



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

Авторы:

Кирилл Анатольевич Бабий, научный сотрудник НИЛ СиЭБ
ОмГПУ

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



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

или

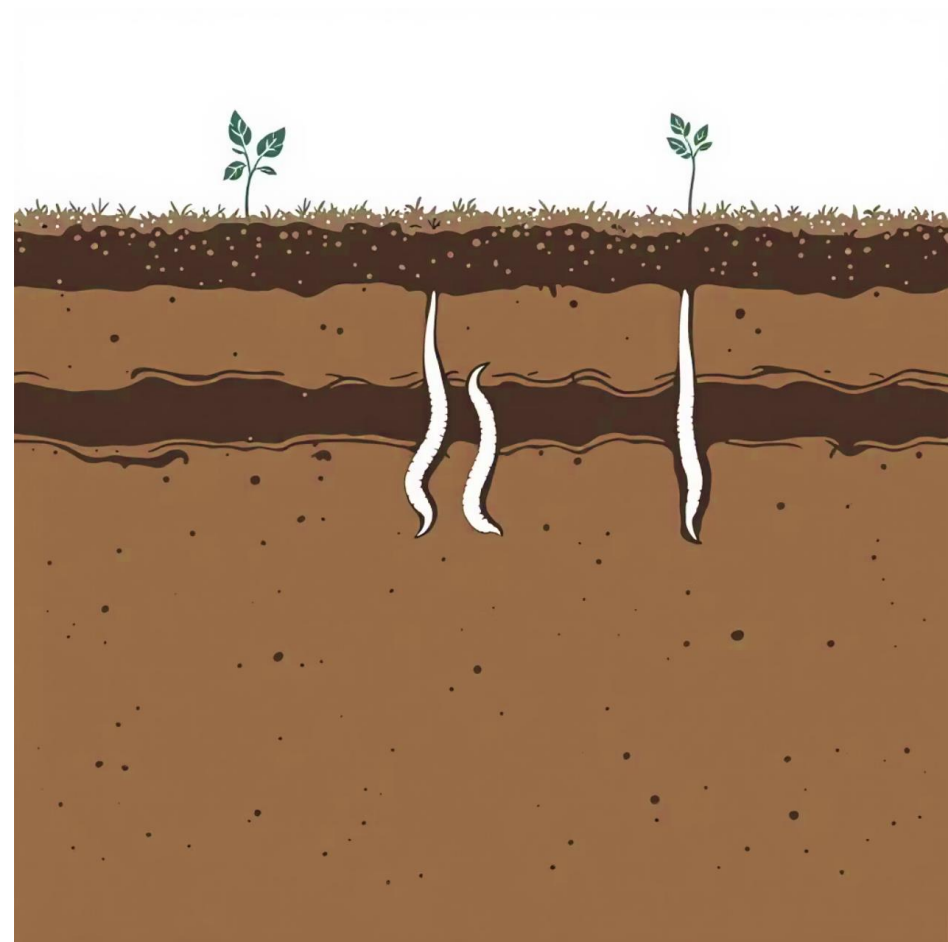
Мы с Тamarой ходим парой



Проблема

В Западной Сибири существует проблема вторичного засоления и осолонцевания почв. Это связано с близким залеганием минерализованных грунтовых вод и нарушением гидрологического режима.

- Последствия: Снижение продуктивности сельхозугодий, потеря биоразнообразия.
- Традиционные методы рекультивации часто дороги, ресурсозатратны и неустойчивы.

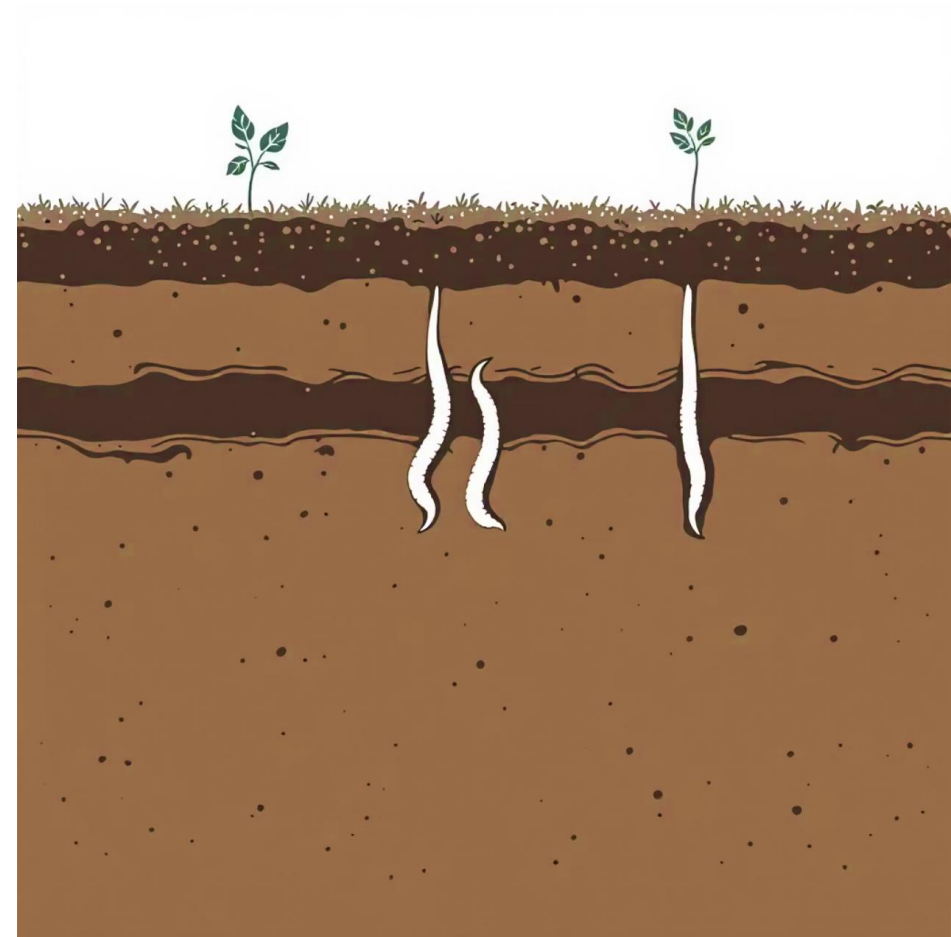


Роль дождевых червей в снижении засоления почвы

В Западной Сибири существует проблема вторичного засоления и осолонцевания почв. Это связано с близким залеганием минерализованных грунтовых вод и нарушением гидрологического режима.

