

**Анализ жизненного состояния древесных растений
в условиях городской среды
(на примере г. Елабуга и Набережные Челны)¹**

Техногенная среда является агрессивной по отношению ко всем живым организмам. Эффект негативного влияния антропогенной среды на человека возрастает по мере роста городов и развития промышленных производств. Поэтому актуальными остаются вопросы сохранения городских древесных насаждений, которые являются основным средообразующим компонентом в техногенной среде. В связи с этим необходимо своевременно проводить анализ их жизненного состояния [6].

Исследования проведены в городах Набережные Челны и Елабуга, которые входят в состав республики Татарстан, расположенной на территории Среднего Поволжья.

Набережные Челны – крупный промышленный центр с населением 530 тыс. человек. Климат умеренно-континентальный, отличается теплым летом и умеренно-холодной зимой. Годовое количество осадков в городе составляет в среднем 555 мм. Самый теплый месяц года – июль (+18 ... +20 °С), самый холодный – январь (-13 ... -14 °С). Основные отрасли промышленности в городе – машиностроение, электроэнергетика, строительная индустрия, пищевая и перерабатывающая промышленность. Ключевым (градообразующим) предприятием города является Камский автомобильный завод. Характеристика степени загрязнения атмосферного воздуха в местах произрастания древесных растений проведена нами на основе Государственных докладов «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2010–2016 году». Комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) показывает низкое загрязнение (ИЗА = 4,8) и превышение уровня предельно допустимой концентрации по формальдегиду. В санитарно-защитной зоне промышленных предприятий среднегодовое превышение ПДК отмечено по следующим веществам: оксид углерода – в 2 раза; оксиды азота – в 3 раза; диоксид серы – в 1,2 раза; формальдегид – в 5 раз; фенол – в 1,7 раза; бенз(а)пирен – в 1,9 раза. В зоне магистральных посадок среднегодовое превышение ПДК отмечено по следующим веществам: оксид углерода – в 3,4 раза; формальдегид – в 3,8 раз; фенол – в 1,4 раза; бенз(а)пирен – в 1,5 раза [1; 4].

Город Елабуга расположен в северо-восточной части Республики Татарстан на правом берегу реки Кама и ее притока реки Тойма, в зоне достаточного увлажнения. Климат умеренно континентальный, со средней годовой температурой воздуха +3,9 °С. В годовом цикле преобладают юго-западные, западные ветры, которые составляют 39 %. Населения 73,3 тыс. человек. Основными направлениями промышленности являются энергетическая, машиностроительная, пищевая. Основными загрязнителями атмосферы являются Елабужский кирпичный завод, ООО «Елабужский завод ЖБИ», ООО «Елпласт», ООО НЭК им. Э. Н. Корниенко, центральная котельная. Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха являются диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, ле-

* И. Л. Бухарина, Удмуртский государственный университет (Ижевск).

** А. М. Кузьмина, Ижевская государственная сельскохозяйственная академия (Ижевск).

*** П. А. Кузьмин, Казанский федеральный университет (Елабуга).

¹ Исследования проведены при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых кандидатов наук № 1955.2017.11.

тучие органические соединения, сажа, марганец и его соединения. Кроме того, источником загрязнения является комплекс предприятий Особой экономической зоны промышленно-производственного типа «Алабуга» (ОЭЗ ППТ «Алабуга»), который находится в 10 километрах от города [4].

Объектом исследования являлись древесные растения: клен остролистный (*Acer platanoides* L.), липа мелколистная (*Tiliacordata* Mill.) и береза повислая (*Betula pendula* Roth.). Изучаемые виды произрастали в городе в составе насаждений различных экологических категорий: магистральные посадки (МП) (крупные автомагистрали «Авто-1» и проспект Мира) и санитарно-защитные зоны (СЗЗ) промышленных предприятий – ОАО «КамАЗ», кузнечный и литейный заводы, являющихся основными загрязнителями города. В качестве зон условного контроля (ЗУК) березы повислой, липы мелколистной и клена остролистного выбрано Челнинское лесничество и территория парка Александровский в г. Елабуга [1].

Пробные площади закладывали регулярным способом (по 5 шт. в каждом районе, размером не менее 0,25 га). В пределах пробной площади проведен отбор (по 10 растений каждого вида) и нумерация учетных древесных растений. Учетные особи имели хорошее жизненное состояние и средневозрастное генеративное онтогенетическое состояние (g_2).

Жизненное состояние древесных растений устанавливали визуально по степени нарушения ассимиляционного аппарата и крон растений. Согласно методике, по десятибалльной шкале оценивали: количество живых ветвей в кронах деревьев (P1), степень облиственности крон (P2), количество живых (без некрозов) листьев в кронах (P3), среднее количество живой площади листа (P4) [5; 7].

