

ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ КАК БИОИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Д.А. БЕЛЕНКОВ,

доктор биологических наук, профессор,

С.В. ЗАЛЕСОВ,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

А.В. БАЧУРИНА,

кандидат сельскохозяйственных наук,

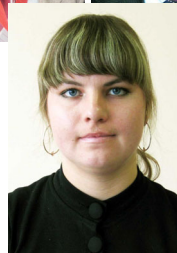
Уральский ГЛТУ, г. Екатеринбург

Ключевые слова: живой напочвенный покров, промышленные поллютанты.

Цель и методика исследований

Живой напочвенный покров (ЖНП) является одним из компонентов лесно-

го насаждения, наиболее чутко реагирующим на загрязнение окружающей среды. В первую очередь это связано с на-



Herfield layer, industrial pollution.

lichem поверхностной корневой системы травянистых растений. Реакции одно- и двухлетних растений проявляются гораздо раньше, чем видимые реакции древостоя [1]. Многими исследователями воздействия аэропромвыбросов на лесные насаждения отмечается уменьшение общего видового разнообразия, выпадение чувствительных и усиленное развитие более устойчивых видов ЖНП [1-4].

Город Карабаш Челябинской области, где расположено ЗАО «Карабашмедь», начал интенсивно развиваться как крупный центр медеплавильного производства в начале прошлого столетия. В 1910 году построен и пущен в эксплуатацию медеплавильный завод, который выплавлял около трети всей меди в России. За время существования комбината с выбросами в атмосферу поступило около 15 млн т вредных веществ, содержащих различные токсичные элементы и соединения, что крайне неблагоприятно отразилось на экологической обстановке. Загрязняющие вещества поступают в атмосферу в виде пыли и газообразных веществ. Основными выбросами металлургического производства являются диоксид серы (около 90%), оксид углерода, неорганическая пыль, оксид меди, оксид цинка, кроме того, свинец, мышьяк, диоксид азота.

Исследования по установлению видового разнообразия и фитомассы живого напочвенного покрова проведены в сосняках и березняках разнотравно-злаковых IV-V класса возраста, расположенных на различном удалении в северо-восточном направлении от источника поллютантов по 10 постоянных пробных площадях (ППП) в каждой формации.

Установлено, что надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии в насаждениях, расположенных на расстоянии 4,2-17,5 км от ЗАО «Карабашмедь», сильно различается и находится в пределах 111,2-693,2 кг/га (сосняки) и 50,4-677,8 кг/га (березняки).

Результаты исследований

Количество видов живого напочвенного покрова увеличивается по мере удаления от источника поллютантов. Коэффициент корреляции между расстоянием и количеством встречаемых видов ЖНП составляет 0,90, что указывает на наличие тесной связи. Общее количество видов живого напочвенного покрова, зарегистрированных на всех ППП в сосняках разнотравно-злакового типа леса в северо-восточном направлении от ЗАО «Карабашмедь», равно 51. Необходимо отметить, что распределение семейства злаковых на виды не проводилось. С удалением от источника поллютантов отмечается появление одних видов и исчезновение других. Представители семейства злаковых присутствуют на всех ППП, причем доля их в общей фитомассе снижается с удалением от источника поллютантов. Максимальное видовое разнообразие живого

напочвенного покрова наблюдается на ППП, расположенных на расстоянии 13,3 и 13,8 км. Основная доля надземной фитомассы ЖНП на ППП-10С приходится на чернику (34,7%).

Общее число видов растений живого напочвенного покрова, зарегистрированных в насаждениях березовой формации, равно 47. Отмечается снижение видового разнообразия с удалением от источника загрязнения (коэффициент корреляции равен 0,83, что определяет высокую тесноту связи). Так же, как и в насаждениях сосновой формации, на всех ППП в березняках имеют свою представленность виды семейства злаковых. Доля их в общей фитомассе находится в пределах 12,9-47,1%.

В березняках разнотравно-злаковых на расстоянии 4,7-4,8 км от источника поллютантов встречаются такие виды, как брусника, вероника дубравная, герань луговая, горошек мышиный, грушанка круглолистная, земляника лесная, клевер луговой, клевер ползучий, мать-и-мачеха, орляк, виды семейства злаковых, а также хвощ лесной и щавель конский. Причем два последних вида зарегистрированы только на ППП-2Б (4,7 км), следовательно, возможен вывод о нетипичности этих видов для данных условий произрастания. Другими словами, появление хвоща лесного и щавеля конского можно объяснить последствием азротехногенного воздействия.

