

“METALL IONLARINING O‘SISH STIMULYATORI SIFATIDA BUG‘DOY VA MOSH O‘SIMLIKLARIGA TA‘SIRI”

N.M.Qutlimuratov¹, A.Kalandarov²

¹ChDPU “Ilmiy va metodologik kimyo” kafedrası k.f.f.d. PhD. Dotsent

²Toshkent shahri 293-sonli maktab kimyo fani o‘qituvchisi

ANNOTATSIYA

Shaharsozlikning tez sur‘atlar bilan rivojlanishi va aholi sonining ortishi organik oziq-ovqatga bo‘lgan talabning keskin oshishiga olib kelmoqda. Shu bilan birga, an‘anaviy mineral o‘g‘itlar uzoq muddatli foydalanishda tuproq unumdorligini kamaytirishi mumkin, bu esa hosildorlikni barqaror oshirish uchun innovatsion yondashuvlarni izlash zaruratini yuzaga chiqaradi. Ushbu tadqiqotda mis (Cu^{2+}) va nikel (Ni^{2+}) ionlarining bug‘doy unib chiqishi va dastlabki o‘shish jarayoniga konsentratsiyaga bog‘liq ta‘siri o‘rganildi. Eksperimentda bug‘doy urug‘lari har bir metall ionining beshta turli molyar konsentratsiyasida ishlov berilib, unumdorligi past tuproqqa ekildi. Besh kun davomida urug‘larning o‘shib chiqishi, barglar uzunligi va ildizlar soni muntazam ravishda o‘lchandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, past konsentratsiyadagi Cu^{2+} va Ni^{2+} ionlari urug‘larning o‘shib chiqishi, barglar uzunligi va ildizlar sonidagi o‘zgarishlar statistik jihatdan ahamiyatli darajada oshirdi. Biroq, yuqori konsentratsiyalar toksik ta‘sir ko‘rsatib, urug‘larning o‘shib chiqishi va burglar va ildizlarning o‘shishni sezilarli darajada kamaytirdi. Ushbu kuzatuvlar metall ionlarini nazorat ostida qo‘llash orqali bug‘doy o‘shishini yaxshilash mumkinligini, ortiqcha konsentratsiyalarning esa abiotik stressni kuchaytirishini ko‘rsatadi. Natijalar shuni anglatadiki, metall ionlarining optimal konsentratsiyalari agroekologik jihatdan samarali strategiyalarni ishlab chiqishda muhim rol o‘ynashi mumkin. Kelajakdagi tadqiqotlarda turli metall ionlari kombinatsiyasi va ularning uzoq muddatli ta‘siri batafsil o‘rganilishi lozim.

Kalit so‘zlar: Stimulyator, urbanizatsiya, metall ionlari, bug‘doy, molar konsentratsiya, toksik xususiyat va abiotik stress

ABSTRACT

Rapid urbanization and population growth have led to an increasing demand for organic food. At the same time, prolonged use of conventional mineral fertilizers can reduce soil fertility, highlighting the need for innovative approaches to sustainably enhance crop productivity. This study investigated the concentration-dependent effects of copper (Cu^{2+}) and nickel (Ni^{2+}) ions on wheat (*Triticum aestivum*) germination and early growth. Wheat seeds were treated with five different molar concentrations of each metal ion and sown in low-fertility soil. Over a five-day period, germination rate, leaf length, and root number were regularly measured. The results indicated that low concentrations of Cu^{2+} and Ni^{2+} significantly enhanced germination, leaf elongation, and root development. In contrast, higher concentrations exhibited toxic effects, markedly reducing germination and the growth of leaves and roots. These findings suggest that controlled application of essential metal ions can improve wheat growth, whereas excessive concentrations induce abiotic stress. The results further imply that optimizing metal ion concentrations may play a crucial role in developing agroecologically sustainable strategies. Future studies should explore the combined effects of different metal ions and their long-term impact on plant development. **Keywords:** Stimulator, urbanization, metal ions, wheat, molar concentration, toxicity and abiotic stress

Keywords: Stimulator, urbanization, metal ions, wheat, molar concentration, toxic properties, and abiotic stress

Kirish

O‘simliklarning o‘shish va rivojlanish bosqichlarida tashqi stress omillariga nisbatan chidamliligini oshirish hozirgi zamon bioorganik kimyo fani oldidagi eng asosiy vazifalardan

biridir. Bu o'rinda o'simliklarning rivojlanishida asosiy rol o'ynovchi biogen birikmalar va ularning ta'sirini o'rganish ushbu fanning dolzarb masalalaridan hisoblanadi.

