

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. 2021. № 4(65). С. 123–130.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2021;4(65):123–130.

Научная статья

УДК 712.4.01

doi: 10.34655/bgsha.2021.65.4.017

ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

Галина Александровна Демиденко

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

demidenkoekos@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования использования древесных растений при создании агроценозов в парковых ландшафтах административных районов Красноярска как биоиндикаторов состояния городской среды. Исследуемые лиственные деревья (тополь черный (*Populus nigra*), клен татарский (*Acer tataricum*), береза бородавчатая (*Betula pendula*)) являются перспективными растениями для создания агроценозов при озеленении городской среды в природных условиях юга Сибири. Кроме декоративности характеризуются способностью произрастать в городских условиях и очищать воздух от пыли и газов. В Красноярске интенсивность загрязнения листьев лиственных деревьев, в основном, зависит от антропогенного загрязнения (выбросов промышленных предприятий и автотранспорта), а также от характера рельефа и направления господствующих ветров. Содержание в листьях деревьев-биоиндикаторов сырой золы, фенольных соединений, меди и пыли на листовых пластинках тополя черного позволило судить о дифференциации загрязнения разных районов Красноярска. К наиболее благополучным возможно отнести Октябрьский (контроль), Железнодорожный, Свердловский, Центральный районы города. Такие районы Красноярска, как Советский, Кировский и Ленинский, имеют повышенное содержание загрязнителей, что объясняется влиянием выбросов промышленных предприятий и автотранспорта. Для парковых сообществ Красноярска древесные растения по мере снижения биоиндикационной активности образует ряд: тополь черный – клен татарский – береза бородавчатая.

Ключевые слова: Красноярск, древесные растения, лиственные деревья, агроценоз, парковый ландшафт, интенсивность загрязнения, листья, пыль на листовых пластинках, сырая зола, фенольные соединений, свинец.

Original article

THE INTENSITY OF POLLUTION OF WOODY PLANTS IN THE KRASNOYARSK CITY

Galina A. Demidenko

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

demidenkoekos@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the use of woody plants in the creation of agrocenoses in the park landscapes of the administrative districts of Krasnoyarsk, as bioindicators of the state of the urban environment. The studied deciduous trees (black poplar (*Populus nigra*), Tatar maple (*Acer tataricum*), warty birch (*Betula pendula*) are promising plants for creating agrocenoses when landscaping the urban environment in the natural conditions of southern Siberia. In addition to decorative, they are characterized by the ability to grow in urban conditions and purify the air from dust and gases. In Krasnoyarsk, the intensity of leaf pollution of deciduous trees mainly depends on anthropogenic pollution (emissions from industrial enterprises and motor vehicles), as well as on the nature of the terrain and the direction of prevailing winds. The content of crude ash, phenolic compounds, copper and dust on the leaf plates of black poplar in the leaves of bioindicator trees made it possible to judge the differentiation of pollution in different districts of Krasnoyarsk. The most prosperous may include Oktyabrsky (control), Zheleznodorozhny, Sverdlovsk, Central districts of the city. Such areas of Krasnoyarsk as Sovetsky, Kirovsky and Leninsky have an increased content of pollutants, which is explained by the influence of emissions from industrial enterprises and motor vehicles. For park communities in Krasnoyarsk, woody plants form a series as bioindication activity decreases: black poplar - Tatar maple - warty birch.

Keywords: Krasnoyarsk, woody plants, deciduous trees, agrocenosis, park landscape, pollution intensity, leaves, dust on leaf blades, raw ash, phenolic compounds, lead.

Введение. Парковым ландшафтом является многоступенчатый комплекс созданных агроценозов с учетом особенностей природных ландшафтов [1, 2, 3, 4]. Использование древесных растений как биоиндикаторов состояния городской среды для поиска путей решений улучшения среды жизни человека является актуальной задачей. В мегаполисах и городах России создание устойчивых сельскохозяйственных фитотехнологий позволит улучшить среду обитания человека [5, 6]. Древесные растения являются биоиндикаторами экологического состояния городской среды [7, 8]. Экологическому состоянию агроценозов паркового ландшафта Красноярска посвящены наши исследования [5, 9-12].

Цель исследования – интенсивность загрязнения листьев древесных растений, произрастающих в административных районах Красноярска разного экологического уровня загрязнения.

