ТРУДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

DOI 10.21178/2079-6080.2024.1.45
УДК 630*273/625.77/712.41

Сравнительная оценка пылезадерживающей способности листьев зеленых насаждений в урбанизированной среде Саратовского Поволжья

© И.С. Богуш, Т.А. Андрушко, О.Б. Сокольская

Comparative assessment of the dust-retaining ability of leaves of green spaces in the urbanized environment of the Saratov Volga region

I.S. Bogush, T.A. Andrushko, O.B. Sokolskaya (Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov)

The purpose of the study was a comparative assessment of the dust-retaining abilities of the main types of tree plantations used for landscaping settlements of the Saratov Volga region. The experiments were conducted in the form of a comparative assessment of the dust-retaining abilities of local main tree species such as *Ulmus parvifolia* Jacq., *Fraxinus lanceolata* Borkh., *Populus nigra* var. *italica* Münchh., *Populus nigra* L., which remained in some objects of landscape architecture. The experiments were conducted in two cities Saratov and Engels with the allocation of three levels of dust retention by deciduous plantations: level 1 – territories with heavy traffic (max), level 2 – territories with minimal traffic (min), level 3 – recreational territories (without traffic). The following conclusions were drawn: it was revealed that *Ulmus parvifolia* Jacq leaves are dust-free. It is almost 2 times higher than that of *Fraxinus lanceolata* Borkh. and 1.5 times more than in the studied poplar species; it was determined that *Populus nigra* L. they have the second indicator after small-leaved elm in dust retention due to sugary (sticky) secretions by sucking pests in the summer; it was found that Ulmus parvifolia Jacq by all indicators. It is the most optimal option for landscaping the city in order to detain settling dust, which significantly improves the ecological and aesthetic condition of urbanized systems; it is recommended to plant *Ulmus parvifolia* Jacq on sidewalks along the carriageways on streets with heavy traffic. in the form of hedges or alley planting with the formation of tree crowns, as well as the pyramidal forms of *Populus nigra* L. It is proved that the dust-retaining ability of plants depends on their biological characteristics.

Key words: small-leaved elm, lanceolate or green ash, pyramidal poplar, black poplar, dust retention capacity, green spaces, urbanized environment

Сравнительная оценка пылезадерживающей способности листьев зеленых насаждений в урбанизированной среде Саратовского Поволжья

И.С. Богуш, Т.А. Андрушко, О.Б. Сокольская

Целью исследования являлось сравнение пылеулавливающих свойств трех видов древесных растений, использующихся в настоящее время для озеленения городов Саратов и Энгельс. К ним относятся: вяз мелколистный, ясень ланцетный, тополь черный. Обследованная территория подразделялась на три уровня загрязненности атмосферы: 1 уровень – участки с интенсивным движением транспорта, 2 уровень – участки с минимальным движением, 3 уровень – рекреационные участки. Выявлено, что по пылезадержанию листья вяза мелколистного имеют показатели, почти в 2 раза превышающие данные по ясеню ланцетному и в 1,5 раза – тополю черному. У тополя – вторые по величине значения пылезадерживающей способности, чему способствует наличие на листьях медвяной пади в летнее время. В ходе исследований определена удельная пылеёмкость листьев рассматриваемых пород: ее значения составляют от 33 мг/см^2 у ясеня ланцетного до 46 мг/см^2 – у вяза мелколистного. Установлено, что по всем показателям вяз мелколистный является самым оптимальным вариантом для озеленения изучаемых объектов с целью задержания оседающей пыли и улучшения экологического состояния урбанизированных систем. Рекомендовано на улицах с интенсивным движением транспорта высаживать эту породу вдоль проезжей части дорог в виде живых изгородей или аллейной посадки с формированием крон деревьев, а также использовать в озеленении пирамидальные формы тополей, в частности тополь черный. В ходе исследований отмечено, что пылеудерживающая способность растений зависит от их биологических особенностей.

