

УДК 631.4

СДВИГИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТЕХИОМЕТРИИ ПРИ АБИОТИЧЕСКОМ СТРЕССЕ

Д.М. Дударева, А.К. Квиткина, И.В. Евдокимов

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино, Россия

Глобальные изменения климата приводят к существенной трансформации структуры лесных экосистем, емкости и скорости малого биологического круговорота веществ, а также к увеличению частоты и интенсивности экстремальных климатических событий – резких изменений температуры и количества осадков. Такие абиотические стрессы кардинально изменяют круговорот элементов в экосистемах, воздействуя на величины C:N:P в биомассе почвенных микроорганизмов. Сосновые леса, произрастающие в зоне теплового воздействия факелов попутного газа, могут быть использованы в качестве модельных объектов, имитирующих лесные экосистемы, развивающиеся в условиях глобального изменения климата. При сжигании попутного газа в факелах наблюдается повышение температуры воздуха и почвы, уменьшается влагообеспеченность корнеобитаемого слоя на прилегающей территории. В связи с этим целью нашего исследования было определить изменения соотношений C:N:P в почве и микробной биомассе при тепловом влиянии факела попутного газа. Мы предположили, что при абиотическом стрессе нагрева и иссушения происходит сужение соотношений C:N, C:P и N:P вследствие потерь C и N из-за усиления минерализации почвенного органического вещества (ПОВ).

На территории Покачевского лесничества (ХМАО-Югра) в 2000 г. была заложена пробная площадь (ПП) в сосняке лишайниковом в сухих дренированных условиях. ПП была разделена на 7 секций, ширина каждой по 10 м, а длина – 40–60 м. На расстоянии 70 м от фронтальной границы ближайшей к факелу секции I находится действующий факел попутного газа. Объектами исследований были: почва (подзол иллювиально-железистый стратифицированный песчаный), хвоя, древесина ствола сосны и лесная подстилка. Отбор образцов проводили в 5-кратной повторности в секциях I, III и VII, а также на контрольной площадке, находящейся вне зоны действия факела.

При анализе полученных данных по секциям установлено, что содержание C, N и P в почве, водорастворимых формах и микробной биомассе зависит от действия абиотических факторов иссушения и нагрева. На ближайшей к факелу секции I в почве наблюдалось как минимальное содержание биофильных элементов, так и сужение величин C:N, C:P и N:P в почве и микробной биомассе в 1,5–3,0 раза по сравнению с остальными секциями. Это означает, что в условиях воздействия стресса почвенное органическое вещество в целом и наиболее активный пул ПОВ – биомасса почвенных микроорганизмов – в частности, наиболее подвержены минерализации. Для водорастворимых форм была выявлена противоположная тенденция увеличения при усилении эффекта факела. Это соответствует нашему предположению об усилении минерализации в почве вблизи факела: снижение относительного содержания углерода и азота в составе устойчивых пулов ПОВ происходило параллельно с увеличением относительного содержания C в самых лабильных пулах – водорастворимых. Секция I с максимальным тепловым и иссушающим воздействием факела характеризуется более высокими значениями содержания азота и фосфора (2–6 раз, в зависимости от показателя) в хвое и подстилке. Это говорит о том, что при повышенных температурах и иссушении происходит накопление биофильных элементов в надземной биомассе растений сосны. Единственным исключением было содержание азота и фосфора в подстилке, где более высокое значение было при отсутствии или минимальном воздействии факела. Низкое соотношение N:P в подстилке (< 26) указывает на возможный дефицит азота для микроорганизмов, что соответствует данным о высоком соотношении C:N в подстилке и почве (76 – 422 и 18 – 30, соответственно). Выявлена тенденция к увеличению соотношений C:N и C:P в биомассе растений по мере удаления от факела, а для подстилки – обратная тенденция. Показатели экологической стехиометрии в растительном материале обнаружили устойчивость C:P для древесины и вариабельность для хвои. В целом, так же, как и для показателей экологической стехиометрии в почве, секция I с максимальным стрессом иссушения и нагрева проявила резкие изменения в стехиометрии растительной биомассы и подстилки по сравнению с другими вариантами. Значительное сужение соотношения C:N:P в составе хвои вблизи факела послужило дополнительным фактором усиления минерализации органического вещества в почве, выявленного по сужению C:N:P в составе почвы и микробной биомассы.

Таким образом, при тепловом воздействии факела почвенное органическое вещество в целом, и её самый активный пул (биомасса почвенных микроорганизмов) – в частности, подвержены наибольшей минерализации. Для водорастворимых форм была выявлена противоположная тенденция: увеличение стехиометрических соотношений при повышении теплового воздействия факела. Это также соответствует нашему предположению об усилении минерализации в почве вблизи факела: доля С и N в составе устойчивых пулов ПОВ снижалась, а содержание углерода в лабильных (водорастворимых) пулах – увеличивалось.

Итак, полученные нами данные свидетельствуют о том, что рабочая гипотеза о сужении соотношений C:N, C:P и N:P при тепловом и иссушающем воздействии факела подтвердилась для почвы, почвенной микробной биомассы и хвои. Для водорастворимых форм биофильных элементов наблюдалась обратная тенденция. Вероятно, при процессах минерализации и гумификации ПОВ, приводящих к обеднению устойчивого пула почвы по С и N, создаются условия для обогащения низкомолекулярными растворимыми формами углерода в лабильном пуле.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-04-01933-а).
