

## ПЛОЩАДЬ И МАССА ЛИСТЬЕВ ДЕРЕВЬЕВ В НАСАЖДЕНИЯХ Г. БУЗУЛУКА ПРИ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

М.А. Щебланова, Е.Н. Носова

Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет», Россия, Бузулук  
e-mail: m.shcheblanova@bgti.ru

Растения являются чувствительными индикаторами состояния окружающей среды. Благодаря способности листьев к изменчивости под нарастающим влиянием антропогенного фактора, по их морфометрии возможно оценить степень загрязнения природной среды. Изучение влияния условий произрастания на изменение площади листьев древесных насаждений на территории города Бузулука показало, что листовые пластинки достаточно чувствительны к наличию поллютантов в среде.

*Ключевые слова:* листовая пластинка, поллютанты, древесные насаждения, озеленение.

### Введение

Лист является частью побеговой системы растения. Благодаря процессам фотосинтеза, транспирации он тесно связан с функционированием растения. Совокупность экологических факторов обеспечивает наличие определенной экологической ниши, которая является необходимым вектором к выработке той или иной адаптации у растения, прежде всего на уровне листовых пластинок. Данное явление приводит к формированию листьев различных по размерам (с одинаковой геометрической формой) или по геометрической форме (одного размера). Подобные различия могут быть выработаны на уровне проявлений онтогенеза или же под действием условий внешней среды в присутствии поллютантов [1, 2].

Бузулук относится к числу городов с наибольшей аэрогенной нагрузкой на единицу населения и площади (56 тонн на 1 км<sup>2</sup> и 30 кг на 1 жителя). Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу по области от стационарных и передвижных источников в 2022 году составил 551,42 тыс. тонн.

Значительный вклад в загрязнение воздушного бассейна вносят выбросы от автомобильного транспорта. Объем выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников в 2022 году составил 99,42 тыс. тонн.

Приоритетными веществами, которые определяют степень загрязнения воздушной среды города, являются бенз(а)пирен, взвешенные вещества (пыль), диоксид серы, оксид углерода, фенол, диоксид азота, сероводород, свинец, формальдегид, этилбензол [3].

### Материалы и методы

В соответствии с целью проведения сравнительного анализа показателей листьев на участках с разной интенсивностью автомобильного движения в г. Бузулуке (рис. 1) были изучены морфометрические показатели листовых пластинок (площадь, масса) наиболее часто используемых для озеленения видов древесных насаждений [3].

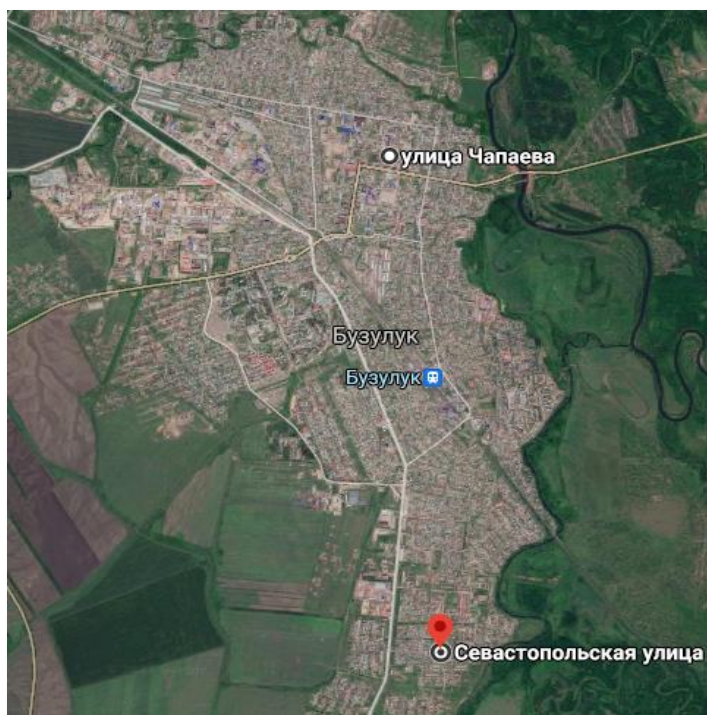


Рисунок 1 – Местонахождение участков проведения исследований на территории города Бузулука: улица Чапаева – загрязненная зона; улица Севастопольская – условно чистая зона

Во время проведения исследований была выполнена оценка автотранспортной нагрузки. В результате выявлено, что усредненная интенсивность движения за неделю на улице Чапаева (условно загрязненная зона) составила 198 автомобилей в час, из них 10 грузовых, остальные легковые. Усредненная автотранспортная нагрузка на улице Севастопольская (условно чистая зона) составила 49 машин в час, из них 1 грузовая, остальные легковые.

