

СИГНАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЙ PICEA ABIES L. И PINUS SYLVÉSTRIS L. В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Савенкова И.В.

(СКГУ им. М.Козыбаева)

Summary

Bioindicative signal signs of tree species of city plantings in the conditions of technogenic pollution in Petropavlovsk territory are studied. It is established that emissions of the technogenic origin influence on leaf blade of "city" wood plants in different degree. In the process of using signal signs method for urban wood vegetation it was determined: emissions of the environmental pollutants reduce the sizes of the leaf blade in a different degree; changes of biomorphological indicators causes foliage of the leaf blade: changes in the crown form, its density, defoliation and annual debris, average diameter of the forest stand, form of trunks; trunks of the trees which are in close proximity to the source of environmental pollution are more damaged because of weakening by exhaust gases, sulfur sediments and dust; all studied parameters of the anatomic and morphological structure of needles on all test areas have a low level of variability. Thus, selecting the range of woody plants for the city green building, it is necessary to take into account their resistance to the negative influence of the environment. The research results expand the existing ideas about the adaptation mechanisms of *Picea abies* L. and *Pinus sylvestris* L. developing in the conditions of the urbanized environment.

Keywords: monitoring, signal signs, biometric indicators, defoliation, anatomical complex, green building

Мониторинг состояния древесных растений городских территорий представляет собой относительно новое мероприятие, имеющее большое экологическое, санитарно-гигиеническое, экономическое, природоохранное и лесохозяйственное значение [1]. Программа мониторинга была впервые разработана специальной рабочей группой при Европейской Экономической Комиссии ООН в 1985 году. Необходимость такого широкомасштабного мероприятия связана, в первую очередь, с ростом интенсивности нетрадиционных воздействий человека на экосистемы древесных растений, важнейшим из которых является региональное и глобальное загрязнение атмосферы [2]. Основной задачей системы мониторинга является сбор репрезентативных и сопоставимых данных об изменениях, происходящих под влиянием загрязнения атмосферы и других неблагоприятных факторов, с целью оценки их состояния и разработки прогнозов и мероприятий по повышению устойчивости данных экосистем, рациональному их использованию [3].

Объекты исследования: ель обыкновенная (*Picea abies* (L.) Karst., Pinaceae), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L., Pinaceae).

Цель исследований (1): изучение биоиндикативных сигнальных признаков древесных пород городских насаждений в условиях техногенного загрязнения территории г. Петропавловска.

Метод исследования: морфометрические исследования хвои проводили по методике М.В. Козлова [4].

Оценка изменчивости биометрических показателей листовой пластинки лиственных и хвойных растений проводилась методом Пирсона-Фишера [5]. При обследовании модельных хвойных деревьев сухостоя не обнаружено (таблица 1).

Таблица 1 – Общее состояние деревьев (Д₂₄)

Порода	Баллы						Индивидуальная выносливость, %	Адаптивная жизнеспособность, %
	5	4	3	2	1	0		
Ель	20	3	1	-	-	-	83,3	28,3
Сосна	17	6	1	-	-	-	70,8	
%	77,0	18,8	4,2	-	-	-		-

Среди «городских деревьев» выявлены единичные сильно ослабленные деревья (4,2%). У таких деревьев отмечалась ажурная крона, повреждение и усыхание до 60-70% хвои или листвы, начинающаяся суховершинность, сухие ветви в средней и верхней частях кроны. От общего числа обследованных 18,8% составляют ослабленные деревья со слабо ажурной кроной, усыхающими отдельными ветвями в нижней трети кроны, хлорозами и некрозами поражено в среднем 10 % площади хвои. Внешне здоровых деревьев среди всего числа обследованных наибольшая доля – 77,0%. Адаптивная жизнеспособность «городских деревьев» не высока – 28,3%. Индивидуальная выносливость среди обследованных объектов сильно варьирует – лучше переносят условия техногенного загрязнения ели (83,3%). Полученные данные обусловлены экологическими характеристиками как самих объектов, так и условий произрастания. Влияние техногенных факторов однозначно негативное. Осаждение дорожной пыли, сажи и копоти на листовых пластинках ведёт к сокращению транспирации, следствием чего является изменение температурного режима и перегрев и ослабление растения. Кроме того, в затенение попадают хорошо сформировавшиеся кроны молодых деревьев. Деревья сильно ослабевают и усыхают вследствие угнетения крон. Кроме того, деревья испытывают угнетение из-за малых площадей почвенного питания, ограниченных асфальтированными дорожками.

Изменения биоморфологических показателей ассимиляционного аппарата влечет за собой изменения формы кроны, ее сомкнутость, дефолиацию и ежегодный опад. При оценке дефолиации следует обращать внимание на форму кроны с учетом так называемых «окон». Дефолиация отмечается у всех изучаемых объектов. Адсорбция поллютантов большой поверхностью кутикулярного слоя и клеток эпидермиса, дальнейшая диффузия через устьичные щели внутрь листовой пластинки и растворение в воде, питающей оболочки клеток, передвижение от места поглощения к соединительным тканям и накопление внутри клеток, приводит к сокращению срока жизни листьев и их преждевременному опад. Наименьший процент дефолиации отмечается у ели обыкновенной - 1,3% (таблица 2).

