

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ПОЧВЕННЫХ ПОТОКОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ПОЧВЫ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ г. КУРСКА**

Неведров Н.П.

*Курский государственный университет,
г. Курск, Российская Федерация
9202635354@mail.ru*

В работе приведены данные о скорости эмиссии диоксида углерода из подзолистых иллювиально-железистых песчаных почв, подверженных различным видам антропогенного воздействия. Почвенные потоки CO_2 измерялись «in situ» методом динамических закрытых камер. Установлено, что скорость эмиссии CO_2 из указанных почв находится в зависимости от вида их использования и экологического состояния.

Ключевые слова: почвенная эмиссия CO_2 , подзолы иллювиально-железистые песчаные, трансформация почв, камерный метод.

Введение. Антропогенное преобразование компонентов окружающей среды влечет за собой значительные изменения баланса биогеохимических циклов круговорота веществ. В настоящее время актуальной проблемой является отмечаемое исследователями смещение баланса углерода в сторону его эмиссии в атмосферу, которое приводит к глобальным климатическим изменениям. По оценкам ученых порядка 90 % атмосферного CO_2 имеет почвенное происхождение [1, 2]. Трансформация почв, вызванная антропогенными факторами, может как снижать скорость эмиссии CO_2 , так и значимо увеличивать ее [3]. Как в первом, так и во втором случае это происходит за счет изменения интенсивности дыхания почвенного микробиоценоза и дыхания корневых систем растений. Согласно данным современных исследований вклад дыхания почвенных микроорганизмов (совместно с ризосферными микроорганизмами) в общий поток CO_2 из почв может составлять до 92 % [5]. Показатель скорости эмиссии CO_2 , в целом, характеризует интегральную микробиологическую активность почв и может быть использован в целях экологической оценки почв.

Цель работы – исследовать влияние антропогенных и природных факторов трансформации подзолов иллювиально-железистых песчаных лесостепи на скорость эмиссии CO_2 из них.

Материалы и методы. Исследование проводилось на территории урочища «Гуторевый бор», расположенного в южной части города Курска. Урочище представляет собой лесную экосистему, сформированную насаждениями сосны обыкновенной. Средний возраст насаждений около 70 лет. Почвенный покров представлен преимущественно подзолистыми иллювиально-железистыми песчаными почвами (Carbic Podzols Arenic), развивающимися на легких флювиогляциальных и древнеаллювиальных отложениях. Хозяйственная деятельность и рекреационная эксплуатация урочища сформировала повышенную пространственную вариативность экологических условий внутри его. На основе выявленных почвенных повреждений и антропогенных трансформаций исходной экосистемы соснового

леса внутри него выделили 7 ключевых участков: 1) фоновый участок, представленный сосновым лесонасаждением – сосняк зеленомошный возрастом 70 лет; 2) березняк – на месте выпавшей сосны в ходе восстановительной сукцессии сформировалось сообщество березы белой (средний возраст 20 лет); 3) участок с химическим загрязнением почв стоками ливневых канализаций автомагистрали; 4) пахотный участок – противопожарные минерализованные полосы образованная почвообрабатывающими орудиями; 5) участок с уплотненными почвами – тропинки и места проведения культурного отдыха (пикников); 6) пирогенный участок – костровища различного масштаба в местах культурного отдыха; 7) участок сплошной рубки сосны обыкновенной.

В каждом из выделенных участков во второй декаде мая 2022 г. проводилось измерение потоков CO_2 in situ методом динамических закрытых камер с помощью инфракрасного газоанализатора. На каждом участке напочвенные основания диаметром 20 см в пятикратной повторности врезались в почву на глубину 5 см. С помощью специальных зажимов на них закреплялась экспозиционная камера ($V = 7,2$ л). Замер проводили в период с 9 до 13 часов в течение трех дней на каждом участке. В каждой точке измерением эмиссии CO_2 определяли температуру (термометром Checktemp, Hanna, Германия; усреднение проведено для слоя 0-10 см) и влажность почвы (датчик SM300, Eijkelkamp, Нидерланды; интегрирован по глубине 0-7 см) внутри и снаружи каждого основания в трех повторениях, температура воздуха снаружи и внутри камеры. Статистическая обработка данных проводилась с применением Microsoft Excel (2010).

Результаты и их обсуждение. Скорость почвенных потоков CO_2 во всех преобразованных экосистемах отличалась от фонового участка (сосновый лес) (рисунок 1).

