UO‘T: 631.4

KOLMATAJLANGAN TUPROQLARDA O‘SIMLIKLARNING BIOLOGIK SINGDIRISH KOEFFITSIYENTLARI (BSK) VA ELEMENTLARNING GEOKIMYOVIY DIFFERENSIASIYASI: SHAFTOLI, BODOM VA PISTA MISOLIDA

Sotiboldiyeva Go‘zalxon Tolibjonovna,
b.f.f.d. (PhD), dotsent
e-mail: guzalsotiboldieva@gmail.com
ORCID: 0009-0004-7282-3062
Akromjonova Mashxura Voxidjon qizi,
magistrant,
e-mail: mashhurasodiqjonova147@gmail.com
Farg ‘ona davlat universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun’iy kolmatajlangan tuproqlarida o‘stirilayotgan shaftoli, bodom va pista daraxtlarining kimyoviy elementlarni o‘zlashtirish xususiyatlari biologik singdirish koeffitsiyenti (BSK) yordamida baholandi. Elementlarning makro, mikro, ultramikro, lantanoid va toksik guruhlari bo‘yicha litosfera klarki hamda, tuproqdagi konsentratsiya bilan taqqosiy tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, bodom Ca, Mn va As ni nisbatan yuqori darajada akkumulatsiya qiladi, pista esa Zn, Se va Hg bo‘yicha yuqoriroq BSK ko‘rsatkichlariga ega. Shaftoli esa K va Ca bo‘yicha barqaror o‘zlashtirishga ega bo‘lib, mikroelementlar bo‘yicha konservativ fiziologik xususiyat namoyon etadi. Tahlillar o‘simliklarning biogeokimyoviy moslashuvlari, tuproqning kolmatajlanish darajasi shuningdek, elementlarning migratsiya shakllariga bog‘liq ekanini ko‘rsatdi.
Kalit so‘zlar: biologik singdirish koeffitsiyenti, geokimyo, kolmatajlangan tuproq, makroelementlar, lantanoidlar, toksik elementlar.

Аннотация. В статье представлены результаты исследования коэффициента биологического поглощения (КБП) химических элементов персиком, миндалём и фисташкой, выращиваемыми на колматированных почвах оазиса. Проведено сравнение содержания элементов в почве, литосферных кларках и растительной ткани. Миндаль отличается высокой аккумуляцией Ca, Mn и As, тогда как фисташка демонстрирует более высокие значения КБП для Zn, Se и Hg. Персик характеризуется стабильным усвоением K и Ca и консервативным поглощением микроэлементов. Установлено, что особенности биогеохимической селективности растений обусловлены уровнем колматирования, миграционными формами элементов и физиологическими механизмами адаптации.
Ключевые слова: КБП, геохимия, колматированные почвы, микроэлементы, лантаноиды, токсичные элементы.

Annotation. This study investigates the biological absorption coefficients (BAC) of chemical elements in peach, almond, and pistachio trees grown on colmatated oasis soils. Macro-, micro-, trace-, lanthanide-, and toxic elements were analyzed and compared with lithospheric Clarke values and soil concentrations. The results show that almond actively accumulates Ca, Mn, and As, whereas pistachio demonstrates relatively higher BAC for Zn, Se, and Hg. Peach exhibits stable uptake of K and Ca and conservative absorption of microelements. Differences in element accumulation reflect plant physiological adaptation, soil colmatation degree, and geochemical mobility of elements.
Key words: biological absorption coefficient, geochemistry, colmatated soils, macroelements, lanthanides, toxic metals.

Kirish. Sun’iy kolmatajlangan tuproqlari agroekotizimlarning eng murakkab geokimyoviy muhitlaridan biridir. Bunday tuproqlarda irrigatsiya jarayonida mayda zarrachalar cho‘kishi, karbonatlarning ko‘payishi, sho‘rlanish va strukturaning o‘zgarishi sodir bo‘lishi kolmataj mahsulotiga qarab ijobiy

yoki salbiy bo‘lishi mumkin. Natijada elementlarning migratsion xususiyatlari, ularning bioqulay shakllari hamda, o‘simlik tomonidan o‘zlashtirilish dinamikasi sezilarli darajada o‘zgaradi.

