

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОГО СПИСКА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА ЧЕБОКСАРЫ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

© 2020

Самохвалов К.В., Синичкин Е.А.

Чебоксарский филиал Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (г. Чебоксары, Российская Федерация)

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по оценке качества городской среды выделенных нами зонах по функционально-хозяйственной значимости города Чебоксары с использованием метода флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* Roth и шкалы газоустойчивости древесных и кустарниковых растений. Исследования показали, что интегральные показатели флуктуирующей асимметрии листовых пластин *Betula pendula* на всех обследованных объектах зеленых насаждений показатели варьируют в пределах от 0,038 до 0,054. Наиболее высокие уровни асимметрии выявлены восточной и южной селитебной частях города, где величины показателей флуктуирующей асимметрии листьев колеблются от 0,050 до 0,054. На основе оценки качества городской среды разработаны рекомендации по улучшению и расширению ассортимента устойчивых древесных растений к антропогенным нагрузкам города Чебоксары. В зависимости от характера состояния городской среды и степени устойчивости древесных растений к техногенному загрязнению среды нами предложен ассортимент древесно-кустарниковых растений для озеленения из 73 видов. Рекомендуемый ассортимент для озеленительных территорий в Центральной зоне г. Чебоксары представлен 68 видами (коэффициент асимметрии – 0,040 до 0,044), в Прибрежной и Пригородной зонах – 62 вида (коэффициент асимметрии – 0,046 до 0,049), в Промышленной зоне – 29 видов (коэффициент асимметрии – 0,050 до 0,053).

Ключевые слова: качество городской среды; коэффициент асимметрии; газоустойчивость растений; флуктуирующая асимметрия листьев; береза повислая; древесно-кустарниковые растения; функционально-хозяйственные зоны г. Чебоксары; Центральная зона; Промышленная зона; Пригородная зона; Прибрежная зона; ассортимент растений; озеленение.

DEVELOPING A LIST OF WOODY PLANTS RECOMMENDED FOR LANDSCAPING AND RECONSTRUCTION OF CHEBOKSARY GREEN AREAS BASED ON THE ASSESSMENT OF THE URBAN ENVIRONMENT QUALITY

© 2020

Samokhvalov K.V., Sinichkin E.A.

Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences
(Cheboksary, Russian Federation)

Abstract. The paper presents the results of research to assess the quality of the urban environment in the areas we have identified by the functional and economic significance of Cheboksary using a method of fluctuating asymmetry of *Betula pendula* Roth leaves and a scale of gas resistance of tree and shrub plants. The studies have showed that the integral indices of fluctuating asymmetry of *Betula pendula* leaf plates of all surveyed green planting objects vary from 0,038 to 0,054. The highest levels of asymmetry were found in the eastern and southern parts of the city, where the values of leaf asymmetry fluctuations range from 0,050 to 0,054. Based on an assessment of the quality of the urban environment the authors have developed recommendations to improve and expand the range of resistant woody plants to anthropogenic stress of Cheboksary. Depending on the nature of the urban environment and the degree of woody plants resistance to anthropogenic pollution, we offer a range of woody and shrub plants for landscaping, it contains 73 species. The recommended range of trees and shrubs for landscaping in the Central zone of Cheboksary is 68 species (asymmetry coefficient – 0,040 to 0,044), in the Coastal and Suburban areas – 62 species (asymmetry coefficient – 0,046 to 0,049), in the Industrial zone – 29 species (asymmetry coefficient – 0,050 to 0,053).

Keywords: quality of urban environment; coefficient of asymmetry; gas resistance of plants; fluctuating asymmetry of leaves; hanging birch; shrub-wood plants; functional and economic zones of Cheboksary; Central zone; Industrial zone; Suburban zone; Coastal zone; Plant range; Greenery.

Введение

Отличительной особенностью зеленых насаждений, произрастающих на территориях современных городов, является сохранение и оздоровление экологической обстановки от комплексного воздействия различных нагрузок, получаемых в результате хозяйственной и иной деятельности человека. Именно на систему городского озеленения оказывается существенное влияние разного рода антропогенных фак-

торов, что выражается в загрязнении воздуха, ухудшении состояния поверхностных и подземных вод, почвы, повышенном уровне шума и пыли, электромагнитных воздействий, вызывающих серьезные изменения состояния как на анатомическом, физиологическом уровне, так и на морфологическом [1]. В создавшихся неблагоприятных условиях городской среды особую актуальность приобретает задача улучшения и расширения используемого в озелене-

нии ассортимента деревьев и кустарников, характеризующихся устойчивостью к антропогенным нагрузкам.

