

УДК 634.17:581.112.4

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.3.20

ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК БОЯРЫШНИКА*

Б.А. Кентбаева, д-р биол. наук, проф.

Казахский национальный аграрный университет, просп. Абая, д. 8, г. Алматы, Республика Казахстан, 050010; e-mail: kentbayeva@mail.ru

Состояние воздушного бассейна является важнейшим показателем экологического благополучия мегаполисов. Алматы до недавнего времени считался одним из наиболее озелененных крупных городов, но увеличение техногенной нагрузки, численности населения и территории города, строительный и экономический рост оказывают сильное влияние на экологическую обстановку. Зеленый защитный пояс в последние годы уничтожается, его заменяют новые элементы урбанизации. Цель исследования – изучение динамики пылеулавливающей способности листовых пластинок боярышников различного происхождения, произрастающих в посадках г. Алматы. На основе административного деления были выбраны три контрастных экологических участка, расположенных с юга на север по направлению от гор. Внутри участков территория была условно разделена на зоны, характеризующиеся контрастностью антропогенной нагрузки, уровнем загрязненности. Установлено, что листовые пластинки боярышника в основном обладают шероховатой поверхностью, что предполагает высокую пылеулавливающую способность этих растений. Сезонная динамика пылеулавливающей способности боярышников двух экологических участков в сравнении с эталонным участком в 1,8–1,9 раза меньше. Экспериментальные данные показали, что пылеулавливающая способность листьев боярышников увеличивается к концу вегетации. Абсолютное воздействие можно отметить по категориям насаждений. При рассмотрении лимитных значений признака было выявлено, что максимум принадлежит *S. sanguinea* Pall. Степень изменчивости уровня пылеулавливающей способности боярышников на двух экспериментальных участках оценивается как очень низкая и низкая по сравнению с эталонным.

Ключевые слова: боярышник, листовые пластинки, пылеулавливающая способность, внутриквартальные насаждения, примагистральные насаждения.

Введение

Алматы (площадь – 324 км²) – мегаполис на юго-востоке Республики Казахстан, у подножия Тянь-Шаньского горного массива, расположенного в предгорьях северного склона хребта Заилийский Алатау. Горы тянутся в широтном направлении с запада на восток. До недавнего времени он считался одним из наиболее озелененных крупных городов, но увеличение техногенной нагрузки, численности населения, строительный и экономический рост стали оказывать сильное влияние на экологическую обстановку.

*Статья подготовлена по материалам международного симпозиума «Лесное хозяйство: интеграция и вклад в развитие сельских территорий» (15–16 мая 2018 г., г. Нижний Новгород)

Для цитирования: Кентбаева Б.А. Пылеулавливающая способность листовых пластинок боярышника // Лесн. журн. 2018. № 3. С. 20–27. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.3.20

Зеленый защитный пояс в последние годы уничтожается, его заменяют новые элементы урбанизации. Состояние воздушного бассейна – важнейший показатель экологической обстановки. Загрязнение воздуха в г. Алматы является острой экологической проблемой, которая осложняется физико-географическими и природно-климатическими условиями [5, 9].

Морфологические характеристики и физиологическое состояние листовых пластинок растений – очень важный критерий для оценки их пылеулавливающей способности. Вследствие шероховатости ветвей и стволов деревьев и кустарников осаждение пыли на них в несколько раз выше, чем на поверхности листьев. Однако общий объем осаждающихся частиц в основном определяется поглощением листвой [10].

Цель исследований – изучение динамики пылеулавливающей способности листовых пластинок боярышников, произрастающих на контрастных экологических участках г. Алматы.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись 5 видов боярышника (*Crataegus* L.) разного географического происхождения, произрастающих в посадках г. Алматы: среднеазиатские виды – *C. almaatensis* Pojark., *C. altaica* Lge., *C. sanguinea* Pall; дальневосточный вид – *C. dahurica* Koehne; североамериканский вид – *C. douglasii* Lindl.

Отбор образцов проводился согласно административному делению и загрязнению территории г. Алматы. Для исследований были выбраны три контрастных с экологической точки зрения участка, расположенных с юга на север по направлению от гор:

№ 1 – Алмалинский район (центральная часть города; его доля в загрязнении атмосферы составляет 3,00 %);

№ 2 – Жетысуский район (северная часть; 67,53 %);

№ 3 – Бостандыкский район, Главный ботанический сад – ГБС (южная часть, наиболее близкая к горным массивам; 2,60 %) [9].