O‘simliklar tomonidan kimyoviy elementlarning o‘zlashtirilishi ularning ekologik moslashuvi, fiziologik ehtiyojlari shuningdek, tuproq-o‘simlik tizimining geokimyoviy barqarorligini belgilaydi. Ushbu jarayonni baholashda eng samarali ko‘rsatkichlardan biri bu - Biologik Singdirish Koeffitsiyenti (BSK) bo‘lib, u o‘simlik to‘qimasidagi element konsentratsiyasining tuproq yoki litosfera klarkining nisbatida aniqlanadi[1,4].

Mazkur tadqiqot shaftoli, bodom va pista kabi voha sharoitida keng ekiladigan mevali daraxtlarning geokimyoviy xossa-xususiyatlarini o‘rganishga qaratilgan. Ushbu daraxtlar fiziologik ehtiyojlari, suvga bo‘lgan talabi va tuzga chidamlilik darajasi bilan farq qilgani uchun ularning BSK ko‘rsatkichlari ham sezilarli farqlanishi kuzatiladi.

Tadqiqot uslubi va ob'yekti. Tadqiqot natijalarini o‘rganishda V.V.Dokuchayevning morfogenetik usuli, M.A.Glazovskaya va A.I.Perelmanning pedogeokimyoviy usullaridan foydalanilgan. Tuproqlarning kimyoviy elementar tahlili neytron-aktivatsion usul yordamida o‘tkazildi.

Litosferadagi elementlarning migratsiyasi, akkumulyatsiyasi, differensiatsiyasi to‘g‘risidagi ilmiy tadqiqotlar yaqin tarixga ega. Natijalar litosfera klarki va D.I.Mendeleyev davriy tizimidagi o‘rni o‘rtasidagi bog‘liqlikni ko‘rsatdi.

Uch xil mevali daraxt tahlil qilindi: Shaftoli (Prunus persica), Bodom (Prunus dulcis), Pista (Pistacia vera) va sun’iy kolmatajlangan tuproq.

Tuproq va o‘simlik namunalarini olish, Namuna olish FAO (1998) tavsiyalariga asoslanib: tuproqning 0–30 sm qatlamidan; o‘simliklardan yillik vegetativ poyalar yoki barglarda amalga oshirildi[3].

Tadqiqot natijasi. O‘simliklarning elementlarni o‘zlashtirish darajasi ularning biogeokimyoviy funksiyasini tavsiflaydi va “Biologik singdirish koeffitsiyenti” (BSK) orqali baholanadi. BSK o‘simlik to‘qimasidagi element konsentratsiyasining litosfera (ona jins) yoki tuproqdagi konsentratsiyaga nisbatida aniqlanadi. Ushbu ko‘rsatkichlarning shaftoli, bodom va pista uchun solishtirilishi ularning elementlarni tanlab o‘zlashtirish xususiyatlarida sezilarli farqlar mavjudligini ko‘rsatadi.

1-jadval

Shaftoli, bodom, pistaning biologik singdirish koeffitsiyenti (BSK)

Element	Shaftoli mkg/g	Shaftoli BSK	Bodom mkg/g	Bodom BSK	Pista mkg/g	Pista BSK
Mn	47,8	0,048	81,7	0,082	28,0	0,028
Na	280	112,000	732	292,800	348	139,200
K	20700	8280,000	16800	6720,000	14200	5680,000
Sm	0,035	0,004	0,023	0,003	0,02	0,003
Mo	2,4	2,182	1,1	1,000	0,31	0,282
Lu	0,0023	0,003	0,0026	0,003	0,001	0,001
U	0,05	0,020	0,076	0,030	<0,01	-
Yb	0,016	0,048	0,015	0,045	<0,01	-
Au	<0,001	-	0,0011	0,324	<0,001	-
Nd	<10	-	<10	-	<10	-
As	0,32	0,058	0,34	0,062	0,19	0,035
Br	2,8	1,333	3,7	1,762	4,2	2,000
Ca	23600	7972,973	33500	11317,8	16600	5608,108
La	0,43	0,015	0,18	0,006	0,18	0,006
Ce	0,29	0,004	0,31	0,004	0,33	0,005
Se	0,034	680,000	0,042	840,000	0,044	880,000

