

**SUG‘ORILADIGAN TUPROQLAR VA *Punica granatum* L. (ANOR) O‘SIMLIGIDA
BIOMIKROELEMENTLAR MIGRATSIYASI**

Turdaliyev Avazbek Turdaliyevich, FDU professori, b.f.d.,

Mamajonov G‘aybullo G‘ayratjon o‘g‘li, tayanch doktorant,

Muhammadov Yoqubjon Hamdamjon o‘g‘li, FDU talabasi

Farg‘ona davlat universiteti, Farg‘ona, O‘zbekiston, avazbek1002@mail.ru

Annotatsiya

Mazkur maqolada Farg‘ona vodiysining sug‘oriladigan tuproqlarida yetishtirilayotgan anorning turli organlarida biomikroelementlarning to‘planishi va ularning biologik singdirish koeffitsiyentlari tahlil qilinadi. Ushbu tadqiqot agrotexnik tadbirlarni yanada aniqroq rejalashtirishga, tuproq unumdorligini saqlashga va ekologik xavfsiz qishloq xo‘jaligi mahsulotlari yetishtirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: sug‘oriladigan tuproq, biomikroelement, biologik singdirish koeffitsiyenti, migratsiya, anor.

**МИГРАЦИЯ БИОМИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРОШАЕМЫХ ПОЧВАХ И РАСТЕНИЕ
PUNICA granatum L. (ГРАНАТ)**

Турдалиев Авазбек Турдалиевич, профессор ФерГУ, д.б.н.,

Мамажонов Гайбулло Гайратжон угли, докторант,

Мухаммадов Ёкубжон Хамдамджон угли, студент ФерГУ

Ферганский государственный университет, Фергана, Узбекистан, avazbek1002@mail.ru

Аннотация

В статье анализируется накопление биомикроэлементов и их коэффициенты биологического поглощения в различных органах граната, выращиваемого на орошаемых почвах Ферганской долины. Данное исследование поможет более точно планировать агротехнические мероприятия, поддерживать плодородие почв и производить экологически чистую сельскохозяйственную продукцию.

Ключевые слова: орошаемая почва, биомикроэлемент, коэффициент биологического поглощения, миграция, гранат.

**MIGRATION OF BIOMICROELEMENTS IN IRRIGATED SOILS AND THE PLANT
PUNICA granatum L. (POMEGRANATE)**

Turdaliev Avazbek Turdalievich, professor of FSU, DSc,

Mamajonov Gaybullo Gayratjon ugli, doctoral student,

Muhammadov Yokubjon Hamdamjon ugli, student of FSU

Fergana State University, Fergana, Uzbekistan, avazbek1002@mail.ru

Annotation

The article analyzes the accumulation of biomicroelements and their biological absorption coefficients in various organs of pomegranate grown on irrigated soils of the Fergana Valley. This study will help to more accurately plan agrotechnical measures, maintain soil fertility and produce environmentally friendly agricultural products.

Keywords: irrigated soil, biomicroelement, biological absorption coefficient, migration, pomegranate.

KIRISH

Dunyo miq'oyosida sug'oriladigan yerlar o'ziga xos agroekologik sharoitlarga ega bo'lib, tuproqdagi tuzlar, namlik, mikroelementlarning miqdori va harakatchanligi o'simliklar tomonidan ularning qanday o'zlashtirilishiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Bugungi kunda, biologik xilma-xillikni saqlash, hosildorlikni oshirish va mahsulot sifatini yaxshilash uchun turli agroekologik zonalarda biomikroelementlarning biogeokimyoviy xossalarini chuqur o'rganish dolzarb hisoblanadi.

