

O'SIMLIKLAR ABIOTIK STRESSGA CHIDAMLILIGIDA DEGIDRIN - KODLOVCHI GENLARNING AHAMIYATI

Mamatqulova G.F., Turayev O.S., Kushanov F.N.
O'zR FA Genetika va o'simliklar eksperimental biologiyasi instituti
E-mail:gavharmf0@mail.ru

Annotatsiya: *Ma'lumki abiotik stresslar o'simliklar o'sib rivojlanishiga hamda hosildorligiga salbiy ta'sir qiluvchi asosiy omillardan biridir. Maqolada degidrin genlari tuzilishi va hususiyatlari hamda ularning o'simliklar abiotik stresslar ta'sirida faollashishi haqida ma'lumotlar keltirilgan. Degidrinlar o'simliklarning abiotik stressiga javoban o'zining ekspressiyalarida dinamik o'zgarishlarni ko'rsatadi, bu o'zgarishlar o'simliklarning abiotik stresslarga chidamlilik ko'rsatkichlari hisoblanadi.*

Kalit so'zlar: *o'simliklar, abiotik stress, degidrin genlar, ekspressiya, LEA oqsillari, sovuq, qurg'oqchilik, sho'rlanish.*

ВАЖНОСТЬ ГЕНОВ, КОДИРУЮЩИХ ДЕГИДРИН, В УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ К СТРЕССУ

Маматкулова Г.Ф., Тураев О.С., Кушанов Ф.Н.
Институт генетики и экспериментальной биологии растений АН Руз
E-mail:gavharmf0@mail.ru

Аннотация: *Известно, что абиотические стрессы являются одним из основных факторов, негативно влияющих на рост и продуктивность растений. В статье представлены сведения о структуре и особенностях генов дегидринов и их активации у растений под влиянием абиотических стрессов. Дегидрины демонстрируют динамические изменения экспрессии в ответ на абиотический стресс растений, и эти изменения являются индикаторами устойчивости растений к абиотическим стрессам.*

Ключевые слова: *: растения, абиотический стресс, гены дегидринов, экспрессия, LEA-белки, холод, засуха, засоление.*

THE IMPORTANCE OF DEHYDRIN-ENCODING GENES IN PLANT TOLERANCE TO ABIOTIC STRESS

Mamatkulova G.F., Turaev O.S., Kushanov F.N.
Institute of Genetics and Experimental Biology of Plants of the Academy of
Sciences of the Republic of Uzbekistan
E-mail:gavharmf0@mail.ru

Annotation: It is known that abiotic stresses are one of the main factors that negatively affect the growth and productivity of plants. The article provides information on the structure and characteristics of dehydrin genes and their activation in plants under the influence of abiotic stresses. Dehydrins show dynamic changes in their expression in response to plant abiotic stress, and these changes are indicators of plant tolerance to abiotic stresses.

Key words: plants, abiotic stress, dehydrin genes, expression, LEA proteins, cold, drought, salinity.

Kirish. Qurg'oqchilik, sho'rlanish, past harorat kabi abiotik stresslar esa o'simliklar o'sib rivojlanishiga va hosildorligi pasayishga sabab bo'luvchi asosiy omillardan hisoblanadi. Har qanday noqulay ob havo sharoitida ham o'simliklardan yuqori hosildorlik olish xozirgi kunning eng muhim dolzarb muammolaridan biridir. Degidrinlar o'simlik stress omillariga chidamliligida muhim ahamiyatga ega. Degidrinlar (DHNs) – II guruh *LEA* (*Late Embryogenesis Abundant*) oilasiga mansub bo'lib, yuqori zaryadga ega aminokislotalardan tashkil topgan gidrofil, termostabil xususiyatli stress oqsillari hisoblanadi.

Adabiyotlar tahlili. *LEA* oqsillari birinchi marta g'o'za (*Gossypium hirsutum*) urug'larida aniqlangan. Ushbu oqsillarni kodlovchi genlar kech embriogenez davrida, shuningdek qurg'oqchilik, past harorat va yuqori tuzli stress sharoitlarida vegetativ to'qimalarda ekspressiyalanadi [6]. Turli xil DNK ketma-ketlik motivlari, strukturalari yoki o'zgaruvchan aminokislotalar tarkibiga ko'ra *LEA* oqsillari turli guruhlariga bo'lingan. *LEA* oqsillari faqat o'simliklar uchungina spetsifik bo'lmasdan boshqa organizmlarda ham aniqlangan bo'lib, xususan, bakteriyalardan *Deinococcus radiodurans* [1] va *Bacillus subtilis* [19] turlarida, shuningdek nematoda va sianobakteriyalarning [3] xar hil turlarida topilganligi shular jumlasidandir. *LEA* oqsillarining mavjudligi hujayralarning suvsizlanishga chidamliligi bilan bog'liq bo'lib, bu asosan muzlash, sho'rlanish yoki suvsizlanish natijasida yuzaga kelishi mumkin. Eksterimal holatlarda organizmlar suvni to'liq