Задачи исследования:

1. Анализ физических и биохимических показателей листьев (накопление пыли на листовых пластинках; фенольных соединений, сырой золы, свинца) древесных растений города Красноярска;

2. Дифференцированная реакция древесных растений (тополь черного, клена татарского, березы бородавчатой), произрастающих в парковых ландшафтах

административных районов города Красноярска.

Объекты и методы исследований.

Лиственные деревья (тополь черный, клен татарский, береза бородавчатая), произрастающие в парковых ландшафтах административных районов Красноярска – Октябрьском (микрорайон Ветлужанка), Железнодорожном (ул. Железнодорожников), Центральном (ул. А. Лебедевой), Советском (микрорайон Покровский), Свердловском (ул. Свердловская), Кировском (ул. Академика Вавилова), Ленинском (ул. Тамбовская) и их экологическое состояние с разным уровнем антропогенного загрязнения.

Тополь черный (*Populus nigra*) – крупное стройное дерево с прямым стволом; груботрещиноватой, толстой темно-серой корой, широкой кроной. Побеги цилиндрические, голые. Почки со смолистым налетом. Светолюбив. Засухоустойчив. Используется для озеленения: высокая декоративность, способность очищать воздух окружающей среды от газов и пыли.

Клен татарский (*Acer tataricum*) – небольшое дерево, кора темно-серая, почти черная, гладкая; крона округлая. Теневынослив. Морозоустойчив. Малотребователен к почве и влаге. Переносит уплотнение почвы, пыль, копоть при произрастании в городских условиях. Используется для озеленения.

Береза бородавчатая (*Betula pendula*) – дерево, кора ствола и ветвей кроны у молодых деревьев «береста», а у старых деревьев сменяется у основания ствола черной груботрещиноватой; неправильная яйцевидная ажурная крона; молодые побеги «усажены» смолистыми бородавочками. Светолюбива. Морозоустойчива. Засухоустойчива. Нетребовательна к почвенным и климатическим условиям. Используется для озеленения.

Основной метод исследования – агроэкологический мониторинг, позволяющий оценить состояние древесных растений в насаждениях города¹ [3, 4, 13]. Применялись лабораторные методики исследования древесных растений: накопления пыли на листовых пластинках; фенольных соединений листьями; сырой золы в листьях [3]. Исследование на содержание свинца в листьях древесных растений выполнено на атомно-абсорбционном анализаторе PinAAcle 900T фирмы PerkinElmer в научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ. Математическую обработку экспериментального материала проводили в системе Excel. При статистической обработке данных для определения достоверности разности средних использовали критерий Стьюдента.

Исследования выполнены в инновационной лаборатории «Мониторинг лесных и сельскохозяйственных культур» на базе кафедры ландшафтной архитектуры и ботаники института агроэкологических технологий Красноярского государственного аграрного университета.

Результаты и обсуждение. Красноярск является крупным промышленным центром с развитой индустрией и автотранспортом.

Древесные растения являются перспективными для создания фитокомпозиций в агроценозах паркового типа городских территорий [5]. Интенсивность за-

грязнения листьев древесных растений в административных районах Красноярска зависит как от антропогенных (содержание загрязнителей в атмосфере), так и от природных факторов (характер рельефа и направление господствующих ветров). Оценка состояния деревьев и кустарников административных районов Красноярска под влиянием экологических факторов показала, что наиболее благополучными являются Октябрьский, Железнодорожный и Центральный районы города [11].

Накопление пыли на листовых пластинках тополя черного (*Populus nigra*)

Листья деревьев осаждают частицы пыли и улучшают состояние приземной атмосферы. Количество пыли на листовых пластинках древесных растений зависит как от антропогенных, так и от природных факторов. Из древесных пород тополя в озеленительных посадках городов способны задерживать на листовых пластинках наибольшее количество пыли. Количество пыли на листовых пластинках тополя черного, произрастающего в парковых ландшафтах административных районов Красноярска, представлено в таблице 1.

