

УДК 581.51

ПИГМЕНТНЫЙ КОМПЛЕКС СИРЕНИ ОБЫКНОВЕННОЙ КАК ИНДИКАТОР СУММАРНОЙ НАГРУЗКИ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА

© 2010 г. О.Л. Цандекова

Институт экологии человека СО РАН,
пр. Ленинградский, 10, г. Кемерово, 650065,
biomonitoring@bk.ru

Institute of Human Ecology of Siberian Division RAS,
Leningradsky Ave., 10, Kemerovo, 650065,
biomonitoring@bk.ru

Дана оценка количественных характеристик пигментного комплекса сирени обыкновенной в условиях суммарной нагрузки выбросов автотранспорта. Выявлено снижение концентрации пигментов у исследуемого вида на перекрестке города. Пигментный состав растений позволяет считать возможным использование его в качестве индикатора загрязнения перекрестков города и автомагистралей.

Ключевые слова: пигментный комплекс, загрязнение атмосферного воздуха, хлорофилл *a*, хлорофилл *b*, сумма хлорофиллов, сирень обыкновенная.

Estimation of the quantitative features pigment complex Syringa vulgaris L. is given in work in condition of the total load surge motor transport. The revealed reduction to concentrations pigment beside under investigation type on crossroad of the city. Pigment composition of the plants allows to consider possible use his as indicator of the town crossroad contamination and superhighways.

Keywords: pigment complex, soiling of the atmospheric air, chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, chlorophyll amount, Syringa vulgaris L.

Загрязнение атмосферного воздуха относится к наиболее острой экологической проблеме г. Кемерово. Количественный рост и неудовлетворительное техническое состояние автопарка, значительная доля транзитного движения оказывают существенную дополнительную нагрузку на атмосферу города. Среди вредных веществ, определяющих загрязнение атмосферного воздуха, отмечаются диоксид азота – 32,27 % от общей суммарной токсичности, диоксид серы – 19,1, свинец – 7,16, окись азота – 2,34, аммиак – 0,86 % [1].

В условиях техногенного загрязнения окружающей среды древесные растения подвергаются ряду неблагоприятных воздействий, которые приводят к нарушению феноритмов роста и развития растений, а также ускорению процессов старения организмов [2–5]. Многие исследователи отмечают, что высокая чувствительность деревьев и кустарников к техногенному загрязнению связана с угнетением и повреждением ассимиляционных органов и крон [6–9].

Пигментный комплекс растений является одним из основных параметров, от которого зависит количество органического вещества, производимого растениями. Наиболее важными светопоглощающими пигментами являются хлорофиллы *a* и *b*. Каротиноиды выполняют функцию вспомогательных пигментов. Они защищают хлорофилл от необратимого фотоокисления. Каротиноиды более устойчивы, чем хлорофилл, к разрушению при неблагоприятных условиях [10]. В связи с этим пигментный состав может служить в качестве индикатора состояния среды, а также диагностическим признаком состояния растений.

Цель исследований – оценить количественные изменения в пигментном комплексе сирени обыкновенной и возможность использования его как индикатора суммарной нагрузки выбросов автотранспорта.

Для достижения поставленной цели в задачу исследований входило:

- изучить количественные характеристики пигментного комплекса сирени обыкновенной в условиях загрязнения выбросов автотранспорта;
- определить степень взаимосвязи исследуемых характеристик состояния растений с содержанием загрязняющих веществ автотранспорта.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в летние периоды 2007–2008 гг. Объектом исследований служила сирень обыкновенная, произрастающая в непосредственной близости от перекрестка пр. Кузнецкий – ул. Красноармейская, который по результатам моделирования полей приземных концентраций от автотранспортных потоков является наиболее загрязненным. На данном перекрестке отмечалось превышение ПДК по свинцу, окислам азота, угарному газу, бенз(а)пирену. Наибольшее превышение ПДК отмечено по NO₂ (в 7,1 раз) и СО (в 4,4 раза). Средний возраст опытных и контрольных растений составлял 20–25 лет, что по биологической классификации возрастов деревьев и кустарников С.В. Белова [11] соответствует репродуктивному периоду онтогенеза. Контролем служили растения внутриквартальных посадок Ленинского района города.

