

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА

Біологічний факультет

Кафедра ботаніки

**Дипломна робота**  
**магістра**

на тему: «Корекція стану рослин спіреї японської (*Spiraea japonica* L.)  
уражених карбонатним хлорозом»

«Correction of state of Japanese spirea (*Spiraea japonica* L.) plant  
affected by chlorosis carbonate»

Виконала: студентка заочної форми  
навчання  
спеціальність 8.04010201 Біологія  
Коваленко Ольга Михайлівна

**Науковий керівник**  
кандидат біологічних наук  
Назарчук Юлія Сергіївна

**Рецензент:**  
кандидат біологічних наук, доцент

Рекомендовано до захисту:  
Протокол засідання кафедри  
№ \_\_\_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ р.  
(за національною шкалою, шкалою ECTS, бал)

Завідувач кафедри  
Філіпова Т.О.  
(підпис)

Захищено на засіданні ЕК № 1  
Протокол № \_\_\_\_\_ від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ р.  
Оцінка \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Голова ЕК  
(підпис)

Одеса – 2017

## АНОТАЦІЯ

Проведено дослідження ефективності корекції залізодефіцитного хлорозу різними препаратами заліза у рослин спіреї японської (*Spiraea japonica* L.).

Було показано, що використання препаратів заліза призводить до нормалізації стану рослин спіреї японської, ураженої карбонатним хлорозом. Максимально ефективним виявився препарат Феррилен в комплексі з бурштиною кислотою, за дії якого показники приросту пагонів та концентрації хлорофілів були максимальними.

Роботу викладена на 46 сторінках друкованого тексту, включає 5 таблиць та 6 рисунків. В роботі наведено посилання на 52 публікації (22 кирилицею та 30 – латиницею).

**Ключові слова:** *Spiraea japonica*, залізо, хлороз, морфометричні показники, хлорофіл

The research of correcting iron deficiency chlorosis effectiveness of different iron supplementation of Japanese spirea (*Spiraea japonica* L.) has been conducted.

It was shown that the use of iron supplementation results in the normalization of the Japanese spirea plant, affected by chlorosis carbonate. Maximum Ferrulen drug was effective in combination with succinic acid, the action of which the growth rates of shoots and chlorophyll concentrations were maximal.

Diploma thesis is expounded on 46 pages, it contains 5 tables and 6 figures. It provides links to 52 references (22 cyrillic and 30 latinic).

**Keywords:** *Spiraea japonica*, iron, chlorosis, morphometric characteristics, chlorophyll

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| . Засоби оптимізації живлення залізом .....                                   | 13 |
| . Характеристика, декоративні форми та використання<br>спіреї японської ..... | 15 |
| 2.1. Схема польового дослідження.....   | 19 |
| Методика визначення пігментів.....  | 20 |
| 2.3. Методи статистичної обробки даних .....                                  | 20 |

## ВСТУП

В умовах інтенсивного антропогенного навантаження важливим напрямком є оптимізація живлення рослин з врахуванням їх потреб. Мало дослідженою є залежність декоративних рослин від рівня родючості ґрунту та забезпеченості елементами живлення [Неганова, 2012].

Декоративність деревних рослин обумовлюється сукупністю зовнішніх ознак: розмірами і формою крони, будовою та кольором листків, розмірами та кольором квіток та плодів, і залежить як від біологічних особливостей виду, так і від зовнішніх умов. Максимальною декоративністю рослини мають в оптимальних для них умовах вирощування. Так, в будь-якій природно-кліматичній зоні, та особливо на карбонатних ґрунтах, деревні рослини можуть втратити свою декоративність через хлороз, причини якого є різними. На чорноземах найбільш частою причиною є нестача заліза, а також марганцю, магнію, цинку, міді (Nakan, 2006).

