


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ  
КАФЕДРА БИОЭКОЛОГИИ, ГИГИЕНЫ И ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ  
Направление: 06.04.01 - биология  
Профиль - Биоэкология и охрана природы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ  
ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕКОТОРЫХ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ  
Г.КАЗАНИ


Работа завершена:

«10» 06 2019 г.  (Г. И. Биалалова)

Работа допущена к защите:

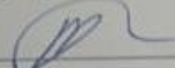
Научный руководитель

кандидат биологических наук, доцент

«10» 06 2019 г.  (Н.С. Архипова)

Заведующий кафедрой

доктор биологических наук, профессор

«10» 06 2019 г.  (И.И. Рахимов)

Казань – 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	6
1.1 Экологическая характеристика городской среды	6
1.2 Изменчивость и пластичность морфометрических показателей травянистых растений	8
1.3 Влияние факторов городской среды на изменчивость морфометрических параметров растений	12
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	16
2.1 Характеристика участков исследования	16
2.2 Объекты исследования	20
2.3 Определение морфометрических показателей	21
2.3.1 Анализ морфологических параметров	22
2.3.2 Расчет индекса виталитета ценопопуляций	22
2.3.3 Расчет коэффициента вариации и индекса пластичности	23
2.4 Определение металлоустойчивости семян исследуемых растений в растворах солей ТМ	25
2.5 Оценка автотранспортной нагрузки	26
2.6 Статистическая обработка данных	26
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	27
3.1 Характеристика морфологических признаков исследуемых видов растений в зависимости от условий произрастания	27
3.2 Вариабельность морфометрических показателей вегетативных и генеративных органов исследуемых растений	37
3.3 Действие тяжелых металлов на прорастание семян и ростовые характеристики проростков	44
ВЫВОДЫ	54
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	56

ПРИЛОЖЕНИЕ А	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	71
ПРИЛОЖЕНИЕ В	75
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	78

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** В связи с интенсификацией промышленного производства и быстрым развитием автотранспортной сети урбоэкосистемы испытывают большую антропогенную нагрузку. Территория городов характеризуется наличием огромного количества источников загрязнения, их неравномерным расположением, а также достаточно сложным распространением загрязняющих веществ. И сложная смесь загрязнителей воздуха, характерная для крупных городов, оказывает потенциально вредное воздействие на растительность, вызывая морфологические и физиологические изменения, влияющие на фотосинтез, которые, в свою очередь, напрямую влияют на рост и развитие растений (Gratani et al., 2000; Honour et al., 2009; Bell et al., 2011).

Эти проблемы особенно актуальны для техногенно-нагруженных регионов России, в том числе г. Казань, который является крупным научно-промышленным центром республики Татарстан, где расположено большое число предприятий химической, пищевой, легкой, машиностроительной промышленности и т.д.

Некоторые виды травянистых растений сильно подвержены воздействию загрязнения окружающей среды, что проявляется в появлении физиологических, морфометрических и цитогенетических нарушений (Жучкова, 2007; Еськова, 2018). Для растений урбанофлоры свойственна выраженная пластичность и изменчивость, что является механизмом выживания в неустойчивой природной среде городов. Урбанизация влияет как стрессовый фактор на растения городских экосистем. Одним из первых этапов реакции на действие нарастающих стрессовых факторов является изменение метаболизма и биохимического состава растений. Из-за снижения интенсивности метаболических процессов, ухудшается рост и повреждаются надземные органы растения, которые могут привести даже к гибели (Довлатова, 2008; Миркин, Наумова, 1998). И одним из перспективных методов интегральной оценки качества среды и жизнедеятельности

травянистых растений является оценка состояния живых организмов по стабильности развития морфометрических признаков.

В целях экологического мониторинга городской среды удобно использовать ценопопуляции мари белой и одуванчика лекарственного, как наиболее распространенные и антропоотолерантные виды с преимущественно семенным размножением.

