

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. БИОТЕХНОЛОГИИ

УДК 581.522.5

И. Л. Бухарина, П. А. Кузьмин

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЫ НА ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ТАНИНОВ В ЛИСТЬЯХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА НАБЕРЕЖНЫЕ ЧЕЛНЫ)

Выявлено воздействие техногенной среды на жизненное состояние и формирование патологий у изучаемых видов растений. Изучена динамика содержания танинов в листьях древесных растений, произрастающих в насаждениях различных функциональных зон города. Показано участие данного метаболита в формировании приспособительных реакций древесных растений к условиям техногенной среды.

Ключевые слова: *техногенная среда; танины; древесные насаждения; категории насаждений.*

Введение. Интенсивность развития промышленного производства и рост автотранспорта приводят к существенному снижению жизненного состояния древесных растений.

В приспособительных реакциях растений к условиям техногенного стресса участвуют различные метаболиты, такие, как витамины, ферменты, пигменты, гормоны, фенольные соединения. Фенольные соединения выполняют в растениях защитные функции. При механических повреждениях тканей растений в них начинается интенсивное новообразование фенольных соединений, сопровождающееся окислительной конденсацией в поверхностных слоях, продукты конденсации образуют защитный слой. Некоторые фенольные соединения способны повышать устойчивость растений к заболеваниям [1]. Важным химическим свойством фенольных соединений является их способность к обратному окислению. Они являются системой, элементы которой связаны взаимными окислительно-восстановительными переходами. Однако благодаря способности легко отдавать и захватывать электроны, фенольные соединения выступают и в роли восстановителей, проявляя прооксидантные свойства [2]. К фенольным соединениям относятся дубильные вещества (танины). Ранее было отмечено возрастание содержания танинов в побегах древесных растений, произрастающих в зонах техногенного напряжения [3]. Таким образом, фенольные соединения, в частности танины, являются важным элементом в формировании адаптивных реакций древесных растений в условиях загрязнения окружающей среды.

Город Набережные Челны входит в состав Республики Татарстан, которая расположена на территории Среднего Поволжья, в месте слияния двух крупнейших рек Волги и Камы, в зоне достаточного увлажнения. Климат умеренно-континентальный. Годовое количество осадков составляет в среднем 555 мм. Средняя годовая температура составляет примерно 2...3,1 °С.

Набережные Челны – крупный промышленный центр с населением 530 тыс. человек. 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 «Доклада об экологическом состоянии Республики Татарстан». Комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) показывает очень высокое загрязнение и превышение уровня предельно допустимой концентрации по бенз(а)пирену, формальдегиду, фенолам, оксидам углерода и азота [4].

Цель работы – изучить особенности динамики содержания танинов, как элемента антиоксидантной системы защиты, в листьях древесных растений, произрастающих в насаждениях с разной степенью техногенной нагрузки (на примере г. Набережные Челны).

Решаемые задачи: 1) дать агрохимическую характеристику почв районов исследования; 2) определить жизненное состояние древесных растений в различных функциональных зонах г. Набережные Челны; 3) выявить пороки древесных растений, произрастающих в различных категориях насаждений; 4) проанализировать динамику содержания танинов в листьях древесных растений.

Объект и методика исследований. Древесные растения: клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) и клён остролистный (*Acer platanoides* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.). Изучаемые виды произрастают в городе в составе различных экологических категорий насаждений: магистральные посадки (крупные магистрали Авто 1, Набережночелнинский проспект и проспект Мира) и санитарно-защитные зоны (СЗЗ) промышленных предприятий ОАО «КамАЗ» завод «Литейный», «Кузнечный» и «Двигателей», являющихся основными загрязнителями города. В качестве зон условного контроля (ЗУК) выбраны территории Челнинского (лесостепная зона 9539 га, лесостепной район европейской части Российской Федерации) и Елабужского (зона хвойно-широколиственных лесов 8996 га, район хвойно-широколиственных лесов европейской части Российской Федерации) лесничеств, а для интродуцированных видов – территория городского парка «Гренада».

Пробные площади закладывали регулярным способом (по 5 шт. в каждом районе, размером не менее 0,25 га). В пределах пробных площадей нами проведены таксационные описания всех древесных растений с фиксированием патологий (пороков) [5,6]. 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). В районах закладки пробных площадей провели отбор почвенных образцов [7–9].

