O‘SIMLIKLARDA QURG‘OQCHILIK STRESSIGA JAVOB REAKSIYALARINING FIZIOLOGIK-BIOKIMYOVIY VA MOLEKULYAR MEXANIZMLARI

M.R.Mangliyeva[1]

1. Osiyo xalqaro universiteti o‘qituvchisi,Buxoro shahri

Mas'ul muallif: Mangliyeva Marjona Rashid qizi, Osiyo xalqaro universiteti o‘qituvchisi,Buxoro shahri.

Received: 11 Noyabr 2026
Accepted: 16 Noyabr 2026
Published: 21 Noyabr 2026

Copyright: © 2026 by the author(s). Licensee Buxoro xalqaro universiteti ilmiy axborotnomasi.

Iqtibos uchun: Mangliyeva, M. R. O‘SIMLIKLARDA QURG‘OQCHILIK STRESSIGA JAVOB REAKSIYALARINING FIZIOLOGIK-BIOKIMYOVIY VA MOLEKULYAR MEXANIZMLARI / M. R. Mangliyeva // Buxoro xalqaro universiteti ilmiy axborotnomasi. — 2026. — T. 11, № 2. — B. 118–122.

Annotatsiya. Mazkur maqolada o‘simliklarda suv tanqisligi sharoitida yuzaga keladigan fiziologik, biokimyoviy va molekulyar javob reaksiyalari zamonaviy ilmiy manbalar asosida tahlil qilinadi. Qurg‘oqchilikning hujayra turgori, suv potensiali, fotosintez, stomatal o‘tkazuvchanlik, membrana barqarorligi va oksidlovchi muvozanatga ta’siri yoritiladi. O‘simliklarning moslanish mexanizmlari sifatida abssiz kislotasi (ABA) orqali signal uzatish, osmotik moslanish, prolin va eruvchan shakarlar to‘planishi, antioksidant fermentlar faollashuvi hamda ildiz tizimining plastikligi ko‘rib chiqiladi. O‘zbekistonning arid va yarim arid agroekologik sharoitida mazkur mexanizmlarni o‘rganishning ilmiy-amaliy ahamiyati, qurg‘oqchilikka chidamli genotiplarni baholash mezonlari va istiqbolli tadqiqot yo‘nalishlari asoslab beriladi. Ish adabiyotlar tahliliga asoslangan bo‘lib, unda yangi dala yoki laboratoriya tajribasi natijalari da’vo qilinmaydi.

Kalit so'zlar: qurg‘oqchilik stressi, suv tanqisligi, osmotik moslanish, abssiz kislotasi, fotosintez, reaktiv kislorod shakllari, antioksidant tizim, prolin, qurg‘oqchilikka chidamlilik.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ И МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕАКЦИИ РАСТЕНИЙ НА ЗАСУХУ

Аннотация. В статье на основе современных научных источников анализируются физиологические, биохимические и молекулярные реакции растений в условиях дефицита воды. Рассматривается влияние засухи на тургор клеток, водный потенциал, фотосинтез, устьичную проводимость, стабильность мембран и окислительный баланс. В качестве механизмов адаптации обсуждаются передача сигналов с участием абсцизовой кислоты (АБК), осмотическая регуляция, накопление пролина и растворимых сахаров, активация антиоксидантных ферментов и пластичность корневой системы. Особое внимание уделяется научно-практическому значению изучения данных механизмов в аридных и семиаридных агроэкологических условиях Узбекистана. Работа носит аналитико-обзорный характер; результаты новых полевых или лабораторных экспериментов не заявляются.

Ключевые слова: засуха, водный дефицит, осмотическая адаптация, абсцизовая кислота, фотосинтез, активные формы кислорода, антиоксидантная система, пролин, засухоустойчивость.

PHYSIOLOGICAL, BIOCHEMICAL AND MOLECULAR MECHANISMS OF PLANT RESPONSES TO DROUGHT STRESS

Abstract. This article analyses the physiological, biochemical and molecular responses of plants to water deficit based on recent scientific literature. It discusses drought-induced changes in cell turgor, water potential, photosynthesis, stomatal conductance, membrane stability and cellular redox balance. Adaptive mechanisms considered include abscisic-acid-mediated signalling, osmotic adjustment, accumulation of proline and soluble sugars, activation of antioxidant enzymes, and root-system plasticity. The scientific and practical relevance of studying these mechanisms under the arid and semi-arid agroecological conditions of Uzbekistan is highlighted, together with approaches for screening drought-tolerant genotypes and priorities for future research. This is a literature-based analytical review and does not claim new field or laboratory experimental results.

