



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

Савельева К.В.¹, Сотников И.В.¹, Зуев А.Г.², Тиунов А.В.¹

¹ Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва
²Senckenberg Museum of Natural History Görlitz, Department of Soil Zoology, Germany



В процессе разложения растительного опада и органическое вещество, и ткани консументов закономерно обогащаются тяжёлым изотопом углерода (¹³C) на 2–5‰. Предполагается, что он обусловлен тремя основными процессами: 1) выделение обеднённого ¹³C CO₂; 2) избирательное потребление микроорганизмами субстратов, изначально обогащённых ¹³C; 3) анаплеротическая фиксация CO₂. В тропиках вклад беспозвоночных (особенно термитов) в разложение опада сопоставим с микробным. Термиты *Macrotermes carbonarius* собирают переработанный опад в своих гнёздах и выращивают на нём грибы *Termitomyces*, которые служат им пищей. Из-за высокой биомассы термитов, большого количества органического вещества в гнёздах и особого микроклимата эмиссия газов с поверхности термитников в 2–2,5 раза выше, чем из окружающей почвы.

В данной работе мы проследили путь ¹³C по цепи листовая опад – термитные сады – грибы – термиты. Целью работы было выяснить, какие компоненты этой трофической системы определяют «детритный сдвиг». Для этого мы сравнили изотопный состав углерода δ¹³C:

- Валового содержания углерода в термитах, грибных садах, грибах, опаде и почве;
- CO₂ и CH₄, выделяемых этими компонентами, + воздуха в камерах термитников;
- Также дополнительно был оценён вклад каждого компонента в общие потоки углерода CO₂ и CH₄ в системе.

Результаты

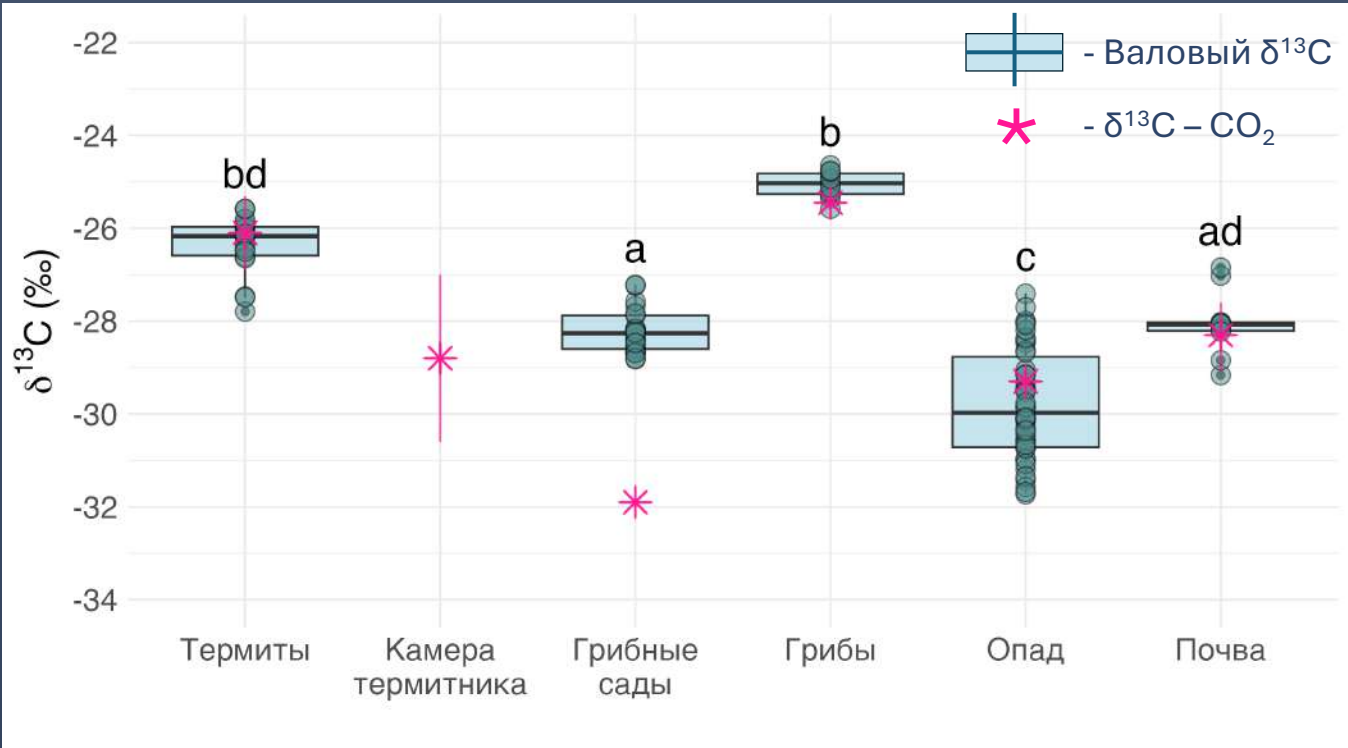


Рисунок 2. δ¹³C валовый *M. carbonarius*, грибных садов, грибов и опада, и CO₂ дыхания этих компонентов и воздуха термитных камер. Буквы – значимые различия ($p < 0.05$).