Для изучения динамики содержания танинов в листьях растений в пределах пробной площади был проведен отбор (по 10 растений каждого вида) и нумерация учетных древесных растений, дана оценка их жизненного состояния [10]. Учетные особи имели хорошее жизненное и средневозрастное генеративное онтогенетическое состояние (g_2). Содержание конденсированных танинов в листьях древесных растений определяли

трижды в течение вегетации (июнь, июль, август), используя перманганатометрический метод (метод Левенталя в модификации Курсанова) [9].

Анализы почв и растительных образцов проводили в лаборатории экологии и физиологии растений биологического факультета филиала Казанского (Приволжского) федерального университета в г. Елабуга.

Математическую обработку материалов провели с применением статистического пакета «Statistica 5.5». Для интерпретации полученных материалов использовали методы описательной статистики и дисперсионный многофакторный анализ (по перекрестно-иерархической схеме, при последующей оценке различий методом множественного сравнения LSD-test).

Результаты исследований. Проведенный агрохимический анализ показал, что почвы в насаждениях зон условного контроля имеют нейтральную и слабощелочную реакцию ($pH_{KCl} = 7,0-7,2$), содержание органического вещества от низкого до среднего (2–5,8 %), содержание подвижного фосфора от повышенного до очень высокого (115,4–191,3 мг/кг), обменного калия от высокого до очень высокого (210–314 мг/кг). В почвах отмечено высокое содержание нитратных форм азота (105–405) и низкое содержание аммонийных форм азота (8,3–19,3 мг/кг) (табл. 1).