Черника присутствует на всех ППП, находящихся на расстоянии 4,8-17,5 км от источника поллютантов, а также на условно-контрольной ППП (31,0 км). Фитомасса этого вида существенно возрастает с удалением ППП от ЗАО «Карабашмедь», тогда как относительный показатель содержания черники в общем запасе ЖНП не имеет зависимости от расстояния и находится в пределах 9,2-20,7%.

С приближением ППП к источнику промышленных поллютантов отмечается выпадение из состава ЖНП таких видов, как бубенчик лилиестный, крохотка лекарственная, медуница мяччайшая, сныть обыкновенная, таволга обыкновенная.

Распределение фитомассы живого напочвенного покрова по ценотипам проводилось согласно определителям И.М. Красноторова [5] и М.И. Нейштадт [6]. Все виды делились на 4 основных цено типа: лесной, луговой, лесолуговой, лугово-лесной.

На наиболее приближенных к источнику поллютантов ППП как в сосняках, так и в березняках максимальную долю в общей фитомассе занимают лесолуговые виды (60,7 и 49,1% соответственно), главным образом, за счет представителей семейства злаковых. В сосновых насаждениях, расположенных на расстоянии 9,5 км (ППП-8С), в общей фитомассе ЖНП доминантом является также цено тип «лесолуговые», в составе которого участвуют такие виды, как

зверобой продырявленный, реброплодник уральский, вероника лекарственная, а на долю семейства злаковых приходится лишь 15,4%. На всех остальных ППП, находящихся на расстоянии далее 5,5 км, фитомасса живого напочвенного покрова преимущественно представлена лесными видами.

В березовых насаждениях, расположенных на расстоянии 6,4 км и более, в общей надземной фитомассе ЖНП преобладают виды, отнесенные к цено типу «лесные». Исключение составляет ППП-10Б (17,5 км), где наблюдается примерно одинаковое соотношение лесолуговых и лесных видов (40,8 и 40,7% соответственно), тогда как на ППП, удаленных менее чем на 6 км, основную долю в фитомассе занимают лесолуговые виды. Наибольшую представленность в процентном отношении луговые виды имеют на ППП-2Б (4,7 км) – 17,2%, – а на остальных ППП их доля составляет менее 11,2%.

Антропогенные нагрузки на биогеоценозы приводят к смене видов, а в ряде случаев – и к увеличению их числа. Поэтому, по мнению многих авторов, эффективным показателем трансформации насаждений является индекс общности сходства. Нами рассчитаны индексы общности Жаккара и Чекановского-Сьеренсена видового состава ЖНП на ППП, находящихся рядом друг с другом (ППП-1С и ППП-2С, ППП-2С и ППП-3С, ППП-9С и ППП-10С), и видового состава ЖНП каждой ППП с условно контрольной.

Значения индекса общности Жаккара свидетельствуют, что между смежными друг с другом ППП наблюдается малое соответствие видовых составов травяного покрова, за исключением ППП-9С и ППП-10С (большое соответствие). В результате сравнения с помощью индекса общности Жаккара ППП-1С (4,2 км) с контрольной ППП сходства по видовому составу растительных сообществ не обнаруживается. На всех ППП, расположенных на расстоянии 5,5-13,3 км от источника поллютантов, видовой состав характеризуется малым соответствием с контролем, а на ППП-10С – большим.

Вычисленные индексы общности Чекановского-Сьеренсена обнаруживают наибольшую схожесть видового разнообразия ППП, заложённых в сосняках на расстоянии 6,6 и 7,3 км, а также 13,3 и 13,8 км от источника загрязнения. С видовым составом ЖНП на условно-контрольной ППП максимальное сходство имеют ППП-9С (13,3 км) и ППП-10С (13,8 км).

Полученные значения индекса общности Жаккара указывают на наличие малого соответствия видового состава травянистой растительности смежных ППП, кроме ППП-9Б (13,1 км) и ППП-10Б (17,5 км), где $ij=0,70$, означающий большое соответствие. Сравнение видового разнообразия растительности ППП-9Б (13,1 км) и ППП-10Б (17,5 км) с контрольной ППП показало боль-

шое соответствие. Малая степень схождения с контролем отмечается на всех ППП, расположенных на расстоянии 4,7-11,8 км. Вычисленные показатели индекса общности Чекановского-Сьеренсена подтверждают вышеизложенные выводы.

