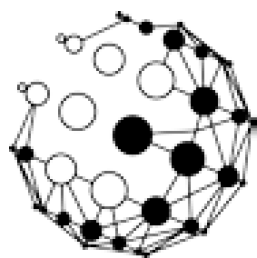


Институт экологии растений и животных УрО РАН

**ЭКОЛОГИЯ:
ФАКТЫ, ГИПОТЕЗЫ, МОДЕЛИ**

Материалы конференции молодых ученых,
посвященной 170-летию В.В. Докучаева
11–15 апреля 2016 г.



Екатеринбург

ЮШИКИ

2016

УДК 574 (061.3)

Э 40

*Материалы конференции изданы при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований (№ 16-34-10069).*



Экология: факты, гипотезы, модели. Материалы конф. молодых ученых, 11–15 апреля 2016 г. / ИЭРиЖ УрО РАН — Екатеринбург: Гощицкий, 2016 — 160 с.

В сборнике опубликованы материалы Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 170-летию В.В. Докучаева «Экология: факты, гипотезы, модели». Мероприятие проходило в Институте экологии растений и животных УрО РАН с 11 по 15 апреля 2016 г. Работы посвящены проблемам изучения биологического разнообразия на популяционном, видовом и экосистемном уровнях, этологии, анализу экологических закономерностей эволюции, поиску механизмов адаптации биологических систем к экстремальным условиям, а также популяционным аспектам экотоксикологии, радиобиологии и радиоэкологии.

В оформлении обложки использована фотография победителя фотоконкурса конференции С.Г. Мещерягиной «Приморские саванны».

ISBN 978-5-98829-051-3

© Авторы, 2016

© ИЭРиЖ УрО РАН, 2016

© Оформление. Издательство «Гощицкий», 2016

Соотношение пространственной и временной вариабельности дыхания почвы

И.А. Сморкалов

Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Ключевые слова: дыхание почвы, пространственная и временная вариабельность.

Дыхание почвы — один из основных компонентов цикла углерода наземных экосистем — интегрально характеризует интенсивность как продукционных (дыхание автотрофов), так и деструкционных (дыхание гетеротрофов) процессов (Luo, Zhou, 2006; Kruse et al., 2013). В силу своей комплексной природы почвенное дыхание зависит от множества как абиотических (температура и влажность почвы и др.), так и биотических (разнообразие и продуктивность) факторов среды (Ryan, Law, 2005). Такая множественная зависимость ведет к большой вариабельности этого показателя в пространстве и времени, что порождает ряд методических вопросов. Один из таких основных вопросов — насколько допустимо сопоставлять данные о дыхании почвы на разных участках, полученные в разное время суток? В научной литературе существует две основных точки зрения на эту проблему. Некоторые авторы считают, что такое сопоставление корректно лишь при измерении в очень узком интервале времени (1–3 часа) в течение первой половины суток, когда полученные значения наиболее близки к среднесуточным (Ларионова, Розонова, 1993; Головацкая, Дюкарев, 2011; Tao, Yang, 1998; Xu, Qi, 2001; Xiao et al., 2014). При этом конкретные интервалы не только различаются в разных работах, но также меняются в зависимости от времени года в одной и той же работе (Головацкая, Дюкарев, 2011). Другая точка зрения состоит в том, что сопоставления можно производить в гораздо большем временном интервале (Карелин et al., 2014; Ataka et al., 2014; Mande et al., 2014). Такая неоднозначность мнений определила цель исследования — оценить соотношение пространственной и временной вариабельности дыхания почвы на разных биотопах в разное время года.

Для этого в 2014–2015 гг. были выполнены круглосуточные измерения скорости дыхания почвы в начале, середине и конце вегетационного сезона (таблица). Измерения проводили в лесном (сосняк черничный) и открытом биотопах (суходольный разнотравный луг). Почвенный покров обоих биотопов представлен структурно-метаморфическим буроземом оподзоленным. В каждом биотопе закла-

дывали по три постоянных пробных площади, на каждой из которых дыхание измеряли на 10 постоянных точках. В каждой точке измерения проводили один раз в час в течение 24 ч (всего за четыре тура выполнили 5760 измерений).

Скорость потока CO_2 с поверхности почвы измеряли полевым респирометром Li-8100A (Li-Cor biosciences, США), работающим по принципу закрытого динамического камерного метода (Luo, Zhou, 2006). В каждой точке измерения на весь срок проведения исследований в почве было постоянно установлено полипропиленовое кольцо диаметром 105 мм, на которое и устанавливали камеру прибора во время проведения измерений.

Для сравнения интенсивности дыхания почвы на каждой площадке в конкретный час со среднесуточной интенсивностью дыхания использовали анализ простых (неортогональных) контрастов модели однофакторного дисперсионного анализа. Анализ выполнен в ПО Statistica v.8 (StatSoft Inc., 2008). Для сравнения временной и пространственной изменчивости дыхания почвы использовали коэффициенты вариации в каждой точке измерения за 24 ч (временная изменчивость) и в пределах каждого часа на всех 30 точках в каждом биотопе (пространственная изменчивость).

На уровне индивидуальных точек отличие скорости дыхания почвы от среднесуточных величин достигало 80% (данные не приведены), а при использовании в качестве учетной единицы пробной площади эта разница не превышала 30%. Таким образом, использование большого числа пространственных повторностей снижает возможные расхождения получаемых «моментальных» значений дыхания со среднесуточными.

Анализ контрастов (таблица) показал, что интервалы времени, в которые полученные моментальные значения эмиссии углекислого газа значимо отличаются от среднесуточных значений, не одинаковы как для разных биотопов, так и в разные туры измерений.