В качестве объектов были определены следующие виды деревьев: *Ulmus parvifolia*, *Betula pendula*, *Tilia platyphyllos*, *Populus alba*. Для анализа отбирали по 5 образцов каждого вида (400 листовых пластинок), примерно одинакового возраста и произрастающие на расстоянии 1,5 м от автомобильной дороги.

Статистическая обработка данных проведена с использованием программы «Statistica 10».

### Результаты и обсуждение

**Площадь листовых пластинок.** Площадь листовых пластинок *Ulmus parvifolia* в загрязненных условиях изменяется в пределах 30-36 см<sup>2</sup> (рис. 2), размах вариации составил 6 единиц. Показатель медианы – 32 см<sup>2</sup>. Коэффициент вариации 7,16 %, что свидетельствует о средней вариабельности признака. В условно чистой зоне данный показатель меняется от 40 до 52 см<sup>2</sup> и размах вариации 12 единиц. Медиана выборки – 45 см<sup>2</sup>. Коэффициент вариации составил 7,81 %, что свидетельствует о средней вариабельности признака. Критерий Фишера при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  равен 2,24, что указывает на достоверность различий между дисперсиями выборок.

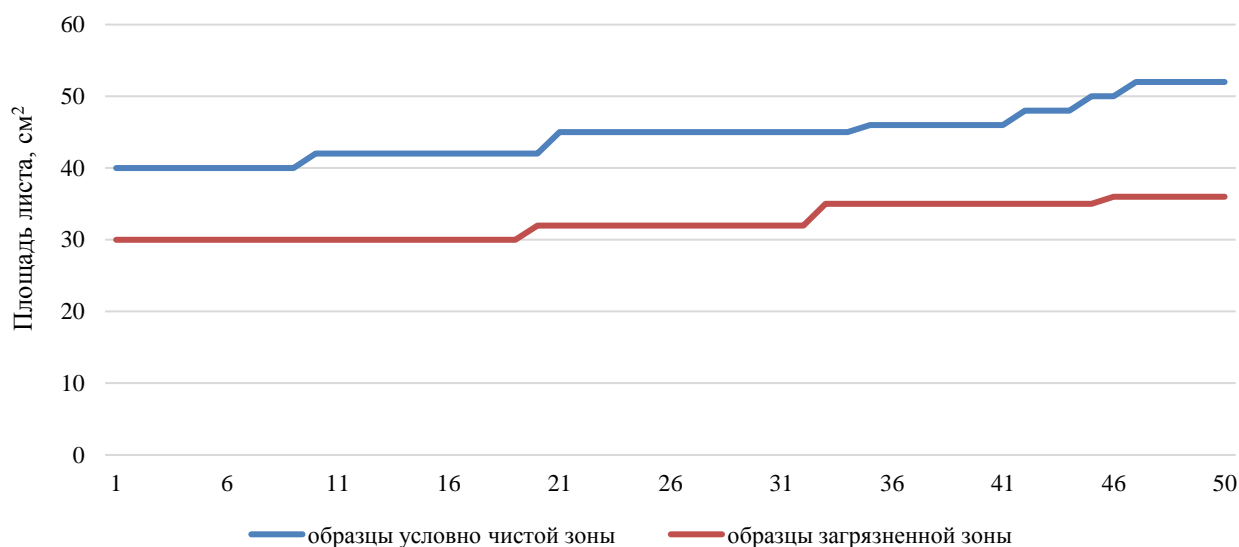


Рисунок 2 – Усредненные показатели площади листовых пластинок *Ulmus parvifolia*, произрастающего в различных экологических условиях

Площадь листовых пластинок *Betula pendula* в загрязненных условиях варьирует в пределах 60-77 см<sup>2</sup> (рис. 3), размах вариации составил 17 единиц. Показатель медианы равен 66 см<sup>2</sup>. Коэффициент вариации 7,03 %, что свидетельствует о средней вариабельности признака. В условно чистой зоне данный показатель меняется от 63 до 90 см<sup>2</sup> и размах вариации 27 единиц. Значение медианы – 72 см<sup>2</sup>. Коэффициент вариации 10,0 %, что свидетельствует о средней вариабельности признака. Критерий Фишера составил 2,51, что указывает на достоверность различий между дисперсиями выборок.