Основными источниками загрязнения воздуха в современном крупном городе являются выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания (59,9%), на втором месте – сажа и дым от промышленных предприятий (24%), на третьем – бытовые выбросы (16,1%) [2]. Некоторые авторы приводят данные суммарного ежегодного выброса в атмосферу городской среды пыли и газа, которая составляет 18,3 млрд т [3; 4].

Аналогичная ситуация характерна и для г. Чебоксар, где основными источниками загрязнения являются автотранспорт и предприятия различных отраслей. По официальным данным, более 60% суммарного выброса вредных веществ приходится только на автотранспорт [5].

По этой причине многие авторы считают, что при подборе ассортимента древесных растений для озеленения городов необходимо учитывать степень устойчивости видов к техногенному загрязнению среды [6–8], который должен основываться на результатах биомониторинга существующих зеленых насаждений [9].

Древесные растения отрицательно реагируют на качество атмосферного воздуха городской среды. Они чувствительно воспринимают даже минимальный уровень загрязнения воздуха вредными веществами [10; 11]. Это выражается, например, в асимметрии листовой пластинки. Чем выше загрязнение, тем сильнее выражена асимметрия. Это означает, что древесные растения, произрастающие на территории загрязненной городской среды, являются чувствительными индикаторами изменения ее состояния [12–14].

К настоящему моменту успешно признаны и апробированы методики биоиндикации антропогенной нагрузки урбанизированных территорий, которые обобщены в исследованиях [15–20].

В Чувашской Республике научные исследования, посвященные изучению качества среды на основе флуктуирующей асимметрии растений, были проведены в 5 городах и в 6 районных центрах [21], а также на территории государственного природного заповедника «Присурский» [22].

Оптимальным для наших исследований признан метод определения величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков растений [23]. Под флуктуирующей асимметрией понимают незначительные и случайные отклонения от строгой билатеральной симметрии биообъектов [24]. Особенностью флуктуирующей асимметрии является ошибка при индивидуальном развитии организма, которая выражается как незначительное проявление различия между левой и правой сторонами тела изучаемого объекта. Если происходит увеличение асимметрии, то негативное воздействие на организм возрастает, при уменьшении – негативное воздействие минимальное или вообще отсутствует, т.е. состояние окружающей среды нормальное [25].

Цель настоящей работы: разработка рекомендаций по улучшению и расширению ассортимента устойчивых древесных растений к антропогенным нагрузкам города на основе оценки качества городской среды Чебоксары. Оценка качества городской среды должна стать определяющей при отборе видов

базового ассортимента для создания эффективно функционирующей системы зеленых насаждений.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования служила широко используемая в озеленении береза повислая (*Betula pendula* Roth), произрастающая в типичных для Чебоксар зеленых насаждениях, расположенных на территориях общего пользования (скверы, парки), в жилых микрорайонах (дворы), а также государственных и общественных учреждениях. Для получения развернутой всесторонней информации о качестве городской среды Чебоксар было отобрано пробы с зеленых насаждений на 23 площадках в разных элементах системы озеленения города. В основу их выбора легло размещение объектов на значительном удалении от улиц и магистральных автодорог. Многие авторы в своих работах фиксировали повышенные показатели флуктуирующей асимметрии (далее – ФА) у древесных растений, произрастающих на расстоянии 25–30 м от улиц и магистральных автодорог. [20; 26].

Сбор листьев *Betula pendula* Roth для исследования выбирали только с тех деревьев, которые достигли генеративного возрастного состояния. С каждой отобранной площадки исследований в городе было собрано 100 листьев *Betula pendula* Roth (по 10 листьев с 10 деревьев). Сбор материала осуществлялся только после остановки роста листьев. Листья отбирались из нижней части кроны, с максимально доступных веток. В итоге со всех площадок исследования нами собрано и проанализировано 2300 листьев.

