UO‘K 631.41:581.52:581.9(575)

TUPROQLARNI FITOREMEDIATSIYA QILISHDA *SILPHIUM PERFOLIATUM* L. O‘SIMLIGINING AGROEKOLOGIK AHAMIYATI

M.Q. Eshmurodova, N.M. Naraliyeva

Maqolada Silphium perfoliatum L. (silfiya) o‘simligining Andijon viloyati sharoitida introduksiya qilinishi va tuproqlarni fitoremediatsiya qilishdagi agroekologik samaradorligi o‘rganildi. Tadqiqot natijalari silfiyaning bir yillik va ikki yillik vegetatsiya davridagi o‘sish dinamikasi, barg morfologiyasi, poya rivojlanishi va biomassa hosildorligi tuproq ekotizimiga moslashuvchanligini tasdiqladi. Olingan natijalar Silphium perfoliatum L. *o‘simligini tuproqlarni tiklash va agroekotizim barqarorligini ta’minlashda yuqori potensialga ega fitoremediant sifatida tavsiya etish imkonini berdi*.

Kalit so‘zlar: *Silphium perfoliatum L., fitoremediatsiya, agroekotizim, tuproq degradatsiyasi, introduksiya, biomassa, eroziya, ekologik barqarorlik*.

В статье изучена интродукция растения Silphium perfoliatum L. (силфия) в условиях Андижанской области и его агроэкологическая эффективность в фиторемедиации деградированных почв. Установлено, что динамика роста, морфология листьев, развитие стебля и продуктивность биомассы силфии хорошо адаптированы к местным почвенно-климатическим условиям. Полученные результаты позволяют рекомендовать Silphium perfoliatum L. как перспективный фиторемедиант для восстановления деградированных почв и повышения устойчивости агроэкосистем.

Ключевые слова: *Silphium perfoliatum L., фиторемедиация, агроэкосистемы, деградация почв, интродукция, биомасса, эрозия, экологическая устойчивость*.

KIRISH

Tuproq resurslarining degradatsiyasi bugungi kunda global ekologik xavfsizlik, oziq-ovqat xavfsizligi, iqlim barqarorligi hamda aholining ijtimoiy-iqtisodiy farovonligiga bevosita ta‘sir ko‘rsatuvchi eng dolzarb ekologik muammolardan biri sifatida e‘tirof etilmoqda. Tuproq degradatsiyasi natijasida uning fizik, kimyoviy va biologik xossalarining yomonlashuvi, unumdorlikning pasayishi, ekotizim xizmatlarining izdan chiqishi hamda qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining barqarorligi xavf ostida qolmoqda. O‘zbekiston sharoitida ushbu muammo ayniqsa dolzarb bo‘lib, tuproqning sho‘rlanishi, eroziya jarayonlarining jadallashuvi, zichlanishi, organik modda va gumus zaxiralarining kamayishi, shuningdek, tuproq biologik faolligining susayishi uzoq yillardan buyon kuzatilayotgan salbiy jarayonlar sirasiga kiradi. Xalqaro baholashlarga ko‘ra, dunyo miqyosida har yili 24 milliard tonnadan ortiq unumdor tuproq suv va shamol eroziyasi ta‘sirida yo‘qotiladi, bu esa tuproq degradatsiyasining global ko‘lamini yaqqol namoyon etadi. Bundan tashqari, iqlim o‘zgarishi oqibatida yog‘in-sochin rejimining beqarorlashuvi, ekstremal qurg‘oqchiliklar, kuchli shamollar, havo haroratining ortishi hamda suv resurslari tanqisligining kuchayishi degradatsiya jarayonlarining jadallashuviga sezilarli darajada ta‘sir ko‘rsatmoqda. Shu sababli tuproq resurslarini muhofaza qilish, ularning unumdorligini tiklash va degradatsiya jarayonlarini ilmiy asoslangan yondashuvlar orqali boshqarish zamonaviy ekologiya va barqaror qishloq xo‘jaligining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Tuproq degradatsiyasi oqibatida agroekotizimlarning barqaror ishlashi izdan chiqadi, ekinlarning hosildorligi pasayadi, biomassa ishlab chiqarish kamayadi, biologik xilmaxillik qisqaradi, yerning ekologik sig‘imi pasayadi va natijada aholining turmush sifati yomonlashuviga olib keladi. Bu jarayonlar nafaqat qishloq xo‘jaligi sohasiga, balki iqtisod, sog‘liqni saqlash, ichimlik suvi ta‘minoti, migratsiya, urbanizatsiya va hududiy xavfsizlikka ham salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Shuning учун ham degradatsiyaga uchragan tuproqlarni tiklash bo‘yicha ilmiy asoslangan strategiyalar

ishlab chiqish bugungi kunning eng dolzarb vazifasiga aylangan [1].