Keywords: drought stress, water deficit, osmotic adjustment, abscisic acid, photosynthesis, reactive oxygen species, antioxidant system, proline, drought tolerance.

Kirish. Qurg‘oqchilik o‘simliklarning o‘sishi, rivojlanishi va hosil shakllanishini cheklovchi eng muhim abiotik stress omillaridan biridir. Suv tanqisligi hujayra va to‘qimalarda suv potensialining pasayishi, turgor yo‘qolishi, stomatalarning yopilishi, fotosintez jadalligining kamayishi hamda oksidlovchi stressning kuchayishi bilan kechadi [1, 2]. Stressning ta’siri uning davomiyligi va intensivligi, o‘simlik turi hamda genotipi, rivojlanish bosqichi va muhit omillariga bog‘liq.

O‘zbekistonning keskin kontinental va ko‘plab hududlarida arid iqlim sharoiti suv resurslaridan oqilona foydalanish, ekinlarning qurg‘oqchilikka chidamliligini oshirish va agroekotizimlar barqarorligini ta’minlash masalalarini dolzarb qiladi. Qurg‘oqchilikka javob reaksiyalarini faqat hosildorlik ko‘rsatkichi bilan baholash yetarli emas. O‘simlikning suv rejimi, fotosintetik apparati, antioksidant himoyasi, ildiz arxitekturasi va molekulyar signal tizimlari o‘zaro bog‘liq holda tahlil qilinishi lozim.

So‘nggi yillardagi sharh maqolalarida qurg‘oqchilik ta’sirida fotosintezning stomatal va nostomatal cheklanishlari, xloroplast faoliyatidagi o‘zgarishlar, osmotik moslanish hamda antioksidant himoyaning ahamiyati keng yoritilgan [1–4]. O‘simliklar suv tanqisligini sezish va unga javob qaytarishda bitta alohida mexanizmga emas, balki gidravlik, ionli, gormonal va metabolik signallarning o‘zaro ta’siriga tayanadi [5]. Shu sababli mazkur jarayonlarni kompleks yondashuv asosida umumlashtirish muhim ilmiy vazifa hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi

Tadqiqotning maqsadi - o‘simliklarda qurg‘oqchilik stressiga javob reaksiyalarining asosiy fiziologik, biokimyoviy va molekulyar mexanizmlarini ilmiy adabiyotlar asosida tizimli tahlil qilish hamda O‘zbekistonning arid agroekologik sharoitida ularni baholashning ilmiy-amaliy yo‘nalishlarini asoslash.

Tadqiqotning vazifalari

qurg‘oqchilik stressining o‘simlik hujayrasi va butun organizm darajasidagi asosiy oqibatlarini tavsiflash;

suv rejimi, stomatal boshqaruv va fotosintez o‘rtasidagi funksional bog‘liqlikni tahlil qilish;

osmotik moslanish va antioksidant himoya tizimlarining rolini yoritish;

ABA signal yo‘li va stressga javob beruvchi molekulyar mexanizmlarni umumlashtirish;

qurg‘oqchilikka chidamlilikni baholashda qo‘llanadigan fiziologik-biokimyoviy ko‘rsatkichlarni tizimlashtirish;

O‘zbekiston sharoitida kelgusidagi tadqiqotlar uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi

Maqolaning ilmiy yangiligi qurg‘oqchilikka javob reaksiyalari suv rejimi, fotosintetik apparat, osmotik moslanish, antioksidant himoya va molekulyar signal uzatish darajalarida yagona funksional tizim sifatida umumlashtirilganidadir. Shuningdek, qurg‘oqchilikka chidamlilikni baholashda alohida biomarkerga tayanish cheklanganligi ko‘rsatilib, ko‘p mezonli yondashuv taklif etiladi. Ushbu umumlashtirish yangi tajriba natijasi emas, balki mavjud ilmiy dalillarning qiyosiy-sistematik tahliliga asoslanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati

Maqoladagi xulosalar o‘simlik fiziologiyasi, botanika, genetika, seleksiya va ekologiya yo‘nalishlarida ta’lim olayotgan talabalar, ilmiy izlanuvchilar hamda qurg‘oqchilikka chidamli ekin genotiplarini tanlash bilan shug‘ullanuvchi mutaxassislar uchun metodik asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Tavsiya etilgan ko‘rsatkichlar laboratoriya va dala tajribalarini rejalashtirishda boshlang‘ich mezon sifatida qo‘llanishi mumkin.