Biomikroelementlar o'simliklarning normal o'sishi va rivojlanishi uchun zarur bo'lgan mikro miqdordagi kimyoviy elementlardir. Ular fermentlar faoliyatida, nafas olish va fotosintez jarayonlarida, oziq moddalarning o'zlashtirilishida muhim rol o'ynaydi. Ayniqsa, Mn (Marganes), Mo (Molibden), Zn (Rux) va Cr (Xrom) kabi elementlar o'simliklar metabolizmidagi asosiy mikroelementlar sirasiga kiradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Mn, Mo, Zn va Cr kabi elementlar o'simliklarning biokimyoviy va fiziologik jarayonlarida ishtirok etadi. Anor qadim zamonlardan buyon oziq-ovqat, dorivor va madaniy maqsadlarda yetishtirib kelingan. Uning mevalari yurak-qon tomir, qandli diabet, saraton kabi kasalliklarning oldini olishda foydali hisoblanadi [1, 2]. Ayniqsa, mikroelementlarga boy barg, po'stloq va ildiz qismlari fitoterapevtik vosita sifatida keng qo'llaniladi. Ushbu xususiyatlar, anor tarkibidagi Zn, Mn va Mo miqdori bilan chambarchas bog'liq.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tuproqning kimyoviy va fizik xususiyatlari o'simliklar tomonidan mikroelementlarning o'zlashtirilishiga bevosita ta'sir qiladi [3, 4]. Bu natijalar jahon miqyosida olib borilgan tadqiqotlar bilan mos keladi, chunki tuproqdagi mikroelementlarning o'simliklar tomonidan o'zlashtirilishi tuproq strukturasi bog'liq [5].

Tuproqdagi yuqori sho'rlanish darajasi o'simliklar tomonidan mikroelementlarning o'zlashtirilishini cheklaydi. Tuproqdagi yuqori NaCl konsentratsiyasi mikroelementlarning o'simlikka singdirilishi darajasini pasaytiradi, bu esa zarur bo'lgan ozuqa moddalarining o'zlashtirilmasligiga olib keladi [6].

Dunyo bo'ylab olib borilgan tadqiqotlarda *Punica granatum L.* kabi mevali o'simliklarning mikroelementlarni o'zlashtirishda farqlar mavjud. Masalan, Eron va Turkiyada olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, anor o'simligi Zn, Mn, va Fe elementlarini yaxshi o'zlashtiradi, lekin Mo va Cr elementlari esa ancha past darajada singdiriladi [7]. Bu natijalar, o'simliklarning mikroelementlarga bo'lgan turli javoblarini va ularning ekotizim sharoitlariga bog'liqligini tasdiqlaydi.

Avvalgi tadqiqotlar turli navlar va mintaqalarda ushbu elementlarning o'zlashtirilishidagi farqlarni ko'rsatgan. Lekin aynan sug'orildigan och tusli bo'z tuproqlar va sug'orildigan o'tloqi saz tuproqlarda yetishtirilgan *Punica granatum L.* (anor) kesimida ushbu elementlarning taqsimoti va biologik singdirilishi hali yetarli darajada o'rganilmagan.

Ushbu tadqiqotda O'zbekistonning Farg'ona vodiysidagi Quva va Yozyovon tumanlarida yetishtirilayotgan *Punica granatum L.* o'simligining barg, shox, tana va ildizlarida Mn, Mo, Zn, Cr elementlari miqdorini va ularning biologik singdirilish koeffitsiyentini o'rganishni maqsad qilingan. Tadqiqot natijalari agroekologik muvozanat, o'g'itlash tizimi va anor mahsulotining sifat ko'rsatkichlarini aniqlashda yordam beradi.

Tadqiqot Farg'ona vodiysidagi ikki xil agroekologik hududlarda – Quva tumanidagi sug'oriladigan och tusli bo'z tuproqlar va Yozyovon tumanida tarqalgan sug'oriladigan o'tloqi saz tuproqlarda olib borildi. Har ikkala hududda ham anor yetishtirish qadimiy bog'dorchilik an'analariga ega bo'lib, ularning agroiklimiy xususiyatlari sezilarli darajada farqlanadi. Ushbu sharoitlar biomikroelementlarning tuproqda mavjudligi va o'simlik tomonidan o'zlashtirilishiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Har ikki hududda bir xil agroteknik sharoitlar yaratilgan bo'lib, tuproq namunalari genetik qatlamlardan, o'simlik namunalar esa barg, shox, tana va ildiz qismlaridan olindi. Har bir organdan 6 ta takrorlikda namunalar olinib, laboratoriyada aniqlandi.