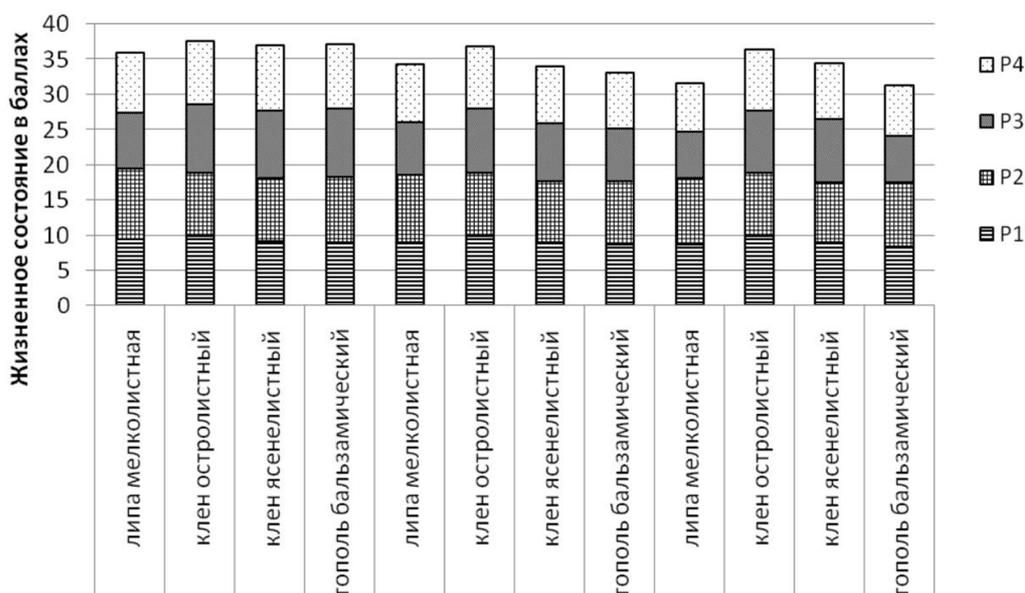
Таблица 1

**Агрохимическая и физическая характеристика почв в районах исследования
(г. Набережные Челны)**

Район исследования	Показатели						
	pH_{KCl}	pH_{H_2O}	содержание доступных форм элементов, мг/кг				органическое вещество, %
			NH_4^+	NO_3^-	P_2O_5	K_2O	
Зона условного контроля							
Челнинское лесничество	7,2	7,8	8,3	405	115,4	210	5,3
Елабужское лесничество	7,0	7,9	10,3	105	241,0	251	2,0
Парк «Гренада»	7,1	8,0	19,3	210	291,3	314	5,8
Санитарно-защитная зона промышленных предприятий							
Завод «Литейный»	7,5	8,5	6,1	300	400,0	267	6,2
Завод «Кузнечный»	6,7	7,3	14,9	247	326,0	245	5,5
Завод «Двигателей»	6,5	7,1	15,6	286	352,0	261	5,9
Магистральные насаждения							
Дорога «Авто 1»	7,4	8,4	8,1	175	29,8	325	1,7
Набережночелнинский проспект	7,5	8,7	6,1	37	53,5	254	2,1
Проспект Мира	7,7	8,6	6,4	164	22,7	210	3,1

В насаждениях санитарно-защитных зон промышленных предприятий почвы характеризовались слабокислой и слабощелочной реакцией ($pH_{KCl} = 6,5-7,5$), содержанием органического вещества от среднего до повышенного (5,5–6,2 %), содержанием нитратных форм азота на уровне 247–300 мг/кг и аммонийных форм азота на уровне 6,1–15,6 мг/кг. В магистральных насаждениях почвы имели: обменную кислотность 7,4–7,7 ($pH_{H_2O} = 8,4-8,7$), характеризующую слабощелочную реакцию почв; низкое содержание органического вещества (1,7–3,1 %); от низкого до среднего содержание аммонийного азота (6,1–8,1 мг/кг), нитратного азота (37–175) и подвижного фосфора ($P_2O_5 = 29,8-53,5$ мг/кг); от высокого до очень высокого содержание обменного калия ($K_2O = 210-325$ мг/кг).

Анализ жизненного состояния (ЖС) растений показал, что в насаждениях ЗУК клен остролистный имеет хорошее жизненное состояние (38 баллов из максимальных 40), а остальные изучаемые виды имеют удовлетворительное состояние: липа мелколистная (36), клен ясенелистный и тополь бальзамический (по 37 баллов) (рис.1). В насаждениях СЗЗ промышленных предприятий и магистральных посадках особи неудовлетворительного состояния представлены липой мелколистной (32–34), кленом ясенелистным (34) и топодем бальзамическим (31–33 балла). Клен остролистный в данных категориях насаждений имеет удовлетворительное состояние (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. Полученные результаты сопоставимы с ранее проведенными таксационными исследованиями на территории г. Ижевска, в которых также отмечалось снижение жизненного состояния древесных и травянистых растений в городских насаждениях [11].



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

Рис. 1. Жизненное состояние древесных растений в различных функциональных зонах (г. Набережные Челны)

В городских насаждениях были отмечены следующие патологии (пороки) древесных растений: морозные трещины, прорости (открытые и закрытые), кривизна ствола, механические повреждения, сухобокость, многоствольность, наличие сухих ветвей в кроне, краевой некроз листьев. В насаждениях ЗУК наиболее часто встречались – морозные трещины (у 42% особей), прорости (27) и механические повреждения (23% особей). В насаждениях СЗЗ промышленных предприятий и магистральных посадках преобладали морозные трещины и сухобокость (по 28% особей), прорости (22), кривизна ствола и многоствольность (по 11% особей).

Таким образом, в городских условиях в насаждениях отмечено разнообразие пороков у изучаемых видов древесных растений, что является следствием интенсивной техногенной нагрузки на древесные насаждения.