Materiallar va metodlar

Mazkur ish nazariy-tahliliy va sharh xarakteriga ega. Tadqiqot obyekti sifatida qurg‘oqchilik ta’siriga uchragan yuksak o‘simliklarda kuzatiladigan fiziologik, biokimyoviy va molekulyar javob mexanizmlari tanlandi. Tahlil uchun o‘simliklarning qurg‘oqchilikka chidamliligi, fotosintez, osmotik stress, ABA signal uzatishi va oksidlovchi stressga bag‘ishlangan ilmiy sharhlar hamda mavzuga oid tadqiqot maqolalaridan foydalanildi [1–7].

Tadqiqot davomida quyidagi metodlar qo‘llanildi:

Ilmiy manbalarni tahlil qilish - qurg‘oqchilik stressining hujayraviy, fiziologik va molekulyar oqibatlariga oid zamonaviy adabiyotlar o‘rganildi.

Qiyosiy tahlil - turli darajadagi javob reaksiyalari va ularni tavsiflovchi ko‘rsatkichlarning ilmiy mazmuni taqqoslandi.

Tizimli yondashuv - suv tanqisligini sezishdan boshlab signal uzatish, metabolik javob va o‘sish natijalarigacha bo‘lgan jarayonlar o‘zaro bog‘liq tizim sifatida ko‘rib chiqildi.

Umumlashtirish - manbalarda keltirilgan dalillar asosida qurg‘oqchilikka chidamlilikni baholash mezonlari va tadqiqot istiqbollari shakllantirildi.

Maqolada mustaqil dala tajribasi, laboratoriya o‘lchovi yoki statistik tahlil o‘tkazilmagan. Shu sababli natijalar yangi eksperimental ma’lumot sifatida emas, balki adabiyotlarda e’lon qilingan ilmiy xulosalarning tahliliy umumlashtirilishi sifatida talqin qilinadi.

Natijalar

1. Qurg‘oqchilik stressining hujayraviy va fiziologik oqibatlari

Tuproqda o‘zlashtiriladigan suv kamayganda ildiz orqali suv yutilishi cheklanadi va o‘simlik to‘qimalarida suv potensiali pasayadi. Natijada hujayra turgori kamayadi, hujayra kengayishi va barg yuzasining shakllanishi sekinlashadi. Kuchli stress sharoitida membranalar faoliyati buzilishi, metabolik jarayonlar izdan chiqishi va hujayra shikastlanishi yuz berishi mumkin [1]. O‘simlikning dastlabki javobi ko‘pincha suv yo‘qotilishini kamaytirishga qaratilgan stomatalarning qisman yoki to‘liq yopilishi bilan namoyon bo‘ladi.

Stomatalarning yopilishi transpiratsiya orqali suv yo‘qotilishini cheklaydi, biroq barg ichiga karbonat angidrid kirishini ham kamaytiradi. Shu sababli fotosintez jadalligi pasayadi. Yengil va o‘rtacha qurg‘oqchilikda fotosintezning pasayishida stomatal cheklanish muhim bo‘lsa, kuchli stressda xloroplast metabolizmi, elektron tashish zanjiri va fotosintetik fermentlar faoliyatidagi o‘zgarishlar ham katta rol o‘ynaydi [2, 3].

Qurg‘oqchilikning fotosistemalar faoliyatiga ta’siri xlorofill miqdori, xlorofill fluoresensiyasi va fotosistema II ning

samaradorligi kabi ko‘rsatkichlar orqali kuzatilishi mumkin. Biroq bitta ko‘rsatkich o‘simlikning umumiy chidamliligini to‘liq ifodalamaydi: uni suv holati, gaz almashinuvi va biomassa dinamikasi bilan birgalikda tahlil qilish zarur [2, 3].

