

УДК 504.054

**О.В. Толкач**

Толкач Ольга Владимировна родилась в 1955 г., окончила в 1978 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лесного отдела Ботанического сада УрО РАН. Имеет 62 публикации в области лесоведения и лесоводства.



### **ДЕПОНИРОВАНИЕ ПОЛЛЮТАНТОВ ПОЧВАМИ ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСОВ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ**

Изучена способность лесных почв аккумулировать поллютанты в зависимости от основных лесотаксационных характеристик, в первую очередь от состава древостоев. Установлено, что концентрация поллютантов по убывающей распределяется следующим образом: хвойно-лиственные насаждения, лесные культуры, лиственные, лиственно-хвойные, хвойные.

*Ключевые слова:* горно-лесные почвы, Средний Урал, древостой, поллютанты.

Урбанизированные территории являются источником эмиссии поллютантов, которые ухудшают качество воздуха и воды, отрицательно влияют на здоровье населения. Всестороннему исследованию процессов, происходящих в урбанизированных зонах, рассматриваемых как лесные экотоны, уделяется большое внимание в Европе и России. При этом одной из задач является изучение роли леса как барьера распространения поллютантов. В данном процессе большое значение имеют лесные почвы, формирующиеся под воздействием лесной растительности. Это происходит через селективное извлечение растительностью питательных веществ и формирование разнообразных по химическим свойствам подстилок, которые, в свою очередь, влияют на почвенные горизонты [2, 6, 7, 10]. Гидрологические свойства почв также варьируют в зависимости от состава древостоя [4, 9]. Лесная почва как биофильтр проявляет себя не только в собственном круговороте элементов лесной экосистемы, но и в очистке загрязненного поверхностного стока воды с не покрытых лесом площадей путем перевода его во внутрпочвенный, что способствует поддержанию необходимого качества питьевой воды открытых водоемов.

Барьерные способности лесных почв нами проанализированы в зависимости от основных лесотаксационных характеристик, в первую очередь состава древостоев. Район исследования (зеленая зона г. Первоуральска), согласно лесорастительному районированию Б.П. Колесникова [5], расположен в южной подзоне тайги Среднеуральской низкогорной провинции Уральской горно-лесной области. Лесистость района около 70 %. Преобладают горно-лесные слабоподзоленные и дерново-подзолистые почвы. Для изучения использованы данные о загрязнении гумусового горизонта почв на глубину 5 ... 10 см никелем, кобальтом, хромом, марганцем, ванадием, титаном, фосфором, медью, цинком, свинцом, серебром, мышьяком, сурь-

мой, кадмием, висмутом, молибденом, барием, стронцием, оловом, йодом. Определено количественное содержание в почвах 20 элементов, применен метод спектрального анализа (данные Института промэкологии УрО РАН). Привязка почвенных образцов к категориям лесных земель и таксационным характеристикам лесопокрытых участков выполнена по материалам лесоустройства Свердловской аэрофотолесоустроительной экспедиции. Всего использовано для исследования 304 участка в зеленой зоне города.

Рассматривали степень загрязнения лесопокрытых участков и смежных с ними не покрытых лесом (сенокосы, выгоны), а также оценивали роль в консервации поллютантов хвойных (сосна, ель), мягколиственных (береза), смешанных с преобладанием хвойных (6,79 хв, 3,21 листв), смешанных с преобладанием лиственных пород (7,73 листв, 2,27 хв) насаждений и лесных культур сосны.

Установлено более высокое содержание поллютантов в лесных почвах. По усредненным данным, в них было в 2 раза больше свинца и никеля, на 33 % больше кобальта, на 52 % – хрома, на 14 % – меди, на 10 % – марганца, чем в почвах участков, не покрытых лесом. Поскольку приходная составляющая аэрозатражения на смежных участках не должна отличаться, полагаем, что более низкая концентрация поллютантов на безлесных участках обусловлена их выносом весенним поверхностным стоком и верховодкой, в лесу же при формировании внутрипочвенного стока происходит очистка воды от загрязнения с накоплением поллютантов.

Максимум консервантов находится в почвах под хвойно-лиственными древостоями (1900,852 мг/кг), меньше в лесных культурах (1027,062 мг/кг), лиственных, лиственно-хвойных, хвойных (932,34 ... 962,021 мг/кг).

