

В июле – августе 2016 года в южнотаежных лесах Валдайской возвышенности (Национальный парк «Валдайский», 110-летний ельник мелкотравно-зеленомошный, 9Е1С, средний диаметр 37 см, полнота 0.4) был проведен цикл работ по оценке эмиссии диоксида углерода крупномерным еловым (*Picea obovata*) дебрисом на II-V стадиях биологического разложения. CO₂-эмиссионную активность оценивали в мг CO₂/дм²·ч с помощью портативного инфракрасного газоанализатора AZ 7752 (AZInstrument, Тайвань), с разрешением 1 ppm.

Как показывают полученные данные, древесина III стадии разложения значительно отличается более высокой эмиссией CO₂, чем древесина II стадии разложения: 0.36 ± 0.05 против 0.08 ± 0.02 мг CO₂/дм²·ч. Значимые ($p < 0.05$) различия по CO₂-эмиссионной активности регистрируются и между древесиной II и IV (0.66 ± 0.19 мг CO₂/дм²·ч), а также V (1.21 ± 0.31 мг CO₂/дм²·ч) стадиями разложения. CO₂-эмиссионная активность древесного дебриса тесно и положительно коррелирует со стадиями его разложения (коэффициент корреляции Пирсона 0.97) и с высокой степенью аппроксимации ($R^2 = 0.94$) описывается уравнением линейной регрессии: $y = 0.315x - 0.455$.

Если I стадия разложения связана с колонизацией древесных остатков грибами, то II и III – с деструкцией лигноцеллюлозного комплекса. На II, и III стадиях разложения наиболее активным выделением диоксида углерода отличаются периферийные участки валежных стволов в слое 5-6 см. Так, на II стадии разложения CO₂-эмиссионная активность в периферийных участках древесины (1.35 ± 0.10 мг CO₂/дм²·ч) может в 34 раза превышать таковую в более глубоких слоях (0.04 ± 0.01 мг CO₂/дм²·ч). На III стадии эти различия либо существенно сокращаются (наблюдались четырехкратные), либо отсутствуют.

На IV и V стадиях разложения древесные остатки представлены продуктами глубокой биохимической конверсии, вовлеченными в процессы гумификации (Мухин, 1993). Их высокая CO₂-эмиссионная активность (в 8-15 раз превышает таковую на II стадии), скорее всего, объясняется тем, что они становятся частью органического вещества почв с высоким уровнем дыхательной активности.

Таким образом, в южно-таежных ельниках европейской части России между визуально выделяемыми стадиями разложения елового дебриса и его CO₂-эмиссионной активностью существует выраженная положительная связь. Эмиссионная активность возрастает в процессе разложения, что объясняется, скорее всего, увеличением микробиологической активности по мере разложения древесины.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 15-04-06881), УрО РАН (проект № 15-12-4-27) и РНФ (проект № 16-17-00123).

Литература

1. Мухин В.А. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993. 230 с.
2. Мухин В.А., Воронин П.Ю. Микогенное разложение древесины и эмиссия углерода в лесных экосистемах // Экология. 2007. № 1. С. 24-29.
3. Одум Е. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
4. Тарасов М.Е. Роль крупного древесного детрита в балансе углерода лесных экосистем Ленинградской области. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. 21 с.

ИЗМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО БЮДЖЕТА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НАРУШЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫМИ ПОГОДНЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ

Замолодчиков Д.Г.^{1, 2}, Честных О.В.¹, Петухов И.Н.³, Каганов В.В.²

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва; ² ЦЭПЛ РАН, г. Москва;

³ КГУ им. Н.А. Некрасова, г. Кострома

В условиях нарастания глобальных изменений климата увеличивается частота возникновения экстремальных погодных ситуаций, в частности, засух, наводнений, ураганных ветров. Эти ситуации негативно сказываются на состоянии лесов, вызывая их гибель либо ослабление, стимулируя вспышки вредителей и болезней. Целью работы была оценка последствий воздействия экстремальной погоды на углеродный бюджет лесов средней полосы Европейской России.

Выполнены полевые оценки запасов углерода на климатогенно нарушенных (усыхания, ветровалы) и контрольных лесных участках в Новгородской, Московской, Тульской, Костромской, Архангельской и Брянской областях. Нарушение переводит углерод из живой фитомассы в мертвую древесину, что приводит к преобладанию эмиссии углерода от разложения над его поглощением при фотосинтезе. За год после нарушения лес теряет около 16% запаса углерода (примерно по 30 т углерода с 1 га). Если же усохший либо ветровальный участок попадает под расчистку (санитарная рубка), то потери углерода составляют 89% (около 165 т углерода с га).

