

Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д.
Аккумуляция железа в листьях и побегах *Betula Pendula*, *Tilia Cordata L.*, *Populus Pyramidalis* в
рекреационных зонах малых городов Липецкой области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 504.5:631.4

**Аккумуляция железа в листьях и побегах *Betula Pendula*, *Tilia Cordata L.*,
Populus Pyramidalis в рекреационных зонах малых городов Липецкой
области**

Дубровина О.А.¹, Зубкова Т.В.¹, Виноградов Д.В.^{2,3}, Гогмачадзе Г.Д.⁴

¹*Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина*

²*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

³*Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева*

⁴*НИИ «Агроэкоинформ»*

Аннотация

*В результате проведенных исследований, в рекреационных зонах малых городов Липецкой области г. Елец, Задонск, Лебедянь, дана оценка по содержанию железа в листьях и побегах *Betula Pendula*, *Tilia Cordata L.*, *Populus Pyramidalis*. Сделаны следующие выводы: Fe – по градиенту накопления больше всего аккумулируется в листовом аппарате *Populus pyramidalis*, у *Betula pendula*, *Tilia cordata*, динамика накопления идентична, как в листовом аппарате, так и в побегах, накопление элемента в листьях всех изучаемых пород возрастает до конца августа. Содержание железа у всех изучаемых пород находится в пределах нормы, около 200 мг/кг.*

Ключевые слова: РЕКРЕАЦИОННЫЕ ЗОНЫ, ЕЛЕЦ, ЗАДОНСК, ЛЕБЕДЯНЬ, ЛИСТЬЯ, ПОБЕГИ, ЖЕЛЕЗО (Fe), BETULA PENDULA, TILIA CORDATA L., POPULUS PYRAMIDALIS

Введение

Появление токсичности железа в растениях связано с высоким поглощением Fe²⁺

Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д.
Аккумуляция железа в листьях и побегах *Betula Pendula*, *Tilia Cordata L.*, *Populus Pyramidalis* в
рекреационных зонах малых городов Липецкой области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

корнями и его транспортировкой к листьям и через транспирационный поток. Распределение железа по растению неравномерно [1-6].

Способность растений к поглощению железа различна и существенно зависит от почвенных, климатических условий, от фазы роста и развития растений [7-13]. Отмечена и сезонная динамика к накоплению металла в условиях загрязнения. В золе различных растений содержание железа изменяется в пределах 220 – 1200 мг/кг [14-19].

Средоулучшающий потенциал в рекреационных зонах малых городов Липецкой области представлен наиболее характерными для региона древесными насаждениями, - тополь пирамидальный, береза повислая и липа мелколистная [20].

Проблема устойчивости растений и почв к загрязнению широко обсуждается в научной литературе [21-26]. Для определения меры устойчивости растений и почв необходима разработка соответствующих моделей взаимодействия биоценозов и плодородия [27-33].

Цель работы – изучение аккумуляции железа в листьях и побегах *Betula Pendula*, *Tilia Cordata L.*, *Populus Pyramidalis* в рекреационных зонах малых городов Липецкой области.

Методы исследования и схема опыта

Методы исследования и закладка пробных площадей осуществлялись в соответствии с устоявшимися и многократно апробированными методиками [34, 35].

На исследуемой территории были организованы следующие пробные площади: ПП № 1 — Городской парк города Елец; ПП № 2 (контрольная) — Городской парк города Задонск; ПП № 3 — Городской парк города Лебедянь. В качестве контрольного объекта был выбран городской парк Задонска, характеризующийся наименьшим уровнем атмосферного загрязнения. Обработка полученных данных проводилась методами статистического анализа Statistika 7.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассматривая накопление железа с точки зрения его достаточности и соотношения с марганцем, на изучаемых площадях выявлена хорошая обеспеченность растений этим

микроэлементом.

На ПП№1 количество железа увеличивалось во всех изучаемых видах, вплоть до конца августа. При первом отборе образцов (июнь) в листьях березы Fe содержалось 158,744 мг/кг, к концу июля оно увеличилось на 12,2% и составило 180,938 мг/кг, а концу августа увеличилось еще на 17% и достигло 217,988 мг/кг. В побегах березы на тот же период содержалось 77,767 мг/кг - 105,660 мг/кг - 106,463 мг/кг. Представленные данные показывают, что накопление железа в побегах от июня к июлю увеличилось на 24%, а к августу всего на 1%. Соотношение железа к марганцу составило в июне и июле 2:1, в августе 1,9:1 (рис. 1).

