

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

Ключевые слова: фитоиндикация, сосна обыкновенная, уровни организации, техногенез, фотосинтетические пигменты, флуктуирующая асимметрия, анатомо-морфологические показатели, морфометрия, относительное жизненное состояние.

Введение

Масса выбросов загрязняющих веществ в Кемеровской области составляет больше 1 млн т/год [1]. Более трети выбросов приходится на долю Новокузнецка, который более десяти лет входит в десятку городов России с высоким уровнем загрязнения воздушного бассейна.

Важнейшими источниками воздушных загрязнителей в городе являются предприятия черной и цветной металлургии, теплоэнергетики и автотранспорт. Назрела проблема оценки состояния окружающей среды города с целью разработки действенных мер по ее улучшению. Одним из наиболее информативных методов оценки является биоиндикация, и в качестве индикатора целесообразно использовать хвойные растения, и в частности, сосну обыкновенную.

Изменения под влиянием антропогенного пресса происходят сначала на физиолого-биохимическом уровне и не отражаются на внешнем виде растения [2], а на втором этапе начинается визуальное проявление повреждающего действия загрязнителей: деформация кроны, уменьшение ее размеров, увеличение ажурности [3]. Характерными признаками хронического повреждения хвои являются хлорозы и некрозы на ее поверхности [4].

Материалы и методы

Объектом исследования является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и ее ассимиляционный аппарат – хвоя. Были заложены две пробные площади в составе искусственных хвойно-лиственных посадок паркового типа: опытная, № 1 в г. Ново-

кузнецке и контрольная, № 2 – в п. Чистогорском Новокузнецкого района. По отношению к основному предприятию-загрязнителю Заводского района – ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» – насаждение расположено неблагоприятно: проба № 1 находится от ЗСПК в 3 км в юго-западном направлении и в 20 м от автотрассы, а проба № 2 – в 40 км от города. Основными загрязнителями являются диоксиды азота и серы, оксид углерода, фтористый водород, бензол, сажа, формальдегид, бенз(а)пирен и др.

Общее число сосен на пробе № 1 – 50, на контроле – 70, при среднем возрасте 25-30 лет. Забор материала для определения содержания ассимиляционных пигментов проводился ежемесячно в период 2002-2003 гг. и в 2007 г. Образцы хвои сосны (по 50 одно- и двулетних брахистов с трех ветвей) отбирали из средней части кроны. В работе приведены усредненные данные по разновозрастной хвое.

Определение количества фотосинтетических пигментов в хвое проводилось фотометрическим методом, жизненного потенциала по методике А.А. Алексеева, показателей флуктуирующей асимметрии – хвои по методике Н.В. Василевской и Ю.М. Тумаровой, статистическую обработку результатов – с использованием программы Microsoft® Office Excel 2003 [5-7].

Результаты и обсуждение

В ходе исследований выявлены значительные различия по всем изучавшимся параметрам.

Среднегодовое содержание фотосинтетических пигментов в хвое сосен г. Новокузнецка составило $1,66 \pm 0,11$ мг/г сырого веса против $1,78 \pm 0,08$ у сосен на контроле, при этом в обоих случаях сохраняются общие тенденции распада и

накопления хлорофилла *a* в течение года (рис. 1).

Особенности накопления хлорофилла *b* в хвое (рис. 2) также весьма схожи на обеих пробных площадях, но в течение всего 2003 г. содержание второй формы хлорофилла в хвое городских сосен пре-

вышало количество пигмента у контрольных деревьев.

Однако подобная согласованность отсутствует в накоплении каротиноидов в хвое (рис. 3), их содержание характеризуется большими колебаниями как между пробными площадями, так и на одной площади в течение года.

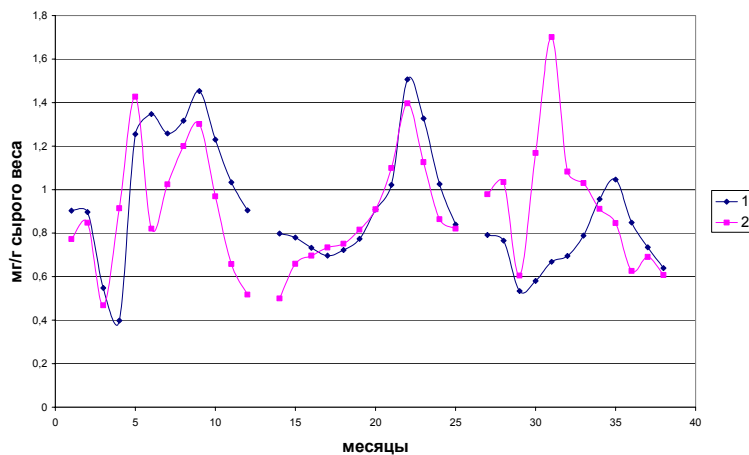


Рис. 1. Среднее содержание хлорофилла *a* в 2002, 2003 и 2007 гг. в разновозрастной хвое сосен: 1 – г. Новокузнецка; 2 – п. Чистогорского