На всех исследовательских полигонах были экспериментально зарегистрированы эмиссии метана от разлагающейся древесины. Однако уровень этих эмиссий был в 10 000 раз меньше, чем одновременное выделение мертвой древесиной углекислого газа. Даже если учесть потенциал глобального потепления метана, в 40 раз более высокий, чем у углекислого газа, вклад эмиссий метана от разложения древесины в парниковый эффект следует признать на 4 порядка меньшим, чем от выделения диоксида углерода.

По временным сериям космических снимков Landsat определены площади климатогенных нарушений (усыхания и массовые ветровалы) за 2001-2010 гг. на территории Костромской, Ярославской, Нижегородской и Новгородской областей. Проведено сравнение этих оценок с уровнем рубок и лесных пожаров согласно официальной статистике. В Костромской области главным нарушением являются рубки, превышая площадь климатогенных нарушений в 23 раза. Последние, в свою очередь, на 25% превосходят площадь лесных пожаров. В Ярославской области климатогенные нарушения лидируют, в 1.7 раза превосходя площадь пожаров и в 10 раз – площадь рубок. Такая ситуация сложилась в связи с катастрофическим ветровалом в Ярославской области в 2010 г. В Нижегородской и Новгородской областях рубки и пожары превосходят уровень климатогенных нарушений в 4-87 раз. Потери углерода от климатогенных нарушений в сравнении с поглощением углерода лесами составляют от 0.5 (Новгородская область) до 33% (Ярославская область). Следовательно, при масштабных проявлениях уровень потерь углерода лесами от климатогенных нарушений становится значимым для определения величины регионального бюджета углерода лесов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ-РГО 13-05-41478 «Изменения углеродного бюджета лесных экосистем под действием нарушений, вызванных экстремальными погодными явлениями».

ОЦЕНКА ВКЛАДА КРУПНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОСТАТКОВ В ДЕСТРУКЦИОННЫЙ ПОТОК УГЛЕРОДА В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ ЮЖНОГО ПРИМОРЬЯ

Иванов А.В., Лошаков С.Ю., Демченко Р.В.
Приморская ГСХА, г. Уссурийск

Согласно современным представлениям о круговороте углерода в лесных экосистемах, деструкционный поток – выделение углекислого газа в процессе дыхания микроорганизмов почвы и разложения мёртвого органического вещества (крупных древесных остатков (КДО) и лесной подстилки). Деструкция КДО была выделена как существенный источник двуокси углерода в лесах и вошла в системы оценки углеродного бюджета относительно недавно (Замолотчиков, 2013). Потоки и запасы углерода, составляющие бюджет углерода, характеризуются весьма высокой географической изменчивостью и контролируются как абиотическими (температура, влажность) так и биотическими (строение почв, характер растительности), а также антропогенными (рубки лесных насаждений, лесные пожары) факторами. Наименее изученными в отношении углекислотного обмена в России остаются леса Дальнего Востока. В настоящей работе представлены некоторые результаты исследований, выполняемых коллективом Института лесного и лесопаркового хозяйства на лесном участке Приморской государственной сельскохозяйственной академии.

В качестве объекта исследования выбраны насаждения хвойно-широколиственной формации с господством кедра корейского (*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc.) и пихты цельнолистной (*Abies holophylla* Maxim.). На первом этапе выполнена оценка запасов валежа на временных пробных площадях методом линейных transect (Грабовский, Замолотчиков, 2012). При этом каждый фрагмент валежа относили к одной из пяти стадий в зависимости от степени разложения (от свежееупавшего до полностью разложившегося). Также проведено таксационное описание древостоев на пробных площадях.

На втором этапе работ проведены измерения дыхания валежа камерным методом с использованием инфракрасного газоанализатора AZ. У трёх пород – кедра корейского, дуба монгольского (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.) и ильма японского (*Ulmus japonica* (Rehder), Sarg.) были отобраны фрагменты валежа, по 3 шт. на каждую стадию разложения. Измерения проводили в течение сезона 2015 г. Полученные данные позволили оценить не только запасы валежа и удельную эмиссию CO₂ с его поверхности, но и общий поток углерода от разложения валежа с 1 га площади насаждения. Наличие данных о дыхании почв в исследуемых лесах (Иванов и др., 2014) дало возможность оценить долю потока от разложения валежа в общем деструкционном потоке.

Средний по пробным площадям запас валежа составил 46.8±5.3 м³/га (Иванов и др., 2016а). Большая часть этого запаса приходится на валёж III-V стадии разложения. Среднее удельное дыхание валежа кедр составил 3.17, дуба – 7.1, ильма – 5.0 г С/м²*сут (Иванов и др., 2016б).