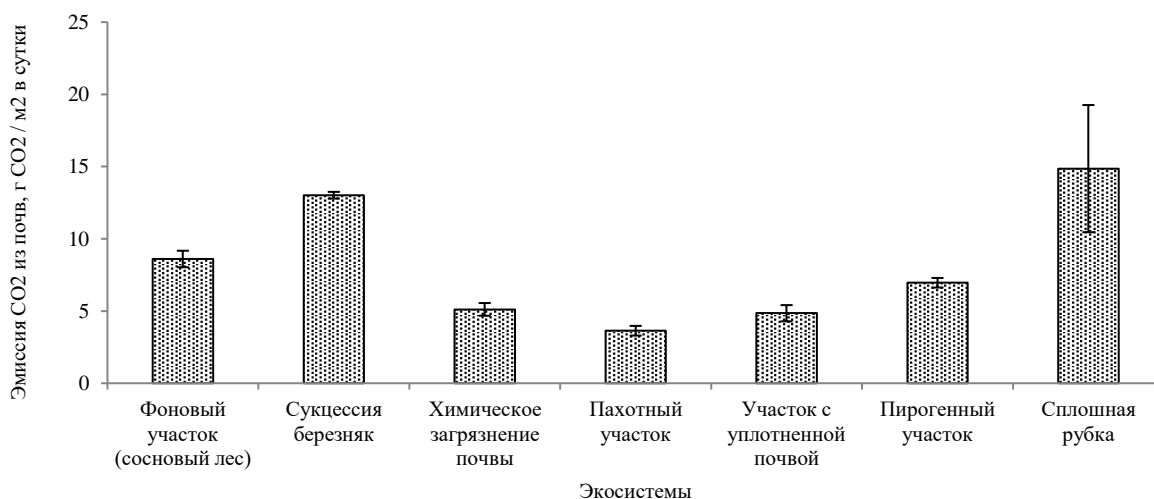


Рисунок 1 – Влияние различных видов антропогенной и природной трансформации экосистемы соснового лесонасаждения на скорость почвенных потоков диоксида углерода

На исследуемых участках отмечалось как увеличение скорости эмиссии диоксида углерода из почв, так и заметное снижение этого показателя. На участке сформированного сообщества молодого березового леса и участке с интенсивно формирующимся луговым сообществом на месте сплошной рубки прогрессируют восстановительные сукцессии (начальная и средняя стадии), сопровождающиеся повышением биологического разнообразия (в т.ч. биоразнообразия почвенной микробиоты), изменением состава растительного опада, развитием дернового почвообразовательного процесса и затуханием подзолистого. Эти процессы способствовали повышению скорости эмиссии CO_2 из исследуемых почв на 51,3 % и 72,6 %, соответственно, и достигала значения $14,9 \text{ г CO}_2/\text{м}^2$ в сутки. В экосистемах с физически и химически поврежденными почвами эмиссия CO_2 снижалась на 19,1-57,8 %, что обусловлено изменением гидротермических свойств почв, воздействием на микробиоценоз почвы и ризосферу. Минимальная скорость потока фиксировалась в почвах противопожарной минерализованной полосы ($3,6 \text{ г CO}_2/\text{м}^2$ в сутки), очевидно ввиду практически полного отсутствия корневого дыхания, вызванного разрушением ризосферы поверхностных горизонтов в результате ежегодного применения почвообрабатывающих орудий.

Рассматриваемые виды антропогенных преобразований компонентов экосистем соснового леса, в целом, значительно изменяют гидротермический режим почв. В ходе анализа полученных данных были установлены прямые корреляции скорости эмиссии CO_2 из почв с влажностью почвы ($r=0,50$, $n=35$) и температурой почвы ($r=0,61$, $n=35$) (рисунок 2).