Анализ таблицы 1 показал, что наименьшее количество пыли на листовых пластинках тополя черного содержится в Октябрьском районе (микрорайон Ветлужанка), затем содержание пыли увеличивается в Железнодорожном, Центральном и Свердловском районах, а максимальное количество отмечается в Кировском, Советском и Ленинском районах города. Из антропогенных факторов, способствующих аккумуляции максимального количества пыли на листовых пластинках тополя черного, безусловно, близость промышленных предприятий и крупных автомагистралей. Также эти районы находятся на подветренных территориях розы ветров, имеющих преобладающие

¹ Об утверждении Методики оценки экологического состояния зеленых насаждений Санкт-Петербурга: распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности от 3 февраля 2021 г. № 17-р. URL <https://docs.cntd.ru/document/573573186?marker=6520IM>

Таблица 1 – Количество пыли на листовых пластинках тополя черного (*Populus nigra*)

Административные районы Красноярск	Площадь листьев, см ²	Коэффициент вариации, %	Количество пыли, мг/см ²	Коэффициент вариации
Октябрьский (микрорайон Ветлужанка) - контроль	35.0±0.76	8.46 ±1.54	7.1*10 ⁻⁵ ±0.82*10 ⁻⁵	44.90±8.19
Железнодорожный (ул. Железнодорожников)	33.2±0.93	10.81±1.97	14.9*10 ⁻⁵ ±1.29*10 ⁻⁵	33.48±6.10
Центральный (ул. А. Лебедевой)	30.8±0.60	7.55±1.37	17.1*10 ⁻⁵ ± 0.83*10 ⁻⁵	31.88±5.81
Советский (микрорайон Покровский)	32.7±0.94	11.16±2.03	24.4*10 ⁻⁵ ±2.39*10 ⁻⁵	37.93±6.92
Свердловский (ул. Свердловская)	30.7±0.63	7.88±1.43	14.4*10 ⁻⁵ ±1.36*10 ⁻⁵	56.28±9.27
Кировский (ул. Академика Вавилова)	30.3±0.57	7.30±1.33	22.9*10 ⁻⁵ ±3.32*10 ⁻⁵	56.06±9.23
Ленинский (ул. Тамбовская)	30.1±0.68	8.82±1.33	27.8*10 ⁻⁵ ±2.54*10 ⁻⁵	35.39±6.45

юго-западные и северо-западные направления.

Содержание сырой золы в листьях древесных растений

Содержание зольных элементов в наземных (листьях, семенах) и подземных (корнях) органах древесных растений зависит от состояния окружающей среды и ге-

нотипических особенностей видов древесных растений. Содержание золы в органах растений различно и зависит от преобладания живых клеток, больше всего которых в листьях. Содержание сырой золы в листьях древесных растений, используемых в озеленительных композициях Красноярск, представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание сырой золы в листьях древесных растений

Административные районы Красноярск	Содержание сырой золы в листьях деревьев, %		
	Тополь черный (<i>Populus nigra</i>)	Клен татарский (<i>Acer tataricum</i>)	Береза бородавчатая (<i>Betula pendula</i>)
Октябрьский (микрорайон Ветлужанка) - контроль	6.57±0.013	6.04±0.022	5.82±0.007
Железнодорожный (ул. Железнодорожников)	6.91±0.002	6.74±0.010	6.04±0.021
Центральный (ул. А. Лебедевой)	8.76±0.007	8.55±0.012	6.85±0.003
Советский (микрорайон Покровский)	8.97±0.014	8.81±0.036	7.29±0.015
Свердловский (ул. Свердловская)	7.86±0.007	7.25±0.034	6.15±0.013
Кировский (ул. Академика Вавилова)	8.51±0.009	7.84±0.011	6.82±0.033
Ленинский (ул. Тамбовская)	9.29±0.012	9.75±0.021	7.94±0.029

Анализ таблицы 2 показал, что для парковых сообществ Красноярска древесные растения по мере снижения зольности образуют ряд: тополь черный – клен татарский – береза бородавчатая.

В административных районах Красноярска фактически все древесные растения-индикаторы показывают увеличение сырой золы в листьях, по сравнению с контролем. Высокие показатели характерны для Советского, Кировского и Ленинского районов, что связано с промышленным загрязнением. Повышение содержания золы в листьях растений-индикаторов Центрального района возможно объяснить его котловинным местоположением вдоль реки Енисей.