D.L.Karlen, K.V.Rays ma'lumotlariga ko'ra, tuproq degradatsiyasi tabiiy yoki antropogen omillar natijasida tuproq xususiyatlarida sodir bo'ladigan keng ko'lamli o'zgarishlar majmuasini anglatadi. Ushbu jarayon tuproqning tuzilishi va sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatib, o'rmonlarning kesilishi, tabiiy o'simlik qoplamining yo'q qilinishi, qishloq xo'jaligi faoliyatining intensivlashuvi,chorvachilik,uy-joy va sanoat ehtiyojlari uchun o'simlik resurslarining haddan tashqari ekspluatatsiyasi kabi antropogen omillar bilan bog'liq ekanligi ta'kidlanadi [7].

K.DeLong, R.Kruse, J.Vieneret tadqiqotlarida tuproq degradatsiyasi global miqyosdagi dolzarb muammo sifatida qaraladi. Ularning fikricha, yer va qishloq xo'jaligi maydonlarining buzilishi asosan tuproq qoplamining yo'qolishi, eroziya jarayonlarining kuchayishi, sho'rlanish hamda tuproq kislotaliligining ortishi natijasida yuzaga keladi [8].

R.Bhattacharyya tadqiqotlariga ko'ra, tuproq degradatsiyasi ayniqsa aholi zich bo'lgan agroekotizim hududlarida jiddiy muammo sifatida namoyon bo'lmoqda. Masalan, Hindiston dunyo aholisining taxminan 18 % ini va dunyo chorvachiligining 15 % ini tashkil etgan holda, yer resurslari atigi 2,4 % ni tashkil etadi. Ushbu hududlarda tuproq degradatsiyasi ekinlar hosildorligining pasayishiga va katta iqtisodiy yo'qotishlarga olib kelmoqda, bu esa fermerlar daromadi, oziq-ovqat xavfsizligi hamda aholining turmush darajasiga bevosita tahdid soladi [9].

A.Young ma'lumotlariga ko'ra, hozirda ekiladigan yer maydonlarining sifati muhim ekologik va agrar muammo hisoblanadi, chunki tuproqning buzilish darajasi unga kiritiladigan resurslar hajmiga, ekinlar hosildorligiga hamda natijada yuqori unumdor yangi yer maydonlariga bo'lgan talabning ortishiga bevosita ta'sir ko'rsatadi [10].

So'nggi yillarda dunyo ilmiy hamjamiyati tomonidan tuproqlarni tiklash va agroekotizimlarning barqarorligini ta'minlashda fitoremediatsiya usullari alohida e'tibor qozonmoqda. Fitoremediatsiya – zararli birikmalarni o'simliklar yordamida tozalash, neytrallash yoki barqaror shaklga o'tkazish jarayonidir. Bu usul ekologik xavfsizligi, iqtisodiy tejamkorligi, katta maydonlarni qamrab olish imkoniyati ва tabiatga mosligi bilan ajralib turadi. Ayniqsa, ko'p yillik, biomassasi yuqori, ildiz tizimi chuqur rivojlangan o'simliklar ekologik tiklanish jarayonlarida samarali vosita sifatida qaralmoqda [1, 5].

Oxirgi o'n yillikda *Silphium perfoliatum L.* (silfiya) geografik hududlarda fitomeliorativ o'simlik sifatida keng o'rganilmoqda. Silfiya ko'p yillik, sovuqqa chidamli, kasalliklarga bardoshli, biomassasi juda katta bo'lgan, oson ko'payadigan va chuqur ildiz tizimiga ega bo'lgan turdir. Uning ildizi tuproqning 2,5–3 metrgacha chuqurligiga kirib boradi, bu esa qatlamlararo suv almashinuvini yaxshilaydi, chidamli agregatlar hosil bo'lishiga yordam beradi va eroziya jarayonlarini sezilarli darajada kamaytiradi. Shuningdek, silfiya organik modda zaxirasini oshiradi, tuproqning fizik strukturasi va biologik faolligini tiklaydi, uglerod saqlash xususiyatiga ega bo'lib, iqlim o'zgarishini yumshatishda ham muhim rol o'ynaydi [6].

Silfiya so'nggi yillarda Yevropa, AQSh ва Qozog'istonda alternativ energiya manbai, biogaz xomashyosi, chorvachilik uchun yuqori to'yimli yemxashak, asalarichilik resursi ва fitomeliorant sifatida faol qo'llanmoqda [4]. Ammo O'zbekiston sharoitida o'ziga xos tuproq-iqlim zonalarida bu o'simlikning introduksiyasi, ekologik moslashuvi ва fitoremediatsion imkoniyatlari yetarlicha o'rganilmagan. Hududda aholi zichligi yuqori, yerga bosim kuchli, sug'orma dehqonchilik ustuvorligi tufayli agroekotizimlarning degradatsiyaga moyilligi yanada kuchaygan. Shu nuqtai nazardan, yangi, samarali fitoremediantlarni aniqlash va ularning introduksiyasini amalga oshirish mintaqa uchun dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Silphium perfoliatumning ekologik ahamiyati ham yuqori. O'simlik yozning o'rtalaridan sentabr oxiriga qadar davom etuvchi gullash davrida katta miqdorda nektar va chang hosil qiladi, bu esa changlatuvchi hasharotlar uchun muhim ozuqa manbai hisoblanadi. Barglarining kosachasimon shakli suvni ushlab qolib, mayda organizmlar uchun mikrohabitatlar hosil qiladi va ekotizim funksionalligini oshiradi [5].