Залізодефіцитний стан рослин, відомий як карбонатний хлороз, викликається нестачею заліза в ґрунті, яке необхідно для побудови білкових комплексів, що беруть участь в біохімічних перетвореннях, що передують утворенню хлорофілу. У лужному середовищі (рН більше 7,0) залізо ґрунту знаходиться в нерозчинному стані, переважно у вигляді оксидів і гідроксидів. Ці форми сполук заліза рослинами з ґрунту не засвоюються (Ковда, 1988). Карбонатний хлороз проявляється в зменшенні інтенсивності фотосинтезу, ослабленні росту рослин та ін. Основною причиною даного стану є нестача біологічно доступного заліза в ґрунті. Кислотність корневих виділень, а отже їх відновна здатність стосовно оксидів і гідроксидів мікроелементів

неоднакова у різних видів рослин. Цим частково пояснюється різна ступінь хлорозостійкості різних культур.

Під час створення урбанізованих ландшафтів красивоквітучі кущі спірей, або таволг (*Spiraea* L.) незамінні за своєю біологічною стійкістю. Вони газо- та димостійкі, високо фітонцидні, медоносні та лікарські рослини, що підвищує їх санітарну роль за використання у міських ландшафтах. Таволги високо декоративні рослини, для яких характерне видове і формове різноманіття (різниця за висотою, габітусом, строками цвітіння та його тривалістю, формою і забарвленням суцвіть та листків), що дає можливість створювати композиції високої художньої виразності (Бонюк, 2014). Японська спірея один з цінних декоративних чагарників, що широко використовується в озелененні. Культивари японської спіреї відносно невибагливі до умов вирощування, світлолюбні, добре переносять стрижку і загазованість повітря, стійкі до низьких зимових температур і нестачі вологи в літній час. В умовах півдня України японська спірея часто потерпає від хлорозу, внаслідок чого значно знижується її декоративність.

Метою даної роботи було вивчення ефективності корекції залізодефіцитного хлорозу різними препаратами заліза у рослин спіреї японської (*Spiraea japonica* L.).

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

- вивчити вплив препаратів «Феровіт» та «Феррилен» на біометричні параметри рослин спіреї японської при залізодефіцитному хлорозі;
- вивчити стан пігментної системи листків спіреї японської при обробці препаратами «Феровіт» та «Феррилен»;
- оцінити ефективність кореневої та позакореневої обробки препаратами заліза рослин спіреї японської при залізодефіцитному хлорозі;
- з'ясувати вплив вищеназваних препаратів на строки настання фази цвітіння спіреї японської.

*Об'єкт дослідження* – роль заліза в метаболізмі декоративних рослин.

*Предметом дослідження* були ростові процеси рослин спіреї японської (*Spiraea japonica* L.) при залізодефіцитному хлорозі за дії препаратів заліза в польовому досліді.

## **1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ**

## УЗАГАЛЬНЕННЯ

Незбалансованість мінерального живлення створюється найчастіше у рослин ростуть на карбонатних ґрунтах. Корекція залізодефіцитного стану відбувається за рахунок внесення в ґрунт препаратів заліза, органічних добрив, що швидко розкладаються, а також добрив, що підкислюють ґрунт, крім того, залізодефіцитний стан корегується позакореневим підживленням препаратами заліза.

Особливо ефективним виявилось кореневе підживлення препаратом Феррилен, за дії якого значно збільшувався приріст пагонів. Так, за використання Феррилену довжина пагонів спіреї збільшувались в 2,6 та 3 рази (при додаванні бурштинової кислоти), обробка Феровітом призвела до збільшення показника в 1,9 та 2,2 рази (у варіанті з БК). Додавання до розчину бурштинової кислоти достовірно підвищувало ефективність всіх препаратів. Вірогідніше, що бурштинова кислота знижує рН ґрунту, внаслідок чого залізо стає доступним для поглинання рослиною. Таким чином, бурштинова кислота, залучаючись до процесів поглинання заліза рослиною, сприяє нормалізації розвитку рослин в досліді.