Таблица 2 – Степень дефолиации (Д₂₄)

Порода	Баллы					% дефолиации	Степень хвойного типа дефолиации, %
	0	1	2	3	4		
Ель	20	4	-	-	-	1,3	2,5
Сосна	9	7	8	-	-	3,7	

При изучении процесса формирования крон, было выявлено 3 основных типа: гребневидная, кистевидная и кровлевидная. Среди изученных объектов преобладала гребневидная форма: 83,3% (таблица 3).

Таблица 3 – Форма кроны

Порода	Форма кроны		
	гребневидная	кистевидная	кровлевидная
Ель обыкновенная	22	2	-
Сосна обыкновенная	18	4	2
%	83,3	12,5	4,2

Самым явным признаком нарушения состояния дерева является изменение размеров хвои. Полученные данные при ранжировании от меньшей до большей величины, составили непрерывный вариационный ряд, показатели которого отличаются друг от друга на десятую долю единицы (таблица 4).

Таблица 4 - Классы вариант длины листовой пластинки

Показатель	Классы вариант					Данные		Разница, ±
	1	2	3	4	5	теор.	факт.	
Ель обыкновенная								
Длина хвои, см	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,3±0,02	-0,2
Встречаемость вариант, шт.	2	10	14	17	7			
Сосна обыкновенная								
Длина хвои, см	4,5	5,5	6,4	7,5		5,5	5,9±0,08	+0,4
Встречаемость вариант, шт.	2	21	26	1				

При исследовании изменения размера листовой пластины, учитывались данные научной литературы и полученные в результате собственных измерений. Отмечаются отклонения как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения от нормы исследуемого признака. Известно, что благодаря явлению листопадности древесные растения способны избавляться от части токсичных соединений, накапливающихся в них. Так, обследуемые объекты (ель и сосна) имели малое количество вариантов встречаемости параметров длины листовой пластинки (5 и 4 соответственно), и необходимость перевода данных в классы вариант признака при этом отпадала. При построении полигона распределения выстраивается кривая нормального распределения изучаемого признака. Однако распределение признака позволяет констатировать смещение значения длины хвои ели и сосны в сторону увеличения.

В ходе исследований было установлено, что выбросы техногенной природы в различной степени влияют на размеры листовоей части «городских» древесных растений. При построении полигона распределения изучаемого признака было выявлено, что приспособительный характер хвойных растений к условиям произрастания был неодинаков: отмечалось явное смещение значения длины хвои в сторону увеличения изучаемого показателя. У хвойных отмечается наименьший коэффициент вариации, т.е. большая адаптивная способность к условиям окружающей среды ($V_{cp}=7,46$). Наиболее устойчивыми в городских условиях оказались сосны ($V=8,47$). Полученные расчетные значения коэффициента вариации всех образцов $\leq 30\%$, что свидетельствует о модификационной изменчивости изучаемого признака.

Интенсивное развитие промышленности в городах приводит к загрязнению окружающей среды. Известно, что древесные растения обладают высокой чувствительностью к антропогенной нагрузке, поэтому могут служить адекватными индикаторами состояния городской среды [6]. Для ранней диагностики состояния древесных растений подходят характеристики ассимилирующих органов, которые в

связи с их функцией газообмена являются первичным барьером при проникновении атмосферных токсикантов внутрь листа. В литературных источниках отмечается, что хроническое воздействие атмосферных токсикантов вызывает серьезные изменения анатомического строения листьев и хвои растений.

Многими авторами [7-9] отмечаются негативные изменения анатомической структуры хвои, так и перестройки адаптивного характера, проявляющиеся в увеличении ее ксероморфности. К негативным изменениям анатомической структуры хвои городских насаждений *Picea abies* L. и *Pinus sylvestris* L. относится снижение диаметра смоляных ходов и толщины кутикулы, к адаптивным - увеличение длины хвои и площади ее поверхности.

Цель исследований (2): изучение анатомического комплекса листовой части (хвои) хвойных городских насаждений в условиях техногенного загрязнения территории г. Петропавловска.

Метод исследования: изучение эпидермы хвои проводилось методом «слепков» («отпечатков») по Н.А. Анели¹ [10]. Размеры и количество эпидермальных клеток и устьиц на средней трети листа определяли по Захаревич С.Ф. [11] и Прозиной М.Н. [12].

Клетки нижнего и верхнего эпидермиса не имеют больших различий по морфологии и размерам - это связано с близким систематическим и филитическим родством объектов (таблица 5).