O'simlikning reproduktiv biologiyasi ham uning ekologik rolini kuchaytiradi. Murakkab to'pgullari (tilsimon va naychasimon gullardan tashkil topgan) samarali changlanishni ta'minlaydi. Iyuldan sentabrgacha davom etuvchi uzoq gullash davri asalari, yovvoyi asalari va kapalaklar kabi changlatuvchilarni doimiy ravishda jalb etadi [6].

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi *Silphium perfoliatum L.* o'simligini Respublikamiz tuproq iqlim sharoitida introduksiya qilish, uning ekologik moslashuvini baholash, o'sish dinamikasini kuzatish, tuproqqa biologik ta'sirini o'rganish hamda fitoremediatsiya vositasi sifatidagi imkoniyatlarini aniqlashdan iborat bo'ldi. Tadqiqotning dolzarbligi shundan iboratki, silfiyaning agroekotizimlarga kiritilishi orqali tuproq degradatsiyasini kamaytirish, yer resurslaridan barqaror foydalanish ва ekologik barqarorlikni ta'minlash bo'yicha yangi, energiya tejamkor va ekologik toza texnologiyalarni shakllantirish mumkin.

MATERIAL VA METODLAR

Tajriba maydonlarining tuprog‘i eskidan sug‘oriladigan bo‘z tuproqlar tarkibiga mansub bo‘lib, mexanik tarkibi o‘rtacha qumoq hisoblanadi. Tuproq tarkibidagi gumus miqdori 1,1-1,3 %, umumiy azot 0,09-0,12 %, umumiy fosfor 0,15-0,18 %, almashinuvchan kaliy esa 250-320 mg/kg.ni tashkil etadi. Tuproq o‘rtacha sho‘rlangan bo‘lib, nam sig‘imi 23-27 % atrofidadir.

Mazkur tuproq-iqlim sharoitlari *Silphium perfoliatum* L. o‘simligining biologik xususiyatlariga, xususan, iyul-sentabr oylarida kuzatiladigan uzoq gullash davri hamda kuchli rivojlangan ko‘p yillik ildiz tizimiga mos keladi. Shu bilan birga, ushbu sharoitlar o‘simlikning fitoremediatsion salohiyati va tuproq degradatsiyasini kamaytirishdagi samaradorligini ilmiy jihatdan baholash uchun qulay tajriba muhiti hisoblanadi

Dala tajribalari 4 takroriylikda, 3 ta ekish sxemasi asosida tashkil etiladi. V1 - 90×60 sm, V2 – 90×30 sm, V3 – 70×30 sm va 1 yarusda joylashtirildi.

Silfiya urug‘lari ekish muddati – 15-noyabr (asosiy tajriba).

Qiyosiy qo‘shimcha kuzatish uchun yana bir ekish muddati 15-aprel qilib belgilandi. Urug‘lar oldindan tayyorlangan maydon tuprog‘iga 2–2,5 sm chuqurlikda ekildi.

Tajriba obyekti – Silfiya *(Silphium perfoliatum L.)* Asteraceae oilasiga mansub ko‘p yillik o‘simlik bo‘lib, tabiatan Shimoliy Amerikaga xos. Silfiyaning ildiz tizimi 2,5–3,0 metrga chuqur kirib boradi, yer ustki biomassasi esa 180–300 sm.ga yetishi mumkin, vegetatsiya muddati 160–180 kungacha davom etadi. Ushbu biologik xususiyatlar uni eroziyaga qarshi fitomeliorator, og‘ir metalllarni yig‘uvchi fitoremediant, organik modda to‘plovchi biomassali o‘simlik, agroekotizimda changlanish potensialini oshiruvchi manba sifatida ommalashtirgan.

Dala tajribalarida o‘simliklar o‘sish bosqichlariga ko‘ra fenologik kuzatuvlar olib borildi. Fenologik bosqichlar quyidagi mezonlarga ko‘ra qayd etildi:

- unib chiqish muddati (kun);
- urug‘palla barglarining paydo bo‘lishi;
- chin barglarning shakllanishi;
- poyaning intensiv o‘sish fazasi (kunlik va oylik o‘sish);
- gullash bosqichi boshlanishi ва davomiyligi;
- meva yetilishi.

Barg morfologik ko‘rsatkichlari uchun 10 tup o‘simlikdan o‘rtacha ko‘rsatkich olindi:

1) barg uzunligi (sm);
2) barg eni (sm);
3) barglar soni (dona/tup).