**Цель работы** – исследовать влияние техногенных факторов окружающей среды на морфофизиологические параметры некоторых сорных растений на примере *Chenopodium album* L. и *Taraxacum officinale* Wigg.s.l. для выявления их фитоценотической пластичности и устойчивости.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Определить морфометрические показатели вегетативных и генеративных органов мари белой и одуванчика лекарственного и рассчитать индекс виталитета ценопопуляций данных видов.

2. Оценить вариабельность морфологических параметров и рассчитать индекс фитоценотической пластичности растений в городских ценопопуляциях в сравнении с условно контрольной ценопопуляцией.

3. Выявить устойчивость семян и проростков исследуемых растений к воздействию солей Cd и Zn (физиологической 10 мкМ и сублетальной 1 мМ концентраций) в зависимости от уровня техногенной нагрузки места сбора семян.

## ВЫВОДЫ

1. Анализ количественных и метрических показателей вегетативных и генеративных органов мари белой и одуванчика лекарственного показал, что в ЦП с высоким уровнем техногенной нагрузки, многие из этих показателей были достоверно ниже, чем на контрольном участке. Минимальные значения признаков характерны для особей одуванчика и мари с участка «ул. Горьковское шоссе», а также «ул. Татарстан» (для мари белой) и в ЦП 1 «ул. Мавлютова» (для одуванчика лекарственного). В целом, условия местообитаний существенно влияют как на количественные, так и линейные характеристики растений исследуемых видов.

2. Выявлено, что жизненное состояние ценопопуляций, оцененное нами по индексу виталитета ( $IVC$ ), у всех городских ЦП было ниже в среднем в 1,3 раза, чем в контрольной ЦП (за исключением ЦП 2 «ул. Татарстан» для одуванчика). Сравнительный анализ  $IVC$  в ЦП 1 и 2 показал, что он зависит от удаленности от автодороги, в ЦП 1 ниже, чем в ЦП 2 (в 1,3 раза).

3. Оценка вариабельности морфологических параметров на межпопуляционном уровне показала, что высокий уровень изменчивости ( $CV > 30\%$ ) у мари белой имели такие показатели, как высота растения и диаметр стебля, а у одуванчика лекарственного все признаки (кроме диаметра корзинки). В условиях повышенной техногенной нагрузки (все городские ЦП) коэффициент вариации у мари белой был выше по сравнению с контролем; у одуванчика лекарственного – в ЦП 1 по сравнению с ЦП 2.

4. Из результата анализа индексов фитоценотической пластичности видно, что у *S. album* наиболее отзывчивыми на изменение условий местообитания являются такие признаки, как высота растения и диаметр стебля ( $I_p$  составил 0,61 и 0,58 соответственно), а у *T. officinale* - высота цветоноса и длина листовой пластинки ( $I_p$  составил 0,69 и 0,62). Наименее пластичным у обоих видов оказалось число листьев ( $I_p = 0,27$  и  $I_p = 0,31$ ).

5. Выявить зависимость металлоустойчивости семян от места их сбора для исследуемых видов по показателям энергии прорастания, длины

корешка и проростка не удалось. По одним показателям более устойчивыми были семена из городских ЦП, а по другим – из ЦП контрольного участка. Растворы солей ТМ ингибировали все исследуемые показатели по сравнению с контролем (вода), наиболее токсичной была сублетальная концентрация солей, причем Cd больше, чем Zn, он существенно замедлял или полностью блокировал процесс прорастания корешка и побега.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипова Н.С., Елагина Д.С. Растения и окружающая среда. Учебное пособие. – Казань: КФУ, 2017. –114 с.
2. Барахтенова Л.А., Николаевский В.С. Влияние сернистого газа на фотосинтез растений. – Новосибирск, 1988. – 85 с.
3. Башмаков Д. И. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений: дис. канд. биол. наук. 03.00.16. Защищена 4.12.2002 / Д. И. Башмаков; Нижегородс. гос. ун-т. – Нижний Новгород, 2002. – 169 с.
4. Башмаков Д.И. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений / Д.И. Башмаков, А.С. Лукаткин; под общ.ред. проф. А.С. Лукаткина. - Саранск: Мордов. ун-т, 2009. - 236 с.
5. Беляева Л.В., Николаевский В.С., Маренова Г.А. Биохимические показатели для характеристики загрязнения атмосферы и состояния растений // Экологические и физиолого-биохимические аспекты антропогенной нагрузки на растения. -Таллин, 1986. Т.2. - С. 52-54.
6. Берлянд М.Е., Кондратьев К.Я. Города и климат планеты. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 40 с.
7. Бортиц С Влияние загрязнения воздуха на растительность / С. Бортиц, Х.-Г. Десслер, Х. Эндерляйн. Л.: Лесная промышленность, 1981. 181 с.
8. Бухарина И.Л., Двоглазова А.А. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях. – Ижевск, 2010. – 184 с.
9. Бухарина И.Л., Поварницина Т.М., Ведерников К.Е. Экологобиологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. – Ижевск, 2007. – 216 с.
10. Васильев С.В., Чепик Ф.А. Рост и состояние древесных растений в городских условиях // Материалы всеросс. науч. конф. «Фундаментальные и