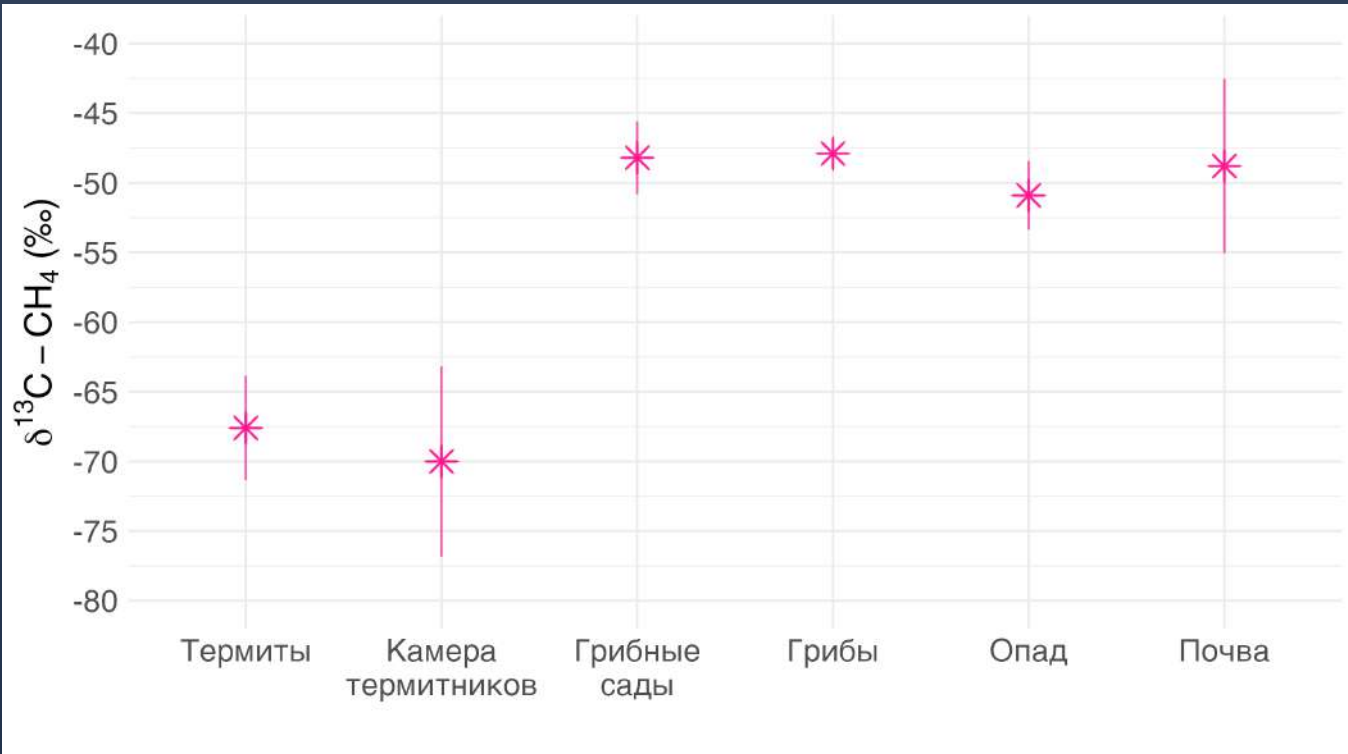