Кількість листків в обох варіантах внесення препаратів заліза збільшувалась, але достовірними були лише дані, отримані в результаті впливу Феррилену та бурштинової кислоти, як при кореновому, так і позакореновому підживленні. Таким чином, можна вважати, що обробка препаратами майже не впливає на кількість листків у рослин, вражених карбонатним хлорозом.

Використання препаратів заліза для корекції залізодефіцитного хлорозу призводило до збільшення вмісту пігментів в рослинному матеріалі в усіх варіантах з використанням Феррилену та у варіанті з Феровітом в комбінації з БК при кореновому підживленні.

Кореневе підживлення Ферриленом призводило до накопичення хлорофілу в листках рослин до 169 % від контролю. Комбінація препаратів

Феррилену та Феровіту з бурштиною кислотою також призводила до росту вмісту хлорофіла в листках до 168 та 144 % від контролю для Chl *a*, відповідно. Подібна стимулююча дія препаратів спостерігалась і для Chl *b*: 164, 157 і 143 % при дії Феррилену, Феррилену та БК, та Феровіту та БК, відповідно. Використання розчинів препаратів заліза шляхом позакореневої обробки призводило до збільшення вмісту хлорофілу у листках. Максимально ефективною була комбінація Феррилену та бурштинової кислоти, обробка якою збільшувала вміст хлорофілів *a* та *b* в 2,2 та 2,5 рази, відповідно.

Обробка рослин препаратами заліза сприяла відновленню нормального зеленого забарвлення листків та збільшувала в них вміст хлорофілу. Однак, стійкий позитивний вплив та післядія зберігалась, як і в попередніх показниках, у варіантах з бурштиною кислотою.

Максимально ефективним також був Феррилен у комбінації з бурштиною кислотою: концентрація хлорофілу за кореневого підживлення яким досягла майже 80 % від вмісту хлорофілу у рослин спіреї японської не уражених хлорозом. Нижчу ефективність Феровіту можна пояснити іншим хелатуючим агентом, який входить до складу препарату, оскільки тип хелатуючого агента значно впливає на ефективність препарату та ступінь його засвоюваності рослинами.

Перехід до фази цвітіння відбувся майже одночасно у рослин, що обробляли всіма варіантами препаратів. Виключення становили контрольний варіант та варіант обробки FeSO<sub>4</sub>, в яких суцвіття нормально не розвивались та всихали в нерозвиненому стані. Під час дослідження впливу стимуляторів на строки бутонізації та цвітіння було встановлено позитивну динаміку дії всіх препаратів, крім FeSO<sub>4</sub>. Так, рослини, які обробляли Ферриленом та Феровітом на вісім днів раніше перейшли до фази бутонізації. Така ж сама динаміка спостерігалася при переході до фази цвітіння. Рослини оброблені препаратами Феррилен та Феровіт почали квітнути на раніше, ніж інші



рослини, при цьому жоден з контрольних варіантів не перейшов у фазу цвітіння до закінчення дослідження.

Таким чином, використання препаратів заліза призводить до нормалізації стану рослин спіреї японської, ураженої карбонатним хлорозом. Максимально ефективним виявився Феррилен в комплексі з бурштиною кислотою, за дії якого показники приросту пагонів та концентрації хлорофілів були максимальними. Крім того, означений препарат характеризувався найбільш довготривалим ефектом. Використання бурштинової кислоти підвищувало ефективність препаратів.