прикладные проблемы ботаники в начале XXI века». – Петрозаводск: Карельский научный центр, 2008. – С. 194-196.

11. Воскресенская О.Л., Алябышева Е.А., Копылова Т.И, Сарбаева Е.В. Экология города Йошкар-Олы: учеб. пособие. – Йошкар-Ола: МарГУ, 2004. – 200 с.

12. Вострикова Т.В. Использование цитогенетических показателей древесных растений в лесном хозяйстве в целях реинтродукции // Естествознание и гуманизм. – 2005. –Т. 2, №5 – С. 47-49

13. Второва В.Н. Круговорот веществ некоторых типов севернотаежных еловых лесов при техногенном воздействии // Почвоведение. – 1986. – №4. – С. 90-101.

14. Горышина Т.К. Растение в городе. – Л.: ЛГУ, 1991. – 152 с.

15. Губанов И. А. Иллюстрированный определитель растений Средней России / Губанов И.А. и др. — М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2003. — Т. 2. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). — С. 91.

16. Губанов И. А. и др./ Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. — М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2004. — Т. 3. Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). — С. 496.

17. Горышина Т.К. Растение в городе. – Л.: ЛГУ, 1991. – 152 с.

18. Двоеглазова А.А. Эколого-биологические особенности древесных и травянистых растений в насаждениях урбаноэкосистемы крупного промышленного центра (на примере г. Ижевска): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Уфа, 2009. – 20 с.

19. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. Л.: ВИР, 1988. -236 с.

20. Длусский Г. М., Глазунова К.П., Лаврова Н. В. Связь между строением цветков и соцветий сложноцветных и составом их опылителей // Журнал общей биологии. – 2004. – Т. 65, № 6. – С. 490-499.

21. Довлатова Г.И. Методы мониторинга окружающей среды. - М., 2008. - 156 с.
22. Жуйкова Т.В. Реакция ценопопуляций и растительных сообществ на химическое загрязнение среды: Автореф. дис. ... д-ра. биол. наук. Екатеринбург, 2009. – 40 с.
23. Жуйкова Т.В., Безель В.С., Позолотина В.Н., Северухина О. А. Репродуктивные возможности растений в градиенте химического загрязнения среды // Экология. – 2002. – №2. – С. 432-437.
24. Жуйкова Т.В., Позолотина В.Н. Популяционная адаптация растений, произрастающих в условиях техногенного загрязнения //Современные проблемы экологии, микробиологии и иммунологии: Материалы, регион, конф. молодых ученых. Пермь, 1999. С. 27-29.
25. Жукова Л.А., Ведерникова Л.П. Введение // Онтогенетический атлас лекарственных растений: научное издание. Т. IV. Йошкар-Ола: МарГУ, 2004. С. 14–18.
26. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода / З.И. Журбицкий, М.В. Ильин. М.: Наука, 1968. - 224 с.
27. Жучкова И.В. Разные стратегии адаптации растений к автотранспортному загрязнению среды.- М.: Изд-во МГУ, 2007. - 120 с.
28. Заугольнова Л. Б. Подходы к оценке состояния ценопопуляций растений / Л.Б. Заугольнова, Л. В. Денисова, С. Б. Никитина - Бюл. МОИП. Отд. биол. 1993. Т. 98, вып. 5. С. 100–108.
29. Заугольнова Л. Б., Жукова Л. А., Комаров А. С. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М. : Наука, 1988. 184 с.
30. Зайцев Г. Н. Оптимум и норма в интродукции растений. М.: Наука, 1983. 216 с.
31. Зенкова Е.Л., Казанцева М.Н. Влияние техногенного загрязнения города Тюмени на репродуктивную способность сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Урбоэкосистемы и перспективы развития». – Ишим, 2008. – С. 59-62.