Наиболее показательными оказались результаты сравнения коэффициентов временной и пространственной вариации дыхания почвы (см. таблицу). В лесном биотопе пространственная изменчивость преобладает над временной независимо от температуры окружающей среды, тогда как в луговом — при низких температурах временная изменчивость превышает пространственную.

Этот вывод имеет важное методическое значение: при достаточном количестве пространственных повторностей сопоставление данных, полученных в разное время суток на разных участках, в лесных биотопах допустимо в любой период вегетационного сезона (с мая по октябрь включительно), а на луговых — только при относительно высоких температурах почвы и воздуха.

Таблица. Температура почвы и воздуха, коэффициенты вариации скорости эмиссии CO₂ из почвы в исследуемых биотопах

| Год Дата | Лесное сообщество | | | |
|--|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 2014 | | 2015 | |
| | 4 июля | 4 августа | 10 июля | 19 октября |
| Температура почвы, °C (<i>n</i> =720) | 10.9±0.05 | 14.5±0.04 | 10.6±0.03 | 4.4±0.02 |
| Температура воздуха, °C (<i>n</i> =720) | 15.5±0.26 | 19.6±0.14 | 11.5±0.14 | 2.1±0.06 |
| Интервалы значимого отличия от среднесуточной эмиссии, ч | 5–9, 20–22, 24 | 1–3, 10–15, 21–24 | 2–8 | 6–9, 17 |
| Коэффициент временной вариации (<i>n</i> =30) | 15.4±0.6 (10.6–22.7) | 20.1±1.1 (10.0–33.0) | 14.4±1.2 (7.1–34.4) | 17.9±1.1 (8.6–34.2) |
| Коэффициент пространственной вариации (<i>n</i> =72) | 20.3±0.5 (13.0–30.5) | 23.8±0.5 (13.9–38.3) | 20.5±0.7 (11.6–41.1) | 25.0±1.0 (11.7–48.4) |
| Уровень значимости различий CV | 0.056 | 0.461 | 0.003 | <0.001 |
| Год Дата | Открытое сообщество | | | |
| | 2014 | | 2015 | |
| | 23 июля | 10 августа | 22 мая | 8 октября |
| Температура почвы, °C (<i>n</i> =720) | 19.6±0.06 | 21.2±0.06 | 11.8±0.09 | 6.8±0.03 |
| Температура воздуха, °C (<i>n</i> =720) | 22.7±0.26 | 24.2±0.24 | 9.5±0.34 | 2.4±0.10 |
| Интервалы значимого отличия от среднесуточной эмиссии, ч | 8–11, 14–15, 21, 23 | 4 | 1–8, 10–18, 22–24 | 5–9, 11, 16–21 |
| Коэффициент временной вариации (<i>n</i> =30) | 14.8±0.6 (9.8–26.3) | 13.2±0.8 (5.6–27.6) | 35.2±0.9 (27.0–46.8) | 32.1±1.7 (19.5–62.1) |
| Коэффициент пространственной вариации (<i>n</i> =72) | 19.8±0.7 (10.1–38.3) | 19.4±0.6 (9.5–35.8) | 21.3±0.9 (8.6–41.9) | 28.4±1.4 (12.6–66.4) |
| Уровень значимости различий CV | 0.048 | 0.003 | <0.001 | 0.105 |

Примечание. Приведено среднее±ошибка; в скобках — размах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН (проект №15–12–4–27).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Головацкая Е.А., Дюкарев В.А. Сезонная и суточная динамика эмиссии CO_2 с поверхности олиготрофной торфяной почвы // Метеорология и гидрология. 2011. № 6. С. 84–93.
- Карелин Д.В., Почикалов А.В., Замолодчиков Д.Г., Гитарский М.Л. Факторы пространственно-временной изменчивости потоков CO_2 из почв южнотаежного ельника на Валдае // Лесоведение. 2014. № 4. С. 56–66.
- Ларионова А.А., Розонова Л.Н. Суточная, сезонная и годовая динамика выделения CO_2 из почвы // Дыхание почвы. Пущино, 1993. С. 59–68.
- Ataka M., Kominami Y., Yoshimura K., Miyama T. et al. *In situ* CO_2 efflux from leaf litter layer showed large temporal variation induced by rapid wetting and drying cycle // PLoS ONE. 2014. V. 9. № 10. P. e108404.
- Kruse J., Simon J., Rennenberg H. Soil respiration and soil organic matter decomposition in response to climate change // Developments in Environmental Science. 2013. V. 13. P. 131–149.
- Luo Y., Zhou X. Soil respiration and the environment. Burlington: Acad. Press, 2006. 316 p.
- Mande H.K., Abdullah A.M., Aris A.Z., Ainuddin A.N. Factors responsible for spatial and temporal variation of soil CO_2 efflux in a 50 year recovering tropical forest, Peninsular Malaysia // Environmental Earth Sciences. 2015. V. 73. № 9. P. 5559–5569.
- Ryan M.G., Law B.E. Interpreting, measuring, and modeling soil respiration // Biogeochemistry. 2005. V. 73. № 1. P. 3–27.
- Tao Y., Yang X.M. Fuzzy comprehensive assessment, fuzzy clustering analysis and its application for urban traffic environment quality evaluation // Transportation Research Part D-Transport and Environment. 1998. V. 3. № 1. P. 51–57.
- Xiao W., Ge X., Zeng L., Huang Z. et al. Rates of litter decomposition and soil respiration in relation to soil temperature and water in different-aged *Pinus massoniana* forests in the three gorges reservoir area, China // PLoS ONE. 2014. V. 9. № 7. P. e101890.
- Xu M., Qi Y. Soil-surface CO_2 efflux and its spatial and temporal variations in a young ponderosa pine plantation in northern California // Global Change Biology. 2001. V. 7. № 6. P. 667–677.