Element	Shaftoli mkg/g	Shaftoli BSK	Bodom mkg/g	Bodom BSK	Pista mkg/g	Pista BSK
Hg	0,056	6,747	0,063	7,590	0,065	7,831
Th	0,061	0,005	0,059	0,005	0,063	0,005
Cr	0,53	0,006	0,58	0,007	0,48	0,006
Hf	0,022	0,004	0,041	0,007	0,045	0,008
Ba	10,3	1,585	14,6	2,246	13,7	2,108
Sr	74	0,218	71,5	0,210	73,2	0,215
Cs	0,042	0,008	0,034	0,007	0,046	0,009
Sc	0,05	0,007	0,04	0,006	0,05	0,007
Rb	11,5	0,115	12,6	0,126	14,2	0,142
Zn	24,2	0,292	22,9	0,276	24,0	0,289
Co	0,19	0,011	0,32	0,018	0,27	0,015
Fe	213	45,806	245	52,688	224	48,172
Sb	1,1	0,183	1,4	0,233	1,7	0,283
Ni	0,22	0,004	0,31	0,005	0,34	0,006

Makroelementlar (K, Ca, Na) bo‘yicha tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, barcha uch o‘simlikda kaliy BSK 0,7–1,38 oralig‘ida bo‘lib, K ning yuqori o‘simlik fiziologiyasidagi muhim osmoregulyatorlik va transport jarayonlaridagi roli tufayli faol o‘zlashtirilishini tasdiqlaydi. Ayniqsa, bodomda K ning tuproqdan o‘zlashtirish koeffitsiyenti yuqori (1,12–1,38) bo‘lib, bu uning quruq iqlim sharoitida kaliyga yuqori talabi bilan izohlanadi.

Ca bo‘yicha esa shaftolida 1,57-2,70, bodomda 2,23-3,84, pistada 1,10-1,90 bo‘lgani holda, bodom o‘zini Ca ni intensiv to‘playdigan o‘simlik sifatida namoyon qiladi. Bu Ca ning bodom mevasida po‘stloq va qattiq endokarp shakllanishidagi ishtiroki bilan bog‘liq. Natriy bo‘yicha esa barcha o‘simliklarda BSK juda past bo‘lib (0,02-0,12), Na ning fiziologik jihatdan ikkilamchi ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi [2].

Mikroelementlar (Mn, Zn, Cu, Co, Ni, Fe) bo‘yicha solishtirma tahlil shuni ko‘rsatdiki, Mn ning BSK shaftolida 0,048–0,083, bodomda 0,082-0,142, pistada esa 0,028-0,049 bo‘lib, bodom Mn ni ko‘proq to‘playdi.

Zn bo‘yicha uchala o‘simlikda BSK deyarli o‘xshash (0,21-0,48), ammo pistada Zn ning tuproqdan o‘zlashtirilishi nisbatan yuqoriroq (0,458-0,480).

Co va Ni elementlari bo‘yicha barcha daraxtlarda juda past BSK (0,004-0,040), bu ushbu metallarning o‘simliklarda toksiklik chegaralariga yaqinlashmaslik uchun qat’iy nazorat bilan o‘zlashtirilishini ko‘rsatadi.

Fe ning BSK uchala o‘simlikda bir xil past darajada (0,005-0,008) bo‘lib, temirning tuproqdagi oksid-gidroksid shakllari o‘simlik uchun qiyin eruvchanligi bilan bog‘liq.

Ultra mikroelementlar va lantanoidlar (La, Ce, Nd, Sm, Yb, Lu) bo‘yicha kuzatishlar shuni ko‘rsatdiki, barcha uch o‘simlikda BSK juda past (0,003-0,015), bu esa lantanoidlarning tuproqda kam eruvchanligi va o‘simlik tomonidan selektiv ravishda cheklangan holda o‘zlashtirilishini tasdiqlaydi[5,6,7].

Ayniqsa, Sm, Nd, Au va Yb bo‘yicha ba’zi qiymatlarning <0 ko‘rinishida chiqishi ularning o‘lchov chegarasidan past bo‘lganini ko‘rsatadi. Bu elementlar o‘simliklar tomonidan asosan passiv tarzda, suv oqimi bilan birga juda kichik miqdorda qabul qilinishini anglatadi.

Toksik elementlar va metalloiddar (As, Hg, Sb, Cr, Se) bo‘yicha tahlil shuni ko‘rsatadiki, As ning BSK shaftolida 0,034-0,058, bodomda 0,062-0,068, pistada 0,020-0,038 bo‘lib, bodom As ni boshqa o‘simliklarga nisbatan faolroq to‘playdi. Bu bodomning geokimyoviy jihatdan “akkumulyator tipli o‘simlik” xususiyatiga ega ekanini ko‘rsatadi.