Следует отметить, что условия произрастания растений в ГБС существенно отличаются от других участков: во-первых, территория сада в экологическом плане менее загрязнена; во-вторых, находится ближе к горным системам Заилийского Алатау, что сказывается на климатических условиях и чистоте воздуха; в-третьих, в саду экоклимат приближен к природным экосистемам (лесная обстановка); в-четвертых, растения этого участка испытывают меньшее антропогенное воздействие в связи с удаленностью от основных магистралей города и ограниченностью посещения; в-пятых, работы по уходу создают благоприятные условия для роста и развития растений. Комплекс перечисленных факторов стал решающим для выбора именно этого участка в качестве эталонного.

Внутри административных районов территория была условно разделена на зоны, характеризующиеся контрастом по антропогенной нагрузке, загрязненности и влиянию факторов среды:

внутриквартальные насаждения – объекты внутриквартального озеленения;

примамгистральные насаждения – объекты, приближенные к основным автомобильным магистралям;

эталонные насаждения – насаждения боярышников, расположенные в ГБС.

Время наблюдений охватывает три сезона (весна, лето, осень), в каждом из которых выбраны месяцы наблюдений: май, июль, сентябрь.

Для получения точных средних данных в опытах с древесными и кустарниковыми видами достаточно 10...40 образцов [7, 8].

Способность различных видов растений отфильтровывать из воздуха пылевидные частицы оценивалась по общепринятым методикам, для определения площади поверхности листьев использовался весовой метод [1, 10]. Цифровая информация обрабатывалась методами математической статистики [4, 6] с применением авторских компьютерных программ [2]. Степень рельефности поверхности листовых пластинок и отложение частиц пыли устанавливалось по снимкам, полученным с помощью аналитического сканирующего электронного микроскопа JSM-6510LA японской фирмы «Jeol» в нанолaborатории инженерного профиля «Электронная микроскопия» Казахского национального аграрного университета.