Silfiyaning fitomeliorativ ta‘sirini baholash uchun har bir variantdan ekish oldidan va degetatsiya oxirida 0–30 sm ва 30–60 см qatlamlardan tuproq namunalar olindi. Tahlillar quyidagi metodlar asosida bajarildi: gumus miqdori Tyurin usulida, tuproq pHi suvli suspenziyada pH-metrda, azot (N) Kjeldahl usulida, fosfor (P_2O_5) Machigin ekstraksiyasi usulida, kaliy (K_5O) oltingugurt kislotasi ekstrakti yordamida, tuproq strukturasi agrostruktura koeffitsiyenti bo‘yicha, nam sig‘imi esa gravimetrik usulda tahlil qilindi. Bu tahlillar tuproqning fizik, kimyoviy ва biologik ko‘rsatkichlariga silfiyaning ta‘sirini baholashga imkon beradi.

Tajriba maydonida kuzgi ekish (15-noyabr) sharoitida urug‘larning unib chiqishi 27–32 kun ichida kuzatildi. Bahorgi ekish esa (15-aprel) urug‘larning 11–14 kun ichida unib chiqishni ta‘minladi. Bu farq hududning iqlim sharoiti bilan izohlanadi: kuzgi ekishda tuproq haroratining past ва namlikning notekis taqsimlanishi unish jarayonini sekinlashtirdi, bahorgi ekishda esa harorat va namlikning optimal bo‘lishi jarayonni tezlashtirdi.



1-rasm. *Silphium perfoliatum L.* barg yaprog‘ining rivojlanishi.

Tajriba davomида silfiyaning Andijon viloyati tuproq iqlim sharoitiga introduksiyasi juda barqaror ekanligi kuzatildi. O‘simliklarning 98–100 %i qishdan omon chiqdi, bu uning sovuqqa chidamli tur ekanligini tasdiqlaydi. Silfiya barglarining ixtisoslashuvi fitoremediatsiya jarayonida tuproqning organik modda to‘plashiga bevosita ta‘sir ko‘rsatadi. Tajriba natijalariga ko‘ra, eng yirik barglar 90×60 sm (V1) variantda kuzatildi. Barglarning yirik bo‘lishi fotosintez yuzasining ortishi ва biomassaning yuqori bo‘lishiga sabab bo‘ldi.

1-jadval ma‘lumotlari ekish muddati va ekish usulining o‘simliklarda ildiz oldi barglari shakllanishiga ta‘sirini baholash imkonini beradi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, kuzgi (15-noyabr) muddatda ekilgan o‘simliklarda bahorgi (15-aprel) muddatda ekilgan variantlarga nisbatan ildiz oldi barglarining o‘sishi va rivojlanishi jadal borganligi kuzatildi.

Jumladan, 15-noyabr muddatida 90×60 sm sxemada ekilgan o‘simliklarda urug‘larning to‘liq unib chiqishi 2-mart sanasida kuzatilgan bo‘lib, 1-sentabr holatiga kelib ildiz oldi barglari soni o‘rtacha 42 donani tashkil etgan. Barg yaprog‘ining uzunligi 45,2 sm, eni esa 28,1 sm.ni tashkil qilgan. Shu muddatda 90×30 sm sxemada barglar soni ham 42 dona bo‘lib, barg uzunligi va eni mos ravishda 44,3 va 27,6 sm.ni tashkil etgan. 70×30 sm sxemada esa barglar soni 40 donaga kamaygan, barg uzunligi 43,7 sm va eni 27,2 sm.ni tashkil etgan. Bu holat oziqlanish maydoni qisqarishi natijasida o‘simliklar o‘rtasidagi raqobat kuchayib, vegetativ organlarning rivojlanishi ma‘lum darajada cheklanganligini ko‘rsatadi.

1-jadval

***Silphium perfoliatum L.* barg yaprog‘i rivojlanishining fenologik ko‘rsatkichlari**

Ekish usuli	Ekish muddati	Urg‘ularning to‘liq unib chiqqan vaqti	Ildiz oldi barglari		
			1-sentabr holatidagi soni, dona	O‘rtacha, sm	
				Barg yaprog‘i uzunligi, sm	Barg yaprog‘i eni, sm
90x60	15-noyabr	02.03	42	45,2	28,1
90x30			42	44,3	27,6
70x30			40	43,7	27,2
90x60	15-aprel	26.05	22	38,2	24,2
90x30			22	38,0	23,6
70x30			18	36,6	22,1

15-aprel muddatida ekilgan variantlarda urug‘larning to‘liq unib chiqishi 26-may sanasida kuzatilgan bo‘lib, barcha biometrik ko‘rsatkichlar kuzgi ekish variantlariga nisbatan past bo‘lgan. Xususan, 90×60 va 90×30 sm sxemalarida ildiz oldi barglari soni 22 tadan bo‘lib, barg uzunligi mos ravishda 38,2 va 38,0 sm, barg eni esa 24,2 va 23,6 sm.ni tashkil etgan. Eng past natijalar 70×30 sm sxemada qayd etilgan bo‘lib, bunda barglar soni 18 dona, barg uzunligi 36,6 sm va barg eni 22,1 sm.ni tashkil qilgan.

