



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.

Функциональная активность почвенных беспозвоночных

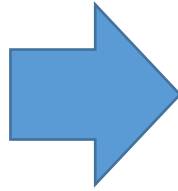
Функциональная активность

Трофическая

(потребление опада, микроорганизмов)

Биотурбационная

(прокладывание ходов, перемещение почвенного материала)



Экосистемные процессы

Разложение растительных остатков

Формирование структуры почвы

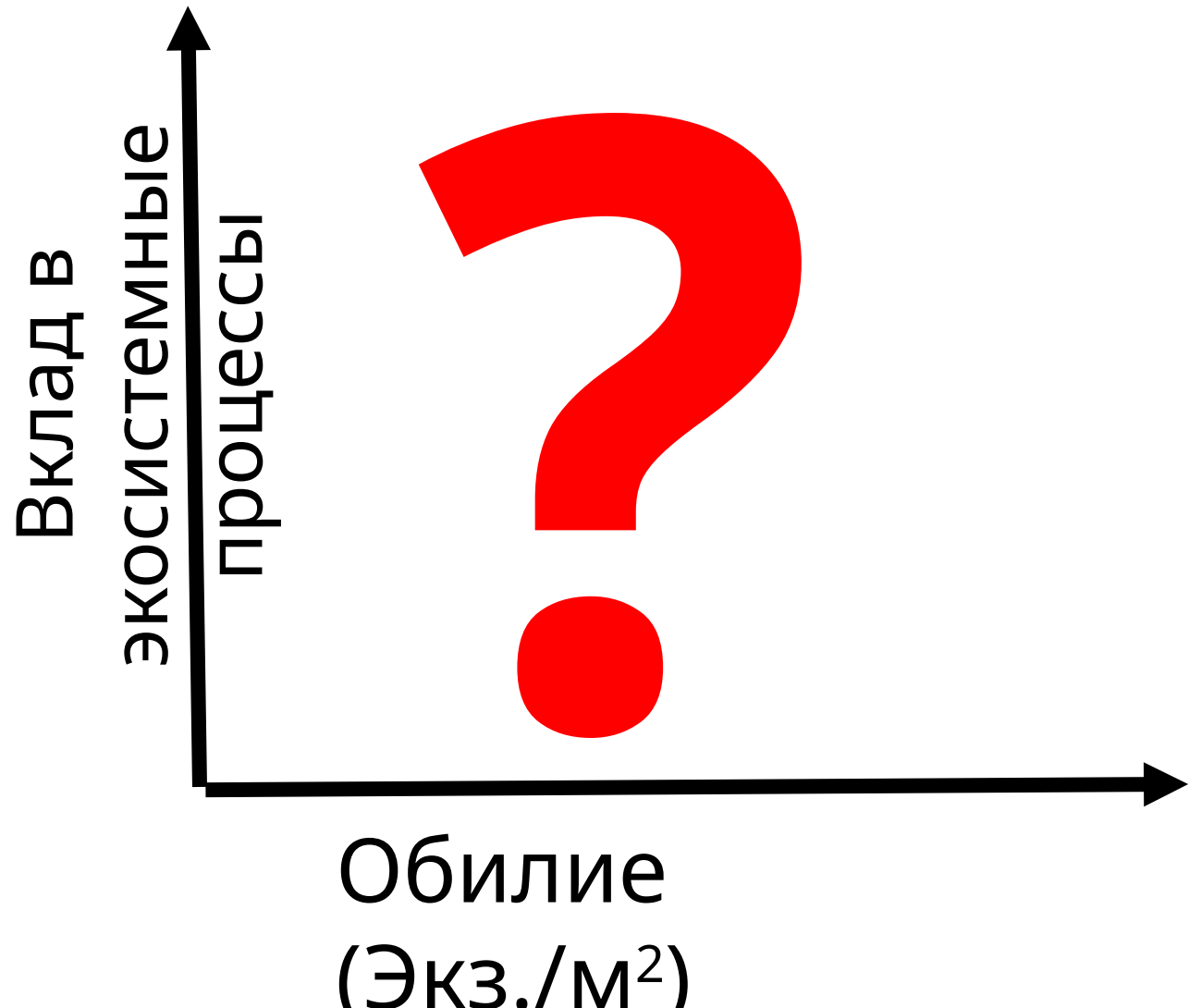
Поддержание баланса углерода в почве

Функциональная активность почвенных беспозвоночных

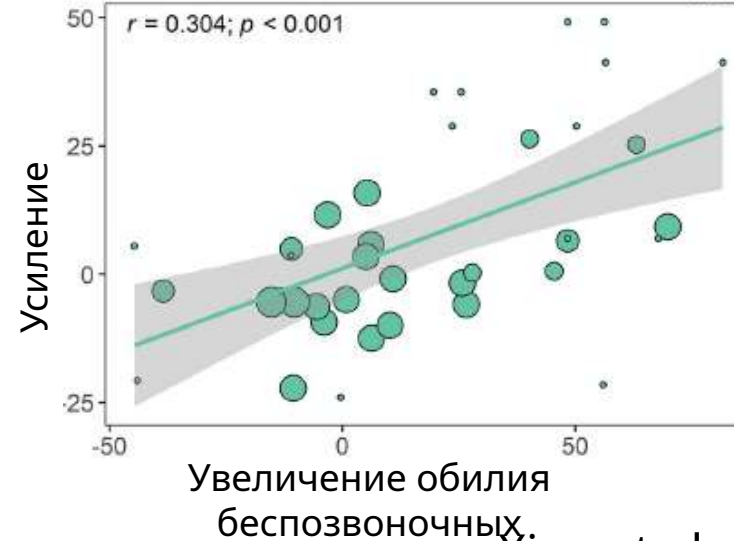
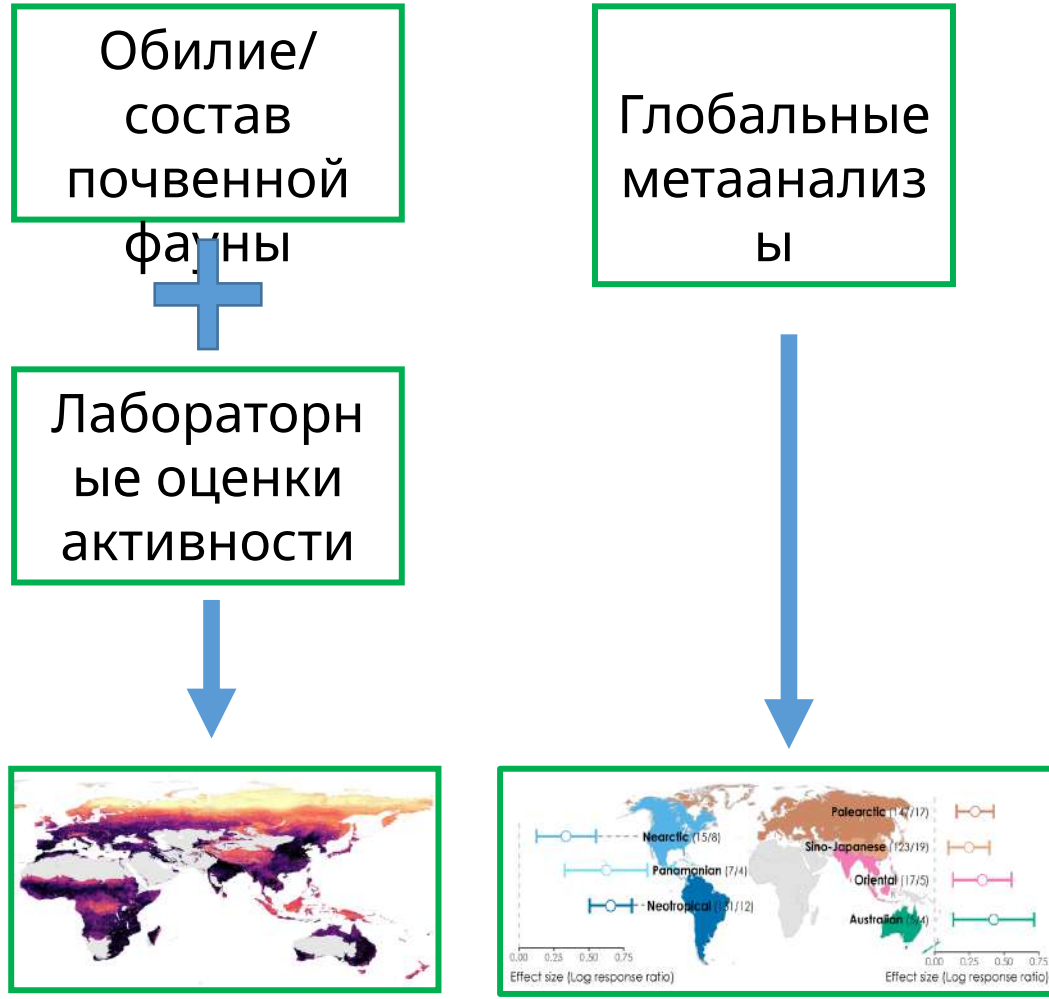
- ✓ -Данные по обилию и биомассе почвенной фауны
- ✓ -Полевые оценки активности (в основном вклад в деструкцию опада)
- ✓ -Лабораторные оценки активности
- Механизмы влияния на

Функциональная активность почвенных беспозвоночных

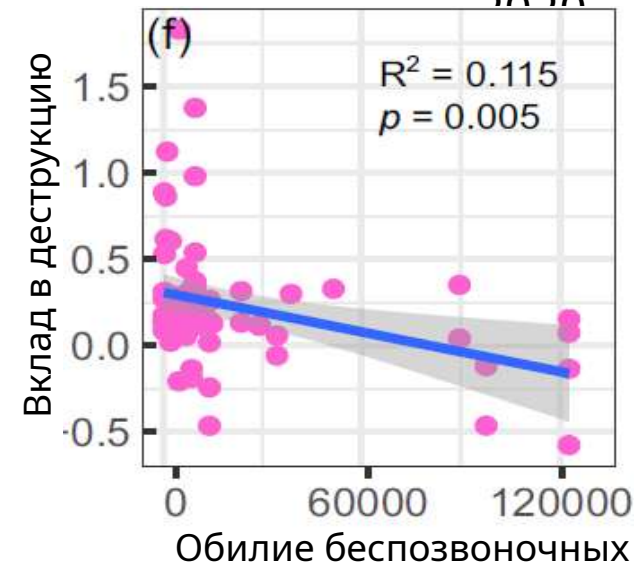
- ✓ -Данные по обилию и биомассе почвенной фауны
- ✓ -Полевые оценки активности (в основном вклад в деструкцию опада)
- ✓ -Лабораторные оценки активности
- Механизмы влияния на



