

Материалы докладов XV Коми республиканской молодежной научной конференции. Т. 2: XI молодежная научная конференция Института биологии Коми НЦ УрО РАН «Актуальные проблемы биологии и экологии». Сыктывкар, 2004. С. 175-176.

СЕЗОННЫЙ ХОД ЭМИССИИ CO₂ С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ ХВОЙНО-ЛИСТВЕННОГО НАСАЖДЕНИЯ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

А.В. Машика

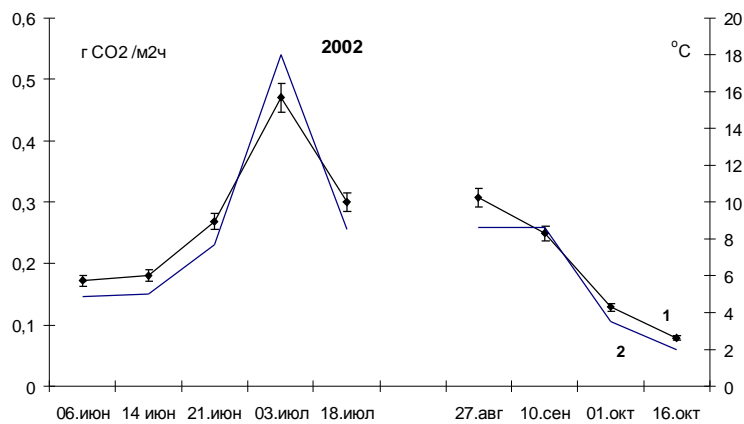
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, mashika@ib.komisc.ru

Почвы бореальных лесов играют важную роль в глобальном цикле углерода, являясь одновременно его источником, стоком и резервуаром [6,8]. Недостаток исходной информации при балансовых расчетах круговорота углерода в таежных экосистемах обуславливает актуальность натурных исследований динамики почвенного углерода, включая его газовые потоки. Вклад дыхания почвы в общий дыхательный поток хвойных экосистем согласно [7] составляет 48-71%. К тому же интенсивность почвенного дыхания является одним из важнейших показателей ее биологической активности [4]. Величина суммарного потока CO₂ с поверхности почвы определяется главным образом биологической и физико-химической активностью почвенных процессов, а они в свою очередь – гидротермическими условиями [2,4].

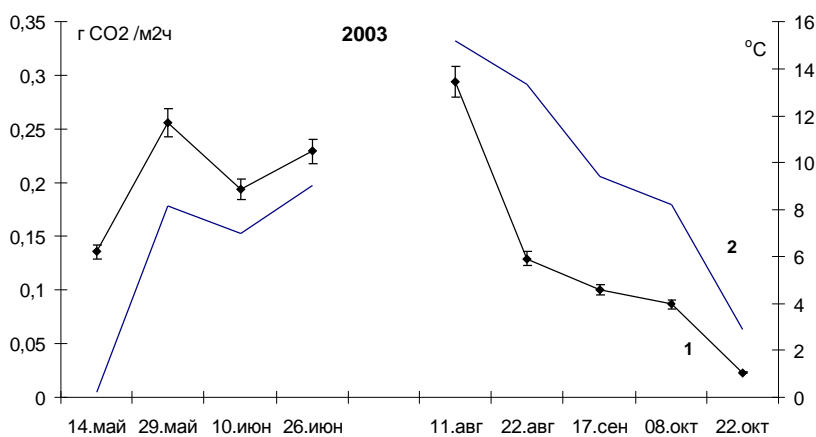
Нами изучалась сезонная динамика эмиссии CO₂ с поверхности почвы в периоды май – октябрь 2002 и 2003 гг. в спелом хвойно-лиственном насаждении на территории Ляльского лесозоологического стационара Института биологии Коми НЦ (62°25' с.ш. и 52°20' в.д.). Почва, развивающаяся под данным фитоценозом относится к типичной подзолистой на суглинистых почвообразующих породах [1]. Состав древостоя выражался формулой 4ЕЗС2Ос1Б. Измерение количества выделяющегося из почвы CO₂ проводили проточным камерным методом. Концентрацию CO₂ регистрировали с помощью инфракрасного газоанализатора Infracol-4 (Германия), подключенного по абсолютной схеме (абсорбент CO₂ – натронная известь). Температура почвы замерялась на глубинах 5, 10, 15 см в непрерывном почасовом режиме автономными термисторами Logger Hobo (США). Показатели температуры воздуха и количества осадков снимали с метеостанции Li-1200 (Li-COR, США). В сроки измерений производили отбор почвенных образцов для определения влажности почвы методом термостатной сушки [5]. При обработке результатов применялся статистический метод анализа в среде MS Excel.

Погодные условия периодов измерения характеризовались как прохладные в 2002 г. и теплые в 2003 г. Количество осадков, выпадавших в оба сезона, было ниже нормы и составляло 79% в 2002 г. и 87% в 2003 г. В связи с изменениями погодных и гидротермических условий почвы, фаз развития фито- и микробоценоза динамично протекает и процесс выделения CO_2 с поверхности почвы, как интегральный результат ее биологической активности и интенсивности физико-химических процессов.

