

JANUBIY-G'ARBIY QIZILQUM SHAROITIDA ATRIPLEX AUCHERI MOQ. BARGINING MORFO-ANATOMIK MOSLASHISH XUSUSIYATLARI

Sharipova Vasila Qo'ysinovna – *biologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori, katta ilmiy xodim*

vasila_82@mail.ru

Qilichev Shohjahon Shomurod o'g'li – *kichik ilmiy xodim*

Turdiyev Doston Ergash o'g'li – *kichik ilmiy xodim*

Saitjanova Umidaaxon Shuhratovna – *kichik ilmiy xodim*

Maltsev Ivan Ivanovich – *biologiya fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim*

Bozorova Dilyayra O'tkirovna – *kichik ilmiy xodim*

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Botanika instituti

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ЛИСТА ATRIPLEX AUCHERI MOQ. В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОГО КЫЗЫЛКУМА

Шарипова Васила Куйсиновна – *доктор философии по биологическим наукам, старший научный сотрудник*

Киличев Шохжахон Шомуродович – *младший научный сотрудник*

Турдиев Достон Эргашевич – *младший научный сотрудник*

Сайтжанова Умидахон Шухратовна – *младший научный сотрудник*

Мальцев Иван Иванович – *кандидат биологических наук, старший научный сотрудник*

Бозорова Дилэйра Уткировна – *младший научный сотрудник*

Институт ботаники Академии наук Республики Узбекистан

MORPHO-ANATOMICAL ADAPTATION FEATURES OF THE LEAF OF ATRIPLEX AUCHERI MOQ. IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHWESTERN KYZYLKUM

Sharipova Vasila Quysinovna – *Doctor of Philosophy in Biological Sciences, senior researcher*

Qilichev Shohjahon Shomurodovich – *junior researcher*

Turdiyev Doston Ergashevich – *junior researcher*

Saitjanova Umidaaxon Shuhratovna – *junior researcher*

Maltsev Ivan Ivanovich – *PhD in Biological Sciences, senior researcher*

Bozorova Dilyayra Utkirovna – *junior researcher*

Institute of Botany, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Tayanch so'zlar: *Atriplex aucheri*, Qizilqum, barg anatomiyasi, C₄ fotosintez, krans-anatomiya, galokseromorfizm, galofit.

Rezyume. Maqolada Janubiy-G'arbiy Qizilqumda tarqalgan *Atriplex aucheri* Moq. turining barg morfologiyasi va anatomik tuzilishi o'rganildi. Tadqiqot natijasida bargda qalinlashgan epiderma, zich trixomalar, izopalisad mezofill, suv saqlovchi parenxima va yaxshi rivojlangan krans hujayralari mavjudligi aniqlandi. Barg yuzasining unsimon qoplama bilan qoplanganligi hamda druzli hujayralarning uchrashi turning sho'rlanish, qurg'oqchilik va yuqori harorat sharoitiga moslashganligini ko'rsatadi. Olingan natijalar *Atriplex aucheri* ning Qizilqum sharoitidagi haqiqiy C₄ galokserofit tur ekanini tasdiqlaydi.

Ключевые слова: *Atriplex aucheri*, Кызылкум, анатомия листа, C₄ фотосинтез, кранц-анатомия, гало-ксероморфизм, галофит.

Резюме. В статье изучены морфология листа и анатомическое строение вида *Atriplex aucheri* Moq., распространённого в Юго-Западном Кызылкуме. В результате исследования установлено, что для листа характерны утолщённая эпидерма, густые трихомы, изопалисадный мезофилл, водозапасающая паренхима и хорошо развитые клетки кранц-обкладок. Наличие мучнистого налёта на поверхности листа, а также присутствие клеток с друзами свидетельствуют о приспособленности вида к условиям засоления, засухи и высоких температур. Полученные результаты подтверждают, что *Atriplex aucheri* является настоящим C₄ гало-ксерофитным видом в условиях Кызылкума.

Key words: *Atriplex aucheri*, Kyzylkum, leaf anatomy, C₄ photosynthesis, Kranz anatomy, halo-xeromorphism, halophyte.

Summary. The article examines the leaf morphology and anatomical structure of *Atriplex aucheri* Moq., a species distributed in the Southwestern Kyzylkum. The study revealed that the leaf is characterized by a thickened epidermis, dense trichomes, isopalisade mesophyll, water-storage parenchyma, and well-developed Kranz cells. The presence of a farinose coating on the leaf surface, as well as druse-containing cells, indicates that the species is adapted to salinity, drought, and high-temperature conditions. The obtained results confirm that *Atriplex aucheri* is a true C₄ halo-xerophytic species under the environmental conditions of the Kyzylkum.