Ma'lumki, biogen birikmalar o'simliklar o'sishi va rivojlanishining barcha bosqichlarida moddalar almashinuvini boshqarishda ishtirok etadi. Tashqi biotik yoki abiotik omillar ta'sirida ko'pincha moddalar almashinuvi jarayonidagi o'zgarishlar o'simlikni nobud bo'lish darajasigacha ham olib kelishi mumkin. Bunda gormonlar yoki hujayra va to'qimalarda mavjud boshqa fiziologik faol moddalar ham o'simlikni qayta tiklanishida faollik darajalarini namoyon eta olmasliklari kuzatiladi. Bunday holatlarda tabiiy yoki sintetik biostimulyatorlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ayniqsa, qishloq xo'jaligi o'simliklarning tashqi ta'sir etuvchi omillarga nisbatan chidamli formalarini yaratish yoki chidamlilik darajasini oshirish xalq xo'jaligini rivojlantirishda alohida o'rin egallaydi.

Og'ir metallar atrof-muhitda muhim va muhim bo'lmagan holda ikkala shaklda mavjud. Ushbu og'ir metal ionlari tuproq biosrukturasiga tabiiy va antropogen kabi turli manbalardan kiradi. Kobalt (Co), mis (Cu), temir (Fe), marganes (Mn), molibden (Mo), nikel (Ni) va rux (Zn) kabi muhim og'ir metallar o'simliklarning o'sishi va rivojlanishida foydali rol o'ynaydi. Optimal darajada bu foydali elementlar o'simlikning ozuqaviy darajasini yaxshilaydi, shuningdek, o'simliklarning normal o'sishi va yaxshi hosil olish uchun zarur bo'lgan bir qancha mexanizmlarni yaxshilaydi. Quruq o'simliklar uchun ularning optimalligi diapazoni xilma-xildir. O'simlik og'ir metallarni eruvchan komponent sifatida oladi yoki ularni ildiz eksudati bilan eriydi. Ularning ortiqcha bo'lishi o'simliklar uchun zaharli bo'lib, o'simlikning boshqa muhim bo'lmagan elementlarni qabul qilish va to'plash qobiliyatini o'zgartiradi. O'simlik to'qimalarida og'ir metallarning ko'payishi to'g'ridan-to'g'ri va bilvosita toksik ta'sir ko'rsatadi. Bunday to'g'ridan-to'g'ri ta'sir oksidlovchi stressning paydo bo'lishi bo'lib, u sitoplazmatik fermentlarning cheklanganligini va hujayra tuzilmalarining shikastlanishini yanada kuchaytiradi. Ushbu ionlar turli fermentlar va oqsillarning roliga ta'sir qiladi, metabolizmni to'xtatadi va fitotoksisiteni aniqlaydi. Tuproq-o'simlik tizimida foydali og'ir metal ionlari Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni va Zn bo'yicha so'nggi yutuqlardan kelib chiqqan holda, og'ir metallarning tuproqdagi manbalari va ularni qabul qilish va tashish mexanizmini o'rganilgan. Asosiy metal ionlarini tuproqdan o'simliklarga tashishda metal tashuvchilarning rolini hamda Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni va Zn ning o'simlik o'sishi va rivojlanishida past va yuqori darajada funksiyasi va yuqori darajada metal zaharlanishini yumshatish mexanizmi bo'yicha izlanishlar olib borilmoqda.

MATERIALLAR VA METODLAR

Hozirgi kunda bug'doy o'simligining o'sishini tezlashtirish, hosilni oshirish va bug'doy kleykovinasini oshirish sifatida hozirgacha ko'p izlanishlar olib borilmoqda. Shu vaqtgacha stimulyator sifatida bir qancha moddalar sinab ko'rilmoqda. Dunyo miqyosida bu ish bilan keng ko'plab olimlar shug'ullanmoqda. Hozirga qadar bug'doy o'simligiga stimulyator sifatida foydalanib yuqori samara bergan ba'zi moddalarga to'xtalib o'tsak:

Yuqoridagi maqolalar tahlilidan foydalanib Cu va Ni kabi metal ionlari bug'doy o'simligida sinov uchun tanlab olindi.