Ключевые слова: вяз мелколистный, ясень ланцетный, тополь черный, пылезадерживающая способность, зелёные насаждения, урбанизированная среда, Саратовское Поволжье

Богуш Иван Сергеевич – аспирант кафедры «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство», магистр ландшафтной архитектуры
E-mail: vanbogush@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4911-4941

Андрушко Татьяна Александровна – доцент кафедры «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство», канд. с.-х. наук
E-mail: t.andruschko@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-2718-3428

Сокольская Ольга Борисовна – профессор кафедры «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство», д-р с.-х. наук
E-mail: sololskaya.olg@yandex.ru, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1723-1289 ФГБОУ

ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»
410012, г. Саратов, пр. Петра Столыпина, 4/3
Телефон: (8452) 23-32-92

Введение

В настоящее время в озеленении населенных пунктов Саратовского Поволжья, включая города Саратов и Энгельс, преобладают зеленые насаждения, образованные такими древесными породами как вяз мелколистный, ясень ланцетный, тополь пирамидальный, тополь чёрный. При этом ежегодно предпринимаются попытки для разнообразия ассортимента включить в озеленение улиц и посадки вдоль дорог иные виды деревьев, которые не обладают такими важными для данной природно-климатической зоны свойствами, как удерживание пыли.

Основным загрязнителем (более 60 % общего объема) на территории рассматриваемых объектов является уличная пыль. Зеленые насаждения выполняют функцию по её удерживанию, тем самым очищают воздух и улучшают экологию среды в целом. Пыль на проезжей части, так же как и обычная пыль, состоящая из мелкодисперсных частиц, отрицательно воздействует на органы дыхания человека. Практически всегда на дорогах в пыли городов присутствуют токсичные вещества, которые связаны с транспортом. Например, изношенные покрышки, в состав которых входят опасные для здоровья человека химические соединения, или выхлопы автотранспорта, содержащие не только газообразную составляющую, но и твердые частицы, также оседающие на дорогах и тротуарах, растениях, зданиях и т. п.

Установлено, что если ежедневно вдыхать загрязненный пылью воздух, то у людей развиваются хронические заболевания органов дыхания и другие воспалительные процессы, головные боли, раздражение слизистых оболочек глаз и др. [1]. В Финляндии, например, вследствие этих причин умерло более одной тысячи человек [15].

Большое значение в борьбе с загрязнением атмосферы имеет озеленение городов. Насаждения очищают воздух от промышленных и выхлопных газов, обогащают его кислородом. На деревьях и кустарниках оседает до 70 % взвешенных в воздухе частиц пыли и до 75 % – разных химических веществ, включая диоксид серы. В жаркую погоду над нагретым асфальтом и крышами домов образуются восходящие потоки теплого воздуха, поднимающие мельчайшие частицы пыли. А над зелеными насаждениями возникают нисходящие потоки, поскольку поверхность листьев значительно прохладнее. В результате увлекаемая ими пыль оседает в кронах деревьев [8].

Известна роль зеленых насаждений в регуляции температуры воздуха, например, летом под кронами деревьев она на 4–6 °С, а при высокой полноте древостоя – на 8–10 °С ниже, чем на открытых местах [12, 14]. Городские посадки, например, скверы и бульвары, способны также увеличивать влажность воздуха на 2–8 %, что связано с испарением воды с поверхности листьев, площадь поверхности которых более чем в 20 раз превышает площадь проекции крон деревьев и кустарников [6, 12–14].

Один гектар зеленых насаждений собирает из воздуха до 60–70 т пыли в год, уменьшая ее концентрацию на 25–45 % [6]. При этом деревья хвойных пород задерживают до 40 тонн пыли, а лиственных – около 100 тонн [13]. Широколиственные виды деревьев в городе осаждают до 30 % и хвойные – до 42 % пыли. В центре кроны осаждается до 30 % всех частиц, а в зимнее время приходится 40 % от общего количества пыли [4, 5, 7]. Максимальный эффект пылеочищения достигается при помощи искусственных насаждений шириной 10–30 м.

Пылеудерживающая способность неодинакова у различных древесных и кустарниковых видов и зависит в первую очередь от свойств поверхности листа (она выше у грубых, шероховатых и ворсистых листьев) и размеров кроны [6]. Гуттационные и смолистые выделения также способствуют удержанию пыли. За последние 10–15 лет опубликован ряд работ по материалам исследования пылезадерживающей способности зеленых насаждений на территории городов [2, 3, 9, 16]. В Саратовском регионе в озеленении традиционно присутствовали деревья и кустарники с неплохими фильтрационными способностями, такие как тополя, вязы, ясени, клён ясенелистный и сирень обыкновенная. Насаждения рационально располагались вдоль улиц с интенсивным -движением транспорта, ими ограничивали внутридворовые территории, деревья этих пород высаживали в скверах, бульварах, садах и парках. Постепенно в Саратове получили распространение виды, не устойчивые к загазованности, которые имеют гладкую листву с низкой пылезадерживающей способностью [10–11].

