значения обилия достигаются главным образом за счёт инвазивного вида *A. caliginosa*, который еще не проник вглубь горного массива, а там, где он встречается, на его долю приходится около 90% численности и еще большая доля по биомассе.

Финансирование: грантовый проект AP26199585 Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан. Анализ геоботанических описаний выполнен за счет бюджетной темы № FFMN-2025-0024.

## **Коллемболы заповедника "Приволжская лесостепь": мониторинг и таксономические исследования**

Швеенкова Ю.Б.

[jushv@mail.ru](mailto:jushv@mail.ru)

Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь», г. Пенза

**Ключевые слова:** Collembola, лесостепь, мониторинг, биоразнообразие, таксономия, глубокопочвенные виды, *Axyiodes*, *Oligaphorura*, *Psyllaphorura*

Мониторинговые исследования коллембол проводили ежегодно осенью (2009–2025 гг.) на Кунчеровском участке заповедника «Приволжская лесостепь» с целью регистрации реакции почвенной биоты на текущие изменения в среде. Выявляли видовой состав и плотность населения коллембол в биотопах лесостепного трансекта: степь ксерофитная, степь луговая, два опушечных биотопа, дубняк и осинник (Shveenkova, 2023). Применяли эклиторный метод учёта (за

учет в каждом биотопе отбирали по 10 образцов почвы, до 10 см глубиной, площадью 25 см<sup>2</sup>) и современные подходы таксономического анализа.

Обилие коллембол за период исследования варьировало в 4.6 раза (суммарно во всех биотопах трансекта 792–3614 экз./60 проб), низкое обилие фиксируется вследствие засухи или пожара на участке (в 2010 г. сильный пожар). Накопление первичных данных о видовом разнообразии Collembola на низком уровне (альфа- или биотопическое) позволяет выявить дифференцирующее (бета-) и инвентарное разнообразие более высокого масштаба (гамма-, на трансекте и в регионе), которое довольно высоко для организмов в лесостепи. Так, в биотопах регистрируется от 8–12 до 22–29 видов, в целом по трансекту около 50 видов за учет и 105 видов за весь период исследования. Данные по заповеднику (193 вида) вносят значительный вклад в фаунистический список Collembola лесостепи Среднего Поволжья.

Выявляются редкие, глубокопочвенные формы коллембол, дополняются сведения об их экологии. Например, в ксерофитной типчаковой степи выявляли до 12–23 экз. за учет *Oligaphorura stojkoe*, хотя ранее этот вид был описан по единичным находкам.

В таксономических работах для *Oligaphorura* выделено 7 групп видов (Швеенкова и др., 2024), разработан определительный ключ (77 видов мировой фауны; 5 из них новые для науки, описаны по образцам из заповедника).

Переописаны представители *Axenylloides*: *A. ghilarovi* и *A. bayeri* (Babenko et al., 2025), дополнены морфологические данные для *A. echinatus*, составлен определительный ключ (18 видов мировой фауны). Переописание позволило зарегистрировать *A. ghilarovi* и *A. bayeri* для Казахстана.

Представители *Psyllaphorura*, *P. silvestris* и *P. pseudopodis*, выявлены на территории европейской части России и описаны, в том числе по материалам заповедника (Shveenкова, Babenko, 2021). Известные ранее 10 видов рода обитают в азиатской части Палеарктики, и 1 вид в Северной Америке.

Таким образом, для отдельных видов и даже родов коллембол известная граница распространения отодвигается на восток, запад или юг. По материалам заповедника описано 9 новых видов, 4 из которых, вероятно, эндемики. Многолетний мониторинг в сочетании с ревизией объемного коллекционного материала (рода *Axenylloides*, *Oligaphorura*, *Psyllaphorura*) позволяет не только фиксировать разнообразие и динамику сообществ, но и вносить вклад в систематику, экологию и зоогеографию Collembola.

## Сообщества клещей временных водоемов в окрестностях Тюмени

Шейкин С.Д., Столбов В.А.

[tunguz@inbox.ru](mailto:tunguz@inbox.ru)

Тюменский государственный университет, г. Тюмень

**Ключевые слова:** астатические водоёмы, Hydrachnidia, Oribatida, сезонная динамика, сукцессия, пересыхание местообитаний

Временные (астатические, периодические) водоёмы представляют уникальные типы местообитаний, в которых развивается специфическая фауна. На протяжении года в них последовательно сменяются сообщества организмов по мере высыхания водоёма.

