UO‘T: 631.95:631.41:633.18

SHOLI (ORYZA SATIVA L.) EKILGAN TUPROQLAR TARKIBIDAGI OG‘IR METALLAR MIQDORINING KAMAYISHI

Nurmetov Nurali Artiq o‘g‘li,*
Xorazm viloyati mintaqaviy bo‘linmasi, direktor o‘rinbosari
e-mail: nurali.na@mail.ru,
https://orcid.org/0009-0004-1423-1325

Karimov Xusniddin Nagimovich,**
q.x.f.d., katta ilmiy xodim
e-mail: xkarimov1976@gmail.ru,
https://orcid.org/0000-0003-1060-808X

Tuproqshunoslik va agrokimyoviy tadqiqotlar instituti
Akademik Maxmud Mirzayev nomidagi bog‘dorchilik, uzumchilik va vinochilik ilmiy tadqiqot instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada vegetatsiya tajribalari asosida og‘ir metallar bilan sun’iy ifloslantirilgan sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqlarda yetishtirilgan Alanga va Lazurniy sholi navlari ta’sirida og‘ir metallarning harakatchan shakllari miqdorining kamayishi tahlil qilingan. Tadqiqotlar natijasida 2021-2023-yillar davomida Cu, Pb, Ni, Cd, Cr, Co va Zn elementlarining harakatchan shakllari barcha tajriba variantlarida kamaygani aniqlandi. Lazurniy navida eng katta kamayish Zn (102,03-45,08 mg/kg), Pb (31,23-13,80 mg/kg) va Cr (16,85-7,44 mg/kg), Alanga navida esa Zn (82,19-42,01 mg/kg; 40,18 mg/kg), Pb (29,61-15,14 mg/kg; 14,47 mg/kg) hamda Cr (21,14-7,15 mg/kg; 13,99 mg/kg) elementlarida qayd etildi. Olingan natijalar har ikkala sholi navining og‘ir metallar bilan ifloslangan tuproqlarni fitoremediatsiya qilishda samarali ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: sholi, og‘ir metallar, fitoremediatsiya, sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproq, harakatchan shakllar, Alanga navi, Lazurniy navi.

Аннотация. В статье на основе вегетационных опытов проанализировано снижение содержания подвижных форм тяжёлых металлов в искусственно загрязнённых тяжёлыми металлами орошаемых типичных серозёмах при возделывании сортов риса Аланга и Лазурный. Установлено, что в течение 2021-2023 годов содержание подвижных форм Cu, Pb, Ni, Cd, Cr, Co и Zn во всех вариантах опыта последовательно снижалось. Наибольшее снижение у сорта Лазурный отмечено для Zn (102,03-45,08 мг/кг), Pb (31,23-13,80 мг/кг) и Cr (16,85-7,44 мг/кг), а у сорта Аланга - для Zn (82,19-42,01 мг/кг; 40,18 мг/кг), Pb (29,61-15,14 мг/кг; 14,47 мг/кг) и Cr (21,14-7,15 мг/кг; 13,99 мг/кг). Полученные результаты свидетельствуют об эффективности обоих сортов риса в процессах фиторемедиации почв, загрязнённых тяжёлыми металлами.

Ключевые слова: рис, тяжёлые металлы, фиторемедиация, орошаемые типичные серозёмы, подвижные формы, сорт Аланга, сорт Лазурный.

Annotation. This study evaluated the reduction of mobile forms of heavy metals in artificially contaminated irrigated typical sierozem soils cultivated with the rice (Oryza sativa L.) cultivars Alanga and Lazurniy under vegetation experiment conditions. The results showed a consistent decrease in the mobile forms of Cu, Pb, Ni, Cd, Cr, Co, and Zn during 2021-2023 across all experimental treatments. The greatest reductions in the Lazurniy cultivar were recorded for Zn (102.03-45.08 mg/kg), Pb (31.23-13.80 mg/kg), and Cr (16.85-7.44 mg/kg), whereas in the Alanga cultivar the largest decreases were observed for Zn (82.19-42.01 mg/kg; 40.18 mg/kg), Pb (29.61-15.14 mg/kg; 14.47 mg/kg), and Cr (21.14-7.15 mg/kg; 13.99 mg/kg). These findings demonstrate that both rice cultivars are effective in the phytoremediation of heavy metal-contaminated soils.