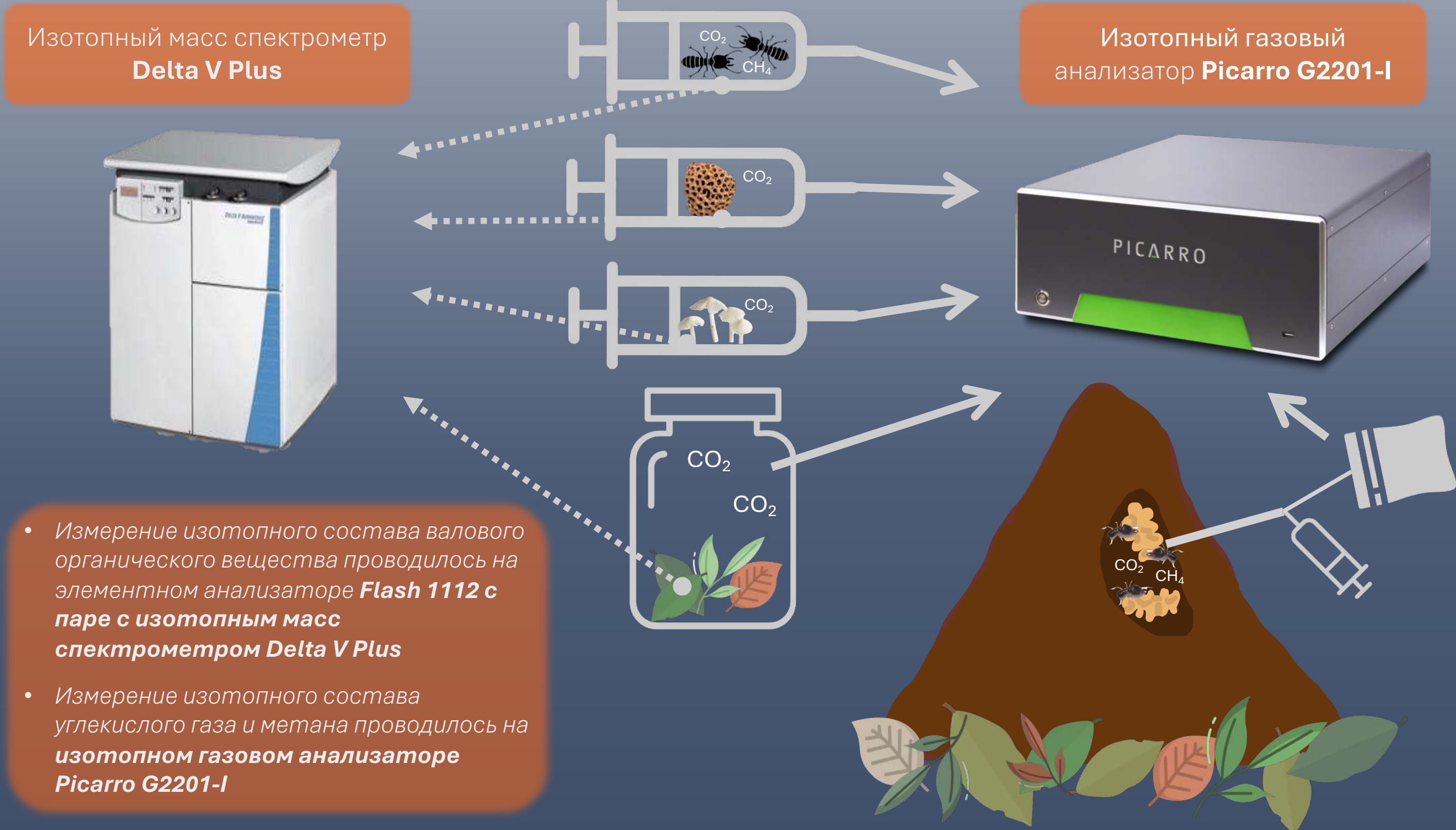