В условиях городских насаждений наблюдается увеличение зольных элементов в листьях растений-биоиндикаторов (тополя черного, клена татарского и березы бородавчатой). В начале ряда зольности изученных древесных пород по праву расположен тополь черный благодаря морфологическому строению кроны; развитию корневой системы; возможности противостоять негативному влиянию городской среды. Также ранней весной у тополя черного разворачиваются из почек листья, содержащие клейкое вещество, издающее смолистый запах. Произрастание клена татарского в парковых ландшафтах Красноярска происходит в

условиях благоприятной экологической связи (освещенности и термоклиматического режима), влияющей на протекание фотосинтеза. Для березы бородавчатой увеличение содержания пыли в зольном остатке можно связать с липким секретом поверхности листьев.

Содержание фенольных соединений в листьях древесных растений

Фенольные соединения относятся к группе ароматических соединений.

При неблагоприятных экологических условиях в листьях древесных растений накапливаются фенольные соединения, содержание которых является биоиндикационным признаком. Листья растений выполняют роль защитных барьеров. Как правило, «защитные» фенолы (фитоалексины) образуются и в том числе в листьях растений [8]. Ответная реакция древесных растений на негативное антропогенное воздействие, приводящее, например, к заживлению механических повреждений.

То есть основная функция фенольных веществ – защитная. Поэтому фенольные вещества аккумулируются в органах древесных растений при стрессовых (неблагоприятных) условиях городской среды.

Содержание фенольных соединений в листьях древесных растений административных районов Красноярска показано в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание фенольных соединений в листьях древесных растений

Административные районы Красноярска	Содержание фенольных соединений в листьях деревьев, мг/г		
	Тополь черный (<i>Populus nigra</i>)	Клен татарский (<i>Acer tataricum</i>)	Береза бородавчатая (<i>Betula pendula</i>)
Октябрьский (микрорайон Ветлужанка) – контроль	1.51±0.006	1.30±0.008	0.70±0.005
Железнодорожный (ул. Железнодорожников)	1.57±0.027	1.53±0.016	0.74±0.002
Центральный (ул. А. Лебедевой)	1.62±0.007	1.41±0.006	0.76±0.003
Советский (микрорайон Покровский)	1.69±0.037	1.52±0.049	0.79±0.020
Свердловский (ул. Свердловская)	1.57±0.032	1.54±0.016	0.76±0.004
Кировский (ул. Академика Вавилова)	1.71±0.012	1.63±0.008	0.82±0.001
Ленинский (ул. Тамбовская)	1.91±0.009	1.82±0.018	0.93±0.006

Анализ таблицы 3 показал, что древесные растения-индикаторы по снижению содержания фенольных соединений в листьях образуют ряд: тополь черный – клен татарский – береза бородавчатая. В Железнодорожном районе Красноярска наблюдается наименьшее содержание фенольных соединений, а в Ленинском – наибольшее (по сравнению с контролем). По содержанию фенольных соединений в листьях древесных растений-биоиндикаторов, в Свердловском районе Красноярска наблюдается снижение этого показателя за последние годы.

Содержание свинца в листьях древесных растений

Свинец (Pb, Plumbum) – редкий металл 1 класса опасности. Свинец и его органические соединения обладают токсичностью, в основном, воздействует на нервную систему человека. Опасные выбросы свинца в нижние слои атмосферы происходят вследствие промышленного загрязнения городской среды (металлургическая промышленность; производство этилированного бензина; производство

аккумуляторов и другое).

Городская среда в отдельных районах может иметь высокий уровень биологической аккумуляции токсиканта как следствие высокого загрязнения окружающей среды. Для насаждений города наблюдается соответствие между «антропогенным свинцом» в листьях древесных растений и уровнем промышленного загрязнения, а также автотранспортом. В аэрозолях, действующих на листву деревьев, свинец может проникать непосредственно через листья.

В Красноярске, как и в других промышленных центрах северных территорий России, аккумуляция токсиканта в зимнее время происходит в снеге. Весной с талой водой токсикант поступает в почву, а затем через корневую систему растений аккумулируется в вегетативных органах. Кроме того, весной (в начале вегетационного периода) активизируются физиологические процессы в клетках растений.