Функциональная активность почвенных беспозвоночных

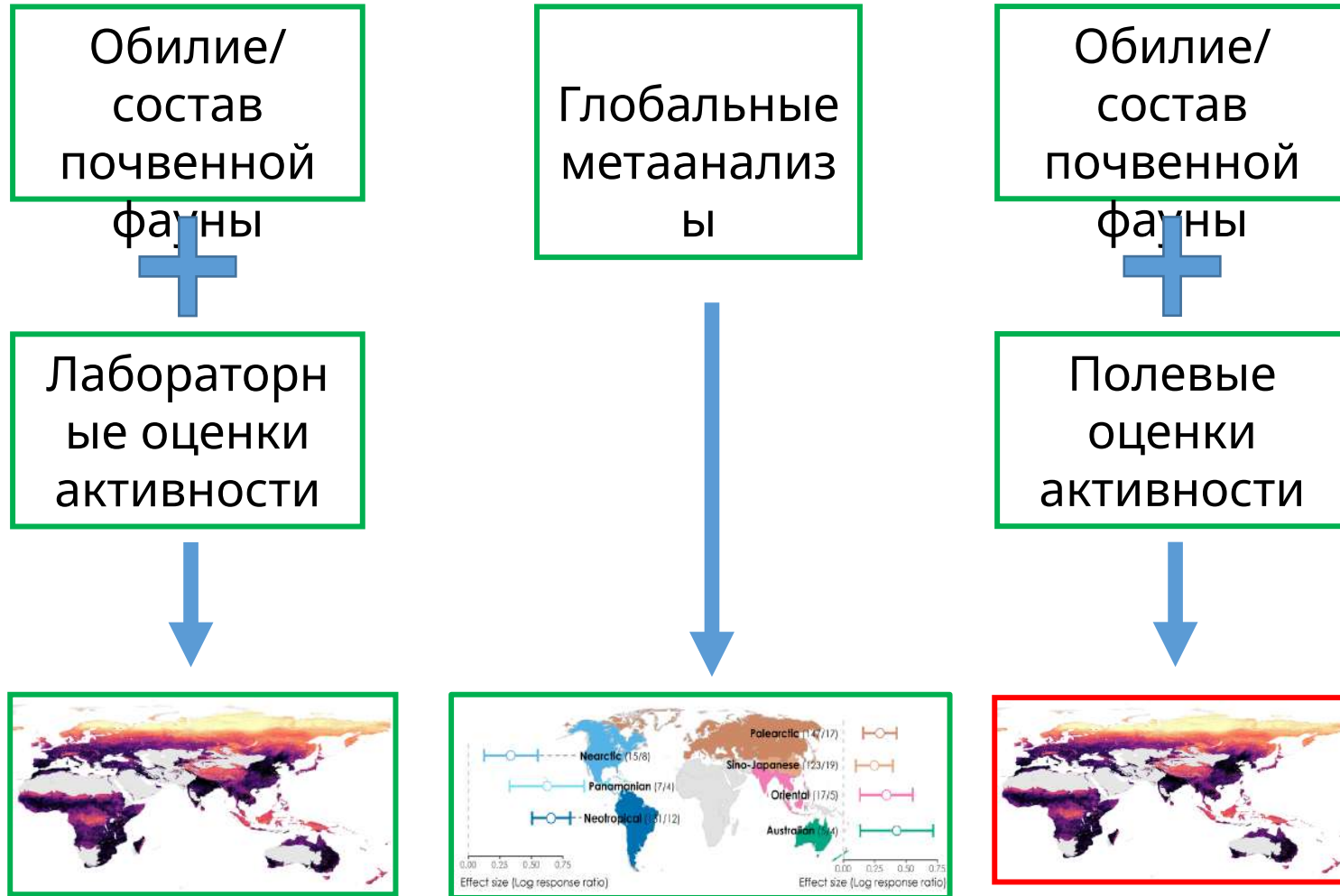


Xiao et al.,
2020



Peng et al.,
2023

Функциональная активность почвенных беспозвоночных



van den Hoogen
2020

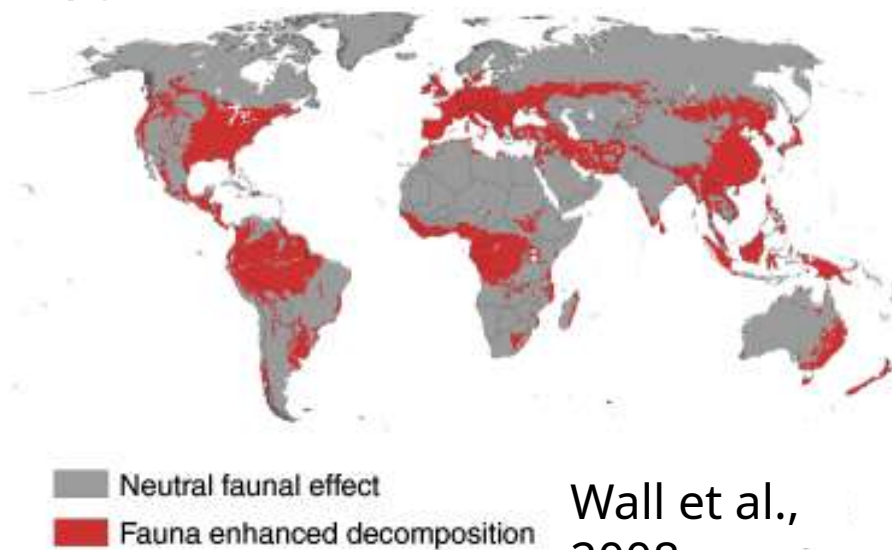
Heděpéc et al.

Wu et.al.,
2025

Zeng et al.

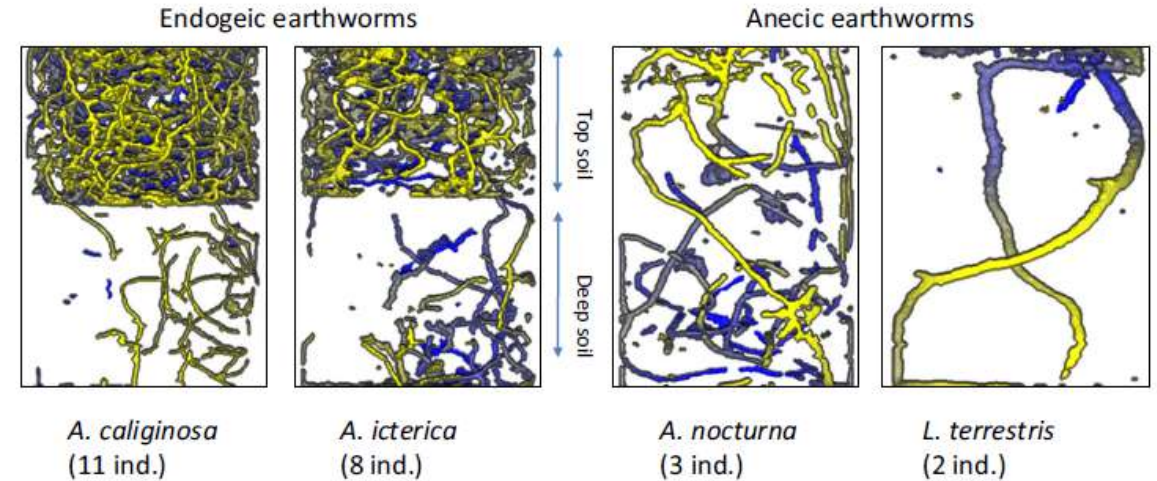
Региональные и
глобальные
оценки

Необходима проверка в
прямых
крупномасштабных

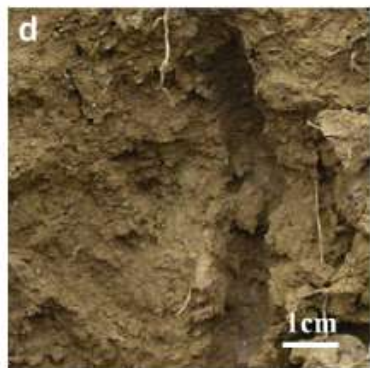


Wall et al.,
2008

Методы оценки биотурбационной активности



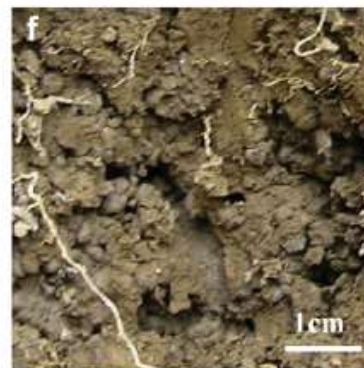
Capowiez et al., 2021



BUR_e

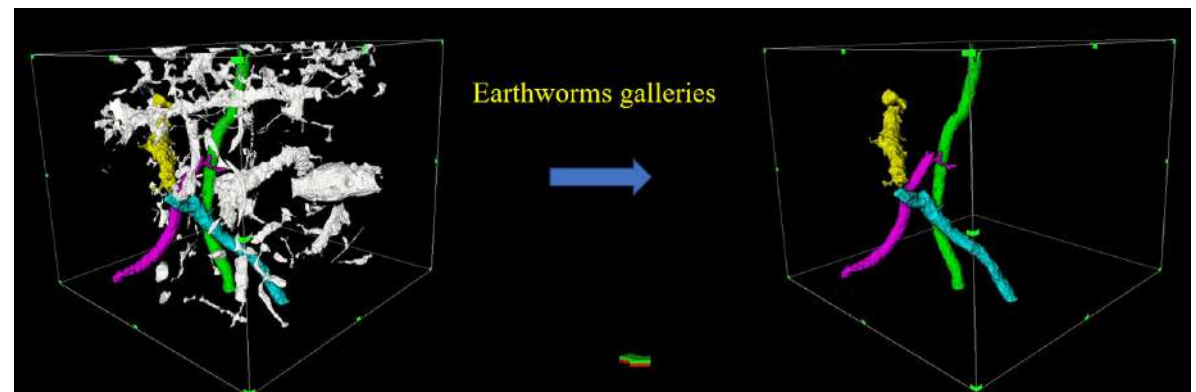


BUR_b



BUR /CAST

Piron et al., 2012

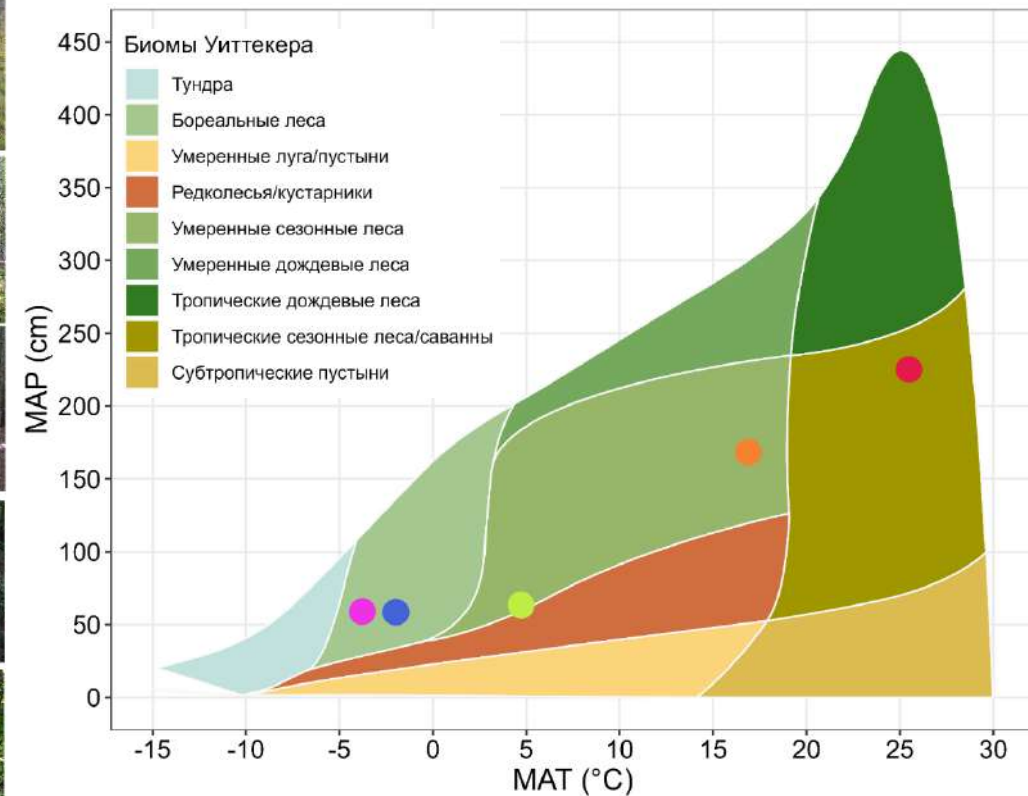
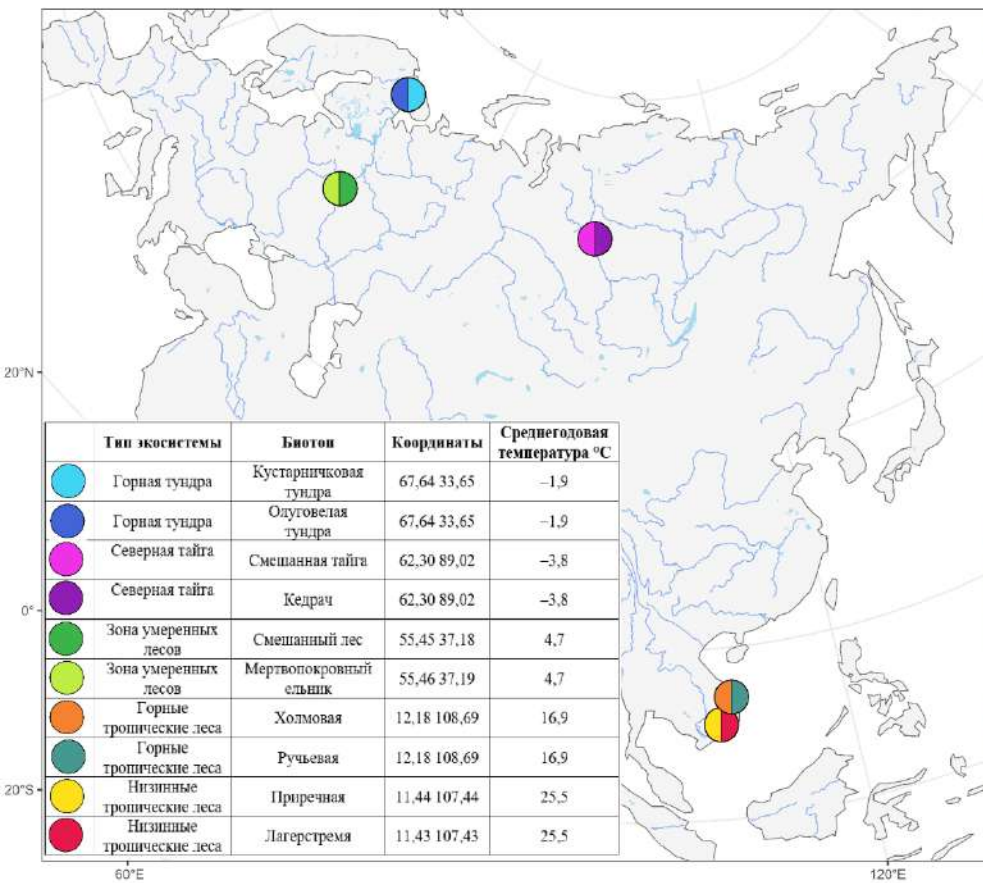