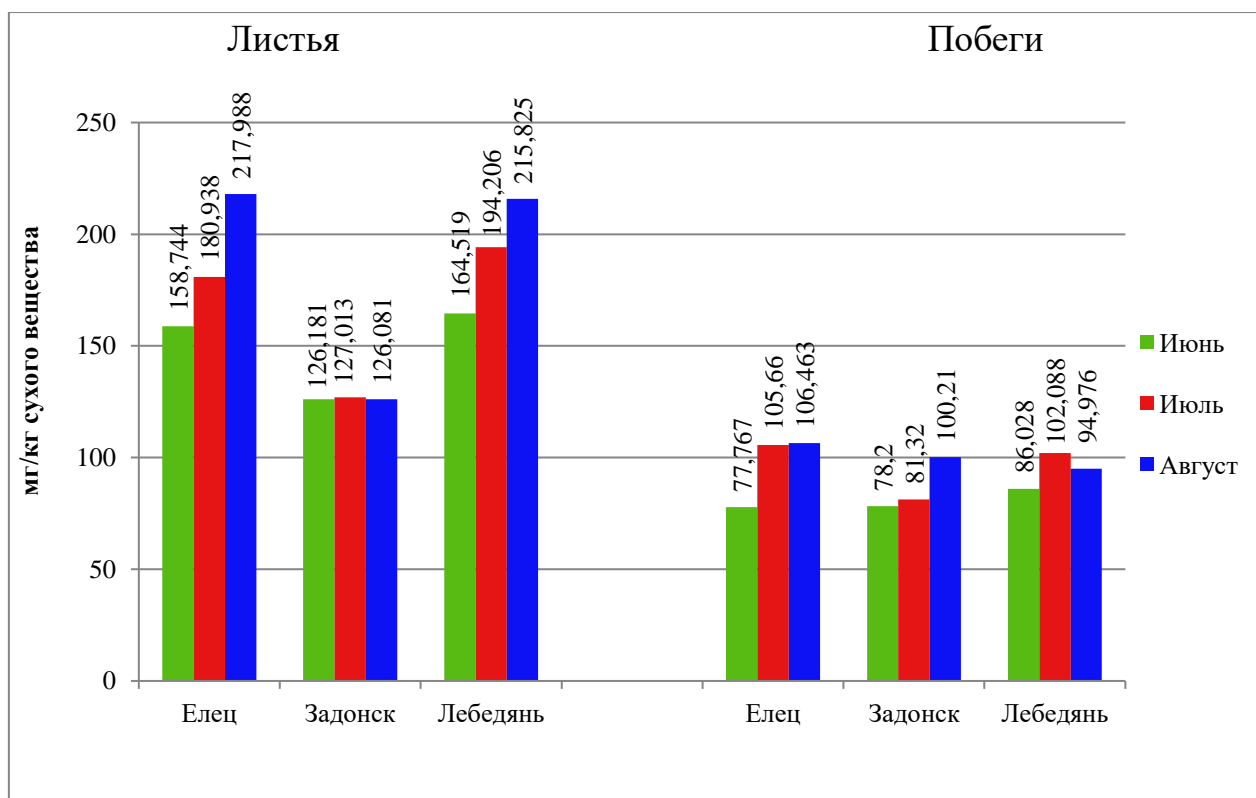


Рис. 1. Аккумуляция железа в вегетативных органах *Betula pendula*

У липы мелколистной при первоначальном отборе зафиксировано в листьях 153,900 мг/кг железа, в июне 186,150 мг/кг, июле 223,963 мг/кг. В побегах значения были ниже и составили 90,490 мг/кг, 129,575 мг/кг, 126,688 мг/кг. Соотношение железа к марганцу составило в июне и июле 2:1, в августе 1,9:1 (рис. 2).