Клещи широко распространены как в почве, так и в водоёмах, поэтому являются хорошими объектами для изучения динамики сообществ во временных водоёмах. Водяные клещи (Hydrachnidia) временных водоёмов изучены достаточно хорошо, в том числе на территории Западной Сибири (Stolbov et al., 2021). В то же время почвенные клещи, населяющие временные водоёмы, и их сезонная динамика изучены слабо. Известны работы по орибатидам пойм рек (Толстиков, Петрова-Никитина, 2008), в которых показано, что панцирные клещи без ущерба способны переносить затопление в течение нескольких месяцев. В связи с этим интересно рассмотреть, как будут сменяться сообщества клещей по мере высыхания водоёмов.

Исследование проведено в 2024 году на трёх временных водоёмах в окрестностях города Тюмени. Пробы отбирали на протяжении всего сезона с момента оттаивания водоёмов (середина апреля) до установления снежного покрова (середина октября). Пробы почвенных клещей отбирали в центре водоёмов из растительного опада и почвы, а пробы водных клещей – из водной толщи водоёмов, когда они были наполнены водой.

В структуре клещей была чётко выражена сезонная динамика. Водяные клещи присутствовали в период, когда водоёмы были наполнены водой, до середины июня. В разных водоёмах пики численности наблюдались в разные сроки – от начала мая до начала июня, в зависимости от размера водоёма и степени наполненности водой. Разница в численности среди почвенных клещей между исследуемыми временными водоёмами и время достижения её пика были менее выражены.

Среди почвенных клещей преобладали представители Oribatida, в то время как Mesostigmata и Prostigmata играли заметно меньшую роль.

Численность и таксономический состав Oribatida зависели от типа субстрата. Среди растительного опада их численность снижалась по мере высыхания водоёма, тогда как в почве она в целом возрастала и после высыхания оставалась относительно высокой и слабо изменялась.

Среди орибатид преобладали представители семейств Oppiidae, Tectocephidae, Galumnidae, Achipteridae. Представители Nothridae появились в пробах уже после высыхания водоёмов.

Таким образом, если у водяных клещей пик численности приходится на начало пересыхания водоёма, после чего следует резкий спад, то для орибатид пересыхание водоёмов играет иную роль. Клещи переходят из растительного опада в почву, где их численность увеличивается после высыхания.

Исследование поддержано грантом РФФИ № 25-24-00022.

## **Preliminary results on the molecular phylogeny of mites of the superfamily Raphignathoidea (Acari: Prostigmata)**

Khaustov A.A., Kazakov D.V.

[alkhaustov@mail.ru](mailto:alkhaustov@mail.ru)

Institute of Environmental and Agricultural Biology, University of Tyumen, Tyumen

**Key words:** Raphignathoidea, Prostigmata, taxonomy, systematics, soil mites

The superfamily Raphignathoidea comprises 11 families: Barbutiidae, Caligonellidae, Camerobiidae, Cryptognathidae, Dasythyreidae, Eupalopsellidae, Homocaligidae, Mecognathidae, Raphignathidae, Stigmaeidae, and Xenocaligonellidae. Most species of this superfamily are free-living predators inhabiting soil, leaf litter, and various plants. No specific phylogenetic studies of the superfamily (based on either morphology or molecular data) have been previously conducted. There are only publications on the genera Eustigmaeus, Cheylostigmaeus, Postumius, and Stigmaeus that provide phylogenetic relationships within the family Stigmaeidae based on molecular data. Phylogenetic relationships at the level of most Acariformes families were discussed in the fundamental work by Klimov et al. (2018). Besides many acariform families, the authors included representatives of 7 families of Raphignathoidea (Barbutiidae,

Caligonellidae, Camerobiidae, Cryptognathidae, Homocaligidae, Raphignathidae, and Stigmaeidae) in the analysis based on five genes of mitochondrial and nuclear DNA. As a result, members of the superfamily split into 3 clades. The first clade included Barbutiidae, Homocaligidae, and Stigmaeidae; the second one Caligonellidae, Cryptognathidae, and Raphignathidae; while Camerobiidae were placed in a clade with Cheyletidae within the superfamily Cheyletoidea.