Dala tadqiqotlari V.V.Dokuchayevning morfogenetik usulida olib borilgan bo'lib, tuproq kesmalarida haydov qatlamidan ona jinsigacha namunalar olindi. Olingan tuproq namunalariidagi hamda uzum organlaridagi biomikroelementlarning yalpi miqdorini aniqlashda O'zRFA, Yadro fizikasi institutida neytron-aktivatsion usulidan fodalanildi. Har bir element bo'yicha olingan qiymatlar mg/kg da qayd etildi. Tahlil natijalari Microsoft Excel va dasturiy vositalarda matematik-statistik qayta ishlandi.

NATIJA VA MUHOKAMA

Biomikroelementlar bo'yicha o'tkazilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, ularning o'simliklar tarkibida to'planishi tuproqdagi mavjudligi, pH darajasi, organik moddalar miqdori va iqlim sharoitlariga bog'liqdir.

Tadqiqotlarda tuproq qatlamlari va anor o'simligi organlaridagi biomikroelementlar miqdori aniqlandi va 1-jadvalda keltirildi.

1-jadval.

Tuproq va *Punica granatum* L. (anor) organlarida biomikroelementlar miqdori, mg/kg

	Organlar	Biomikroelementlar			
		Mn	Mo	Zn	Cr
Anor (Quva tumani, sug'orildigan och tusli bo'z tuproqlar)	barg	54,8	<0,01	29,4	0,50
	shox	20,2	0,077	19,7	0,27
	tana	41,7	0,15	12,8	0,50
	ildiz	8,1	0,38	5,7	0,77
Tuproq (1-G kesma)		432	0,69	70,04	61,66
Anor (Yozyovon tumani, sug'orildigan o'tloqi saz tuproqlar)	barg	35,4	1,1	15,0	0,80
	shox	108	0,20	10,4	0,32
	tana	3,3	0,32	10,0	0,073
	ildiz	9,2	0,80	6,3	0,80
Tuproq (14 G kesma)		478,3	0,93	73,6	29,3

1-jadvalda *Punica granatum* L. (anor) o'simligining barg, shox, tana va ildiz kabi organlarida biomikroelementlar miqdori keltirilgan. Bunda, sug'oriladigan och tusli bo'z tuproqlardagi anorning barglarida Mn miqdori eng yuqori (54.8 mg/kg) bo'lib, undan keyinda Zn keladi, uning miqdori (29.4 mg/kg). Cr va Mo esa eng past (0.50; <0.01 mg/kg) miqdorlarda tarqalgan.

Shoxlarida Mn miqdori 20.2 mg/kg, Zn miqdori 19.7 mg/kg bo'lib, barglar bilan solishtirganda ancha past. Mo (0.077 mg/kg) va Cr (0.27 mg/kg) ham pastroq miqdorlarni tashkil qiladi. Bu shoxlarda ushbu biomikroelementlarni barglarga nisbatan kamroq singdirilishini ko'rsatadi.

Tanasida Mn miqdori 41.7 mg/kg, bu ham yuqori, Zn miqdori esa 12.8 mg/kg bo'lib, barg va shoxlardagi ko'rsatkichlardan pastroq. Lekin Mo 0.15 mg/kg, ya'ni barg va shoxlarga nisbatan ko'payib boradi. Cr miqdorida deyarli o'zgarish kuzatilmaydi.

Ildizida esa Mn va Zn miqdorlari boshqa organlarga nisbatan eng past bo'lib, bu elementning ildizda to'planmasligini ko'rsatadi. Mo va Cr miqdorlari boshqa organlarga nisbatan eng yuqori darajaga yetgan.