## ВИСНОВКИ

1. Використання препаратів «Феррилен» та «Феровіт» призводило до збільшення довжини пагонів спіреї японської в 2,6 та 3 рази (при додаванні бурштинової кислоти), та в 1,9 та 2,2 рази (у варіанті з БК), відповідно. Обробка препаратами майже не впливає на кількість листків у рослин, вражених карбонатним хлорозом.
2. Кореневе підживлення Ферриленом призводило до накопичення хлорофілу в листках рослин до 169 % від контролю. Комбінація препаратів Феррилену та Феровіту з бурштиновою кислотою також призводила до росту *a*, відповідно. Подібна стимулююча дія препаратів спостерігалась і для *Chl b*: 164, 157 і 143 % при дії Феррилену, Феррилену та БК, та Феровіту та БК, відповідно.
3. Найбільш ефективним було кореневе підживлення препаратами, незважаючи на підвищення показників приросту пагонів та кількості листків при позакореневій обробці.
4. Настання фази цвітіння відбулось майже одночасно у рослин, що обробляли всіма варіантами препаратів за виключенням контрольного варіанту та варіанту з використанням  $\text{FeSO}_4$ , в яких суцвіття нормально не розвивались та всихали в нерозвиненому стані.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бонюк З. Г. Практичні аспекти використання таволг (*Spiraea* L. Rosaceae Juss.) // Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво формування ландшафту: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. 4–6 червня 2014 р. – Біла Церква, 2014. – С. 11-14.
2. Вальков В. Ф. Генезис почв Северного Кавказа. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1977. – 160 с.
3. Дятлова Н. М., Темкина В. Я., Попов К. И. Комплексоны и комплексонаты металлов. – М.: Химия. – 1988. – 544 с.
4. Коржов С. И., Коронев Н. Н. Микробиологическая активность почвы при минерализации бобовых и злаковых культур// Черноземы Центральной России: генезис, география, эволюция. – Воронеж: ВГУ, 2004. – С. 268-371.
5. Кравченко Л.В., Азарова Т.С., Леонова-Ерко Е.И., Тихонович И.А. Корневые выделения томатов и их влияние на рост и антифунгальную активность штаммов *Pseudomonas* // Микробиология, 2003. – Т. 72. – С. 48-53.
6. Кравченко Л.В., Шапошников А.И., Макарова Н.М. и др. Видовые особенности состава корневых выделений растений и его изменение в ризосфере под влиянием почвенной микрофлоры // Сельскохозяйственная биология, 2011. – № 3. – С. 71-75.
7. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош; Под ред. А. И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. // Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1989. – 430 с.
8. Михайлик О.М., Шевченко А.И., Островская Л.К. Образование супероксидных анион-радикалов хлоропластами люпина в норме и патологии // Биохимия. – 1986. – Т. 61, № 7. – С. 1186-1193.

9. *Михайлик О.М., Шевченко А.И., Островская Л.К.* Фотосинтетический транспорт электронов в хлоропластах люпина в норме и при патологии, связанной с дефицитом железа // Там же. – 1988. – 53, № 7. – С. 1181-118.
10. *Минкин М.Б., Ендовицкий А. П., Калиниченко В. П.* Карбонатно-кальциевое равновесие в почвенных растворах. – М.: Изд-во МСХА, 1995. – 210 с.
11. *Молчанов Е.Ф.* Перспективы использования карбонатных почв в плодородстве в связи с хлорозом // Научные основы рационального использования почв Северного Кавказа и пути повышения их плодородия. – Нальчик, 1971. – С. 433-436.
12. *Мусієнко М. М., Паршикова Т. В., Славний П. С.* Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 200 с.
13. *Неганова Н. М.* Экологическое обоснование применения гуминовых препаратов для оптимизации условий роста и развития декоративных древесных растений : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08. – Ростов-на-Дону, 2012. – 24 с.
14. *Островская Л. К.* Биологически активные комплексоны металлов для борьбы с хлорозом растений // ЖВХО им. Д. И. Менделеева. – 1084. – 2В, № 3. – С. 81-87.
15. *Островская Л. К.* Железо в растительном мире и карбонатный хлороз. – Киев: Наукова думка, 1993. – С. 148.
16. *Островская Л. К., Николенко В. Г., Ченская Н. Н.* Применение комплексонов на маточниках подвойных и привойных виноградных лоз // Физиологии и биохимия культ, растений. – 1990. – 15, № 6. – С. 584-588.
17. *Пелипенко О. Ф.* Диагностика почв по растительному покрову // Экологическое почвоведение. – Краснодар: Советская Кубань, 2004. – С. 217-229.