We conducted a phylogenetic analysis based on mitochondrial DNA COI gene sequences for 71 species from 9 families. In addition to the families mentioned in the contribution by Klimov et al. (2018), Eupalopsellidae and Dasythyreidae were also included. As a result, representatives of the families Homocaligidae and Eupalopsellidae were nested within a single clade along with all Stigmaeidae species. The latter form a clade with the stigmaeid genus *Mediolata* with high support (99%). In our opinion, the families Homocaligidae and Eupalopsellidae should be synonymized with Stigmaeidae. Unexpectedly, species of the family Caligonellidae have split into 2 distinct clades. The first includes the genera *Caligonella* and *Molothrognathus*, while the second consists of *Neognathus*. Species of Cryptognathidae also appeared to be closely related to the second clade. It seems likely that Caligonellidae needs to be divided into two separate families. Mites of the family Dasythyreidae expectedly formed a single clade with Camerobiidae.

In the present study, we do not draw definitive conclusions regarding changes to the taxonomic status of family-level taxa. Such revisions would require further research involving a broader range of taxa and various genes.

The study was funded by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the Carbon Measurement Test Area in Tyumen Region (FEWZ-2024-0016).

## **Synergistic effects of urbanization and natural environmental gradients on the functional community assembly of oribatid mites (Acari: Oribatida)**

Pan H.

[3445440940@qq.com](mailto:3445440940@qq.com)

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the RAS, Moscow

**Key words:** soil mite; Palearctic; urban habitat; functional trait

With a global rapid urbanization process, soil biodiversity is subject to a huge decline from environmental changes and human disturbances.

Numerous urban soil ecological studies have been focusing on the green urban habitats but largely ignored other types of land cover, reducing the explanatory power of conclusions. It is also unknown whether urbanization of the same level differentially affects soil fauna composition across biomes or not. The question remains especially acute for the analysis of belowground communities at the functional level due to the urgent need in understanding how successful are soils to deliver ecosystem functions in the cities.

To tackle this question, we analyzed soil functional community assembly on the example of oribatid mites (Acari: Oribatida) in the Palearctic region. We chose three pairs of climatically comparable cities within Russia and China (Novosibirsk-Changchun, Moscow-Beijing and Sochi-Xiamen) to represent the regional urbanization levels. To fully measure the local soil condition within each city, we divided urban soil habitats into four main land cover types: urban park, green belts along major city roads, industrial areas and natural areas at the edge of cities to serve as a control. By conducting a metaanalysis, we shortlisted major potential environmental factors relevant for defining oribatid functional community composition. Based on that, we are planning to construct the improved STEPCAM model to simulate the relative contributions of distribution, environmental filtering and similarity limitation to the functional level community assembly process. Through the RLQ model, we intend to obtain the correlation between environmental factors and specific oribatid functional traits.

Our earlier pilot study has already proven the feasibility and value of such approach. On the example of Shenzhen – a typical coastal megacity in China – we demonstrated that urbanization level proxied by human population density has overruled the impact of natural environmental factors associated with the distance from the sea. Overall, urban habitats maintained a lower functional diversity of oribatid mites by filtering out some functional traits. Specifically, the share of surface- and litter-dwelling mites was strongly reduced, whereas fungivorous mites benefited from the increase of urbanization. These findings provide scientific basis and practical reference for the conservation and management of soil biodiversity in urban ecosystems in the future.

# ПРОБЛЕМЫ ПОЧВЕННОЙ ЗООЛОГИИ

## МАТЕРИАЛЫ XX СОВЕЩАНИЯ ПО ПОЧВЕННОЙ ЗООЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Всероссийская конференция с Международным участием

14–18 сентября 2026 г., Екатеринбург

*Научное издание*

Подписано в печать 03.09.2026. Формат 60х84 1/16  
Бумага офсетная Печать лазерная Усл. печ. л. 11,0

Заказ № 8499 Тираж 300 экз.

Издательство УМЦ УПИ  
г. Екатеринбург, пер. Лобачевского, 1  
тел.: (343) 362-91-16

Отпечатано: ИП. Домнин А.В.  
тел. (343) 266-34-05  
сайт: [adek-print.ru](http://adek-print.ru)

Институт экологии растений и животных  
Уральского отделения Российской академии наук  
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова  
Российской академии наук  
Научный совет РАН по экологии биологических систем

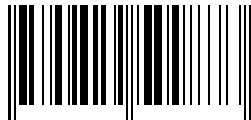
# ПРОБЛЕМЫ ПОЧВЕННОЙ ЗООЛОГИИ

МАТЕРИАЛЫ XX СОВЕЩАНИЯ  
ПО ПОЧВЕННОЙ ЗООЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ

Всероссийская конференция с Международным участием



ISBN 978-5-8295-0987-3



Екатеринбург  
2026