

# Почвенные пищевые сети — от пирамиды к гребенке



**Алексей Владимирович Тиунов**

*Институт проблем экологии и эволюции им.  
А.Н. Северцова РАН a\_tiunov@mail.ru*



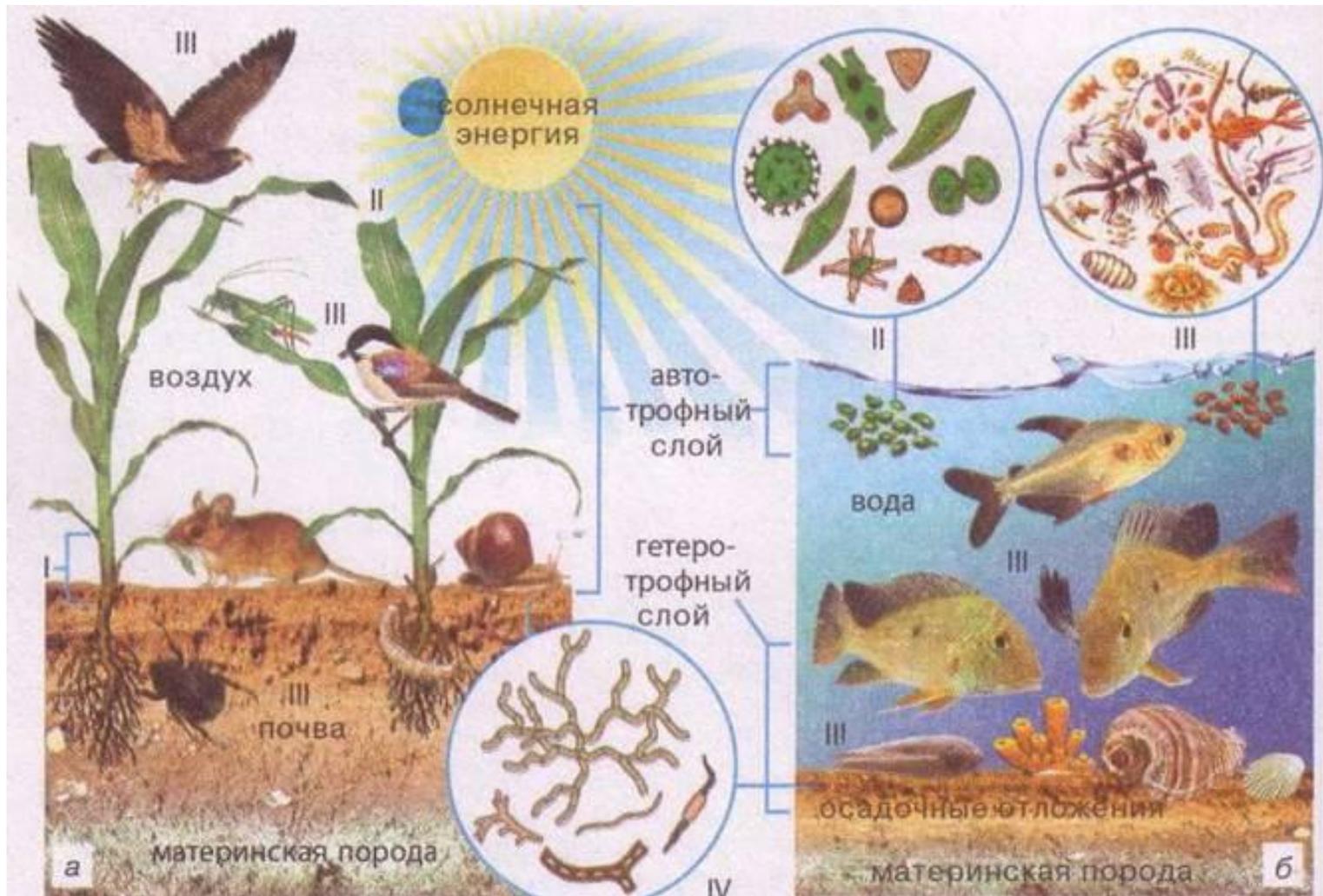
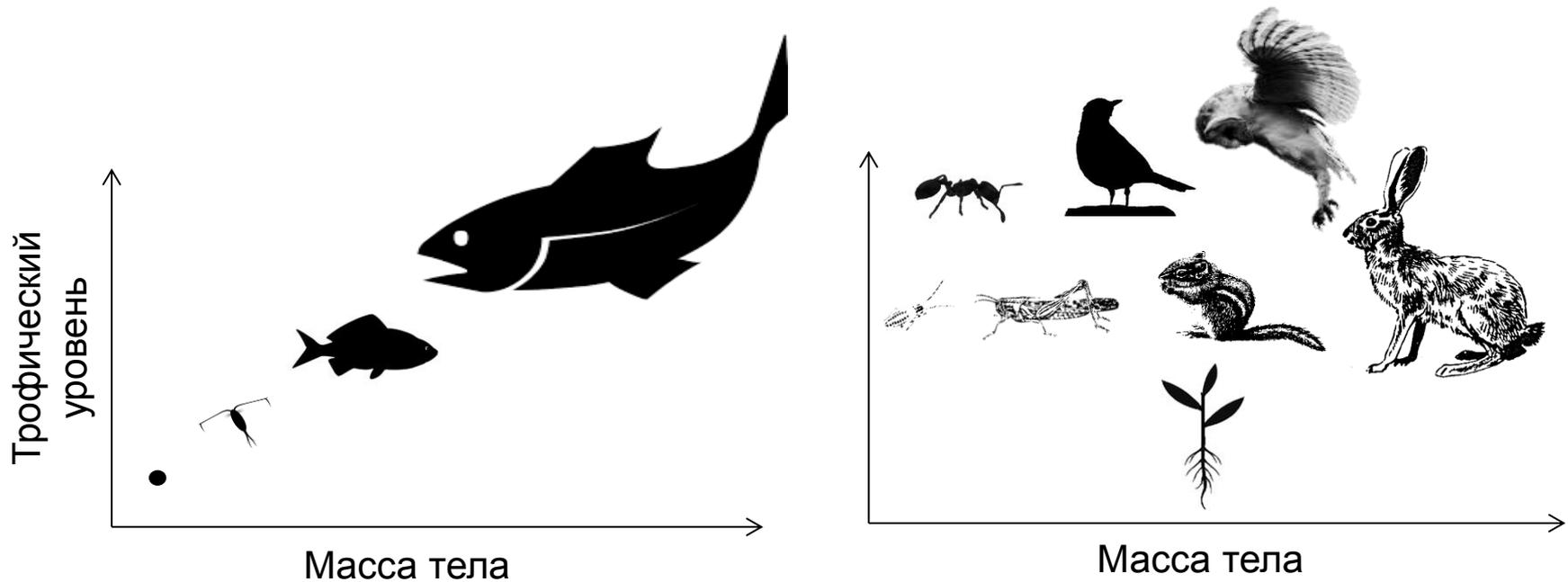


Иллюстрация из школьного учебника  
(биология 11 класс, С.В. Межжерин и Я.А. Межжерина)