Сравнение достоверности схождения видового состава живого напочвенного покрова производим по формуле [7]:

$$F=(P_1-P_2)/[(1/a+1/b \cdot (1-I_{CS}) \cdot I_{CS}], \quad (1)$$

где F – критерий Фишера;

P_1 – доля общих видов на ППП ($P_1 = \text{сча}$);

P_2 – доля общих видов на контрольной ППП ($P_2 = \text{с/б}$);

a – число видов на сравниваемой ППП;

b – число видов на контрольной ППП;

c – общее число видов на двух ППП;

I_{CS} – индекс Чекановского-Сьеренсена;

при числе степеней свободы $v(1)=1$, $v(2)=a+b-2v$.

Во всех случаях вычисленные значения критерия Фишера $F_{\text{выч.}}$ меньше табличных $F_{\text{табл.}}$, следовательно, сравниваемые ППП достоверно не различаются по доле общих для них видов, то есть

схожи по флористическому составу.

Выводы

1. По мере приближения насаждений к источнику аэропромвыбросов происходит обеднение видового состава и снижение общей надземной фитомассы живого напочвенного покрова. Так, в насаждениях, находящихся на расстоянии до 5 км от источника поллютантов, надземная фитомасса – в 5-10, а количество видов – в 1,5-5 раз меньше таковых в аналогичном типе леса на условно-контрольных ППП. Березняк, расположенный на расстоянии 3,8 км от ЗАО «Карабашмедь» (ППП-1Б), полностью лишен травянистой растительности.

2. Наиболее толерантными к аэропромвыбросам ЗАО «Карабашмедь» являются виды семейства злаковых, клевер луговой, брусника, мать-и-мачеха обыкновенная, орляк обыкновенный.

3. С приближением ППП к источнику промышленных поллютантов отмечается выпадение из состава ЖНП таких видов, как бубенчик лилиелистный, кровохлебка лекарственная, медуница мягчайшая, сныть обыкновенная, таволга обыкновенная.

4. Наиболее чувствительными к

промышленным выбросам ЗАО «Карабашмедь» являются лесные виды, о чем свидетельствует снижение доли лесного цено типа ЖНП и увеличение лесолугового с приближением насаждений к источнику поллютантов.

5. Существенность влияния промышленных поллютантов на ЖНП в сосняках подтверждает тот факт, что индексы общности Жаккара на всех ППП, расположенных ближе 13,8 км от ЗАО «Карабашмедь», характеризуют малое соответствие с контролем.

6. Сравнение видового разнообразия растительности в березняках с помощью индекса общности Жаккара показало большое соответствие условно-контрольной ППП только с пробными площадями, удаленными более чем на 13,1 км от ЗАО «Карабашмедь».

Сравниваемые ППП, расположенные на различном удалении от источника поллютантов в сосняках и березняках, достоверно не различаются по доле общих для них видов, то есть схожи по флористическому составу, о чем свидетельствуют превышения вычисленных значений критерия Фишера $F_{\text{выч.}}$ над табличными $F_{\text{табл.}}$.

Литература

1. Воробейчик Е. Л., Хантемирова Е. В. Реакция лесных фитоценозов на техногенное загрязнение: зависимость доза-эффект // Экология. 1994. № 3. С. 31-43.
2. Астафьева О. М. Лесоводственная эффективность рубок ухода в сосняках на территории Первоуральско-Ревдинского промузла (южная подзона тайги Урала) : дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2006. 182 с.
3. Степанов А. М. и др. Комплексная экологическая оценка техногенного воздействия на экосистемы южной тайги. М. : ЦЕПЛ, 1992. 246 с.
4. Юсупов И. А., Луганский Н. А., Залесов С. В. Состояние сосновых молодняков в условиях аэропромвыбросов. Екатеринбург : УГЛТА, 1999. 185 с.
5. Красноборов И. М., Ломоносова М. Н., Шауло Д. Н. и др. Определитель растений Новосибирской области. Новосибирск : Наука. Сибирское предприятие РАН, 2000. 492 с.
6. Нейштадт М. И. Определитель растений средней полосы Европейской части СССР : пособие для средней школы. М. : Гос. учебно-педагогическое изд-во Мин. просвещения РСФСР, 1948. 477 с.
7. Зайцев В. А., Макаров С. В. Вклад промышленных загрязнений в круговорот химических элементов в биосфере: масштабы и перспективы // Биологический круговорот и процессы почвообразования. Пушино, 1984. С. 165-172.