2. Osmotik moslanish va himoya metabolitlari

Suv tanqisligi sharoitida hujayralar osmotik potensialni pasaytirish orqali suvni ushlab qolishga intiladi. Bu jarayon osmotik moslanish deb yuritiladi. Prolin, glitsin-betain, eruvchan shakarlar va ayrim boshqa moslovchi metabolitlar hujayra osmotik muvozanatini saqlash, oqsil va membrana tuzilmalarini himoyalash hamda stressdan keyingi tiklanishga ko‘maklashishi mumkin [1, 6].

Prolin ko‘plab o‘simliklarda qurg‘oqchilikka javob sifatida to‘planadigan aminokislotalardan biridir. Uning miqdori stress darajasi va genotipga qarab o‘zgaradi. Prolin to‘planishi chidamlilikning foydali belgisi bo‘lishi mumkin, ammo yuqori prolin miqdorini har doim yuqori chidamlilikning bevosita isboti deb bo‘lmaydi. Chunki u stress kuchining ortishi natijasida ham ko‘payishi mumkin. Shu bois prolin ko‘rsatkichi nisbiy suv miqdori, membrana shikastlanishi va o‘sish ko‘rsatkichlari bilan birga baholanishi lozim [1, 6].

3. Reaktiv kislorod shakllari va antioksidant himoya

Qurg‘oqchilik fotosintez va nafas olish jarayonlaridagi elektron oqimlar muvozanatini o‘zgartirib, reaktiv kislorod shakllari (ROS) hosil bo‘lishini kuchaytirishi mumkin. ROS past va boshqariladigan miqdorda signal molekulalari sifatida qatnashadi, ortiqcha to‘planishi esa lipidlar peroksidlanishi, oqsil va nuklein kislotalarning shikastlanishiga olib keladi [1, 4].

O‘simliklarda ROS miqdorini nazorat qilish uchun fermentativ va nofermentativ antioksidant tizimlar faoliyat ko‘rsatadi. Superoksid dismutaza (SOD) superoksid radikalini vodorod peroksidga aylantiradi; katalaza (CAT) va askorbat peroksidaza (APX) vodorod peroksidni zararsizlantirishda ishtirok etadi. Askorbat, glutation, tokoferollar va karotinoidlar nofermentativ himoya komponentlari hisoblanadi. Ushbu tizimlarning muvofiqlashgan ishlashi oksidlovchi shikastlanishni cheklashga yordam beradi [1, 4].

4. ABA signal yo‘li va molekulyar javob

Abssiz kislotasi (ABA) o‘simliklarning suv tanqisligiga javobida muhim fitogormon hisoblanadi. Suv stressi kuchayganda ABA biosintezi va signal uzatish jarayonlari faollashishi, natijada qorovul hujayralarida ion oqimlari o‘zgarib, stomatalar yopilishi mumkin. ABA signal tizimida PYR/PYL/RCAR retseptorlari, PP2C fosfatazalari va SnRK2 kinazalari asosiy komponentlar sifatida tavsiflanadi [5, 7].

ABA bilan bog‘liq signal uzatish transkripsion omillar va stressga javob beruvchi genlar faoliyatiga ta’sir ko‘rsatadi. DREB, NAC va MYB oilalariga mansub transkripsion omillar qurg‘oqchilikka moslanish, himoya oqsillari va metabolik jarayonlarni boshqarishda qatnashadi [7]. Ushbu mexanizmlar tur va genotipga xos bo‘lishi, shuningdek stressning davomiyligi va o‘simlikning rivojlanish bosqichiga qarab farqlanishi mumkin.

5. Ildiz tizimining moslanishi va suvdan foydalanish samaradorligi

Ildiz tizimi tuproqdagi suv manbalarini o‘zlashtirishda markaziy ahamiyatga ega. Qurg‘oqchilik sharoitida ayrim genotiplarda ildizning chuqurlashishi, ildiz uzunligi va tarmoqlanish nisbatining o‘zgarishi kuzatiladi. Biroq ildiz arxitekturasining foydali xususiyati tuproq qatlamlaridagi namlik taqsimoti, mexanik qarshilik va ekin turiga bog‘liq. Shuning uchun “chuqur ildiz har doim ustun” degan umumiy xulosa chiqarish to‘g‘ri emas.