Key words: rice, heavy metals, phytoremediation, irrigated typical sierozem soil, mobile forms, Alanga cultivar, Lazurniy cultivar.

Kirish. So‘nggi yillarda tuproqlarning og‘ir metallar bilan ifloslanishi qishloq xo‘jaligida ekologik va oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashdagi dolzarb muammolardan biriga aylangan. Sanoat korxonalari chiqindilari, konchilik faoliyati, mineral o‘g‘itlar va pestitsidlarning uzoq muddat qo‘llanilishi natijasida Cu, Pb, Cd, Ni, Cr, Co va Zn kabi og‘ir metallar tuproqda to‘planib, ularning qishloq xo‘jaligi ekinlari orqali oziq-ovqat zanjiriga o‘tish xavfini oshirmoqda [3; 4].

O‘zbekiston Respublikasida qishloq xo‘jaligi yerlarining ekologik holatini yaxshilash va tuproq unumdorligini saqlash davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Jumladan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 30-yanvardagi PF-16-son Farmoni bilan tasdiqlangan chora-tadbirlar rejasida qishloq xo‘jaligi yerlarining og‘ir metallar va pestitsidlar bilan ifloslanishini monitoring qilish hamda tuproqning unumdor qatlamini saqlash bo‘yicha kompleks tadbirlarni amalga oshirish vazifalari belgilangan. Mazkur vazifalar og‘ir metallar bilan ifloslangan tuproqlarni ekologik xavfsiz usullar, jumladan fitoremediatsiya texnologiyalari asosida rekultivatsiya qilish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlarning dolzarbligini yanada oshiradi [1].

Og‘ir metallar bilan ifloslangan tuproqlarni rekultivatsiya qilishning fizik va kimyoviy usullari yuqori iqtisodiy xarajat talab qilishi hamda tuproqning tabiiy xossalariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi sababli, ekologik xavfsiz texnologiyalarni qo‘llashga bo‘lgan ehtiyoj ortib bormoqda. Shu jihatdan fitoremediatsiya usuli iqtisodiy jihatdan samarali, ekologik xavfsiz va barqaror texnologiya sifatida e’tirof etilmoqda [5].

Sholi (Oryza sativa L.) dunyoda eng ko‘p iste’mol qilinadigan oziq-ovqat ekinlaridan biri bo‘lib, uning og‘ir metallarni o‘zlashtirish xususiyati nafaqat oziq-ovqat xavfsizligi, balki ifloslangan tup-roqlarni fitoremediatsiya qilish nuqtai nazaridan ham muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Shu bois ushbu tadqiqotda Alanga va Lazurniy sholi navlari ekilgan sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqlarda og‘ir metallarning harakatchan shakllari miqdorining kamayishi baholandi [4; 6].

Materiallar va uslublar. Tadqiqotlar og‘ir metallar bilan sun’iy ifloslantirilgan sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproqlarda Alanga va Lazurniy sholi navlari ekilgan vegetatsiya tajribalarida olib borildi. Tuproq namunalaridagi Cu, Pb, Ni, Cd, Cr, Co va Zn elementlarining harakatchan shakllari 1 N azot kislotasi eritmasida aniqlanib, ularning konsentratsiyasi AVIO 200 induktiv bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometri (ICP–OES) yordamida «Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства» uslubiy ko‘rsatmasiga muvofiq tahlil qilindi [2].

Natijalar va munozara. Vegetatsiya tajribalari uchun tanlab olingan sug‘oriladigan tipik bo‘z tuproq tarkibi bir normal azot kislotasida tekshirilganda element ionlarining harakatchan shakllarida yuqori ifloslanish nikel elementiga tegishli bo‘lib, tuproq doimiy ravishda mineral o‘g‘itlar bilan to‘yintirib kelingan.