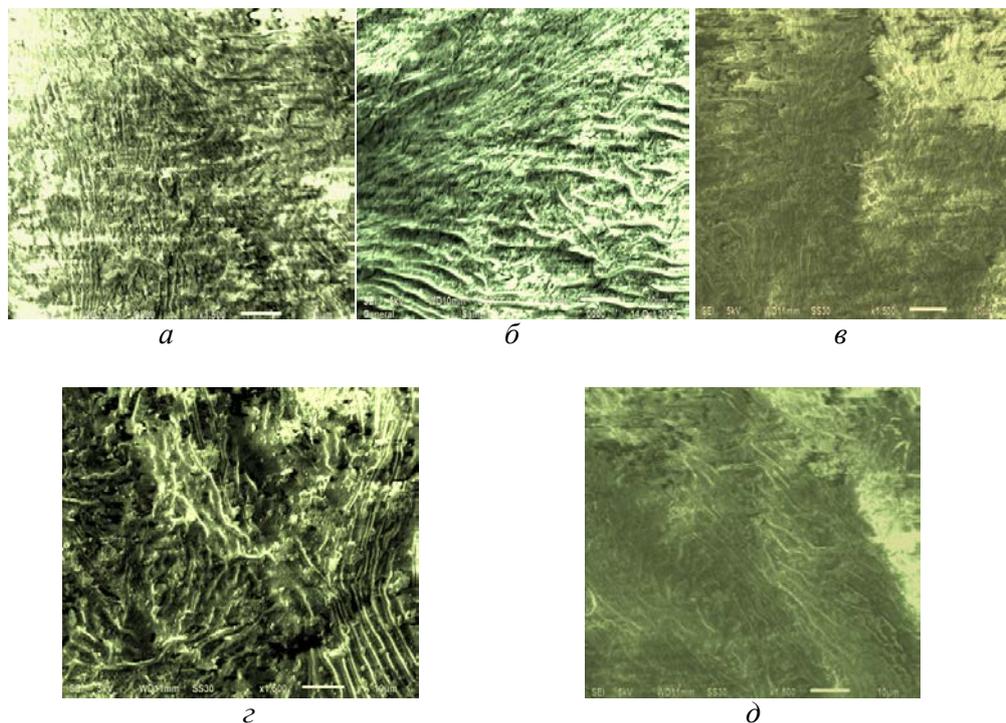
Результаты исследования и их обсуждение

Метеорологические факторы могут оказывать существенное воздействие на частицы, осаждающиеся на листовых пластинках древесных растений. Почвенно-климатические условия г. Алматы способствуют слабому проявлению пыльных бурь, что сказывается на количестве взвешенных частиц. Максимальное число дней с пыльными бурями отмечается в засушливые летние месяцы. При этом преобладает скорость ветра 6...9 м/с, наблюдается кратковременное усиление ветра до 15...17 м/с. Количество осадков в этом районе не меньше, чем в зоне достаточного увлажнения, но своеобразное их распределение и высокий температурный фон теплого периода создают условия засушливости. Значительные осадки чаще выпадают в жидком виде в дневные часы (74 %). Годовая сумма осадков в южной части города почти в 2 раза выше, чем на северных окраинах [5].

Пылеулавливающую способность листовых пластинок боярышника изучали на двух высотах от поверхности земли (1,5 и 3,0 м), что обусловлено низкой средней высотой боярышников. Пробы листьев брали не сразу после дождя, а через 7...10 дней после восстановления солнечной погоды.

Ниже приведены снимки поверхности листовых пластинок 5 видов боярышника, увеличенные в 1500 раз.

По экспериментальным данным пылеулавливающей способности изучаемые виды боярышника можно расположить в следующем порядке: *C. sanguinea* Pall. – *C. altaica* Lge. – *C. dahurica* Koehne – *C. douglasii* Lindl. – *C. almaatensis* Pojark. Лишь в редких случаях *C. altaica* Lge. и *C. dahurica* Koehne меняют положение, уступая друг другу позиции. Факт рельефности и шероховатости *C. sanguinea* Pall., зафиксированный на снимке, объясняет максимальную пылеулавливающую способность этого вида. Однако не всегда большая опушенность и рельефность ассоциируются с более высокой пылеулавливающей способностью. Подтверждением этому является четвертая позиция расположения в убывающем ряду – *C. douglasii* Lindl. Минимальной способностью на фоне остальных обладает *C. almaatensis* Pojark., т. е. можно говорить о том, что и максимумы, и минимумы показателей изучаемого признака принадлежат местным видам.



Рельефность поверхности листовых пластинок боярышника: *a* – *C. almaatensis* Pojark.; *б* – *C. altaica* Lge.; *в* – *C. douglasii* Lindl.; *г* – *C. sanguinea* Pall.; *д* – *C. dahurica* Koehne

Месяцы по убыванию выпадающих осадков располагаются в следующем порядке: май–июль–сентябрь. Количество осадков в весенний период выше по сравнению с остальными периодами. Летние и осенние месяцы отличаются меньшим количеством осадков. Таким образом, минимум пылеулавливающей способности боярышников (см. таблицу) можно отнести к маю, максимум приходится на июль – самый жаркий месяц. Пылеулавливающая способность *C. sanguinea* Pall. по месяцам варьирует в следующих пределах по всем участкам и категориям насаждений: май – 0,91...1,78 г/м², июль – 2,01...4,72 г/м², сентябрь – 1,61...3,94 г/м². У вида с минимальной пылеулавливающей способностью (*C. almaatensis* Pojark.) зафиксированы следующие показатели: май – 0,91...1,44 г/м², июль – 1,81...3,99 г/м², сентябрь – 1,34...3,21 г/м². На двух первых экологических участках влияние изучаемого фактора не имеет значимых разграничений и сильных колебаний. В сравнении же с эталонным участком разница в среднем 1,8–1,9 раза, т. е. количество осевшей пыли на листовых пластинках боярышников ГЭС значительно меньше. Годовая сумма осадков в южной части города, где и располагаются эталонные насаждения, почти в 2 раза выше, чем в северной [5]. Так, в этих насаждениях пылеулавливающая способность по месяцам для *C. almaatensis* Pojark. в мае, июле и сентябре составляла 0,72; 1,81 и 1,34 г/м²; для *C. sanguinea* Pall. – соответственно 0,91; 2,01 и 1,61 г/м². Эта же тенденция сохранялась и по сезонам, и по изучаемым видам.