Вычисление величины флуктуирующей асимметрии листовых пластин производилось с помощью инструментальных измерений по пяти морфометрическим показателям левой и правой стороны листа: 1) ширина середины листовой пластинки; 2) длина второй жилки второго порядка; 3) расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4) расстояние между концами этих же жилок; 5) угол между главной и второй жилкой второго порядка. Для данных, полученных от каждого промеренного листа, производились вычисления относительного различия между значениями признака слева и справа для каждого признака. Далее определялись значения среднего относительного различия между сторонами на признак для каждого листа и среднего относительного различия на признак для всей выборки [23; 24; 27].

В зависимости от характера состояния городской среды и степени устойчивости древесных растений к техногенному загрязнению среды нами предложен ассортимент древесно-кустарниковых растений для озеленения из 73 видов (табл. 1). За основу была принята для оценки качества городской среды пятибалльная шкала, разработанная В.М. Захаровым и др. [23; 25], а для определения степени устойчивости видов древесных растений к техногенному загрязнению – пятибалльная шкала газоустойчивости основных древесных и кустарниковых пород, разработанная Н. Десслером [28]. В шкале Н. Десслера список древесных растений представлен 41 видом, из которых некоторые породы деревьев и кустарников не пригодны для выращивания в наших природно-климатических условиях. В связи с этим нами принято решение о расширении указанного списка теми древесными и кустарниковыми растениями, которые

были ранее изучены на устойчивость к разным видам газов В.С. Николаевским [29]. Также использованы результаты исследований Чебоксарского филиала ГБС РАН при разработке «Рекомендаций по созданию и содержанию зеленых насаждений в городах и сельских поселениях Чувашской Республики» [30] и эколого-биологические характеристики древесных растений, широко используемых в озеленении [31; 32]. Дополнительно в список вошли 38 видов: *Acer platanoides* L., *A. tataricum* L., *A. tataricum* subsp. *ginnala* (Maxim.) Wesm., *Aesculus hippocastanum* L., *Alnus incana* (L.) Moench, *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott, *Betula pubescens* Ehrh., *Cornus alba* L., *C. sanguinea* L., *Cotoneaster lucidus* Schldt., *Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb., *Frangula alnus* Mill., *Juglans mandshurica* Maxim., *Lonicera xylosteum* L., *Malus baccata* (L.) Borkh., *M. sylvestris* (L.) Mill., *Phellodendron amurense* Rupr., *Philadelphus tenuifolius* Rupr., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim., *Picea obovata* Ledeb., *P. pungens* Engelm., *Pinus strobus* L., *Prunus maackii* Rupr., *Pr. spinosa* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Rosa canina* L., *Salix alba* L., *S. caprea* L., *Sambucus nigra* L., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun, *Sorbus aucuparia* subsp. *sibirica* (Hedl.) Krylov, *Symphoricarpos albus* (L.) S.F. Blake, *Syringa josikaea* J. Jacq. ex Rchb. f., *Thuja occidentalis* L., *Tilia cordata* Mill., *Ulmus glabra* Huds., *U. laevis* Pall., *Ulmus pumila* L.

Из таблицы 1 видно, что при нормальной городской среде, где древесные растения практически не испытывают влияния неблагоприятных факторов, перечень деревьев и кустарников составляет самое максимальное количество (73 вида). Это обусловлено тем, что на этих территориях могут произрастать по степени газоустойчивости очень чувствительные и чувствительные древесные растения. По мере воз-

растания неблагоприятных условий для произрастания растений, количество пород деревьев и кустарников снижается. Например, для территорий со слабым влиянием неблагоприятных факторов в список включены 68 видов древесных растений; для загрязненной среды – 62; сильно загрязненной среды – 29 и территорий с крайне неблагоприятными условиями среды – 9 видов.

На основании проведенных вычислений величины флуктуирующей асимметрии листовых пластин *Betula pendula* установлено, что на всех обследованных объектах зеленых насаждений показатели варьируют в пределах от 0,038 до 0,054. Наиболее высокие уровни асимметрии выявлены восточной и южной селитебной частях города, где величины показателей ФА колеблются от 0,050 до 0,054. Данные показатели соответствуют IV баллу по шкале оценки качества среды, где состояние этих территорий находится в сильно загрязненных условиях. Это обусловлено тем, что восточная часть города представляет собой территорию, где сосредоточена основная часть производственно-коммунальных объектов города (заводы, фабрики, нефтебазы, ТЭЦ, Пихтулинская свалка (законсервированная в 2017 г.). Уровень воздействия загрязнения на окружающую среду в данной зоне в разы выше, чем в других. По данным поста наблюдений ЦГСМ № 2, показатель ИЗА в этом районе составляет 3,28 [5].