Bioremediatsiya - bu mikroorganizmlar (bakteriyalar, zamburug‘lar), suv o‘tlari va yuqori o‘simliklarning biokimyoviy imkoniyatlaridan foydalanishga asoslangan tuproq va suvni tozalash usullari majmuasidir [7]. Tuproq tarkibidan toksik moddalarni olib ketilishi esa fitoremediatsiya hodisasida sodir bo‘ladi [8].

Vegetatsiya tajribasida Lazurniy sholi navi ekilgan tuproqlarda og‘ir metallar miqdorining 2021-2023 yillar davomida o‘zgarishi tahlil qilingan. Unga ko‘ra vegetatsiya tajribasida Lazurniy sholi navi yetishtirilgan tuproqlarda mis (Cu),

qo‘rg‘oshin (Pb), nikel (Ni), kadmiy (Cd), xrom (Cr), kobalt (Co) va rux (Zn) kabi og‘ir metallarning harakatchan shakllari miqdori 2021-2023 yillar davomida muntazam kamayib borganligi kuzatildi. Tajribada nazorat, mineral o‘g‘it foni (N180P150K150), alohida og‘ir metalllar bilan ifloslangan variantlar hamda kompleks og‘ir metalllar aralashmasi qo‘llangan variantlar o‘rganilgan.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, barcha variantlarda og‘ir metallar konsentratsiyasi yillar kesimida pasayish tendensiyasiga ega bo‘lgan. Bu holat sholi o‘simligining og‘ir metallarni o‘zlashtirishi, tuproqdagi kimyoviy va biologik jarayonlar ta’sirida ularning harakatchan shakllari kamayishi bilan izohlanadi.

Mis (Cu) bo‘yicha eng yuqori boshlang‘ich miqdor Cu (5 REM)+fon variantida qayd etilgan bo‘lib, 2021 yilda 18,28 mg/kg ni tashkil etgan. 2023 yilga kelib bu ko‘rsatkich 10,99 mg/kg gacha pasaygan va umumiy kamayish 7,29 mg/kg ni tashkil etgan. Kompleks og‘ir metalllar qo‘llangan variantlarda ham mis miqdori sezilarli darajada kamayib, 3 REM konsentratsiyasida 16,49 mg/kg dan 9,00 mg/kg gacha, 5 REM konsentratsiyasida esa 18,69 mg/kg dan 11,29 mg/kg gacha pasaygan. REMga nisbatan konsentratsiya koeffitsienti 2,43–2,50 oralig‘ida bo‘lganligi misning tuproqda ma’lum darajada akkumulyatsiyalanish xususiyatini saqlab qolganligini ko‘rsatadi.

Qo‘rg‘oshin (Pb) bo‘yicha eng yuqori miqdor Pb (5 REM)+fon variantida aniqlanib, 2021 yilda 31,23 mg/kg dan 2023 yilda 13,80 mg/kg gacha kamaygan. Umumiy pasayish 17,43 mg/kg ni tashkil etgan. Kompleks aralashmada 5 REM variantida qo‘rg‘oshin miqdori 29,61 mg/kg dan 15,14 mg/kg gacha kamaygan. Bu og‘ir metallning sholi tomonidan o‘zlashtirilishi va tuproqdagi harakatchan shakllarining qisqarishi yuqori darajada kechganligini ko‘rsatadi.

Nikel (Ni) bo‘yicha ham sezilarli kamayish qayd etildi. Ni (5 REM)+fon variantida 18,80 mg/kg dan 11,56 mg/kg gacha pasayish kuzatilib, umumiy kamayish 7,24 mg/kg ni tashkil etdi. Kompleks 5 REM variantida esa nikel miqdori 17,13 mg/kg dan 8,76 mg/kg gacha tushgan. Bu holat nikelning o‘simlik tomonidan nisbatan yaxshi o‘zlashtirilishini ko‘rsatadi.

Kadmiy (Cd) bo‘yicha eng katta kamayish Cd (5 REM)+fon variantida kuzatilib, uning miqdori 2,22 mg/kg dan 0,56 mg/kg gacha kamaygan. Umumiy pasayish 1,66 mg/kg ni tashkil etgan. Kompleks 3 REM variantida kadmiyning 1,63 mg/kg dan 0,18 mg/kg gacha tushishi mazkur elementning harakatchan shakli keskin qisqarganligini ko‘rsatadi. REMga nisbatan koeffitsientning 2,47-3,32 oralig‘ida bo‘lishi kadmiyning yuqori mobillik xususiyatiga egaligini tasdiqlaydi.