- **Альтернатива — биоремедиация**, и один из агентов — дождевые черви. Они улучшают структуру почвы, влияют на круговорот элементов и могут снижать токсичное действие натрия.

Однако, способность дождевых червей благотворно влиять на засоленные почвы подтверждена преимущественно в **лабораторных исследованиях**.



Цель работы: оценка изменения доступности ионов почвы, а также оценка изменения засоленности почвы через коэффициент адсорбции натрия под воздействием *A. rosea* и *A. caliginosa* в полевых условиях.



Методы исследования: поле

Лугово-чернозёмная солонцеватая и солончаковая почва
(Gleyic Chernozem (Sodic))

Время экспозиции: 90 дней -
вегетационный период

4 варианта эксперимента:

- *A. caliginosa* (4 особи на мезокосм)
- *A. rosea* (4 особи на мезокосм)
- ассоциация видов (2+2 особи на мезокосм)
- контроль

Мезокосмы диаметром 10 см

По 3 мезокосма каждого варианта на площадку
4 площадки (повторности)

Итого: 48 мезокосмов

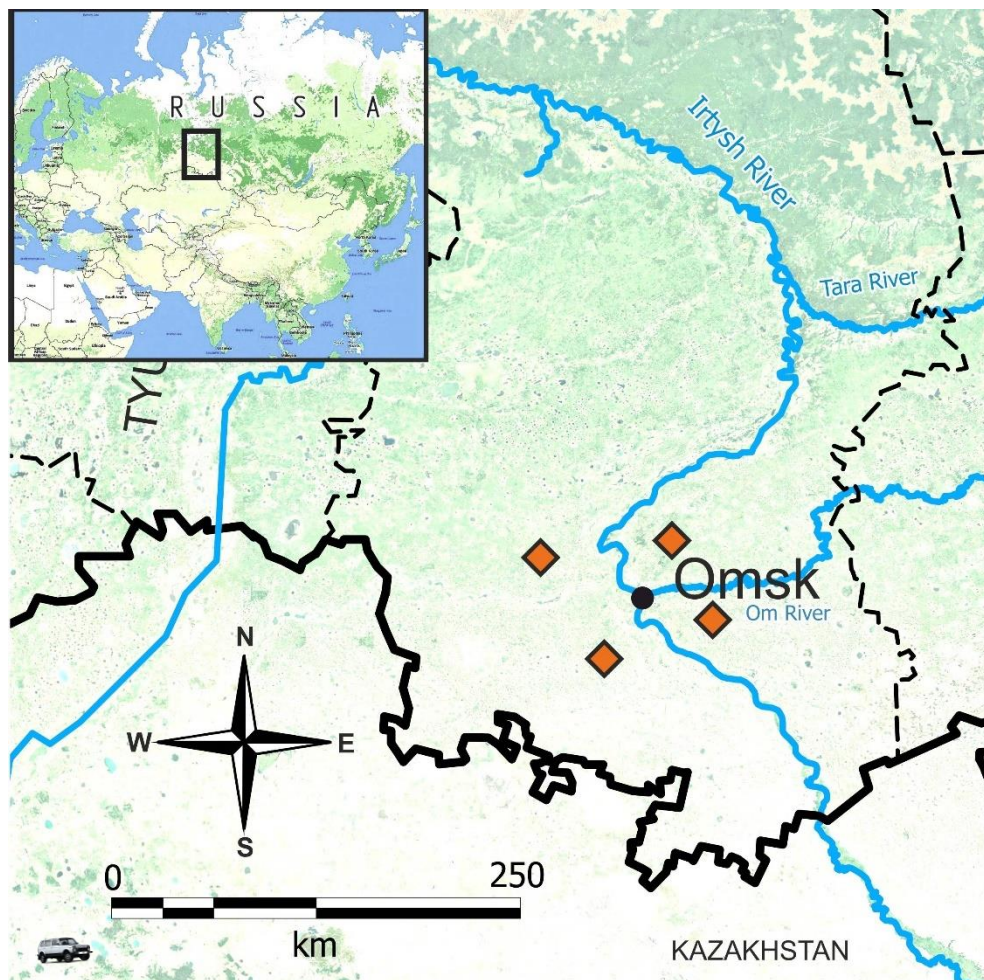
Пробы почвы: 3 слоя по 10 см

Мезокосмы в почве



Почвенные пробы

Расположение 4 экспериментальных площадок в Омской области



Методы исследования: лаборатория

- Содержание водорастворимых форм ионов – система капиллярного электрофореза «Капель 104Т».
- Калий, натрий, магний и кальций: методика ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3.74-2012
- Хлориды и сульфаты: методика ПНД Ф 16.1:2:2.3:2.2.69-10