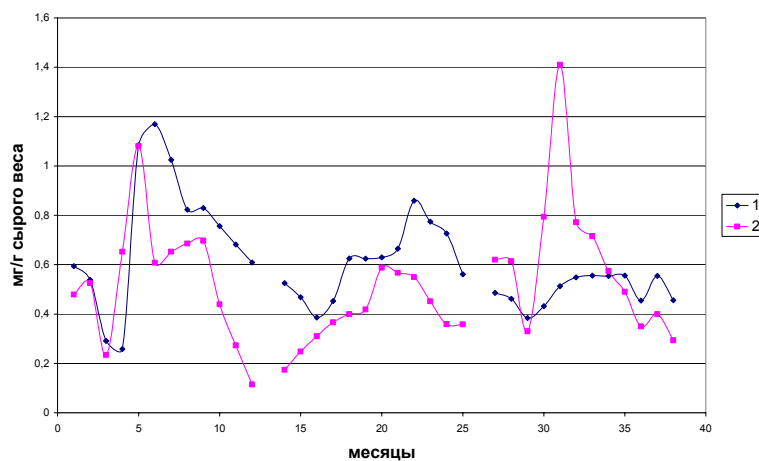


Рис. 2. Среднее содержание хлорофилла *b* в 2002, 2003 и 2007 гг. в разновозрастной хвое сосен: 1 – г. Новокузнецка; 2 – п. Чистогорского

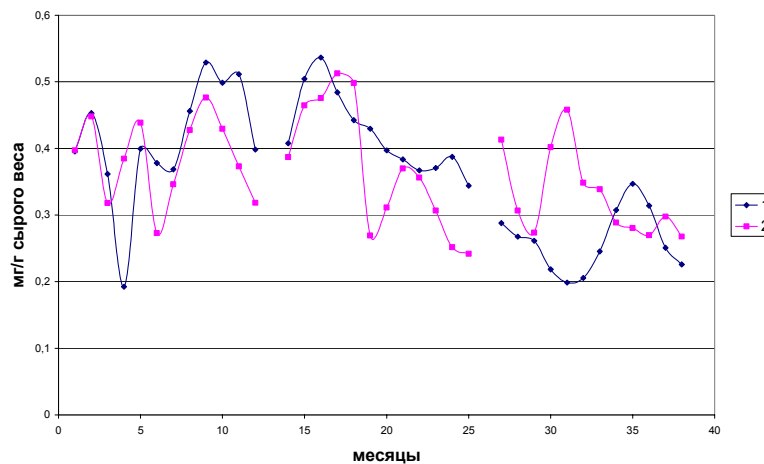


Рис. 3. Среднее содержание каротиноидов в 2002, 2003 и 2007 гг. в разновозрастной хвое сосен: 1 – г. Новокузнецка; 2 – п. Чистогорского

Анатомо-морфологические показатели хвои сосен

Пробная площадь	Число смоляных ходов, шт.	Площадь центрального цилиндра, мм ²	Площадь поперечного среза, мм ²	Отношение площадей ц.ц. и поперечного среза	Ширина хвоинки, мм	Высота хвоинки, мм
Опыт	7,4±0,05	0,22±0,04	0,83±0,06	0,27±0,01	1,40±0,21	0,64±0,01
Контроль	8,7±0,02	0,34±0,05	1,13±0,03	0,30±0,02	1,60±0,10	0,69±0,09

По общему содержанию пигментов хвоя первого и второго годов жизни у городских сосен практически не отличается, но на контроле эта разница хорошо прослеживается и в среднем составляет 24%. Отношение содержания хлорофилла *a* к содержанию хлорофилла *b* в хвое характеризует газоустойчивость растений – чем ниже данный показатель, тем менее растение устойчиво к действию поллютантов. У сосен г. Новокузнецка этот признак колеблется в течение года при среднем значении 1,55, у деревьев п. Чистогорского он в среднем составляет 2,03.

В ходе изучения морфологических параметров роста и развития хвои установлено, что у сосен г. Новокузнецка длина хвои в среднем составляет 6,04±0,01 см, а у сосен п. Чистогорского 8,1±0,05 см. Годовой прирост однолетнего побега опытных сосен составляет 6,01±0,17 см (минимум 2,5 см), контрольных – 10,3 (минимум 8 см). Для условий Кузбасса указанные для Новокузнецка значения признаны довольно низкими, так как в наших исследованиях у сосны обыкновенной длина хвои при определенных факторах развития может достигать 12 см, а годовой прирост – более 40 см.

Также установлены различия в длине хвои в паре, выявлена асимметрия у всех популяций сосен. Однако менее всего разница в длине хвойных в паре выражена у сосен на контрольной площадке, которая составила 0,017±0,003 см, а у хвои новокузнецких деревьев отмечаются более высокие показатели асимметрии – в среднем величина ее составила 0,043±0,009 см. Значительной зависимости индекса флуктуирующей асимметрии от возраста хвои ни на одной из пробных площадей не отмечено.