32. Златкова Л, Ценкова А. Влияние города на режим метеорологических элементов // Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы. – Л., 1988. С. 131 – 136.

33. Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Универ. Кн., 2013. 439 с.

34. Злобин Ю. А.. Популяционная экология растений; современное состояние, точки роста ; монография. - Сумы ; Университетская книга. 2009 – 263 с.

35. Злобин Ю.А. Структура фитоценопопуляций //Успехи соврем, биол. 1996. Т. 116, вып.2. С.133-146.

36. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценологических популяций растений: Учебно-методическое пособие. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1989. – 146 с.

37. Злобин Ю.А. Ценопопуляционная диагностика экотопа // Экология. 1980. №2. С.22-30.

38. Злобин Ю. А., Чумакова Е. А. Эфемероиды широколиственного леса в условиях рекреации // Ботан. журнал, 1986 – Т. 71 – № 9 – С. 1231-1237.

39. Илькун Г. М., 1978 Загрязнители атмосферы и растения. Киев.

40. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценологические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии. Сборник материалов VII Всеросс. Популяционного семинара. Сыктывкар, 2004. Ч. 2. С. 113–120.

41. Ишбирдин А. Р., Ишмуратова М. М., Жирнова Т. В. Стратегии жизни ценопопуляции *Serphalanthera rubra* (L.) Rich. на территории Башкирского гос. заповедника // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н. И. Лобачевского. Сер. Биология. 2005. Вып. 1 (9). С. 85-98.

42. Кавеленова Л.М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи. – Самара: «Универс групп», 2006. – 222 с.
43. Кавтаридзе Д.Н., Николаева С.Н., Поршнева Е.В. и др. Автомобильные дороги в экологических системах. – М.: ЧеРо, 1999. – 240 с.
44. Кашин А.С. и др. Методы изучения ценопопуляций цветковых растений [Электронный ресурс]: учебно- методическое пособие для магистров биологического факультета. / Сост. А.С. Кашин, Т.А. Крицкая, Н.А. Петрова, И.В. Шилова. – Саратов, 2015. - 127 с.
45. Кашин А. С., Петрова Н. А., Шилова И. В. Структура морфологической изменчивости и виталитета в популяциях *Tulipa gesneriana* L. Нижнего Поволжья и прилегающих территорий // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2017. Т. 17, вып. 1. С. 103-110.
46. Кириченко Е. Б. Физико-химические факторы экорезистентности растений в онто- и филогенезе. - Пушино : НЦБИ, 1984. – 13 с.
47. Кордюм Є.Л. Фенотипічна пластичність у рослин: загальна характеристика, адаптивне значення, можливі механізми, відкриті питання. Укр. бот. журнал 58 (2), 2001. - с. 141–152.
48. Кузнецова О. В. Характеристика морфологических признаков вегетативных и генеративных побегов *Rosa angustifolia* L. в разных местообитаниях // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: матер. Всерос. Науч. Конф. – Пушино, 2008. – С. 428-429.
49. Кулагин, Ю. З. Индустриальная дендрэкология и прогнозирование / Ю. З. Кулагин. – М., 1985. – 117 с.
50. Лингова С., Иванчева Ю. Радиационный режим в городских условиях // Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы. – Вып.3. – Л., 1988 – С. 232 - 236.
51. Мамаев С.А. Закономерности внутривидовой изменчивости семейства *Pinaceae* на Урале: Автореф. дис. д-ра биол. наук. Свердловск, 1970. 54 с.

52. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М. : Наука, 1972. 283 с.
53. Машинский В.Л. Город и природа. – М.: Стройиздат, 1973. - 228 с.
54. Меннинг У.Д.,Федер У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. — Л.: Гидропромиздат., 1985. — 175с.
55. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности (история и современное состояние основных концепций). - Уфа, 1998. - 413 с.
56. Морозова Г.Ю. К оценке жизненного состояния урбопопуляций древесных растений // Материалы всеросс. науч. конф. «Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века». – Петрозаводск: Карельский научный центр, 2008. – С. 274-277.
57. Морозова Г.Ю. Мониторинг урбанизированной среды: структура популяций растений // Известия Самарского научного центра РАН. – 2009. – Т. 11, №1(6). – С. 1170-1173.
58. Напрасникова Е.В. Оценка экологического состояния почв промышленных городов Восточной Сибири // Экологические проблемы промышленных городов: Сб. науч. тр. – Саратов, 2011. – С. 107-109.
59. Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты. – Новосибирск: Наука, 2003. – 222 с.
60. Нестерова А.Н. Действие тяжелых металлов на корни растений. Поступление свинца, кадмия и цинка в корни, локализация металлов и механизмы устойчивости растений // Биол. науки. 1989. № 9. С. 72–86.
61. Нужнова О.К. Морфологические параметры репродуктивных органов *Leucanthemum vulgare* и *Cirsium arvense* арктической и бореальной популяций // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: матер. Всерос. науч. конф. Пушино, 2008. - С. 439-440.
62. Образцова А.С., Фрумин Г.Т. Антропогенное давление на территории крупных городов России // Экологические и

гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон : матер. междунар. конф. – СПб: РГГМУ, 2005. – С. 47.

63. Обручева Н.В. Физиология инициации прорастания семян / Н.В. Обручева, О.В. Антипова // Физиология растений. 1997. - Т. 44. - С. 287-302.

64. Пианка Э. Эволюционная экология. - М.: Мир, 1981 – 399 с.

65. Ростова Н.С. Изменчивость системы корреляций морфологических признаков. I. Естественные популяции *Leucanthemum vulgare* Lam.// Ботан.журн., т.84, N 11. 1999 - С.50-66

66. Рылова Н.Г. Трансформация почвенного покрова в условиях промышленного города и ее воздействие на растительность (на примере г. Ижевска): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Ижевск, 2003. – 22 с.

67. Савинов А.Б., Солошенко М.А. Фенотипические изменения в городских ценопопуляциях подорожника большого (*Plantago major* L.) при разной техногенной нагрузке на их биотопы // Проблемы регионального экологического мониторинга. Н. Новгород, 2002. С. 121–122.

68. Северцов А.С. 1990. Внутривидовое разнообразие как причина эволюционной стабильности // Журн. общ. биол. 51, 5: 579-589.

69. Синская Е.Н. Проблема популяций у высших растений. О категориях и закономерностях изменчивости в популяциях высших растений. Выпуск 2. Л.: Изд-во «Сельхозиздат», 1963. 124 с.

70. Слободян В.О. Біоіндикація / В.О. Слободян. - Івано-Франківськ : Полум'я, 2004.- 196 с.

71. Соловьева Е.С., Ашихмина Т.Я., Широких И.Г. Оценка химического загрязнения урбанозёмов // Экологические проблемы промышленных городов: Сб. науч. трудов. – Саратов, 2011. – С. 136-139.

72. Спиридонов В. Н. Изучение плотности почвы в лесу под влиянием рекреационной нагрузки // Лесное хозяйство. 1983. № 6. С. 16–17.

73. Стурман В.И., Малькова И.Л., Загребина Т.А. Климат города. Основные параметры // Воздушный бассейн Ижевска. – МоскваИжевск: Институт компьютерных исследований, 2002. – С. 16-23.

74. Ткаченко К.Т. Жизнеспособность – как критерий разнокачественности диаспор // Материалы всеросс. научн. конф. «Фундаментальные и прикладные проблемы ботаники в начале XXI века». – Петрозаводск: Карельский научный центр, 2008. – С. 339-341.