Для проведения физиолого-биохимических анализов отбирали пробы верхушечных вегетативных годичных побегов и их срединных (ассимилирующих) листьев. Отбор проводили со средней части (исключая нижние ветви) кроны древесных растений с южной экспозиции кроны. Смешанную пробу не проводили (каждая особь выступала как повторность), для каждой особи анализы проводили в трех повторениях. Содержание конденсированных танинов в листьях древесных растений определяли трижды в течение вегетации (июнь, июль, август), используя перманганатометрический метод (метод Левенталя в модификации Курсанова) [2].

Обработку материалов провели с применением статистического пакета «Statistica 5.5». Для анализа полученных данных использовали методы описательной статистики.

Анализ жизненного состояния (ЖС) растений в г. Набережные Челны показал, что в насаждениях ЗУК береза повислая имеет хорошее жизненное состояние (39 баллов из максимальных 40), а остальные изучаемые виды имеют удовлетворительное состояние: липа мелколистная (36), клен остролистный (37 баллов) (рис. 1).

В насаждениях СЗЗ промышленных предприятий и магистральных посадках особи неудовлетворительного состояния представлены липой мелколистной (32–34) и кленом остролистным (31–34 балла). Береза повислая в данных категориях насаждений имеет удовлетворительное состояние (36–37 баллов). Снижение жизненного состояния у видов древесных растений, произрастающих в городских насаждениях разных экологических категорий, связано с сильным повреждением листовых пластинок и формированием некроза листьев, со снижением показателя живой площади листа.

Анализ жизненного состояния древесных растений в г. Елабуга показал, что в насаждениях ЗУК все исследуемые виды древесных растений имели удовлетворительное жизненное состояние: береза повислая (38), липа мелколистная (36) и клен остролистный (37 баллов) (рис. 2).

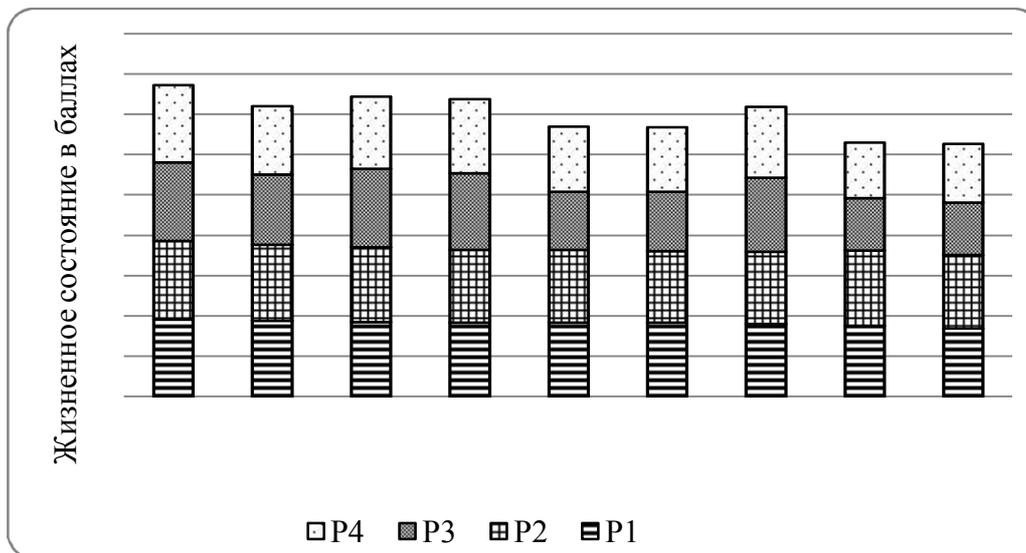


Рис. 1. Жизненное состояние древесных растений в различных типах насаждений (г. Набережные Челны). P1 – количество живых ветвей в кронах деревьев; P2 – степень облиственности крон; P3 – количество живых (без некрозов) листьев в кронах; P4 – среднее количество живой площади листа; БП – береза повислая; ЛМ – липа мелколистная; КО – клен остролистный