Для физиологических исследований выбирали опытные и контрольные растения с визуально схожим удовлетворительным жизненным состоянием. В утренние часы с южной стороны исследуемых растений срезали ветки с листьями с нижней части кроны и в колбах доставляли в лабораторию. Исследовались листья без видимых признаков повреждений. Повторность опытов трехкратная. Содержание пигментов (хлорофилла *a*, *b*, их суммы (*a+b*) и суммы каротиноидов) определяли спектрофотометрическим методом [12]. Математическая обработка результатов проведена с использованием компьютерной программы Statistica 5.5.

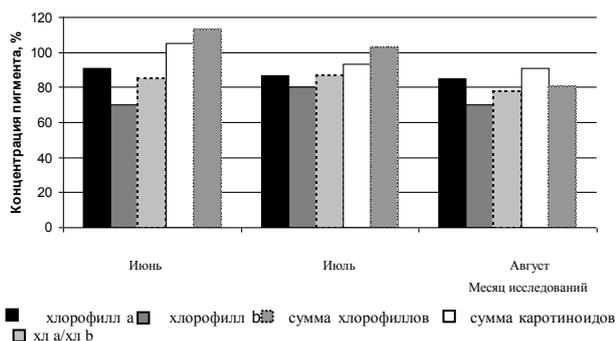
Результаты и их обсуждение

Физиологические исследования показали, что у сирени обыкновенной в 2007–2008 гг. с июня по июль отмечалось увеличение содержания количества пигментов, а в августе – их снижение. Это, очевидно, связано с максимальным ростом и развитием листового аппарата в начале вегетации и старением листьев – к концу вегетации. Максимальное накопление содержания зеленых и желтых пигментов как у опытных, так и у контрольных растений отмечалось в июле.

За годы исследований у сирени обыкновенной на перекрестке пр. Кузнецкий – ул. Красноармейская в течение вегетации выявлено снижение среднего содержания пигментов: хлорофилла *a* – на 9–15 %, хлорофилла *b* – на 20–30, суммы хлорофиллов – на 13–22, суммы каротиноидов – на 5–9 % относительно контроля. Следует отметить, что наибольшие отклонения количественных характеристик отмечены у сирени обыкновенной по содержанию хлорофилла *b*. Отношение *a* / *b* в среднем снижалось от июня к августу (от 3,59 до 1,30 мг/г). Однако в июне и июле этот показатель был выше, чем в контроле, на 3–13 %, а в августе – ниже на 19 % (рисунок).

В условиях загрязнения выбросами автотранспорта у сирени обыкновенной в июне (2007–2008 гг.) содержание хлорофилла *a* варьировало в пределах 0,55–0,89 мг/г, хлорофилла *b* – 0,10–0,40, сумма хлорофиллов – 0,65–1,28 мг/г, что ниже контроля на 9–30 %. Сумма каротиноидов изменялась в пределах от 0,24 до 0,65 мг/г, что в среднем превысила контроль на 5 %.

У сирени обыкновенной в июле на перекрестке города отмечены максимальные показатели содержания пигментов: хлорофилл *a* – 1,00–1,06 мг/г, хлорофилл *b* – 0,59–0,73, сумма хлорофиллов – 1,59–1,79, сумма каротиноидов – 0,38–0,73 мг/г. Однако эти показатели ниже на 7–20 % относительно контроля.



Пигментный состав листьев сирени обыкновенной, произрастающей на перекрестке пр. Кузнецкий – ул. Красноармейская (средние данные за 2007–2008 гг.). Контроль взят за 100 %

В августе у сирени обыкновенной количество пигментов составило: хлорофилл *a* – 0,32–0,44 мг/г, хлорофилл *b* – 0,17–0,34, сумма хлорофиллов – 0,49–0,78, сумма каротиноидов – 0,34–0,46 мг/г, что ниже на 9–30 % по сравнению с контролем.