Содержание свинца в листьях древесных растений показано в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание свинца в листьях древесных растений

Административные районы Красноярска	Содержание свинца в листьях деревьев, мг/кг		
	Тополь черный (<i>Populus nigra</i>)	Клен татарский (<i>Acer tataricum</i>)	Береза бородавчатая (<i>Betula pendula</i>)
Октябрьский (микрорайон Ветлужанка) – контроль	1,15±0,016	1,18±0,020	0,68±0,013
Железнодорожный (ул. Железнодорожников)	1,55±0,022	1,39±0,009	0,76±0,021
Центральный (ул. А. Лебедевой)	3,26±0,030	3,14±0,023	1,46±0,017
Советский (микрорайон Покровский)	3,39±0,041	1,61±0,007	1,56±0,025
Свердловский (ул. Свердловская)	3,54±0,013	3,37±0,019	1,44±0,008
Кировский (ул. Академика Вавилова)	3,77±0,023	3,46±0,006	1,57±0,053
Ленинский (ул. Тамбовская)	3,81±0,003	3,52±0,010	1,74±0,027

Анализ таблицы 4 показал, что во всех административных районах Красноярска содержание свинца не превышает предельно допустимых концентраций.

Заключение. В результате исследо-

ваний установлено, что физические и биохимические показатели листьев (накопление пыли на листовых пластинках; фенольных соединений, сырой золы, свинца) древесных растений-биоиндикаторов экологи-

ческого состояния административных районов города Красноярска показывают взаимосвязь между содержанием этих элементов и уровнем антропогенного загрязнения.

Реакция древесных растений (тополя черного, клена татарского, березы бородавчатой), произрастающих в парковых ландшафтах административных районов города Красноярска, дифференцирована в зависимости от состояния окружающей среды и генотипических особенностей видов древесных растений.

Для парковых сообществ Красноярска древесные растения по мере снижения биоиндикационной активности образует ряд: тополь черный – клен татарский – береза бородавчатая.

Список источников

1. Горохов В.А. Зеленая природа города. Москва : Архитектура-С, 2005. 590 с.
2. Иевская А.А., Корсунова Т.М., Имескенова Э.Г. Анализ современного состояния растительности скверов города Улан-Удэ // Электронный научно-производственный журнал «АгроЭкоИнфо». 2020. № 2 (40). С. 1-9.
3. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. Москва : Гидрометеиздат, 1984. 560 с.
4. Исяньюлова Р.Р., Сарсекова Д.Н. Роль древесных насаждений и методы оценки экологической комфортности окружающей среды // Проблемы сохранения и преобразования агроландшафтов. Уфа : Башкирский ГАУ, 2016. С. 257- 262.
5. Демиденко Г.А. Использование сирени (*Syringa*) и ее видов в агроценозах паркового типа при озеленении Красноярска // Научно-практический журнал «Вестник ИРГСХА». 2020. Выпуск 99. С. 47-55.
6. Дубовицкая О.Ю. Создание устойчивых сельскохозяйственных фитотехнологий для улучшения среды обитания человека // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Сельскохозяйственные науки. Агрономия. 2002. № 8. С. 16-23.
7. Исяньюлова Р.Р., Габдрахимов Р.Р., Батталова Р.Р. Экологический «фильтр» для человека // Российский электронный научный журнал. 2014. С. 268-274.
8. Криволучкий Д.А., Соколов В. Е., Шаланкин Л.К. Международная программа по

биоиндикации антропогенного загрязнения природной среды // Экология. 1990. № 2. С. 90 – 94.

9. Корсунова Т.М., Имескенова Э.Г., Кисова С.В., Пашина М.Н. Агроэкологические аспекты оптимизации состояния зеленых зон урботерриторий // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России : сборник материалов всерос. науч.-метод. конф-ии с междунар. участием, посвящ. 100-летию высшего аграрного образования в Ивановской области. Иваново, 2018. С. 147–152.

10. Демиденко Г.А. Создание ландшафтных фитокомпозиций с использованием эфиромасличных растений // Вестник КрасГАУ. 2019. № 5. С. 75 - 80.

11. Демиденко Г.А. Оценка состояния древесных растений объектов озеленения города Красноярска // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2021. № 1(62). С. 109-115.