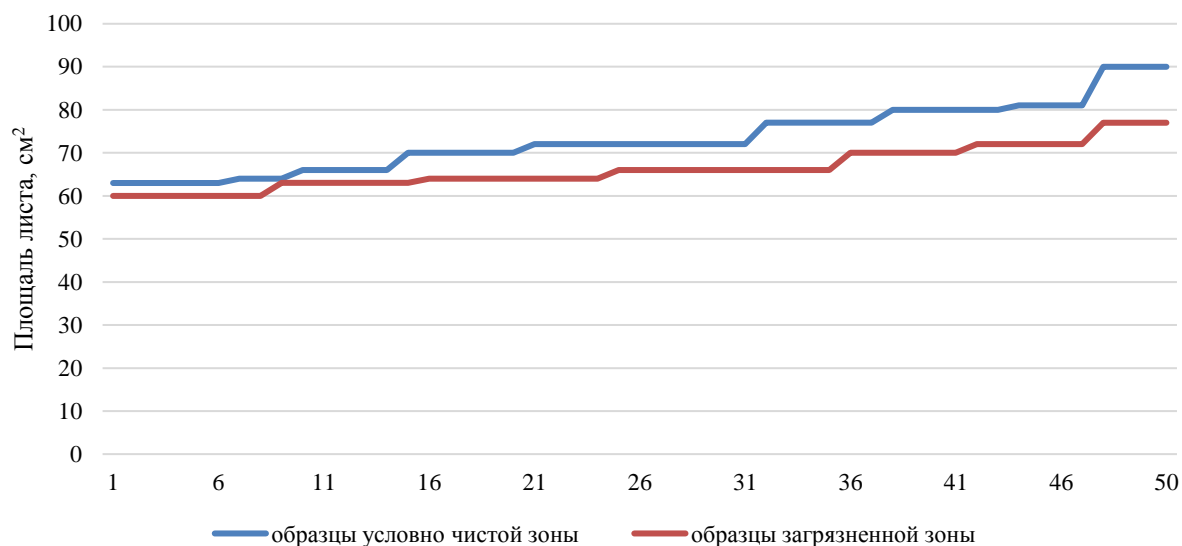


Рисунок 3 – Усредненные показатели площади листовых пластинок *Betula pendula*, произрастающей в различных экологических условиях

Площадь листовых пластинок *Tilia platyphyllos* в загрязненных условиях варьирует в пределах 84-94 см<sup>2</sup> (рис. 4), размах вариации составил 10 единиц. Показатель медианы – 89 см<sup>2</sup>. Коэффициент вариации для выборки 5,94 %, что свидетельствует о средней вариабельности признака. В условно чистой зоне данный показатель меняется от 88 до 128 см<sup>2</sup> и размах вариации 40 единиц. Медиана выборки – 100 см<sup>2</sup>. Коэффициент вариации составил 14,1, что

свидетельствует высокой вариабельности признака. Критерий Фишера равен 8,39, что указывает на достоверность различий между дисперсиями выборок.

