

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

О.П. Ковылина, И.А. Зарубина

Сибирский государственный технологический университет, г. Красноярск
8(391)223-16-19, ak_747@mail.ru

Природная среда под влиянием деятельности человека претерпевает большие изменения. Растения, чутко реагируют на состояние природной среды, являются важным элементом биологического мониторинга. Поэтому исследователи рассматривают растения как наиболее чувствительные и надёжные индикаторы загрязнённости атмосферы. Отрицательно воздействуют на растения практически выбросы, но особенно: окислы серы, частицы тяжёлых металлов, соединения фтора, фотохимическое загрязнение, углеводороды, окись углерода, содержащаяся в выхлопных газах автомобилей. Растения рано стареют, редет и уродуется их крона, преждевременно желтеют и опадают листья и хвоя. По мнению многих исследователей, индикатором загрязнённости атмосферы может служить сосна обыкновенная. К примеру, в нормальных условиях хвоя сосны опадает через 3-4 года, а поблизости от источников загрязнения атмосферы – значительно раньше. Особенно чутко реагирует сосна на загрязнения сернистым газом. Под влиянием токсиканта хвоя сосны в зонах сильного загрязнения приобретает тёмно-красную окраску, затем отмирает и опадает, просуществовав всего год. Периодическое воздействие окислов азота и серы вызывает у сосны обыкновенной опадание хвои, которая сохраняется лишь на побегах последнего года.

По величине лесистости (88%) Усть-Илимский район занимает одно из первых мест в области (81,8%), что в два раза выше, чем в стране. В целом на одного жителя района приходится 23 га лесов, что в 4,4 раза выше, чем в среднем по России, и в 33 раза выше, чем в среднем по планете. Усть-Илимский лесопромышленный комплекс расположен на берегу реки Ангары и производит выпуск следующей продукции: целлюлоза сульфатная беленая из хвойных, лиственных пород, канифоль таловая, скипидар сульфатный очищенный, кислоты жирные таловые, масло таловое дистиллированное, сульфатное мыло, химикаты для собственного производства, пиловочник, пиломатериалы обрезные, продукция машиностроения [2]. Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферный воздух, являются: метилмеркаптан, диметилсульфида, диоксид серы, сероводород, диоксид азота, оксид углерода, сероводород. К числу наиболее распространенных опасных веществ, загрязняющих водные объекты, относятся нефтепродукты, фенол, лигнин, скипидар, формальдегид, диметилсульфид, метилмеркаптан, ХПК, БПК, метиловый спирт (метанол), таловое масло [1].

Объект исследования – сосновые молодняки искусственного происхождения, произрастающие в условиях поражения атмосферными промышленными загрязнениями. Целью нашей работы является изучение реакции лесных культур сосны обыкновенной на выбросы в атмосферу. Характерными признаками неблагоприятного состояния окружающей среды служат появление разного рода хлорозов и некрозов, уменьшение размеров ряда органов (длины хвои, побегов текущего года, прошлых лет, их толщина, размера шишек, сокращение величины и числа заложённых почек).

Наиболее распространенный симптом, наблюдаемый при недостатке самых различных элементов, - хлороз, возникающий в результате нарушения биосинтеза хлорофилла. Чаще всего хлороз бывает связан с недостатком азота, но он может быть вызван и дефицитом железа, марганца, магния, калия и других элементов. Более того, хлороз может быть вызван не только дефицитом минеральных веществ, но и множеством других неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе избытком или недостатком воды, неблагоприятными температурами, ядовитыми веществами (например, двуокисью серы) и избытком минеральных веществ. Сульфиты, обладающие слабокислотными свойствами, дезактивируют некоторые ферменты, блокируя активные центры, препятствуя протеканию основной химической реакции это явление известно как конкурентное ингибирование. Диоксид серы является конкурентным ингибитором дифосфаткарбоксилазы, препятствующим фиксации CO_2 в процессе фотосинтеза. Хотя точный механизм действия SO_2 на молекулярном уровне неизвестен, можно предположить, что основную роль играют присутствие избыточного количества окисленных форм серы, нарушение баланса с восстановленными формами и воздействие на жизненно важные ферменты. Динамика выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в Усть-Илимском районе показывает, что с 2004 года происходит уменьшение количества выбросов (рисунок 1).

Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи: определить продолжительность жизни хвои у лесных культур, произрастающих в различных условиях воздушного загрязнения; изучить количественные изменения биомассы хвои в связи с загрязнением воздушной среды; исследовать влияние загрязнения на изменение длины хвои. Сбор материала проводился в полевой период с 2005 по 2008 гг методом сплошного обследования на территории Северного лесхоза Иркутской области. Количество учетных деревьев – 200 штук на всех пробных площадях. Лесным культурам сосны обыкновенной в сильнозагрязненном районе (рядом с УИЛПК) характерна меньшая высота – 2,6 м. Нижние ветви часто усохшие. Многие ветви искривлены. Сохраняется хвоя 1-4 года. Цвет хвои желто-зеленый, присутствуют хлорозы. Лесные культуры сосны обыкновенной, произрастающие в лесном массиве в возрасте 14 лет, достигают высоты 3,5 м, что соответствует второму классу бонитета. Диаметр ствола в среднем 5 см. Кроны хорошо развиты, имеют правильную форму, побеги хорошо охвоены, сохраняется хвоя 1-5 лет, цвет темно-зеленый. Лесные культуры сосны обыкновенной из слабозагрязненного района того же возраста имеют высоту 2,8 м, что со-

ответствует третьему классу бонитета. Диаметр ствола в среднем составляет 4,4 см. Кроны изрежены, возраст хвои ограничивается четвертым годом, кое-где присутствуют хлорозные пятна.

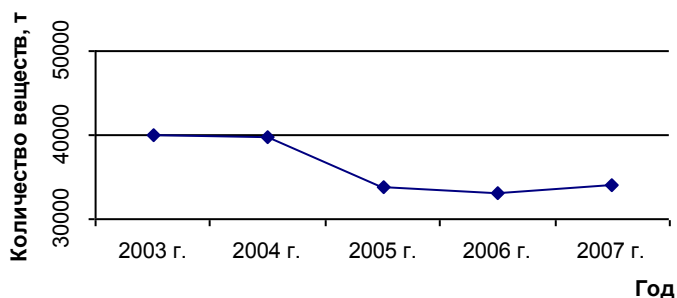


Рисунок 1 –Динамика выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в Усть-Илимском районе

Из рисунка видно, что к 2007 году наблюдается снижение выбросов загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферном воздухе. Максимальное значение загрязняющих веществ приходится на 2003 год (39938 т), минимальное – на 2006 год (33205 т).

Изменение выбросов по загрязняющим веществам с 2003 по 2007 год показано на рисунке 2.