12. Demidenko G.A., Keler V.V., Shadrin I.A and Khizhnyak S.V. Plants species for ecological landscaping in urban territory in Central Siberia // AGRITECH IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 315 (2019) 052076; doi:10.1088/1755-1315/315/5/052076

13. Алексеев С.В., Грузуева Н.В., Муравьев А.Г., Гущина Э.В. Практикум по экологии. Москва : ООО «МДС», 1996. 189 с.

References

1. Gorokhov V.A. *Zelenaya priroda goroda* [Green nature of the city]. Moscow. Arxitektura-S, 2005. 590 p. (In Russ.)
2. Ievskaya A.A., Korsunova T.M., Imeskenova E.G. Analysis of the current state of the vegetation of the squares for the Ulan-Ude city. *Elektronnyy nauchno-proizvodstvennyy zhurnal «AgroEkoInfo»*. 2020;2(40):1-9 (In Russ.)
3. Izrael Yu. A. *Ekologiya i kontrol sostoyaniya prirodnoj sredy* [Ecology and control of the natural environment states]. Moscow : Gidrometeoizdat, 1984. 560 p. (In Russ.)
4. Isyanyulova R.R., Sarsekova D.N. The role of tree plantations and methods for assessing the ecological comfort of the environment. *Problemy soxraneniya i preobrazovaniya agrolandshaftov*. Ufa. Bashkirkij GAU, 2016. Pp. 257- 262 (In Russ.)
5. Demidenko G.A. The use of lilacs

(Syringa) and its species in park-type agrocenoses at gardening of Krasnoyarsk. *Nauchno-prakticheskij zhurnal Vestnik IrGSXA*. 2020;99:47-55 (In Russ.)

6. Dubovitskaya O.Yu Creation of sustainable agricultural phytotechnologies to improve the human environment// *Vestnik Rossijskogo Universiteta Druzhy' Narodov. Seriya: Selskoxozyajstvennye nauki. Agronomiya*.2002;8:16-23 (In Russ.)

7. Isyanyulova R.R., Gabdraximov R.R., Battalova R.R. Ecological "filter" for a human. *ossijskij elektronnyj nauchnyj zhurnal*. 2014. Pp. 268-274 (In Russ.)

8. Krivoluchkij D.A., Sokolov V. E., Shalankin L.K. *Mezhdunarodnaya programma po bioindikacii antropogennogo zagryazneniya prirodnoj sredy* [International program for bioindication of anthropogenic pollution of the natural environment]. *Ekologiya*. 1990;2:90–94 (In Russ.)

9. Korsunova T.M., Imeskenova E.G., Kisova S.V., Pashina M.N. Agroecological aspects of optimization of the state of green

zones of urban areas. *Agrarnaya nauka v usloviyakh modernizatsii i innovatsionnogo razvitiya APK Rossii*: Proc. All-Russian Conf. Ivanovo, 2018. Pp. 147–152 (In Russ.)

10. Demidenko G.A. Creation of landscape phytocompositions using essential oil plants. *Vestnik KrasGAU*. 2019;5:75 - 80 (In Russ.)

11. Demidenko G.A. Assessment of woody plants in the planting sites of Krasnoyarsk administrative districts// *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy selskoxozyaistvennoi akademii imeni V.R. Filippova*. 2021;1(62):109-115 (In Russ.)

12. Demidenko G.A., Keler V.V., Shadrin I.A and Khizhnyak S.V. Plants species for ecological landscaping in urban territory in Central Siberia. *AGRITECH IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 315 (2019) 052076; doi:10.1088/1755-1315/315/5/052076

13. Alekseev S.V., Gruzueva N.V., Muravev A.G., Gushhina E.V. *Praktikum po ekologii* [Workshop on ecology]. Moscow. ООО «MDS», 1996. 189 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Галина Александровна Демиденко – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой ландшафтной архитектуры и ботаники института агроэкологических технологий

Information about the authors

Galina A. Demidenko – Doctor of Science (Biology), Professor, Head of the Department of Landscape Architecture and Botany Chair, Institute of Agroecological Technologies

Статья поступила в редакцию 20.10. 2021; одобрена после рецензирования 16.11.2021; принята к публикации 17.11.2021.

The article was submitted 20.10.2021; approved after reviewing 16.11.2021; accepted for publication 17.11.2021.