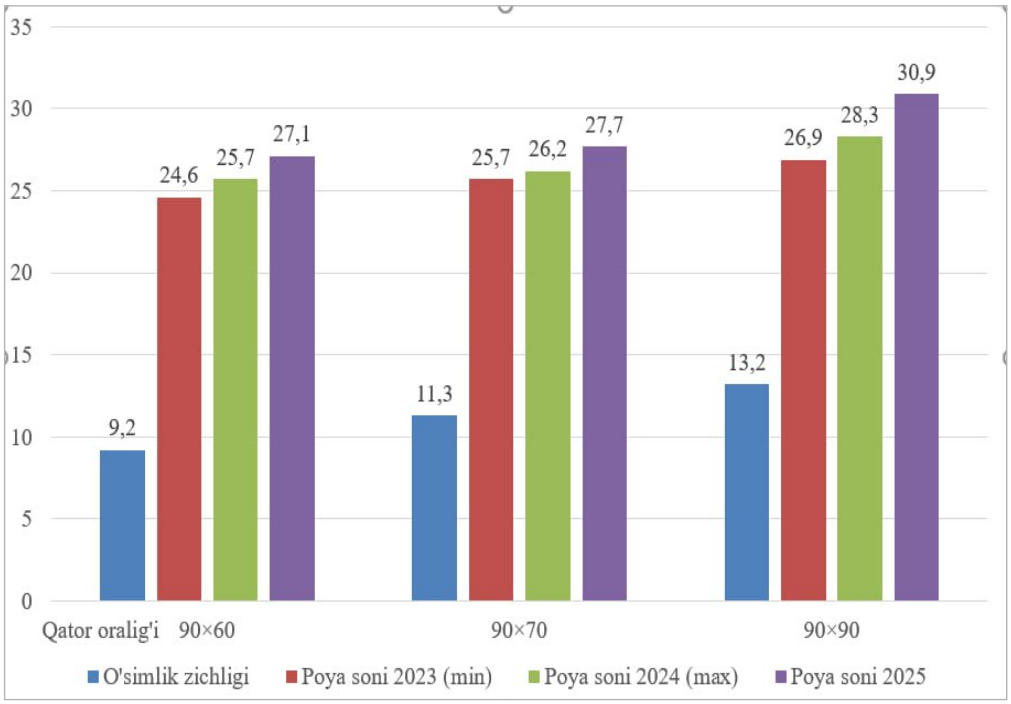


2-rasm. *Silphium perfoliatum* L. ning ikkinchi yil vegetatsiya davri.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari ekish muddatining o‘simliklar vegetativ rivojlanishida muhim omil ekanligini ko‘rsatdi. Kuzgi, ya’ni 15-noyabr muddatida ekish o‘simliklarning kuz va erta bahor davrida yaxshi ildiz otishi hamda kuchli barg apparatini shakllantirishiga imkon yaratgan. Shuningdek, 90×60 sm ekish sxemasi o‘simliklarning oziqlanish maydonini kengaytirib, barglar soni, uzunligi va enining yuqori bo‘lishini ta’minlagan. Bu esa o‘z navbatida fotosintetik faoliyatning kuchayishi va keyingi o‘sish, rivojlanish jarayonlarining samarali kechishiga zamin yaratadi. Shu sababli tajriba sharoitida 15-noyabr muddatida 90×60 sm sxemada ekish eng maqbul variant sifatida baholanishi mumkin.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tadqiqot natijalariga ko‘ra qator oralig‘ining o‘simlik zichligi va poya rivojlanishiga ta‘sirini tahlil qilganimizda, 90×60 sm variantida eng yuqori o‘simlik zichligi (13,2 dona/m²) qayd etilgan bo‘lsa-da, bu sharoitda poya rivojlanishi nisbatan past bo‘lgan. Buning sababi – o‘simliklar o‘rtasida yorug‘lik, suv va ozuqa moddalari uchun kuchli raqobatning yuzaga kelishidir. Natijada poya soni 24,6–25,7 oralig‘ida qolgan. Qator oralig‘i kengaygani sari (90×90 sm) o‘simliklar orasidagi raqobat kamaygan va poya soni 30,9 gacha oshgan. Bu vegetativ biomassaning yaxshiroq shakllanishini ta’minlagan.



3-rasm. Silfiyaning poya shakllanishiga qator oralig‘ining ta’siri.

Demak, zich ekish yuqori populyatsiya bersa ham, individual o‘simlik rivojlanishini cheklaydi. Keng qator oralig‘i esa har bir o‘simlikning genetik potensialini to‘liq namoyon qilishiga imkon yaratadi.