Пылеулавливающая способность ($г/м^3$) листовых пластинок боярышников

Участок	Видовое название	Высота от поверхности земли, м						
		1,5			3,0			
		Май	Июль	Сентябрь	Май	Июль	Сентябрь	
№ 1	<i>Primaгистральные насаждения</i>	<i>C. almaatensis</i> Pojark.	1,39±0,02	3,96±0,07	3,11±0,03	1,30±0,03	3,21±0,05	3,02±0,04
		<i>C. altaica</i> Lge.	1,56±0,03	4,27±0,04	3,47±0,07	1,45±0,04	3,51±0,05	3,33±0,06
		<i>C. sanguinea</i> Pall.	1,78±0,04	4,72±0,07	3,59±0,09	1,62±0,04	3,98±0,08	3,66±0,08
		<i>C. dahurica</i> Koehne	1,56±0,03	4,24±0,04	3,46±0,06	1,42±0,03	3,47±0,05	3,47±0,05
		<i>C. douglasii</i> Lindl.	1,61±0,04	4,53±0,07	3,51±0,07	1,56±0,04	3,86±0,04	3,61±0,06
	<i>Внутриквартальные насаждения</i>	<i>C. almaatensis</i> Pojark.	1,02±0,02	2,61±0,05	1,87±0,04	1,02±0,02	2,16±0,04	1,73±0,05
		<i>C. altaica</i> Lge.	1,20±0,03	2,91±0,04	1,89±0,05	1,08±0,03	2,34±0,04	1,79±0,04
		<i>C. sanguinea</i> Pall.	1,22±0,03	3,84±0,06	2,17±0,04	1,12±0,03	2,91±0,04	2,07±0,04
		<i>C. dahurica</i> Koehne	1,14±0,02	3,51±0,07	1,92±0,04	1,07±0,03	2,47±0,03	1,84±0,04
		<i>C. douglasii</i> Lindl.	1,18±0,02	3,62±0,05	2,07±0,05	1,14±0,02	2,88±0,05	1,96±0,05
№ 2	<i>Primaгистральные насаждения</i>	<i>C. almaatensis</i> Pojark.	1,44±0,02	3,99±0,08	3,21±0,12	1,31±0,03	3,73±0,05	3,06±0,06
		<i>C. altaica</i> Lge.	1,63±0,03	4,16±0,04	3,86±0,07	1,39±0,03	3,87±0,05	3,61±0,06
		<i>C. sanguinea</i> Pall.	1,75±1,66	4,61±0,06	3,94±0,04	1,66±0,04	4,51±0,08	3,71±0,08
		<i>C. dahurica</i> Koehne	1,66±0,03	4,36±0,09	3,88±0,04	1,42±0,04	3,93±0,05	3,53±0,06
		<i>C. douglasii</i> Lindl.	1,68±0,04	4,48±0,07	4,02±0,05	1,57±0,04	4,44±0,07	3,70±0,05
	<i>Внутриквартальные насаждения</i>	<i>C. almaatensis</i> Pojark.	1,13±0,02	2,54±0,07	1,92±0,03	1,03±0,03	2,45±0,07	1,92±0,03
		<i>C. altaica</i> Lge.	1,18±0,03	3,04±0,05	2,11±0,04	1,10±0,03	2,83±0,04	2,02±0,05
		<i>C. sanguinea</i> Pall.	1,32±0,04	3,76±0,05	2,27±0,04	1,21±0,03	3,11±0,05	2,11±0,03
		<i>C. dahurica</i> Koehne	1,24±0,03	3,44±0,04	2,05±0,05	1,08±0,03	2,83±0,04	1,97±0,05
		<i>C. douglasii</i> Lindl.	1,21±0,03	3,52±0,04	2,31±0,04	1,16±0,03	3,06±0,05	2,09±0,06
№ 3	<i>Эталонные насаждения</i>	<i>C. almaatensis</i> Pojark.	0,72±0,02	1,81±0,04	1,34±0,03	0,68±0,01	1,58±0,03	1,13±0,03
		<i>C. altaica</i> Lge.	0,84±0,02	1,93±0,03	1,45±0,04	0,71±0,02	1,66±0,05	1,22±0,03
		<i>C. sanguinea</i> Pall.	0,91±0,02	2,01±0,05	1,61±0,04	0,84±0,02	1,72±0,03	1,35±0,03
		<i>C. dahurica</i> Koehne	0,86±0,02	1,84±0,03	1,48±0,04	0,75±0,02	1,59±0,03	1,18±0,03
		<i>C. douglasii</i> Lindl.	0,81±0,02	2,03±0,04	1,74±0,03	0,79±0,05	1,80±0,04	1,29±0,03

Абсолютное воздействие можно отметить и по категориям насаждений. В примагистральных посадках огромное влияние оказывает автотранспорт. Минимум накопления пыли в самом засушливом летнем месяце (июль) варьирует в следующем диапазоне: примагистральные – 3,96...4,72 г/м², внутриквартальные – 2,54...3,84 г/м². Разница между максимумами – 1,2 раза, между минимумами – 1,6 раза.