Cheik et al.,
2019

Цель

Соотнести вклад почвенных сапрофагов в экосистемные процессы с обилием и разнообразием ключевых таксономических групп в прямом крупномасштабном эксперименте.

Исследованные экосистемы



Учёт обилия и метаболизма почвенных беспозвоночных



Для анализа использовали основные группы почвенных сапрофагов: МАКРО (Diplopoda, Isopoda, Crassiclitellata, Isoptera, отдельные семейства Coleoptera), МЕЗО (Collembola, Sarcoptiformes).

Зависимость метаболизма беспозвоночных от температуры:

$$\ln(I) = \ln(i_0) + \alpha \cdot \ln(M) - E/(kT)$$

I – метаболизм особи (Дж/ч)

$\ln(i_0)$, α и E – коэффициенты, специфичные для различных филогенетических групп,

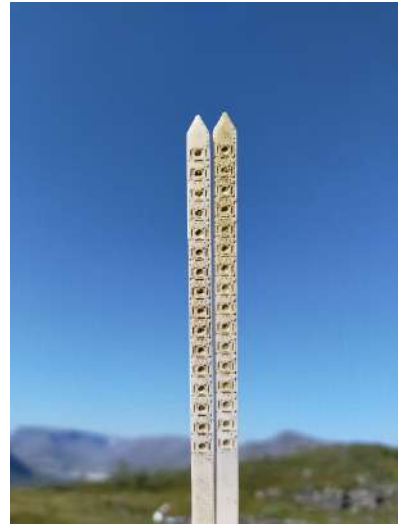
M – биомасса организма (вес живого организма, мг)

k – константа Больцмана $8,62 \cdot 10^{-5} \text{ eV K}^{-1}$

(Ehnes et al., 2011)



Трофическая активности и вклад в деструкцию опада (LRR)



На каждом участке 16 пластин по
регулярной сетке 4*4 с шагом в 10
см.

Всего: 800 пластин
0 — приманка не тронута
0,5 — значительная часть
съедена
1 — приманка отсутствует



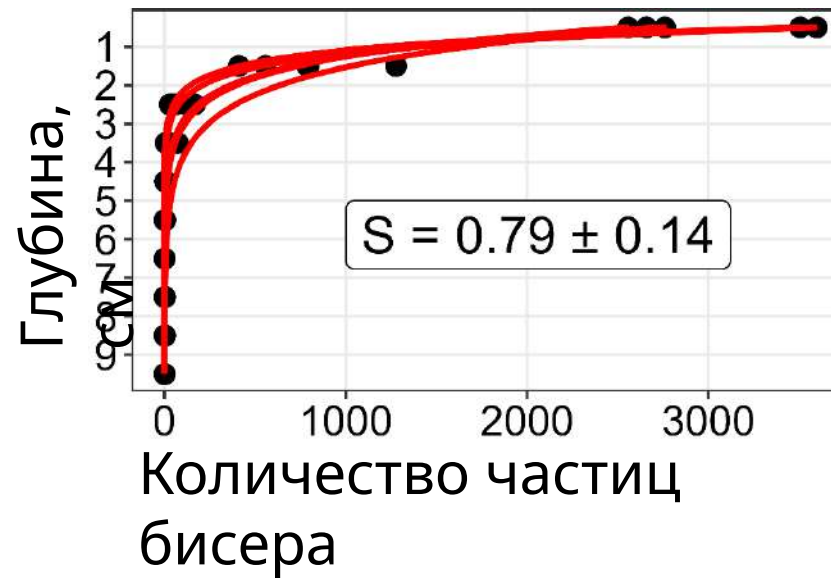
3-4 мешка с ячейей 1,2 и 5 мм на
каждом участке (32 мешка в биотопе).
Всего 320 мешков с опадом

$$M_t = M_0 * e^{-kt} \text{ (Olson 1963)}$$

Вклад макросапрофагов в
деструкцию:

$$LRR = \ln(k_5/k_{1,2}) \text{ (Hedges et al., 1999)}$$

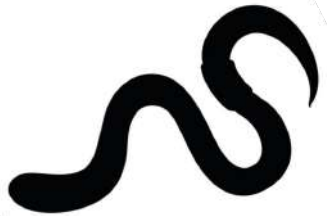
Биотурбационная активность (прослеживание трассирующих частиц)