Меньший уровень асимметрии установлен в центральной части города, где величины показателей ФА колеблются от 0,040 до 0,044. Соответственно, центральная часть города по шкале оценки качества среды будет равна II, что свидетельствует о слабом влиянии неблагоприятных факторов.

Таблица 1 – Количество видов древесных растений в зависимости от характера состояния городской среды

Шкала оценки отклонений качества городской среды (по В.М. Захарову)			Список древесных растений по степени газоустойчивости (баллы по Н. Десслеру)*	Количество видов, шт.
Балл	Характеристика состояния городской среды	Величина показателя флуктуирующей асимметрии		
I	Нормальная	< 0,040	I–V	73
II	Слабо загрязненная	0,040–0,044	II–V	68
III	Загрязненная	0,045–0,049	III–V	62
IV	Сильно загрязненная	0,050–0,054	IV–V	29
V	Крайне неблагоприятные условия	> 0,054	V	9

Примечания. * – список древесных растений: **балл I** – очень чувствительные виды: *Larix decidua* Mill., *L. sibirica* Ledeb., *Picea abies* (L.) H. Karst., *P. obovata*, *Pinus sylvestris* L.; **балл II** – чувствительные виды: *Aesculus hippocastanum*, *Amelanchier alnifolia* var. *semi-integrifolia* (Hook.) C.L. Hitchc., *Berberis vulgaris* L., *Robinia pseudoacacia*, *Salix × fragilis* L., *S. alba*; **балл III** – сравнительно газоустойчивые виды: *Acer platanoides*, *A. tataricum*, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Alnus incana*, *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Caragana arborescens*, *Cornus alba*, *Corylus avellana* L., *Crataegus laevigata* (Poir.) DC., *Elaeagnus angustifolia* L., *E. commutata*, *Fraxinus excelsior* L., *Juglans mandshurica*, *Phellodendron amurense*, *Philadelphus coronarius* L., *Picea pungens*, *Pinus strobus*, *Populus balsamifera* L., *P. nigra* L., *P. nigra* var. *italica* Münchh., *P. suaveolens* Fisch. ex Loudon, *P. tremula*, *Prunus padus* L., *Rosa canina* L., *R. rugosa* Thunb., *Salix caprea* L., *Sorbus aucuparia* L., *S. aucuparia* subsp. *sibirica*, *Syringa vulgaris* L., *Tilia cordata*, *Viburnum lantana* L.; **балл IV** – довольно газоустойчивые виды: *Acer tataricum* subsp. *ginnala*, *Aronia melanocarpa*, *Euonymus europaeus* L., *Frangula alnus*, *Lonicera tatarica* L., *Lonicera xylosteum*, *Malus baccata*, *M. sylvestris*, *Philadelphus tenuifolius*, *Physocarpus opulifolius*, *Prunus spinosa*, *Sambucus nigra*, *S. racemosa* L., *Sorbaria sorbifolia*, *Thuja occidentalis*, *Ulmus glabra*, *U. laevis*, *U. pumila*, *Viburnum opulus* L.; **балл V** – очень газоустойчивые виды: *Acer negundo* L., *Cornus sanguinea*, *Cotoneaster lucidus*, *Ligustrum vulgare* L., *Prunus maackii*, *Prunus virginiana* L., *Quercus robur* L., *Symphoricarpos albus*, *Syringa josikaea* [28–30].

Рекомендуемый ассортимент древесных растений для озеленительных территорий функционально-хозяйственных зон в зависимости от характера состояния городской среды приведены в таблице 2.

Центральная зона является самой густонаселенной частью города. С севера она граничит с Прибрежной, а с юга – с Пригородной зоной. Здесь сосредоточена большая часть административно-хозяйственных и обслуживающих предприятий республиканского и городского значения, научные и высшие учебные заведения, объекты спорта, культуры и отдыха. В результате строительства Чебоксарской ГЭС часть Центральной зоны города была затоплена [34]. В зеленых насаждениях зоны обследовано 6 объектов, из них 2 – в насаждениях общего пользования, 2 – в озеленительных территориях в жилых микрорайонах (дворах), 2 – в озеленительных территориях государственных и общественных учреждений.