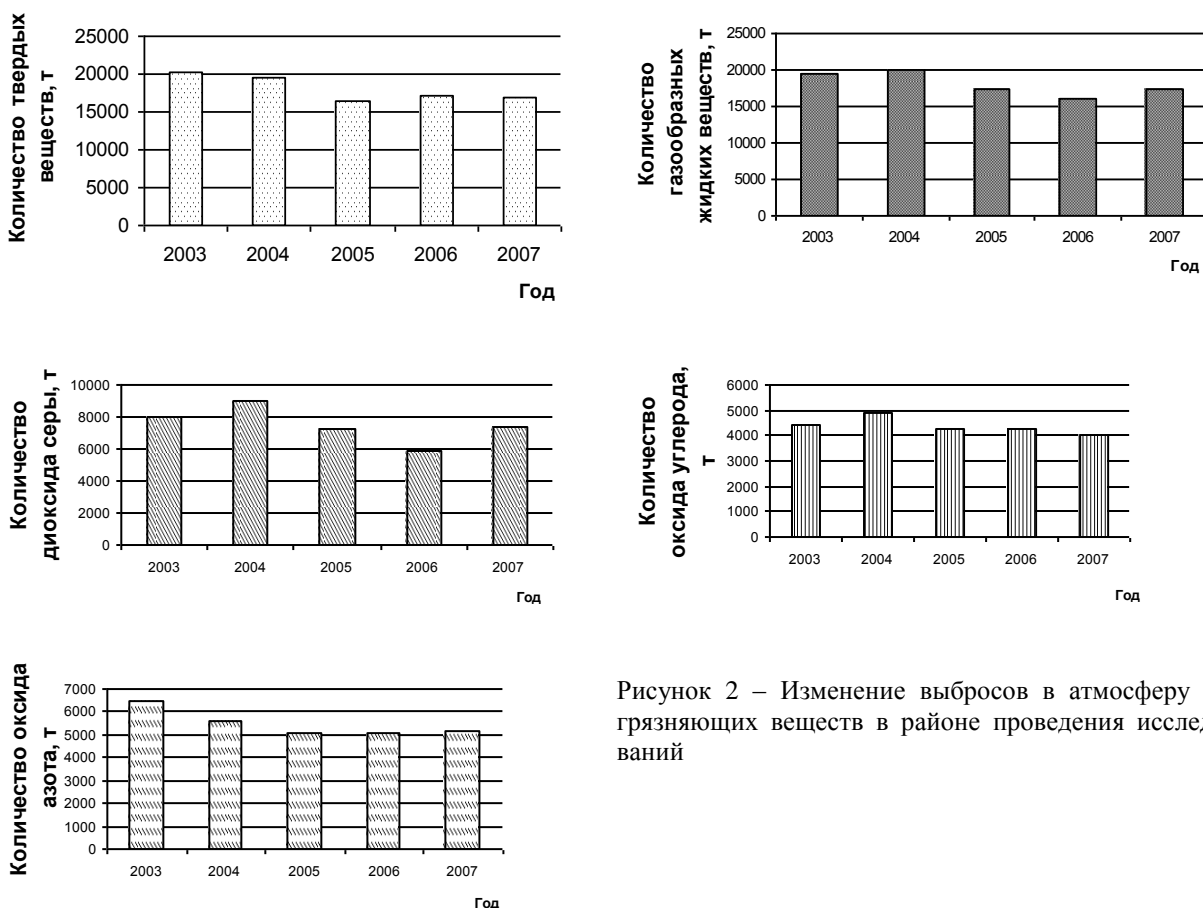


Рисунок 2 – Изменение выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в районе проведения исследований

В 2003 году выброшено наибольшее количество твердых веществ (2034 т) и оксида азота (6484 т), в 2004 – газообразных, жидких веществ (200088 т), диоксида серы (9000 т) и оксида углерода (4891 т). Минимальный выброс газообразных, жидких веществ и диоксида серы произошел в 2006 году. К 2007 году наблюдается снижение твердых веществ, оксида углерода и оксида азота.

Поскольку хвоя является наиболее чувствительной к загрязнениям часть растения, оценка ее повреждения позволяет оперативно оценить степень воздействия загрязнений. Длина хвои находится в прямой зависимости от состояния деревьев (таблица 1).

Таблица 1 – Особенности морфологического состояния хвои сосны обыкновенной, произрастающей в районах с различным уровнем атмосферного загрязнения

| Пробные площади | Возраст хвои, год | Длина хвои, см | Число хвоинок на 10 см побега, шт. | Сухая масса 100 шт. хвоинок, г |
|-------------------------------|-------------------|----------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Центральный побег | | | | |
| УИЛПК | 4 | 53,86 ± 2,45 | 49,02 ± 18,82 | 2,99 ± 0,25 |
| лесной массив | 5 | 59,16 ± 4,09 | 58,55 ± 22,99 | 3,16 ± 0,55 |
| г. Усть-Илимск | 4 | 55,91 ± 0,96 | 52,35 ± 23,75 | 3,62 ± 0,42 |
| Боковой побег первого порядка | | | | |
| УИЛПК | 4 | 45,30 ± 1,25 | 54,92 ± 24,25 | 2,53 ± 0,21 |
| лесной массив | 5 | 50,13 ± 0,92 | 61,33 ± 1,62 | 2,83 ± 0,03 |
| г. Усть-Илимск | 4 | 49,83 ± 2,39 | 55,5 ± 22,31 | 1,96 ± 0,20 |
| Боковой побег второго порядка | | | | |
| УИЛПК | 4 | 45,56 ± 1,14 | 58,50 ± 14,11 | 1,53 ± 1,70 |
| лесной массив | 5 | 43,67 ± 1,45 | 81,17 ± 12,35 | 2,05 ± 0,67 |
| г. Усть-Илимск | 4 | 38,64 ± 1,77 | 60,00 ± 34,06 | 1,41 ± 0,18 |

Данные морфологического анализа свидетельствуют о том, что длина хвои уменьшается с ростом уровня загрязнения. Анализ данных массы хвоинок свидетельствует об уменьшении массы хвои с увеличением уровня загрязнения, что согласуется с данными других исследователей. В лесном массиве число хвоинок на 10 см побега с течением времени не изменяется и даже на пятом году жизни сохраняется. В городе и рядом с УИЛПК число хвоинок на 10 см побега с течением времени к четвертому году жизни уменьшается.