Kirish. Arid hududlarda o'simliklarning yashab qolishi va barqaror rivojlanishi ularning morfologik, anatomik hamda fiziologik moslanishlari bilan chambarchas bog'liq. Qizilqum cho'li yuqori harorat, kuchli quyosh radiatsiyasi, atmosfera va tuproq namligining keskin tanqisligi, shuningdek, tuproqning turli darajada sho'rlanishi bilan tavsiflanadigan ekstremal tabiiy hududlardan biridir. Bunday muhitda o'suvchi o'simliklarda suvdan tejamkor

foydalanish, transpiratsiyani kamaytirish, ortiqcha tuzlarning salbiy ta'sirini cheklash va fotosintetik faoliyatni saqlab qolishga qaratilgan murakkab moslanishlar tizimi shakllanadi [2, 7, 13].

C₄ fotosintezli o'simliklar ayniqsa yuqori harorat, qurg'oqchilik va sho'rlanish sharoitida samarali faoliyat yuritishi bilan ajralib turadi. Ularning anatomik asosini tashkil etuvchi krans-anatomiya CO₂ ni o'tkazuvchi

bog'lam atrofidagi hujayralarda qayta konsratsiyalash imkonini beradi, natijada fotorespiratsiya kamayadi va fotosintez samaradorligi oshadi [10, 11, 14, 15]. Shu sababli C_4 o'simliklar suvdan foydalanish samaradorligi yuqori bulgan, ekologik stresslarga nisbatan nisbatan chidamli funksional guruh sifatida qaraladi [11, 13].

Chenopodiaceae oilasi vakillari, ayniqsa *Atriplex* turkumi, sho'rlangan va qurg'oqchil hududlarda keng tarqalganligi bilan alohida e'tiborni tortadi. Ushbu guruh vakillarida izopalisad mezofill, suv saqllovchi parenxima, qalin kutikula, tukchali yoki unsimon qoplama, shuningdek, krans-anatomiya kabi belgilar ko'p uchraydi. Mazkur xususiyatlar ularning cho'l va yarim cho'l sharoitida yuqori ekologik barqarorligini ta'minlaydi [7, 8, 9]. Chenopodiaceae oilasida barg anatomiyasi va mezofill tiplari, jumladan C_4 sindrom bilan bog'liq strukturaviy belgilar Markaziy Osiyo materiallari asosida ham o'rganilgan bo'lib, ular cho'llanish monitoringida muhim indikator sifatida baholangan [8].

Janubiy-G'arbiy Qizilqum hududida tarqalgan *Atriplex aucheri* sho'rxok-o'tloq va cho'l fitosenozlarining muhim tarkibiy komponentlaridan biri hisoblanadi. Ushbu tur ekologik jihatdan qattiq sharoitlarda yashashga moslashgan bo'lsa-da, uning barg anatomiyasi va aynan mahalliy arid-sho'rlangan sharoitga moslanish mexanizmlari yetarli darajada yoritilmagan. Bargning ichki tuzilishini tahlil qilish nafaqat turning ekologik strategiyasini tushunish, balki C_4 fotosintezli galokserofitlarning struktur-funksional xususiyatlarini aniqlashda ham muhim ahamiyatga ega [2, 6, 11].

Shu munosabat bilan mazkur tadqiqotning maqsadi *Atriplex aucheri* bargining morfo-anatomik tuzilishini o'rganish, undagi C_4 fotosintezga xos strukturaviy belgilarni aniqlash hamda turning arid va sho'rlangan muhitga moslanish xususiyatlarini tavsiflashdan iborat.

