

## Биологический анализ хвои, шишек и семян сосны обыкновенной в условиях городской среды

*Е.М. Ангальт, соискатель,*

*Н.А. Жамурина, к.б.н., Оренбургский ГАУ*

В сложных экологических условиях городов лесные насаждения выполняют ряд важных функций: средоформирующую, санитарно-гигиеническую, рекреационную, во многом определяя степень комфортности городской среды и, следовательно, здоровье жителей [1]. Одна из главных проблем городов – загрязнение окружающей среды, и особенно воздуха [2].

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха в Оренбурге являются выбросы

автотранспорта (63%). К преобладающим веществам, которые определяют степень загрязнения воздушной среды города, относятся взвешенные вещества (пыль), диоксид серы, диоксид азота, сероводород, формальдегид, оксид углерода, бенз(а)пирен, фенол, фторид водорода, кадмий, медь и свинец [3].

Общая площадь зелёных насаждений г. Оренбурга, призванных сглаживать негативное влияние загрязнения окружающей среды, недостаточна и составляет немногим более 2200 га. Обеспеченность зелёными насаждениями в расчёте на одного жителя города составляет 3,7 м<sup>2</sup>, т.е. в 4 раза ниже

нормы, равной 16 м<sup>2</sup>, и в 6 раз ниже предусмотренной генеральным планом города Оренбурга (21,6 м<sup>2</sup> на 1 жителя) [4].

При озеленении г. Оренбурга широко используются хвойные деревья, среди которых наибольшее распространение имеет сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Деревья сосны обыкновенной, произрастающие в урбанизированной среде, принимают на себя газопылевые выбросы транспортных потоков и неблагоприятное изменение почвенных режимов (переуплотнение и засоление почвы, недостаток кислорода, повышенное содержание оксидов), что ведёт к замедлению или прекращению их нормального роста и развития.

**Цель исследований** – изучение некоторых особенностей и состояния сосны обыкновенной в урбанизированной среде г. Оренбурга.

**Объектами** исследований являлись деревья сосны, произрастающие в придорожных посадках вдоль автомобильных дорог и в насаждении, удаленном от автомобильных дорог.

Придорожные посадки изучали на пр. Гагарина, ул. Чкалова, пр. Победы, пр. Дзержинского, являющихся основными дорогами г. Оренбурга и характеризующихся интенсивным движением автомобильного транспорта (объект 1). В качестве контроля изучали деревья в насаждении Качкарский мар, представляющем собой сосново-ясеневые и сосновые посадки 1961–1969 гг., удалённые от дорог на 2,5 км (объект 2).

**Методика исследования.** Состояние деревьев изучали в соответствии с Правилами санитарной безопасности в лесах РФ [5]. При обследовании шишек использовали методику Правдина [6], посевные качества семян сосны определяли по ГОСТу 13056.4-97. Физиологические показатели хвои: содержание хлорофилла, интенсивность дыхания и активность каталазы исследовали по общепринятым в физиологии растений методикам [7].

Всего было обследовано 478 деревьев, собрано 600 образцов хвои, 425 образцов шишек и 300 образцов семян сосны обыкновенной.

**Результаты исследования.** Выявлено, что в урочище Качкарский мар большая часть деревьев не имеет видимых признаков ослабления, а деревья в придорожных посадках распределены следующим образом: сильно ослаблены – 60%, усыхают – 20, ослаблены – 13, сухостой – 7%. На деревьях при-

сутствует только однолетняя хвоя, её поверхность покрыта пылью, присутствуют хлорозы и некрозы (табл. 1), прирост за последние несколько лет минимален и составляет 2–3 см.

Деревья, произрастающие в лесном массиве, существенных признаков ослабления не имеют, хотя и выявлен относительно невысокий процент (до 15%) хвои с наличием некротических пятен.

Результаты морфометрического анализа хвои и шишек демонстрируют достоверное снижение всех показателей у деревьев, произрастающих в придорожных посадках, по сравнению с соснами в насаждении. Исключение составляет показатель числа хвоинок на 1 см побега, их число увеличивается (табл. 2).

Снижение размеров женских шишек под действием неблагоприятных факторов среды отмечается многими исследователями [3, 8, 9]. Ослабленные деревья не могут удовлетворительно обеспечивать снабжение питательными веществами почек с зачатками макростробилов, что и приводит к уменьшению их размеров [8]. По общей оценке, параметры хвои и шишек на обоих объектах в пределах нормы.

Положительная, но невысокая корреляция выявлена между длиной шишки и выходом семян ( $r = 0,396$ ). Более тесно коррелирует с выходом семян масса одной шишки ( $r = 0,457$ ) ( $P > 0,95$ ).

Результаты, отражающие влияние городских условий на репродуктивную функцию сосны, получены при оценке урожайности семян и качества семенного материала. В придорожных посадках происходит статистически достоверное снижение количества семян в расчёте на одну шишку и доли полнотелых семян (табл. 3).