В связи с обозначенной проблемой целью проведенного нами исследования являлась сравнительная оценка пылезадерживающей способности основных видов древесных пород, использующихся в настоящее время для озеленения населенных пунктов Саратовского Поволжья, для обоснования применения их на особо запыленных городских территориях.

В задачи исследования входило:

– установить пылеёмкость листьев основных деревьев городов Саратова и Энгельса;

– определить древесные породы, эффективно задерживающие пыль;

– дать рекомендации по ассортименту древесных растений для озеленения территорий с интенсивным движением транспорта.

Объекты и методы исследования

Объектами сравнительной оценки пылезадерживающей способности являлись следующие виды древесных пород: вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia* Jacq.), ясень ланцетный (*Fraxinus lanceolata* Borkh.), тополь черный (*Populus nigra* L.), которые входят в состав ландшафтной архитектуры городов Саратов и Энгельс.

Опыты проводились в вегетационный период 2023 г. – в два срока, при разных погодных условиях (рис. 1): после дождя (15–16 июля) и в сухую погоду (19–20 августа).

после дождя

в сухую погоду

Рис. 1. Вид листьев тополя черного в разных условиях опыта

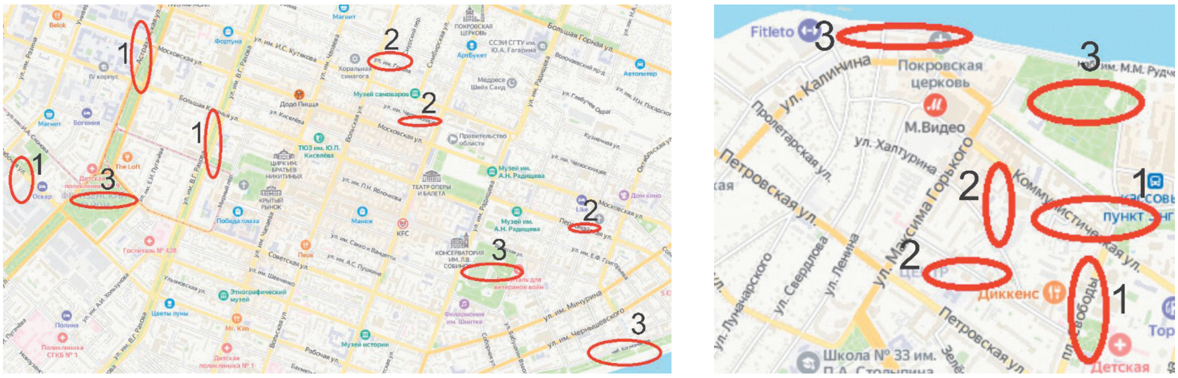
Обследуемая территория была поделена на три типа участков, с тремя уровнями загрязненности пылью в зависимости от интенсивности движения транспорта:

I – с интенсивным движением (в Саратове – ул. Рахова, ул. Рабочая, ул. Астраханская; в Энгельсе – ул. Коммунистическая, пл. Свободы);

II – участки с минимальным движением (в Саратове – ул. Первомайская, ул. Н.В. Гоголя, ул. Челюскинцев; в Энгельсе – ул. Льва Кассиля, ул. Театральная);

III – рекреационные участки (без транспортного движения): в Саратове – наб. Космонавтов, Детский парк, городской сад «Липки»; в Энгельсе – наб. имени генерал-лейтенанта М.М. Рудченко, городской парк «Покровский».

Опытные участки в Саратове и Энгельсе отмечены на рисунке 2.



в Саратове в Энгельсе

Рис. 2. Расположение опытных участков

В ходе опытов проводился сбор пыли с листьев древесных пород ватными дисками (рис. 3, 4). Листья с деревьев отбирали со стороны проезжей части на расстоянии 1,0–2,5 м от нее, на высоте 1,5–2,5 м. Одним диском обрабатывалось 50 листьев на каждом дереве. Всего было 150 деревьев, по 50 каждой породы. В отличие от смывания пыли с образцов, сорванных с дерева, этот метод является более экологичным. поскольку листья остаются на дереве.