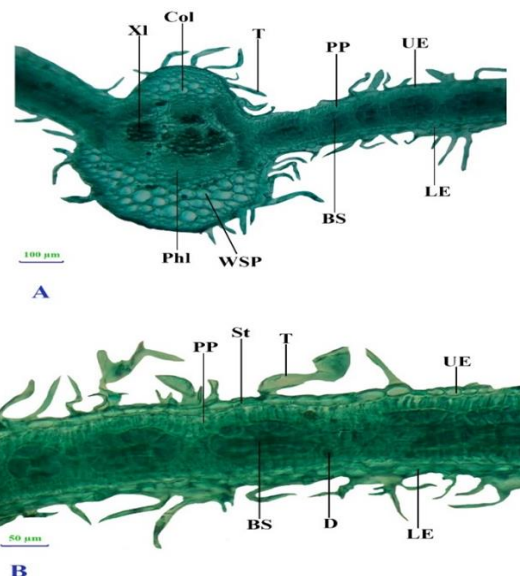
Material va metodlar. Tadqiqot hududi Qizilqum cho'li ekstremal ekotizim bo'lib, unda faqat fiziologik va anatomik jihatdan yuqori darajada moslashgan o'simliklar saqlanib qoladi. Shu sababli tadqiqot uchun *Atriplex aucheri* Moq. turi tanlandi. Mazkur tur Qizilqumning turli mikrolandshaftlarida (qum barxanlari, sho'rxok uchastkalar, allyuvial tekisliklar, va b.) ustun komponentlardan biri hisoblanadi. Shu bois uning anatomik tuzilishi orqali cho'l ekotizimining moslashuv strategiyalarini model sifatida o'rganish mumkin.

Anatomik tadqiqotlar uchun materiallar asosan Janubiy-G'arbiy Qizilqum cho'lining turli xil edafik sharoitlaridan yig'ilgan o'simlik barglari 70% etanolida fiksatsiyalangan. Barglardan kesmalar umumqabul qilingan metodlardan foydalangan holda ustara yordamida qo'lda tayyorlangan, so'ng kesmalar metilen ko'ki bilan bo'yalgan va doimiy preparat tayyorlash uchun glitserin-jelatinda mustahkamlangan [1]. Mikrofotosuratlar va mikrostrukturaviy o'lchovlar KERN OBN 1327241 axromatik mikroskopida amalga oshirilgan. Anatomik strukturani tavsiflashda K.Esay [6] va L.I.Lotova [4] tomonidan taklif qilingan terminologiyadan foydalanilgan. Statistik tahlillar G.N.Zaytsev [3] usuli bo'yicha amalga oshirilgan.

Natijalar va muhokama. *Atriplex aucheri* – bir yillik o't o'simlik, bo'yi odatda 30-100 sm gacha yetadi. Barglari navbatma-navbat joylashgan. Pastki barglar ko'pincha o'yiqlik tishchali yoki nayzasimon shaklda bo'ladi va qisqa vaqt ichida to'kilib ketadi. Qolgan barglar odatda mayda tishchali yoki butun, tuxumsimon yoki cho'zinchoq

tuxumsimon shaklda bo'lib, plastinkasi ko'p hollarda tepa tomonga qayrilgan yoki yon cheti yuqoriga tomon o'ralgan va chetlari ozroq to'liqsimon. Barglarning yuzasi yashil, ostki tomoni esa zich unsimon qoplama bilan qoplanganligi sababli kumushsimon oq rangda ko'rinadi. Barg plastinkasining uzunligi 1,5-2,5 sm va eni 1,5-1,7 sm kenglikda [5].

Ushbu tur bargining kesimida galo-kseromorflik xususiyatlar aniq ko'rinadi. Barg poyasining ikkala yuzasi ham uzun, o'zaro chalkashgan trixomalar bilan zich qoplangan bo'lib, ular to'qimalarni ortiqcha bug'lanish va nurlanishdan himoya qiladi. Epiderma bir qavatli, izodiametrik shaklda nisbatan yirik hujayrali, tashqi devorlari va kutikulasi qalinlashgan. Miqdoriy tahlillar epiderma tashqi devorining qalinligi o'rtacha $3,3 \pm 0,11$ mkm, epiderma balandligi esa $13,4 \pm 0,25$ mkm ekanini ko'rsatdi. Barg og'izchalari epiderma sathidan biroz botiqroq va asosan adaksial tomonga joylashgan (1 - rasm).



1 - rasm – *Atriplex aucheri* bargining strukturaviy tuzilishi: A – bargning asosiy o'tkazuvchi qismi (jilka); B – barg mezofilli.

Shartli belgilar: BS – krans hujayra, Col – kollennxima, D – druz, LE – ostki epiderma, Phl – floema, PP – ustunsimon parenxima, T – trixoma, UE – ustki epiderma, WSP – suv to'plovchi parenxima, XI – ksilema.