Коэффициент асимметрии в Центральной зоне колеблется от 0,040 до 0,044. По шкале оценки отклонений состояния от условной нормы для этих территорий она равна II баллам. Это говорит о том, что древесные растения произрастают в слабо загрязненной среде.

Рекомендуемый ассортимент для озеленительных территорий представлен 68 видами.

Прибрежная зона территориально расположена на северной правобережной части города. Всего в этой зоне изучено 5 участков, из них 2 – в озеленительных территориях жилых микрорайонов (дворах) и 3 – в насаждениях общего пользования (скверы и парки). Необходимо отметить, что объектами для изучения из насаждений общего пользования, в том числе были отобраны 2 крупных парка общегородского значения – «Парк 500-летия Чебоксар» и «Парк Победы», общая площадь которых составляет 80 га [34].

Величина интегрального показателя флуктуирующей асимметрии варьирует от 0,046 до 0,049. По

шкале оценки отклонений состояния от условной нормы она равна III баллам (загрязненные районы).

Пригородная зона является самой крупной по площади. Всего в зеленых насаждениях Пригородной зоны обследовано 6 объектов, из них 2 – в насаждениях общего пользования, 2 – в озеленительных территориях в жилых микрорайонах (дворах), 2 – в озеленительных территориях государственных и общественных учреждений.

Коэффициент асимметрии в данной зоне колеблется от 0,046 до 0,049. По шкале оценки отклонений состояния от условной нормы она равна также III баллам. Это говорит о том, что древесные растения произрастают в загрязненной среде.

Рекомендуемый ассортимент для озеленительных территорий Прибрежной и Пригородной зон представлен 62 видами.

Промышленная зона расположена в восточной части города, где сосредоточены крупные промышленные предприятия – заводы, фабрики и ТЭЦ. Также к данной зоне отнесена селитебная территория, расположенная в южной части города. Это объясняется тем, что на данную селитебную территорию распространяются промышленные выбросы при помощи воздушных потоков преобладающих ветров [34]. Всего в пределах зоны изучено 6 объектов озеленительных территорий, из них 3 – в насаждениях общего пользования, 1 – в жилых микрорайонах (дворах) и 2 – в озеленительных территориях государственных и общественных учреждений.

Величина интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в данной зоне варьирует от 0,050 до 0,053. По шкале оценки отклонений состояния от условной нормы она равна IV баллам.

Рекомендуемый ассортимент для озеленительных территорий представлен 29 видами. Из-за сильно загрязненных условий для произрастания растений для озеленения рекомендованы довольно газоустойчивые древесные растения.

Таблица 2 – Характер состояния городской среды в зависимости от функционально-хозяйственных зон

Характер состояния городской среды	Функционально-хозяйственные зоны	Интегральные показатели асимметрии				Количество рекомендуемых древесных растений для озеленения
		$M \pm m$	Балл	Вариация (V), %	Точность опыта (P), %	
Нормальная	Заволжская*	0,038 ± 0,002	I	11,7	4,3	–
Слабо загрязненная	Центральная	0,042 ± 0,002	II	16,4	5,4	68
	Естественных дубрав*	0,043 ± 0,002	II	15,1	5,8	–
Загрязненная	Прибрежная	0,048 ± 0,003	III	19,3	6,1	62
	Пригородная	0,047 ± 0,003		16,6	5,3	62
Сильно загрязненная	Промышленная	0,051 ± 0,003	IV	22,3	7,0	29

Примечание. В пределах Заволжской зоны и зоны естественных дубрав рекомендуемый список древесных растений не приводится, так как озеленение данных территорий не требуется из-за преобладания естественных лесных массивов – хвойных в Заволжской зоне и лиственных в зоне естественных дубрав.

Выводы

Состояние окружающей среды на территории всех 4 функционально-хозяйственных зон г. Чебоксары отклоняется от природного и может быть охарактеризовано как загрязненное. Максимальная величина флуктуирующей асимметрии наблюдается в зеленых насаждениях Промышленной зоны, а наименьший показатель отмечен в насаждениях Центральной зоны. На основе этого составлен детализированный список рекомендуемых пород древесных растений во всех 4 функционально-хозяйственных зонах г. Чебоксары, который в зависимости от характера состояния городской среды варьирует от 29 до 68 видов. Из выше предложенного списка пород древесных растений, который представлен 73 видами, рекомендовано для озеленения г. Чебоксары 68 видов древесных растений, многие из которых широко используются в озеленении в настоящее время. Это объясняется тем, что на территории Чебоксар отсутствует нормальная городская среда, где древесные растения практически не испытывают влияния неблагоприятных факторов. Поэтому древесные растения очень чувствительные по степени газоустойчивости не рекомендованы для использования в озеленении. В нашем случае речь идет о 5 видах хвойных растений из представленного перечня деревьев и кустарников от характера состояния городской среды. Тем не менее они могут использоваться в крупных парковых массивах, расположенных далеко от источников загрязнения городской среды вредными газами.