2-jadval

Shaftoli, bodom, pistaning biogeokimyoviy xususiyati

Element guruhi	Shaftoli	Bodom	Pista
Makroelementlar (K, Ca, Na)	K va Ca o‘rtacha-yuqori, Na past	Makroelementlar (K, Ca, Na)	K va Ca o‘rtacha-yuqori, Na past
Mikroelementlar (Mn, Zn, Fe, Co, Ni)	Barqaror, konservativ o‘zlashtirish	Mikroelementlar (Mn, Zn, Fe, Co, Ni)	Barqaror, konservativ o‘zlashtirish
Toksik elementlar (As, Hg, Se)	Past-o‘rtacha	Toksik elementlar (As, Hg, Se)	Past-o‘rtacha
Lantanoidlar (La, Ce, Sm, Lu, Yb)	Juda past	Lantanoidlar (La, Ce, Sm, Lu, Yb)	Juda past
Geokimyoviy iz elementlar (Sr, Ba, Cs)	O‘rtacha, Ca bilan antagonistik	Geokimyoviy iz elementlar (Sr, Ba, Cs)	O‘rtacha, Ca bilan antagonistik

Hg bo‘yicha pistada va bodomda BSK qiymatlari 0,23-0,27, shaftolida esa -0,23 bo‘lib, uchala o‘simlikda simobning o‘zlashtirilish mexanizmlari o‘xshashligini bildiradi.

Sb bo‘yicha esa nihoyatda yuqori nisbatlar kuzatilgan (1000-1700), bu yerda tuproqdagi Sb qiymatlari juda past bo‘lgani tufayli BSK koeffitsiyenti shartli ravishda yuqori chiqqan. Shu sababli Sb bo‘yicha natijalar faqat nisbiy baho sifatida talqin qilinishi kerak.

Stronsiy va bary kabi izotopik elementlar bo‘yicha uchala o‘simlikda BSK bir-biriga yaqin (0,18-0,24), bu ularning Ca bilan biokimyoviy antagonizmi tufayli o‘xshash tarzda o‘zlashtirilishini ko‘rsatadi.

Cs, Sc, Hf kabi elementlarda BSK juda past bo‘lib (0,006-0,009), ular o‘simliklar tomonidan cheklangan va qat’iy selektiv o‘zlashtirilishini bildiradi.

Umuman olganda, shaftoli, bodom va pista daraxtlari o‘simliklarining biologik singdirish xususiyatlari o‘zaro farqlanadi.

Bodom elementlarni, ayniqsa K, Ca, Mn va As ni relikt o‘simliklar kabi yuqoriroq darajada o‘zlashtiradi.

Pista esa Zn, Se va Hg bo‘yicha nisbatan yuqori o‘zlashtirish ko‘rsatkichlariga ega bo‘lib, bu uning qurg‘oqchilik sharoitida mavjud bo‘lgan elementlarga moslashganligini ko‘rsatadi. Shaftoli esa asosan makroelementlar (K va Ca) bo‘yicha barqaror o‘zlashtirishga ega bo‘lib, mikroelementlar bo‘yicha nisbatan konservativ xususiyat namoyon etadi.

O‘simliklarning biologik singdirish koeffitsiyentlari tahlili shuni ko‘rsatdiki, shaftoli, bodom va pista daraxtlari elementlarni o‘zlashtirishda o‘ziga xos biogeokimyoviy selektivlik namoyon etadi. Makroelementlardan K va Ca uchala o‘simlikda faol o‘zlashtirilsada, bodom Ca ni eng yuqori darajada to‘playdigan o‘simlik sifatida ajralib turadi [11].

Mikroelementlardan Mn, Zn va Fe ning nisbatan barqaror o‘zlashtirilishi kuzatilgan bo‘lsa, Co, Ni, Cr kabi elementlar juda past BSK bilan xarakterlanib, ularning fiziologik cheklangan qabul qilinishini bildiradi.

Lantanoidlar (La, Ce, Sm, Lu, Yb) va ultramikroelementlar (Au, Nd) bo‘yicha barcha daraxtlarda BSK juda past bo‘lib, bu elementlarning o‘simlik tomonidan faqat passiv, suv bilan birga keladigan shaklda o‘zlashtirilishini isbotlaydi.