Barg plastinkasining ko'ndalang kesimida markazdagi tomirning shakli dumaloq, mezofill qismi esa yassi. Epiderma qavati ostida bir necha qator kollennxima joylashgan. Markaziy tomirda bitta katta kollateral o'tkazuvchi bog'lam joylashgan: ksilema elementlari bargning yuqori tomoniga (adaksial), floema elementlari esa pastki tomonga (abaksial) qaragan. O'tkazuvchi bog'lam bilan kollennxima oralig'ida yirik hujayrali suv saqllovchi parenxima joylashgan bo'lib, uning hujayralari diametri o'rtacha $28 \pm 0,32$ mkm ni tashkil etdi. Barg mezofilli izopalisad tipda tuzilgan va uning umumiy qalinligi $103,5 \pm 0,95$ mkm ga teng bo'ldi. Epiderma qavati ostida bir yoki ikki qatorli ustunsimon parenxima joylashgan bo'lib, uning hujayralari balandligi $18,5 \pm 0,22$ mkm, eni esa $6,5 \pm 0,11$ mkm ni tashkil etdi. Har bir o'tkazuvchi bog'lam yaxshi rivojlangan yirik va yo'g'on krans hujayralari bilan o'ralgan. Kranes hujayralarining balandligi o'rtacha $26 \pm 0,25$ mkm, eni esa $28,2 \pm 0,31$ mkm bo'lib, bu ko'rsatkichlar C_4 fotosintezga xos anatomik tuzilmaning yaqqol ifodasidir. Bargdagi o'tkazuvchi

bog‘lamlar ko‘p sonli bo‘lib, markaziy tomir sohasidagi ksilema elementlari soni odatda 25–30 ta, ularning diametri esa $10,2 \pm 0,17$ mkm ni tashkil qiladi. Ayrim joylarda kristall tabiatdagi cho‘kmalarga ega hujayralar, ya‘ni druzlar ham kuzatildi.

Atriplex aucheri turining barg morfologiyasi va anatomik tuzilishi uning sho‘rxok, qurg‘oqchil muhitga yuqori darajada moslashgan haqiqiy C_4 galo-kserofit ekanini ko‘rsatadi. Barg plastinkasida kseromorflik belgilarining ustunligi – epidermaning tashqi devor va kutikulasining qalinlashganligi, barg mezofillining izopalisad tipda bo‘lishi, trixomalar bilan zich qoplanishi – barg yuzasini samarali ravishda himoya qiladi. Uzun va chalkash trixomalar ortiqcha nurlanishni qaytarib, insolyatsiya stressini pasaytiradi, shuningdek barg yuzasida mikroklimat hosil qilib, bug‘lanish tezligini kamaytiradi. Barg chetlarining yuqoriga qayrilgan va biroz to‘lqinsimon bo‘lishi ham plastinka yuzasini qisqartiradi, ya‘ni fotosintez uchun yetarli yorug‘likni saqlagan holda suv yo‘qotilishini cheklaydi.

Har bir o‘tkazuvchi bog‘lamning yirik va yo‘g‘on devorli krants hujayralari bilan o‘ralganligi C_4 fotosintezining asosiy anatomik belgilaridan biridir. Krants halqa: CO_2 ni o‘tkazuvchi bog‘lam atrofi mezofill va bog‘lam qavatida qayta-konsentratsiya qilib, fotorespiratsiyani keskin kamaytiradi, yuqori harorat va sho‘rlanish sharoitida ham fotosintez samaradorligini saqlaydi. Bu struktura turga suvdan foydalanish samaradorligini oshirish, ya‘ni har bir yo‘qotilgan suv birligiga ko‘proq uglerod assimilyatsiya qilish imkonini beradi.

Barglarda druzlar (kristall cho‘kmalar)ga ega hujayralarning mavjudligi va ostki tomonning unimon qoplam bilan zich qoplanganligi ionlarni kompartmentallashtirish va to‘plash jarayonlari bilan bog‘liq. Bu: ortiqcha tuzlarni to‘qimalarda saqlab, sitoplazma va fermentativ sistemalarni ion toksikligidan

himoya qiladi; sho‘rxok yerlarda yuqori tuz konsentratsiyasiga qaramay, barg to‘qimalarining biokimyoviy va fiziologik faolligini saqlab qolishga yordam beradi. Bu xususiyatlar birgalikda *Atriplex aucheri* turining qurg‘oqchil va sho‘rlangan yashash joylariga morfo-anatomik moslashuvining yuqori darajasini aks ettiradi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari *Atriplex aucheri* bargining morfo-anatomik tuzilishi Janubiy-G‘arbiy Qizilqumning arid va sho‘rlangan sharoitlariga chuqur moslashganini ko‘rsatdi. Bargda epiderma va kutikulaning qalinlashganligi, yuzaning zich trixomalar hamda unimon qoplama bilan himoyalanganligi, mezofillning izopalisad tipda tuzilganligi va yirik krans hujayralarining rivojlanganligi ushbu turning C_4 fotosintezli galokserofit sifatidagi anatomik asosini tashkil etadi.