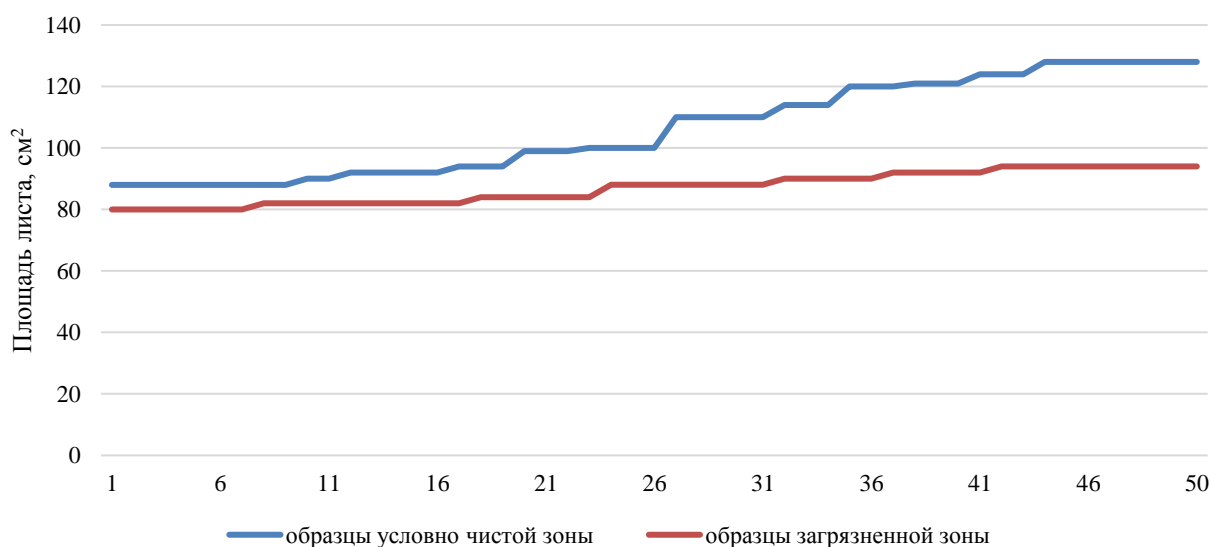


Рисунок 4 – Усредненные показатели площади листовых пластинок *Tilia platyphyllos*, произрастающей в различных экологических условиях

Площадь листовых пластинок *Populus alba* в загрязненных условиях варьирует в пределах 63-86 см<sup>2</sup> (рис. 5), размах вариации составил 23 единиц. Показатель медианы – 74,5 см<sup>2</sup>. Коэффициент вариации 10,0 %, что свидетельствует о средней вариабельности признака. В условно чистой зоне данный показатель меняется от 80 до 99 см<sup>2</sup> и размах вариации 19 единиц. Медиана выборки – 90 см<sup>2</sup>. Коэффициент вариации 6,98 %, что свидетельствует о средней вариабельности признака. Критерий Фишера – 1,72, что указывает на достоверность различий между дисперсиями выборок.

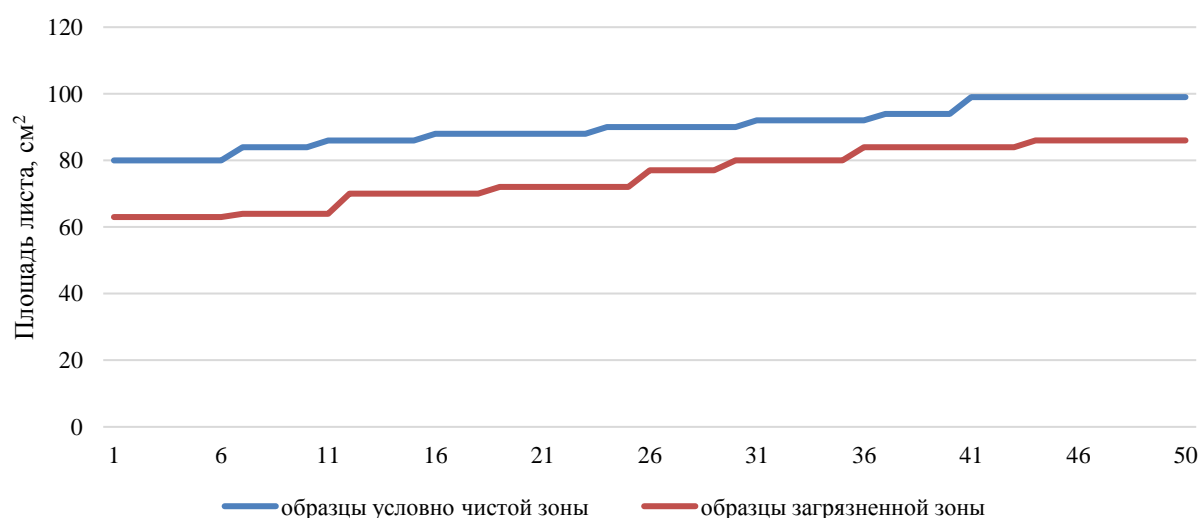


Рисунок 5 – Усредненные показатели площади листовых пластинок *Populus alba*, произрастающей в различных экологических условиях

**Масса листовых пластинок.** Масса листовых пластинок *Ulmus parvifolia* в загрязненных условиях варьирует в пределах 0,07-0,04 г (рис. 6), размах вариации – 0,03 единицы. Показатель медианы равен 0,05 г. Коэффициент вариации составил 20,2 %, что свидетельствует о высокой вариабельности признака. В условно чистой зоне данный

показатель меняется от 0,11 до 0,17 г, размах вариации – 0,06 единиц. Медиана выборки – 0,13 г. Коэффициент вариации 13,38%, что свидетельствует о высокой вариабельности признака. Критерий Фишера составил 2,91, что указывает на достоверность различий между дисперсиями выборок.