Рис. 3. Сбор пыли с листьев ясеня

Рис. 4. Вид ватного диска с собранной пылью

Сначала определялся вес каждого чистого диска, затем диски смачивались до влажного состояния дистиллированной водой. После сбора пыли они высушивались в сушильном шкафу LF-25/350-GS1 при температуре +70 °C до полного испарения влаги и взвешивались на весах СартоГосм ЛВ 210-А.

Для дальнейших расчетов необходимо было определить среднюю площадь листовой пластинки по каждой исследуемой породе, с этой целью измеряли с помощью палетки по 10 листьев разного размера (рис. 5).

Рис. 5. Определение площади листа

От значения массы каждого взвешенного диска с пылью отнимали массу чистого ватного диска, чтобы получить чистую массу пыли. Высушенные диски повторно взвешивали и рассчитывали массу пыли как разность между вторым и первым взвешиванием.

Далее, делением массы пыли, удерживаемой одним листом, на среднюю площадь его поверхности определяли удельную пылеёмкость листьев каждой древесной породы по формуле:

$$M = \frac{m \pm \Delta}{a - b}$$

где M – удельная пылеёмкость, мг/см^2;
m – масса пыли на 1 см^2, мг;
Δ – погрешность измерения;
a и b – диапазон площади листьев, см^2.

Необходимо отметить, что летом часть листьев тополей были липкими из-за сахаристых выделений сосущих вредителей.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования нами установлены средние показатели по удержанию пыли листьями трех древесных пород в городах Саратове и Энгельсе в сухую погоду и после дождя (табл. 1).

Таблица 1

Средние показатели по удерживанию пыли листьями деревьев разных пород в разную погоду

Название территории	Вариант учета	Количество пыли на листьях, мг		
		Вяз мелколистный	Ясень ланцетный	Тополь черный
г. Саратов				
I. Улицы с интенсивным движением транспорта				
ул. Рахова	Сухая погода	***65,3***	40,2	58,3
	После дождя	***55,9***	29,7	48,3
ул. Астраханская	Сухая погода	60,2	39,4	56,2
	После дождя	50,3	31,6	44,1
ул. Рабочая	Сухая погода	59,5	41,4	57,5
	После дождя	46,4	30,4	40,5
II. Улицы с невысокой интенсивностью движения транспорта				
ул. Первомайская	Сухая погода	***40,3***	24,1	33,9
	После дождя	***33,3***	22,3	31,9
ул. Н.В. Гоголя	Сухая погода	39,7	25,6	35,3
	После дождя	32,7	22,6	30,3
ул. Челюскинцев	Сухая погода	42,5	33,8	29,5
	После дождя	32,5	19,8	29,1

Название территории	Вариант учета	Количество пыли на листьях, мг		
		Вяз мелколистный	Ясень ланцетный	Тополь черный
III. Рекреационные территории без движения транспорта				
Набережная Космонавтов	Сухая погода	***30,1***	23,6	***27,6***
	После дождя	***24,1***	16,6	22,6
Городской сад «Липки»	Сухая погода	35,5	19,7	25,3
	После дождя	22,5	9,7	20,3
Детский парк	Сухая погода	31,3	20,1	26,2
	После дождя	25,3	10,1	19,2
г. Энгельс				
I. Улицы с интенсивным движением транспорта				
ул. Коммунистическая	Сухая погода	***60,2***	32,3	52,3
	После дождя	***50,2***	28,3	45,3
Площадь Свободы	Сухая погода	55,6	35,4	50,2
	После дождя	45,6	30,4	43,1
II. Улицы с невысокой интенсивностью движения транспорта				
ул. Льва Кассиля	Сухая погода	33,7	23,6	26,3
	После дождя	30,4	20,6	23,5
ул. Театральная	Сухая погода	35,5	22,8	23,5
	После дождя	29,5	17,3	21,9
III. Рекреационные территории без движения транспорта				
Набережная имени генерал-лейтенанта М.М. Рудченко	Сухая погода	26,5	10,7	23,3
	После дождя	20,5	8,7	20,2
Городской парк «Покровский»	Сухая погода	29,3	15,1	19,2
	После дождя	21,3	10,1	17,2

Из приведенных данных видно, что больше всего пыли задерживает вяз мелколистный – как на улицах с интенсивным движением транспорта, так и на других территориях, как в сухую погоду, так и после дождя. Нами была определена масса пыли, удерживаемой разными древесными породами, в расчёте на 1 лист по всем обследованным участкам – (без учета условий погоды) (табл. 2).

