ANOR (*PUNICA GRANATUM* L.) NING SOVUQ STRESSIGA FIZIOLOGIK VA BIOKIMYOVIY MOSLASHUVI

Tolliyeva Xumora Shaxriyor qizi
xumora.tolliyeva5@gmail.com
Shavqiyev Jaloliddin Shamsutdin o‘g‘li
jaloliddin.1992@mail.ru
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Genetika va o‘simliklar eksperimental biologiyasi instituti

Annotatsiya. *Anor (Punica granatum L.) issiqsevar mevali o‘simlik bo‘lib, uning o‘sishi, rivojlanishi va hosildorligiga agroiqlim sharoitlari, ayniqsa, past harorat va muzlash sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu tezisda anor navlari va genotiplarining sovuqqa chidamliligi, sovuqqa akklimatsiya va deakklimatsiya jarayonlari hamda eruvchan uglevodlar, prolin va aminokislotalarning sovuq stressiga moslashishdagi ahamiyati tahlil qilindi. Adabiyotlar tahlili anorning sovuqqa chidamliligi genotip, mavsum va o‘simlik organiga bog‘liqligini, eruvchan uglevodlar va ayrim aminokislotalar esa sovuq stressiga moslashishda muhim rol o‘ynashini ko‘rsatdi.*

Kalit so‘zlar: *anor, Punica granatum L., sovuq stress, sovuqqa chidamlilik, LT50, sovuqqa akklimatsiya, eruvchan uglevodlar, prolin, aminokislotalar.*

Аннотация. *Гранат (Punica granatum L.) является теплолюбивым плодовым растением, на рост, развитие и урожайность которого существенное влияние оказывают агроклиматические условия, особенно низкие температуры и заморозки. В настоящих тезисах проанализированы холодоустойчивость сортов и генотипов граната, процессы холодовой акклимации и деакклимации, а также роль растворимых углеводов, пролина и аминокислот в адаптации к холодовому стрессу. Анализ литературных данных показал, что холодоустойчивость граната зависит от генотипа, сезона и органа растения, а растворимые углеводы и некоторые аминокислоты играют важную роль в адаптации к холодовому стрессу..*

Ключевые слова: *гранат, Punica granatum L., холодовой стресс, холодоустойчивость, LT50, холодовая акклимация, растворимые углеводы, пролин, аминокислоты.*

Abstract. *Pomegranate (Punica granatum L.) is a thermophilic fruit crop whose growth, development, and yield are significantly affected by agroclimatic conditions, particularly low temperatures and freezing. This thesis analyzes the cold hardiness of pomegranate cultivars and genotypes, the processes of cold acclimation and deacclimation, and the roles of soluble carbohydrates, proline, and amino acids in adaptation to cold stress. The analysis of the literature showed that pomegranate cold hardiness depends on genotype, season, and plant organ, while soluble carbohydrates and certain amino acids play important roles in adaptation to cold stress.*

Keywords: *pomegranate, Punica granatum L., cold stress, cold hardiness, LT50, cold acclimation, soluble carbohydrates, proline, amino acids.*

Kirish

Anor o‘simligining normal o‘sishi, rivojlanishi va yuqori sifatli hosil shakllantirishi uchun quruq va issiq yoz hamda nisbatan iliq qish sharoitlari muhim hisoblanadi. Ayniqsa, quyosh radiatsiyasi yetarli bo‘lgan, bahorgi havo harorati 11 °C dan pastga tushmaydigan, qish fasli iliq kechadigan hamda mevalarning pishish davrining oxirgi bosqichida yog‘ingarchiliksiz, quruq va issiq ob-havo kuzatiladigan hududlar anor yetishtirish uchun qulay hisoblanadi. Bunday agroiqlim sharoitlari mevalarning yaxshi hajmga ega bo‘lishi, rangining to‘liq shakllanishi va shiradorligining ortishiga yordam beradi. Shu bilan birga, mevaning fiziologik yetilishi uchun qulay sharoitlarning yuzaga kelishi anor mevalarining yorilishi bilan bog‘liq muammolarni kamaytirishda ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi vaqtda anor dunyoning turli hududlarida, asosan, o‘rtacha harorat ko‘rsatkichlari qulay bo‘lgan subtropik va tropik iqlim mintaqalarida keng yetishtirilmoqda. Ushbu hududlarning agroiqlim sharoitlari anor o‘simligining biologik xususiyatlari va hosildorlik ko‘rsatkichlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Navlarning biologik xususiyatlariga ko‘ra, qattiq urug‘li navlarning yumshoq urug‘li navlarga nisbatan past harorat ta’siriga chidamliroq bo‘lishi qayd etilgan. Shu sababli anor yetishtirishda hududning agroiqlim sharoitlari bilan bir qatorda navlarning sovuqqa chidamlilik xususiyatlarini ham hisobga olish muhimdir [1].