Расчет коэффициента корреляции между поэлементным накоплением поллютантов и составом древостоев по ряду возрастания доли хвойных (лиственные, лиственно-хвойные, хвойно-лиственные, хвойные естественного, хвойные искусственного происхождения) свидетельствует о достоверной корреляции ( $p < 0,05$ ) с содержанием в почве хрома, цинка, свинца, мышьяка, сурьмы, висмута. Совершенно не связано с составом древостоев накопление в почве бария, фосфора, марганца. Положительная, но недостоверная корреляция наблюдается между составом древостоев и содержанием в почве никеля, кобальта, меди, серебра, кадмия и олова; отрицательная и также недостоверная – с содержанием ванадия, титана, молибдена, стронция, йода. Недостоверность корреляции означает, что связь существует, но количество поллютантов в лесной почве не соответствует построенному нами ряду лесопокрытых участков (коэффициент корреляции больше 0,5 ( $p > 0,05$ ): лиственные – I; лиственно-хвойные – Ni; хвойно-лиственные – Mo, Cu, Ba, Ag; хвойные – Cd, Sr.

Основным фактором, определяющим аккумуляцию поллютантов в лесных насаждениях, является водоохранно-защитное и стокорегулирующее действие лесов. Доля зимних осадков на Урале составляет 30 ... 40 % от их годовой суммы [1]. Вместе со снегом в течение зимы накапливается загряз-

нение. Первое место по запасам снега занимают лиственные древостои. В чистых сосняках снега меньше, но в смешанных с примесью лиственных пород его запас лишь немногим уступает участкам лиственных древостоев. В то же время интенсивность снеготаяния и водоотдачи, определяющая интенсивность поверхностного стока, в хвойных древостоях в 1,5–2,0 раза меньше, чем в лиственных, что способствует повышенному впитыванию талой воды и более качественной ее фильтрации и очистке лесной подстилкой. Таким образом, в хвойно-лиственных древостоях запасы снега выше, чем в хвойных, а интенсивность снеготаяния и водоотдачи значительно ниже, чем в лиственных древостоях.

На второе место по депонированию поллютантов вышли лесные культуры. Это сосновые 35–40-летние насаждения с примесью лиственных пород в составе до единицы, созданные на вырубках из-под хвойных и хвойно-лиственных древостоев, через 5–7 лет после ввода в действие основных источников загрязнения (Среднеуральский медеплавильный завод и завод «Хромпик»). Снежная масса на лесокультурных площадях до момента смыкания растений накапливалась в том же количестве, что и на открытых местах (поляны, сенокосы и т.п.), т. е. была максимальной или приблизительно в 2 раза выше, чем в хвойном лесу. Интенсивность снеготаяния в лесных культурах была ниже, чем на открытых местах, благодаря затеняющему действию подрастающих растений. Таким образом уменьшался поверхностный сток. Затем шло постепенное формирование лесной подстилки, что способствовало лучшей фильтрации снеговой воды и адсорбции поллютантов. Все это, по-видимому, и явилось причиной значительной консервации поллютантов на лесокультурных площадях.

Накопление поллютантов почвами зависит также от способности древесного полога разных по составу древостоев задерживать то или иное количество поллютантов, которые поступают в почву с жидкими осадками и опадом; от свойств и скорости минерализации лесной подстилки, также определяемых составом древостоев. Результаты исследования позволяют считать, что хвойно-лиственные древостои обладают оптимальными свойствами для депонирования поллютантов поверхностными горизонтами почвы. Это совпадает и с лучшими водоохранно-защитными свойствами таких древостоев [3]. Однако при нарушении лесных экосистем (рубка, пожары) высокая концентрация поллютантов в верхнем гумусовом слое лесной почвы может вызвать загрязнение среды, в том числе водоемов.

Влияние таксационных характеристик на аккумуляционные способности леса было рассмотрено на примере хвойно-лиственных насаждений, поскольку именно там выявлен максимум поллютантов. Концентрация их в верхних слоях почвы в наибольшей степени зависит от бонитета и возраста насаждений. В целом в насаждениях 20 ... 40 и старше 80 лет отмечается высокая концентрация поллютантов. С повышением класса возраста на достоверно значимом уровне увеличивается концентрация меди, марганца, мышьяка и молибдена. В насаждениях второго класса бонитета наблюдается максимум валового содержания поллютантов. Положительная корреляция с

классами бонитета отмечена в накоплении хрома, фосфора, серебра, мышьяка, бериллия.

Кроме оценки депонирования поллютантов древостоями был рассчитан уровень загрязнения лесных почв, что позволило оценить опасность вторичной эмиссии поллютантов при нарушении экологического равновесия лесных экосистем. Для этого определяли суммарный показатель концентрации (СПК) как отношение разности фактической и фоновой концентрации к фоновой (см. таблицу) [8].