Таким образом, при составлении рекомендаций по улучшению и расширению ассортимента древесных пород для озеленения зеленых насаждений города необходимо учитывать характер влияния неблагоприятных факторов, так как виды растений различаются между собой по степени газоустойчивости. Необходимо увеличивать долю тех видов древесных растений, которые имеют высокий средообразующий потенциал в городских зеленых насаждениях.

Авторы выражают благодарность кандидату биологических наук Димитриеву Александру Вениаминовичу за научные консультации в подготовке статьи.

Список литературы:

1. Клевцова М.А., Фан Т.Л.А. Биоиндикация экологического состояния урбанизированных территорий // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2016. № 3. С. 79–86.
2. Гаврилов Г.М., Игнатенко М.М. Благоустройство лесопарков. М.: Агропромиздат, 1987. 183 с.
3. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеиздат, 1984. 560 с.
4. Чернышенко О.В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города. М.: МГУЛ, 2001. 120 с.
5. Об экологической ситуации в Чувашской Республике в 2014 году. Чебоксары, 2015. 80 с.
6. Сергейчик С.А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде. Минск: Наука и техника, 1994. 280 с.
7. Усманов И.Ю., Рахманкулов З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений: учеб. изд. М.: Логос, 2001. 223 с.

8. Вишнякова С.В. Формирование ассортимента древесных пород для озеленения г. Екатеринбурга в связи с разным уровнем загрязнения атмосферного воздуха и почвы по районам города // Леса Урала и хозяйство в них: сб. науч. тр. Вып. 26. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. С. 154–159.

9. Самохвалов К.В., Рысин С.Л. Видовой состав деревьев в зеленых насаждениях города Чебоксары // Лесохозяйственная информация: электронный сетевой журнал. 2017. № 4. С. 65–72.

10. Зеленская Т.Г., Мандра Ю.А., Степаненко Е.Е., Ероменко Р.С. Влияние загрязнения компонентов урбанизированной среды на рост и развитие березы повислой // Вестник АПК Ставрополя. 2013. № 4 (12). С. 170–173.

11. Булохов А.Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации. Брянск: Изд-во Брян. гос. пед. ун-та, 1996. 104 с.

12. Соколова А.В., Пензина Т.А., Белых Л.И. Устойчивость некоторых пород деревьев в условиях загрязнения на примере г. Иркутска // Научно-практический журнал «Вестник ИРГСХА». 2011. Вып. 4. С. 106–112.

13. Щербатюк А.П. Растения как индикаторы состояния урбанизированных экосистем // Вестник Забайкальского государственного университета. 2013. № 2 (93). С. 56–60.

14. Авдеева Е.В. Рост и индикаторная роль древесных растений в урбанизированной среде: монография. Красноярск: СибГТУ, 2007. 382 с.

15. Гелашвили Д.Б., Чупрунов Е.В., Иудин Д.И. Структурные и биоиндикационные аспекты флуктуирующей асимметрии билатерально-симметричных организмов // Журнал общей биологии. 2004. Т. 65, № 5. С. 433–441.

16. Гелашвили Д.Б., Лобанова И.В., Ерофеева Е.А., Наумова М.М. Влияние лесопатологического состояния березы повислой на величину флуктуирующей асимметрии листовой пластинки // Поволжский экологический журнал. 2007. № 2. С. 106–115.

17. Иванова Е.Ю. Оценка состояния атмосферного воздуха города Нововоронежа биологическими методами // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2013. № 1. С. 157–162.

18. Собчак Р.О., Афанасьева Т.Г., Копылов М.А. Оценка экологического состояния рекреационных зон методом флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* Roth // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 368. С. 195–199.

19. Савинцева Л.С. Показатели флуктуирующей асимметрии березы повислой (*Betula pendula* Roth) в условиях антропогенного воздействия на примере г. Кирова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2011. № 5 (24). С. 24–28.