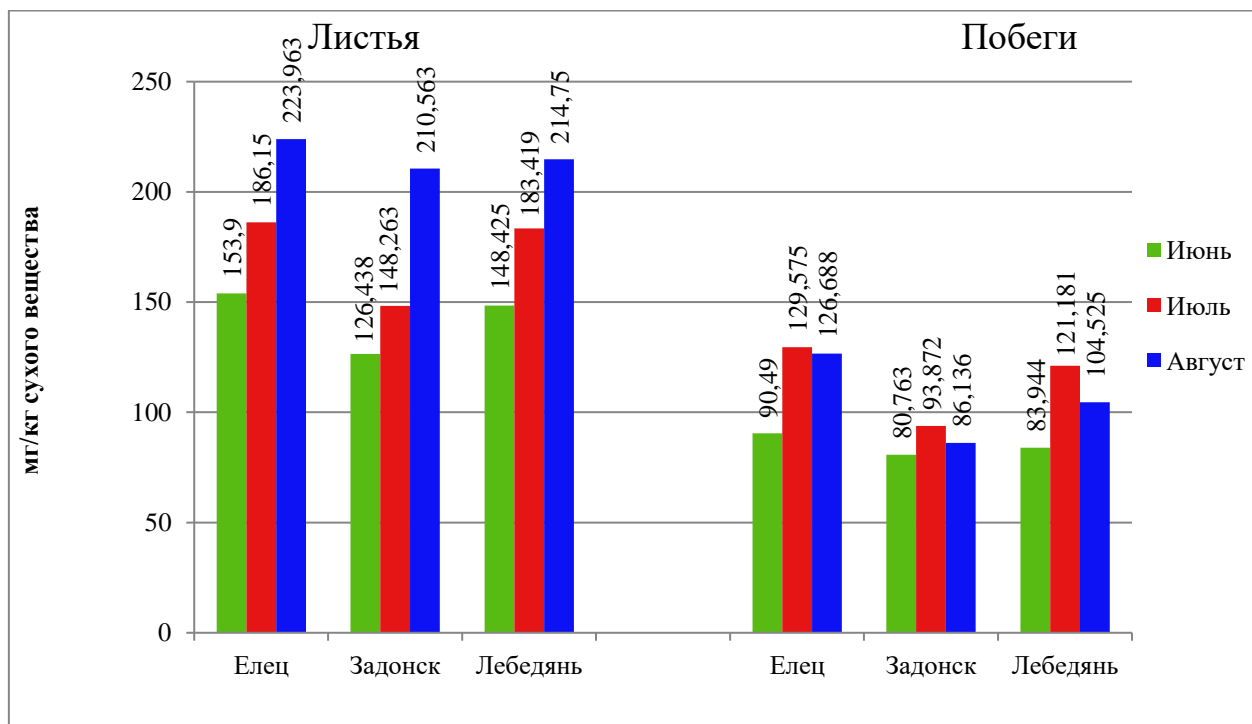


Рис. 2. Аккумуляция железа в вегетативных органах *Tilia cordata*

Содержание железа в листьях тополя было значительно выше, чем у березы и липы на той же площадке. Его концентрация в июне в листьях составила 171,931 июле 194,450 мг/кг, августе 230,250 мг/кг. В побегах концентрация в июне была в 2,1 раза ниже, чем в листьях, июле-августе в 2,3 раза. Соотношение железа к марганцу составило 1,9:1. (рис. 3, табл. 1).

В парке г. Задонск (ППН№2) содержание железа в листьях березы за весь изучаемый период практически не изменялось и составило 126,181-127,081 мг/кг сухого вещества. При этом в побегах элемент железа динамично накапливался с 78,200 -81,320-100,210 мг/кг. Соотношение железа к марганцу составило в березе 2,1:1; в липе 1,7:1, в тополе 1,5:1.

Листовой аппарат тополя содержал в конце июня 130,925 мг/кг железа, в июле его содержание увеличилось до 166,781 мг/кг (+21,5%) и в августе достиг 222,113 мг/кг (+33%). Соотношение железа к марганцу составило в июне 2,3:1 в июле 2,2:1, в августе 2,7:1.

На ППН№3 в листовом аппарате березы содержание железа было аналогично образцам ППН№1 и составляло от 164,519 до 215,825 мг/кг, в побегах от 86,028 до 104,971 мг/кг сухого вещества. Накопление металла происходило в течение всего периода вегетации, от июня к июлю оно увеличивалось на 15%, от июля к августу на 10%.

Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д.
 Аккумуляция железа в листьях и побегах *Betula Pendula*, *Tilia Cordata L.*, *Populus Pyramidalis* в
 рекреационных зонах малых городов Липецкой области

Электронный научно-производственный журнал
 «АгроЭкоИнфо»

Соотношение железа к марганцу составило за сезон 2,0: 1.

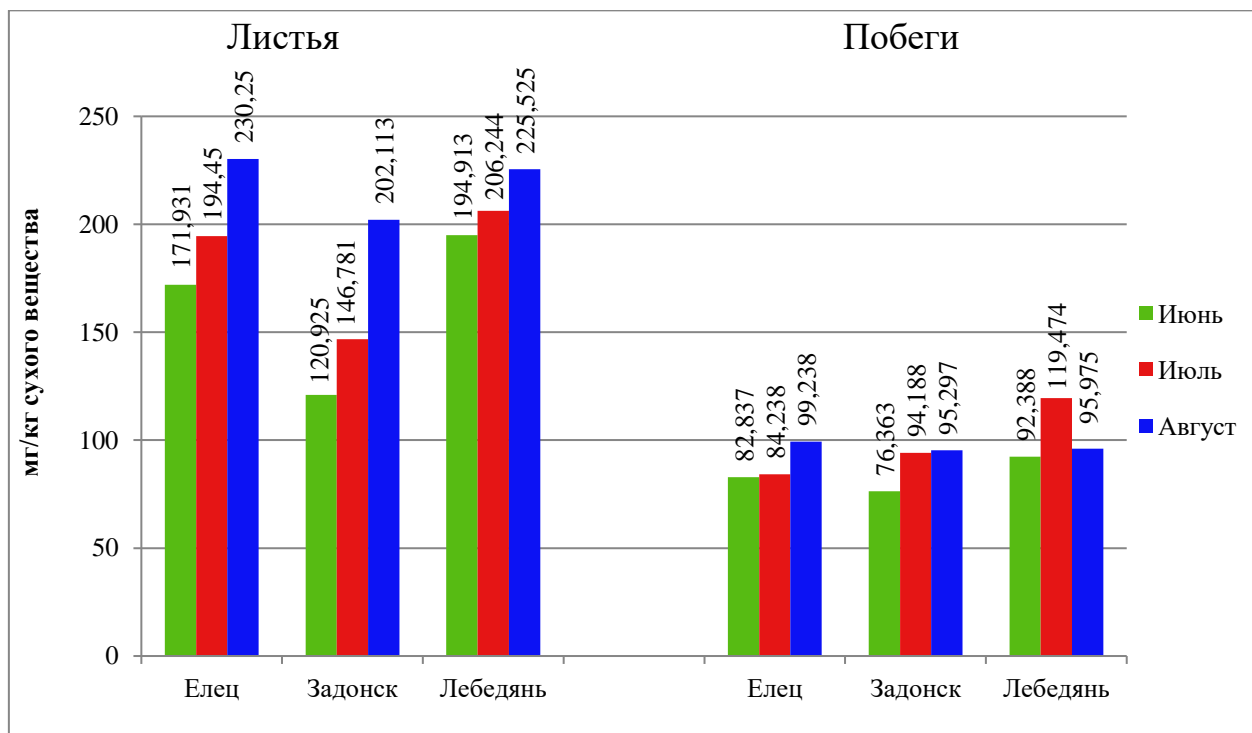


Рис. 3. Аккумуляция железа в вегетативных органах *Populus pyramidalis*

Количество железа в листьях липы увеличивалось до конца августа, с минимумом в июне -148,425 мг/кг и максимумом в августе-214,750 мг/кг сухого вещества. Высокое накопление в побегах отмечено в период с июня по июль +30%, в период с июля по август содержание металла было стабильно. Соотношение железа к марганцу составило за сезон 1,7:1,1,8:1, 1,9:1.

Тополь пирамидальный накапливал железо в листьях в пределах-194,913-225,525 мг/кг сухого вещества. В течение всего сезона железо накапливалось в пределах 5-8%. Высокое накопление в побегах отмечено в период с июня по июль +23%, в период с июля по август увеличилось на 5%. Соотношение железа к марганцу составило за сезон 2,3:1 ,2,1:1 ,1,9:1.