Почвенные пробы



Сушка почв



Измельчение



Приготовление вытяжек



Центрифугирование



Анализ на системе Капель 104Т



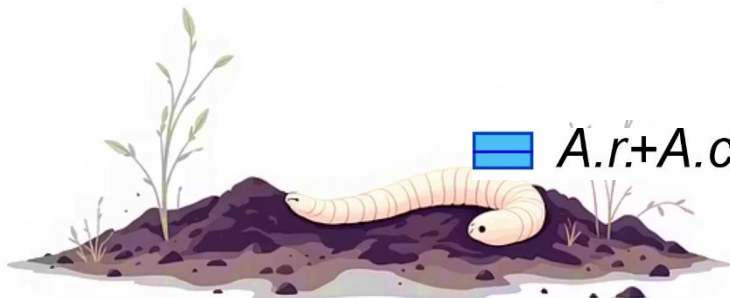
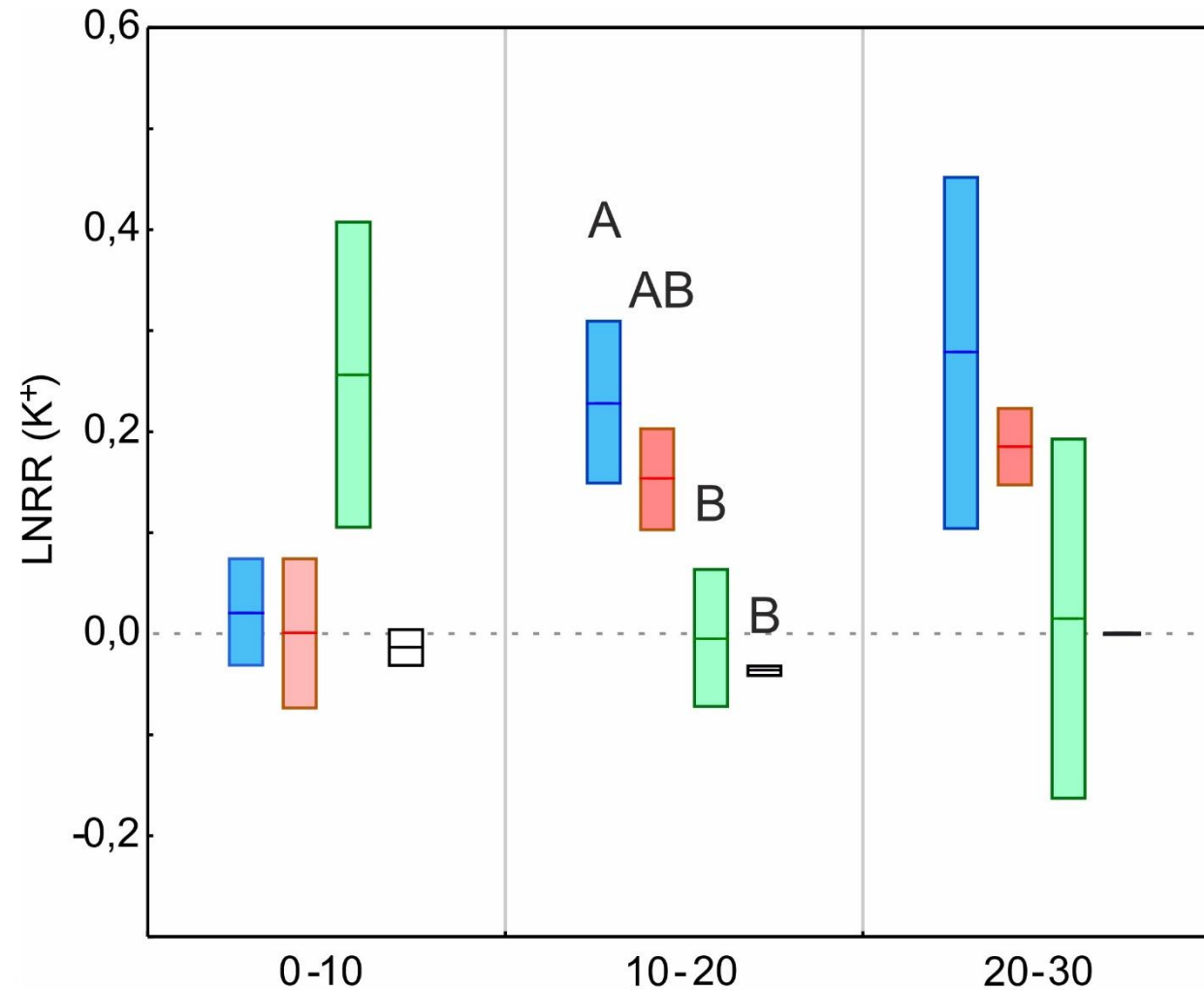
Полученные электрофореграммы
 K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-}

Статистическая обработка

- Коэффициент адсорбции натрия (SAR):
$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$
- Преобразование данных: натуральный логарифм отношения отклика (LnRR), где LnRR (переменная) = ln (свойство почвы / свойство почвы площадки).
- Статистические различия влияния вариантов эксперимента на катионный состав почвы провели с помощью ANOVA, а также попарного критерия Тьюки (Tukey HSD test) при $p=0.05$. Для оценки изменения SAR применялся непараметрический тест Краскела-Уоллеса.



Изменение содержания калия (K^+) в почве



■ A.r.+A.c.