Согласно «Методическим указаниям...» [8], загрязнение считается умеренно опасным при СПК = 18 ... 32, опасным при СПК = 33 ... 129, чрезвычайно опасным при СПК >130. Из таблицы следует, что почвы загрязнены хромом с СПК, соответствующим опасному загрязнению во всех вариан-

#### Суммарный показатель концентрации элементов в почвах

Древостои	Ni	Co	Cr	Cu	Zn	Pb
Лиственные	6,11	2,91	79,77	15,23	0,92	2,95
Лиственно-хвойные	7,60	2,95	95,67	22,04	0,71	3,40
Хвойно-лиственные	6,96	2,76	108,52	35,14	1,00	5,28
Хвойные	7,31	3,08	124,37	25,67	1,40	4,66
Лесные культуры сосны	18,94	3,52	204,11	30,61	1,71	6,12

тах древостоев, кроме лесных культур, где загрязнение чрезвычайно опасное. Загрязнение прочими поллютантами в лиственных древостоях допустимое. Остальные древостои загрязнены медью со степенью загрязнения от умеренно опасного до опасного в хвойно-лиственных древостоях. Следовательно, лесохозяйственные мероприятия, нарушающие лесную обстановку, могут привести к дополнительному поступлению хрома и меди в гидрологическую сеть.

Таким образом, сохранение лесов вокруг промышленных городов имеет огромное значение для нормализации условий жизни их обитателей. Основное назначение этих лесов – рекреация и депонирование поллютантов. Вмешательства, нарушающие сложившееся равновесие лесных экосистем, могут спровоцировать вторичную эмиссию поллютантов. Поэтому в пригородных лесах требуется специальная система мероприятий, направленная на усиление их депонирующей функции, и «перестойный» возраст древостоев в данном случае не может быть основанием для их вырубки. Здесь необходимо придерживаться политики «вечного леса». Регуляция породного состава насаждений в пригородных лесах позволит усилить процессы депонирования поллютантов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Свердловской области [Текст]. – Л.: Гидрометеиздат, 1978.– 158 с.
2. *Блинцов, И.К.* Влияние ели и березы на дерново-подзолистые (палевые) пылевато-суглинистые почвы [Текст] / И.К. Блинцов // Лесн. журн. –1971.– № 6. – С. 28–33. – (Изв. высш. учеб. заведений).
3. *Данилик, В.Н.* Снегонакопление, снеготаяние и сток в горных темнохвойных лесах Среднего Урала [Текст] / В.Н. Данилик // Леса Урала и хозяйство в них. – Свердловск, 1975.– Вып.8. – С. 77–92.
4. *Данилик, В.Н.* Классификация горных темнохвойных лесов Урала по их водоохранно-защитной роли [Текст] / В.Н. Данилик // Там же.– Свердловск, 1977. – Вып. 10. – С. 3–15.
5. *Колесников, Б.П.* Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области [Текст] / Б.П. Колесников. – Свердловск, 1973.– 175 с.
6. *Лысиков, А.Б.* Влияние смены березняков еловыми древостоями в южной тайге на лесорастительные свойства почвы [Текст] / А.Б. Лысиков // Лесоведение. – 1986. – № 5. – С. 39–44.
7. *Лысиков, А.Б.* Влияние подстилок ельника и березняка на некоторые свойства почвы [Текст] / А.Б. Лысиков // Там же. –1986. – № 10. – С. 147–150.
8. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почв химическими веществами [Текст] / Минздрав СССР, утв.13.03.1987. № 4266–87. – М., 1987. – 35 с.
9. *Побединский, А.В.* Водоохранная и почвозащитная роль лесов [Текст] / А.В. Побединский. – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 186 с.
10. *Фирсова, Ф.П.* Сравнительная характеристика свойств горных почв Среднего Урала [Текст] / Ф.П. Фирсова, Т.А. Горячева, Е.В. Прокопович // Почвоведение. – 1983. – № 5. – С. 16–25.

*O.V. Tolkach*

### **Pollutants Deposition by Suburban Forest Soils in the Middle Ural**

The ability of forest soils to accumulate pollutants depending on the main inventory characteristics, the structure of forest stands in the first place, is studied. The concentration of pollutants is distributed in descending order in the following way: coniferous-deciduous stands, forest cultures, deciduous, deciduous-coniferous and coniferous stands.

---