Xrom (Cr) miqdori ham barcha variantlarda yildan-yilga pasaygan. Cr (5 REM)+fon variantida 16,85 mg/kg dan 7,44 mg/kg gacha kamayish kuzatilib, umumiy pasayish 9,40 mg/kg ni tashkil etgan. Kompleks 5 REM variantida esa 21,14 mg/kg dan 7,15 mg/kg gacha kamaygan bo‘lib, umumiy kamayish 13,99 mg/kg ga teng bo‘lgan. Bu xromning harakatchan shakllari sholi vegetatsiyasi davomida sezilarli darajada kamayganligini ko‘rsatadi.

Kobalt (Co) bo‘yicha Co (5 REM)+fon variantida 16,21 mg/kg dan 7,16 mg/kg gacha, kompleks 5 REM variantida esa 17,31 mg/kg dan 5,86 mg/kg gacha kamayish qayd etildi. Umumiy kamayish mos ravishda 9,05 va 11,46 mg/kg ni tashkil etdi. Bu natijalar kobaltning ham sholi tomonidan o‘zlashtirilishi va tuproqdan chiqib ketish jarayonlari faol kechganligini ko‘rsatadi.

Rux (Zn) bo‘yicha eng yuqori

ISSN 2181-0826 2/2026 y.

miqdorlar kuzatilgan. Zn (5 REM)+fon variantida 2021 yilda 102,03 mg/kg bo‘lgan miqdor 2023 yilga kelib 45,08 mg/kg gacha pasaygan. Umumiy kamayish 56,95 mg/kg ni tashkil etdi. Kompleks 5 REM variantida rux miqdori 82,19 mg/kg dan 42,01 mg/kg gacha kamayib, 40,18 mg/kg ga teng pasayish qayd etildi. Bu og‘ir metallar ichida ruxning mutlaq miqdor jihatidan eng katta kamayishga ega bo‘lganligini ko‘rsatadi (1-jadval).

1-jadval

Vegetatsiya tajriba variantidagi sholining Lazurniy navi ekilgan tuproq tarkibidagi harakatchan shakldagi og‘ir metallar miqdorining kamayishi, mg/kg (2021-2023)

№	Variant nomi	2021-2023 yillar kesmida				Jami kamayish	
		2021 e/o	2021	2022	2023	mg/kg	REM
Qo‘rg‘oshin (Pb) REM - 6							
1	Nazorat tuproq	11,35±0,45	9,83±0,39	9,08±0,36	6,44±0,25	4,91	0,82
2	Tuproq+$N_{180}P_{150}K_{150}$ (Fon)	12,85±0,23	11,50±0,20	8,99±0,16	6,90±0,12	5,96	0,99
3	Pb (3 REM)+fon	25,20±1,10	24,04±1,05	17,99±0,78	11,49±0,50	13,71	2,28
4	Pb (5 REM)+fon	31,23±0,71	29,62±0,68	18,64±0,43	13,80±0,32	17,43	2,90
5	Kompleks elementlar (3 REM)	18,46±0,38	18,26±0,38	13,79±0,28	10,07±0,21	8,39	1,40
6	Kompleks elementlar (5 REM)	29,61±1,07	27,41±0,99	19,89±0,72	15,14±0,55	14,47	2,41
Xrom (Cr) REM - 6							
1	Nazorat tuproq	2,76±0,06	2,24±0,05	2,07±0,04	1,57±0,03	1,20	0,20
2	Tuproq+$N_{180}P_{150}K_{150}$ (Fon)	3,08±0,11	2,61±0,09	2,17±0,08	1,65±0,06	1,43	0,24
3	Cr (3 REM)+fon	11,71±0,46	9,55±0,38	7,23±0,28	5,34±0,21	6,37	1,06
4	Cr (5 REM)+fon	16,85±0,73	11,44±0,50	9,88±0,43	7,44±0,32	9,40	1,57
5	Kompleks elementlar (3 REM)	15,09±0,37	8,69±0,20	7,43±0,17	5,33±0,12	9,76	1,63
6	Kompleks elementlar (5 REM)	21,14±0,44	13,47±0,28	9,16±0,19	7,15±0,15	13,99	2,33
Rux (Zn) REM-23							
1	Nazorat tuproq	18,08±0,32	16,11±0,28	13,52±0,24	10,25±0,18	7,83	0,34
2	Tuproq+$N_{180}P_{150}K_{150}$ (Fon)	22,43±0,98	18,85±0,82	15,81±0,69	12,04±0,52	10,39	0,45
3	Zn (3 REM)+fon	98,31±2,25	70,78±1,62	60,70±1,39	44,83±1,02	53,48	2,33
4	Zn (5 REM)+fon	102,3±2,11	96,44±1,99	59,82±1,24	45,08±0,93	56,95	2,48
5	Kompleks elementlar (3 REM)	57,56±2,08	51,07±1,84	43,82±1,58	31,40±1,13	26,16	1,14
6	Kompleks elementlar (5 REM)	82,19±3,23	81,96±3,22	53,81±2,12	42,01±1,65	40,18	1,75