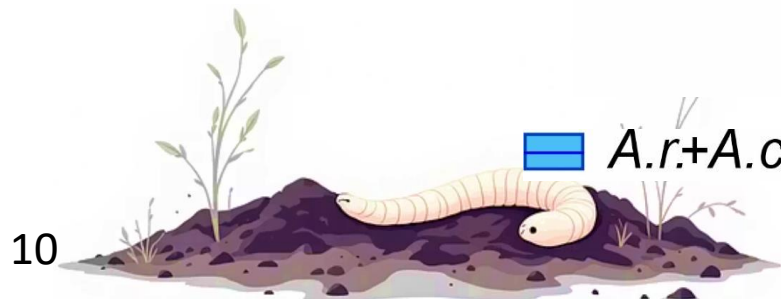
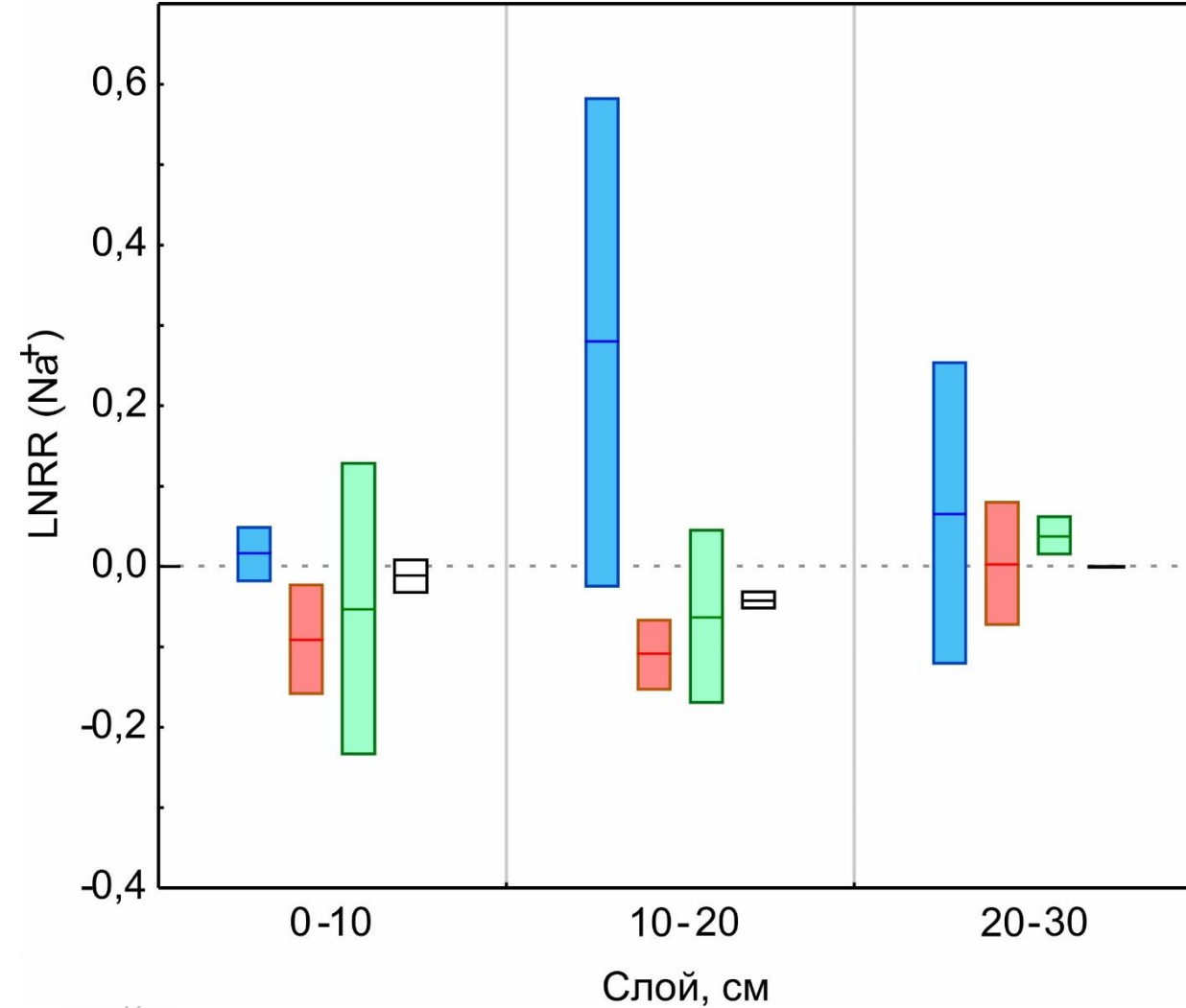
■ A. rosea