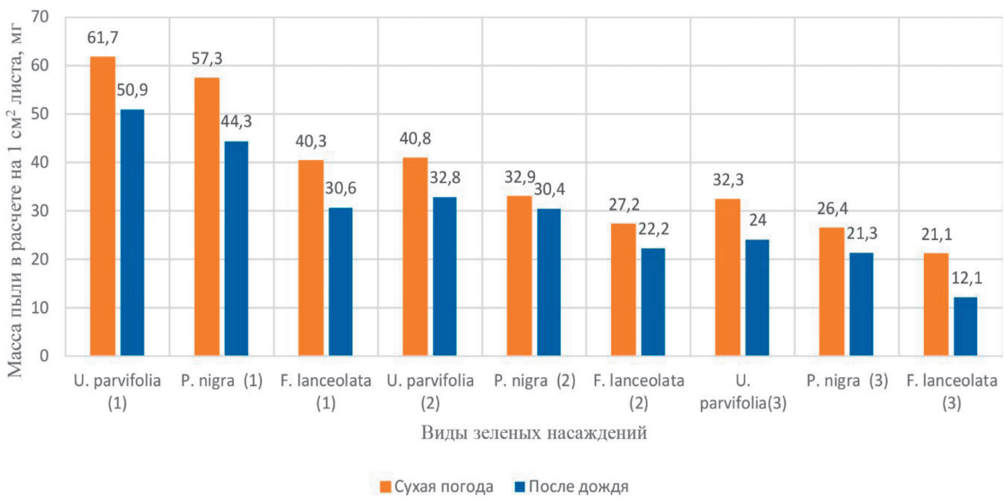
Таблица 2

Масса пыли, удерживаемой разными древесными породами, в расчете на 1 лист на обследованной территории

Древесная порода	Масса пыли в расчете на 1 лист на участках с разной интенсивностью движения транспорта, мг		
	I уровень	II уровень	III уровень
г. Саратов			
Вяз мелколистный	50,8 ± 2,21 20–52	48,5 ± 1,22 35–47	18,0 ± 0,62 13–21
Ясень ланцетный	42,1 ± 3,22 20–50	39,5 ± 2,23 40–63	14,9 ± 1,22 5–21
Тополь черный	46,5 ± 1,36 32–54	41,3 ± 1,42 36–52	17,5 ± 0,80 13–23
г. Энгельс			
Вяз мелколистный	50,5 ± 1,22 20–50	45,2 ± 1,22 33–45	45,5 ± 1,22 12–21
Ясень ланцетный	43,0 ± 1,25 20–47	40,5 ± 1,22 35–50	36,5 ± 1,22 5–20
Тополь черный	46,1 ± 1,19 28–52	42,5 ± 1,22 33–51	40,5 ± 0,72 12–22

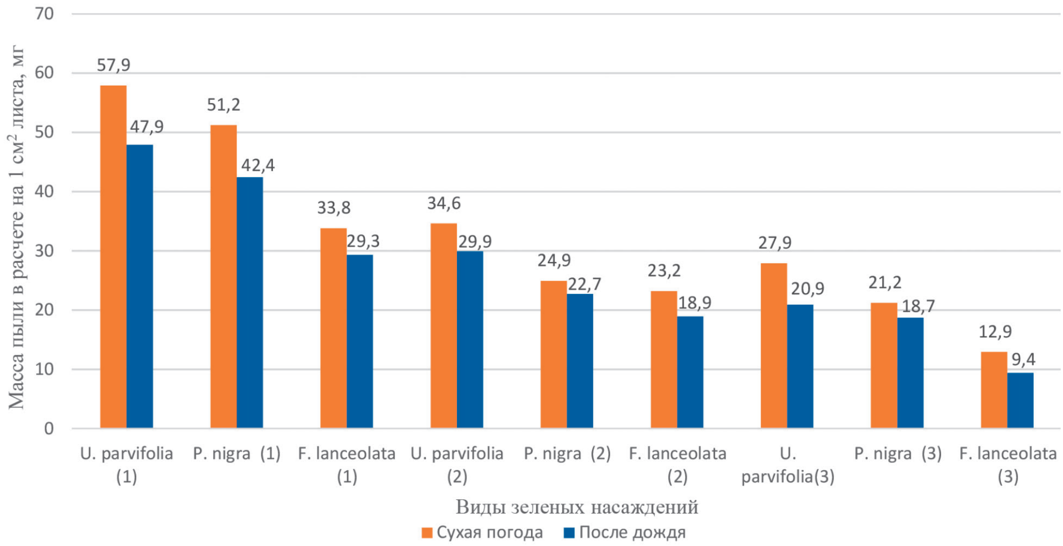
Примечание. В числителе – среднее значение с ошибкой (X ± *m*); в знаменателе – лимиты значений (*min–max*) [1].