Для нахождения среднесуточных значений эмиссии CO_2 с поверхности почвы фитоценоза брали средние значения потока по пяти точкам. Как видно из рис.1, в сезонной динамике наблюдается увеличение количества выделяющегося CO_2 из почвы с начала сезона, постепенное в 2002 г. и более резкое в 2003 г. (в середине мая, после схода снега с $0.05\text{-}0.10 \text{ гCO}_2\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{ч}^{-1}$), достижение максимума в июле – августе (до $0.6\text{-}1.2 \text{ гCO}_2\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{ч}^{-1}$) и последующее постепенное снижение к концу периода измерений (в конце октября $0.02\text{-}0.05 \text{ г}$).



а



б

Рис. 1. Сезонная динамика эмиссии CO₂ типичной подзолистой почвы: в 2002 (а), в 2003 г. (б). 1 – эмиссия CO₂, 2 – температура почвы на глубине 5 см.

Подобный ход кривой сезонной динамики эмиссии CO₂ из почв лесных сообществ отмечен ранее другими исследователями [3,4,6], которые связывали изменения почвенного дыхания сезонным различием гидротермического режима и интенсивности биологических процессов в почве.

На нашем объекте, в условиях достаточной и повышенной влажности почвы хвойно-лиственного насаждения, в основном отмечалась прямая коррелятивная зависимость скорости эмиссии CO₂ от температуры почвы, особенно ее верхней части. Температурная кривая на 5-см глубине, а это подподстилочный слой, в общих чертах повторяет форму кривых интенсивности дыхания почвы. При заметных похолоданиях в середине июля 2002 г. и в первой декаде июня 2003 г. соответственно снижалась и эмиссия CO₂. Линейная корреляция между среднесуточными значениями этих переменных характеризуется как сильная положительная в 2002 г. ($R^2=0.95$) и как слабая положительная в 2003 г. ($R^2=0.25$).

Влияние влажности лесной подстилки и почвы на эмиссию CO₂ в исследуемом еловом сообществе неоднозначно и проследить его сложнее из-за ее сравнительно небольших колебаний. Если взять средние значения объемной влажности верхних слоев почвы и среднесуточной интенсивности дыхания почвы, то линейный корреляционный анализ показывает отрицательную связь переменных, наибольшую в подзолистом горизонте ($R^2= -0.86$). Вероятно это свидетельствует о том, что повышенная влажность исследуемой почвы оказывает в основном лимитирующее действие на скорость выделения CO₂, а при иссушении верхних горизонтов на фоне повышающейся температуры наблюдается активизация как биологических, так и чисто физических процессов, а именно увеличения скорости диффузии в высвобождающихся от влаги порах, а также десорбции адсорбированного и растворенного в почвенном растворе CO₂.

Такие общие тенденции динамики выделения CO₂ из почвы характерны для осредненных значений по пяти измерительным точкам. В действительности же описание процесса выделения CO₂ осложняется его пространственной вариабельностью, связанной с гетерогенностью самого лесного ценоза, и прежде всего неравномерным расположением корневой системы деревьев в почве и разной толщины подстилки. Эти выводы находят подтверждение в том, что в точках, расположенных в приствольной части дерева, часто наблюдались значения в 1.5-2 раза превышающие значения, получаемые в «окнах»

древостоя. В результате пространственная вариабельность эмиссии CO₂ в большинстве случаев достигала 20-30%, а в отдельные сроки измерений, в частности, в начале июля 2002 г., достигала 40 и даже 60%, в период наибольшей активности роста корневой системы, с максимальными абсолютными значениями, достигавшими 1-1.2 гCO₂/м²ч. В начале сезона и по его завершению коэффициент пространственной вариабельности не превышал 20%. Это затрудняет точную экстраполяцию данных эмиссии CO₂ с поверхности почвы при переходе с локального уровня на большую территорию. Хотя в одной из работ [2] при оценке дисперсии и коэффициента вариации интенсивности почвенного дыхания указывается, что достаточно 9-12 точек, равноудаленных на 1 м, для экстраполяции результатов на участок в несколько сотен кв. метров.

Из других факторов, влияющих на эмиссию CO₂, неоднократно замечалось действие сильных ливней в теплое время, после прохождения которых наблюдалось повышение интенсивности эмиссии CO₂ в 1.2- 1.5 раза с последующим постепенным ее снижением до исходного уровня.

Литература

1. *Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера* / Отв. ред. К.С. Бобкова, Э.П. Галенко. СПб: Наука, 2001. 278 с.
2. *Дыхание почвы*. Пушино, 1993. 144 с.
3. *Кобак К.И.* Биотические компоненты углеродного цикла. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 248 с.
4. *Макаров Б.Н.* Газовый режим почвы. М.: Агропромиздат, 1988. 104 с.
5. *Роде А.А.* Методы изучения водного режима почв. М.: изд-во АН СССР, 1960. 244 с.
6. *Смагин А.В.* Газовая фаза почв. М.: изд-во МГУ, 1999. 200 с. .
7. *Lavigne M.B., Ryan M.G., Anderson D.E., Baldocchi D.D., Crill P.M., Fitzjarrald D.R., Goulden M.L., Gower S.T., Massheder J.M., McCaughey J.H., Rayment M., Striegl R.G.* Comparing nocturnal eddy covariance measurements to estimates of ecosystem respiration made by scaling chamber measurements at six coniferous boreal sites // *J. Geophys. Res.*, 1997. V. 102. № D24, P. 28,977-28,985.
8. *Schlesinger W.H.* Carbon balance in terrestrial detritus // *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 1977. V. 8: 51-81.