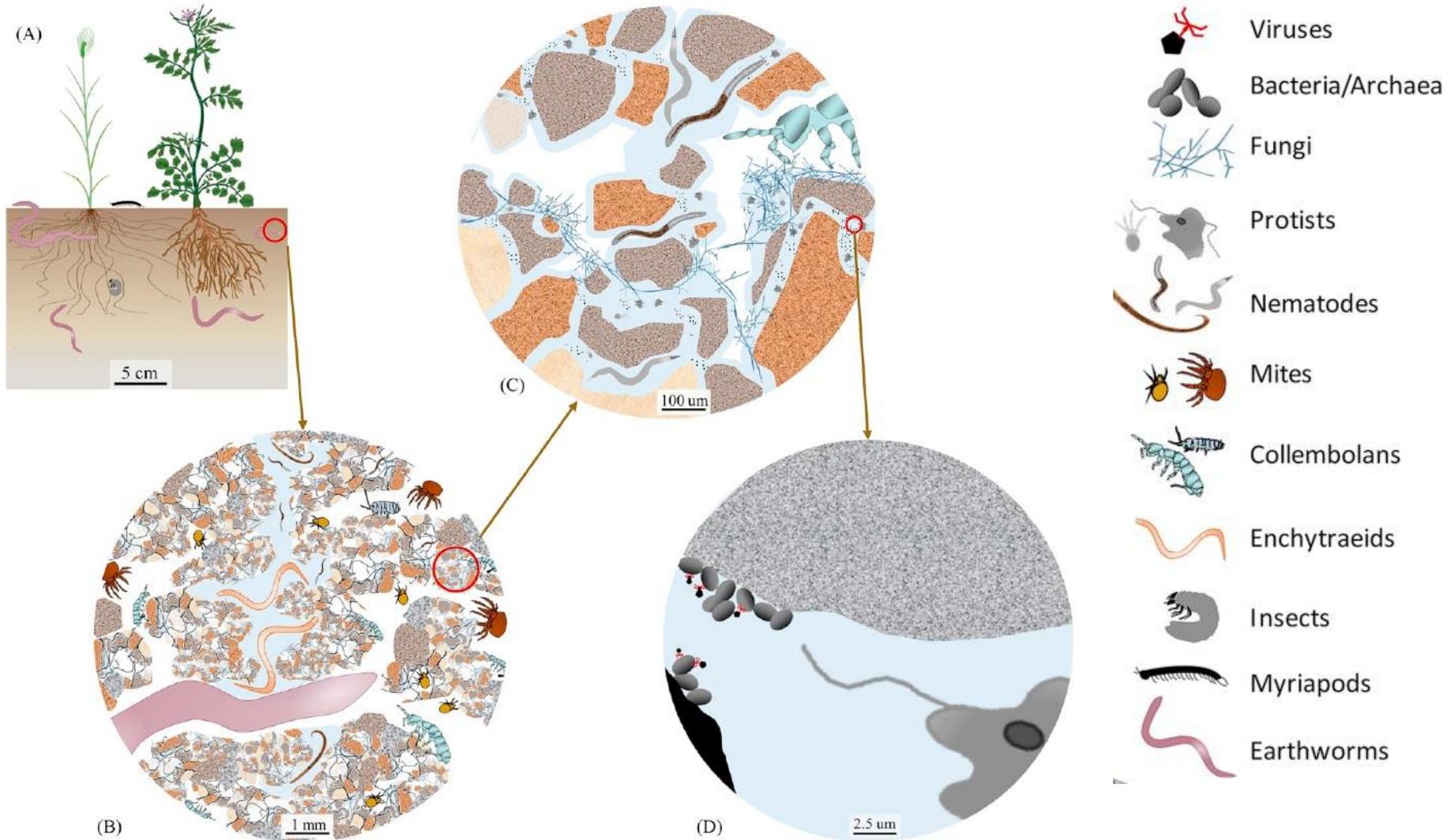
# Размер особи и трофическая позиция



Размер продуцентов и размерная упорядоченность пищевых цепей очевидно различаются в водных и наземных (включая почвенные) пищевых сетях.

# A methodological framework to embrace soil biodiversity

Stefan Geisen<sup>a,\*,</sup> Maria J.I. Briones<sup>d</sup>, Huijie Gan<sup>c</sup>, Valerie M. Behan-Pelletier<sup>a</sup>, Ville-Petri Friman<sup>e</sup>,  
G. Arjen de Groot<sup>f</sup>, S.Emilia Hannula<sup>a</sup>, Zoë Lindo<sup>g</sup>, Laurent Philippot<sup>h</sup>, Alexei V. Tiunov<sup>i</sup>



**x 1000**



**Микро-**

**x 100**



**Мезо-**

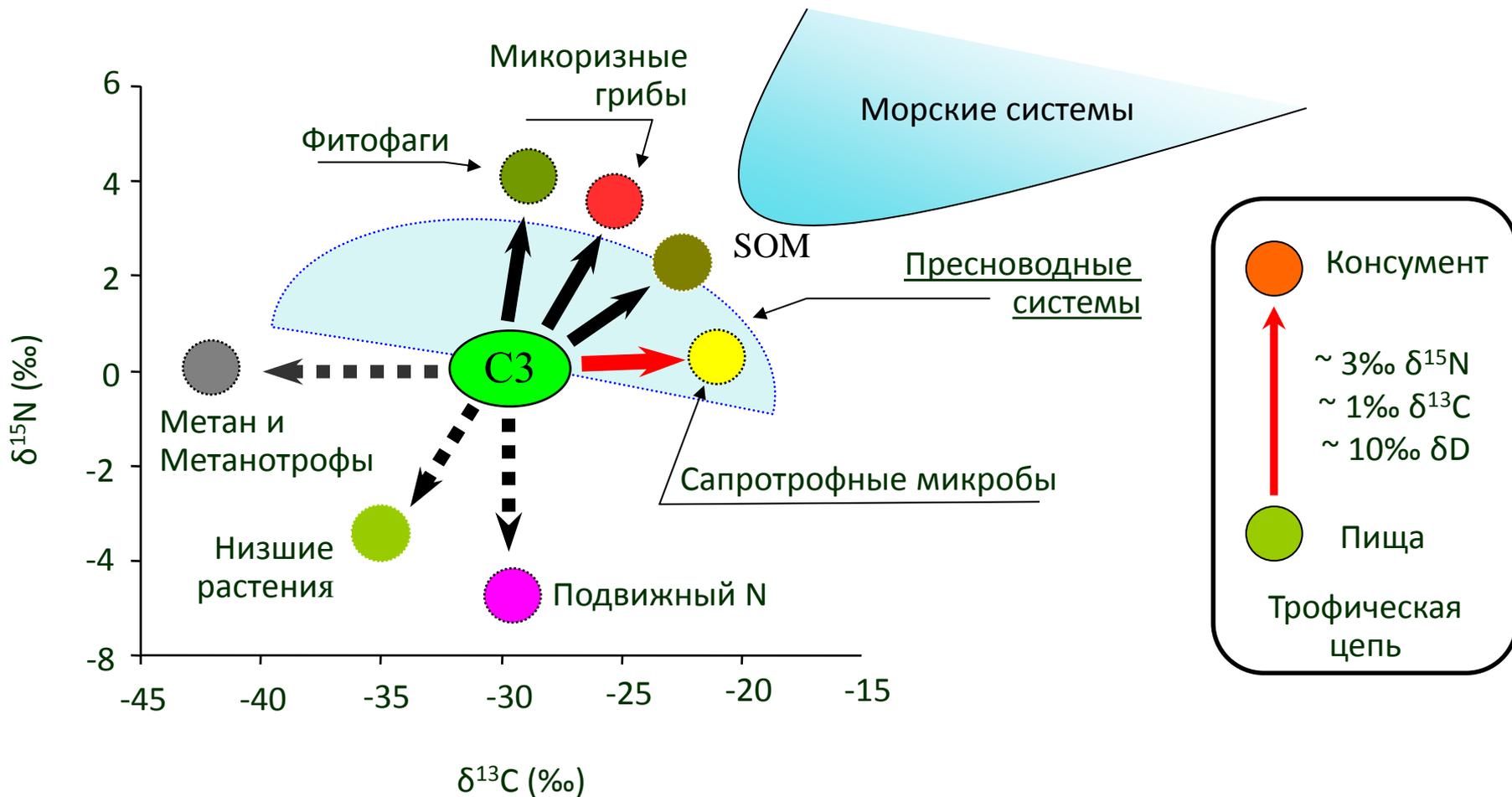
**x 10**



**Макро-**

Почвенные сообщества составлены организмами очень разного **размера**, живущими в разных **средах**