Степень изменчивости уровня пылеулавливающей способности боярышников для всех трех экспериментальных площадок по шкале уровней изменчивости коэффициентов вариации С.А. Мамаева оценивается как очень низкая и низкая. Точность опыта не превышает 5 %-й уровень во всех наблюдениях. При рассмотрении лимитных значений признака следует указать, что максимум принадлежит *C. sanguinea* Pall., минимум – *C. almaatensis* Pojark. (оба образца местные). Эта тенденция прослеживается практически по всем направлениям исследований.

Высокая пылеулавливающая способность невысоких деревьев и кустарников, в число которых входит и боярышник, связана с тем, что наибольшее количество частиц пыли обычно выпадает именно на высоте 1,5...2,0 м, за исключением дней с пыльными бурями [3, 10].

Заключение

Все изученные виды боярышника обладают шероховатыми листовыми пластинками, но лидером оказался аборигенный вид *C. sanguinea* Pall. Максимумы и минимумы показателей пылеулавливающей способности боярышников принадлежат местным видам. Установлено, что этот показатель увеличивается к концу вегетации. Максимальное осаждение пыли на поверхности листовых пластинок было отмечено в наиболее засушливом месяце наблюдений – июле. Наибольший экологический прессинг испытывают боярышники, произрастающие вдоль автомобильных магистралей.

Следует учитывать, что для городских растений при определении осаждения пыли на листовые пластинки необходимо оценивать не только площадь кроны, но и физиологическое состояние дерева.

Выявленная санитарно-гигиеническая роль боярышников, основанная на их высокой пылеулавливающей способности, позволяет включить эти виды в перечень растений для озеленения городских урбанизированных территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вигоров Л.И. Практикум по физиологии древесных растений. М.: Высш. шк., 1961. 148 с.
2. Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Компьютерные программы «Биометрия», «Дисперсия», «Корреляция» на электронных носителях. Алматы, 2007.
3. Кентбаева Б.А. Научно-методические основы мониторинга биологической устойчивости и экологической роли древесных растений в условиях г. Алматы (на примере представителей рода *Crataegus* L.): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Алматы, 2010. 53 с.
4. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: тр. Института экологии растений и животных. Свердловск: РИС Урал. фил. АН СССР, 1969. Вып. 64. С. 3–38.
5. Основные положения ведения лесного хозяйства Алма-Атинской области. Алма-Ата: КазНИИЛХиА, 1985. С. 13–54.

6. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ, 1970. 367 с.
7. Прохоров И.А., Потапов С.П. Практикум по селекции и семеноводству овощных и плодовых культур. М.: Колос, 1975. 304 с.
8. Ромедер Э., Шенбах Г. Генетика и селекция лесных пород. М.: Сельхозгиз, 1962. 268 с.
9. Установление целевых показателей загрязнения атмосферного воздуха в г. Алматы: заключительный отчет управления природных ресурсов и охраны окружающей среды акимата г. Алматы / Республиканский научно-производственный и информационный центр «Казэкология». Алматы, 2008. 197 с.
10. Чернышенко О.В. Поглощительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города: автореф. ... дис. д-ра биол. наук. М., 2001. 36 с.

Поступила 06.03.18

UDC 634.17:581.112.4

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.3.20

Dust-Catching Capacity of the Hawthorn Leaf Blade

B.A. Kentbaeva, *Doctor of Biological Sciences, Professor*

Kazakh National Agrarian University, pr. Abaya, 8, Almaty, 050010, Republic of Kazakhstan; e-mail: kentbayeva@mail.ru