Suvdan foydalanish samaradorligi o‘simlikning ma’lum miqdordagi suv sarfi hisobiga qancha biomassa yoki hosil shakllantirishi bilan bog‘liq. Uni baholashda barg gaz almashinuvi, transpiratsiya, biomassa ortishi va yakuniy hosil ko‘rsatkichlari birgalikda hisobga olinishi maqsadga muvofiq. Vegetativ davrda suvni tejash hosil shakllanishining muhim bosqichlarida suv tanqisligi yuzaga kelishining oldini olishi mumkin, ammo suvni haddan tashqari cheklash ham mahsuldorlikni pasaytiradi.

6. Qurg‘oqchilikka chidamlilikni baholash ko‘rsatkichlari

Adabiyotlar tahlili qurg‘oqchilikka chidamlilikni ko‘p darajali ko‘rsatkichlar orqali baholash zarurligini ko‘rsatadi. Fiziologik ko‘rsatkichlar o‘simlikning suv holati va fotosintetik faoliyatini, biokimyoviy ko‘rsatkichlar himoya metabolizmi va oksidlovchi muvozanatni, morfologik ko‘rsatkichlar esa o‘sish va ildiz arxitekturasini tavsiflaydi.

1-jadval.

Qurg‘oqchilikka chidamlilikni baholashda foydalaniladigan asosiy ko‘rsatkichlar

Ko‘rsatkich guruhi	Misol ko‘rsatkichlar	Biologik mazmuni
Suv rejimi	Nisbiy suv miqdori (RWC), barg suv potensiali	To‘qimalarning suv bilan ta’minlanganligi
Gaz almashinuvi	Stomatal o‘tkazuvchanlik, transpiratsiya, fotosintez tezligi	Suv yo‘qotish va karbon assimilyatsiyasi muvozanati
Fotosintetik apparat	Xlorofill miqdori, Fv/Fm, ΦPSII	Fotosistemalar holati va fotokimyoviy samaradorlik
Osmotik moslanish	Prolin, eruvchan shakarlar, glitsin-betain	Hujayra osmotik muvozanatini saqlash
Antioksidant himoya	SOD, CAT, APX faolligi; MDA miqdori	ROS nazorati va membrana shikastlanishi
O‘sish va hosil	Ildiz/shox biomassa nisbati, barg maydoni, hosil komponentlari	Stressning butun o‘simlik darajasidagi yakuniy ta’siri

Jadvaldagi ko‘rsatkichlarni tanlash tadqiqot maqsadi, o‘simlik turi, mavjud laboratoriya uskunalari va stress rejimiga muvofiq amalga oshirilishi kerak. Masalan, RWC suv holatini, Fv/Fm fotosistema II ning maksimal kvant

samaradorligini, MDA esa lipidlar peroksidlanishi bilan bog‘liq membrana shikastlanishini baholashda qo‘llanadi. Har bir ko‘rsatkichning o‘lchash protokoli va namuna olish vaqti standartlashtirilishi zarur.

7. O‘zbekiston sharoitida mavzuning ilmiy-amaliy ahamiyati

O‘zbekistonning ayrim sug‘oriladigan dehqonchilik hududlarida suv tanqisligi, yuqori harorat va tuproq sho‘rlanishi bir vaqtda yoki ketma-ket ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Bunday sharoitda qurg‘oqchilikka javobni faqat suv tanqisligi bilan izohlash murakkab, chunki sho‘rlanish ham hujayrada osmotik stressni yuzaga keltiradi va ion muvozanatiga ta’sir qiladi. Shu sababli tajriba dizaynida qurg‘oqchilik va sho‘rlanish omillarini alohida hamda birgalikda baholash muhim.

O‘zbekistonda g‘o‘za genotiplarining abiotik stresslarga javobini o‘rgangan mahalliy tadqiqotda suv tanqisligi va sho‘rlanish sharoitida genotiplar mahsuldorlik belgilarining farqlanishi qayd etilgan [8]. Ushbu natija seleksiya jarayonida genotiplarni muayyan stress turi bo‘yicha baholash zarurligini ko‘rsatadi. Biroq alohida tadqiqotda olingan raqamli natijalarni boshqa navlar, tuproq-iqlim sharoitlari yoki tajriba tizimlariga bevosita ko‘chirish mumkin emas.