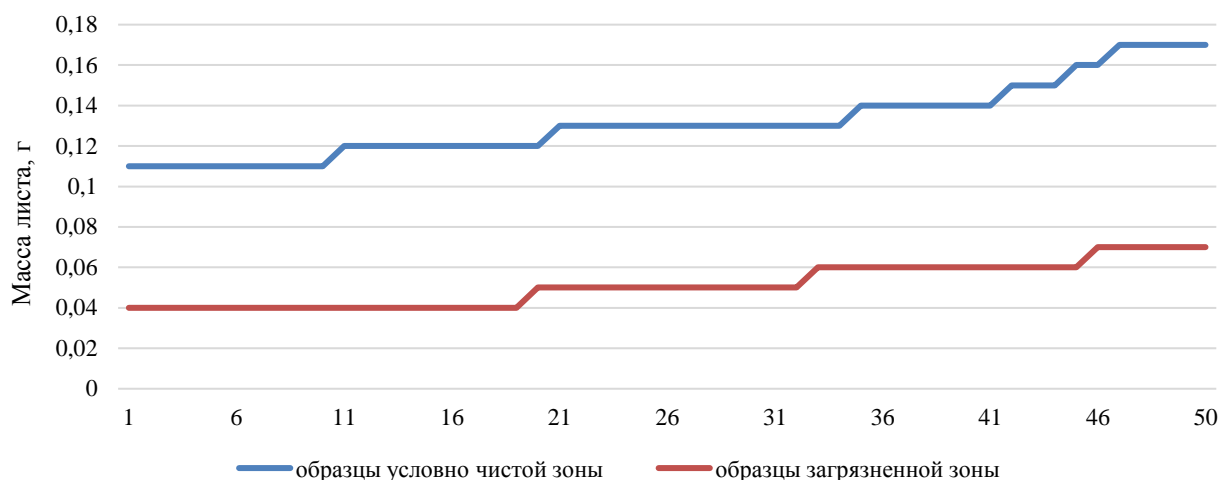


Рисунок 6 – Усредненные показатели массы листовых пластинок *Ulmus parvifolia*, произрастающего в различных экологических условиях

Масса листовых пластинок *Betula pendula* в загрязненных условиях варьирует в пределах 0,1-0,16 г (рис. 7), размах вариации – 0,06 единицы. Показатель медианы составил 0,13 г. Коэффициент вариации 14 %, что свидетельствует о высокой вариабельности признака. В условно чистой зоне данный показатель меняется от 0,11 до 0,19 г, размах вариации – 0,08 единиц. Медиана выборки – 0,15 г. Коэффициент вариации 15,5 %, что свидетельствует о высокой вариабельности признака. Критерий Фишера составил 1,65, что указывает на достоверность различий между дисперсиями выборок.

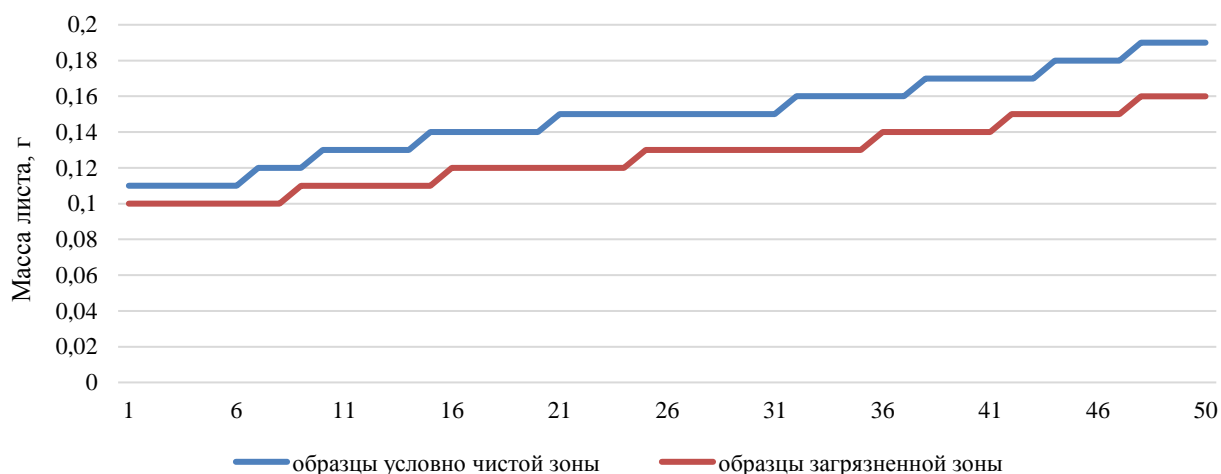


Рисунок 7 – Усредненные показатели массы листовых пластинок *Betula pendula*, произрастающей в различных экологических условиях

Масса листовых пластинок *Tilia platyphyllos* в загрязненных условиях варьирует в пределах 0,13-0,19 г (рис. 8), размах вариации составил 0,06 единицы. Показатель медианы – 0,16 г. Коэффициент вариации 13 %, что свидетельствует о высокой вариабельности признака. В условно чистой зоне данный показатель меняется от 0,16 до 0,27 г, размах вариации 0,11 единиц. Медиана выборки – 0,21 г. Коэффициент вариации – 18 %, что свидетельствует о

высокой вариабельности признака. Критерий Фишера составил 3,41, что указывает на достоверность различий между дисперсиями выборок.