■ A. caliginosa

■ Control

Заглавные буквы – сравнения ($p=0,05$) между вариантами в каждом слое

Изменение содержания натрия (Na^+) в почве



 *A.r.+A.c.*

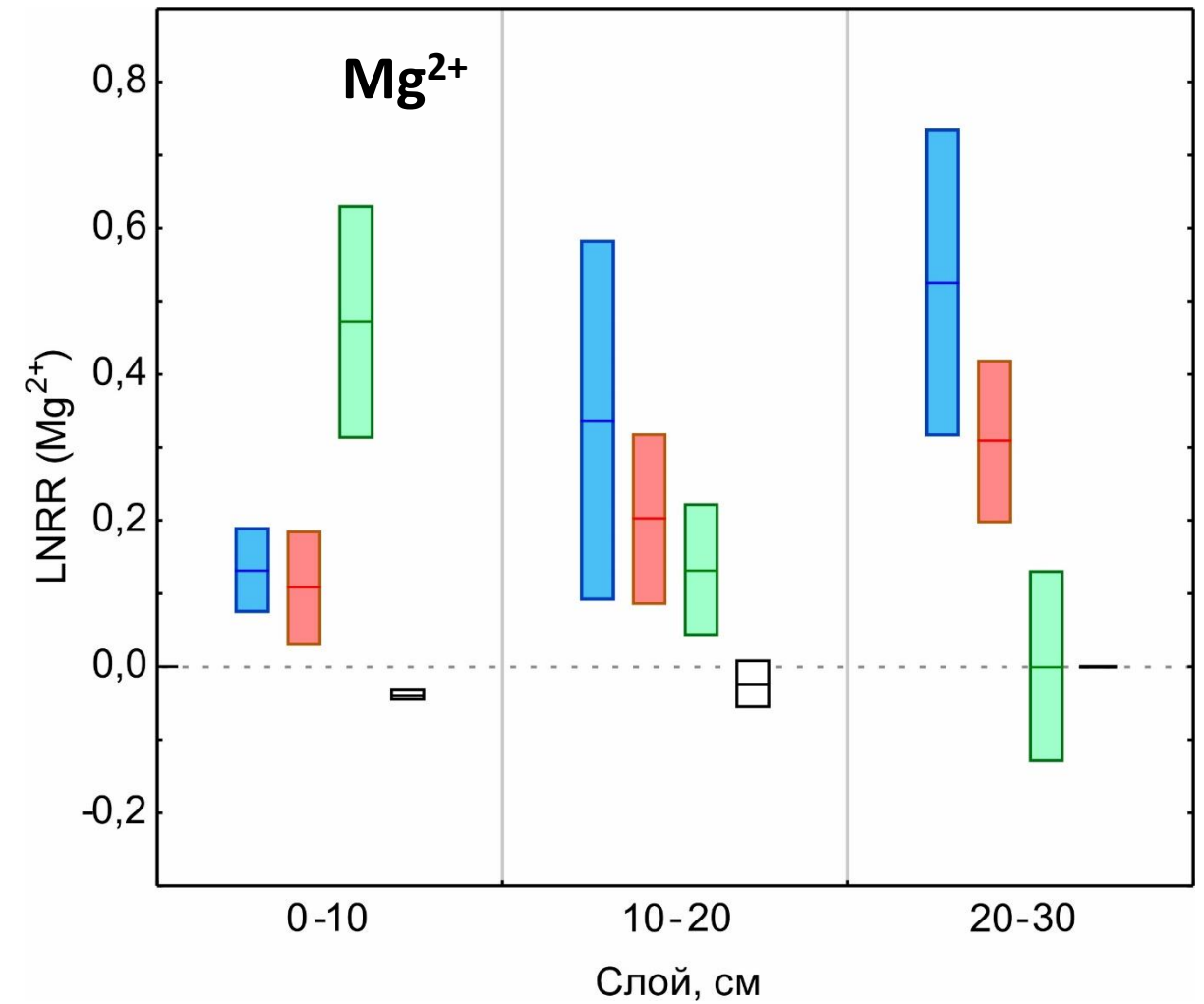
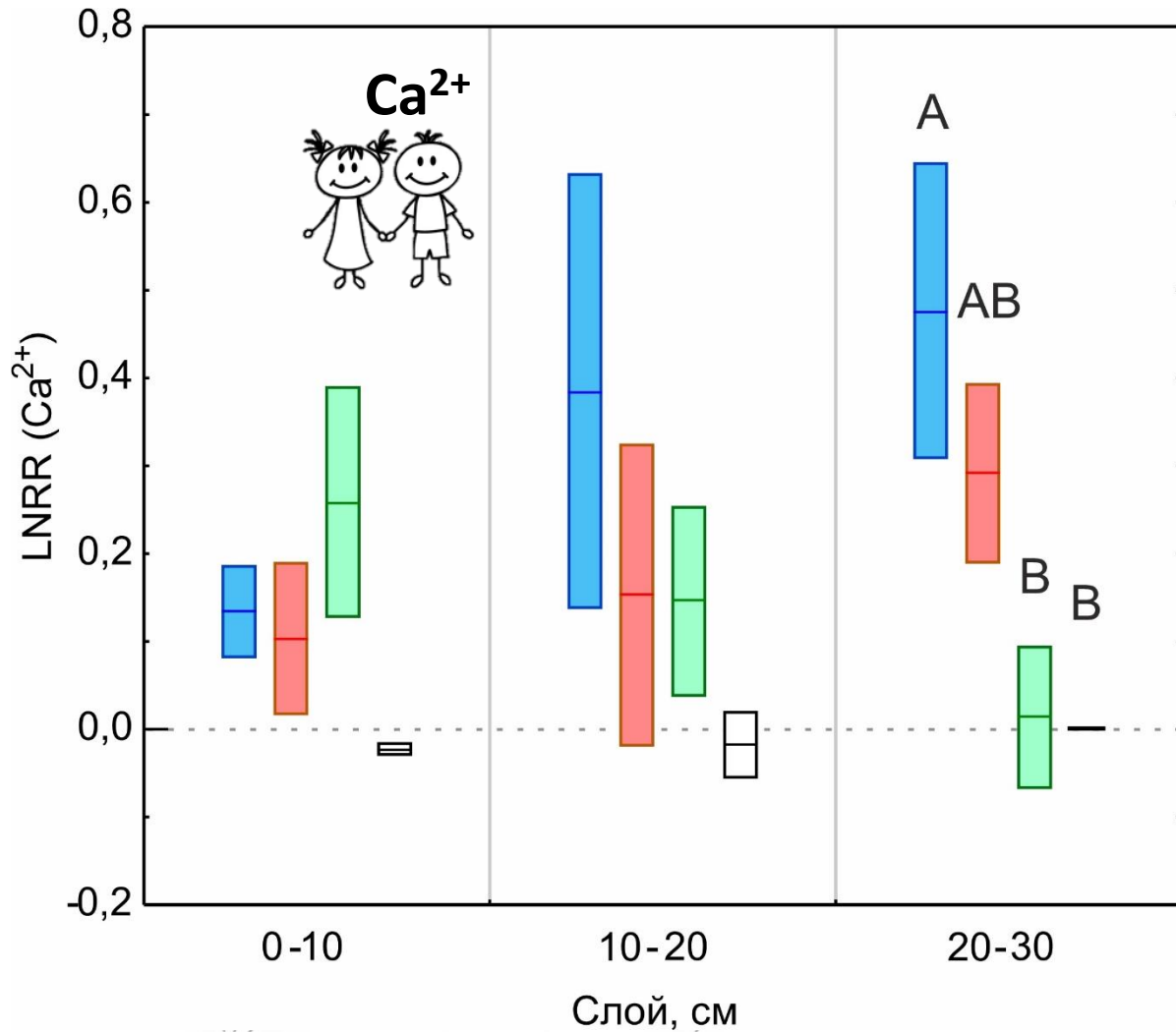
 *A. rosea*