Dala tajribalarimizda qator oralig‘i va o‘simlik balandligi o‘rtasida to‘g‘ridan-to‘g‘ri ijobiy bog‘liqlik mavjudligi aniqlandi. Eng past ko‘rsatkich 90×60 sm variantida (262 sm) kuzatilgan bo‘lsa, eng yuqori balandlik 90×90 sm sharoitida (309 sm) qayd etilgan. Bu holat yorug‘lik resurslarining yaxshiroq taqsimlanishi va ildiz tizimi orqali suv hamda mineral moddalarning samaraliroq o‘zlashtirilishi bilan izohlanadi. Ushbu variantda o‘simlik balandligining oshishi biomassaning umumiy ko‘payishiga ham bevosita ta‘sir ko‘rsatadi.

*S. perfoliatum*ning poya qalinligi ham qator oralig‘iga bog‘liqligi kuzatildi. Eng kichik diametr 1,6 sm (90×60 sm variantda) bo‘lsa, eng katta ko‘rsatkich 3,1 sm (90×90 sm variantda) ekanligi kuzatilgan. Poya diametri o‘simlikning mexanik mustahkamligi va biomassa to‘planish darajasini aks ettiradi. Keng qator oralig‘ida fotosintez mahsulotlari asosan vegetativ tuzilmalarga yo‘naltirilgan, natijada poya qalinlashgan.

Tadqiqotlarimiz barg morfologiyasining qator oralig‘iga sezgir ekanligini ko‘rsatdi. 90×90 sm sharoitda barg uzunligi 41,5 sm va eni 27,8 sm bo‘lib, eng yuqori qiymatlar qayd etilgan.



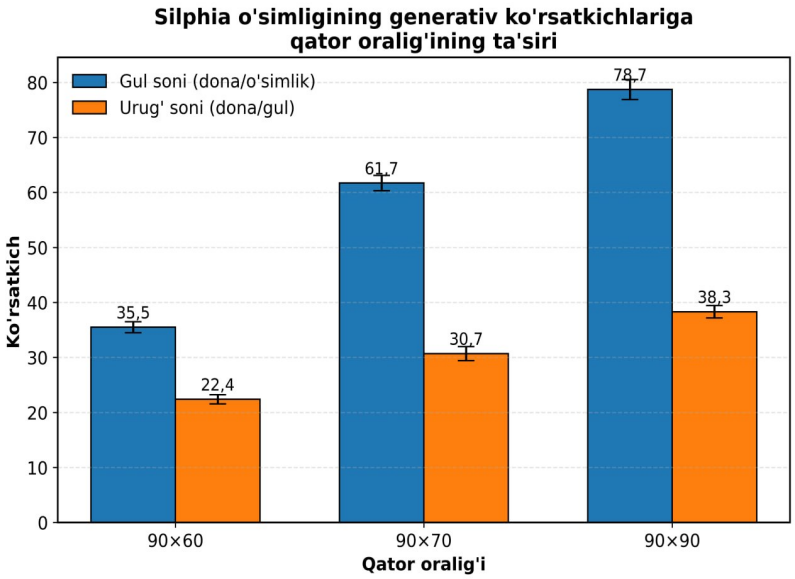
4-rasm. Introduksiya sharoitidagi *Silphium perfoliatum* L. ning gullash fazalari.

Silphium perfoliatum L. kabi ko‘p yillik va yuqori biomassa hosil qiluvchi o‘simliklarda qator oraliqlarini to‘g‘ri belgilash agrotsenoz mahsuldorligini ta‘minlovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. O‘simlikning ontogenez jarayonida, ayniqsa, generativ bosqichga o‘tish davrida tashqi resurslar – yorug‘lik, suv va mineral moddalar uchun raqobat darajasi hosildorlikning shakllanishini belgilaydi.

Qator oraliqlari tor bo‘lgan sharoitda o‘simliklar o‘rtasida kuchli raqobat yuzaga keladi. Bu holatda har bir o‘simlikka tushadigan yorug‘lik miqdori kamayadi, fotosintez jarayoni cheklanadi va assimilyatlar asosan vertikal o‘sishga sarflanadi. Natijada biomassa va generativ organlar shakllanishi nisbatan past bo‘ladi.

Aksincha, qator oralig‘i kengaytirilganda (90×90 sm) har bir o‘simlik uchun ekologik resurslar yetarli bo‘ladi va ular o‘z genetik potensialini to‘liq namoyon qiladi. Bu holatda fotosintetik yuza kengayadi, uglevodlar to‘planishi kuchayadi va biomassa sintezi yuqori darajaga chiqadi.

Silfiyaning generativ ko‘rsatkichlariga qator oralig‘ining ta‘siri o‘rganilganda 90×90 sxemada ekib parvarishlangan bir dona o‘simlikda gullar soni 78,7 donani tashkil etgan bo‘lsa, bir dona guldagi urug‘lar soni 38,3 donani tashkil etdi. 90×60 sxemada esa bu ko‘rsatkich mos ravishda 35,5 va 22,4 dona ekanligi kuzatildi.