Хвоя чистогорских сосен по сравнению с хвоей опытных деревьев имеет более крупные размеры и, соответственно, характеризуется большими значениями анатомо-морфологических показателей (табл.).

Отношение площади центрального цилиндра к площади поперечного сечения характеризует пропорциональность развития внутренних тканей хвои и ее возможные адаптации к внешним условиям. Данный показатель у новокузнецких сосен несколько снижен и составляет в среднем 0,27, у чистогорских – 0,30.

Число смоляных ходов на поперечном срезе хвои новокузнецких сосен относительно высоко и составляет 7,4, что, видимо, объясняется их депонирующей функцией. Вместе с тем и у чистогорских сосен данный признак находится на повышенном уровне.

Сосновые посадки в городе согласно шкале относительного жизненного состояния относятся к категории ослабленных (поврежденных): густота кроны снижена у отдельных деревьев более чем на 60%, максимальный возраст жизни хвои – всего 3 года, отмечаются случаи изменения окраски. В противоположность этому насаждение в поселке Чистогорском отнесено к категории здоровых: густота кроны составляет 90-100%, возраст жизнеспособной хвои – до 5 лет, хотя хлорозы и некрозы отмечены и у хвои чистогорских сосен.

Заключение

Комплекс полученных данных однозначно указывает на нарушения в развитии деревьев сосны в условиях г. Новокузнецка, вызванные интенсивной техногенной нагрузкой. Однако некоторые параметры (относительно высокое содержание фотосинтетических пигментов, соотношение зеленых пигментов, анатомо-морфологическое строение хвои) позволяют сделать заключение о начавшемся процессе адаптации сосны к внешним условиям, поэтому можно спрогнозировать сохранение соснами стабильного состояния в течение довольно продолжительного времени.

Таким образом, применение сосны обыкновенной в качестве фитоиндикатора и как декоративного растения вполне оп-

равдано. Использование в целях фитоиндикации комплекса признаков, характеризующих разные уровни организации растения (молекулярный, клеточный, тканевой, организменный, популяционный и др.), дает более полную и точную оценку изменениям, начавшимся в древесном организме под воздействием техногенеза.

Библиографический список

1. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей природной среды Кемеровской области в 2004 году. – Кемерово: Практика, 2005. – 366 с.

2. Кондратюк Е.Н. Промышленная ботаника / Е.Н. Кондратюк, В.П. Тарабрин, В.И. Бакланов и др. – Киев: Наукова думка, 1980. – 260 с.

3. Горышина Т.К. Фотосинтетический аппарат и условия среды. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. – 204 с.

4. Скопин А.Е. Характер изменчивости морфологической структуры листа древесных растений под действием антропогенного стресса // Тез. докл. II междунар. конф. по анатомии и морфологии растений. – СПб.: Бот. институт им. В.Л. Комарова РАН, 2002. – С. 313.

5. Гавриленко В.Ф. Большой практикум по физиологии растений / В.Ф. Гавриленко, М.Е. Ладыгина, Л.М. Хандобина. – М.: Высш. шк., 1975. – 392 с.

6. Алексеев А.А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / А.А. Алексеев. – Л.: Наука, 1990. – 200 с.

7. Василевская Н.В. Оценка стабильности развития популяций *Pinus sylvestris* L. в условиях аэротехногенного загрязнения (Мурманская область) / Н.В. Василевская, Ю.М. Тумарова // Биогеография Карелии: тр. Карельского научного центра РАН. – Петрозаводск, 2005. – Вып. 7. – С. 21-25.



УДК 574:631.452.622.342

С.Е. Низкий

САМОВОССТАНОВЛЕНИЕ ФИТОЦЕНОЗА НА УЧАСТКАХ ЗОЛОТОДОБЫЧИ

Ключевые слова: антропогенно нарушенный биоценоз, рекультивация, добыча золота, дражный способ, отвалы, котлованы, древесная, травянистая растительность, почвенные разрезы, пионеры леса, ярусность насаждения, тополь, ива, береза.

Введение

Проблема восстановления антропогенно нарушенных биоценозов достаточно актуальна для северных малообжитых территорий, где из-за малочисленности населения ощущается острая нехватка трудовых ресурсов и всегда возникает желание оставить все как есть исходя при этом из принципа, что «все равно нам здесь не жить».

В планы освоения любого месторождения полезных ископаемых всегда закла-

дываются рекультивационные работы, но не всегда эти планы осуществляются. В последние десятилетия по причине определенных экономических трудностей отсутствие рекультивации прослеживается все чаще. Поэтому вопрос, вынесенный в заголовок статьи, не является праздным. А может действительно отказаться от рекультивационных работ, предоставив природе самостоятельно решать возникшие проблемы?

Мы попытались ответить на этот вопрос при изучении участков антропогенно нарушенных территорий в условиях северной зоны Амурской области. Актуальность работы возрастает в связи с предполагаемым строительством нефтепровода в этих районах.

В качестве одного из объектов изучения выступает территория, на которой осуще-