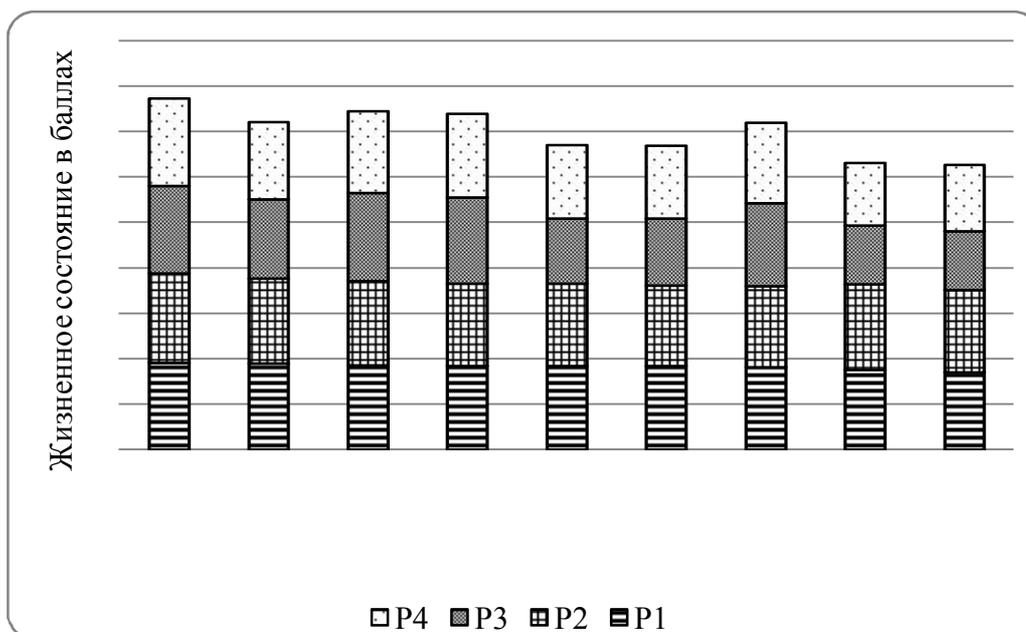


Рис. 2. Жизненное состояние древесных растений в различных типах насаждений (г. Елабуга). P1 – количество живых ветвей в кронах деревьев; P2 – степень облиственности крон; P3 – количество живых (без некрозов) листьев в кронах; P4 – среднее количество живой площади листа; БП – береза повислая; ЛМ – липа мелколистная; КО – клен остролистный.

В СЗЗ промышленных предприятий и магистральных насаждениях особи изучаемых видов древесных растений имели неудовлетворительное состояние, причем более низкие баллы отмечены у растений, произрастающих в пределах СЗЗ промышленных предприятий. Такая картина, вероятнее всего, указывает на более высокий уровень техногенной нагрузки на данной территории. Аналогичные результаты по жизненному состоянию аборигенных и интродуцированных видов древесных растений были получены нами ранее [3; 8].

В адаптивных реакциях задействованы различные метаболиты, в том числе фенольные соединения, представителями которых являются танины. Содержание танинов в листьях мы сравнивали у растений, произрастающих в разных типах насаждений (таблица). Исследуемые территории испытывают влияние техногенной нагрузки разной интенсивности.

Таблица

**Динамика содержания танинов в листьях древесных растений
в г. Набережные Челны и г. Елабуга, мг/г сух. в-ва**

Тип насаждений	Месяц	Вид растения		
		<i>Tiliacordata</i> Mill.	<i>Betulapendula</i> Roth.	<i>Acer platanoides</i> L.
г. Набережные Челны				
ЗУК ¹	Июнь	2,16±0,19 ⁴	2,78±0,38	3,02±0,45
		1,74 ... 2,58 ⁵	1,95 ... 3,62	2,03 ... 4,01
	Июль	4,32±0,08 4,15 ... 4,50	5,69±0,45 4,70 ... 6,68	5,39±0,36 4,60 ... 6,19
	Август	5,29±0,78 3,58 ... 7,00	6,26±1,07 3,91 ... 8,62	5,42±0,82 3,63 ... 7,22
СЗЗ ²	Июнь	1,87±0,10	2,45±0,27	3,11±0,47
		1,65 ... 2,10	1,85 ... 3,05	2,08 ... 4,15
	Июль	4,94±0,08 4,77 ... 5,11	6,30±0,46 5,28 ... 7,33	5,29±0,16 4,93 ... 5,64
	Август	5,89±0,35 5,11 ... 6,66	7,09±0,71 5,53 ... 8,65	5,97±0,37 5,15 ... 6,80
МП ³	Июнь	2,10±0,09	2,85±0,16	3,27±0,28
		1,90 ... 2,30	2,50 ... 3,22	2,64 ... 3,89
	Июль	5,10±0,10 4,88 ... 5,33	5,89±0,18 5,48 ... 6,29	5,38±0,08 5,21 ... 5,55
	Август	5,67±0,29 5,03 ... 6,31	6,37±0,49 5,28 ... 7,46	6,00±0,38 5,16 ... 6,84
г. Елабуга				
ЗУК	Июнь	1,95±0,13	2,85±0,40	3,01±0,45
		1,67 ... 2,23	1,98 ... 3,73	2,03 ... 4,00
	Июль	4,24±0,06 4,11 ... 4,36	5,81±0,49 4,74 ... 6,88	5,64±0,43 4,68 ... 6,59
	Август	5,42±0,81 3,63 ... 7,21	6,51±1,14 3,99 ... 9,02	5,52±0,84 3,66 ... 7,38
СЗЗ	Июнь	1,85±0,09	2,50±0,29	3,10±0,46
		1,64 ... 2,05	1,87 ... 3,13	2,08 ... 4,12
	Июль	4,87±0,06 4,73 ... 5,01	6,54±0,53 5,35 ... 7,72	5,40±0,20 4,97 ... 5,84
	Август	6,13±0,44 5,17 ... 7,09	7,24±0,75 5,58 ... 8,90	6,16±0,43 5,21 ... 7,10
МП	Июнь	2,13±0,08	2,82±0,15	3,32±0,30
		1,96 ... 2,30	2,48 ... 3,15	2,66 ... 3,99
	Июль	5,15±0,09 4,94 ... 5,35	6,38±0,32 5,66 ... 7,09	5,71±0,14 5,40 ... 6,01
	Август	5,92±0,36 5,13 ... 6,71	6,70±0,59 5,39 ... 8,00	6,08±0,41 5,19 ... 6,98