5-rasm. *Silphium perfoliatum* L. o‘simligining generativ ko‘rsatkichlariga qator oralig‘ining ta‘siri.

Tajriba natijalariga ko‘ra, *Silphium perfoliatum* L. Andijon sharoitida yuqori darajada moslashuvchanlik ko‘rsatdi. Urug‘larning tez unib chiqishi, faol vegetativ o‘sish va uzoq gullash davri ushbu o‘simlikni agroekotizimlarda barqaror va yuqori hosildor o‘simlik sifatida baholash imkonini beradi. Chuqurroq ildiz tizimi

tuproq namligini maksimal darajada qamrab oladi, barglar kattaligi va soni fotosintez yuzasini oshirib, biomassa hosildorligini ta‘minlaydi, uzun vegetatsiya davri tuproqning biologik faolligi va fitomeliorativ xususiyatini kuchaytiradi. Silfiya nafaqat tuproqni tiklashga, balki agroekotizim barqarorligini oshirishga ham yordam beradi. Uning uzoq gullash davri changlanish samaradorligini oshiradi, bu esa asalarichilik va qishloq xo‘jaligi ekotizimining biologik xilmaxilligini ta‘minlaydi. Bundan tashqari, biomassa yuqori bo‘lgani sababli, silfiya chorva uchun yem-xashak manbai sifatida ham istiqbollidir. Tuproq unumdorligini barqarorlashtirish va eroziyani kamaytirish orqali suv resurslari va landshaft barqarorligi saqlanadi. Bu xususiyatlar ushbu o‘simlikni ekologik barqaror agroekotizimlarni shakllantirishda yuqori salohiyatli vosita sifatida tavsiflaydi. Shu bilan birga, *Silphium perfoliatum* L. iqlim o‘zgarishiga moslashgan strategik o‘simlik sifatida qaraladi, bu esa global agroekologik muammolarni yumshatishda muhim omildir.

XULOSA

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, *Silphium perfoliatum* L. Andijon viloyati tuproq iqlim sharoitida yuqori darajada moslashuvchan, ko‘p yillik, yuqori biomassa hosil beruvchi o‘simlikdir. Urug‘larning unib chiqishi, faol vegetativ o‘sish va uzoq gullash davri uni agroekotizimlar uchun barqaror ekin sifatida tavsiya etishga imkon beradi.

Tuproqning organik modda va ozuqa elementlari bilan boyishi, shuningdek, silfiyaning chuqur ildiz tizimi uning fitoremediant sifatida yuqori potensialga ega ekanligini ko‘rsatadi. Tajribalar asosida optimal ekish sxemasi: 90×60 sm, bu o‘sish, rivojlanish va biomassaning maksimal hosil berishini ta‘minlaydi. *Silphium perfoliatum L.* nafaqat ekologik, balki ijtimoiy va iqtisodiy jihatdan ham foydali ekin sifatida baholanishi mumkin: chorva yem-xashak manbai va asalarichilikni rivojlantirishga hissa qo‘shadi.

AGROECOLOGICAL EFFICIENCY OF *SILPHIUM PERFOLIATUM L.* IN SOIL PHYTOREMEDIATION

M.Q. Eshmurodova[1], N.M. Naraliyeva[2]

Ilmiy xabarnoma. Seriya: Biologik tadqiqotlar – Scientific Bulletin. Series: Biological Research. 2026. 4(96). 33-40.

[1]Research Institute of Leguminous Crops, Andijan district, Kuyganyar, 170600, Andijon str., 36 (Uzbekistan). E-mail: dukkakiti@qsxv.uz

[2]Andijan State University, Andijan, 170100, str. University, 129 (Uzbekistan). E-mail: agsu_info@edu.uz

Keywords: *Silphium perfoliatum L.*, phytoremediation, agroecosystem, soil degradation, introduction, biomass, erosion, ecological sustainability.

This study is investigated the introduction of *Silphium perfoliatum* L. under the soil–climatic conditions of the Andijan region and evaluates its agroecological potential in the phytoremediation of degraded irrigated soils. Soil degradation, including salinization, erosion, and decline in humus content, remains one of the most critical environmental challenges affecting the sustainability of agroecosystems in Uzbekistan. In this context, the use of perennial, high-biomass, deep-rooted plant species is considered an effective and environmentally safe approach to restoring soil fertility and improving ecosystem stability.

Field experiments were conducted on irrigated light sierozem soils characterized by medium loamy texture, low humus content (1.1–1.3%), and moderate salinity. The trials were arranged in a randomized design with four replications, using planting schemes of 90×60 cm, 90×30 cm, and 70×30 cm. Sowing was carried out in two periods: autumn (15 November) and spring (15 April). The study evaluated germination dynamics, phenological development, leaf morphology, stem growth, and biomass productivity. Soil samples were collected from 0–30 cm and 30–60 cm layers before planting and after the vegetation period. Standard agrochemical methods were used to

determine humus (Tyurin method), nitrogen (Kjeldahl method), phosphorus, and potassium content.