И по этому показателю наилучшие результаты – у вяза мелколистного. Графическое представление о пылезадерживающей способности листьев исследованных пород дают рисунок 6 (по г. Саратову) и рисунок 7 (по г. Энгельсу).



1–3 – уровни интенсивности движени транспорта

Рис. 6. Сравнительные данные по пылезадержанию листьями разных древесных пород в г. Саратове



1—3 — уровни интенсивности движени транспорта

Рис.7. Сравнительные данные по пылезадержанию листьями разных древесных пород в г. Энгельсе

Способность к пылезадержанию у листьев вяза мелколистного выше почти в 2 раза, чем у ясеня ланцетного и в 1,5 раза – чем у тополя черного. Данные по удельной пылеемкости также подтверждают преимущество вяза мелколистного в сравнении с другими породами, хотя и не такое значительное, как по другим показателям (табл. 3).

Таблица 3

Удельная пылеёмкость 1 см² листовой пластинки

Древесная порода	Средняя площадь 1 листа, см²	Удельная пылеёмкость, мг/см²
Вяз мелколистный	20,4	46
Ясень ланцетный	50,3	33
Тополь черный	30,5	38

Выводы

На основании проведенных исследований по оценке пылезадерживающей способности листьев разных древесных пород в зеленых насаждениях в урбанизированной среде Саратовского Поволжья на примере городов Саратов и Энгельс можно сделать следующие выводы:

1. Пылезадерживающая способность листьев вяза мелколистного выше почти в 2 раза, чем у ясеня ланцетного и в 1,5 раза – чем у тополя черного.

2. Тополь черный имеет второй по величине после вяза мелколистного показатель по удерживанию пыли – из-за наличия медвяной пади в летнее время.

3. Установлено, что по всем показателям вяз мелколистный является самым оптимальным вариантом для озеленения обследованных городов с целью задержания оседающей пыли, что значительно улучшает экологическое и эстетическое состояния урбанизированных систем.