yo'qotishdan keyin ham omon qolishi mumkin [23]. Degidrinlar (DHNs) – II guruh LEA (Late Embryogenesis Abundant) oilasiga mansub bo'lib, yuqori zaryadga ega aminokislotalardan tashkil topgan gidrofil, termostabil xususiyatli stress oqsillari hisoblanadi. Degidrinlar asosan sitoplazma va yadroda uchraydi, ammo yaqinda ular mitoxondriya va xloroplastlar kabi boshqa organoidlarda topilgan [18]. Degidrinlarning o'ziga xos xususiyati bu ularning lizinga boy konsensus domeni EKKGIMDKIKEKLPG bo'lib, u K-segmenti deb ataladi va hujayra makromolekulalari va membrana lipidlarini himoya qilishda faol rol o'ynaydi. Barcha degidrinlar (DHN) kamida bitta K-segmentni o'z ichiga oladi, bu esa amfipatik spiral hosil qilib, degidrin funktsiyasida muhim rol o'ynaydi. Degidrinlarning asosiy vazifalari abiotik stress ostida hujayralardagi membranalarni, fermentlar va nukleotidlarning turg'unligini ta'minlashda ishtirok etishi aniqlangan. O'simliklardagi suvsizlanish natijasida paydo bo'lgan oqsillar birinchi marta 1989 yilda qurg'oqchilik sharoitida o'simliklardan arpa va makkajo'xori cDNK sini taqqoslashda kuzatilgan [4]. O'shandan buyon bu oqsillar degidrin deb ataladi va o'simliklardagi qurg'oqchilikka chidamlilikning genetik asosi sifatida qaraladi. O'simliklar stressdan keyin qanchalik darajada o'zini tiklay olishida degidrin hissasini o'rganish uchun degidrin geni mutantlari olingan va bunda o'simliklar tuzli va osmotik stressli muhitga joylashtirilgan va keyinchalik standart o'sish muhitiga qaytarilgandan so'ng, *P.patens* yovvoyi turi yangi vaznining 94% gacha, *P.patens* mutanti esa yangi vaznini atigi 39% gacha qayta tiklanganligi aniqlangan. Ushbu tadqiqot, shuningdek, degidrinlar ishlab chiqarish o'simliklarning yuqori tuz konsentratsiyasida o'simliklarning ishlashiga imkon beradi degan xulosaga keladi [20]. Tadqiqotchilar tomonidan olib borilgan izlanishlar natijalariga ko'ra degidrin genlari overekspressiya qilingan transgen o'simliklarda abiotik stresslarga chidamlilik oshishi mumkinligi aniqlangan. *P. patens* lishaynigining ikkita degidrin *PpDHNA* va *PpDHNC* genlari transgen

Arabidopsis o'simligida qurg'oqchilik va sho'rlanishga chidamlilikni oshirganligi ko'rsatilgan. Shuningdek olingan transgen liniyalarda superoksiddismutaza (SOD) va katalaza (KAT) ning yuqori miqdoriga ega reaktiv kislorod turlarini (ROS) kuchli tozalash xususiyatini ham namoyon qilgan. Bir qancha degidrinlar RD29B va RAB18, o'simliklarning abiotik stressiga javoban o'zining ekspressiyalarida dinamik o'zgarishlarni ko'rsatadi; bu o'zgarishlar o'simliklarning abiotik stress chidamliligining ko'rsatkichlari hisoblanadi [21].