 *A. caliginosa*

 Control

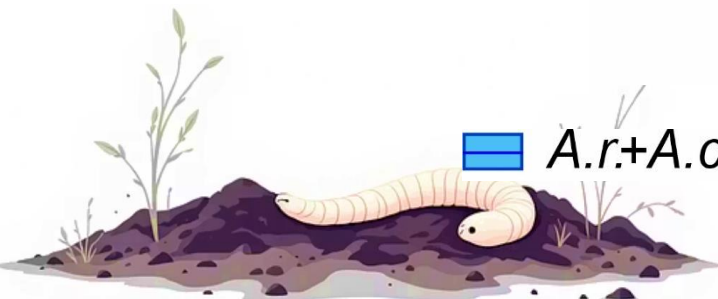
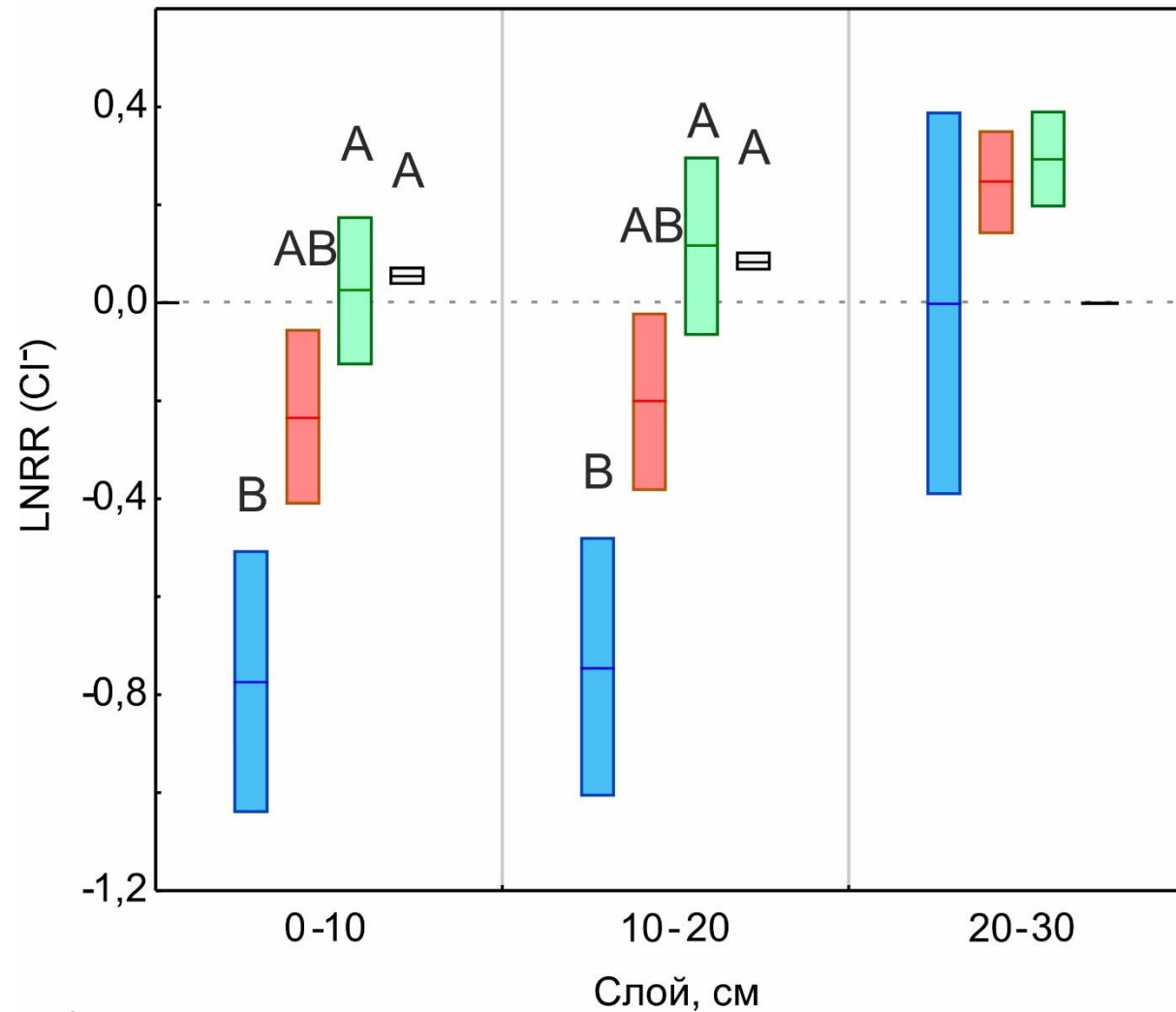
Заглавные буквы – сравнения ($p=0,05$) между вариантами в каждом слое

Изменение содержания кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) в почве



Заглавные буквы – сравнения ($p=0,05$) между вариантами в каждом слое

Изменение содержания хлорид-ионов (Cl^-) в почве



A.r.+A.c.