75. Усманов И.Ю., Ильясов Ф.Р., Наумова Л.Г. Адаптивные стратегии растений Южного Урала. Скальные местообитания // Экология – № 1. – 1995. – С. 3-8.

76. Усманов И.Ю., Мартынова А.В., Усманова Н.Н. Адаптивные стратегии растений на солончаках Южного Урала. Распределение ресурсов в ценопопуляциях // Экология. – № 1. – 1991. – С. 9-16.

77. Федорова А.И., Просвирина Ю.Г., Калаев В.Н. Загрязнение почв города тяжелыми металлами (экогеохимические аномалии, влияние на растения, мутагенный эффект) // Материалы всеросс. конф. «Современные аспекты экологии и экологического образования» – Казань: КГУ, 2005. – С. 490-492.

78. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. -288 с.

79. Ходачек Е.А. Прорастание семян арктических растений // Проблемы репродуктивной биологии семенных растений. – Санкт-Петербург, 1993. – С. 126-134.

80. Чистякова С.Б. Охрана окружающей среды. – М.: Стройиздат, 1988. – 272 с.

81. Новикова В.К., Шадрина Е.Г. Изменение морфологических и репродуктивных показателей одуванчика рогоносного (*Taraxacum ceratorhorum*) в условиях городской среды на примере г. Якутска // Успехи современного естествознания. – 2010. – №7. – С. 26-27.

82. Юркова Н.Е., Юрков А.М., Смагин А.В. Экологическое состояние почвенных объектов Московского зоопарка // Почвоведение. – 2009. – №3. – С. 373-380.

83. Bell, J.N.B., Honour, S.L., Power, S.A. (2011): Effects of vehicle exhaust emissions on urban wild plant species. – *Environ. Pollut.* 159: 1984–1990.
84. Forman R. T., Alexander L.E. Roads and their major ecological effects // *Annual Reviews. Ecology and Systematics.* – 1988. V. 29. – P. 207- 231.
85. Gratani, L., Crescente, M.F., Petruzzi, M. (2000): Relationship between leaf life-span and photosynthetic activity of *Quercus ilex* in polluted urban areas (Rome). – *Environ. Pollut.* 110: 19–28.
86. Harper, J. L. 1977. *Population biology of plants.* New York Academic Press. 892 p.
87. Hegemeyer J. Ecophysiology of plant growth under heavy metal stress // *Heavy metal stress in plants. From molecules to Ecosystems* – Germany: Springer, 1999. – P. 170-172.
88. Honour, S.L., Bell, J.N.B., Ashenden, T.W., Cape, J.N., Power, S.A. (2009): Responses of herbaceous plants to urban air pollution: effects on growth, phenology and leaf surface characteristics. – *Environ. Pollut.* 157: 1279–1286.
89. Kasperidus H. D. Stadte, Urbanisierung und Struktur der Stadt aus ökologischer Sicht // *Stadtökologie und Kleingarten – verbesserte Chancen für die Umwelt.* – 2002. – S. 27-49.
90. Koornneeff M. Genetic approaches in plant physiology / M. Koornneeff, C. Alonso-Blanco, A.J.M. Peeters // *New Phytol.* 1997. - V. 137. - P. 1-8.
91. Titov A.F., Talanova V.V., Boeva N.P. Growth responses of barley and wheat seedlings to lead and cadmium // *Biol. Plant.* 1996. V. 38, N 3. P. 431–436.
92. Vassilev A., Iordanov I., Chakakova E., Kerin V. Effect of cadmium stress on growth and photosynthesis of young barley (*H. vulgare* L.) plants. II. Structural and functional changes in the photosynthetic apparatus // *Bulg. J. Plant Physiol.* 1995. V. 21, N 4. P. 12–21.
93. Yang Y.Y., Jung J.Y., Song W.-Y., Suh H.-S., Lee Y. Identification of rice varieties with high tolerance or sensitivity to lead and characterization of the mechanism of tolerance // *Plant Physiol.* 2000. V. 124. P. 1019–1026.