Har bir metal tuzlaridan 5 xil konsentratsiyada eritmaları tayyorlab olindi. So'ngra bug'doy 2 soat davomida eritmalariga solindi va unumdor bo'lmagan tuproqqa ekildi. Unib chiqish davri kuzatildi va dastlabki 5 kunlik tahlil olindi. Unga ko'ra, har bir elementning konsentratsiyalaridan foydalangan holda natijalar o'rganildi. Solishtirish maqsadida nazorat

uchun suvdan foydalandi. Qiyoslash maqsadida o'simliklarning unib chiqishi va unib chiqqan urug'lar soni, o'simlikning uzunligi, tuplar soni kabi xarakterli xossalari asos qilib olindi.

Bugungi kunda bug'doy (*Triticum aestivum* L.) o'simligining unib chiqishi, o'sishi va hosildorligini oshirish maqsadida turli stimulyatorlar va metall ionlaridan foydalanish amaliy tadqiqotlarda keng qo'llanilmoqda. Shu maqsadda, ushbu tadqiqotda Cu(II) va Ni(II) ionlari bug'doy urug'lariga turli konsentratsiyalarda ta'siri o'rganildi.

1. Sinov obyekti va urug'lar: Bug'doy urug'lari sifat va unib chiqish darajasi bo'yicha standart sifat sinovlaridan o'tkazilgan. Tadqiqot davomida urug'lar avval 0,1–0,0005 M konsentratsiyadagi Cu(II) va Ni(II) eritmalarida 2 soat davomida ishlav berildi. Nazorat guruh uchun suvdan foydalanildi.

2. Metall ionlarining tayyorlanishi: Cu(II) va Ni(II) ionlarining eritmaları laboratoriya sharoitida yuqori tozalikdagi reagentlar yordamida tayyorlandi. Har bir metall ionining besh xil konsentratsiyasi sinov uchun tanlandi: 0,1; 0,05; 0,01; 0,001; va 0,0005 M. Bu diapazon ilgari o'tkazilgan ilmiy ishlar (Namira et al., 2016; Babar Shahzad et al., 2016) asosida optimal va toksik konsentratsiyalarni aniqlash uchun tanlandi.

3. Urug'larni ekish va o'sishni kuzatish: Urug'lar unumdor bo'lmagan tuproqqa ekilib, o'sish davri davomida quyidagi parametrlar o'lchandi:

- Unib chiqish tezligi va urug' soni (5 va 10 kundan keyin)
- Barg soni va barg uzunligi
- Tomirlar soni va uzunligi

Har bir parametr 3 martalik takrorlash bilan o'lchandi va o'rtacha qiymatlar hisoblandi.

OLINGAN NATIJALAR TAHLILI

Olingan natijalar ilmiy maqolalarda keltirilgan ushbu mavzuga o'xshash tadqiqotlar bilan solishtirildi. Masalan, Namira et al. (2016) tadqiqotida past konsentratsiyadagi Cu(II) va Ni(II) ionlari bug'doyning unib chiqishiga ijobiy ta'sir qilgani, yuqori konsentratsiyalar esa fitotoksik xususiyatini namoyon qilgani aniqlangan. Shu bilan mos ravishda, tadqiqotimizda ham 0,001 M konsentratsiyadagi Cu(II) va Ni(II) ionlari biostimulyator sifatida effekt berdi. Bundan tashqari, Babar Shahzad et al. (2016) ishlari Li ionining mosh o'simligiga yaxshi ta'sir qilganini, ammo bug'doyga past samarali ekanligini ko'rsatgan. Bu bizning tadqiqotimiz natijalari bilan mos keladi, chunki metall ionlarning o'sishga ta'siri nafaqat turiga, balki o'simlikning biologik xususiyatlariga ham bog'liq.