Sug'oriladigan o'tloqi saz tuproqlardagi anor barglarida Mn, Zn miqdori sug'oriladigan och tusli bo'z tuproqlardagi anorning barglaridan ancha past, ammo Mo miqdori sezilarli darajada yuqori bo'lib, 1.1 mg/kg ga yetadi. Cr (0.80 mg/kg) miqdori ham o'rtacha yuqori bo'lib, barglarda mikroelementlar taqsimoti juda farq qiladi. Mn (108 mg/kg) miqdori anor shoxlarida eng yuqori bo'lib, bu shoxlarda Mn ni akkumulyatsiyalanganligini ko'rsatadi. Mo, Zn va Cr miqdorlari o'rtacha darajada.

Tanasida Mn miqdori 3.3 mg/kg, Mo va Zn miqdori o'rtacha, lekin Cr (0.073 mg/kg) miqdori juda past. Ildizda Mn (9.2 mg/kg), Zn (6.3 mg/kg), Mo (0.80 mg/kg) va Cr (0.80 mg/kg)

miqdorlari o'rtacha darajada bo'lib, bu ildizlarning mikroelementlarni o'zlashtirishda o'rtacha samaradorligini ko'rsatadi.

Punica granatum L. (anor) o'simligi turli hududlardagi tuproq sharoitlariga qarab biomikroelementlar miqdorida sezilarli farqlarni ko'rsatadi. Sug'orildigan o'tloqi saz tuproqlar xossalari o'simlikning mikroelementlarni samarali o'zlashtirishiga yordam beradi, bunda Mo va Cr elementlari yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'lgan.

Anor barglari o'simlikning o'zlashtirish jarayonida eng faol organ bo'lib, Zn elementining yuqori kontsentratsiyasi (29.4 mg/kg) barglarda eng ko'p to'planishini ta'minlaydi. Barglarning Mo va Cr ni o'zlashtirishdagi samaradorligi ham yuqori bo'lib, bu barglarning yuqori biokimyoviy faoliyatini ko'rsatadi. Shoxlar va tana organlarida esa mikroelementlar miqdori pastroq bo'lib, ular o'simlikning ozuqa moddalarini saqlash va transport qilishda muhim rol o'ynaydi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, *Punica granatum L.* (anor) o'simligining biomikroelementlar miqdori tuproq tipiga va o'simlikning organlariga qarab sezilarli farq qiladi. Sug'orildigan och tusli bo'z tuproqlardagi anor barglari, shoxlari, tana va ildizlarida manganets (Mn) miqdori nisbatan yuqori. U tuproqda mavjud bo'lgan 432 mg/kg ga nisbatan 54.8 mg/kg gacha bo'lib, barglarda yuqori darajada to'plangan. Bu barglarning manganetsni o'zlashtirishda yuqori samaradorligini ko'rsatadi. Shunga qaramay, sug'orildigan o'tloqi saz tuproqlardagi anor barglarida manganets miqdori biroz kamroq (35.4 mg/kg) bo'lib, bu hududning tuproq xususiyatlari bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Tuproq pH darajasi va minerallar tarkibi o'simlikning o'zlashtirish qobiliyatiga ta'sir qiladi [8].

Anor o'simligining Mo va Cr elementlari haqidagi natijalar ham qiziqarli. Sug'orildigan o'tloqi saz tuproqlardagi anor barglarida Mo koeffitsiyenti juda yuqori (1.183) bo'lib, bu elementning barglar tomonidan samarali o'zlashtirilishini ko'rsatadi. Shuningdek, Cr miqdori ham yuqori (0.80 mg/kg) bo'lib, bu o'simlikning Cr ni samaradorlik bilan o'zlashtirishi mumkinligini tasdiqlaydi. Ushbu natijalar, o'simliklar uchun mikroelementlarning tuproqlar bo'yicha farqlanishini va ularning tuproq bilan o'zaro ta'sirini ko'rsatadi [9].