Примечание: ЗУК¹ – зоны условного контроля; СЗЗ² – санитарно-защитные зоны промышленных предприятий; МП³ – магистральные посадки; 2,16 ± 0,19⁴ – среднее значение показателя ± стандартное отклонение; 1,73 ... 2,58⁵ – доверительный интервал для среднего значения.

У липы мелколистной в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий и в магистральных посадках г. Набережные Челны и г. Елабуги в июле содержание танинов было достоверно выше, чем у контрольных особей в парковой зоне. При этом наиболее значительными различия были в условиях интенсивной техногенной нагрузки магистральных посадках и достигали 0,78 (г. Набережные Челны) и 0,91 мг/г сух. в-ва (г. Елабуга).

Также мы проанализировали динамику содержания танинов в листьях исследуемых видов в каждом из типов насаждений. У всех изучаемых видов независимо от типа насаждения и города мы наблюдали сходную реакцию достоверного повышения содержания танинов в течение всего периода вегетации. При этом максимальное содержание танинов в листьях было отмечено у березы повислой в августе в СЗЗ промышленных предприятий 7,09 (г. Набережные Челны) и 7,24 мг/г сух. в-ва (г. Елабуга).

Таким образом, можно заключить, что более низкие баллы жизненного состояния отмечены у растений, произрастающих в пределах СЗЗ промышленных предприятий г. Елабуги и приагистральных насаждениях г. Набережные Челны. Увеличение содержания танинов в течение периода вегетации является реакцией характерной для всех изучаемых видов древесных растений независимо от города произрастания.

Литература

1. Атлас Республики Татарстан. – М. : ПКО «Картография», 2005. – 700 с.
2. Биохимия растений : учебно-метод. пособие / сост. И. Л. Бухарина, О. В. Любимова. – Ижевск : ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2009. – 50 с.
3. Бухарина И. Л., Кузьмин П. А. Жизненное состояние и содержание танинов в листьях древесных растений в условиях городской среды (г. Набережные Челны) // Растительные ресурсы. – 2013. – Вып. 1. – С. 77–84.
4. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2016 году». – Казань, 2017. – 467 с.
5. Краснощекова Н. С. Эколого-экономическая эффективность зеленых насаждений: Обзорная информация. – М. : ЦЕНТИ Минжилкомхоза РСФСР, 1987. – 44 с.
6. Кулагин А. А., Шагиева Ю. А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. – М. : Наука, 2005. – 190 с.
7. Николаевский В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2002. – 220 с.
8. Bukharina I. L., Zhuravleva A. N., Dvoeglazova A. A., Kamasheva A. A., Sharifullina A. M., Kuzmin P. A. Physiological and Biochemical Characteristic Features of Small-Leaved Lime (*Tilia cordata* Mill.) in Urban Environment. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2014. – V. 5, № 5. – P. 1544–1548.

I. L. Bukharin,

Udmurt State University (Izhevsk)

A. M. Kuzmina,

Izhevsk State Agricultural Academy (Izhevsk)

P. A. Kuzmin,

Kazan Federal University (Yelabuga)

ANALYSIS OF THE VITALITY OF WOODY PLANTS IN THE URBAN ENVIRONMENT (ON THE EXAMPLE OF ELABUGA AND NABEREZHNYE CHELNY)

In plantations of sanitary protective zones of industrial enterprises and backbone plantings Naberezhnye Chelny marked decline in living conditions in all studied species of woody plants. In Yelabuga lower scores of the vitality observed in the plants grown within the SPZ of industrial enterprises. All of the studied species regardless of the type of plantation and the town we observed a similar response: reliable increase in the content of tannin throughout the growing season.