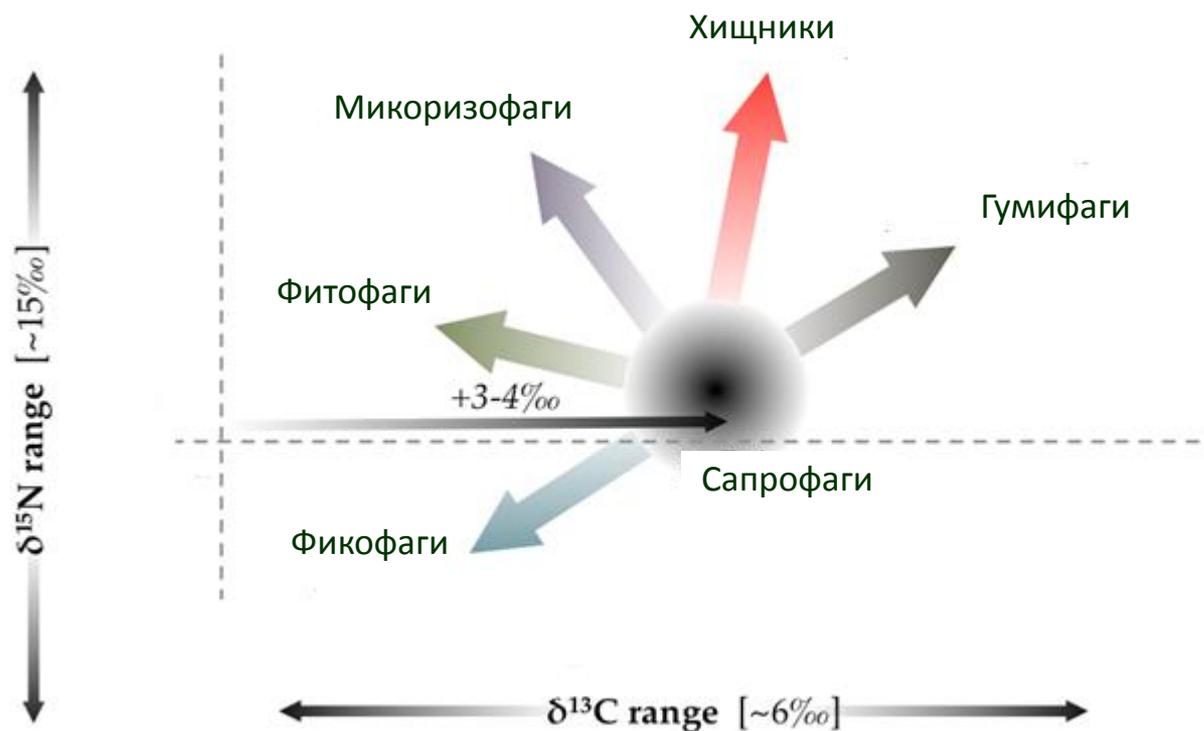
# Изотопный анализ $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ и $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$



Наиболее устойчивые закономерности изменения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  в наземных экосистемах

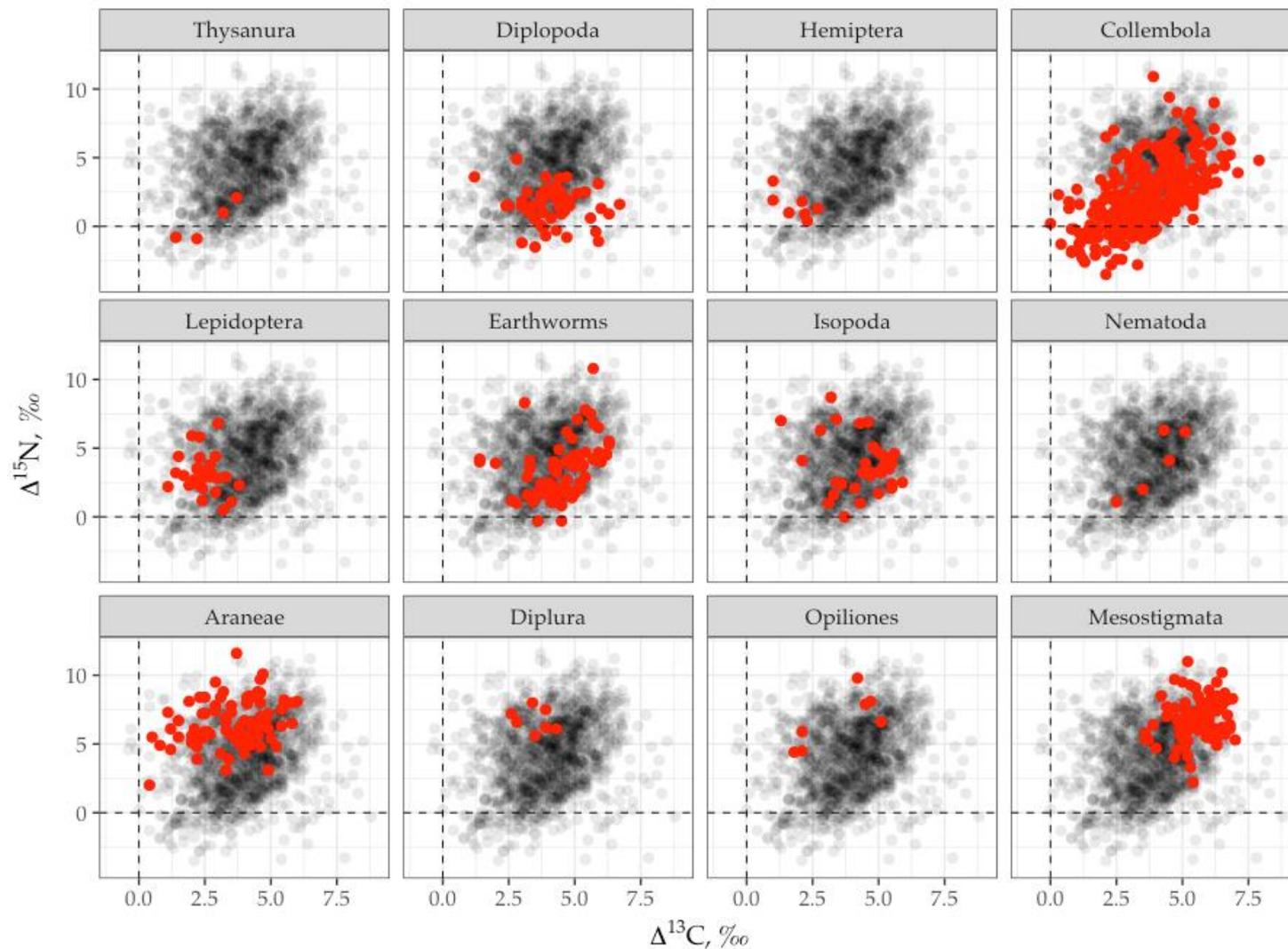
# Uncovering trophic positions and food resources of soil animals using bulk natural stable isotope composition