Bundan tashqari, sug'orildigan och tusli bo'z tuproqlardagi anor barglari va shoxlari o'rtasida sezilarli farqlar mavjud, chunki barglarda Zn miqdori yuqori (29.4 mg/kg), lekin shoxlarda u pastroq (19.7 mg/kg). Bu, barglar o'simlikda antioksidant funksiyalarni bajarayotgan bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi, chunki Zn ko'plab fermentlarni faollashtirishda muhim rol o'ynaydi [10].

Ushbu biomikroelementlarni o'simlik va uning turli organlari tomonidan qay darajada o'zlashtirilishini aniqlash uchun ularni biologik singdirish koeffitsiyentlari (BSK) ishlab chiqildi

(2-jadval). Bunda, $A_x > 1$ bo'lsa, o'simlik bioakkumulyator hisoblanadi, $A_x < 1$ bo'lsa, o'simlik tomonidan nisbatan kam o'zlashtirilgan (ushlab qoling) hisoblanadi [8].

2-jadval.

Biomikroelementlarning biologik singdirish koeffitsiyentlari

	Organlar	Biomikroelementlar			
		Mn	Mo	Zn	Cr
Anor (Quva tumani)	barg	0,127	0,015	0,420	0,0081
	shox	0,047	0,112	0,281	0,0044
	tana	0,097	0,217	0,183	0,0081
	ildiz	0,019	0,551	0,081	0,0125
Anor (Yozyovon tumani)	barg	0,074	1,183	0,204	0,0273
	shox	0,226	0,215	0,141	0,0109
	tana	0,007	0,344	0,136	0,0025
	ildiz	0,019	0,860	0,086	0,0273

Ushbu jadvalda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, biomikroelementlarning biologik singdirish koeffitsiyentlari organlar bo'yicha bir-biridan farq qiladi va bu farqlar o'simlikning o'zlashtirish darajasini ko'rsatadi. Bunda, biomikroelementlarning BSK larida deyarli hamma holatda $A_x > 1$, demak, elementlarning yalpi miqdorlariga ko'ra tuzilgan qatorlardagi mikroelementlar, anor tomonidan faqatgina turli darajada ushlab qolinadi, akkumulyatsiyalanmaydi.

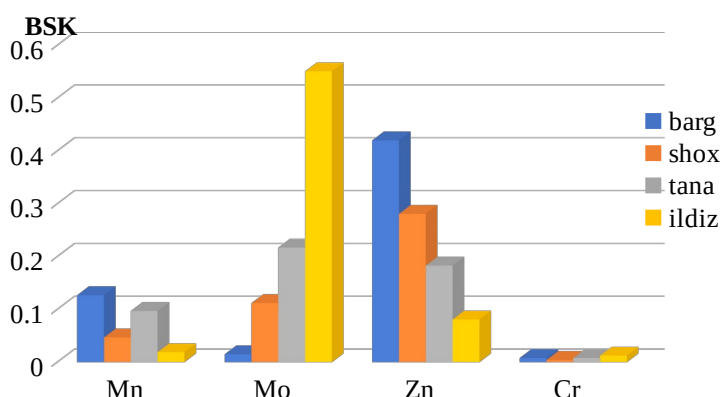
Sug'orildigan och tusli bo'z tuproqlarda yetishtirilgan anor barglarida Zn ning BSK boshqa organlarga nisbatan yuqori bo'lib, 0.420 ga teng, undan keyinda Mn keladi va anor barglarida ushbu mikroelementlarni ushlanib qolinishini ko'rsatadi. Mo va Cr esa juda past, bu ularning o'simlik barglari tomonidan kuchsiz va juda kuchsiz darajada ushlanib qolinlinishini anglatadi.