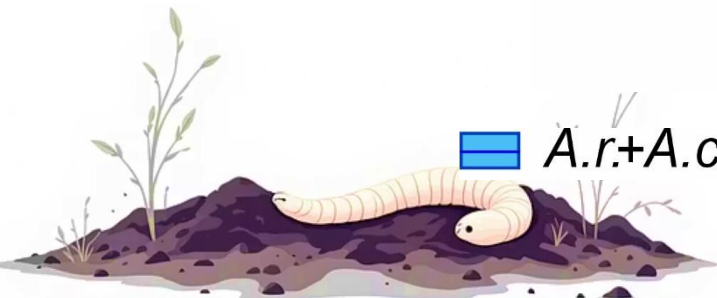
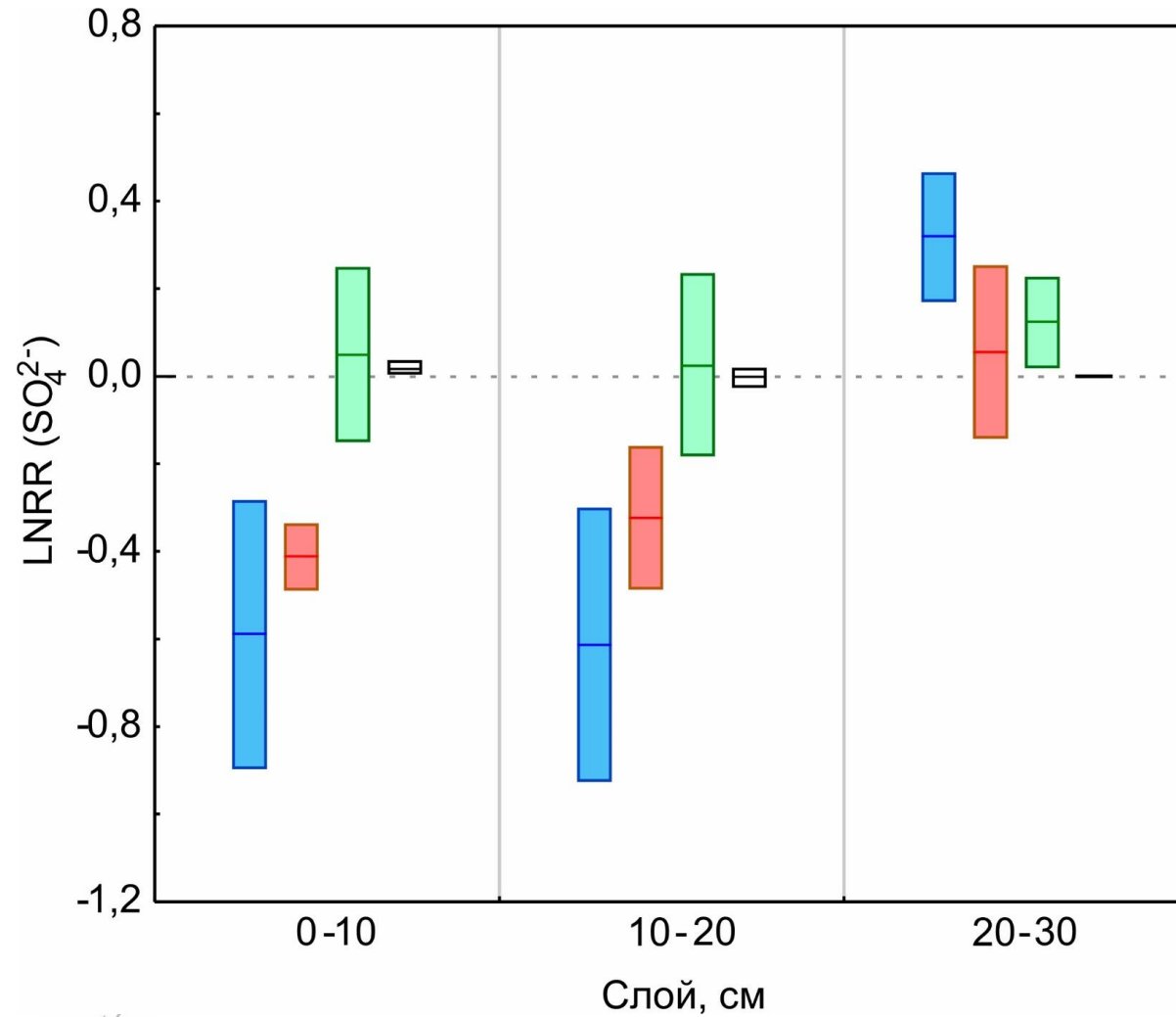
A. rosea

A. caliginosa

Control

Заглавные буквы – сравнения ($p=0,05$) между вариантами в каждом слое

Изменение содержания сульфат-ионов (SO_4^{2-}) в почве



 *A.r.+A.c.*

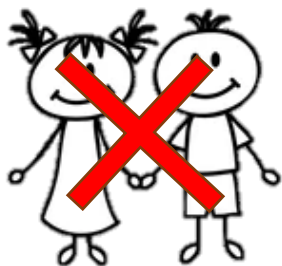
 *A. rosea*

 *A. caliginosa*

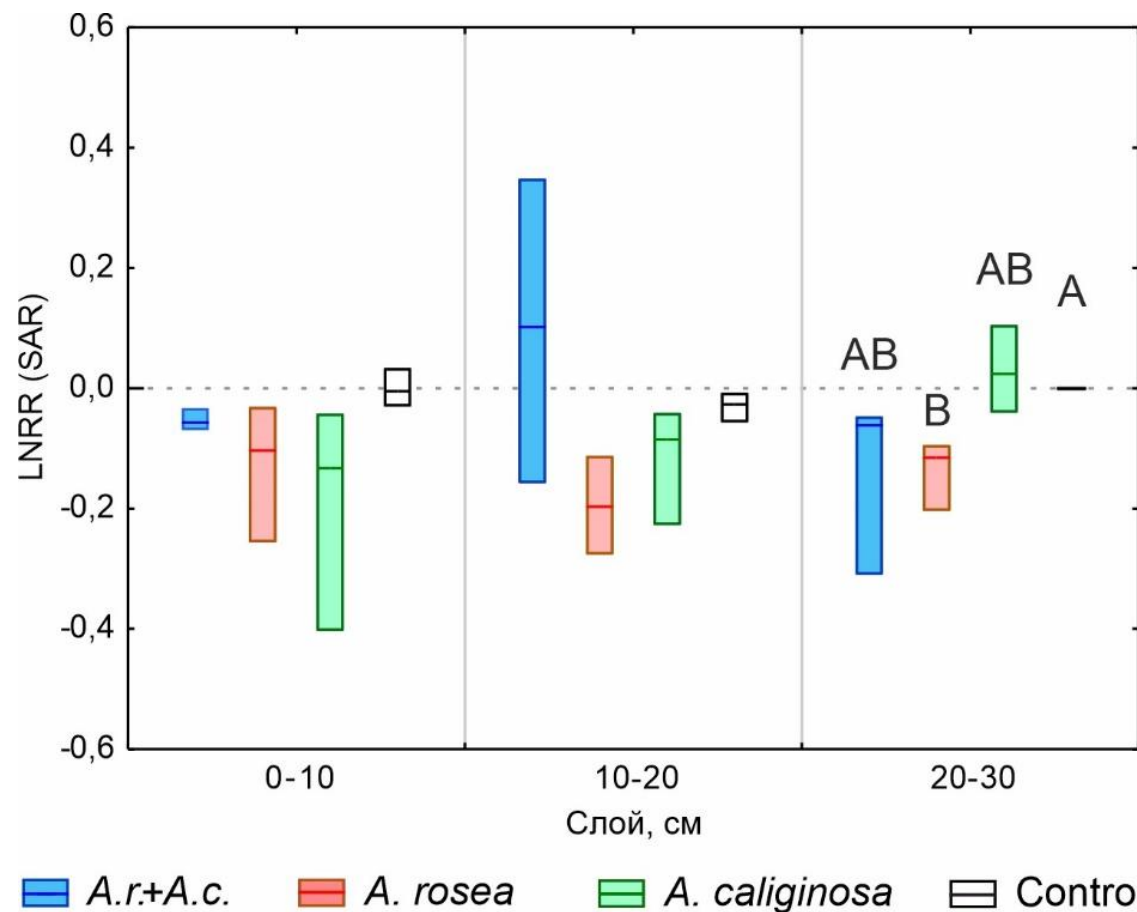
 Control

Заглавные буквы – сравнения ($p=0,05$) между вариантами в каждом слое

Изменение коэффициента адсорбции натрия (SAR)