Anton M. Potapov, Alexei V. Tiunov and Stefan Scheu



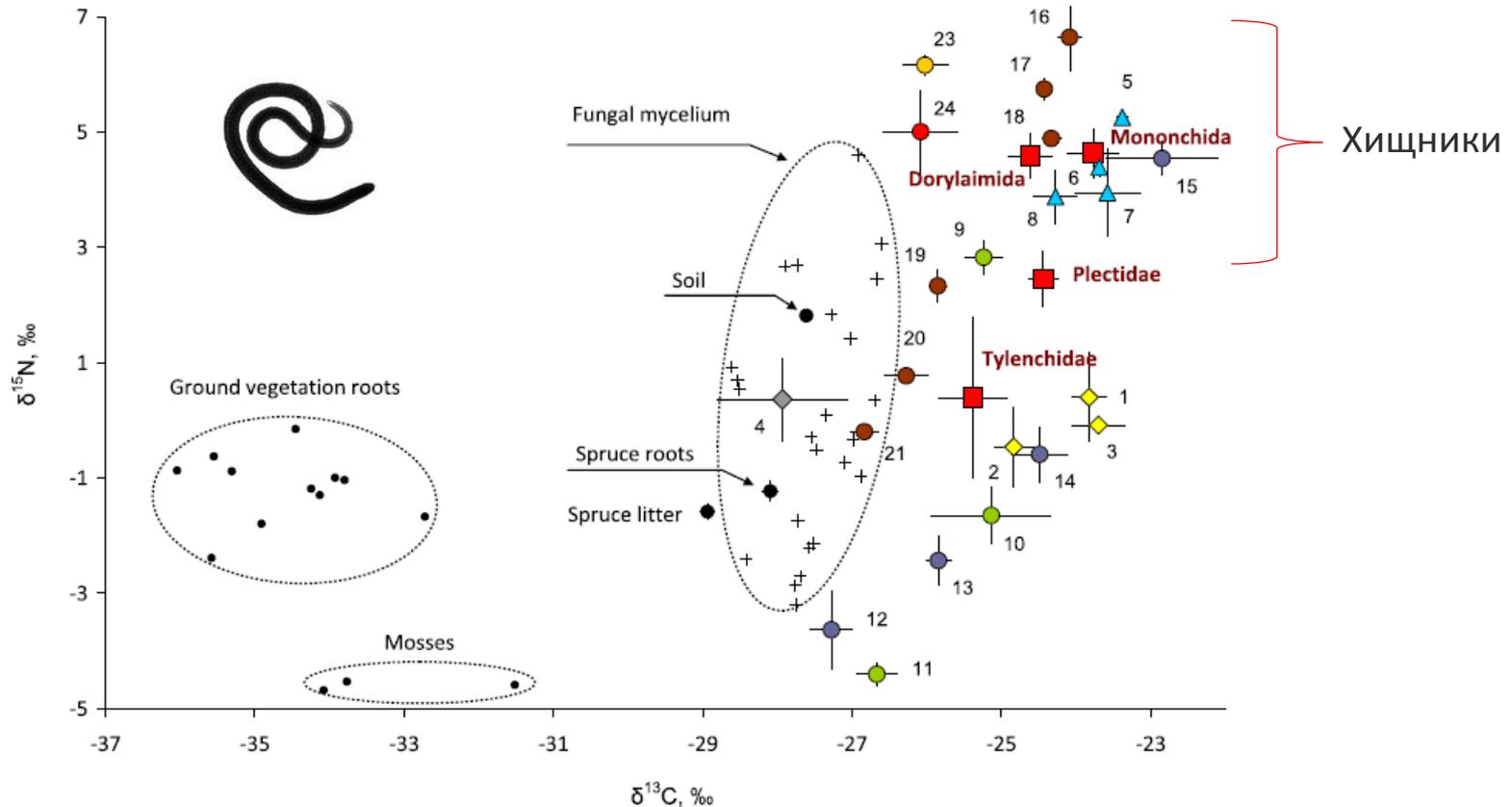
# Uncovering trophic positions and food resources of soil animals using bulk natural stable isotope composition

Anton M. Potapov, Alexei V. Tiunov and Stefan Scheu



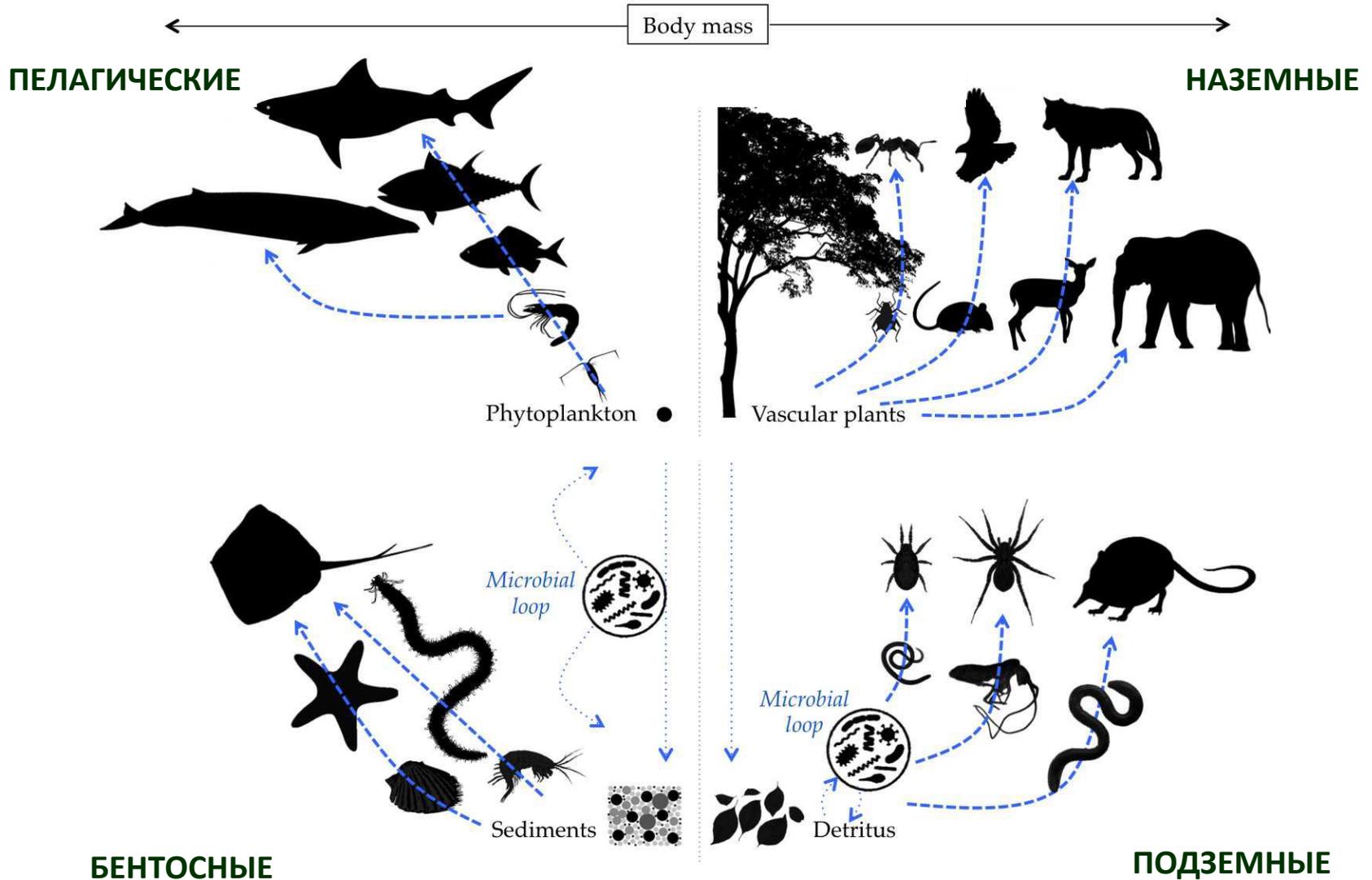
# Trophic position of microbivorous and predatory soil nematodes in a boreal forest as indicated by stable isotope analysis

Alexey A. Kudrin <sup>a</sup>, Sergey M. Tsurikov <sup>b</sup>, Alexei V. Tiunov <sup>b,\*</sup>



Хищные нематоды (■) занимают тот же трофический уровень, что и самые крупные почвенные хищники