The results demonstrated a high adaptive capacity of *Silphium perfoliatum* L. to local environmental conditions. Seed germination occurred within 27–32 days under autumn sowing, while spring sowing reduced the period to 11–14 days due to more favorable temperature and moisture conditions. Plant survival after winter reached 98–100%, confirming strong frost resistance. Among the tested planting schemes, the 90×60 cm spacing provided the most favorable conditions for vegetative development, resulting in increased leaf area, improved stem growth, and higher biomass accumulation. In contrast, denser planting led to stronger interplant competition for light, water, and nutrients, which reduced individual plant performance.

Generative traits were also significantly influenced by planting density. Under the 90×90 cm spacing, the number of flowers per plant reached 78.7, while seed production averaged 38.3 seeds per flower head. Overall, wider spacing promoted better photosynthetic efficiency and resource allocation, resulting in enhanced biomass yield and improved structural development. The species exhibited a deep root system capable of improving soil structure, increasing organic matter content, and reducing erosion processes, thereby contributing to long-term soil rehabilitation.

In conclusion, *Silphium perfoliatum* L. demonstrated strong ecological plasticity and high phytoremediation potential under the conditions of the Andijan region. The optimal planting scheme was identified as 90×60 cm, which ensured the best balance between plant density and individual development. The species can be recommended as a promising biological agent for the restoration of degraded soils, enhancement of agroecosystem sustainability, and improvement of ecological stability in irrigated agricultural landscapes. Additionally, its prolonged vegetation period and high biomass production contribute to carbon sequestration and support biodiversity by providing resources for pollinators, further increasing its value in sustainable agricultural systems.

References:

1. Sumalan, R.L., Muntean, C., Kostov, A., Kržanovi´c, D., Jucsor, N.L., Ciulca, S.I., Sumalan, R.M., Gheju, M., Cernicova-Buca, M. (2020). The cup plant (*Silphium perfoliatum* L.) – a viable solution for bioremediating soils polluted with heavy metals. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 48. Pp. 2095–2113.

2. Mueller, A.L., Biertuempfel, A., Friedritz, L., Power, E.F., Wright, G.A., Dauber, J. (2020). Floral resources provided by the new energy crop. *Silphium perfoliatum* L. (*Asteraceae*). *Journal of Apicultural Research.* 59. Pp. 232–245.

3. Gansberger, M., Montgomery, L.F., Liebhard, P. (2015). Botanical characteristics, crop management and potential of *Silphium perfoliatum* L.as a renewable resource for biogas production: A review. *Industrial Crops and Products.* 63. Pp. 362–372.

4. Ende, L.M., Hummel, L., Lauerer, M. (2024). Dispersal and persistence of cup plant seeds (*Silphium perfoliatum*). *Plant Ecology and Evolution.* 157. Pp. 75–87.

5. Van Tassel, D.L., Albrecht, K.A., Bever, J.D., Boe, A.A., Brandvain, Y., Crews, T.E., Wever, C. (2017). Accelerating *Silphium* domestication: An opportunity to develop new crop ideotypes and breeding strategies informed by multiple disciplines. *Crop Science.* 57. Pp. 1274–1284.

6. Assefa, T.. Wu, J.. Boe, A. (2015). Genetic variation for achene traits in cup plant (*Silphium perfoliatum* L.). *Open Journal of Genetics.* 5. Pp. 71–82.

7. DeLong, C., Cruse, R., Wieneret, J. (2015). The Soil Degradation Paradox: Compromising Our Resources When We Need Them the Most. *Sustainability*. 7. Pp. 866–879.

8. Karlen, D.L., Rice, C.W. (2015). Soil Degradation: Will Humankind Ever Learn? *Sustainability*. 7. Pp. 12490–12501.

9. Bhattacharyya, R., Ghosh, B.N., Mishra, P.K., Mandal, B., Rao, C.S., Sarkar, D., Das, K., Anil, K.S., Lalitha, M., Hati, K.M., Franzluebbers, A.J. (2015). Soil Degradation in India: Challenges and Potential Solutions. *Sustainability,* 7. Pp. 3528–3570.

10. Young, A. (1999). Is there really spare land? *Environment and Development Economics*. 1. Pp. 3–18.

Mualliflar haqida ma'lumot:

ESHMURODOVA Mavluda Qodiraliyevna – qishloq xo'jaligi fanlari bo'yicha falsafa doktori, Don-dukkakli ekinlar ilmiy tadqiqot instituti doktoranti. E-mail: eshmurodovamavluda52@gmail.com

NARALIYEVA Nasiba Mamanovna – biologiya fanlari doktori, Andijon davlat universiteti Ekologiya va barqaror rivojlanish kafedrasi professori. E-mail: n_naraliyeva@mail.ru