Anorning sovuqqa chidamliligi

Past harorat anor o‘simligining vegetativ organlariga zarar yetkazishi va hosildorlikka salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Sovuqqa chidamlilik o‘simlikning genetik xususiyatlari bilan bir qatorda mavsumiy fiziologik holati va sovuqqa akklimatsiya darajasiga ham bog‘liq. Anorning turli navlari sovuqqa nisbatan turlicha chidamlilik namoyon qiladi.

Eronning yetti tijorat anor navida sovuqqa chidamlilikning mavsumiy o‘zgarishlari o‘rganilganda, navlar o‘rtasida muzlashga chidamlilik darajasi sezilarli farq qilishi aniqlangan. Sovuqqa chidamlilikni baholashda LT50 ko‘rsatkichi, elektrolitlarning chiqishi va tetrazoliy bo‘yash usullaridan foydalanilgan. Sovuqqa akklimatsiya davrida eruvchan uglevodlar miqdorining ortishi, deakklimatsiya jarayonida esa kamayishi kuzatilgan. Ayniqsa, kuzdan qish o‘rtalarigacha bo‘lgan davrda eruvchan uglevodlar miqdori bilan sovuqqa chidamlilik o‘rtasidagi bog‘liqlik prolinga nisbatan kuchliroq bo‘lgan. Ushbu natijalar eruvchan uglevodlar anor genotiplarining sovuqqa chidamliligini baholashda muhim biokimyoviy ko‘rsatkichlardan biri bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi [4].

Prolin miqdorining ortishi o‘simliklarning turli abiotik stresslarga, jumladan, sovuq va suv tanqisligiga javob reaksiyalaridan biri hisoblanadi. Biroq prolin miqdori bilan sovuqqa chidamlilik o‘rtasidagi bog‘liqlik eruvchan uglevodlarga nisbatan kuchsizroq bo‘lishi mumkin. Shu sababli prolinning yuqori miqdori har doim ham o‘simlikning yuqori darajadagi sovuqqa chidamliligini ifodalamaydi. Prolin to‘planishi sovuq stressi bilan bir qatorda boshqa abiotik stresslar ta’sirida ham yuzaga kelishi mumkin [2].

Stress ta’sirida o‘simlik to‘qimalarida prolin miqdorining bosqichma-bosqich ortishi kuzatiladi. Sovuqqa akklimatsiya jarayonida prolinning to‘planishi hujayralarda osmotik muvozanatni saqlash hamda hujayra membranalari va boshqa strukturaviy komponentlarni stressning salbiy ta’siridan himoyalashga xizmat qilishi mumkin. Shu jihatdan, prolinning to‘planishi o‘simliklarning noqulay harorat sharoitlariga moslashish mexanizmlaridan biri sifatida qaraladi [3].

Anor navlarining tabiiy tarqalish hududi ularning sovuqqa chidamlilik xususiyatlari bilan ma’lum darajada bog‘liq. Sovuqqa chidamlilikni baholashda eruvchan uglevodlar muhim biokimyoviy ko‘rsatkichlardan biri bo‘lib, ularning mavsumiy to‘planishi prolinga nisbatan sovuq stressiga moslashuvni yaxshiroq aks ettirishi mumkin. Shuningdek, oziqlantirish kabi agrotexnik tadbirlar o‘simlikdagi uglevod zaxiralarining shakllanishiga ta’sir ko‘rsatish orqali uning sovuqqa chidamlilik darajasini oshirishga yordam berishi mumkin [4].

Sovuqqa akklimatsiya va biokimyoviy moslashuv

Anorning sovuqqa chidamliligi mavsum davomida bir xil darajada saqlanib qolmaydi. Sovuq mavsum boshlanishi bilan o‘simliklarda chiniqish, ya’ni sovuqqa akklimatsiya jarayoni yuzaga keladi. Ushbu jarayon davomida membranalar barqarorligi, uglevod almashinuvi, aminokislotalar va boshqa metabolitlarning miqdoriy tarkibida o‘zgarishlar sodir bo‘ladi.

Tadqiqotlarda ‘Malase Saveh’ anor navining mutant klonlarida muzlashga chidamlilikning mavsumiy o‘zgarishlari, xususan, noyabr, yanvar va mart oylaridagi holati baholangan. Bunda LT50, malondialdegid (MDA), eruvchan uglevodlar, prolin, umumiy eruvchan oqsil, umumiy fenol birikmalari va antioksidant fermentlar faolligi kabi biokimyoviy ko‘rsatkichlar tahlil qilingan. Sovuqqa akklimatsiya davrida, noyabrdan yanvargacha, mazkur ko‘rsatkichlarda sezilarli o‘zgarishlar kuzatilgan bo‘lsa, mart oyidagi deakklimatsiya davrida ularning aksariyatida pasayish qayd etilgan. LT50 bilan eruvchan uglevodlar, prolin, oqsillar, fenol birikmalari, MDA va fermentlar faolligi o‘rtasida kuchli korrelyatsiyalar aniqlangan. Shuningdek, ayrim mutant klonlarda, xususan, 7-, 11- va 19-klonlarda sovuqqa chidamlilik darajasi va biokimyoviy ko‘rsatkichlarning yuqoriligi kuzatilgan. Bu natijalar anorning sovuqqa moslashuvida uglevodlar almashinuvi, osmotik himoya va antioksidant tizimning o‘zaro bog‘liq holda ishtirok etishini ko‘rsatadi [5].