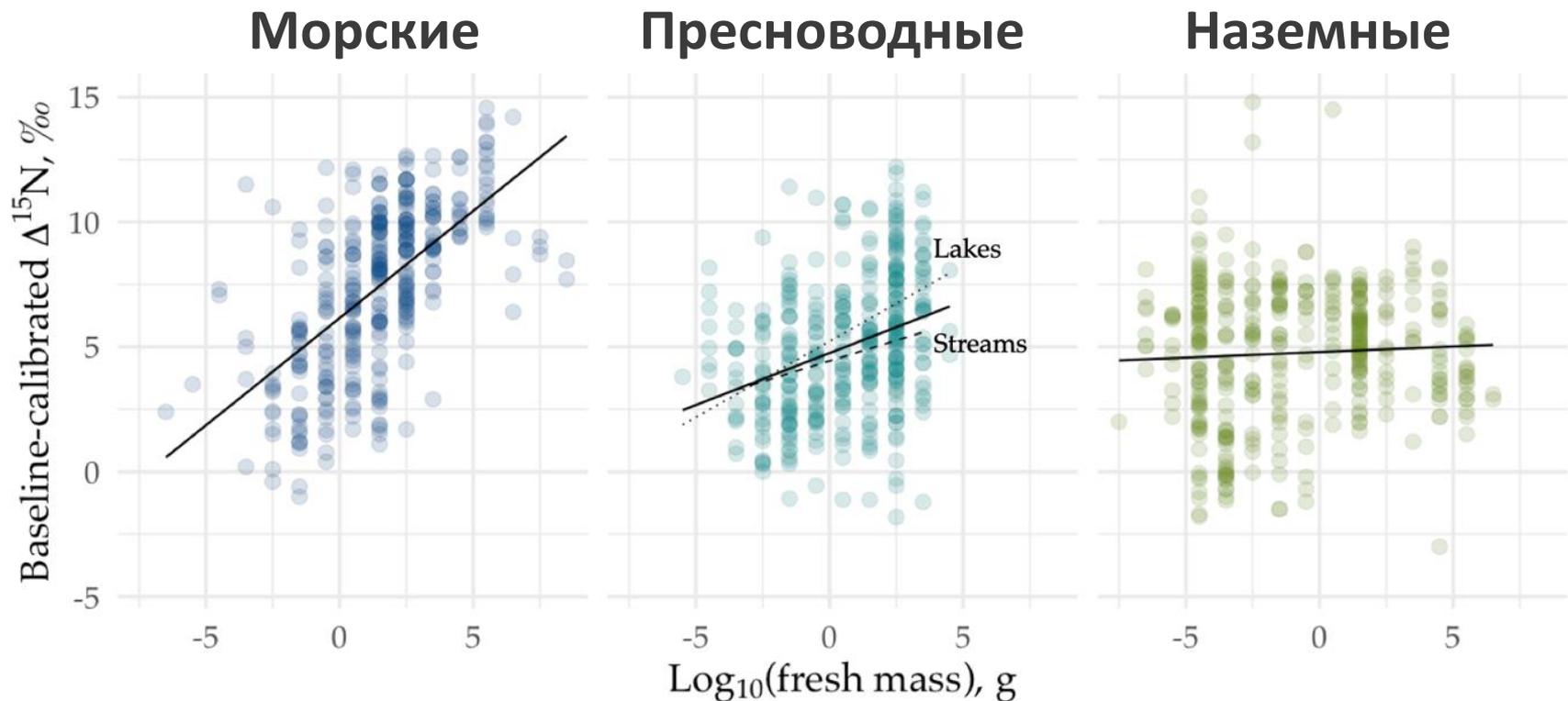
# Размер особи и трофическая позиция



Основная гипотеза

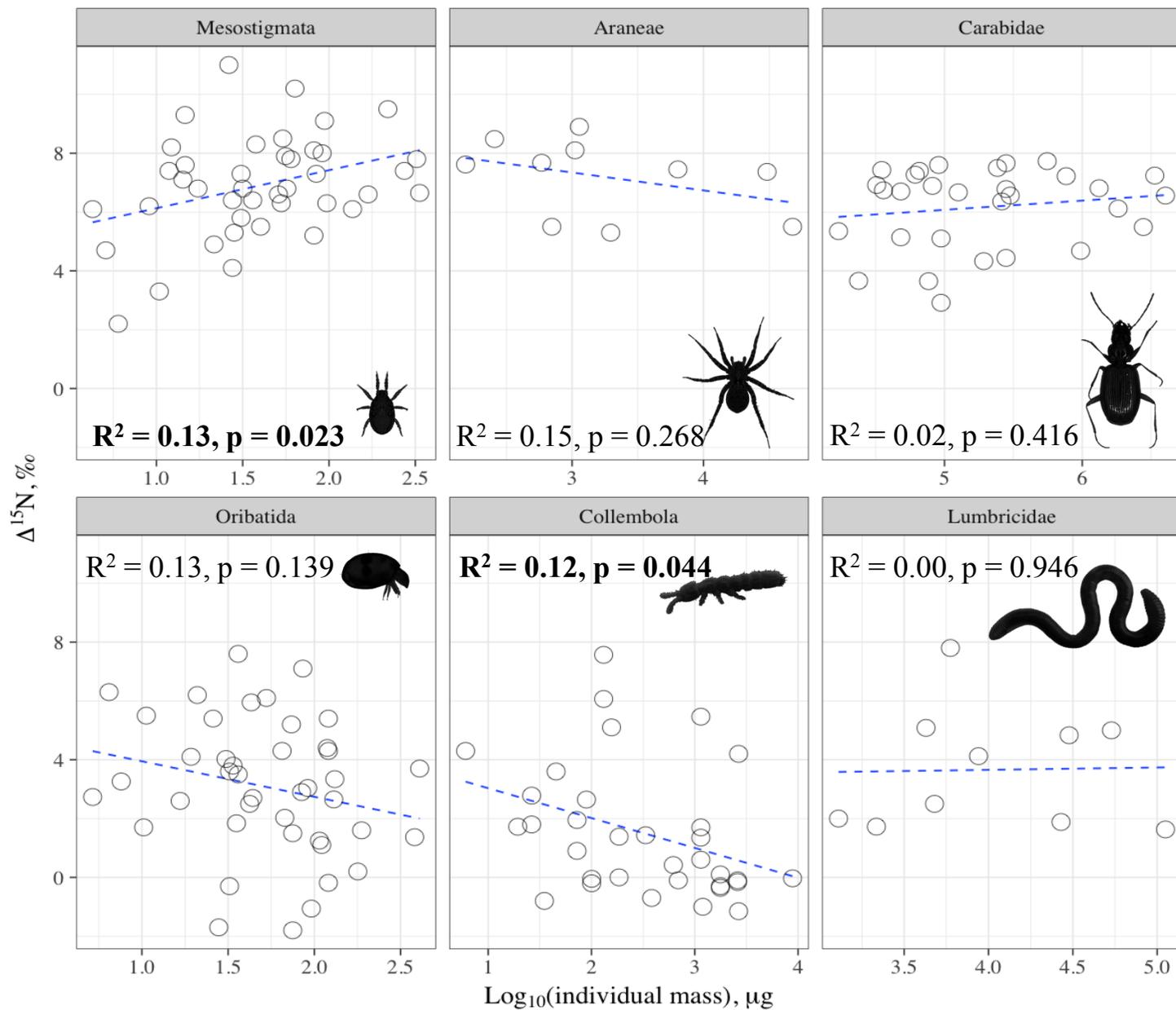
## Trophic position of consumers and size structure of food webs across aquatic and terrestrial ecosystems