18. *Просьянников Е.В., Карпенчук Г. К., Лобода В. М.* Хлороз плодовых и пригодность почв Приднестровья под сады // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 1979. – № 12. – С. 25 – 27.
19. *Тарчевский И. А., Максютова Н. Н., Яковлева В. Г., Гречкин А. Н.* Янтарная кислота - миметик салициловой кислоты // Физиология растений. – 1999. – Т. 46. – С. 23-25.
20. *Трач В. В., Островская Л. К.* Супероксиддисмутаза при карбонатном хлорозе растений // Там же. – 1986. – Т. 18, № 3. – С. 260-265
21. *Унгурян В. Г.* Почва и виноград. – Кишинев: Штиница, 1979. – 211 с.
22. *Шмидт В. М.* Математические методы в ботанике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 288 с.
23. *Alcaraz C. F., Hellin L., Sevilla F., Martinez-Sanchez F.* Influence of the leaf iron contents on the ferredoxin levels in citrus plants // Ibid. – 1985. – 8, N 7. – P. 603-611.
24. *Anter F., Hilal M. H., El-Damaty A. H.* A chemical and biological approach towards the definition of calcareous soils // H. Plant and Soil. – 1973. – № 3. – P. 479-486.
25. *Baldwin R.E., Waldenmaier C.G., Lambe R.C.* Marigold research report 1986 –1993 / Va. Polytechnic Inst. and State Univ. – 1993. – 102 p.
26. *Bar-Ness E., Chen Y., Hadar Y. et al.* Siderophores of *Pseudomonas putida* as an iron source for dicot and monocot plants // Plant and Soil, 1991. – V. 130. – P. 231-241.
27. *Bienfait H.F., Bino R.J., van der Blick A.M., Daivenvoorden J.F., Fontaine J.M.* Characterization of ferric reducing activity in roots of Fe deficient *Phaseolus vulgaris* // *Physiol. plantar.* – 1985. – V. 59, N 2. – P. 196-202.
28. *Boddi B., Cseh L., Lang F.* Fluorescence spectroscopy of iron-deficient plants // *J. Plant Physiol.* – 1985. – V. 118, N 5. – P. 451-461.
29. *Clark R.B., Gross R. D.* Plant genotype differences to iron // *J. Plant Nutr.* – 1986. – V. 9, N 3-7. – P. 471-491.

30. *Hakan C., Vahap K. and Haluk B.* Effects of Bicarbonate Induced Iron Chlorosis on Selected Nutrient Contents and Nutrient Ratios of Shoots and Roots of Different Maize Varieties // *Journal of Agronomy*, 2006. – 5 (2): P. 369-374.
31. *James T. et al.* Characterization and Properties of Metallic Iron Nanoparticles: Spectroscopy, Electrochemistry, and Kinetics. – Department of Environmental and Biomolecular Systems, Oregon Health & Science University. – 2004. – 355 p.
32. *Kramer A., Romheld V., Landsberg E., Marschner H.* Induction of transfer-cell formation by iron deficiency in the root epidermis of *Helianthus annuus* L. // *Planta*. – 1980. – V. 147, N 4. – P. 335-339.
33. *Landsberg E.C.* Organic acid synthesis and release of hydrogen ions in response to Fe deficiency stress of mono- and dicotyledonous plant species // *J. Plant Nutr.* – 1981. –3, N 1-4. – P. 579-591
34. *Landsberg E.C.* Transfer cell formation in the root epidermis: A prerequisite for Fe-efficiency // *Ibid.* – 1982. –5, N 4-7. – P. 415 -432.
35. *Lugtenberg B., Dekkers L., Bloemberg G.V.* Molecular determinants of rhizosphere colonization by *Pseudomonas* // *Annu. Rev. Plant Pathol.* 2001. – V. 39. – P. 461-490.
36. *Lynch J.M.* The Rhizosphere. Chichester: J. Willey, 1990. – 485 p.
37. *Maas F.M., van de Watering D.A.M., van Beusichem M.L., Bienfeldt H.F.* Characterization of phloem iron and Its possible role in the regulation of Fe efficiency reactions // *Plant Physiol.* – 1988. – 87, N 1. – P. 167-171.
38. *Neumann P. M., Prinz R.* Foliar iron spray potentiates growth of seedlings on iron free media // *Plant Physiol.* – 1975. – 55, N 6. – P. 988-990.
39. *Neilands J. B.* Siderophores: structure and function of microbial iron transport compounds // *J. Biol. Chem.*, 1995. – 45: 26723-26726.
40. *Nishio J. N., Abadia J., Terry N.* Chlorophyll-proteins end electron transport during iron nutrition-mediated chloroplast development // *Ibid.* – 1985. – 78, N 2. – P. 296-299.