The state of the air basin is an important indicator of the ecological well-being of megacities. Almaty has been considered as one of the most greened large cities. However, an increase in the man-made load, population, and territory of the city, as well as construction and economic growth have a strong impact on the ecological situation. The green belt has been destroyed in recent years, and is replaced by new elements of urbanization. The goal of research is to study the dynamics of the dust-catching capacity of leaf blades of 5 hawthorn species used for planting in Almaty. Based on the administrative division, three contrasting ecological sites, located from the south to the north in the direction from the mountains, are selected for the research. Inside the plots the territory is conditionally divided into zones characterized by the contrast of the anthropogenic load, the level of pollution and the influence of environmental factors. Hawthorn leaf blades generally have a rough surface, which implies a high dust-catching capacity of these plants. Seasonal dynamics of the hawthorn dust-catching capacity of two ecological sites in comparison with the reference site is 1.8–1.9 times less. Experimental data demonstrates that the dust-catching capacity of hawthorn leaves increases by the end of the vegetation period. Absolute impact can be noted by a category of plantation. When considering limit characteristic values, we should indicate the maximum belonging to *C. sanguinea* Pall. The degree of variability in the level of the dust-catching capacity of hawthorn in the two experimental plots is estimated as very low and low in comparison with the standard zone.

Keywords: hawthorn, leaf blade, dust-catching capacity, block green belt, roadside plantation.

REFERENCES

1. Vigorov L.I. *Praktikum po fiziologii drevesnykh rasteniy* [Workshop on Woody Plant Physiology]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1961. 148 p. (In Russ.)

For citation: Kentbaeva B.A. Dust-Catching Capacity of the Hawthorn Leaf Blade. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2018, no. 3, pp. 20–27. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.3.20

-
2. Kentbaev E.Zh., Kentbaeva B.A. *Komp'yuternye programmy «Biometriya», «Dispersiya», «Korrelyatsiya» na elektronnykh nositelyakh* [Computer Programs “Biometrics”, “Dispersion”, “Correlation” on Electronic Media]. Almaty, 2007. (In Russ.)
3. Kentbaeva B.A. *Nauchno-metodicheskie osnovy monitoringa biologicheskoy ustoychivosti i ekologicheskoy roli drevesnykh rasteniy v usloviyakh g. Almaty (na primere predstaviteley roda Crataegus L.): avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk* [Research and Methodological Bases of Monitoring of Biological Stability and Ecological Role of Woody Plants in the Almaty City (the Case of the Genus *Crataegus* L. Representatives): Dr. Biol. Sci. Diss. Abs.]. Almaty, 2010. 53 p.
4. Mamaev S.A. O problemakh i metodakh vnutrividovoy sistematiki drevesnykh rasteniy. II. Amplituda izmenchivosti [On the Problems and Methods of the Intraspecific Systematics of Woody Plants. II. Amplitude of Variability]. *Zakonomnosti formoobrazovaniya i differentsiatsii vida u drevesnykh rasteniy: tr. Instituta ekologii rasteniy i zhivotnykh* [Regularities of Intermutation and Species Differentiation in Woody Plants: Proc. Institute of Plant and Animal Ecology]. Sverdlovsk, Ural Branch AS USSR Publ., 1969, no. 64, pp. 3–38. (In Russ.)
5. *Osnovnye polozheniya vedeniya lesnogo khozyaystva Alma-Atinskoy oblasti* [Fundamental Principles of Forest Management in the Alma-Ata Region]. Alma-Ata, KazSRIFA Publ., 1985, pp. 13–54. (In Russ.)
6. Plokhinskiy N.A. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, MSU Publ., 1970. 367 p. (In Russ.)
7. Prokhorov I.A., Potapov S.P. *Praktikum po seleksii i semenovodstvu ovoshchnykh i plodovykh kul'tur* [Workshop on Selection and Seed Production of Vegetable and Fruit Crops]. Moscow, Kolos Publ., 1975. 304 p. (In Russ.)
8. Rohmeder E., Schönbach H. *Genetik und Züchtung der Waldbäume*. Hamburg; Berlin, Verlag Paul Parey, 1959. 338 s.
9. Ustanovlenie tselevykh pokazateley zagryazneniya atmosfernogo vozdukha v g. Almaty [Targeted Indicators of Air Pollution Indices in the Almaty City]. *The Final Report of the Department of Natural Resources and Environmental Protection of the Akimat of Almaty, "Republican Research and Production and Information Center "Kazecology"*. Almaty, 2008. 197 p. (In Russ.)
10. Chernyshenko O.V. *Poglotitel'naya sposobnost' i gazoustoychivost' drevesnykh rasteniy v usloviyakh goroda: avtoref. ... dis. d-ra biol. nauk* [Absorption Capacity and Gas Resistance of Woody Plants Under Urban Conditions: Dr. Biol. Sci. Diss.]. Moscow, 2001. 36 p.

Received on March 06, 2018