Anton Potapov, Ulrich Brose, Stefan Scheu, and Alexei Tiunov

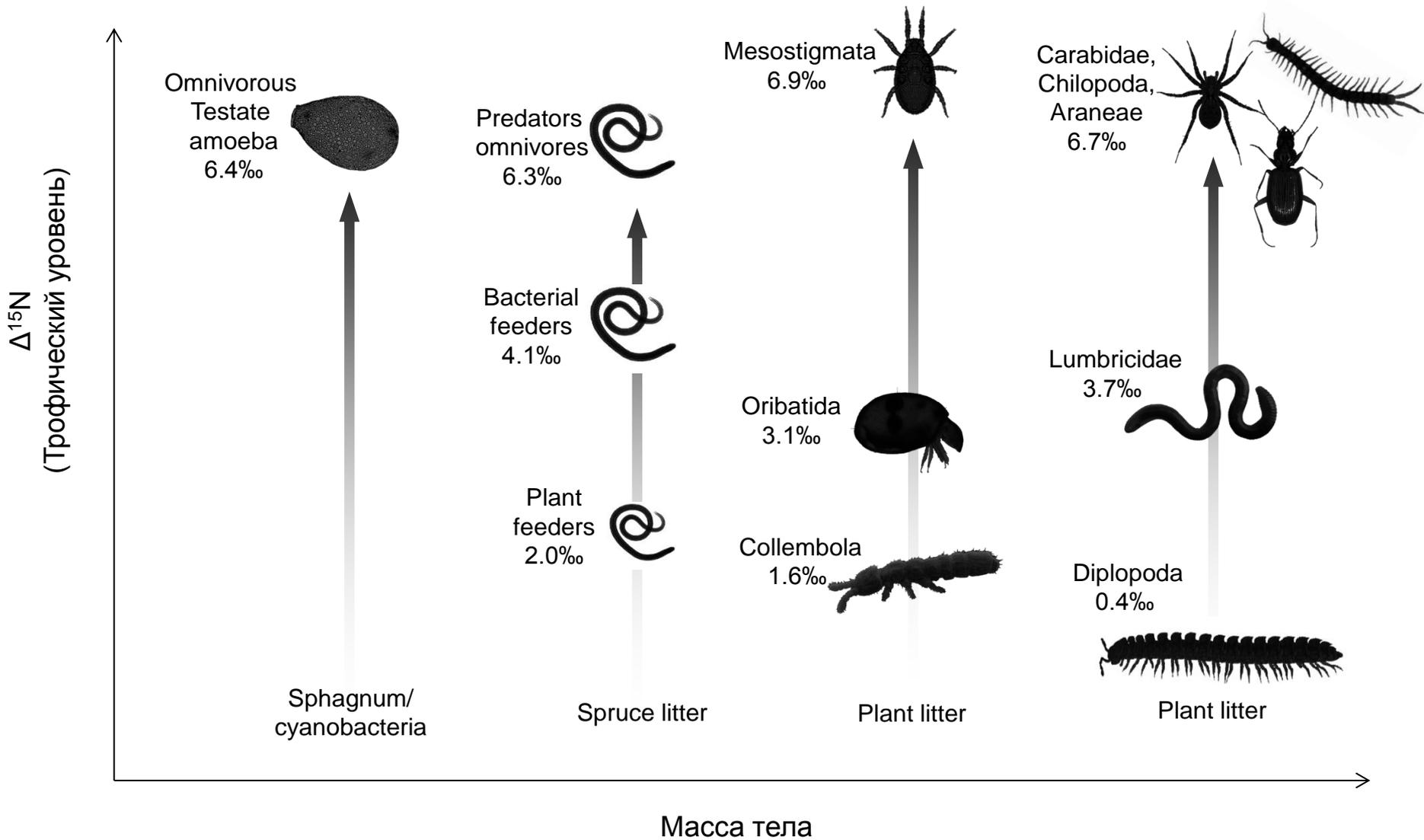


Размер особи и трофическая позиция вида. Каждая точка = один вид.

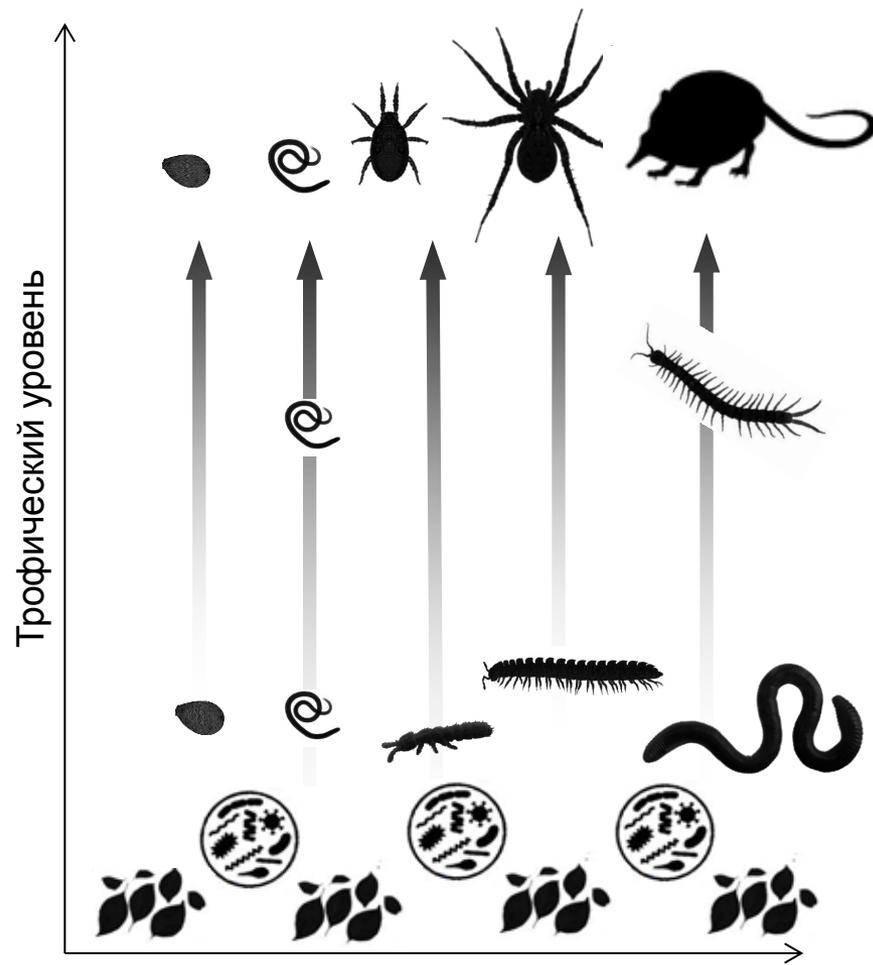
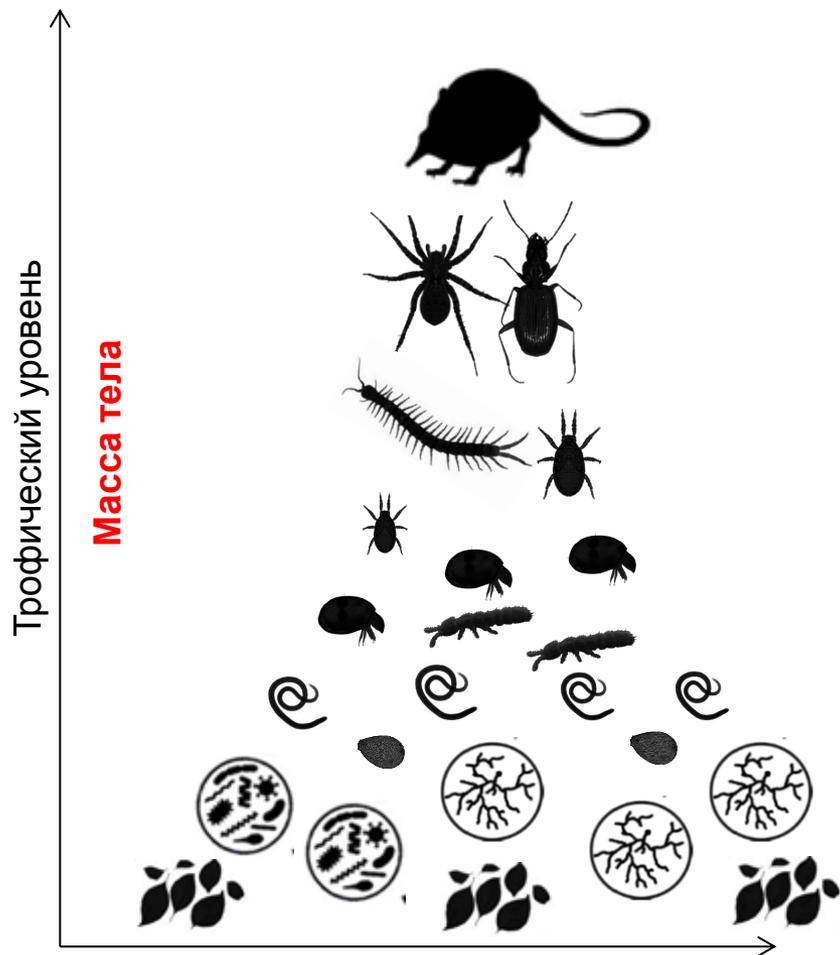
Корреляция: морские  $R^2 = 0.38$ ,  $P < 0.0001$ ,  $n = 358$ ; пресноводные  $R^2 = 0.11$ ,  $P < 0.0001$ ,  $n = 365$ ; наземные  $R^2 < 0.01$ ,  $P = 0.2780$ ,  $n = 375$ .