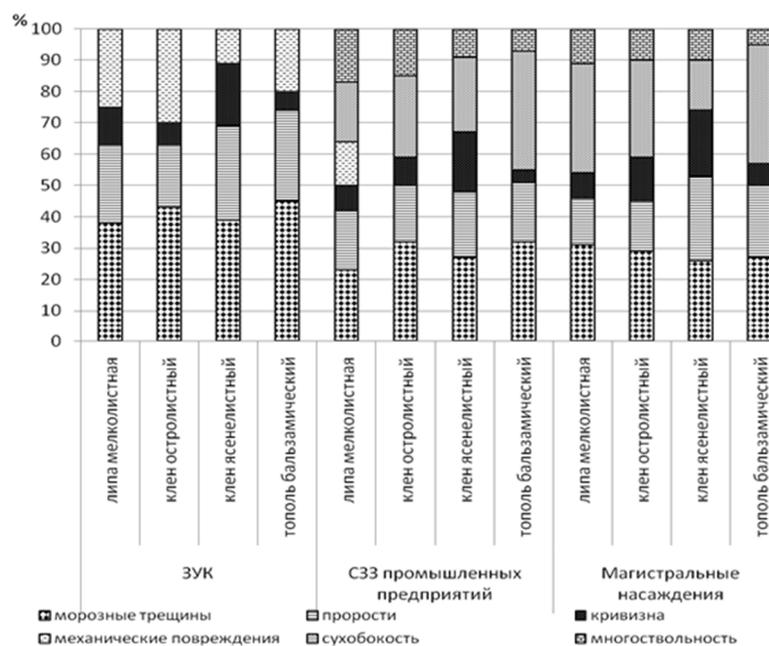


Рис. 2. Пороки древесных растений, произрастающих в различных категориях насаждений (г. Набережные Челны)

Дисперсионный анализ выявил существенность влияния видовых особенностей (уровень значимости $P < 10^{-5}$), комплекса условий места произрастания ($P = 5,91 \times 10^{-5}$), сроков вегетации ($P < 10^{-5}$), а также взаимодействия этих факторов ($P < 10^{-5}$) на содержание танинов в листьях древесных растений.

Из изученных видов наибольшее количество танинов отмечено в августе у тополя бальзамического и клена остролистного (1,53 и 1,60 % соответственно). В июле у тополя бальзамического в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий и магистральных посадках содержание данного метаболита в листьях увеличивается на 0,1 и 0,13 % по сравнению с его содержанием в насаждениях ЗУК, при $НСР_{05} = 0,01$ % (табл. 2). К августу содержание танинов в листьях тополя бальзамического выравнивается по категориям насаждений и составляет 1,53 %, что, на наш взгляд, связано с активацией синтеза данного метаболита в листьях растений в условиях городской среды. У представителей рода Клен реакция противоположная. Клен остролистный и клен ясенелистный во все периоды наблюдений (июнь–август) в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий и магистральных посадках имели достоверно меньшее содержание танинов в листьях по сравнению с насаждениями ЗУК: в июне, соответственно, на 0,02–0,04 и 0,03–0,06 %; в июле – на 0,1–0,13 и 0,02–0,12; в августе – на 0,01–0,08 и 0,15–0,17 %. Полученные результаты свидетельствуют об интенсивном расходовании данного метаболита и его возможном участии в процессах адаптации древесных растений в условиях техногенного стресса. У липы мелколистной общая тенденция динамики данного метаболита схожа с представителями рода Клен, однако, наблюдается некоторое отличие. Оно проявляется в том, что содержание танинов в листьях в июле у особей, произрастающих в насаждениях СЗЗ промышленных предприятий, повышается на 0,16 % по сравнению с ЗУК, а в августе – снижается на 0,1 %.

У всех исследуемых видов древесных растений мы наблюдали ответную реакцию на увеличение степени техногенной нагрузки, выраженную в достоверном изменении содержания танинов в листьях. Усредненные данные динамики содержания танинов в листьях изучаемых видов древесных растений представлены на рис.3.

Таблица 2

Динамика содержания танинов в листьях древесных растений, произрастающих в различных категориях насаждений г. Набережные Челны, %

Месяц	Вид древесного растения			
	<i>Tilia cordata</i> Mill.	<i>Populus balsamifera</i> L.	<i>Acer platanoides</i> L.	<i>Acer negundo</i> L.
Зона условного контроля (НСР ₀₅ = 0,01)				
июнь	0,61	0,72	0,88	0,72
июль	0,95	1,10	1,16	1,17
август	1,23	1,53	1,62	1,48
Санитарно-защитные зоны промышленных предприятий				
июнь	0,59	0,73	0,86	0,69
июль	1,11	1,20	1,06	1,05
август	1,13	1,53	1,56	1,33
Магистральные посадки				
июнь	0,58	0,75	0,84	0,66
июль	0,90	1,33	1,03	1,15
август	1,16	1,53	1,61	1,31