Toksik elementlardan As bodomda, Se va Hg esa pistada nisbatan yuqoriroq o‘zlashtiriladi, ammo umumiy qiymatlar o‘simliklar uchun xavfli darajaga yetmaydi.

Stronsiy (Sr), bary (Ba) va sezium (Cs) kabi geokimyoviy elementlarda uchala o‘simlik o‘xshash BSK namoyish etib, ularning Ca bilan biokimyoviy antagonizmdan kelib chiqadigan bir xil fiziologik yo‘nalishda o‘zlashtirilishini ko‘rsatadi.

Umuman olganda, bodom ko‘proq akkumulyator tipli o‘simlik sifatida (Mn, Ca, As bo‘yicha), pista esa iz elementlar bo‘yicha moslashuvchan o‘simlik sifatida (Zn, Se, Hg) baholanadi [9,10].

Shaftoli esa makroelementlarga

nisbatan yuqoriroq talabchan, mikroelementlarda esa konservativ o‘zlashtirishga ega o‘simlik sifatida tavsiflanadi. Ushbu farqlar ularning fiziologik xususiyatlari, tuproqning kimyoviy tarkibi va ekologik moslashuv jarayonlari bilan izohlanadi.

Xulosa. Sun’iy kolmatajlangan tuproqlarda o‘simliklarning elementlarni o‘zlashtirish jarayoni sezilarli darajada differensial xarakterga ega bo‘lib, har bir daraxtning fiziologik ehtiyojlari, suvga bo‘lgan talabi va tuproqning geokimyoviy xossalariga muvofiq farqlanadi.

Tadqiqot natijalari bodom daraxti Ca, Mn va As elementlarini yuqori darajada singdirishini, pista esa Zn, Se va Hg elementlarini nisbatan ko‘proq o‘zlashtirishini ko‘rsatdi. Shaftoli esa makroelementlarni barqaror, mikroelementlarni esa konservativ tarzda o‘zlashtiradi.

Lantanoidlarning barcha daraxtlarda juda past BSK qiymatlarini namoyon qilishi ularning tuproqdagi cheklangan migratsiyasi va o‘simlik tomonidan selektiv o‘zlashtirilishini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, biologik singdirish koeffitsiyenti (BSK) o‘simliklarning geokimyoviy moslashuvini, tuproq-o‘simlik tizimidagi elementlarning taqsimlanishini va agroekotizimdagi barqarorlikni baholashda muhim diagnostik mezon sifatida ahamiyatlidir.

Umuman olganda, BSK ko‘rsatkichlari o‘simliklarning ekologik moslashuvi, geokimyoviy tipologiyasi va kolmatajlangan tuproqlarda elementlarning bioqulay shakllarini baholashda ishonchli ilmiy indikator sifatida xizmat qiladi.

Ushbu natijalar sun’iy kolmatajlangan tuproq sharoitida mevali daraxtlarni ekish va ularning ozuqa elementlariga bo‘lgan talabini optimallashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Alloway, B.J. (2013). Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Springer, – 450 p.

2. Dokuchaev, V.V. (1899). Russian Chernozem: Its Formation, Composition and Properties. St. Petersburg: Imperial Academy of Sciences.

3. FAO (1998). Soil Sampling Procedures, Analysis and Interpretation of Results. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

4. Glazovskaya, M.A. (1972). Pedogeokhimiya. – Moskva: Vysshaya Shkola. – 336 s.

5. Kabata-Pendias, A., & Pendias, H. (1992). Trace Elements in Soils and Plants. Boca Raton: CRC Press. – 365 p.

6. Kabata-Pendias, A. (2011). Trace Elements in Soils and Plants, Fourth Edition. CRC Press, 550 p.

7. Lindsay, W.L. (1979). Chemical Equilibria in Soils. John Wiley & Sons, 449 p.

8. Marschner, H. (2012). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants, Third Edition. Academic Press, – 651 p.

9. Perelman, A.I. (1960). Biologicheskaya assorbtsiya mikroelementov rasteniami. – Moskva: Nauka. – 120 s.

10. White, P.J., & Brown, P.H. (2010). Plant Nutrition for Sustainable Development and Global Health. Annals of Botany, 105(7), 1073–1080.

11. G‘ Yuldashev, M.Isag‘aliyev “Tuproq biogeokimyosi” – Toshkent, 2014. – 55-56 b.