Данные таблицы 3 говорят о статистически достоверном снижении качества семян сосны

1. Повреждённость хвои сосны, %

Показатель	Объект	
	1	2
Здоровая хвоя	0,0	74,6
Некроз:		
– точечный	44,7	12,2
– 1/4 хвоинки	27,1	4,0
– 1/2 хвоинки	7,2	3,1
– 3/4 хвоинки	14,8	3,0
Сухая хвоя	6,2	3,1
Итого	100	100

2. Морфометрическая характеристика хвои и шишек сосны

Показатель	Объект			
	M±m	V, %	M±m	V, %
Масса хвоинки, мг	0,09±0,02	7,12	0,11±0,02	17,82
Длина хвоинки, см	5,78±0,23	7,99	6,70±0,23	4,23
Число хвоинок, шт. на 1 см побега	12,10 ±0,35	5,80	10,13±0,40	2,94
Длина шишки, см	3,84±0,14	7,13	4,08±0,04	5,09
Ширина шишки, см	1,82±0,06	12,32	2,07±0,08	13,09
Масса шишки, г	4,18±0,46	13,21	4,56±0,42	8,52
Число семян в шишке, шт.	12,49±1,71	3,35	17,88±0,93	0,79

3. Показатели качества семян сосны

Показатель	Объект			
	X±Sx	V, %	X±Sx	V, %
Полнозернистость семян, %	50,37±0,64	3,91	78,35±1,01	3,01
Всхожесть, %	65,55±1,18	3,21	81,32±1,27	1,21
Энергия прорастания, %	56,23±1,12	4,02	66,28±1,42	1,46

4. Физиологические показатели хвои сосны по сезонам года

Показатель	Осень		Зима		Весна		Лето	
	объект							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Количество хлорофилла, % на сырое вещество								
X±m	0,19±0,02	0,61±0,03	0,17±0,01	0,58±0,03	0,22±0,02	0,60±0,04	0,34±0,02	0,62±0,04
V, %	8,7	6,2	10,1	6,3	8,9	7,0	8,1	5,9
Интенсивность дыхания, мг CO <sub>2</sub> на 1 г в 1 ч								
X±m	4,81±0,32	3,92±0,19	0,61±0,04	0,41±0,03	4,36±0,24	3,76±0,14	8,42±0,36	6,39±0,45
V, %	7,7	5,7	7,8	8,6	6,4	4,1	4,9	8,1
Активность каталазы, мл 0,1 н. KMnO <sub>4</sub> на 1 г в 1 ч								
X±m	2,2±0,2	5,3±0,4	2,3±0,2	3,9±0,8	3,4±0,3	5,8±0,3	6,2±0,9	7,9±0,4
V, %	8,0	9,5	4,5	10,8	5,6	10,3	9,4	6,4

обыкновенной внутри города (P>0,95). Энергия прорастания семян, собранных с деревьев в придорожных посадках, по сравнению с энергией прорастания семян, собранных в условно чистой зоне, снижается на 15,2%, всхожесть – на 19,4% и полнозернистость – на 35,7%. Принимая во внимание выход полнозернистых семян, можно подсчитать количество проростков, готовых к дальнейшему росту в расчёте на одну шишку. Это количество составляет соответственно 6 шт. – в объекте 1 и 15 шт. – в объекте 2. Поэтому можно предположить, что количество потенциально жизнеспособных всходов сосны может быть в 2,5 раза выше в условно чистой части города, чем в зоне основных выбросов автотранспорта. Однако, если учитывать негативное влияние загрязнённых городских почв, разница возрастёт из-за меньшего количества участков, пригодных для появления всходов сосны.

При изучении основных физиологических показателей хвои сосны также выявлено достоверное снижение всех параметров у деревьев, произрастающих возле автодорог.

В динамике количества хлорофилла в хвое сосны наблюдается сезонная изменчивость. Наибольшее количество хлорофилла содержится летом, наименьшее – зимой. Соотношение между зимним минимумом и летним максимумом на объекте 1 равно 1:2; на объекте 2 количество хлорофилла по сезонам года меняется в пределах 0,58–0,62%. Пожелтение хвои в зимний период чаще всего обусловлено фотоокислением хлорофилла. Загрязнение воздуха ещё более снижает содержание хлорофилла, что свидетельствует о большей чувствительности поражённой хвои к влиянию зимнего стресса. Различия по содержанию хлорофилла

между показателями объекта 1 и 2 составляют 45–71% (табл. 4).

Большинство исследованных растений обладают пониженной активностью каталазы на загрязнённых участках произрастания. В придорожных посадках по сравнению с деревьями в насаждениях отмечается статистически значимое снижение активности фермента каталазы (на 58%).

**Вывод.** Таким образом, исследование сосны обыкновенной, проведённое с использованием ряда параметров, показало статистически подтвержденное снижение её жизненного состояния на городской территории, загрязнённой выбросами автотранспорта. Наиболее наглядными параметрами состояния сосны обыкновенной в условиях города оказались длина и масса шишек, энергия прорастания семян и активность каталазы в хвое. Полученные данные можно использовать при биоиндикационной оценке состояния сосны обыкновенной в условиях г. Оренбурга.

**Литература**

1. Шумовская Д.А. Нормы озеленения современного города: мечты и реальность // Проблемы региональной экологии. 2000. № 2. С. 45–50.
2. Барайшук Г.В., Гайвас А.А. Состояние хвойных насаждений Омска // Лесное хозяйство. 2005. № 1. С. 33–34.
3. Комплексный отчёт о состоянии окружающей среды в Оренбургской области за 2012 год. Оренбург, 2013.
4. Положение «О развитии системы зелёных насаждений в городе Оренбурге» от 26.08.1999 N 112 (ред. от 04.12.2007).
5. Правила санитарной безопасности в лесах РФ. М., 2007.
6. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. М.: Наука, 1964. 190 с.
7. Шукин В.Б., Громов А.А. Практикум по физиологии растений. 2-е изд. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2008. 176 с.
8. Аникеев Д.Р., Бабушкина Л.Г., Зуева Г.В. Состояние репродуктивной системы сосны обыкновенной при аэротехногенном загрязнении. Екатеринбург: УГЛИА, 2000. 81 с.
9. Орехова Т.П., Шихова Н.С. Оценка плодородия и качества семян как один из критериев устойчивости древесных растений в урбэко системах г. Владивостока // Материалы XI съезда Русского ботанического общества. Владивосток, 2005. С. 213–215.