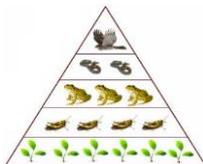
Размер особи и трофическая позиция вида – почвенные животные



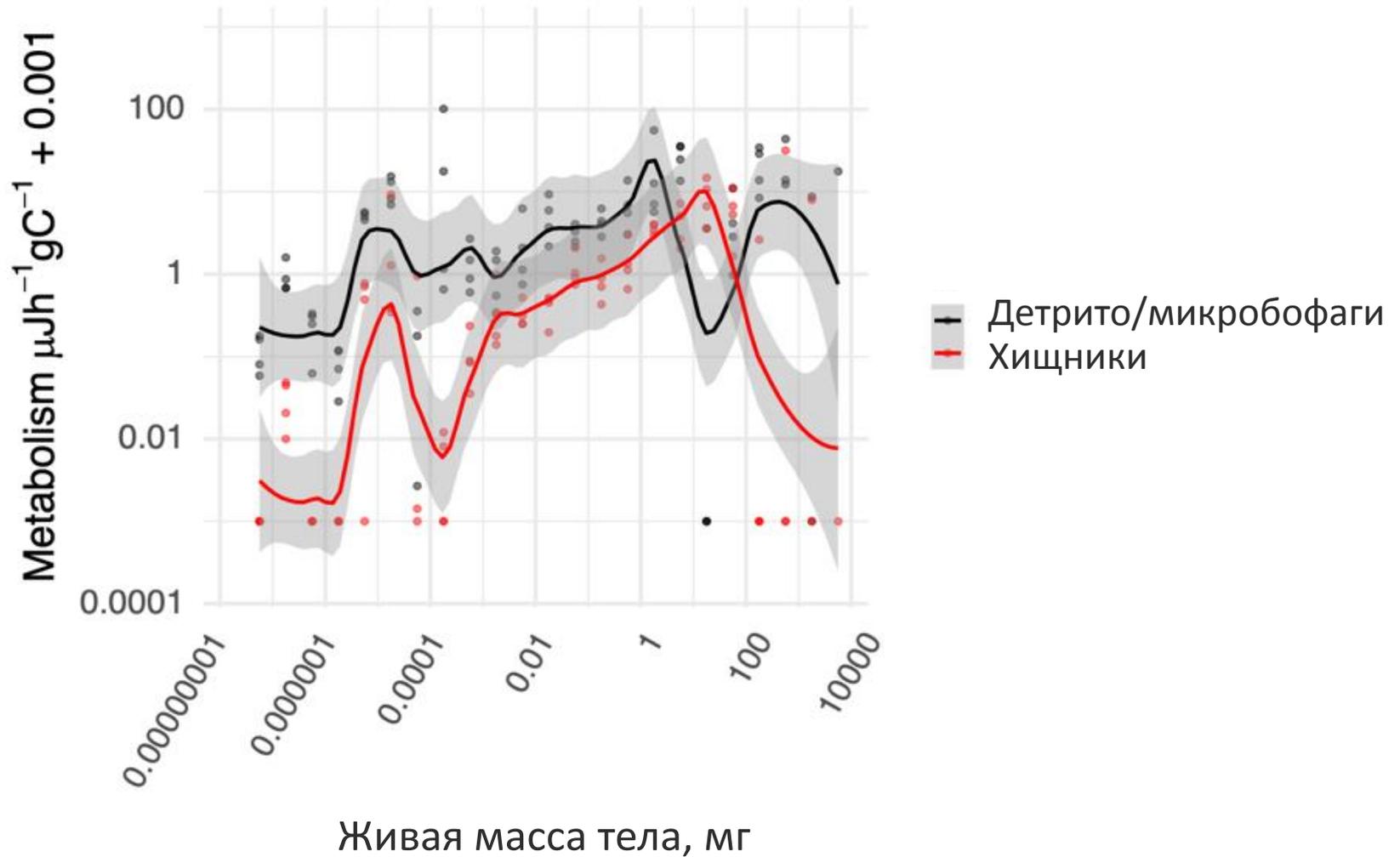
«Гребенка» трофических связей



Пирамида против гребенки:  
экспериментальные доказательства



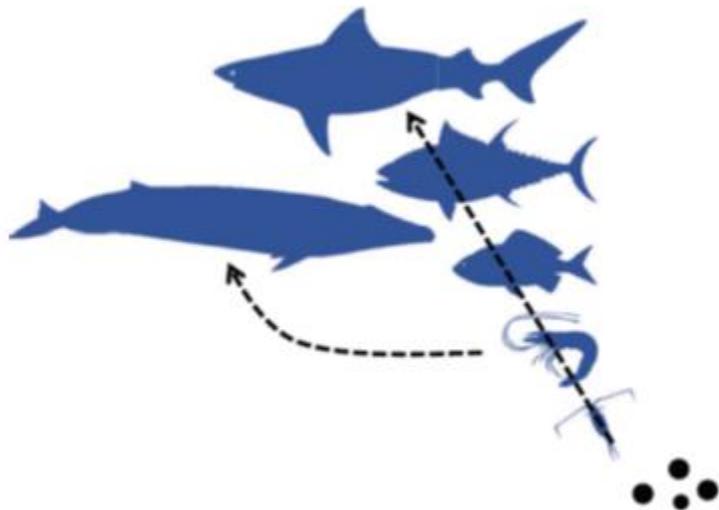
# Насколько пропорционально распределяется энергия?



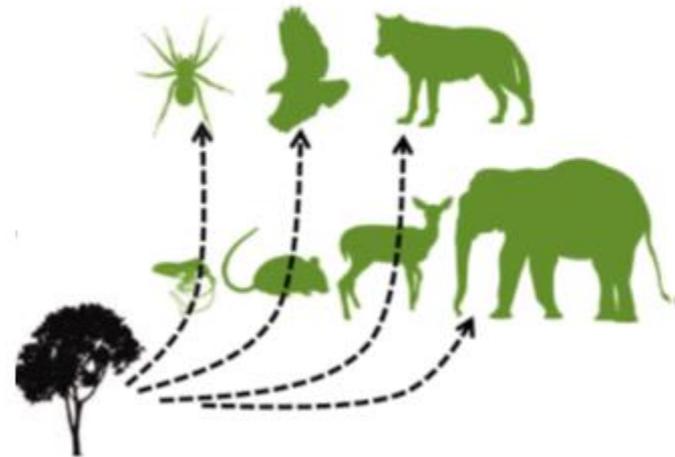


# Гипотеза доказана

## Морские



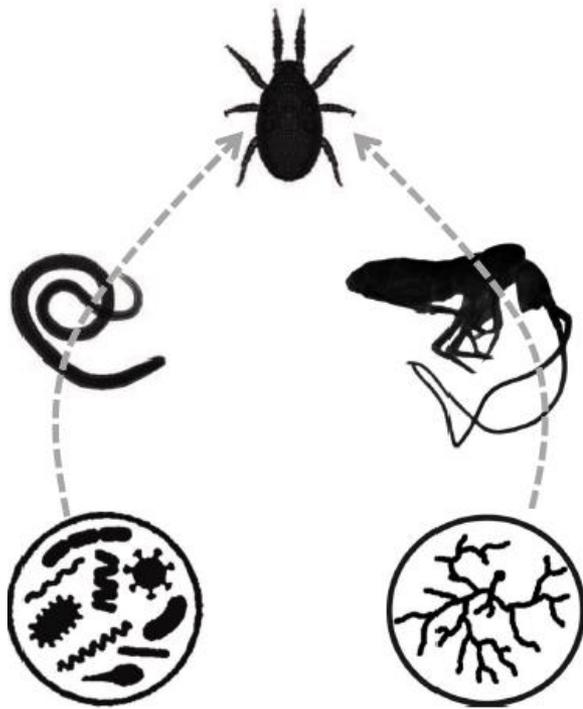
## Наземные



Различия размерной структуры имеют два важных следствия:

- Наземные (в том числе почвенные) трофические сети не интегрированы высшими хищниками
- Механизмы регуляции очевидно разные в «классических» водных и в наземных пищевых сетях

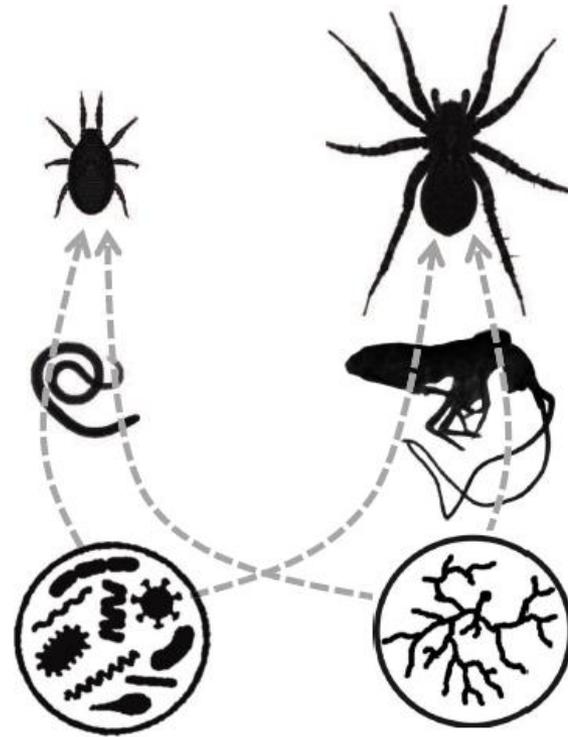
# Механизмы регуляции



*Бактерии*

*Грибы*

*Традиционная модель:*  
компарментализация  
пищевой сети связана с  
**разными ресурсами**



*Бактерии*

*Грибы*

*Новая модель:*  
компарментализация  
пищевой сети связана с  
**размерами организмов**

Living body mass

1 ng                      1  $\mu$ g                      1 mg                      1 g

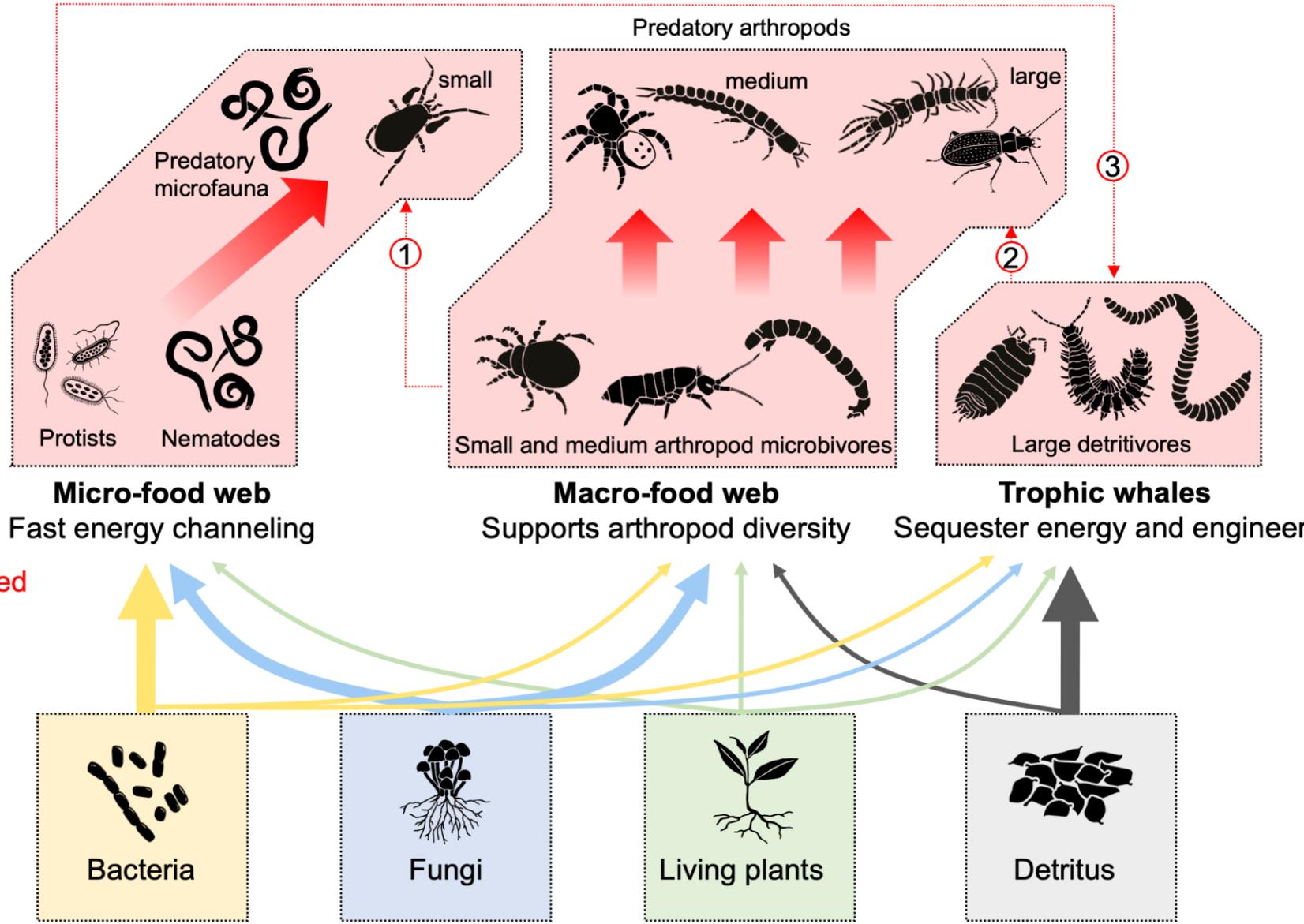
Top predators

Trophic chains

Primary fauna consumers

Resource-based energy channeling

Basal resources



# Заключение

- ❖ Размерная структура «мокрых» и «сухих» пищевых сетей принципиально различаются. Только для водных пищевых сетей характерна корреляция между размером особи и трофическим уровнем.
- ❖ Почвенные пищевые сети могут быть представлены как совокупность относительно мало связанных **размерных** компартментов. Мы не находим в почве функционально единой «трофической пирамиды».
- ❖ Размерная компартментализация может определять ряд ключевых свойств почвенных сообществ и должна быть инкорпорирована в модели пищевых сетей.
- ❖ Новая модель организации почвенных пищевых сетей предполагает наличие пока неизвестных механизмов стабилизации ее структуры и поддержания разнообразия почвенной биоты

# Наша группа



Алексей Тиунов, Иван Марин, Андрей Зуев, Сергей Цуриков, Женя Семенина, Оксана Розанова, Владислав Леонов (Москва)



Антон Гончаров (Москва)  
Антон Потапов (Гёттинген)



Ирина Семенюк (Хошимин)



**Спасибо за внимание**