Shoxlarda Mo va Zn ning BSK boshqa organlarga nisbatan yuqori, lekin Mn va Cr ko'rsatkichlari past bo'lib, shoxlar Mn va Cr ni kam o'zlashtiradi. Tanasida Mo (0.217) va Zn (0.183) BSK lari o'rtacha, Mn (0.097) va Cr (0.0081) lar nisbatan past. Ildizida esa faqat Mo (0.551) nisbatan yuqori, bu ildizda Mo ni o'rtacha darajada ushlanib qolinishini ko'rsatadi. Biroq, Zn, Cr va Mn larning BSK lari past darajada.

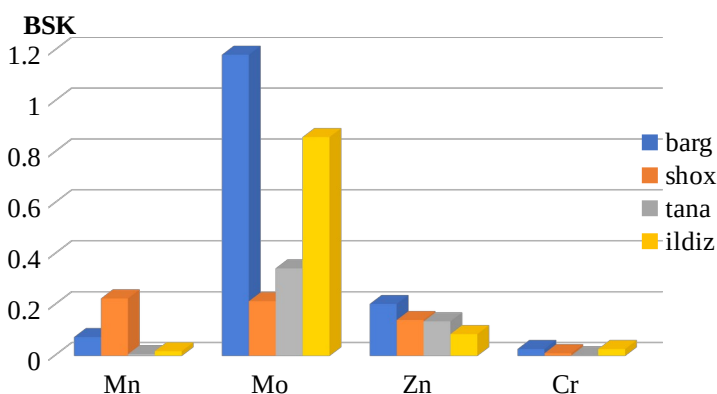
Sug'orildigan o'tloqi saz tuproqlarda yetishtirilgan anorning barglarida esa Mo (1.183) ning BSK 1 dan yuqori, bu barglarda Mo akkumulyatsiyasini ko'rsatadi. Cr, Mn va Zn larning BSK past va o'rtacha. Mn, Mo va Zn BSK shoxlarda nisbatan yuqori bo'lib, ular anor shoxlari tomonidan o'rtacha darajada ushlanib qolinadi. Cr esa kuchsiz darajada ushlanib qolinadi. Tanasida va ildizida ham ushbu biomikroelementlar turli darajada ushlanib qolinadi.

Natijalarga ko'ra, sug'orildigan o'tloqi saz tuproqlardagi anor barglarida Mo ning BSK lari yuqoriligi ko'rinadi, bu tuproqlar sharoitida o'simliklarning bu elementni samarali

o'zlashtirishi mumkinligini ko'rsatadi. Boshqa organlarda ham Cr, Mn va Zn ning miqdori sug'orildigan och tusli bo'z tuproqlar bilan solishtirganda biroz farq qiladi (1, 2-rasmlar), shuning uchun har bir hududda agrotexnik tavsiyalarni ishlab chiqishda elementlarning o'zlashtirilish darajasi hisobga olinishi kerak bo'ladi.



1-rasm. Sug'orildigan och tusli bo'z tuproqlar va anor organlaridagi biomikroelementlarning BSK diagrammmasi



2-rasm. Sug'orildigan o'tloqi saz tuproqlar va anor organlaridagi biomikroelementlarning BSK diagrammmasi

Biologik singdirish koeffitsiyentlari o'simlikning mikroelementlarni o'zlashtirish darajasini ko'rsatadi va hududga qarab sezilarli farqlarni tasdiqlaydi. Sug'orildigan o'tloqi saz tuproqlarda yetishtirilgan anor barglarida Mo ning yuqori BSK koeffitsiyentlari o'simlikning bu elementni samarali o'zlashtirayotganini ko'rsatadi. Sug'orildigan och tusli bo'z tuproqlarda yetishtirilgan anorning esa barglar, shoxlar va ildizlarida Zn ni nisbatan yuqori BSK lari kuzatildi.

Sug'orildigan o'tloqi saz tuproqlardagi anor barglari, shoxlari va ildizlari o'rtasida Mo va Cr elementlarining yuqori BSK (1.183 va 0.860) o'simlikning bu elementlarni samarali o'zlashtirishini tasdiqlaydi. Shuningdek, barglar va ildizlarda Zn va Mn ning BSK pastligi bu elementlarning o'simlik tomonidan kam o'zlashtirilishini anglatadi.