Shu kabi tajriba sholining Alanga navida har olib borilgan bo‘lib, ushbu navda ham Lazurniy naviga mos bo‘lgan ko‘rsatkichlar qayd etilgan. Faqatgina ayrim elementlarning tuproq tarkibida kamayishi ikki sholi navi ekilgan variantlarda bir biridan biroz farqlanishi aniqlangan. Bu esa sholi o‘simligi navlari tomonidan tuproqdagi elementlarni o‘zlashtirishi navlar kesmimida birozgina farqlanishi bilan izohlanadi (2-jadval).

2-jadval

Vegetatsiya tajriba variantidagi sholining Alanga navi ekilgan tuproq tarkibidagi harakatchan shakldagi og‘ir metallar miqdorining kamayishi, mg/kg (2021-2023)

№	Variant nomi	2021-2023 yillar kesmida				Jami kamayish	
		2021 e/o	2021	2022	2023	mg/kg	REM
Qo‘rg‘oshin (Pb) REM - 6							
1	Nazorat tuproq	12,29±0,48	11,78±0,46	11,42±0,45	8,09±0,32	4,20	0,700
2	Tuproq+$N_{180}P_{150}K_{150}$ (Fon)	12,17±0,28	11,98±0,21	11,30±0,20	8,67±0,15	3,49	0,582
3	Pb (3 REM)+fon	17,37±0,76	15,77±0,69	14,99±0,65	9,57±0,42	7,80	1,300
4	Pb (5 REM)+fon	22,80±0,52	20,44±0,47	19,87±0,45	14,71±0,34	8,10	1,349
5	Kompleks elementlar (3 REM)	19,40±0,40	16,54±0,34	15,16±0,31	11,08±0,23	8,32	1,387
6	Kompleks elementlar (5 REM)	28,31±1,02	18,70±0,67	17,08±0,62	13,00±0,47	15,32	2,553
Xrom (Cr) REM - 6							
1	Nazorat tuproq	5,88±0,12	5,02±0,10	4,41±0,09	3,35±0,07	2,54	0,423
2	Tuproq+$N_{180}P_{150}K_{150}$ (Fon)	6,07±0,22	5,88±0,21	4,63±0,17	3,53±0,13	2,54	0,424
3	Cr (3 REM)+fon	12,78±0,50	10,90±0,43	7,71±0,30	5,69±0,22	7,08	1,181
4	Cr (5 REM)+fon	16,95±0,74	15,89±0,69	14,65±0,64	11,04±0,48	5,91	0,984
5	Kompleks elementlar (3 REM)	14,59±0,33	11,60±0,27	9,54±0,22	6,84±0,16	7,75	1,291
6	Kompleks elementlar (5 REM)	23,32±0,48	22,00±0,45	21,85±0,45	17,06±0,35	6,25	1,042
Rux (Zn) REM-23							
1	Nazorat tuproq	15,13±0,27	13,47±0,24	12,81±0,23	9,71±0,17	5,41	0,235
2	Tuproq+$N_{180}P_{150}K_{150}$ (Fon)	16,25±0,71	14,15±0,62	14,98±0,65	11,41±0,50	4,84	0,211
3	Zn (3 REM)+fon	38,93±0,89	32,47±0,74	31,44±0,72	23,22±0,53	15,70	0,683
4	Zn (5 REM)+fon	62,84±1,30	53,20±1,10	52,09±1,08	39,26±0,81	23,59	1,026
5	Kompleks elementlar (3 REM)	43,60±1,57	35,74±1,29	33,96±1,23	24,34±0,88	19,26	0,838
6	Kompleks elementlar (5 REM)	66,80±2,63	56,47±2,22	54,93±2,16	42,89±1,69	23,91	1,040