Degidrinlarning funksional xilma-xilligi. Degidrinlar pishib yetilish davrida urug'larni suvsizlanishdan himoya qiladi. Urug'lar yetilish davrida o'simlikda suv miqdori kamayadi. Bu mexanizm o'simlik genetikasi bilan belgilanadi va *LEA* ekspressiyasi bilan birga keladi [2]. Olma urug'ining shakllanishida *DHN11* ona hujayra yadrosida to'planadi va embrion va endospermni qurib qolishdan himoya qiladi [5]. Degidrinlar hujayra membranalarini va oqsillarni barqarorlashtirishi mumkin, bu esa pishib etilishi va qurish paytida urug'larning omon qolishini ta'minlaydi. Degidrinlar plazmatik membrana turg'unligini taminlashda ishtirok etadi. Plazmatik - membrananing ikki qavat lipidli tuzilishi va fazaviy xususiyatlari harorat va suv miqdori bilan chambarchas bog'liqdir. Degidrinlarning plazmatik membranaga ta'siri bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar olib borilgan. Degidrinlarning tipik k-segmentlari membranalariga yuqori yaqinlikni ko'rsatadi. Degidrinlar plazmatik membrananing ichki oqsillari (PIPs) bilan o'zaro ta'sirlashadi, lekin membrana lipidlarini bilan bog'lanmagan. O'simlik plazmatik membrana ichki oqsillari aquaporin (AQP) oilasining muhim a'zolaridir. Ular abiotik stress bilan bog'liq suv transportini boshqaradigan membranada joylashganligi aniqlangan [8]. Degidrinlar va *AtPIP2B* o'rtasidagi o'zaro ta'sirlashish AQP denaturatsiyasi va inaktivatsiyasini oldini olishi va abiotik stress ostida plazmatik membrana va uning oqsil komponentlarini barqarorlashtirishi

mumkin. Tadqiqotchilar aniqlashdiki, qurg'oqchilik stressi ostida degidrin *MtCAS31 MtPIP2;7* ning avtofag degradatsiyasiga yordam beradi, bu esa qurg'oqchilikka javob berishning negativ regulyatori hisoblanadi. Shu tarzda, u ildiz suv yo'qotilishini kamaytiradi va qurg'oqchilikka chidamliligini yaxshilaydi [12]. Degidrinlar fermentativ faollikni himoya qiladi. Abiotik stress omillari o'simlik hujayralarida reaktiv kislorod turlarining hosil bo'lishini va to'planishini keltirib chiqaradi va shu bilan ikkilamchi oksidlovchi stress va nuklein kislota, oqsil va lipidlarning shikastlanishini keltirib chiqaradi. O'simliklar hujayraviy oksidlanish-qaytarilish gomeostazini saqlab qolish uchun ko'plab himoya mexanizmlarini ishlab chiqqan. Misol uchun, o'simlik antioksidant fermentlari reaktiv kislorod turlarini tozalaydi. Degidrinlar fermentlar faolligini oksidlovchi stressdan himoya qiladi. Osmotik stressda *ERD14* ikkala glutin transferaza *Phi9* va katalazani faollashtirdi [13,15]. Arabidopsis *COR47* (FSKn tipidagi degidrin) F-segmentlarining gidrofob qoldiqlari muzlash jarayonida LDHni inaktivatsiyadan himoya qildi [16]. Xozirgi vaqtda bir qancha o'simliklarda degidrin genlari o'rganilgan.

№	O'simlik turlari	Degidrin genlari	Abiotik stresslarga chidamlilik	Berilgan manba
1	<i>Arabidopsis thaliana</i>	COR47	Sovuq (past harorat)	[16]
		ERD10	sovuq/qurg'oqchilik/sho'rlanish	[15]
		RAB18	sovuq/qurg'oqchilik/sho'rlanish	[14]
2	Bug'doy	COR410	sovuq/qurg'oqchilik	[7]
		DHN5	sovuq/sho'rlanish	[22]
3	Makkajo'xori	DHN11	sovuq/qurg'oqchilik/sho'rlanish	[9]
		DHN13	sovuq	[13]
		DHN1	sovuq/sho'rlanish	[10]
4	Guruch	DHN1	qurg'oqchilik/sho'rlanish	[11]

5	Qovun (<i>Cucumis melo</i>)	LEA-S	qurg'oqchilik/sho'rlanish	[17]

1-jadval. Turli xil o'simlik turlarida abiotik stressga chidamlilikda degidrinlarning roli.

DHN5 bug'doy, *DHN1* guruch, *DHN11* makkajo'xori va LEA-S bodring kabi ko'plab ekinlarda degidrin genlarining overekspressiyasi o'simliklarning antioksidant ferment tizimini faollashtiradi, reaktiv kislorodni olib tashlash xususiyatini oshiradi va stressga chidamliligini yaxshilaydi [22].