На каждом участке - 2
микроплощадки

40 мл (~4500 шт) бисера
диаметром 2мм
Всего 100 микроплощадок

$$N = b_0 * e^{-s*d}$$

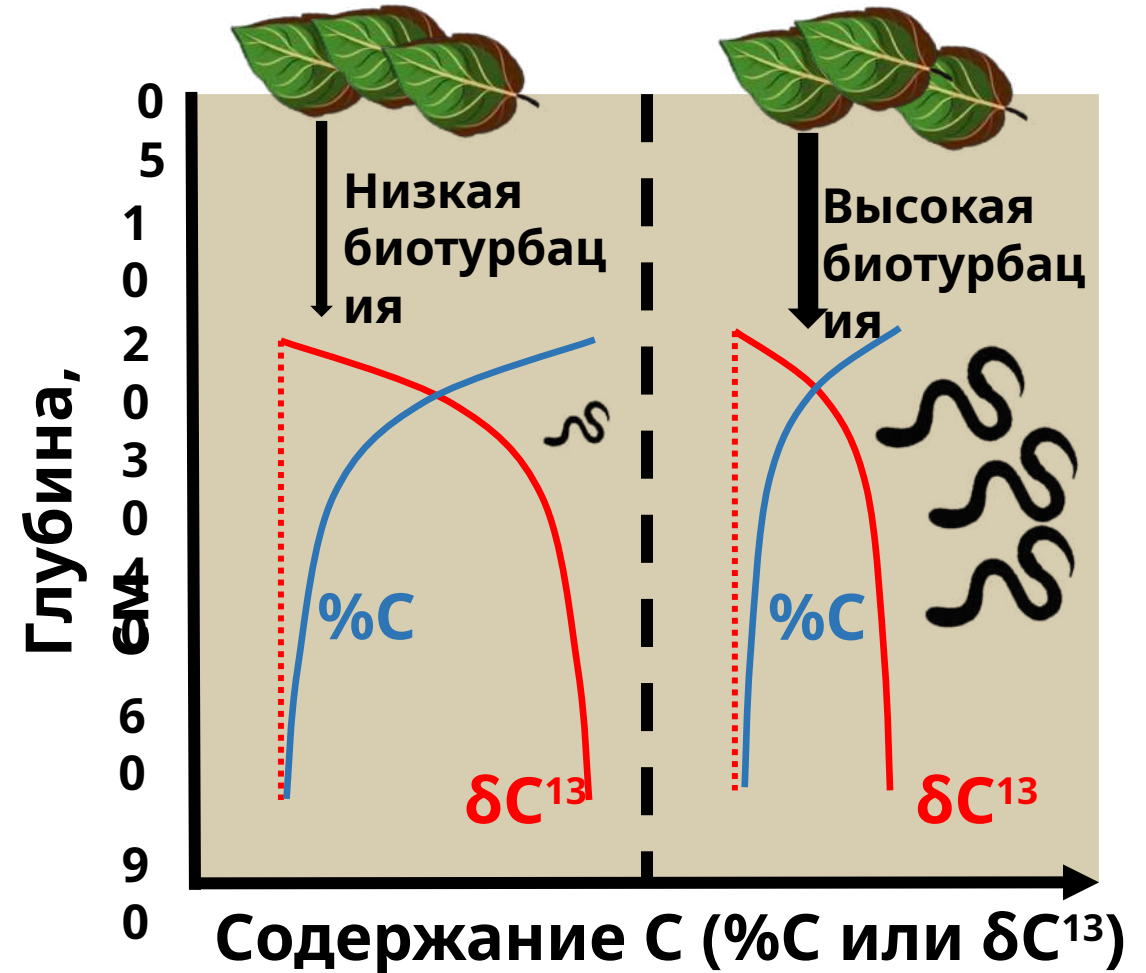


$Q_{10} \sim *2$ при увеличении температуры на 10°C

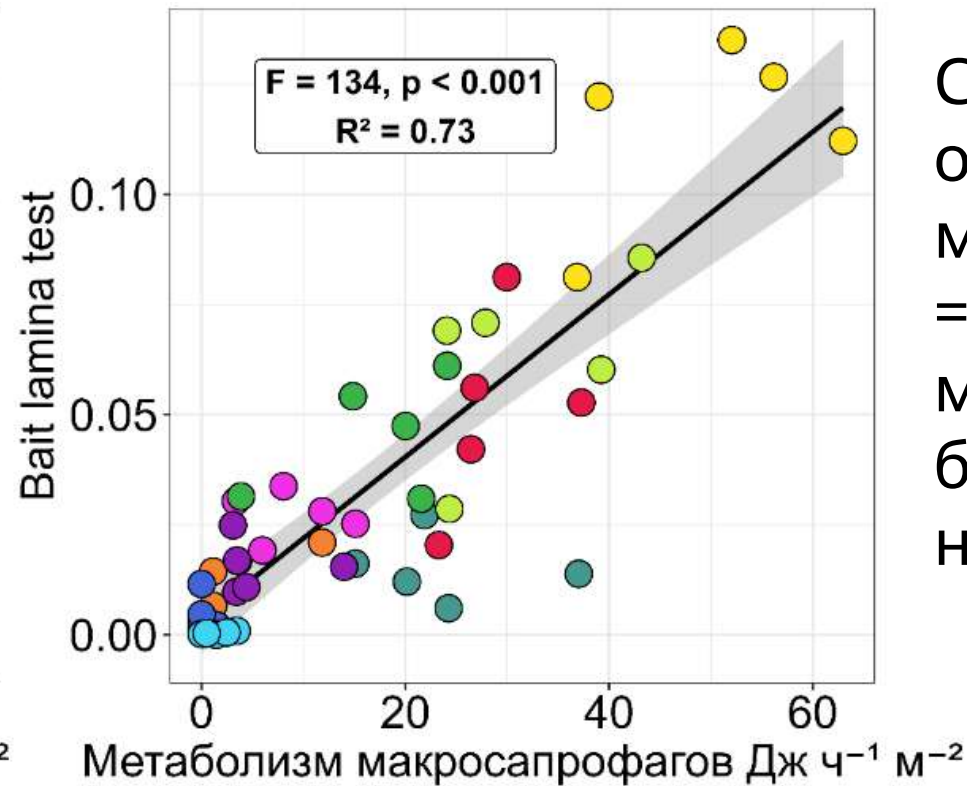
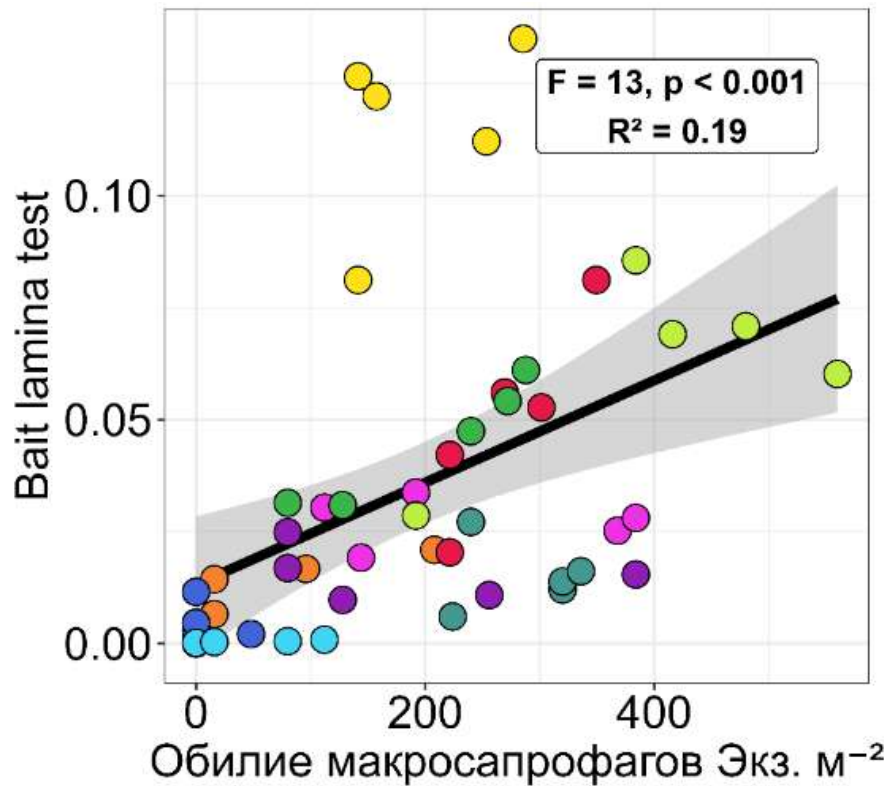
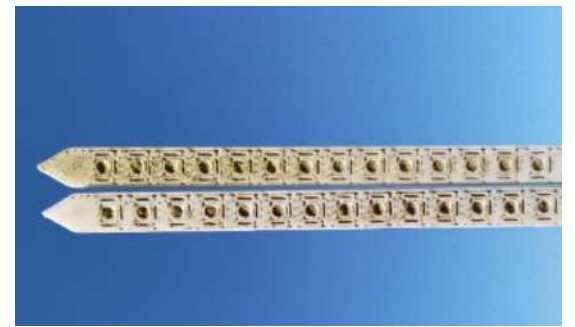
Активность дождевых червей = Обилие
 $\text{Экз./м}^2 * Q_{10}$

Биотурбационная активность (Изотопный профиль почвы)

Соотношение %C и $\delta C^{13} = \beta$



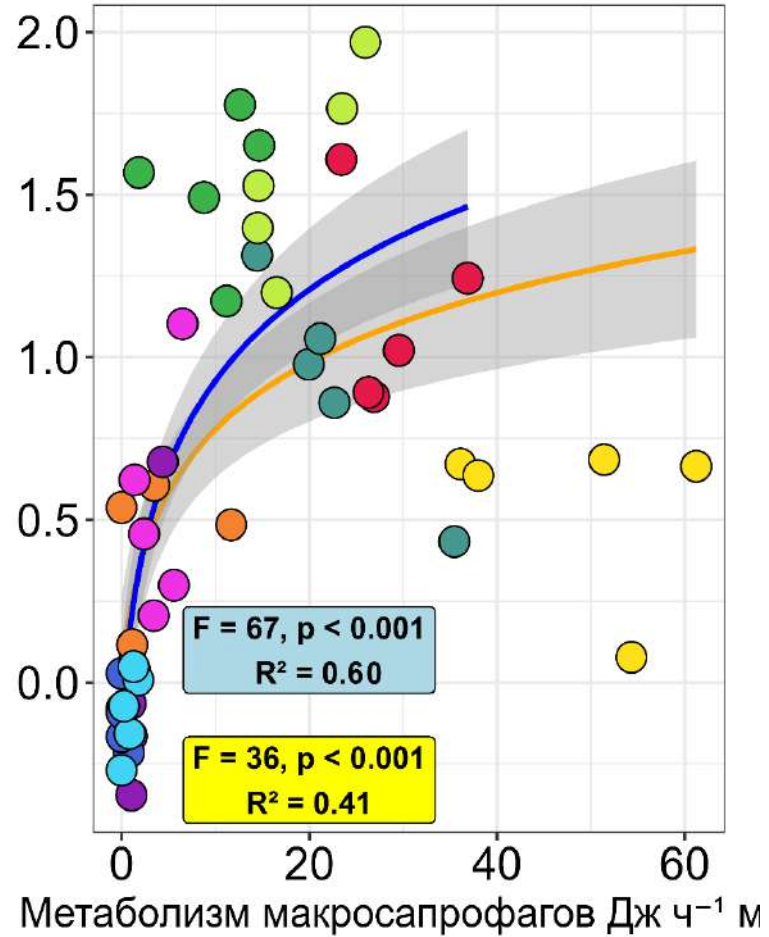
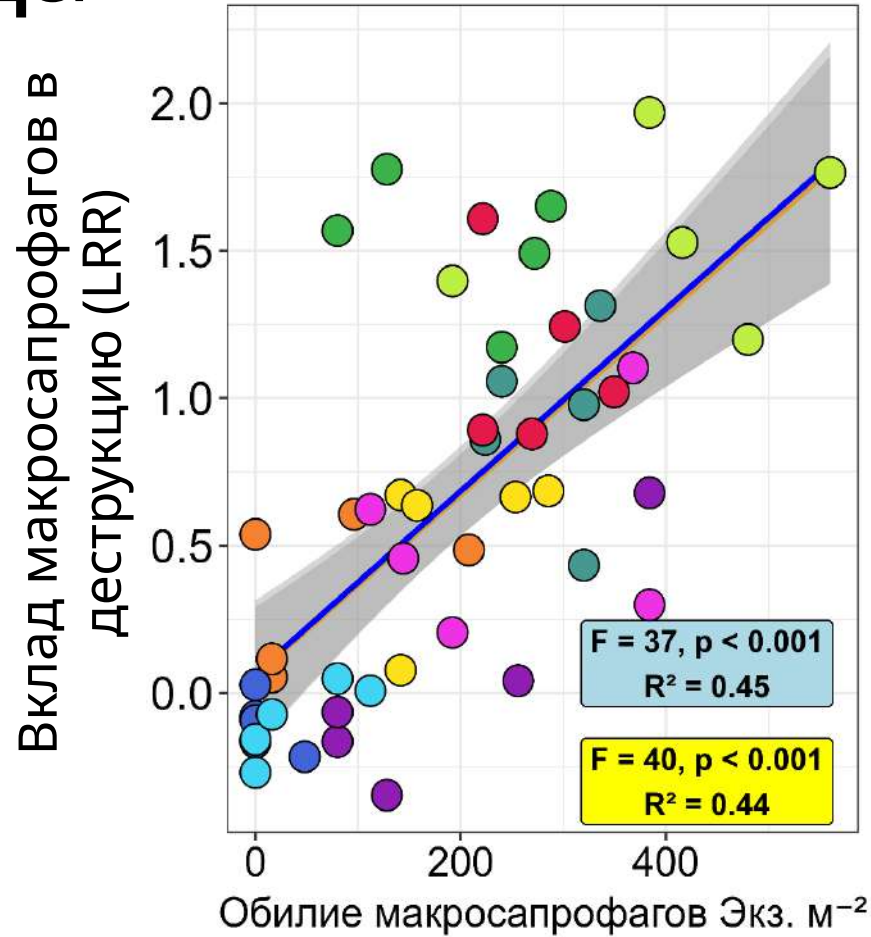
Трофическая активность



- Луг. тундра
- Куст. тундра
- Смешанная тайга
- Тайга кедрач
- Малинки Ельник
- Малинки Смешанный лес
- Бидуп Ручьевая
- Бидуп Холмовая
- Каттьен Приречная
- Каттьен Лагерстремия

Связь между
обилием ($R^2 = -0,01$) и
метаболизмом ($R^2 = 0,02$)
мезосaproфагов
была статистически
не значима.

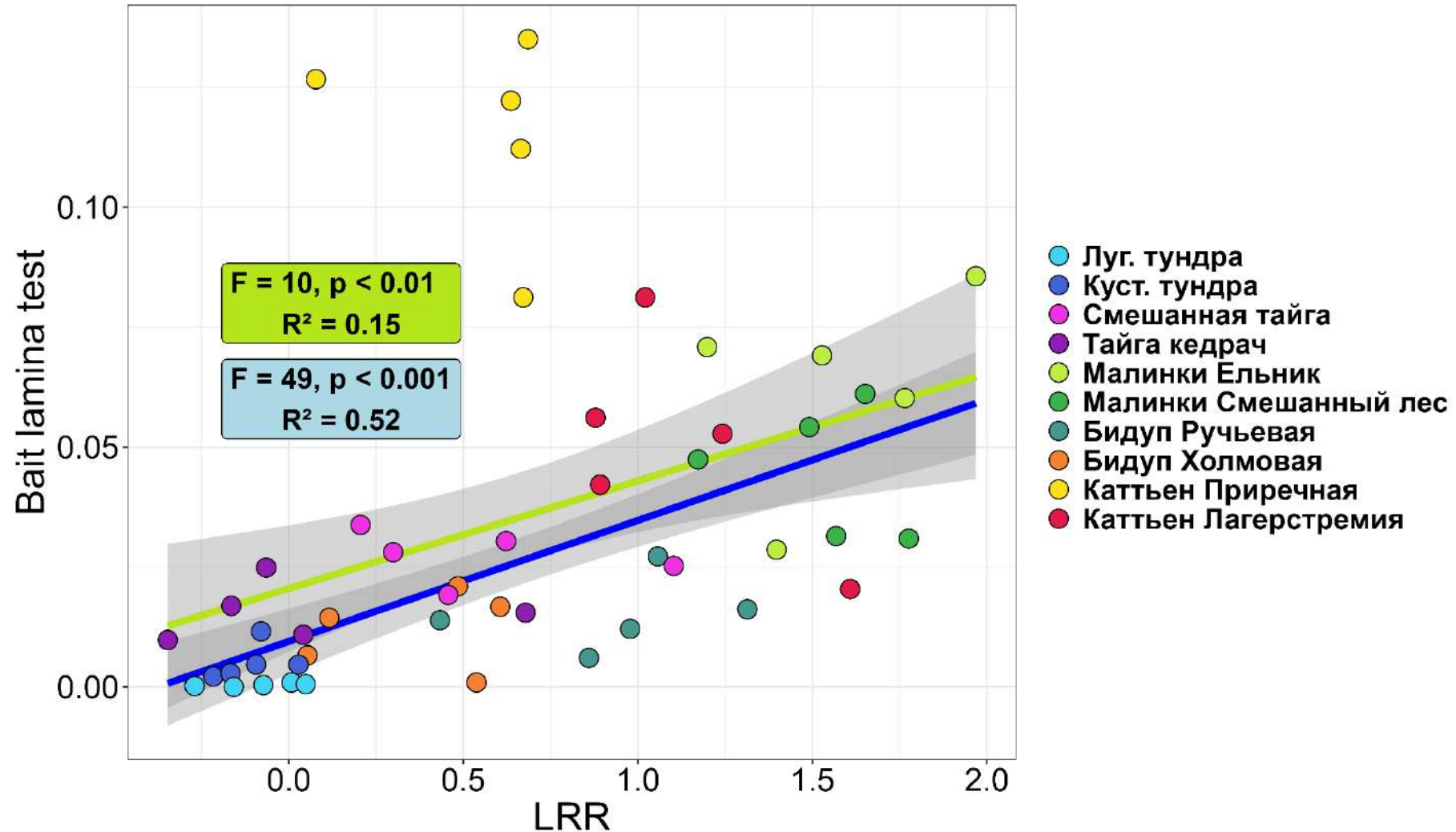
Вклад макросaproфагов в деcтрукцию опада