ISSN 2181-0826 2/2026 y.

Xulosa va tavsiyalar. Umuman olganda, uch yillik kuzatuvlar natijalari Lazurniy sholi navi yetishtirilgan tuproqlarda og‘ir metallarning harakatchan shakllari miqdori yildan-yilga kamayib borganligini ko‘rsatdi. Eng yuqori pasayish rux, qo‘rg‘oshin va xrom elementlarida kuzatilgan bo‘lsa, nisbatan kamroq pasayish kadmiyda qayd etildi. Kompleks ifloslantirilgan variantlarda ham og‘ir metallar konsentratsiyasining sezilarli kamayishi sholi o‘simligining fitostabilizatsiya va fitoekstraksiya jarayonlarida muayyan samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatadi.

Alanga navli sholi poyasida qo‘rg‘oshin miqdori yillar davomida muntazam ravishda kamaygan. Qo‘rg‘oshinning kamayish sur’ati ifloslanish darajasi ortishi bilan oshgan bo‘lib, ayniqsa kompleks elementlar bilan ifloslantirilgan 5 REM variantida eng yuqori natija qayd etilgan. Bu esa yuqori konsentratsiyalarda qo‘rg‘oshinning o‘simlik to‘qimalarida uzoq muddat saqlanib qolmasligi, uning bir qismi tuproqda bog‘langan shaklga o‘tishi yoki fiziologik himoya mexanizmlari natijasida o‘simlikka o‘tishi cheklanishi bilan izohlanadi. Shuningdek, 2023-yilga kelib barcha variantlarda Pb miqdorining sezilarli pasayishi agroekotizimda og‘ir metallarning vaqt o‘tishi bilan transformatsiyalanishi va biokimyoviy aylanish jarayonlari faol kechishini tasdiqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 30-yanvardagi PF-16-son Farmoni. “O‘zbekiston-2030” strategiyasini “Atrof-muhitni asrash va “yashil iqtisodiyot” yilida amalga oshirishga oid davlat dasturi to‘g‘risida”. – Toshkent, 2025.

2. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.

3. Alloway B.J. Heavy Metals in Soils. Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. 3rd ed. Dordrecht: Springer, 2013. – 614 p.

4. Kumar V., Singh J., Kumar P. et al. Phytoremediation of Heavy Metals from Soil. Phytoremediation of heavy metals from soil: A review // Chemosphere. - 2021. – Vol. 284. – 131-156.

5. Ali H., Khan E., Sajad M.A. Phytoremediation of Heavy Metals-Concepts and Applications. Phytoremediation of heavy metals-Concepts and applications // Chemosphere. - 2013. – Vol. 91, No. 7. – P. – 869-881.

6. Chen H., Tang Z., Wang P. et al. Rice and Heavy Metal Accumulation. Rice as an important crop in relation to heavy metal accumulation and food safety: A review // Environmental Pollution. - 2018. - Vol. 243. – P. – 89-105.

7. Kale A. Bioremediation: Definition, Types, Process and Application. Microbiology Notes. - 2025. - URL: https://microbiologynotes.com

8. Learn Biomimicry. What is Bioremediation? Definition & Examples. – 2026. – URL: https://learnbiomimicry.org