Заключение

В результате проведенного исследования выявлено:

Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д.
 Аккумуляция железа в листьях и побегах *Betula Pendula*, *Tilia Cordata L.*, *Populus Pyramidalis* в
 рекреационных зонах малых городов Липецкой области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

Железо – по градиенту накопления, больше всего аккумулируется в листовом аппарате *Populus pyramidalis*, у *Betula pendula*, *Tilia cordata* динамика накопления идентична, как в листовом аппарате, так и в побегах;

- накопление железа в листьях всех изучаемых пород возрастает до конца августа;
- содержание железа у всех изучаемых пород находилось в пределах нормы и в среднем около 200 мг/кг;
- железо и марганец находятся в соотношении 2:1.

Список использованных источников:

1. Бухарина И.Л., Двоглазова А.А., Бухарина И.Л. и др. Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях. – Ижевск: Удмуртский государственный университет, 2010. – 184 с
2. Дубровина О.А., Зубкова Т.В. Анализ содержания тяжелых металлов в однолетней хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*), произрастающих в разных функциональных зонах г. Ельца // АгроЭкоИнфо. – 2020. – № 3(41). – С. 9.
3. Дубровина О.А. Эколого-биологические особенности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях техногенного загрязнения (на примере Липецкой области): специальность 03.02.08 "Экология (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Дубровина Ольга Алексеевна, 2021. – 125 с.
4. Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В. и др. Биоаккумуляция тяжелых металлов в хвое ели колючей (*Picea pungens*) и туи западной (*Thuja occidentalis*) и защитная реакция растений на экологический стресс // АгроЭкоИнфо. – 2023. – № 3(57).
5. Воскресенский В.С., Воскресенская О.Л. Влияние факторов городской среды на функциональное состояние древесных растений: монография. - Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2011. -194с.
6. Евтишина Е.В., Сазонкин К.Д., Виноградов Д.В. Перспективные направления сельскохозяйственного производства в Рязанской области // Вавиловские чтения - 2022. – Саратов: ООО "Амирит", 2022. – С. 695-700.
7. Евсенина М.В., Сазонкин К.Д., Соколов А.А. [и др.] Агрометеорологическое прогнозирование в сельскохозяйственном производстве // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: II Межд. науч. конф. – Рязань: РГАТУ, 2023. – С. 97-101.
8. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды» Липецкой области 2023 год» – Издательство Веда социум, 2022.- 234с.
9. Габибов М.А., Виноградов Д.В., Бышов Н.В. Агрочвоведение // Учебник. Рязань, 2018. 326с.

10. Ильинский А.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д. Экологическое обоснование способа агрохимической мелиорации почв в условиях техногенеза // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 1(31). – С. 18.
11. Shchur A., Valkho O. V., Vinogradov D., Valko V. Influence of Biologically Active Preparations on Caesium-137 Transition to Plants from Soil on the Territories Contaminated after Chernobyl Accident // Impact of Cesium on Plants and the Environment. – Switzerland: Springer International Publishing, 2017. – P. 51-70.
12. Захарова О.А., Виноградов Д.В. Экологическое использование сельскохозяйственных культур почвозащитного севооборота в зоне техногенного загрязнения // Международный технико-экономический журнал. 2009. № 5. С. 71-72.
13. Виноградов Д.В., Курчевский С.М. Роль агромелиоративных приемов в улучшении основных агрофизических свойств супесчаной дерново-подзолистой почвы // Агропанорама. – 2013, № 6. – С. 10-12.
14. Габитов М.А., Троц Н.М., Виноградов Д.В. Практикум по агрохимии. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2022. – 222 с.
15. Ушаков Р.Н., Виноградов Д.В., Головина Н.А. Физико-химический блок плодородия агросерой почвы // Агрохимический вестник. – 2013. – № 5. – С. 12-13.
16. Курчевский С.М., Виноградов Д.В. Улучшение малопродуктивных супесчаных дерново-подзолистых почв при внесении органо-минеральных удобрений и микробиологической добавки // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 1(21). – С. 47-51.
17. Щур А.В., Валько В.П., Виноградов Д.В. Влияние способов обработки почвы и внесения удобрений на численность и состав микроорганизмов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 41-44.
18. Щур А.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д. [и др]. Радиоэкологическая эффективность биологически активных препаратов в условиях Беларуси // АгроЭкоИнфо. 2015. № 5 (21). С. 6.
19. Соколов А.А., Лупова Е.И., Мазиров М.А., Виноградов Д.В. Мониторинг фитосанитарного состояния агроценозов в условиях Рязанской области // Владимирский земледелец, 2020. №4(94). С.46-52.
20. Иванов Е.С., Чёрная В.В., Виноградов Д.В. [и др]. Экологическое ресурсоведение // Рязань: ИП «Жуков В.Ю.», 2018. 514с.
21. Троц Н.М. и др. Тяжелые металлы в агроландшафтах Самарской области // Кинель, 2018. 220с.
22. Щур А.В., Виноградов Д.В., Валько В.П. Целлюлозолитическая активность почв при различных уровнях агротехнического воздействия // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015, № 7 (106). – С. 45-49.
23. Евсенина М.В., Сазонкин К.Д., Соколов А.А., Виноградов Д.В., Лупова Е.И. Влияние извести на плодородие почвы и повышение урожая сельскохозяйственных культур

Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д.
 Аккумуляция железа в листьях и побегах *Betula Pendula*, *Tilia Cordata L.*, *Populus Pyramidalis* в
 рекреационных зонах малых городов Липецкой области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

// Вавиловские чтения - 2022: Межд. науч.-практич. конф. – Саратов: Амирит, 2022. – С. 588-592.

24. Захарова О.А., Морозова Н.И., Виноградов Д.В. СД и РВ в продукции растениеводства и животноводства // Рязань, 2010. 84с.

25. Дубровина О.А., Зубкова Т.А., Виноградов Д.В. Накопление микроэлементов растениями ярового рапса при использовании куриного помета и цеолита // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 4(48). – С. 17-23.

26. Агроэкологическое действие осадка сточных вод и его смесей с цеолитом на агроценозы масличных культур / Д. В. Виноградов, В. М. Василева, М. П. Макарова [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – № 3. – С. 127-133.

27. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В. Свойства органоминерального удобрения на основе куриного помёта и применение его в технологии ярового рапса на семена // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 1(53). – С. 46-54.

28. Мастеров А.С. и [др.] Практикум по земледелию. – Рязань: РГАТУ, 2018. – 256 с.

29. Виноградов Д.В., Гусев В.И., Кузнецов Н.П., Степура Е.Е., Синиговец М.Е. Деградационные процессы почв и земельных угодий Рязанской области [Электрон. Ресурс] // АгроЭкоИнфо. – 2013, № 2. – <http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2013/2>.

30. Pityurina I.S., Vinogradov D.V., Lupova E.I., Evsenina M.V. Using the biologization elements in potato cultivation technology // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Mechanization, engineering, technology, innovation and digital technologies in agriculture. – Smolensk: IOP, 2021. – P. 032047.

31. Крючков М.М., Мастеров А.С., Виноградов Д.В., Лупова Е.И. и др. Системы обработки почв. – Горки-Рязань: ИП Коняхин А.В., 2021. – 268 с.

32. Vinogradov D.V., Terekhina O.N., Byshov N.V., Kryuchkov M.M., Morozova N.I., Zakharova O.A.. Features of applying biological preparations in the technology of potato growing on gray forest soils // International Journal of Engineering and Technology. – 2018, т. 7, № 4 (36). – P. 242-246.

33. Vinogradov D.V., Lupova E. I., Pityurina I. S. The use of iodine-containing additives in bakery production technology // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Omsk City. – Omsk City, 2022. – P. 012046.

34. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеоиздат, 1981. – 107 с.

35. Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. - М.: Техносфера, 2010. - 784 с.

=====

Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д.
Аккумуляция железа в листьях и побегах *Betula Pendula*, *Tilia Cordata L.*, *Populus Pyramidalis* в
рекреационных зонах малых городов Липецкой области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Цитирование:

Дубровина О.А., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д. Аккумуляция железа в листьях и побегах *Betula Pendula*, *Tilia Cordata L.*, *Populus Pyramidalis* в рекреационных зонах малых городов Липецкой области [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2025. – № 1. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2025/1/st_121.pdf
DOI: <https://doi.org/10.51419/202151121>.