При сравнении УИЛПК с лесным массивом по длине хвои центрального побега различия не достоверны ($t_{\phi}=1,62 < t_{0,05}=1,98$). Длина хвои на побегах первого порядка в лесном массиве на 9 % больше, чем в городе, различия достоверны ($t_{\phi}=5,71 > t_{0,001}=3,39$), на побегах второго порядка на 13 % больше чем в городе, различия также достоверны ($t_{\phi}=2,11 > t_{0,05}=1,98$). Число хвоинок на 10 см центрального побега больше в лесном массиве, чем рядом с УИЛПК на 19 %, на 10 см бокового побега первого порядка на 12 %, на 10 см бокового побега второго порядка на 39 %. Различия не достоверны. При сравнении УИЛПК с городом по длине хвои центрального побега различия не достоверны ($t_{\phi}=0,91 < t_{0,05}=1,98$). Наблюдается достоверность различий по показателю длины хвои побегов первого порядка на 10 % ($t_{\phi}=2,22 > t_{0,05}=1,98$). Различия по длине хвои побегов второго порядка на 18 % ($t_{\phi}=5,11 > t_{0,001}=3,39$). Длина хвои центрального побега в лесном массиве больше на 9 % чем в городе, бокового побега первого порядка – на 10 %. При сравнении лесного массива с городом по длине хвои центрального и бокового побега первого порядка различия не достоверны ($t_{\phi}=0,82 < t_{0,05}=1,98$; $t_{\phi}=0,14 < t_{0,05}=1,98$). Длина хвои побега второго порядка в лесном массиве больше на 13 %. Различия по длине хвои побегов второго порядка достоверны ($t_{\phi}=4,96 > t_{0,001}=3,39$).

При сравнении УИЛПК с лесным массивом по массе 100 шт. хвои центрального побега, в лесном массиве масса больше на 6 %, различия не достоверны ($t_{\phi}=0,35 < t_{0,05}=1,98$). При сравнении УИЛПК с лесным массивом по массе 100 шт. хвои бокового побега первого порядка в лесном массиве масса больше на 44 %, различия не достоверны ($t_{\phi}=1,44 < t_{0,05}=1,98$). При сравнении УИЛПК с лесным массивом по массе 100 шт. хвои бокового побега второго порядка масса в лесном массиве больше на 45 %, различия не достоверны ($t_{\phi}=0,25 < t_{0,05}=1,98$). При сравнении УИЛПК с городом по массе 100 шт. хвои центрального побега в городе больше на 21 %, различия не достоверны ($t_{\phi}=1,87 < t_{0,05}=1,98$). При сравнении по массе 100 шт. хвои бокового побега первого порядка в городе меньше на 12 %, различия достоверны ($t_{\phi}=8,99 > t_{0,001}=3,39$). При сравнении УИЛПК с городом по массе 100 шт. хвои бокового побега второго порядка, масса рядом с УИЛПК больше на 8 %, различия не достоверны ($t_{\phi}=0,14 < t_{0,05}=1,98$). При сравнении лесного массива с городом по массе 100 шт. хвои центрального побега, масса в городе больше на 21 %, различия не достоверны ($t_{\phi}=1,30 < t_{0,05}=1,98$). При сравнении по массе 100 шт. хвои бокового побега первого порядка, масса в лесном массиве больше на 44 %, различия достоверны ($t_{\phi}=4,40 > t_{0,001}=3,39$). При сравнении УИЛПК с лесным массивом по массе 100 шт. хвои бокового побега второго порядка, масса хвои больше в лесном массиве на 45 %, различия не достоверны ($t_{\phi}=0,33 < t_{0,05}=1,98$). В результате проведенных исследований нами было выявлено, что состояние искусственных насаждений сосны на контрольных и фоновых участках различны. В лесном массиве состояние деревьев намного лучше, чем у УИЛПК и в городе. Лучшие показатели длины и массы хвои центрального побега отмечены в лесном массиве. Наименьшие показатели массы и длины хвои отмечены у УИЛПК. Таким образом, согласно проведенным исследованиям, наибольшее влияние загрязнения воздушного бассейна испытывают искусственные насаждения сосны обыкновенной, расположенные в непосредственной близости от предприятия, по морфологическим показателям они приближаются к городским насаждениям. Наилучшее состояние лесных культур наблюдается в лесном массиве.

Библиографический список

1. Государственный доклад по охране окружающей среды Иркутской области. Обзор выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на территории Иркутской области за 1991-2001 гг. / Афанасьева Л.Л., Белевич С.И., Серикова Н.Г. – Иркутск.: Облмашинформ, 2004. – 296 с.

2. Магамедов, М.М. Природные ресурсы Усть-Илимского района / М. М. Магамедов / под общ.ред. Л. М. Корытного. – Иркутск.: СОРАН, 2005. – 219 с.