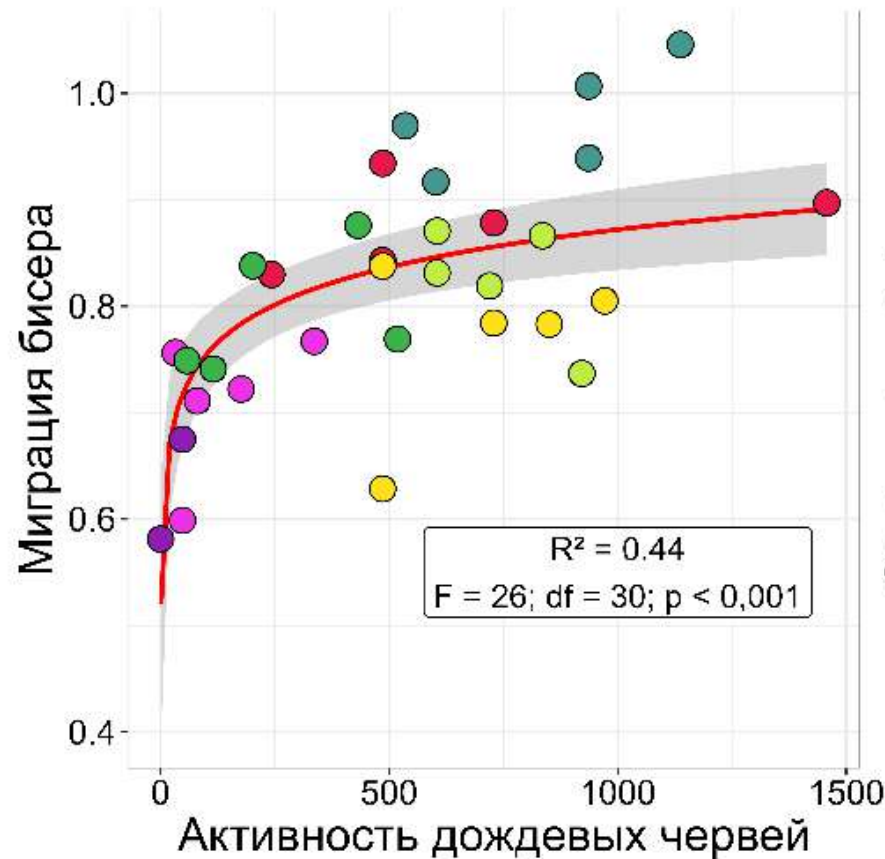
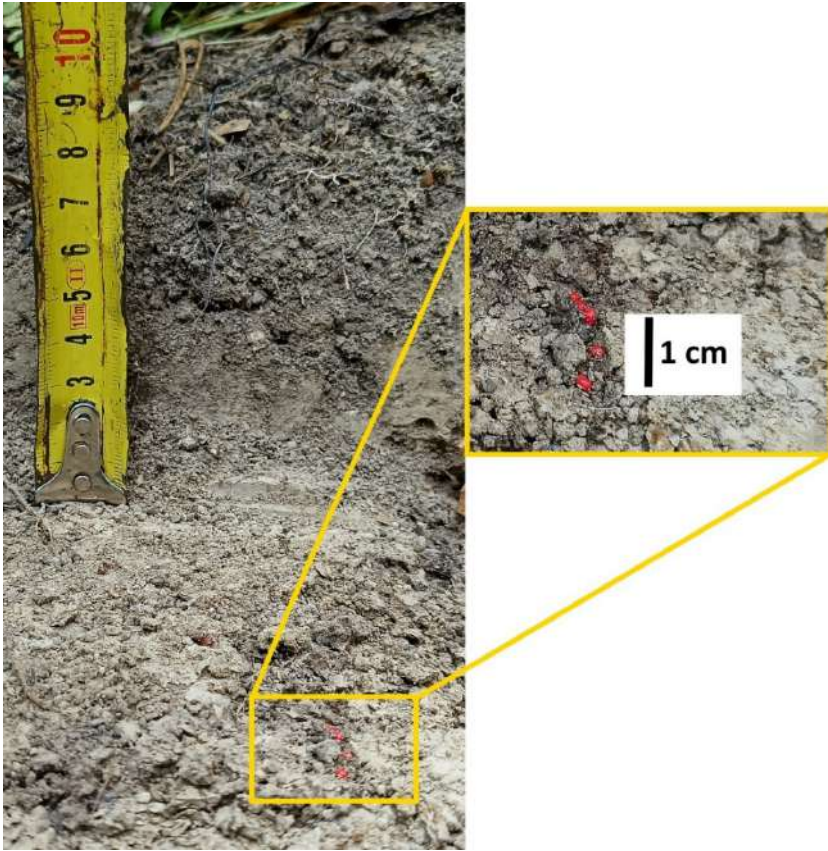
- | | | |
|-------------------|-------------------------|-----------------------|
| ● Луг. тундра | ● Малинки Ельник | ● Катъен Приречная |
| ● Куст. тундра | ● Малинки Смешанный лес | ● Катъен Лагерстремия |
| ● Смешанная тайга | ● Бидуп Ручьевая | |
| ● Тайга кедрач | ● Бидуп Холмовая | |



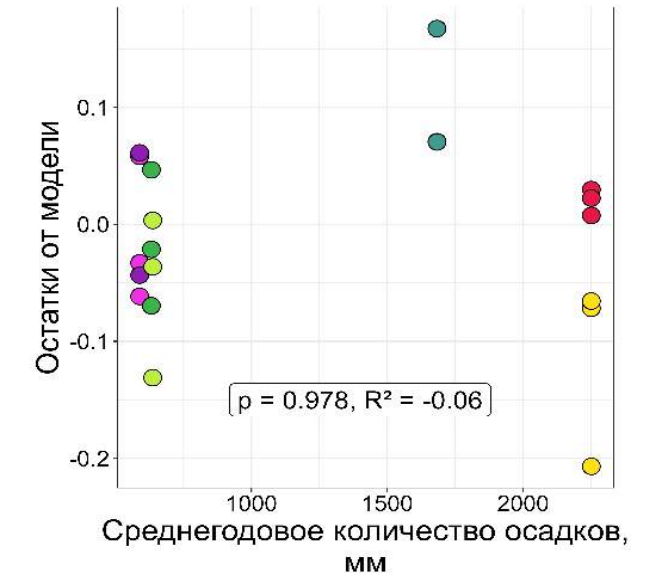
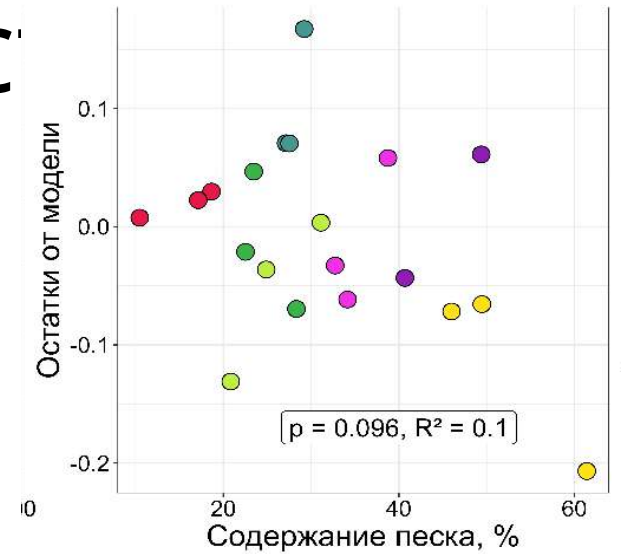
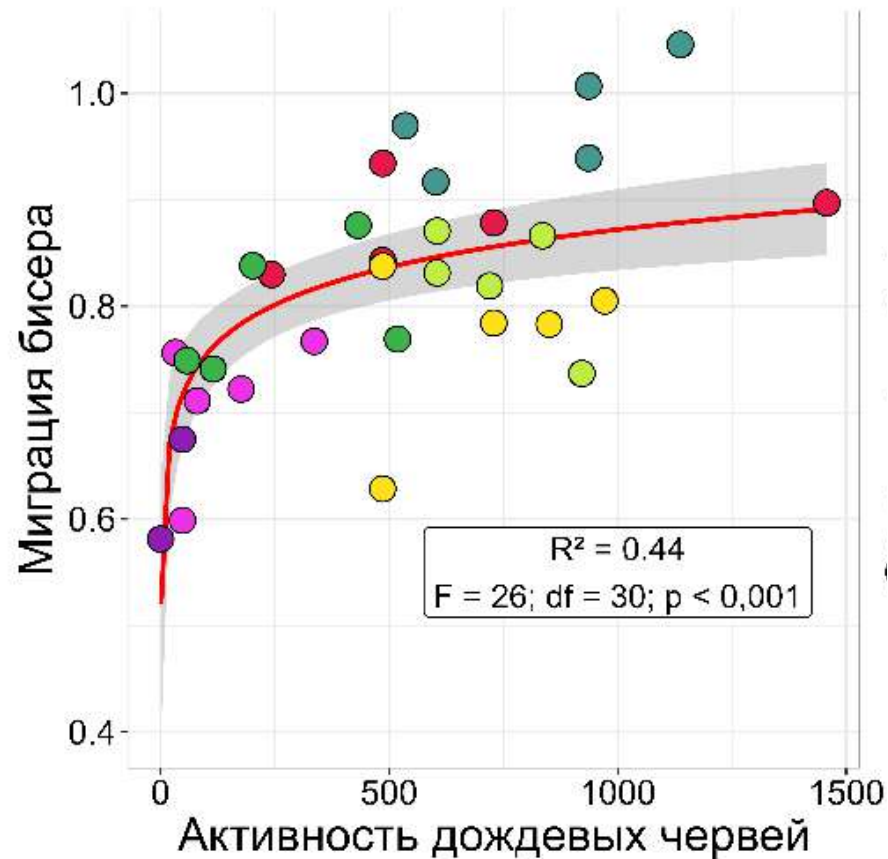
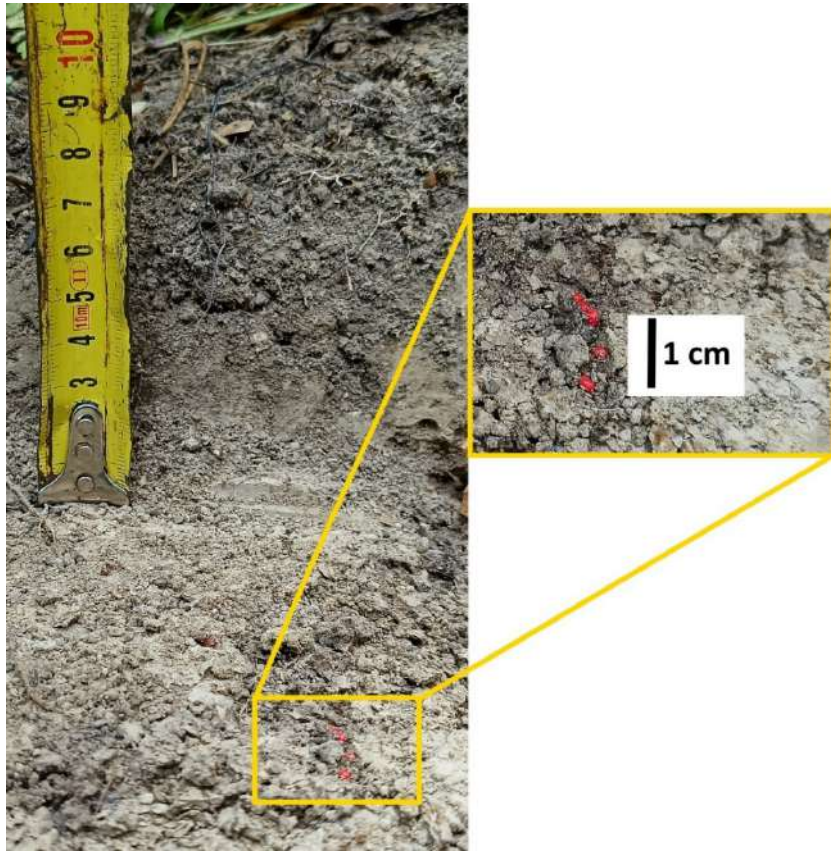
Связь трофической активности и вкладом в деструкцию