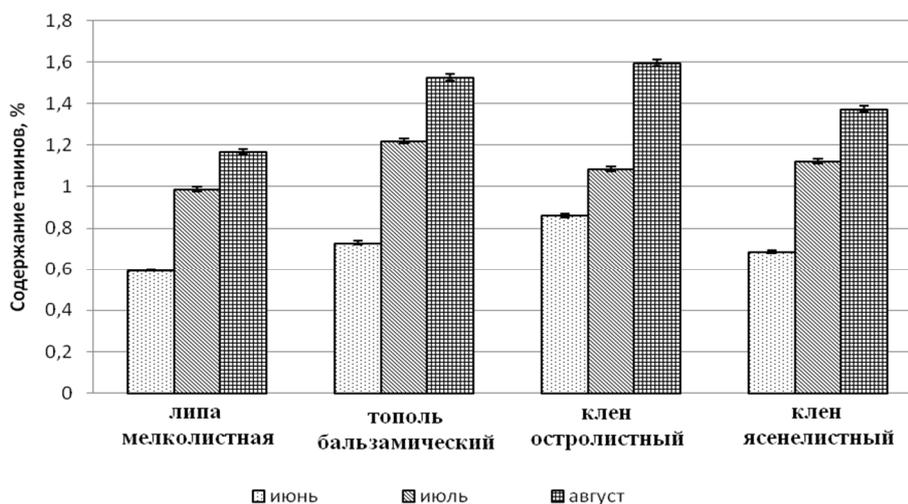


Рис. 3. Динамика содержания танинов в листьях древесных растений

В конце периода активной вегетации растений в каждой из изучаемых категорий насаждений наблюдается достоверный рост содержания конденсированных танинов в листьях у всех исследуемых нами видов древесных растений ($P < 10^{-5}$).

Выводы

1. В насаждениях санитарно-защитных зон промышленных предприятий почвы характеризовались слабокислой и слабощелочной реакцией, содержанием органического вещества от среднего до повышенного, содержанием нитратных форм азота на уровне 247–300 мг/кг и аммонийных форм азота на уровне 6,1–15,6 мг/кг. В магистральных насаждениях почвы имели: слабощелочную реакцию; низкое содержание органического вещества; от низкого до среднего содержание аммонийного азота, нитратного азота и подвижного фосфора; от высокого до очень высокого содержание обменного калия.

2. В городских насаждениях разных экологических категорий происходит снижение жизненного состояния, что связано с сильным повреждением листовых пластинок и формированием некроза листьев, со снижением показателя живой площади листа.

3. У древесных растений в насаждениях с повышенной антропогенной нагрузкой отмечается наличие разнообразных пороков, таких, как морозные трещины, прорости

(открытые и закрытые), кривизна ствола, механические повреждения, сухобокость, многоствольность, наличие сухих ветвей в кроне, краевой некроз листьев, что является следствием интенсивной техногенной нагрузки.

4. Содержание конденсированных танинов в листьях исследуемых видов древесных растений возрастает в течение всего периода активной вегетации и максимального значения достигает в августе. Причем у изучаемых видов (за исключением тополя бальзамического) концентрация данного метаболита в листьях растений, произрастающих в насаждениях санитарно-защитных зон промышленных предприятий и магистральных посадках, достоверно снижается по сравнению с растениями в насаждениях зон условного контроля.

Список литературы

1. Зеленая книга Республики Татарстан. – Казань: Идел, 2006. – 420 с.

2. *Барабой, В.А.* Растительные фенолы и здоровье человека / В.А. Барабой. – М.: Наука, 1984. – 160 с.

3. *Бухарина, И.Л.* Особенности динамики содержания аскорбиновой кислоты и танинов в побегах древесных растений в условиях г. Ижевска / И.Л. Бухарина // Растительные ресурсы. – 2011. – № 2. – С. 109-117.

4. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2011 году». URL: <http://www.eco.tatarstan.ru/rus/info.php?id=424234> (дата обращения: 15.02.2012).

5. *ГОСТ 2140 – 81.* Пороки древесины. Классификация, термины и определения. Способы измерения. Введ.1981.01.01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1982. – 121 с.

6. *Соколов, П.А.* Таксация леса. Ч 1. Таксация отдельных деревьев: Учебное пособие / П.А. Соколов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 32 с.

7. *Гришина, Л.А.* Учет биомассы и химический анализ растений / Л.А. Гришина, Е.М. Самойлова. – М.: МГУ, 1971. – 99 с.