4. Рекомендуется на улицах с интенсивным движением транспорта высаживать вдоль проезжей части дорог вяз мелколистный, а также тополь черный.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агаджанян, Н.А. Экология человека : Избр. лекции / Под ред. Н.А. Агаджаняна / Н.А. Агаджанян, В.И. Торшин. – М. : ММП «Экоцентр» : Изд. фирма «КРУК», 1994. – 255 с.
2. Агеева, Е.А. Оценка пылеудерживающей способности листьев деревьев и кустарников в насаждениях г. Тюмени / Е.А. Агеева, М.Н. Казанцева // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2012. – № 31. – С. 88–91.
3. Аткина, Л.И. К вопросу использования показателя категории состояния деревьев в городской среде / Л.И. Аткина, У.А. Сафронова, С.В. Вишняков // Изв. вуз. Лесной журнал. – 2010. – № 5. – С. 18–25.
4. Богуш, И.С. Мониторинг рода *Ulmus* L. в городском озеленении / И.С. Богуш, О.Б. Сокольская // Агрофорсайт. – 2021. – № 6 (37). – С. 101–108.
5. Бухарина, И.Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварницина, К.Е. Ведерников. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 216 с.
6. Жумадилова, А.Ж. Пылеудерживающая способность древесных и кустарниковых растений / А.Ж. Жумадилова // Новости науки Казахстана. – 2014. – № 2 (120). – С. 38–48.
7. Завьялов, А.А. Некоторые итоги селекции вяза в сухой степи юго-востока европейской территории России / А.А. Завьялов, А.П. Иозус // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 3. – С. 66–70.
8. Заигралова, Г.Н. Видовое разнообразие и состояние зеленых насаждений центральной части города Саратова / Г.Н. Заигралова, С.В. Кабанов // Известия саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. – Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского. – 2016. – Т. 16, № 3. – С. 337–349.
9. Зейберт, Е. Сравнение пылеудерживающей способности лиственных и хвойных пород города Ташкент, Узбекистан / Е. Зейберт, Н. Акиншина, А. Митусов // Центральноазиатский журнал исследований водных ресурсов. – 2022. – № 8 (1). – С. 57–78. – DOI: https://doi.org/10.29258/CAJWR/2022-R1.v8-1/57-78.rus.
10. Иозус, А.П. Гибридизация вязов *Ulmus* L. в сухой степи юго-востока европейской территории России / А.П. Иозус, А.А. Завьялов, С.Н. Крючков // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 7. – С. 14–19. – URL: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37850.
11. Клещенков, С.Н. Биологическое разнообразие семейства ильмовые (Ulmaceae Mirb.) в насаждениях г. Брянска / С.Н. Клещенков, И.Н. Глазун // Материалы седьмой всероссийской конференции по итогам научно-исследовательской и производственной работы студентов за 2017 год. – Саратов : Издательство ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ», 2018. – С. 56–57.
12. Краснощекова, Н.С. Эколого-экономическая эффективность зеленых насаждений: Обзорная информация / Н.С. Краснощекова. – М. : ЦЕНТИ Минжилкомхоза РСФСР, 1987. – 44 с.
13. Литвенкова, И.А. Экология городской среды: урбоэкология : курс лекций / И.А. Литвенкова. – Витебск : Изд-во УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2005 – 163 с.
14. Неверова, О.А. Древесные растения и урбанизированная среда. Экологические и биотехнологические аспекты / О.А. Неверова, Е.Ю. Колмогорова. – Новосибирск : Наука СО РАН, 2003. – 222 с.
15. Уличная пыль – причина многих болезней // Terve.su. Рубрика: Здоровая Финляндия Опубликовано: 02.08.2018. – URL: https://terve.su/ulichnaya-pyl-prichina-mnogih-bolezney.
16. Чернышенко, О.В. Пылефильтрующая способность древесных растений / О.В. Чернышенко // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – № 3. – 2012. – С. 7–11.

REFERENCES

1. Aghajanyan N.A., Torshin V.I. Ekologiya cheloveka. Izbr. lektsii. Pod red. N.A. Agadzhanyana [Human ecology. Selected lectures. *Edited by N.A. Aghajanyan*]. Moskow, MMP «Ekotsentr», Izd. firma «KRUK», 1994, 255 p. (In Russian).
2. Ageeva E.A., Kazantseva M.N. Otsenka pyleuderzhivayushchey sposobnosti list›yev derev›yev i kustarnikov v nasazhdeniyakh g. Tyumeni. [Assessment of the dust-retaining ability of leaves of trees and shrubs in plantings of Tyumen]. *Aktual›nyye problemy lesnogo kompleksa* [*Actual problems of the forest complex*], 2012, no. 31. pp. 88–91. (In Russian).