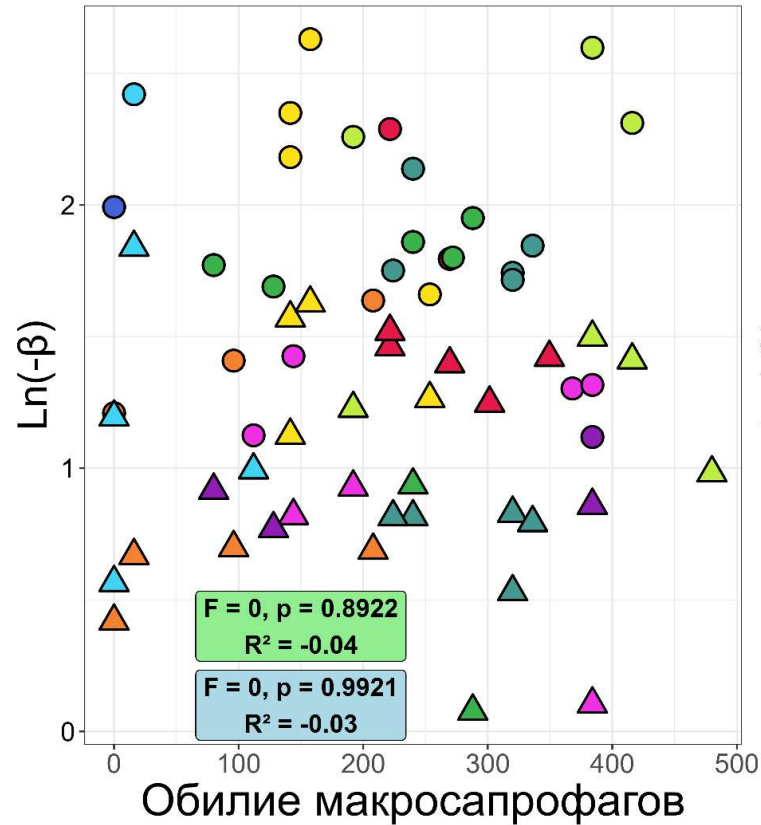
Биотурбационная активность (миграция трассирующих частиц)



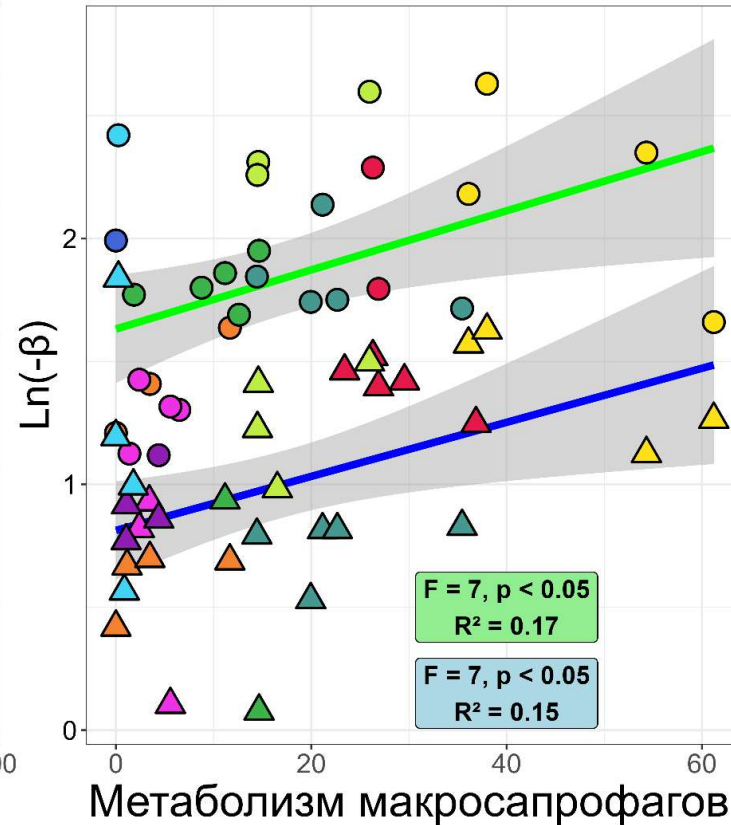
Биотурбационная активность (миграция трассирующих час



Интенсивность биотурбации (изотопный профиль почвы)



- Луг. тундра
- Куст. тундра
- Смешанная тайга
- Тайга кедров
- Малинки Ельник
- Малинки Смешанный лес



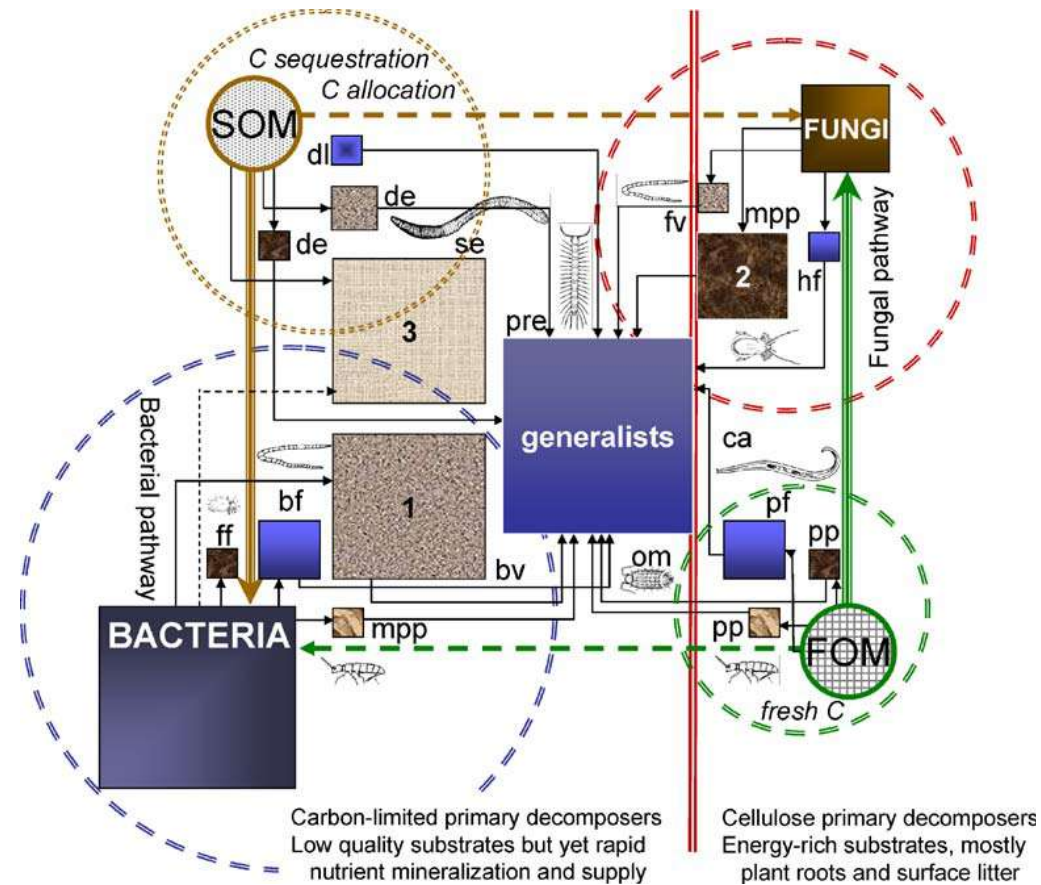
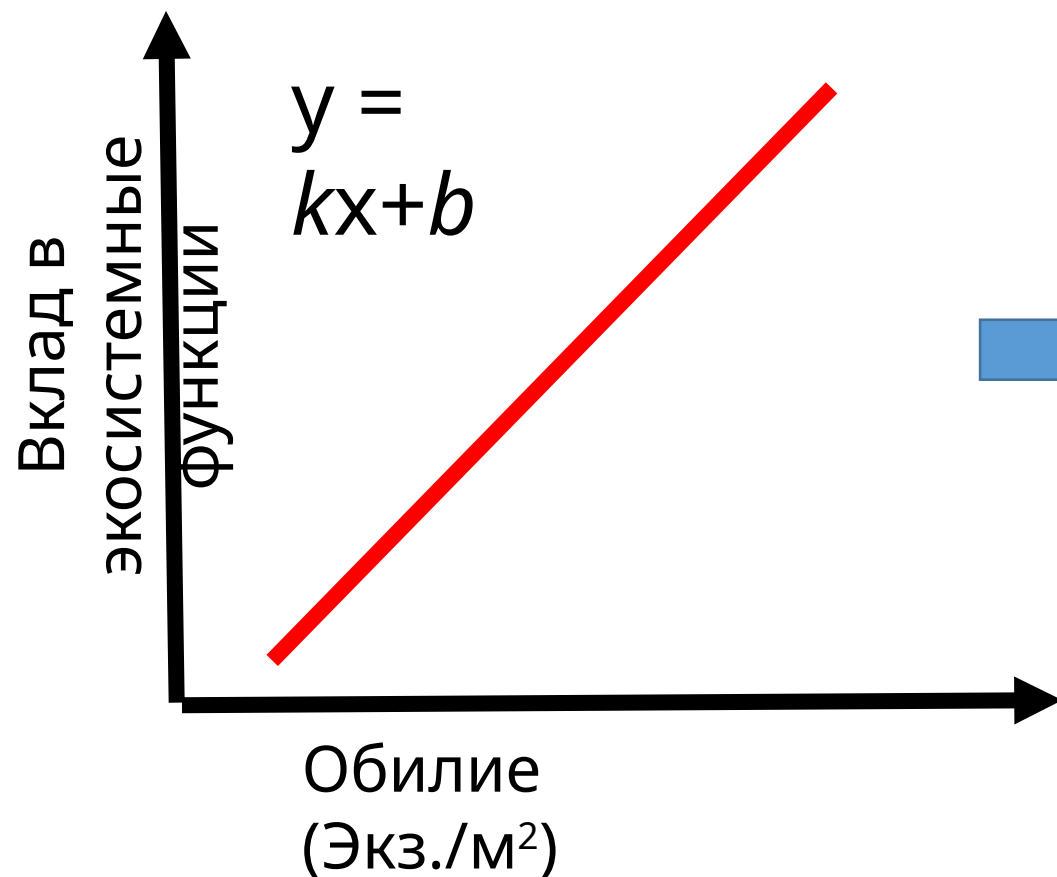
- Бидуп Ручьевая
- Бидуп Холмовая
- Катъен Приречная
- Катъен Лагерстремия

- Азот
- Углерод

Согласно предположениям: модуль β должен снижаться при высоком обилии макросaproфагов, которые переносят органическое вещество из подстилки вглубь почвы.

Увеличение модуля β указывает на интенсификацию микробной трансформации ОВ.