$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$



Aporrectodea rosea



Выводы

- Влияние инвазивных червей на ионный состав засоленных почв Западной Сибири носит послойный и видоспецифичный характер.
- Выявлен синергетический эффект совместного обитания *A. rosea* и *A. caliginosa*: только в смешанной культуре значительно повышается содержание калия, магния и кальция и снижается содержание хлоридов.
- Наиболее эффективным агентом для снижения натриевой токсичности (SAR) в нижнем горизонте оказалась монокультура *A. rosea*.
- Перспективы: Необходимы долгосрочные эксперименты и проверка на других типах засоленных почв.





работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (грант № 25-24-00419)



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

или

Мы с Тamarой ходим парой

Авторы:

Кирилл Анатольевич Бабий, научный сотрудник НИЛ СиЭБ
ОмГПУ

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



Инженеры подземелья: как инвазивные черви перестраивают почву Западной Сибири

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

Омский государственный педагогический университет, г. Омск



Рис. 1. Карта-схема размещения экспериментальных площадок в Омской области

Aporrectodea caliginosa выступает ключевым агентом формирования водопрочной структуры почвы среди изученных инвазивных видов. Его активность по формированию агрономически ценных агрегатов (>1 мм) значительно превосходит как *Aporrectodea rosea*, так и контроль, при этом эффект зависит от глубины почвы.

Совместное обитание видов не приводит к усилению эффектов: показатели остаются на уровне монокультуры *A. caliginosa* или ниже.

Вселение *A. rosea* в почву, где уже доминирует *A. caliginosa*, создает риск дестабилизации почвенной структуры, что может снизить противозоизонную стойкость почв. Это особенно критично в условиях усиления антропогенного воздействия и климатических изменений.



Станислав Князев
labinvert@omgpu.ru

Цель исследования

Оценка изменения размерного спектра агрегатов и их водопрочности под воздействием инвазивных *A. rosea* и *A. caliginosa* в полевых условиях.

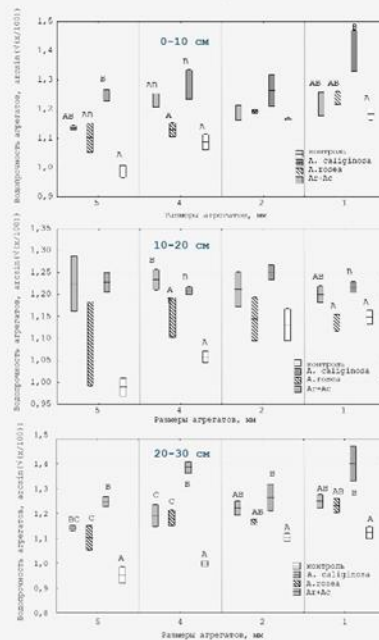


Рис. 2. Водопрочность агрегатов почвы (1-5 мм) в мезокосмах с монокультурами *A. rosea* и *A. caliginosa*, при их совместном содержании и контроле в разных слоях почвы. Варианты с разными буквами значимо различаются ($p < 0,05$, тест Тьюки). Вертикальные столбы обозначают $\pm$ стандартную ошибку, значок в центре столбца – среднее значение.

Дизайн эксперимента

Полевой эксперимент проводился в Омской области на четырех площадках с лугочно-пастбищной экосистемой почвы. Использовали всего 48 мезокосмов (диаметры 10 см и высотой 30 см, заполненные промысловой почвой (глубина 4 см). Варианты: контроль (без червей), монокультуры *A. caliginosa* (Ac) и *A. rosea* (Ar), и также дугизонная ассоциация. В каждый мезокосм заселили по 4 инвазивных особи (2:2 или Ar:Ar). После 60 дней почва мезокосмов досыпала с тем же 10 см разбавила, проводили сухой рассев (сита с ячейкой от >10 мм до <0,1 мм) и определяли водопрочность агрегатов размером 1-5 мм по методу Коческого и модификации Силингов.

Статистическая обработка

Одноточечный дисперсионный анализ ANOVA. Проверка сравнения средних значений с помощью теста Тьюки при уровне значимости $p < 0,05$. Проверку данных на нормальности агрегатов и массовые доли размеров фракций выражали в процентах, для обеспечения нормальности распределения и гомогенности дисперсий перед проведением дисперсионного анализа их логарифмировали (арифметическое преобразование $\ln(x/(n+1))$). Все расчеты выполняли в программе Statistica 13.0.

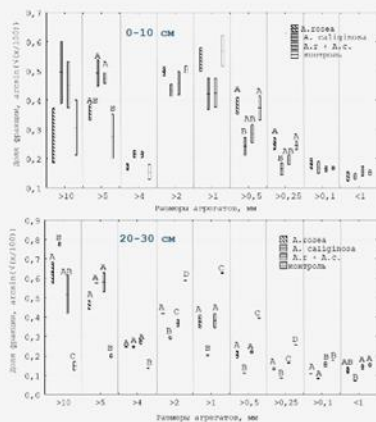


Рис. 3. Массовая доля размеров фракций в мезокосмах с монокультурами *A. rosea* и *A. caliginosa*, при их совместном содержании и контроле в разных слоях почвы. Варианты с разными буквами значимо различаются ($p < 0,05$, тест Тьюки). Вертикальные столбы обозначают $\pm$ стандартную ошибку, значок в центре столбца – среднее значение.



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

Авторы:

Кирилл Анатольевич Бабий, научный сотрудник НИЛ СиЭБ
ОмГПУ

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