41. *Petrouleas F, Diner B.A.* Light-induced oxidation of the acceptor-side Fe (II) of photosystem by exogenous quinones acting through the Q<sub>g</sub> binding site. 1. Quinones, kinetic and pH dependence // *Biochim. Biophys. Acta.* – 1987. – 893, N 1. – P. 126-137.
42. *Ramani S., Kannan S.* Enhancement of iron uptake by dibutyl phthalate in sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Moenehi cultivars with different susceptibility to iron deficiency // *J. Plant Physiol.* – 1987. – 127, N 3-4. – P. 379-383.
43. *Reddy G.N., Prasad M.N.V.* Heavy metal-binding proteins/peptides: occurrence, structure, synthesis and functions // *Environm. Experim. Bot.* – 1990. – 30, N 3. – P. 251-264.
44. *Romero L.* A new statistical approach for the interpretation of nutrient interrelationships Manganese/iron // *J. Plant Nutr.* – 1988. – 11, N 6-11. – P. 996–1004.
45. *Romheld V., Marschner H.* Mechanism of iron uptake by peanut plants. 1. Fe (III) reduction, chelate splitting and release of phenolics // *Plant Physiol.* – 1983. – 71, N 4. – P. 949-954.
46. *Sandmann G., Malkin R.* Iron-sulfur centers and activities of the photosynthetic electron transport chain in Iron deficient culture of the blue-green alga *Aphanocapsa* // *Plant Physiol.* – 1983. – 73, N 3. – P. 724-728.
47. *Sijmons P.C., Bienfait H.F.* Source of electrons for extracellular Fe (III) reduction in iron deficient bean roots // *Physiol. plantar.* – 1983. – 59, N 3. – P. 409-415.
48. *Sijmons P.C., van den Briel W., Bienfait H.F.* Cytosolic NADPH the electron donor for extracellular Fe (III) reduction in iron deficient bean roots // *Ibid.* – 1984. – 76, N 1. – P. 219-221.
49. *Spiller S., Terry N.* Limiting factor in photosynthesis in Iron stress diminishes photochemical capacity by reducing the number of photosynthetic unit // *Plant Physiol.* – 1980. – 66, N 1. – P. 121-126.

50. *Terry N.* Limiting factors in photosynthesis. 1. Use of iron stress to control photochemical capacity in vivo // *Plant Physiol.* – 1980. – 66, N 1. – P. 114-120.
51. *Terry N.* Limiting factors in photosynthesis. IV. Iron stress mediated changes in tight harvesting and electron transport capacity and its effects on photosynthesis in vivo // *Plant Physiol.* – 1983. – 71, N 4. – P. 866-860.
52. *Wallet A.* Definition of stresses in crop production — iron, plant nutrient and non-nutrient stress interactions // *J. Plant Nutr.* – 1986. – 9, N 3-7. – P. 187-192.