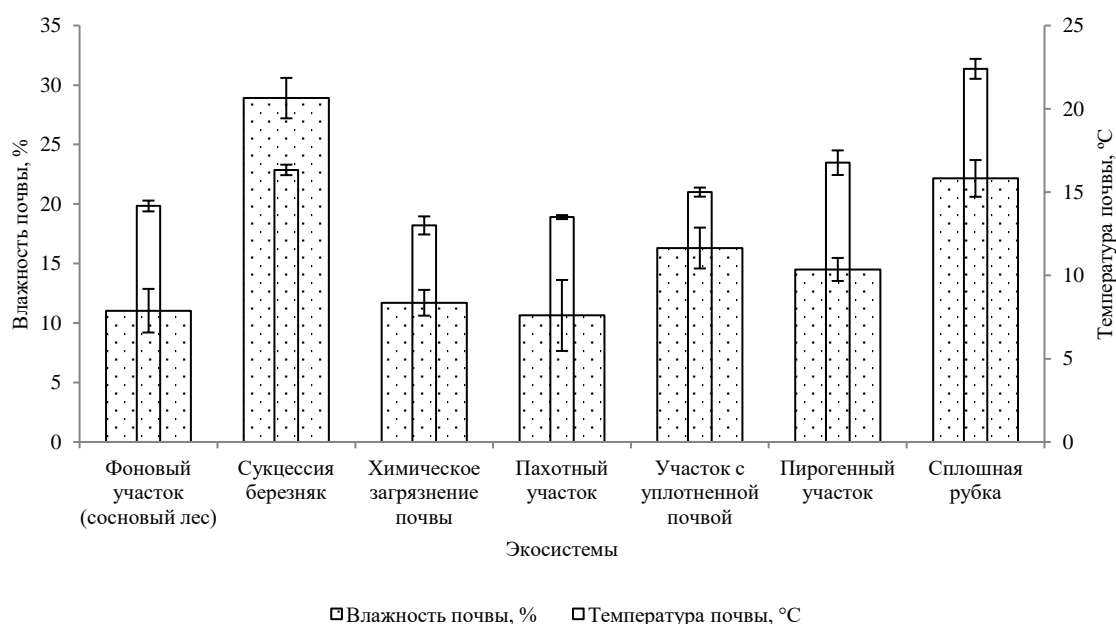


Рисунок 2 – Влияние различных видов антропогенной и природной трансформации экосистемы соснового лесонасаждения на гидротермический режим почв

Максимальная влажность отмечалась в почвах березняка – 28,9 %, минимальная – в почвах фонового, пахотного участков и участка с химическим загрязнением – 10,6-11,7 %. Температурный режим почв на исследуемых участках также различался. Сильнее прогревались почвы открытого участка сплошной рубки (22,4 °С). Почвы под кронами древесных пород имели более низкую температуру (13,0-16,7 °С). Различия гидротермических условий в рассматриваемых экосистемах вызваны неоднородностью фитоценозов (сомкнутость крон древостоя и проективное покрытие травянистого яруса или его полное отсутствие, как в случае с пахотным участком).

Заключение. Скорость эмиссии CO₂ является индикативным признаком трансформации почвенных процессов в целом и трансформации почвенного микробиотического комплекса в частности. Этот показатель может быть использован в целях экологической оценки уровня антропогенного воздействия на почвы различных экосистем, например для расчетов индекса экологической комфортности почв [4]. Восстановительные сукцессии на ранних и средних стадиях, вызванные рубками и сменами лесобразующих пород, приводят к повышению скорости эмиссии CO₂ из подзолов песчаных лесостепной зоны до 72,6 %. Физические повреждения (уплотнение, турбирование, пирогенез) и химическое загрязнение тяжелыми металлами подзолов песчаных лесостепи приводят к снижению скорости почвенных потоков диоксида углерода до 57,8 %. Такие изменения почвенных потоков CO₂ очевидно будут приводить к смещению углеродного баланса территорий.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук (проект МК-416.2021.1.4).

Библиографические ссылки

1. Кудеяров, В.Н. Роль почв в круговороте углерода // Почвоведение. 2015. № 8. С. 915 – 923.
2. Национальный атлас почв Российской Федерации. – М.: Астрель, АСТ, 2011. – 632 с.
3. Неведров, Н.П., Саржанов, Д.А., Проценко, Е.П., Васенев, И.И. Сезонная динамика эмиссии CO₂ из почв города Курска // Почвоведение. 2021. № 1. – С. 70-79.
4. Неведров, Н.П. Оценка экологической комфортности почв городских экосистем при воздействии на них тяжелых металлов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2019. Т. 27. № 3. С. 209-218.
5. Сапронов, Д.В., Кузяков, Я.В. Разделение корневого и микробного дыхания: сравнение трех методов // Почвоведение. 2007. № 7. – С. 862-872.