Сравнительная характеристика показала, что у сирени обыкновенной наиболее существенные отклонения от контроля отмечены в 2007 г. Так, сумма хло-

рофиллов (*a*+*b*) у сирени в течение вегетации варьировала в пределах от 0,49 до 1,79 мг/г, сумма каротиноидов – от 0,24 до 0,38, *a*/*b* – от 1,25 до 1,66 мг/г, что ниже контрольных значений на 18–35, 11–12 и 5–35 % соответственно. В 2008 г. у сирени в течение вегетации сумма хлорофиллов снижалась на 3–10 %, сумма каротиноидов – на 4–8. Отношение *a*/*b* находилось в пределах 1,35–5,51 мг/г, что превысило контрольные значения на 8–13 %.

Данные математического анализа показали достоверную отрицательную корреляционную связь между хлорофиллом *b*, суммой хлорофиллов (*a*+*b*) и уровнем загрязняющих веществ, входящих в выбросы автотранспорта на исследуемом перекрестке города: корреляция со свинцом составила $r = -0,42 \dots -0,56$ при $p < 0,05$, $N = 108$; окислами азота – $r = -0,45 \dots -0,53$ при $p < 0,05$, $N = 108$; угарным газом – $r = -0,31 \dots -0,50$ при $p < 0,05$, $N = 108$; бенз(а)пиреном – $r = -0,27 \dots -0,41$ при $p < 0,05$, $N = 108$. Как показали данные корреляционного анализа, наиболее высокие значения отмечены между содержанием хлорофилла *b*, суммой хлорофиллов (*a*+*b*) и такими загрязнителями, как свинец и окислы азота. Это подтверждает возможность использования хлорофилла *b* и суммы хлорофиллов для оценки степени загрязнения перекрестков города свинцом, окислами азота, угарным газом и бенз(а)пиреном.

Из вышеизложенного следует, что выявлено снижение концентрации пигментов у сирени обыкновенной в течение вегетации в зоне действия выбросов автотранспорта (на перекрестке пр. Кузнецкий – ул. Красноармейская), количественные характеристики пигментного комплекса снижались относительно контроля. В большей степени снижалась концентрация хлорофилла *b* и суммы хлорофиллов, в меньшей – хлорофилла *a* и суммы каротиноидов.

Наличие достоверной отрицательной корреляционной связи между содержанием хлорофилла *b*, суммой хлорофиллов (*a*+*b*) и уровнем загрязнения атмосферного воздуха (свинец, окислы азота, угарный газ, бенз(а)пирен) подтверждает возможность использования показателей пигментного комплекса для оценки степени загрязнения перекрестков города и автомагистралей выбросами автотранспорта.

Литература

1. Здоровье населения и окружающая среда г. Кемерово / В.М. Зайцев [и др.] // Охрана атмосферного воздуха. Кемерово, 2001. С. 87.
2. Николаевский В.С., Николаевская Н.Г., Козлова Е.А. Методы оценки состояния древесных растений и степени влияния на них неблагоприятных факторов // Лес. вестн. 1999. № 2 (7). С. 76.
3. Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю. Древесные растения и урбанизированная среда: Экологические и биотехнологические аспекты. Новосибирск, 2003. 222 с.
4. Сергейчик С.А. Древесные растения и оптимизация промышленной среды. Минск, 1984. 168 с.
5. Кулазин А.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. М., 2005. 190 с.
6. Павлов И.Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения. Улан-Удэ, 2006. 360 с.
7. Беляева Л.В., Николаевский В.С. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха и состояния древесных растений // Науч. тр. МЛТИ. 1989. Вып. 222. С. 36.

8. Юсипіва Т.І., Грицай З.В. Деякі аспекти озеленення техногенних територій // Інтродукція рослин. Київ, 2000. С. 101.
9. Николаевская Т.В. Эколого-физиологическая оценка устойчивости растений к трем газам (SO₂, H₂S, NH₃) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1992.
10. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. Физиология древесных растений. М., 1983. 464 с.
11. Белов С.В. Лесоводство. М., 1983. 352 с.
12. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание : учеб. пособие. М., 1975. 392 с.

Поступила в редакцию

28 апреля 2009 г.