3. Atkina L.I., Safronova U.A., Vishnyakov S.V. K voprosu ispol›zovaniya pokazatelya kategorii sostoyaniya derev›yev v gorodskoy srede [On the issue of using the indicator of the category of tree condition in the urban environment]. *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal* [*Russian Forestry Journal*], 2010, no. 5, pp. 18–25. (In Russian).
4. Bogush I.S., Sokolskaya O.B. Monitoring roda *Ulmus* L. v gorodskom ozelenenii [Monitoring of the genus *Ulmus* L. in urban landscaping]. *Agroforsayt,* 2021, no. 6 (37), pp. 101–108. (In Russian).
5. Bukharina I.L., Povarnitsina T.M., Vedernikov K.Ye. Ekologo-biologicheskiye osobennosti drevesnykh rasteniy v urbanizirovannoy srede. Monografiya [Ecological-biological features of woody plants in an urbanized environment. Monograph]. Izhevsk, FGOU VPO Izhevsk State Agricultural Academy, 2007, 216 p. (In Russian).
6. Zhumadilova A.Zh. Pyleuderzhivayushchaya sposobnost› drevesnykh i kustarnikovykh rasteniy [Dust-retaining ability of woody and shrubby plants]. *Novosti nauki Kazakhstana* [*News of science of Kazakhstan*], 2014, no. 2 (120), pp. 38–48. (In Russian).
7. Zav›yalov A.A., Iozus A.P. Nekotoryye itogi selektsii vyaza v sukhoy stepi yugo-vostoka yevropeyskoy territorii Rossii [Some results of elm breeding in the dry steppe of the south-east of the European territory of Russia]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental›nykh issledovaniy* [*International Journal of Applied and Fundamental Research*], 2019, no. 3, pp. 66–70. (In Russian).
8. Zaigralova G.N., Kabanov. S.V. Vidovoye raznoobraziye i sostoyaniye zelenykh naseleniy tsentral›noy chasti goroda Saratova [Species diversity and condition of green spaces in the central part of the city of Saratov] Izvestiya saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya [Proceedings of the Saratov University. A new series. Series: Chemistry. Biology. Ecology.]. 2016, vol. 16, no. 3, pp. 337–349. (In Russian).
9. Zeybert Ye., Akin›shina N., Mitusov A. Sravneniye pyleuderzhivayushchey sposobnosti listvennykh i khvoynykh porod goroda Tashkent, Uzbekistan [Comparison of the dust-holding capacity of deciduous and coniferous species in Tashkent, Uzbekistan]. *Tsentral›noaziatskiy zhurnal issledovaniy vodnykh resursov* [*Central Asian Journal of Water Resources Research*], 2022, no. 8 (1), pp. 57–78. DOI: https://doi.org/10.29258/CAJWR/2022-R1.v8-1/57-78. (In Russian).
10. Iozus A.P., Zav›yalov A.A., Kryuchkov S.N. Gibridizatsiya vyazov *Ulmus* L. v sukhoy stepi yugo-vostoka yevropeyskoy territorii Rossii [Hybridization of elms *Ulmus* L. in the dry steppe of the south-east of the European territory of Russia]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [*Successes of modern natural science*], 2022, no. 7, pp 14–19. (In Russian).
11. Kleshchenkov S.N., Glazun I.N. Biologicheskoye raznoobraziye gruppy il›movyye (Ulmaceae Mirb.) v nashikh krayakh. Bryanska [Biological diversity of the Ilmaceae family (Ulmaceae Mirb.) in the plantations of Bryansk]. *Materialy sed›moy vserossiyskoy konferentsii po itogam nauchno-issledovatel›skoy i proizvodstvennoy raboty studentov za 2017 god* [*Materials of the seventh All-Russian conference on the results of research and production work of students for 2017*], 2018, pp. 56–57. (In Russian).
12. Krasnoshchekova N.S. Ekologo-ekonomicheskaya effektivnost› zelenykh dney. Obzornaya informatsiya [Ecological and economic efficiency of green spaces. Overview information], Moscow, TSENTI Minzhilkomkhoza RSFSR, 1987, 44 p. (In Russian).
13. Litvenkova I.A. Ekologiya gorodskoy sredy: Urboekologiya. Kurs lektsiy [Ecology of the urban environment: urban ecology. A course of lectures]. Vitebsk, Izdatel›stvo UO «VGU im. P.M. Masherova», 2005, 163 p. (In Russian).
14. Neverova O.A. Drevesnyye rasteniya i urbanizirovannaya sreda. Ekologicheskiye i biotekhnologicheskiye aspekty [Woody plants and urbanized environment. Environmental and biotechnological aspects]. Novosibirsk, Nauka SO RAN, 2003, 222 p. (In Russian).
15. Ulichnaya pyl› – prichina mnogikh bolezney [Street dust is the cause of many diseases]. Zdorovaya Finlyandiya [Terve.su. Category: Healthy Finland]. Published: 08.02.2018. URL: https://terve.su/ulichnaya-pyl-prichina-mnogih-bolezney (In Russian).
16. Chernyshenko O.V. Pylefil›truyushchaya sposobnost› drevesnykh rasteniy // Lesnoy vestnik [Dust filtering ability of woody plants]. Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin, 2012, no. 3, pp. 7–11. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 19.12.2023