Tadqiqotlarda sovuqqa akklimatsiya davrida anor o‘simligida metabolitlar tarkibining sezilarli o‘zgarishi aniqlangan. Ayniqsa, aminokislotalardan arginin, prolin, glutamin va asparagin miqdorining ortishi, shuningdek, poyada alanin, triptofan va gistidinning sezilarli to‘planishi kuzatilgan. Metabolitlar, xususan aminokislotalar miqdoridagi o‘zgarishlar o‘simlikning sovuqqa chidamliligi bilan bog‘liq bo‘lib, poyada metabolik moslashuv kurtakka nisbatan kuchliroq kechgan. Ushbu natijalar aminokislotalarning to‘planishi anorning sovuq stressiga moslashish va muzlashga chidamlilik mexanizmlarida muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi [6].

Aminokislotalarning to‘planishi nafaqat noqulay sharoitlarda o‘simlikning yashab qolishiga yordam beradi, balki qayta o‘sishni boshlash uchun zarur bo‘lgan azot va uglerodning muhim manbai bo‘lishi mumkin. Rivojlanayotgan kurtaklarda prolin miqdorining ortishi uning o‘simliklarning bahorgi rivojlanish jarayonlaridagi fiziologik ahamiyati bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Xulosa

Adabiyotlar tahlili anorning sovuqqa chidamliligi genotip, mavsum, o‘simlik organi va sovuqqa akklimatsiya darajasiga bog‘liq bo‘lgan murakkab xususiyat

ekanligini ko‘rsatdi. Sovuq stressiga javob reaksiyasida eruvchan uglevodlar, prolin, aminokislotalar, oqsillar, fenol birikmalari va antioksidant tizim komponentlarining o‘zgarishi muhim ahamiyatga ega.

Eruvchan uglevodlar miqdori va LT50 ko‘rsatkichlari anorning sovuqqa chidamliligini baholashda muhim mezonlar sifatida namoyon bo‘ladi. Shuningdek, sovuqqa chidamli genotiplarda metabolik moslashuv, ayniqsa aminokislotalarning to‘planishi, kuchliroq kechishi aniqlangan. Ayrim mutant klonlarda sovuqqa chidamlilikning yuqoriligi qayd etilgani ularning sovuqqa chidamli genotiplarni tanlash va seleksiya jarayonlarida foydalanish imkoniyatini ko‘rsatadi.

Anorning sovuqqa chidamliligini fiziologik va biokimyoviy jihatdan o‘rganish sovuqqa chidamli genotiplarni aniqlash, ularning moslashuv mexanizmlarini tushunish hamda seleksiya uchun istiqbolli boshlang‘ich materiallarni tanlashda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Urazbayev I.L., G‘oziyev I.L., Raxmonov T.A. Anorchilik: darslik. – Guliston: Ziyo nashr matbaa XK, 2024. – 226 b.

2. Taylor C.B. Proline and water deficit: Ups and downs // *The Plant Cell*. – 1996. – Vol. 8. – P. 1221–1224.

3. Koster K.L., Lynch D.V. Solute accumulation and compartmentalization during the cold acclimation of Puma rye // *Plant Physiology*. – 1992. – Vol. 98. – P. 108–113.

4. Ghasemi Soloklui A.A., Ershadi A., Fallahi E. Evaluation of Cold Hardiness in Seven Iranian Commercial Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars // *HortScience*. – 2012. – Vol. 47, No. 12. – P. 1821–1825. – DOI: 10.21273/HORTSCI.47.12.1821.

5. Saadati S., Zeinalipour N., Rahemi M.R., Naserian Khiabani B. Gamma irradiation improves freezing tolerance in pomegranate (*Punica granatum* L.) M1V6 // *Scientia Horticulturae*. – 2025. – Vol. 349. – Article 114246. – DOI: 10.1016/j.scienta.2025.114246.

6. Yazdanpanah P., Jonoubi P., Zeinalabedini M., Rajaei H., Ghaffari M.R., Vazifeshenas M.R., Abdirad S. Seasonal Metabolic Investigation in Pomegranate (*Punica granatum* L.) Highlights the Role of Amino Acids in Genotype- and Organ-Specific Adaptive Responses to Freezing Stress // *Frontiers in Plant Science*. – 2021. – Vol. 12. – Article 699139. – DOI: 10.3389/fpls.2021.699139.