Sug'orildigan och tusli bo'z tuproqlarda esa, Zn ning BSK nisbatan barglarda yuqori, bu barglarning Zn ni samarali o'zlashtirishini anglatadi. Biroq, Mn (0.127) va Cr (0.0081) koeffitsiyentlari pastligi, o'simlikning bu elementlarni kam o'zlashtirishi mumkinligini

ko'rsatadi. Shuning uchun, sug'orildigan och tusli bo'z tuproqlar marganets va xromni o'simlik tomonidan yaxshi o'zlashtirilmasligi mumkinligini bildiradi.

Ushbu tadqiqotning natijalari anor o'simligining mikroelementlar o'zlashtirish jarayonini yanada chuqurroq o'rganishga imkon yaratadi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, bu tadqiqot *Punica granatum* L. o'simligining biomikroelementlar o'zlashtirish qobiliyatini yanada tushunishga yordam berdi. Shu bilan birga, o'simlik va tuproq o'rtasidagi o'zaro aloqalar va mikroelementlarning taqsimlanishini yaxshilash uchun agrotexnik va biotexnologik yondashuvlarni ishlab chiqish zaruriyatini ko'rsatdi. Bu ilmiy tadqiqot, o'simlikning ozuqa moddalarini samarali o'zlashtirishi va hosil sifatini oshirish uchun yangi yo'nalishlar ochib beradi.

Jahon tajribalariga asoslanib, *Punica granatum* L. o'simligi uchun biomikroelementlarning optimal miqdorini aniqlash va o'simlikning ozuqa moddalarini samarali o'zlashtirish imkoniyatlarini oshirish uchun agrotexnik choralar ishlab chiqish hamda kelgusida tuproq va o'simlik o'rtasidagi o'zaro ta'sirni chuqurroq o'rganish, agrotexnik va ekologik sharoitlarni yanada optimallashtirish bo'yicha yangi ilmiy izlanishlar olib borish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Jurenka, J.S. (2008) Therapeutic Applications of Pomegranate (*Punica granatum* L.): A Review. *Alternative Medicine Review*, 13, 128-144.
2. Lansky, E.P. and Newman, R.A. (2007) *Punica granatum* (Pomegranate) and Its Potential for Prevention and Treatment of Inflammation and Cancer. *Journal of Ethnopharmacology*, 109, 177-206. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.09.006>
3. Turdaliev A. et al. Biogeochemical State of Salinized Irrigated Soils of Central Fergana (Uzbekistan, Central Asia) // *Applied Sciences*. – 2023. – T. 13. – №. 10. – C. 6188.
4. Turdaliyev A. et al. Sug'oriladigan och tusli bo'z tuproqlarda biomikroelementlarning biogeokimyosi // *Farg'ona davlat universiteti*. – 2024. – C. 10-10.
5. Barrow, N. J. (1988). The influence of soil properties on the uptake of microelements by plants. *Journal of Soil Science*, 39(2), 131-141. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1988.tb00021.x>
6. Greenwood, D., & Hunt, M. (1997). The role of soil in plant nutrition and health. *Plant and Soil*, 193(2), 197-204. <https://doi.org/10.1007/BF00011063>
7. Zamani, Z., & Hossain, M. I. (2016). Nutrient uptake and soil fertility management in pomegranate cultivation. *Horticultural Science*, 22(1), 58-63. <https://doi.org/10.1007/s13155-016-0174-2>

8. Kabata-Pendias, A. (2004). Trace elements in soils and plants (3rd ed.). CRC Press.
9. Alloway, B. J. (2008). Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability. Springer Science & Business Media.
10. Cakmak, I. (2000). Role of zinc in protecting plant cells from reactive oxygen species. New Phytologist, 146(2), 187-205. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2000.00630.x>