

МОДЕЛИРОВАНИЕ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА НА ОСНОВЕ МИКРОПРОЦЕССОВ В ФИЗИЧЕСКИХ ФРАКЦИЯХ ПОЧВЫ

Васильева Н.А.¹, Владимиров А.А.²

¹*Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Междисциплинарная лаборатория
математического моделирования почвенных систем, Москва, Россия*
nadezda.vasilyeva@gmail.com

²*Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия*
artem.a.vladimirov@gmail.com

Аннотация: получена многолетняя динамика с режимом восстановления органического углерода в модели почвенного дыхания при изменении физических условий. Трансформация органического вещества между грануло-денсиметрическими фракциями происходит в результате микробного роста. Параметризацию скорости дыхания от температуры и влажности проводили на данных инкубирования, а многолетней динамики - на двух контрастных почвах в экспериментах бессменного черного пара Курска и Версаля. Показано, что периоды круговорота ОВ при деградации и восстановлении различаются.

1. Введение

Как известно возможность прогноза для экосистемы зависит от того учтены ли главные процессы и взаимосвязи, обуславливающие непредсказуемую статистическими подходами и линейными моделями динамику. Поэтому описание макроскопических интегральных показателей экосистемы требует понимания и моделирования причинных процессов на микроуровне. При исследовании сложных систем важно найти такой интегральный показатель, который отражал бы состояние всей системы целиком и был бы чувствителен к критическим изменениям во всех ее важнейших частях. Для почвы гетеротрофное дыхание, т.е. поток углекислого газа, образующийся в результате процесса дыхания микроорганизмов/разложения/трансформации микроорганизмами органического вещества (ОВ), может быть принят за интегральный показатель ее состояния и функционирования. Активность и состав почвенного микробоценоза взаимосвязаны с химическим строением субстратов, их физическим состоянием и условиями почвенной среды. Изучение круговорота органического углерода, его многолетней динамики при изменении климатических факторов и антропогенной нагрузке является актуальной задачей. Модели связывающие трансформацию ОВ на микроскопическом уровне с многолетней динамикой его запасов встречаются редко. Преобладает подход теоретического деления ОВ почвы на пулы по устойчивости к разложению [1]. Представляется интересным связать структуру математической модели с часто используемым экспериментально подходом физического фракционирования почв на фракции по размеру и плотности (грануло-денсиметрические фракции) для описания многолетней динамики органического углерода в почвах.

2. Модель

Ранее нами была разработана одномерная многомасштабная динамическая модель роста почвенных микроорганизмов и круговорота углерода в почвенном агрегате или почвенном профиле, где была получена самоорганизация порового пространства почвы в результате взаимодействия почвенных микроорганизмов, ОВ, температуры, воды и кислорода [2]. В настоящей работе предложено развитие модели. Прежняя концепция круговорота состояний ОВ расширена на основании экспериментальных данных о физическом фракционировании почвы (с минимальным нарушением химического строения), т.е. грануло-денсиметрическими фракциями (по плотности и размеру частиц), многолетних полевых экспериментах по получению стабильного ОВ и лабораторных инкубациях

почвенного дыхания в сериях температуры и влажности. Таким образом, трансформация ОБ моделируется в свободном и адсорбированном на минералах состоянии, включая легко- и труднодоступные пулы, с возрастной структурой и учетом взаимного влияния фракций на скорость их разложения (прайминг-эффект и автокатализ).

3. Результаты и обсуждение

Показано, что многолетняя динамика С и его восстановление при учете в трансформации ОБ взаимодействий между фракциями может быть описана единым динамическим подходом с нелинейными обратными связями. В типичном курском черноземе восстановление происходит медленнее, чем в версальской неолувисоли. Скорости деградации и восстановления различаются. Таким образом, скорости круговорота ОБ для сети этих экспериментов длительного бессменного пара (LTBF), для которых посчитаны скорости деградации в линейном приближении [3], имеет смысл попробовать описать предложенной моделью дыхания почвы.

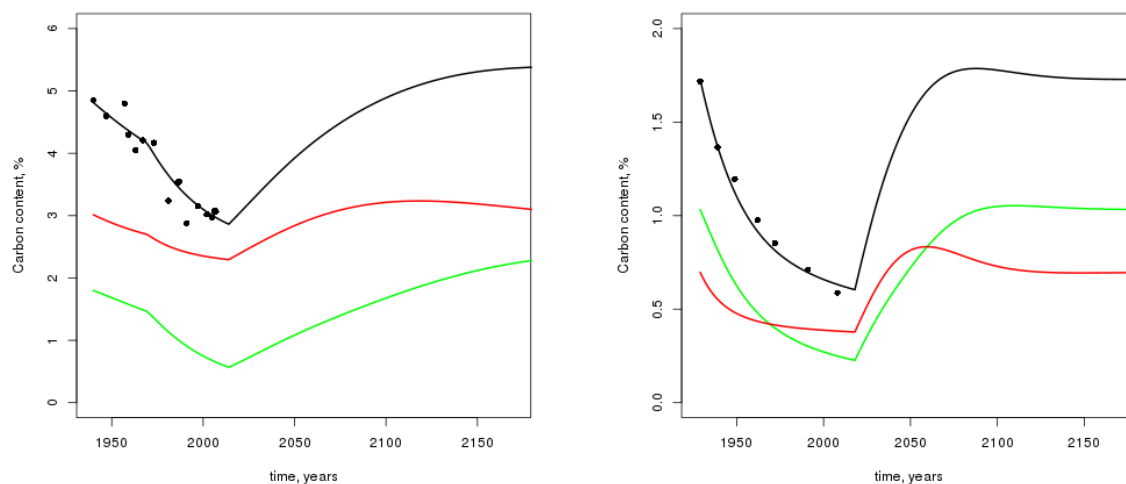


Рисунок 1 – Многолетняя динамика общего органического углерода (черный), лабильного (зеленый) и стабильного (красный) пулов в экспериментах бессменного пара типичного чернозема в ЦЧЗ Курск (слева) и неолувисоли Версаль (справа) с симуляцией режима восстановления, эксперимент (точки), модель (линии).

Интересна также дальнейшая валидация временных серий почвенного дыхания модели на разном масштабе посредством стационарного полевого непрерывного мониторинга потока почвенного дыхания и его изотопного состава.

Литература

- Marie-France Dignac et al. Increasing soil carbon storage: mechanisms, effects of agricultural practices and proxies. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2017. 37(2). DOI: 10.1007/s13593-017-0421-2
- Vasilyeva N. A., Ingtem J. G. and Silaev, D. A. Nonlinear Dynamical Model of Microorganism Growth in Soil // *Computational Mathematics and Modeling*. Springer Verlag, 2016. V. 27 №2. P. 172-180
- Pierre Barre et al. Quantifying and isolating stable soil organic carbon using long-term bare fallow experiments *Biogeosciences*, 2010. 7(11):3839-3850