Cu(II) ionini turli konsentratsiyali eritmalarining bug'doy o'simligining unib chiqishiga ta'siri

1.1-jadval

№	Cu ²⁺ ionni konsentratsiyalari (mol·l ⁻¹)	Bug'doy o'simligi eritmada qoldirilgan vaqt (soat)	Unib chiqqan vaqt (kun) va urug' soni(ta)	5 kundagi unib chiqish holati(ta)
1	0.1	2	-	-
2	0.05	2	4 va 1	1
3	0.01	2	4 va 1	1
4	0.001	2	3 va 1	9
5	0.0005	2	3 va 1	5

Xulosa: Bu jadvaldan Cu ning yuqori konsentratsiyalari stimulyatorlik xossalarini namoyon etmaganligini va shuning uchun bug'doy unib chiqishiga to'sqinlik qildi deyish mumkin. Uning

past konsentratsiyalari esa bug‘doy unib chiqishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatdi. Bundan ko‘rinib turibdiki, Cu^{2+} ionining 0,001M konsentratsiyali holati optimal deb topilib, o‘simliklarga salbiy ta’sir qilmasligi aniqlandi.

Ni(II) ionini turli konsentratsiyali eritmalarining bug‘doy o‘simligining unib chiqishiga ta’siri

1.2-jadval

№	Ni^{2+} ioni konsentratsiyalari ($\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$)	Bug‘doy o‘simligi eritmada qoldirilgan vaqt (soat)	Unib chiqqan vaqt (kun) va urug‘ soni(ta)	5 kundagi unib chiqish holati(ta)
1	0.1	2	-	-
2	0.05	2	-	-
3	0.01	2	4 va 1	2
4	0.001	2	3 va 1	7
5	0.0005	2	3 va 1	5

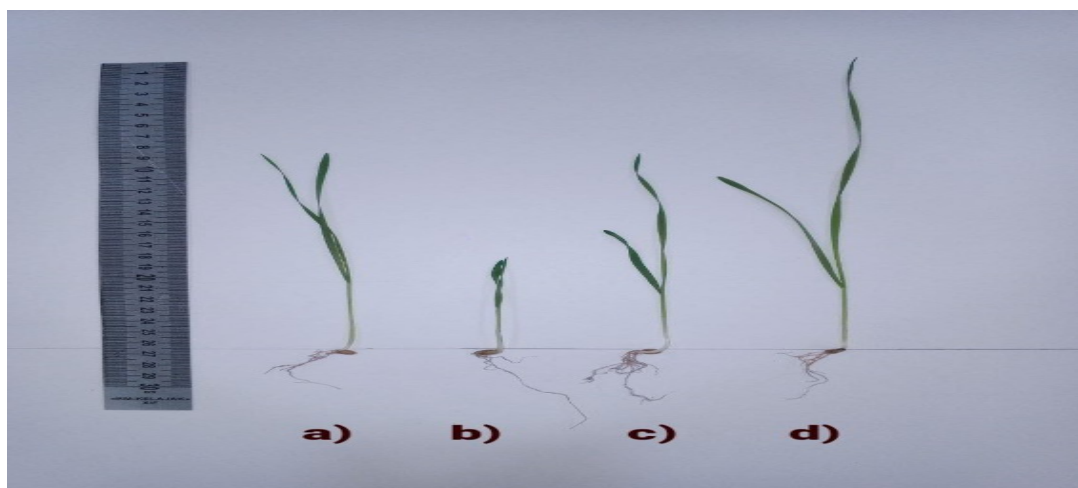
Xulosa: Bu jadvalda 5 kun davomida Ni^{2+} ioni konsentratsiyalarining bug‘doy unib chiqishiga ta’sirini ko‘rishimiz mumkin. Yuqori konsentratsiyali metall ionni bug‘doy unib chiqishiga to‘sqinlik qildi. Past konsentratsiyali holatida esa unib chiqish ko‘rsatkichlari ancha samarali. Bundan ko‘rinib turibdiki, stimulyatorlik xossasi 0,001 M holatida ta’sir yuqori va optimal deb topildi.

10 kunlik natijalar ham olinib tahlil qilinganda ham kontrolga qaraganda ayrim konsentratsiyalarda natijalar yuqori chiqqanini ko‘rishimiz mumkin.