Amaliy jihatdan istiqbolli yo‘nalishlardan biri mahalliy ekin genotiplarini bosqichma-bosqich skrining qilishdir. Dastlab nazorat qilinadigan sharoitda urug‘ unishi va nihol o‘sishi, keyin vegetativ davrda suv rejimi va fotosintez, yakunda esa dala sharoitida hosil va suvdan foydalanish samaradorligi baholanishi mumkin. Laboratoriya biomarkerlari dala natijalari bilan tasdiqlanmasdan turib seleksiya qarorining yagona asosi bo‘lib qolmasligi kerak.

Muhokama

Tahlil qilingan ilmiy manbalar qurg‘oqchilikka chidamlilik murakkab, ko‘p genli va ko‘p darajali belgi ekanini ko‘rsatadi. O‘simlikning suv yo‘qotilishini kamaytirishi qisqa muddatli omon qolish uchun foydali bo‘lishi mumkin, biroq stomatalarning uzoq vaqt yopiq turishi karbon assimilyatsiyasini cheklaydi. Xuddi shuningdek, prolin yoki antioksidant fermentlar faolligining oshishi stressga javobni ko‘rsatsa-da, bu o‘zgarishlar har doim yuqori hosildorlik bilan teng ma’noli emas [1, 2, 4].

Shu nuqtai nazardan qurg‘oqchilikka chidamlilikni “stress paytida yashab qolish” va “stress sharoitida maqbul mahsuldorlikni saqlash” mezonlarini farqlagan holda baholash lozim. Qisqa muddatli kuchli stressga chidamli genotip butun vegetatsiya davrida hosilni barqaror saqlamasligi mumkin. Aksincha, suvdan tejamkor foydalanadigan va muhim rivojlanish bosqichlarida fotosintezni saqlaydigan genotip dala sharoitida ustunlikka ega bo‘lishi mumkin.

Yana bir muhim masala - qurg‘oqchilikning issiqlik va sho‘rlanish bilan birgalikdagi ta’siridir. Tabiiy sharoitda stress omillari ko‘pincha alohida yuzaga kelmaydi. Shu sababli faqat bitta omil bilan o‘tkazilgan laboratoriya tajribasi real agroekotizimdagi javobni to‘liq aks ettirmasligi mumkin. Kelgusi tadqiqotlarda nazorat qilinadigan tajribalar bilan dala monitoringini birlashtirish, genotip × muhit o‘zaro ta’sirini hisobga olish va bir nechta fiziologik belgilarni integratsiyalash zarur [3, 7].

Mazkur maqolaning cheklovi shundaki, u nashr qilingan manbalar tahliliga asoslangan; muallif tomonidan yangi eksperimental ma’lumotlar olinmagan. Shuning uchun keltirilgan mexanizmlar umumiy ilmiy qonuniyatlar sifatida yoritildi, muayyan ekin yoki nav uchun miqdoriy me’yorlar tavsiya etilmadi.

Qurg‘oqchilikka chidamlilikni o‘rganish istiqbollari

mahalliy ekin genotiplarida suv rejimi, fotosintez va hosil ko‘rsatkichlarini yagona tajriba dizaynida baholash;

qurg‘oqchilik va issiqlik, shuningdek qurg‘oqchilik va sho‘rlanishning kombinatsiyalangan ta’sirini o‘rganish;

Fv/Fm, RWC, prolin, MDA va antioksidant fermentlar kabi biomarkerlarni dala natijalari bilan bog‘lab tahlil qilish;

ildiz tizimi arxitekturasini raqamli tasvirlash va yuqori unumli fenotiplash usullarini rivojlantirish;

ABA signal yo‘li va stressga javob beruvchi genlar ekspressiyasini fiziologik belgilar bilan integratsiyalash;

suvni tejovchi agrotexnik tadbirlar samaradorligini genotip xususiyatlari bilan birgalikda baholash.

Xulosa. O‘simliklarda qurg‘oqchilik stressi suv potensialining pasayishi, hujayra turgorining yo‘qolishi, stomatal boshqaruvning o‘zgarishi va fotosintezning cheklanishi orqali namoyon bo‘ladi. Stress kuchayganda xloroplast faoliyati va membrana barqarorligi buzilishi, reaktiv kislorod shakllari to‘planishi mumkin. O‘simliklar ushbu ta’sirlarni kamaytirish uchun ABA vositasidagi signal uzatish, osmotik moslanish, himoya metabolitlari sintezi, antioksidant tizim va ildiz tizimi plastikligidan foydalanadi.