Выводы



Mulder
2006

Спасибо за внимание

Благодарности:

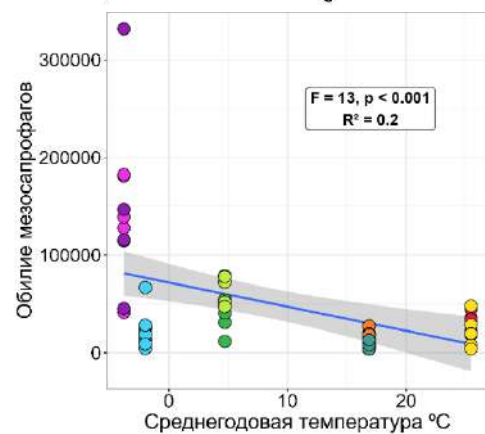
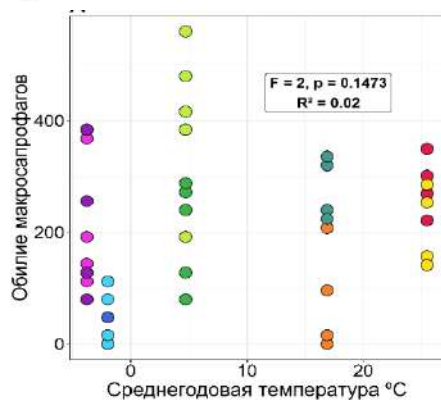
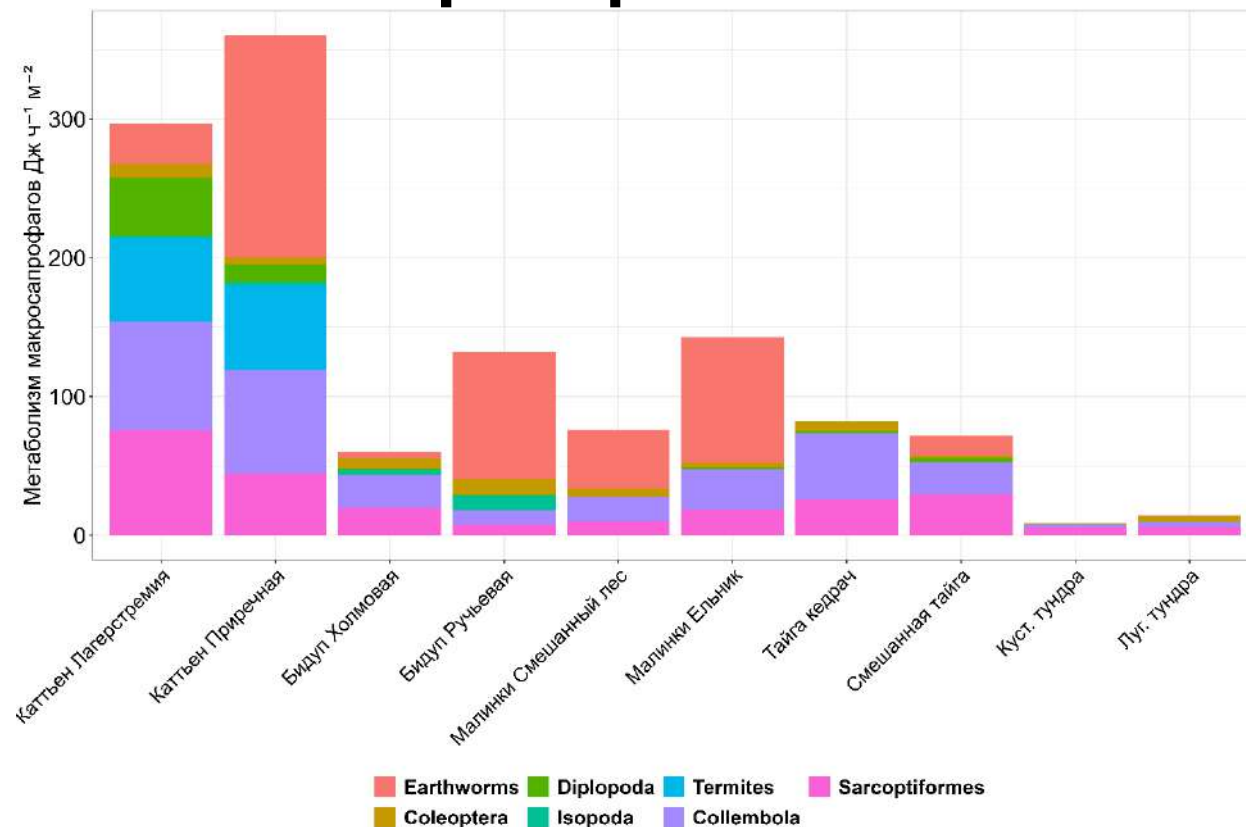
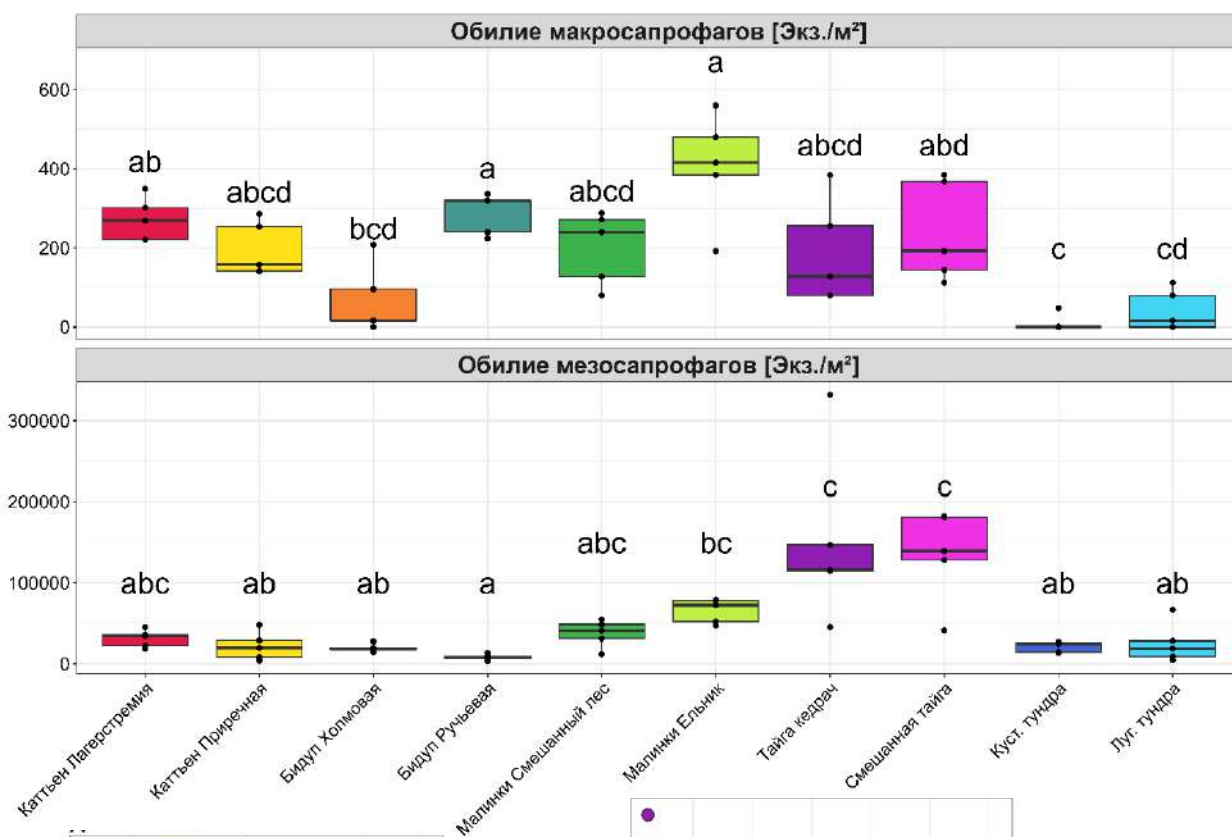
Д. Д. Виноградов, И. Д. Цвелев,
К. В. Савельева, О. Л. Розанова,
А. В. Колотей, к.б.н. А. О. Звездин,
к.б.н. А. А. Кудрин, к.б.н. Ф. А.
Пландин,
И. Г. Довгоброд, к.б.н. С. М. Цуриков

А.Ю. Короткевич, М.Г. Кривошеина,
В.Д. Леонов, О.Л. Макарова, А.В.
Танасевич

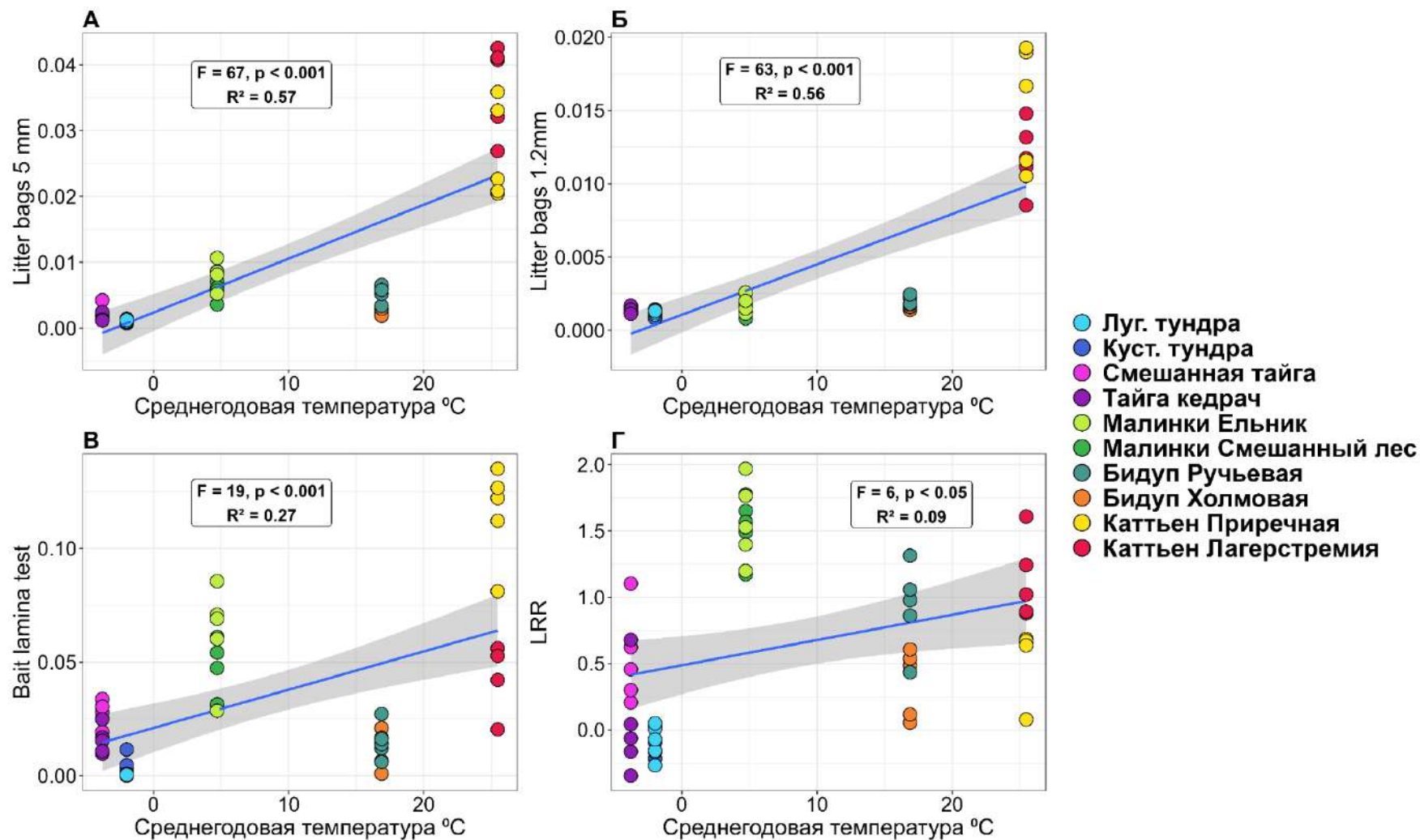
Е. А. Боровичев, Е. И. Копеина,
И.В. Палько и Nguyễn Trung Đức
Б.И. Шефтель