8. *Николаевский, В.С.* Экологическая оценка загрязнения среды и состояние наземных экосистем методами фитоиндикации / В.С. Николаевский. – М.: МГУЛ, 1999. – 193 с.

9. *Бухарина, И.Л.* Биохимия растений: учеб. пособие для агроном. специальностей вуза / И.Л. Бухарина, О.В. Любимова; под общ. ред. И.Л. Бухариной. – Ижевск: ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА», 2009. – 50 с.

References

1. Zelenaya kniga Respubliki Tatarstan [Green book of the Republic of Tatarstan]. Kazan': Idel, 2006. 420 p.

2. *Baraboy V.A.* Rastitel'nye fenoly i zdorov'e cheloveka [Plant phenols and human health]. M.: Nauka, 1984. 160 p.

3. *Bukharina I.L.* Osobennosti dinamiki sodержaniya askorbinovoy kisloty i taninov v pobegakh drevesnykh rasteniy v usloviyakh g. Izhevsk [Characteristics of dynamics of the content of ascorbic acid and tannins in wood plants offshoots in Izhevsk]. Rastitel'nye resursy [Planting Resources]. 2011. No 2. P. 109-117.

4. Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii prirodnykh resursov i ob okhrane okruzhayushchey sredy Respubliki Tatarstan v 2011 godu». [State report «On condition of natural resources and environmental protection of the Republic of Tatarstan in 2011»]. URL: <http://www.eco.tatarstan.ru/rus/info.php?id=424234> (reference date: 15.02.2012).

5. *GOST 2140 – 81.* Poroki drevesiny. Klassifikatsiya, terminy i opredeleniya. Sposoby izmereniya [Defects of wood. Classification, terms and definitions. Ways of measurement]. Introduction. 1981.01.01. M.: Gosstandart Rossii: Publishing house of standards, 1982. 121 p.

6. *Sokolov P.A.* Taksatsiya lesa. Ch 1. Taksatsiya ot del'nykh derev'ev [Wood taxation. H 1. Single tree taxation]. Yoshkar-Ola: MarGTU, 1998. – 32 p.

7. *Grishina L.A., Samoylova E.M.* Uchet biomassy i khimicheskiy analiz rasteniy [Biomass record and chemical analysis of plants]. M.: MGU, 1971. – 99 p.

8. *Nikolaevskiy V.S.* Ekologicheskaya otsenka zagryazneniya sredy i sostoyanie nazemnykh ekosistem metodami fitoindikatsii [Ecological assessment of pollution of the environment and the condition of ground ecosystems by means of phytoindication]. M.: MGUL, 1999. 193 p.

9. *Bukharina I.L., Lyubimova O.V.* Biokhimiya rasteniy: ucheb.posobie dlya agronom. spetsial'nostey vuza [Biokhimiya of plants: studies. grant for the agronomist. specialties higher education institutions]. Izhevsk: FGOU VPO «Izhevskaya GSKhA», 2009. 50 p.

10. *ГОСТ 17.4.3.01-83*. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. Введ. 1984.01.07. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1983. – 4 с.

11. *Бухарина, И.Л.* Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварничина, К.Е. Ведерников. – Ижевск : ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА», 2007. – 216 с.

10. *GOST 17.4.3.01-83*. Okhrana prirody. Pochvy. Obshchie trebovaniya k otboru prob [Nature protecton. Soils. General requirements to sampling]. Introduction 1984.01.07. M.: Gosstandart Rossii: Publishing house of standards, 1983. 4 p.

11. *Bukharina I.L., Povarnitsina T.M., Vedernikov K.E.* Ekologo-biologicheskie osobennosti drevesnykh rasteniy v urbanizirovannoy srede [Ecological and biological peculiarities of wood plants in the urbanized environment]. Izhevsk: FGOU VPO «Izhevskaya GSKhA», 2007. – 216 p.

Статья поступила в редакцию 04.05.12.

БУХАРИНА Ирина Леонидовна – доктор биологических наук, профессор кафедры инженерной защиты окружающей среды, заместитель директора по научной работе, Институт гражданской защиты, Удмуртский государственный университет (Российская Федерация, Ижевск). Область научных интересов – изучение адаптации растений в экстремальных условиях произрастания с целью эффективного использования насаждений при экологической оптимизации и восстановлении техногенного нарушения территорий. Автор более 130 публикаций.