Рисунок 3. δ¹³C - CH₄ дыхания термитов *M. Carbonarius*, грибных садов, грибов, почвы и опада и воздуха термитных камер.

3. Концентрация CH₄ в термитных камерах варьировала от 5,3 до 37,1 ppm, а в выдыхаемом термитами воздухе в среднем составила 9,6 ppm (Табл. 1). У этих двух компонентов изотопный состав CH₄ был значимо облегчен ¹³C по сравнению с остальными (δ¹³C-CH₄ от -75 до -62) (Рис. 3).

Выводы

- Валовый δ¹³C равномерно увеличивается в ряду опад – грибные сады – грибы и термиты;
- Интенсивное фракционирование углерода в грибных садах термитников, вероятно, является ключевым механизмом «детритного сдвига» в трофической системе *M. carbonarius*;
- Наибольший вклад в потоки углерода в рассматриваемой системе вносят грибы и термиты.



- Измерение изотопного состава валового органического вещества проводилось на элементном анализаторе **Flash 1112 c** паре с изотопным масс спектрометром **Delta V Plus**
- Измерение изотопного состава углекислого газа и метана проводилось на изотопном газовом анализаторе **Picarro G2201-I**

1. Валовый δ¹³C грибных садов, термитов и грибов был значимо (p -value<0,05) обогащен ¹³C на 2, 4 и 5 ‰ соответственно по сравнению листовым опадом (Рис.2).

2. Изотопный состав CO₂, выдыхаемого грибными садами, был на ≈4 ‰ легче, чем их валовый δ¹³C, в отличие от остальных компонентов, где значимых отличий этих показателей не наблюдалось (Рис.2).

Таблица 1. Потоки углерода в трофической системе *M. carbonarius*.

	C-CO ₂ , mkg C/g/h	std	C-CH ₄ , mkg C/g/h	std
Термиты	505	138	3,5	2,5
Грибные сады	134	94	0,0	0,0
Грибы	10368	1303	0,0	0,0
Опад	167	78	0,0	0,0
	Mean CO ₂ , ppm	std	Mean CH ₄ , ppm	std
Термитные камеры	15546	13	17	0,02
	C-CO ₂		C-CH ₄	
Почва	mg C/(m ² *h)	std	mg C/(m ² *h)	std
	59	26	0,0	0
	μmol C/m ² /s	std	μmol C/m ² /s	std
	1,4	0,61	0,0	0

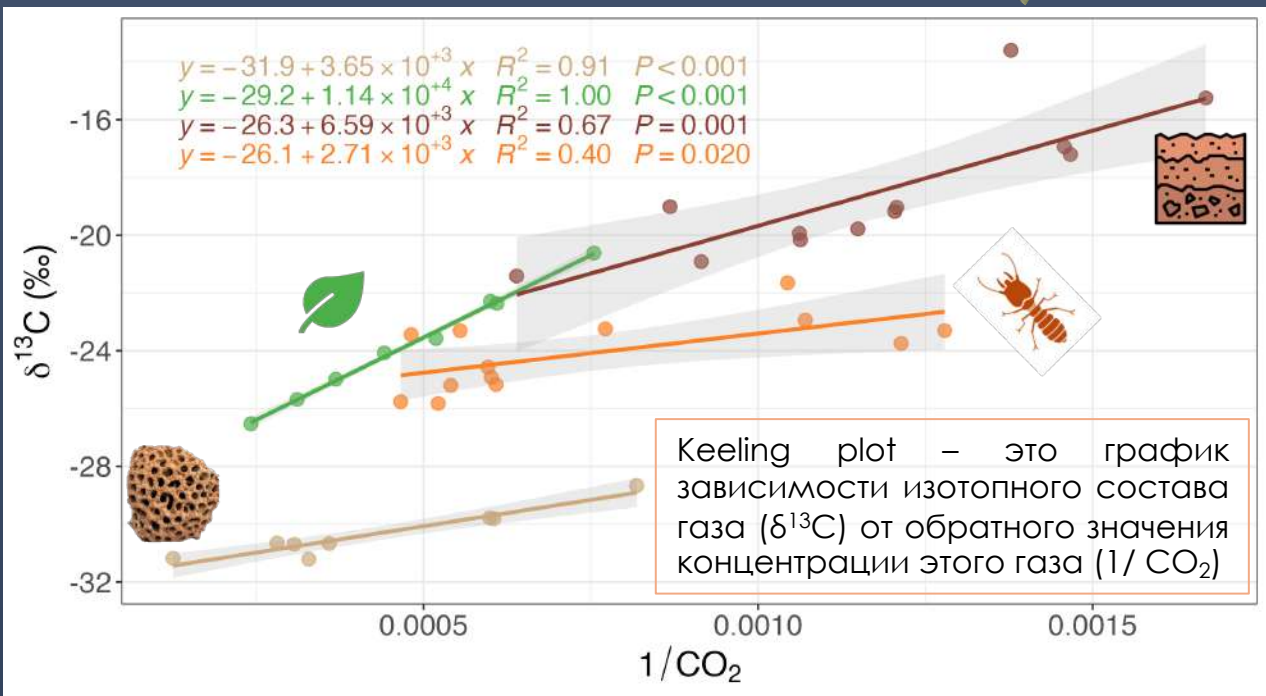


Рисунок 1. График Кулинга (Keeling plot) для термитов, грибных садов, почвы и опада. В анализ включены только регрессии с p -value < 0.05.

4. Наибольший вклад в потоки углерода в рассматриваемой системе вносят грибы, выращенные на грибных садах, (10367 мкгC/г/ч) и термиты (505 мкгC/г/ч) (Табл.1).