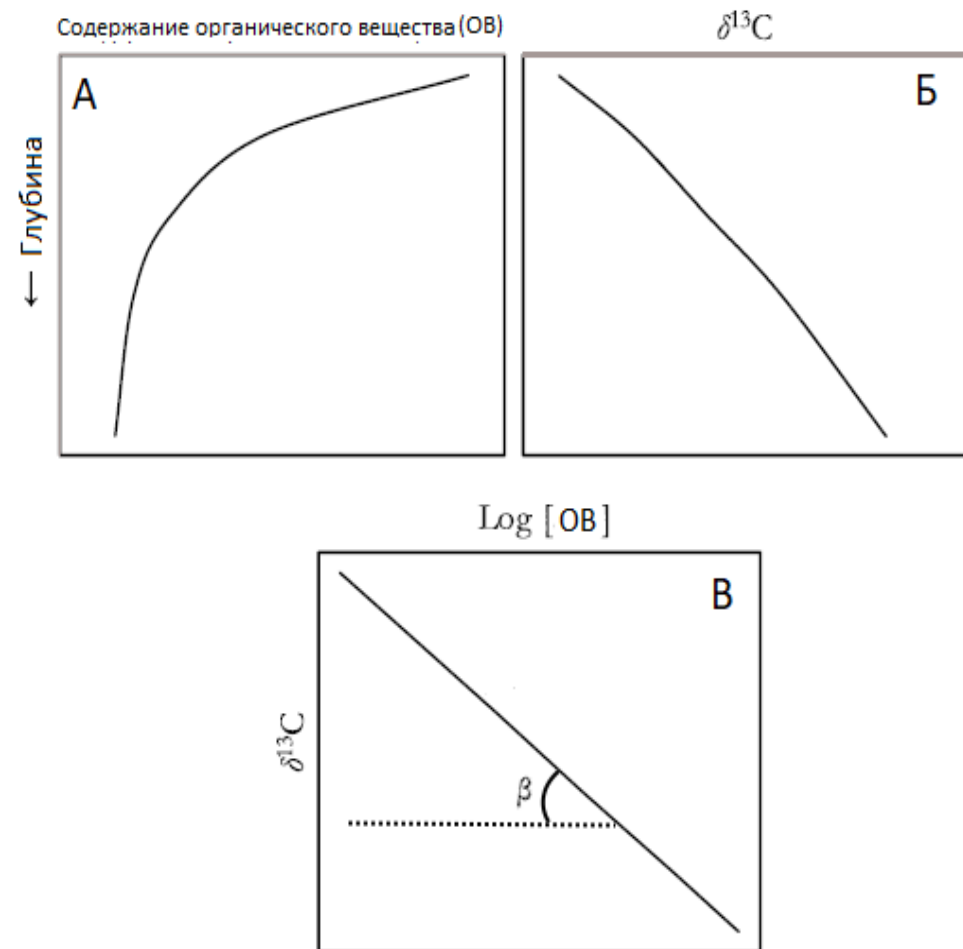
Обилие и метаболизм сапрофагов



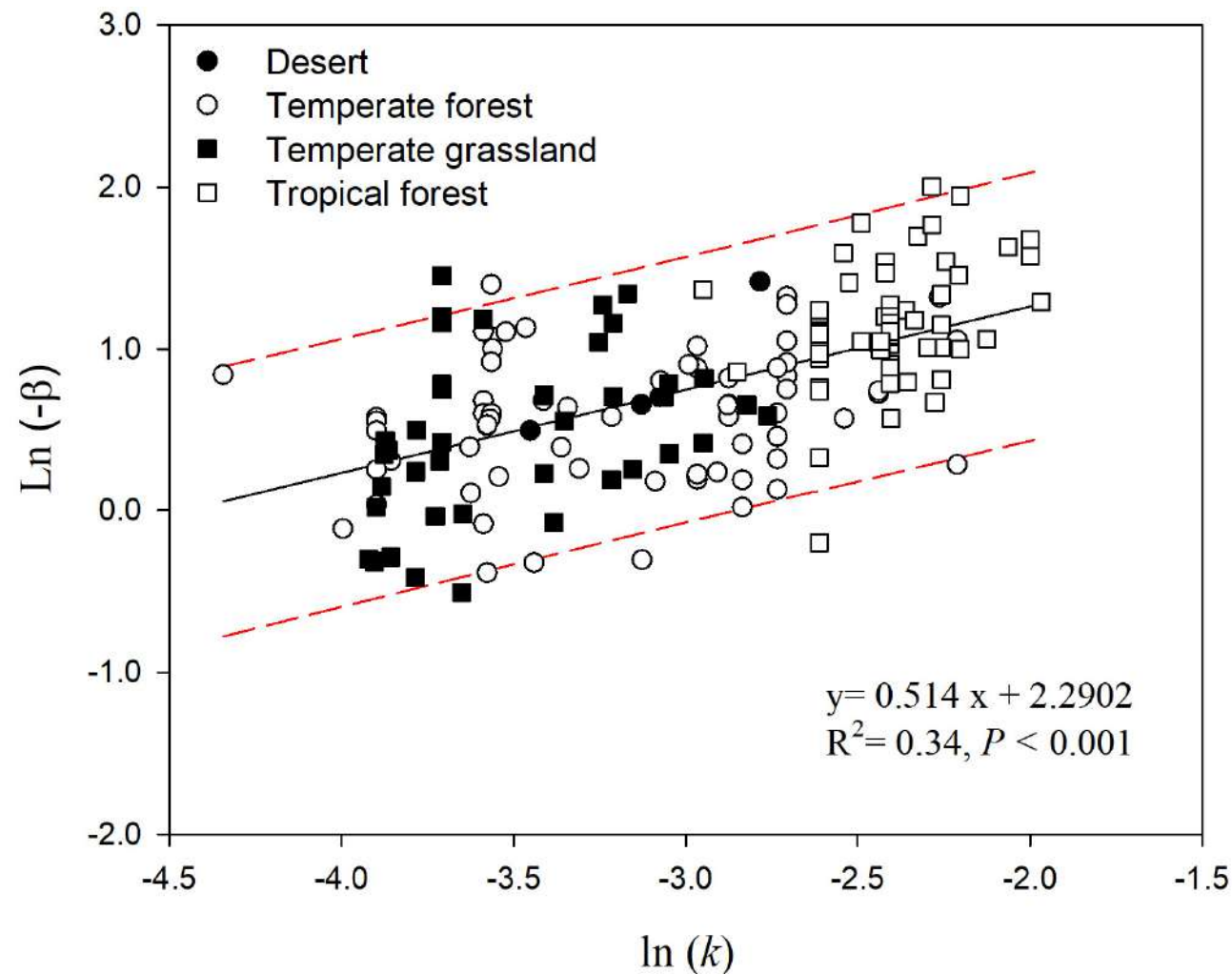
Связь функциональных параметров с температурой



Биотурбационная активность (Изотопный профиль почвы)

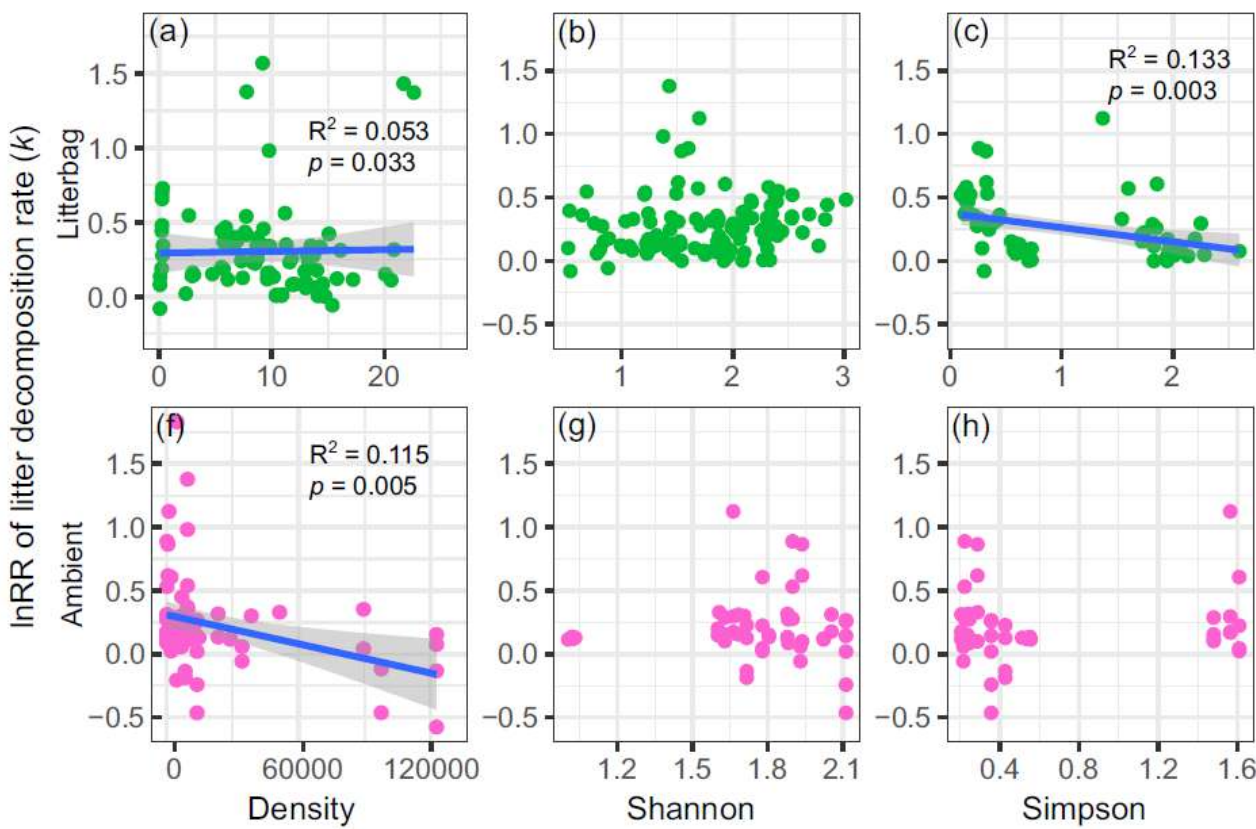


Acton et al., 2013

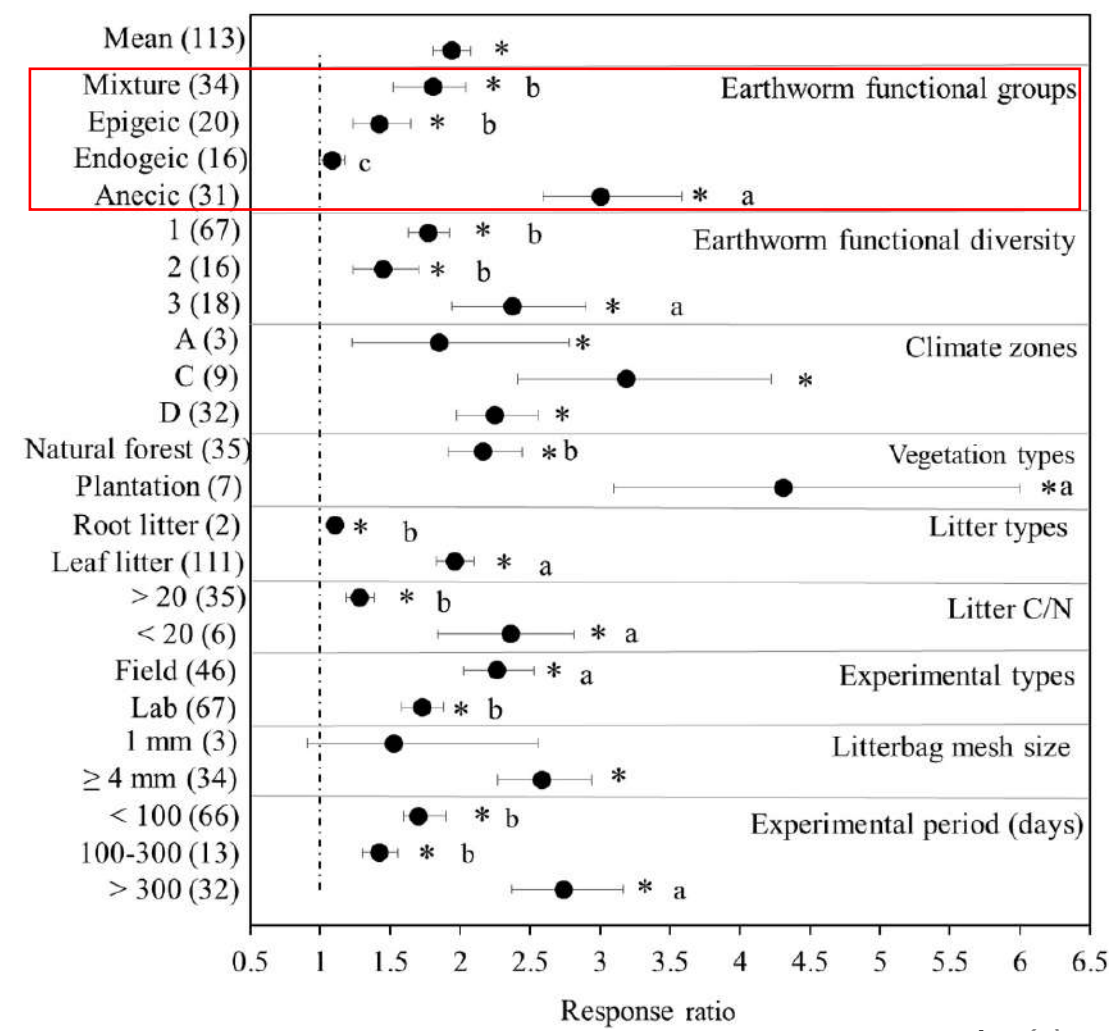


Wang et al., 2018

Изучение связи между деструкцией опада и обилием беспозвоночных



Peng et al., 2023



Huang et al., 2019