Qurg‘oqchilikka chidamlilikni ishonchli baholash uchun bitta biomarker bilan cheklanmasdan, suv rejimi, gaz almashinuvi, fotosintetik apparat, osmotik moddalarning to‘planishi, antioksidant faollik, o‘sish va hosil ko‘rsatkichlarini kompleks tahlil qilish zarur. O‘zbekiston sharoitida suv tanqisligi bilan birga yuqori harorat va sho‘rlanishning ta’sirini ham hisobga olish ilmiy jihatdan muhimdir.

Kelgusidagi tadqiqotlarda mahalliy genotiplarni nazorat qilinadigan sharoit va dala tajribalarida ko‘p mezonli baholash, molekulyar markerlar hamda fiziologik ko‘rsatkichlarni uyg‘unlashtirish qurg‘oqchilikka chidamli va suvdan samarali foydalanadigan ekin shakllarini tanlashga yordam beradi. Shunday qilib, qurg‘oqchilikka javob mexanizmlarini chuqur anglash o‘simlik biologiyasi, seleksiya va barqaror dehqonchilik uchun muhim nazariy hamda amaliy asos hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

[1] Mustafoyev S.M. Botanika. – Toshkent, 2002.
[2] Atabayeva X.N., Xudoyqulov J.B. O‘simlikshunoslik. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2018.
[3] Oripov O.R., Xalilov X.N. O‘simlikshunoslik. – Toshkent: O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2007.
[4] Yormatova D., Xushvaqtova H., Ergasheva H. O‘simlikshunoslik. – Toshkent: Ilm-Ziyo, 2016.
[5] Meliboyev S., Isroilov Z., Abdunazarov va boshqalar. O‘zbekiston florasida uchraydigan dorivor o‘simliklar. –

Farg‘ona, 2018.
[6] Abdukarimov D., Safarov T., Ostonaqulov T. Dala ekinlari seleksiyasi, urug‘chiligi va genetikasi asoslari. – Toshkent, 1989.
[7] O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi. – Toshkent, 2000–2005.
[8] Amonova G.R., Rashidov N.E. Useful Properties of Medicinal Chamomile (Matricaria recutita). European Journal of Innovation in Nonformal Education. 2024. Vol. 4. No. 4. P. 130–132.
[9] Rashidov N., Amonova G. Buxoro viloyati dorivor o‘simliklarining ekofiziologik xususiyatlari. Central Asian Journal of Education and Innovation. 2023. Vol. 2. No. 11. P. 130–132.
[10] Amonova G.R.K., Ergashev H.K. Pisum sativum L. The Role in Crop Rotation. Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural and Social Sciences. 2021. Vol. 1. No. 11. P. 998–1001.
[11] Abdullayev D.R., Amanova M.M. Dorivor o‘simliklarning yer yuzida tarqalishi, zahiralari va xomashyolariga bo‘lgan talab. Tadqiqotlar jahon ilmiy-metodik jurnali.
[12] Xo‘jaqulova N. Dorivor o‘simliklarni yetishtirish va qayta ishlashda davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlashning ahamiyati. Green Economy and Development. 2023. Vol. 1. No. 10.
[13] O‘zbekiston Respublikasining Qizil kitobi. O‘simliklar. – Toshkent.
[14] WHO. Guidelines on Good Agricultural and Collection Practices (GACP) for Medicinal Plants. Geneva.
[15] FAO. Cultivation and Sustainable Use of Medicinal Plants. Rome.
[16] Uralova M.B. Dorivor o‘simliklarni yetishtirishning agrotexnik usullari. Tadqiqotlar jahon ilmiy-metodik jurnali. 2026. Vol. 79. No. 1.
[17] Sodiqova D.G., Panjiyeva M. O‘zbekiston florasida dorivor o‘simliklarni saqlash va ularni qayta ishlash. Zenodo, 2025.
[18] Janiyeva G.F., Djumayeva Z.U. O‘zbekiston florasidagi kamyob dorivor o‘simlik turlari va ularni muhofaza qilishning ekologik ahamiyati. Qo‘qon DPI Ilmiy xabarlar jurnali. 2026. Vol. 8. No. 4.
[19] Shaymatov S.R. Dorivor o‘simliklar va ularning ahamiyati. Integration of Education and Science: Global Challenges and Solutions. 2025.