Таблица 5 - Количественные показатели эпидермального комплекса

Объект	Структура					
	Клетки эпидермиса			Устьица		
	шт/мм ²	длина, мкм	ширина, мкм	шт/мм ²	длина, мкм	ширина, мкм
Ель	369	80,2±2,92	25,4±0,64	219	117,0±7,0	103,0±3,0
Сосна	476	120,4±4,49	21,8±1,0	117	92,0±11,58	71,0±2,45

Эпидерма препаратов 1 и 2 была покрыта довольно толстым слоем кутикулы (что затрудняло применение данного метода). Эпидермальные клетки продолговатые, волнистость клеточных стенок не выражена (клян – прямолинейный). Длина клеток в различной степени превосходит их ширину. Устьица - аномоцитного типа (окружены неопределенным количеством клеток, не отличающихся от остальных клеток эпидермиса размерами и формой). Замыкающие устьичные клетки имеют бобовидную форму. Устьица располагаются рядами, овальные или овально округлые, однонаправленные, сильнопогруженные и располагаются на обеих сторонах хвоинки (амфистоматические листья).

Заключение. При использовании метода сигнальных признаков древесной растительности городской зоны установлено: выбросы загрязнителей окружающей среды в различной степени снижают размеры листовой пластинки; изменения биоморфологических показателей листовой пластинки влекут за собой: изменения формы кроны, её сомкнутость, дефолиацию и ежегодный опад, средний диаметр древостоя, форму стволов; более подвержены повреждениям стволы деревьев, находящихся в непосредственной близости от источника загрязнения среды ввиду ослабления их выхлопными газами, осадками серы, пыли; все исследуемые параметры анатомо-морфологического строения хвои на всех пробных площадях обнаруживают низкий уровень варибельности. Таким образом, при подборе ассортимента древесных растений для зеленого строительства города, необходимо учитывать их устойчивость к отрицательному влиянию окружающей среды. Результаты исследований позволяют

расширить имеющиеся представления о механизмах адаптации *Picea abies* L. и *Pinus sylvestris* L. при развитии в условиях урбанизированной среды.

Литература

1. Ярошенко Ю. Экологический мониторинг. – М.: Артель. 2003. – 300 с.
2. Асланиди К., Вачадзе Д. Биомониторинг. – М.: Пушино. 1996. - 23 с.
3. Бастаева Г.Т., Калиев А.Ж. Оценка состояния хвойных пород, произрастающих в зоне влияния газохимического комплекса. - Оренбург: ИПК ГОУ ВПО ОГУ. 2003. - 43 с.
4. Kozlov M.V., Niemela P. Difference in needle length – a new and objective indicator of pollution impact on Scots pine (*Pinus sylvestris*) // *Water, Air and Soil Pollution*. – 1999. – V. 116. – P. 365-370.
5. Правила по экологическому мониторингу. Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию. ПР РК 52.5.06 – 03. – Астана, 2003, – 89 с.
6. Зотикова А.П., Бендер О.Г., Собчак Р.О. Сравнительная оценка структурно-функциональной организации листового аппарата хвойных // *Вестник ТГУ*. - 2007. - № 299 (1). - С. 197-200.
7. Куровская Л.В. Морфофункциональные особенности хвойных растений в условиях городской среды: Автореф. дис... канд. биол. наук. - Томск, 2002. - 22 с.
8. Ладанова К.В., Плюснина С.Н. Анатомо-морфологические изменения разновозрастной хвои сосны обыкновенной // *Лесной журнал*. - 1998. - № 1. - С. 7-11.
9. Онучин А.А., Козлова Л.Н. Структурно-функциональные изменения хвои сосны под влиянием поллютантов в лесостепной зоне средней Сибири // *Лесоведение*. - 1993. - №2. - С. 39-45.
10. Анели Н.А. О составе и функциональности эпидермального комплекса листа // *Уч. зап. Юго-Осет. гос. пед. ин-та, сер. физ-мат. и биол. наук*, 1970-15: С 287-291.
11. Захаревич С.Ф. К методике описания эпидермиса листа.// *Вестн. Ленингр. ун-та*, 1954. – С. 65-75.
12. Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М.-Л., 1960.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАШИННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Чекусов М.С., Кем А.А.

(ФГБНУ «Омский АНЦ»)

Голованов Д.А.

(ФГУП «Омский экспериментальный завод», г.Омск, РФ)

Summary

In this article authors scrutinize the problem of improvement of technical means for arid forest-steppe and steppe agricultural landscapes of Western Siberia, with annual rainfall up to 300-400 mm. The principle of system approach to resource-saving technology and technical means, directed to the improvement of water regime and effective soil fertility, was underlay to the concept of machinery improvement. To optimize straw using in the system of soil-protecting agriculture straw shredders were developed, which allows shredding straw to pieces from 50 to 200 mm and spreading them with a width up to 10 meters. To improve moisture permeability of soil it is recommended to carry out deep tilling to a depth of 30-35 cm once every three-four years, for this purpose it was developed modified deep rippers. Compared with the annual ploughing using of this machinery provides increasing of productiveness up to 20%, fuel consumption is reduced by 17%. For moisture accumulation, field surface leveling, high-quality tillage to a depth of 6-8 cm at preplanting treatment and fallow treatments of summer fields the cultivator “Stepnyak” is recommended. The universal seeder provides sowing from 3 to 400 kg/ ha was developed. The seeder is equipped with double-disc shovels provides 15 cm row spacing and sowing depth from 15 to 90 mm. All