Barg to‘qimasida suv saqlovchi parenxima va druzli hujayralarning mavjudligi qurg‘oqchilik va sho‘rlanish sharoitida suv rejimini barqarorlashtirish, ortiqcha ionlarni ajratib saqlash hamda hujayra fiziologik faolligini saqlab qolishga xizmat qiladi. O‘tkazuvchi bog‘lamlarning ko‘p sonli bo‘lishi va ularning yirik krans hujayralari bilan o‘ralganligi esa yuqori harorat sharoitida ham fotosintez samaradorligini saqlashga yordam beradi.

Shunday qilib, *Atriplex aucheri* bargida aniqlangan anatomik belgilar majmui ushbu turning sho‘rxok va qurg‘oqchil muhitga yuqori darajada moslashganligini tasdiqlaydi. Mazkur tur Qizilqum cho‘l fitosenozlarida ekologik barqarorlikni ta‘minlovchi muhim komponent bo‘lib, galofit va C_4 o‘simliklarning struktur-funksional moslanishlarini o‘rganishda istiqbolli model obyekt sifatida baholanishi mumkin.

Mazkur tadqiqot O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Botanika institutining 2025-2029-yillarga mo‘ljallangan “Raqamli tabiat: Markaziy O‘zbekiston florasining raqamli platformasini ishlab chiqish” mavzusidagi davlat dasturi doirasida amalga oshirildi.

Adabiyotlar

1. Барыкина Р.П., Чубатова Н.В. Большой практикум по экологической анатомии цветковых растений. – Москва: Тов-во научн. изд. КМК, 2005.
2. Бутник А.А., Ашурметов О.А., Нигманова Р.Н., Бегбаева Г.Ф. Экологическая анатомия пустынных растений Средней Азии. Травы. Т. 3. – Ташкент: «Фан», 2009.
3. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. – Москва: «Наука», 1991.
4. Лотова Л.И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений. – Москва: «КомКнига», 2007.
5. Флора Узбекистана. Т. 2. – Ташкент: АН УзССР, 1953.
6. Эсау К. Анатомия семенных растений. Т. 1-2. – Москва: «Мир», 1980.
7. Akhani H. Biodiversity of halophytic and sabkha ecosystems in Iran. // *Sabkha Ecosystems*. 2006. Volume II: West and Central Asia. – P. 71-88.
8. Butnik A.A., Duschanova G.M., Yusupova D.M., Abdullaeva A.T., Abdinazarov S.H. Types leaf mesophyll species of Chenopodiaceae Vent. Central Asia and their role in the monitoring of desertification. // *Journal of Novel Applied Sciences*, 6(1), 2017. – P. 13-21.
9. Freitag H., Kadereit G. C3 and C4 leaf anatomy types in Camphorosmeae (Camphorosmoideae, Chenopodiaceae). // *Jour. Plant Syst. Evol.*: Springer-Verlag, Wien, V. 299, №8, 2013. – P. 121-132.
10. Gowik U., Westholl P. The path from C3 to C4 photosynthesis. // *Plant Physiology*. V. 155, 2011. – P. 56-63.
11. Lundgren M.R., Osborne C.P., Christin P.A. Deconstructing Kranz anatomy to understand C4 evolution. // *Journal of Experimental Botany*, V. 65(13), 2014. – P. 3357-3369.
12. Pyankov V.I., Voznesenskaya E.V., Kuzmin A.N., Ku M.S.B., Ganko E., Franceschi V.R., Black C.C., Edwards G.E. Occurrence of C3 and C4 photosynthesis in cotyledons and leaves of *Salsola* species (Chenopodiaceae). // *Photosynthesis Research*, Vol. 63, 2000. – P. 69-84.
13. Sage R. F. The evolution of C4 photosynthesis. // *New Phytologist*, 161(2), 2004. – P. 341-370.
14. Sage R.F., Sage T.L., Kocacinar F. Photorespiration and the evolution of C4 photosynthesis. // *Annual Review of Plant Biology*, Vol. 63, 2012. – P. 19-47.
15. Voznesenskaya E.V., X. Chuong S.D., Koteyeva N.K., Franceschi V.R., Freitag H., Edwards G.E. Structural, biochemical, and physiological characterization of c4 photosynthesis in species having two vastly different types of kranz anatomy in genus *Suaeda* (Chenopodiaceae). // *Plant Biology*, vol. 9, 2007. – P. 745-757.