Cu(II) ionini turli konsentratsiyali eritmalarining bug‘doy o‘simligining unib chiqishi, bargi va ildizi o‘zgarishidagi tahlil

1.3-jadval

№	Cu^{2+} ionni konsentratsiyalari ($\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$)	Urug‘ ekilgandan keyingi 10 kunlik davr (unib chiqqan urug‘lar soni)	Barg soni (ta)	Barg uzunligi (sm)	Tomirlar soni (ta)	Tomirlar uzunligi (sm)
1	0.1	1 ta	2	18	2	4,5
2	0.05	1 ta	2	9	3	8,5
3	0.01	2 ta	2	18	4	6,5
4	0.001	10 ta	2	26	5	5



3-rasm; a) $C_M(\text{Cu}^{2+}) = 0,1\text{M}$ b) $C_M(\text{Cu}^{2+}) = 0,05\text{M}$ c) $C_M(\text{Cu}^{2+}) = 0,01\text{M}$ d) $C_M(\text{Cu}^{2+}) = 0,001\text{M}$ li eritmalarining bug‘doy o‘simligining o‘shish va rivojlanishiga ta’siri

Ni(II) ionini turli konsentratsiyali eritmalarining bug‘doy o‘simligining unib chiqishi, bargi va ildizi o‘zgarishidagi tahlil

1.4-jadval

№	Ni ²⁺ ion konsentrat-siyalari (mol·l ⁻¹)	Urug‘ ekilgandan keyingi 10 kunlik davr (unib chiqqan urug‘lar soni)	Barg soni (ta)	Barg uzunligi (sm)	Tomirlar soni (ta)	Tomirlar uzunligi (sm)
1	0.1	-				
2	0.05	-				
3	0.01	3 ta	2	10	4	6
4	0.001	8 ta	3	25,5	7	11

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, Cu(II) va Ni(II) ionlarining konsentratsiyasi bug‘doy urug‘larining unib chiqishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Yuqori konsentratsiyadagi (0,05–0,1 M) metall ionlari unib chiqishni sekinlashtirgan yoki to‘xtatgan, past konsentratsiyalar (0,001–0,01 M) esa unib chiqishga ijobiy ta’sir qilgan.

- **Cu(II) ionlari:** 0,001 M konsentratsiya bug‘doy unib chiqishida optimal stimulyator sifatida ishladi. 5 kun ichida urug‘larning 90% unib chiqqan. Yuqori konsentratsiyalarda (0,05–0,1 M) esa o‘shishning sekinlashishi kuzatildi. Bu natija Namira et al. (2016) tadqiqoti bilan mos keladi, ular ham Cu(II) ning past konsentratsiyalari o‘shishga yordam berishini aniqlagan.
- **Ni(II) ionlari:** 0,001 M konsentratsiyadagi eritma bug‘doy unib chiqishida eng yaxshi natija berdi (8 urug‘dan 7 tasi unib chiqqan). Yuqori konsentratsiyadagi eritmalar esa fitotoksik ta’sir ko‘rsatdi. Bu Babar Shahzad et al. (2016) ishlariga o‘xshash, ular metal ionlarining o‘shishga ta’sirini o‘simlik turi va konsentratsiyaga bog‘liqligini ko‘rsatgan.
- **Barg soni va uzunligi:** Past konsentratsiyadagi Cu(II) va Ni(II) ionlari barg soni va uzunligini oshirdi. 0,001 M Cu(II) bilan ishlangan urug‘larda barg uzunligi 26 sm, barg soni 5 ta bo‘ldi. Yuqori konsentratsiyalarda esa barglar toraygan va qisqargan.
- **Ildiz tizimi:** Optimal konsentratsiyadagi metall ionlari tomirlar soni va uzunligini oshirdi, bu o‘simlikning suv va mineral moddalarni qabul qilish imkoniyatini yaxshiladi. Yuqori konsentratsiya esa ildiz tizimining rivojlanishini susaytirdi.

XULOSA

Metall ionlarining o'simlik o'sishiga ta'siri va biostimulyatorlik xususiyatlari: Cu(II) va Ni(II) kabi metall ionlari (unib chiqish, o'sish, rivojlanish va hosildorlik) asosida stimulyator sifatida tanlandi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, past konsentratsiyadagi metall ionlari (0,001–0,01 M) bug'doy va mosh o'simliklarida unib chiqishni rag'batlantiradi, barg va ildiz tizimini rivojlantiradi, yuqori konsentratsiya esa fitotoksik ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga, Li ionining bug'doy o'simligiga ta'siri sust bo'lsa, mosh o'simligiga ijobiy stimulyatorlik xususiyatlari kuzatildi. Bu biphasic ta'sir o'simlik metabolizmi va metal ionlarining hujayra fermentlaridagi mexanizmlari bilan izohlanadi.