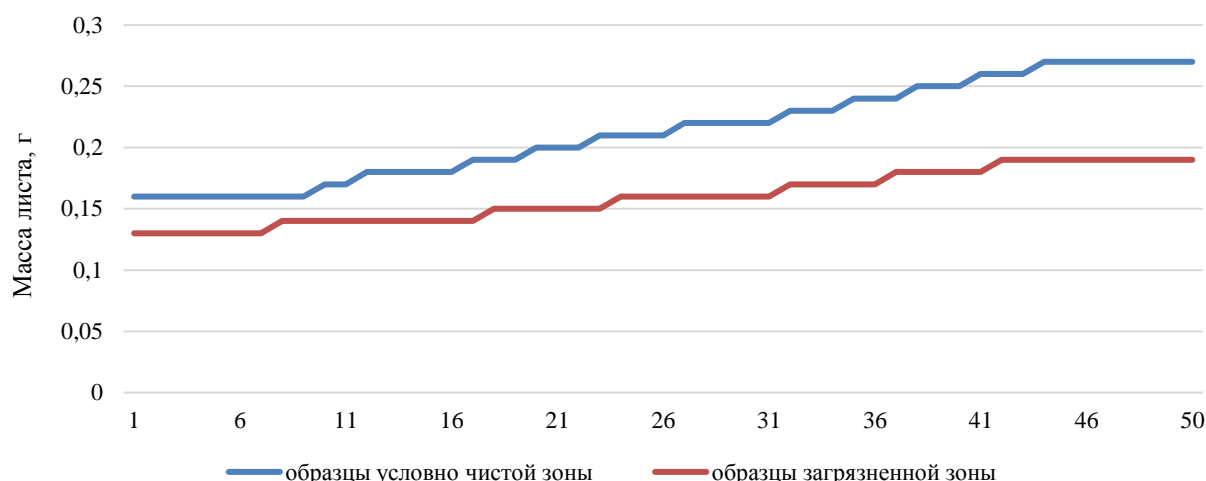


Рисунок 8 – Усредненные показатели массы листовых пластинок *Tilia platyphyllos*, произрастающей в различных экологических условиях

Масса листовых пластинок *Populus alba* в загрязненных условиях варьирует в пределах 0,12-0,23 г (рис. 9), размах вариации – 0,11 единицы. Показатель медианы – 0,155 г. Коэффициент вариации 18 %, что свидетельствует о высокой вариабельности признака. В условно чистой зоне данный показатель меняется от 0,17 до 0,24 г, размах вариации 0,07 единиц. Медиана выборки – 0,21 г. Коэффициент вариации 11 %, что свидетельствует о высокой вариабельности признака. Критерий Фишера составил 1,61, что указывает на достоверность различий между дисперсиями выборок.