20. Савинцева Л.С., Егошина Т.Л., Ширяев В.В. Оценка качества урбано-среды г. Кирова на основе анализа флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula* Roth) // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. 2012. Вып. 2. С. 31–36.

21. Кириллова В.И., Васильев О.С. Определение качества среды в Чувашской Республике на основе флуктуирующей асимметрии растений и животных // Психолого-педагогические, медико-социальные аспекты здорового образа жизни: сб. науч. статей. М.–Чебоксары, 2004. С. 19–23.

22. Димитриев А.В., Готов Н.В. Предварительные результаты по определению здоровья среды в Алатырском участке заповедника «Присурский» // Экологический вестник Чувашской Республики. Вып. 25. Чебоксары, 2001. С. 73–76.

23. Захаров В.М., Жданова Н.П. и др. Онтогенез и популяция: оценка стабильности развития в природных популяциях // Онтогенез. 2001. Т. 32, № 6. С. 404–421.

24. Захаров В.М. Асимметрия животных: популяционно-феногенетический подход / отв. ред. А.В. Яблоков. М.: Наука, 1987. 215 с.

25. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т. и др. Здоровье среды: практика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 318 с.

26. Солдатова В.Ю., Шадрин Е.Г. Показатели флуктуирующей асимметрии *Betula platyphylla* Sukacz. в условиях антропогенного воздействия (на примере г. Якутска) // Экологический мониторинг. 2007. № 5. С. 70–74.

27. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). Введ. 16.10.2003 № 460-Р. М., 2003. 24 с.

28. Игнатенко М.М., Гаврилов Г.М., Карпов Л.Н. Лесопарки Ленинграда. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1980. 192 с.

29. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск: Наука, 1979. 275 с.

30. Рекомендации по созданию и содержанию зеленых насаждений городов и сельских поселений Чувашской Республики: монография. Чебоксары: ГУП «ИПК «Чувашия», 2005. 223 с.

31. Бухарина И.Л., Поварнишина Т.М., Ведерников К.Е. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.

32. Неверова О.А. Поглощительная способность древесных растений как средство оптимизации среды промышленного города // Экология промышленного производства. 2002. № 1. С. 2–8.

33. Константинов Л.К., Прокопьева Н.Н., Михеев Ю.М., Ковригина Е.А. Отчет НИР группы фитополиса за 1992 г. (промежуточный). Т. 2. Тема 2.33.2.5. Интродукция растений в Среднем Поволжье; Разработка приемов создания искусственных фитоценозов в условиях индустриальной и городской среды с целью улучшения экологического состояния. Раздел 2. Изучение чувствительности древесных растений к условиям индустриальной и городской среды. Чебоксары, 1992. 189 с.

34. Самохвалов К.В., Дмитриев А.В. Опыт эколого-озеленительного зонирования города Чебоксары // Региональные географические и экологические исследования: актуальные проблемы: всерос. молодеж. школка-конф., посв. 15-летию основания кафедры природопользования и геоэкологии ФГБОУ ВПО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова и 10-летию возрождения Чувашского республиканского отделения ВОО «Русское географическое общество». Чебоксары, 8–13 ноября 2016. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. С. 189–195.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Самохвалов Константин Витальевич, директор; Чебоксарский филиал Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (г. Чебоксары, Российская Федерация). E-mail: samohvalov_konstantin@rambler.ru.</p> <p>Синичкин Евгений Аркадьевич, научный сотрудник; Чебоксарский филиал Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (г. Чебоксары, Российская Федерация). E-mail: sea_prisur@mail.ru.</p>	<p>Samokhvalov Konstantin Vitalyevich, director; Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences (Cheboksary, Russian Federation). E-mail: samohvalov_konstantin@rambler.ru.</p> <p>Sinichkin Evgeny Arkadyevich, researcher; Cheboksary Branch of the Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin of the Russian Academy of Sciences (Cheboksary, Russian Federation). E-mail: sea_prisur@mail.ru.</p>

Для цитирования:

Самохвалов К.В., Синичкин Е.А. Опыт разработки рекомендательного списка древесных растений для озеленения и реконструкции зеленых насаждений города Чебоксары на основе оценки качества городской среды // Самарский научный вестник. 2020. Т. 9, № 3. С. 122–128. DOI: 10.17816/snv202093120.