E-mail: buharin@udmlink.ru

КУЗЬМИН Петр Анатольевич – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры биологии и экологии, Филиал Казанского (Приволжского) федерального университета (Российская Федерация, Елабуга). Область научных интересов – изучение эколого-физиологических особенностей древесных растений урбанизированных территорий. Автор более 20 публикаций.

E-mail: petrkuzmin84@yandex.ru.

BUHARINA Irina Leonidovna – Doctor of Biological Sciences, Professor of Chair of Engineering Environment Protection, Deputy Director for Scientific Work at the Institute of Civil Protection, Udmurt State University (Russian Federation, Izhevsk). Scientific interests –adaptation of plants to extreme conditions of growth for the purpose of effective use of plantings in ecological optimization and restoration of technogenic violation of territories. Author of more than 130 scientific and educational works.

E-mail: buharin@udmlink.ru

KUZMIN Peter Anatolyevich – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Teacher of the Chair of Biology and Ecology, Branch of Kazan (Volga) Federal University (Russian Federation, Elabuga). Scientific interests –ecological and physiological features of wood plants on the urbanized territories. Author of more than 20 scientific and educational.

E-mail: petrkuzmin84@yandex.ru.

I. L. Bukharina, P. A. Kuzmin

IMPACT OF INDUSTRIAL ENVIRONMENT ON VITALITY AND TANNIN CONTENT IN THE LEAVES OF WOODY PLANTS (NABEREZHNYE CHELNYCASE STUDY)

Key words: industrial environment; tannins; tree plantation; plantation categories.

The growth rate of industry and a growing number of vehicles results in loss of vitality of wood plants. Various metabolites, such as, vitamins, ferments, pigments, hormones, phenol compounds, are involved in adaptive reactions of plants to the conditions of technogenic stress. Phenol compounds in plants perform protective functions. Phenol compounds, in particular tannins play an important role in formation of adaptive reactions of woody plants in polluted environment.

The aim of this work is to explore the features of dynamics of tannin content in leaves of woody plants as part of antioxidant protective system in plantations with different level of technogenic impact, and to define vitality of woody plants in different functional zones of Naberezhnye Chelny, to determine defects of woody plants, growing in different plantation types, to analyze the dynamics of tannin content in leaves of woody plants.

The research is aimed at *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Tiliacorda* Mill., *Populus balsamifera* L. The species under study grow in the city within different environmental plantations: along highways and sanitary protection zones of industrial enterprises, which are the main contamination sources of the city. The territories of Chelninskiy and Elabuzhskiy forest districts are chosen as areas of conventional control, and the area of the city park Grenada is chosen for alien species. The content of condensed tannins in leaves of woody plants was tested three times during the period of vegetation (in June, July, August), using Leventhal method modified by Kursanov. The analysis of soils and plant species was conducted in Ecology and Plant Physiology laboratory of Biology Faculty of the branch of Kazan (Volga Region) Federal University.

The analysis revealed that soils in plantations of sanitary protection zones of industrial enterprises were characterized by subacid and faintly alkaline reaction, average to high content of organic compounds, nitrate nitrogen concentration on the level of 247–300 mg/kg and ammonium nitrogen concentration on the level of 6.1–15.6 mg/kg. The soils in plantations along highways had: faintly alkaline reaction; organic compounds at low concentrations; medium to low ammonium nitrogen, nitrate nitrogen and labile phosphorus concentration; high to very high concentration of exchange potassium.

The city plantations of different ecological types are characterized by loss of vitality, it is caused by severe damage of limbs and necrosis of leaves, by reduction in leaf area index.

Woody plants in plantations with higher anthropogenic impact have different defects such as, frost cracks, inbarks (opened and closed), barrel curvature, mechanical defects, side drought, decurrent branching, dead branches in krone, marginal leaf necrosis, all these defects are the consequence of intensive man-caused impact.

The content of condensed tannins in leaves of the wood plant species under study is constantly increasing during the whole vegetation season and reaches its maximum in August. Notably, the concentration of this metabolite in leaves of the studied species (except for *Populus balsamifera* L.), growing in plantations of sanitary protection zones of industrial enterprises and along highways, was significantly reduced in comparison with the level of tannin content in conventional control zone.