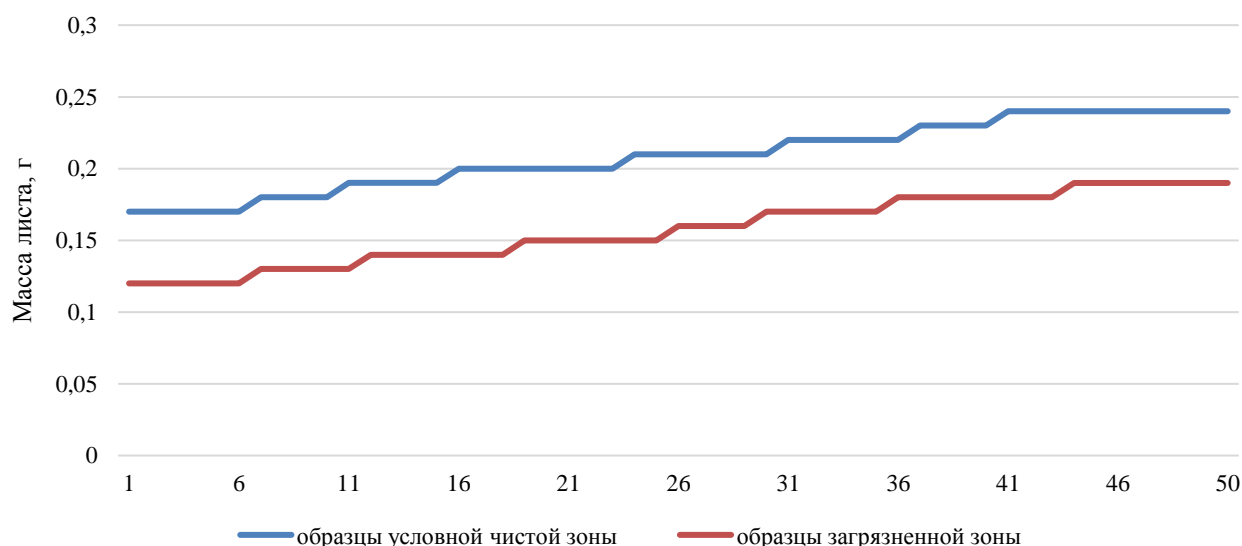


Рисунок 9 – Усредненные показатели массы листовых пластинок *Populus alba*, произрастающей в различных экологических условиях

Полученные результаты свидетельствуют о наличии различий встречаемости листовых пластинок по площадным показателям и показателям массы в зависимости от экологических условий произрастания растения.

Как и другие авторы [4, 5, 6, 7], мы можем констатировать, что адаптация изученных видов к антропогенной среде проявляется на морфологическом уровне и в разной степени

выражена у конкретных видов. Это позволяет судить об устойчивости изучаемых растительных видов к факторам произрастания при наличии техногенного загрязнения.

Результаты исследований показывают, что изменения площади и массы листьев растений на дорогах с разной интенсивностью движения характеризуются различным уровнем варьирования. Так, варьирование площади листа *Ulmus parvifolia* и *Betula pendula* не превышает 10 % в различных экологических условиях. Этот же показатель для *Tilia platyphyllos*, достигает 14,1 % в условно чистой зоне и снижается до 5,94 в загрязненной. Для *Populus alba* также характерен большой разброс коэффициента вариации для загрязненной зоны – 10 %, в условно чистой зоне – 6,98.

Анализ полученных данных позволяет отметить, что в условиях загрязненной зоны площадь листа варьирует меньше, чем в условно чистых, расхождение показателей незначительно. Подобное явление возможно объяснить снижением антропогенной нагрузки. Данные результаты, возможно подтвердить рядом работ, где указывается, что морфометрический анализ листьев позволяет выделить различные типы изменения в формировании пластинки листа в условиях городской среды в зависимости от разной техногенной нагрузки [4, 5, 7].

### Выводы

Фактический материал, полученный в результате проведенных исследований, позволил выполнить сравнительный анализ по оценке влияния экологических условий произрастания на изменение площади и массы листовых пластинок древесных насаждений на территории г. Бузулука.

Выявлено, что в условиях загрязненной зоны площадь листа чаще принимает относительно одинаковое значение, расхождение показателей незначительно. Среди исследованных видов наименьшей изменчивостью площади листа отличается *Ulmus parvifolia* и *Betula pendula*. Для *Tilia platyphyllos* и *Populus alba* зафиксированы наибольшие отличия коэффициента вариации для показателя площади листовой пластинки в условиях интенсивного и неинтенсивного автомобильного движения.

Высокая вариабельность признака характерна для усредненных показателей массы листовых пластинок всех растений, произрастающих как в загрязненных условиях, так и условно чистых.

Полученные данные указывают на то, что среди видов растений, максимальной устойчивостью на уровне листа характеризуются *Ulmus parvifolia* и *Betula pendula*. Для данных видов наблюдается небольшие расхождения показателей в условно чистой и загрязненной зонах города.

Установлено, что городская среда характеризуется наличием специфических экологических условий (в том числе наличие разного рода поллютантов), которые вызвали снижение площадных характеристик и массы листьев исследуемых древесных растений в загрязненных зонах с высокой интенсивностью автомобильного движения по сравнению с территориями с низкой интенсивностью автомобильного движения (условно чистая среда).

### Список литературы

1. Андреева М.В. Оценка состояния окружающей среды в насаждениях в зонах промышленных выбросов с помощью растений-индикаторов // Вестник КФУ. 2007. № 1. С. 10-26.
2. Хикматуллина Г.Р. Сравнительный анализ морфологических параметров листьев древесных растений в условиях урбанизированной среды // Вестник КФУ. 2013. № 1. С. 31-54.
3. Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области, 2022. URL: <https://mprg.org.ru/ecology/129/> (дата обращения: 18.07.22).

4. Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю. Ксерофитизация листьев древесных растений как показатель загрязнения атмосферного воздуха (на примере г. Кемерово) // Лесной журнал (Изв. высш. учеб. заведений). 2002. № 3. С. 29-33.

5. Хикматуллина Г.Р. Сравнение морфологических признаков листа *Betula pendula* в условиях урбаноcреды // Вестник Удмуртского университета. 2013. № 2. С. 48-56.

6. Убаева Р.Ш. Эколого-морфологические особенности изменения листьев древесно-кустарниковых растений г. Грозного при воздействии токсикантов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Махачкала, 2004. 24 с.

7. Хузина Г.Р. Влияние урбаноcреды на морфометрические показатели листа березы повислой (*Betula pendula* Roth) // Вестник Удмуртского университета. 2010. № 3. С. 53-57.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 21.09.2023

Принята к публикации 11.06.2024

## AREA AND WEIGHT OF TREE LEAVES IN PLANTINGS OF BUZULUK AT DIFFERENT VEHICLE TRAFFIC INTENSITY

**M. Shcheblanova, E. Nosova**

Buzuluk humanitarian and technological institute (branch) of the federal state budgetary educational institution of higher education "Orenburg State University", Russia, Buzuluk  
e-mail: m.shcheblanova@bgti.ru

Plants are sensitive indicators of environmental conditions. Due to the ability of leaves to change under the increasing influence of anthropogenic factors, it is possible to assess the degree of pollution of the natural environment by leaves morphology. A study of the influence of growing conditions on changes in the area of leaves of tree plantations in the city of Buzuluk showed that leaf blades are quite sensitive to the presence of pollutants in the environment.

*Key words:* leaf blade, pollutants, tree plantations, landscaping.

### References

1. Andreeva M.V. Otsenka sostoyaniya okruzhayushchei sredy v nasazhdeniyakh v zonakh promyshlennykh vybrosov s pomoshch'yu rastenii-indikatorov. Vestnik KFU. 2007. N 1. S. 10-26.

2. Khikmatullina G.R. Sravnitel'nyi analiz morfologicheskikh parametrov list'ev drevesnykh rastenii v usloviyakh urbanizirovannoi sredy. Vestnik KFU. 2013. N 1. S. 31-54.

3. Ministerstvo prirodnnykh resursov, ekologii i imushchestvennykh otnoshenii Orenburgskoi oblasti. Gosudarstvennyi doklad o sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Orenburgskoi oblasti, 2022. URL: <https://mpr.orb.ru/ecology/129/> (data obrashcheniya: 18.07.22).

4. Neverova O.A., Kolmogorova E.Yu. Kserofitizatsiya list'ev drevesnykh rastenii kak pokazatel' zagryazneniya atmosfernogo vozdukha (na primere g. Kemerovo). Lesnoi zhurnal (Izv. vyssh. ucheb. zavedenii). 2002. N 3. S. 29-33.

5. Khikmatullina G.R. Sravnenie morfologicheskikh priznakov lista *Betula pendula* v usloviyakh urbanosredy. Vestnik Udmurtskogo universiteta. 2013. N 2. S. 48-56.

6. Ubaeva R.Sh. Ekologo-morfologicheskie osobennosti izmeneniya list'ev drevesno-kustarnikovyykh rastenii g. Groznogo pri vozdeistvii toksikantov: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Makhachkala, 2004. 24 s.



7. Khuzina G.R. Vliyanie urbanosredy na morfometricheskie pokazateli lista berezy povisloi (Betula pendula Roth). Vestnik Udmurtskogo universiteta. 2010. N 3. S. 53-57.

**Сведения об авторах:**

Щебланова Марина Александровна

К.б.н., доцент кафедры биоэкологии и техносферной безопасности, Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет»

ORCID 0000-0001-7973-1444

Shcheblanova Marina

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Bioecology and Technosphere Safety, Buzuluk Humanitarian and Technological Institute (Branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State University"

Носова Екатерина Николаевна

Студент, Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Nosova Ekaterina

Student, Buzuluk Humanitarian and Technological Institute (Branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orenburg State University"

**Для цитирования:** Щебланова М.А., Носова Е.Н. Площадь и масса листьев деревьев в насаждениях г. Бузулука при разной интенсивности автомобильного движения // Вопросы степеведения. 2024. № 2. С. 58-66. DOI: 10.24412/2712-8628-2024-2-58-66