Urug'ga ishlov berish vaqtining optimalligi: Tanlab olingan metall ionlarining besh xil konsentratsiyali eritmalarida tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, bug'doy urug'larini 2 soat davomida, mosh urug'larini esa 1 soat davomida eritmada qoldirish optimal sharoit hisoblanadi. Ushbu natija agrotexnologik tavsiyalar berishda muhim bo'lib, o'simlik turi va metall ionining turiga qarab ishlov berish vaqtini optimallashtirish zarurligini ko'rsatadi.

O'sish va rivojlanishning stimulyatsiyasi: Optimal konsentratsiyadagi metall ionlari bilan ishlov berilgan urug'lar bug'doy va mosh o'simliklarida barg soni, barg uzunligi, tomirlar soni va ildiz tizimi uzunligini sezilarli darajada oshirdi. Shu bilan birga, yuqori konsentratsiya o'sishni chekladi, bu oksidlovchi stress va hujayra membranalarining shikastlanishi bilan bog'liq. Bu natijalar Namira et al. (2016) va Yaashikaa et al. (2020) ishlariga mos kelib, metall ionlarining biostimulyator sifatidagi rolini tasdiqlaydi.

Metall ionlarining stimulyatorlik mexanizmi: Metall ionlari past konsentratsiyada o'simlik metabolizmini faollashtiradi, fermentlar faoliyatini oshiradi va fotosintez jarayonini rag'batlantiradi. Ushbu mexanizm o'simlik stressga chidamliligini oshirish va hosil samaradorligini yaxshilashda muhim ahamiyatga ega.

Ilmiy va amaliy ahamiyati: Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, metall ionlari stimulyator sifatida ishlatilganda, o'simliklarning tashqi stress omillariga chidamliligi oshadi, hosil samaradorligi ortadi va qishloq xo'jaligi mahsulotlarining sifatini yaxshilash imkoniyati paydo bo'ladi. Kelgusida tadqiqotlar metall ionlarining molekulyar mexanizmlarini, to'qimalarga tarqalishini va boshqa biostimulyatorlar bilan kombinatsiyasini o'rganishga yo'naltirilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Namira Arif, Vaishali Yadav, Shweta Singh, Svati Singh, Parvaiz Ahmad, Rohit K. Mishra, Shivesh Sharma, Durgesh Kumar Tripathi, N. K. Dubey, Devendra K. Chauhan. *Influence of High and Low Levels of Plant-Beneficial Heavy Metal Ions on Plant Growth and Development*. Environmental Toxicology, Volume 4, 2016, 21 November 2016.

<https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00069>

2. Babar Shahzad, Mohsin Tanveer, Waseem Hassan, Adnan Noor Shah, Shakeel Ahmad Anjum, Sardar Alam Cheema, Iftikhar Ali. *Lithium Toxicity in Plants: Reasons, Mechanisms and Remediation Possibilities*. Plant Physiology and Biochemistry, Volume 107, October 2016, Pages 104–115. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.05.034>

3. Yaashikaa, P. R., Senthil Kumar, P., Varjani, S., Saravanan, A. *Rhizoremediation of Cu(II) ions from Contaminated Soil Using Plant Growth Promoting Bacteria: An Outlook on Pyrolysis*

Conditions on Plant Residues for Methylene Orange Dye Biosorption. Bioengineered, Volume 11, Issue 1, 2020, Pages 175–188. <https://doi.org/10.1080/21655979.2020.1728034>

4. Sharma, P., Dubey, R. S. *Lead Toxicity in Plants*. Brazilian Journal of Plant Physiology, 2005, Volume 17, Pages 35–52. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202005000100004>

5. Gupta, D., Huang, H. *Mechanism of Heavy Metal Tolerance in Plants: Recent Advances*. Environmental Science and Pollution Research, 2014, Volume 21, Pages 6071–6084. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-2780-6>

6. Choudhury, S., Panda, S. K. *Role of Heavy Metals in Plants: Physiological, Biochemical and Molecular Aspects*. Journal of Plant Physiology, 2017, Volume 210, Pages 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2017.05.008>

7. Alloway, B. J. *Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability*, 3rd Edition. Springer, 2013. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4470-7>