Xulosalar: O'simliklarga stress ta'sir qilgan vaqtda degidrin genlari ekspressiyasi ortadi va maksimal darajada o'simlikning hayotchanligini taminlashda ishtirok etadi. Degidrinlar fermentlarning ko'p funktsional himoyachilari bo'lib, o'simliklarning stressga chidamliligini oshiradi. Degidrinlar faqatgina qurg'oqchilik emas balki sho'rlanish, past harorat kabi abiotik stresslarga javob reaksiyalarida ham ishtirok etishi tadqiqotlarda kuzatilgan.

Adabiyotlar

- [1]. Battista JR, Park M-J, McLemore AE: Inactivation of two homologues of proteins presumed to be involved in the desiccation tolerance of plants sensitizes *Deinococcus radiodurans* R1 to desiccation. *Cryobiology* 2001, 43:133-139.
- [2]. Bojórquez-Velázquez, E.; Barrera-Pacheco, A.; Espitia-Rangel, E.; Herrera-Estrella, A.; De La Rosa, A.P.B. Protein analysis reveals differential accumulation of late embryogenesis abundant and storage proteins in seeds of wild and cultivated amaranth species. *BMC Plant Biol.* 2019, 19, 59.
- [3]. Close TJ, Lammers PJ: An osmotic stress protein of cyanobacteria is immunologically related to plant dehydrins. *Plant Physiol* 1993, 101:773-779.
- [4] Close TJ, Kortt AA, Chandler PM (July 1989). "A cDNA-based comparison of dehydration-induced proteins (dehydrins) in barley and corn". *Plant Molecular Biology*. 13 (1): 95–108. doi:10.1007/bf00027338. PMID 2562763. S2CID 25581396.

- [5]. Da Falavigna, V.S.; Malabarba, J.; Silveira, C.P.; Buffon, V.; de Mariath, J.E.A.; Pasquali, G.; Margis-Pinheiro, M.; Revers, L.F. Characterization of the nucellus-specific dehydrin MdoDHN11 demonstrates its involvement in the tolerance to water deficit. *Plant Cell Rep.* 2019, 38, 1099–1107.
- [6] Dure L III, Greenway SC, Galau GA: Developmental biochemistry of cottonseed embryogenesis and germination: changing messenger ribonucleic acid populations as shown by in vitro and in vivo protein synthesis. *Biochemistry* 1981, 20:4162-4168
- [7]. Danyluk, J.; Perron, A.; Houde, M.; Limin, A.; Fowler, B.; Benhamou, N.; Sarhan, F. Accumulation of an acidic dehydrin in the vicinity of the plasma membrane during cold acclimation of wheat. *Plant Cell* 1998, 10, 623–638.
- [8]. Feng, Z.-J.; Xu, S.-C.; Liu, N.; Zhang, G.-W.; Hu, Q.-Z.; Xu, Z.-S.; Gong, Y.-M. Identification of the AQP members involved in abiotic stress responses from *Arabidopsis*. *Gene* 2018, 646, 64–73]
- [9]. Ju, H.; Li, D.; Li, D.; Yang, X.; Liu, Y. Overexpression of ZmDHN11 could enhance transgenic yeast and tobacco tolerance to osmotic stress. *Plant Cell Rep.* 2021, 40, 1723–1733.
- [10]. Koag, M.-C.; Wilkens, S.; Fenton, R.D.; Resnik, J.; Vo, E.; Close, T.J. The K-segment of maize DHN1 mediates binding to anionic phospholipid vesicles and concomitant structural changes. *Plant Physiol.* 2009, 150, 1503–1514.
- [11]. Kumar, M.; Lee, S.-C.; Kim, J.-Y.; Kim, S.-J.; Aye, S.S.; Kim, S.-R. Overexpression of dehydrin gene, OsDhn1, improves drought and salt stress tolerance through scavenging of reactive oxygen species in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Plant Biol.* 2014, 57, 383–393.
- [12]. Li, X.; Liu, Q.; Feng, H.; Deng, J.; Zhang, R.; Wen, J.; Dong, J.; Wang, T. Dehydrin MtCAS31 promotes autophagic degradation under drought stress. *Autophagy* 2020, 16, 862–877.
- [13]. Liu, Y.; Wang, L.; Zhang, T.; Yang, X.; Li, D. Functional characterization of KS-type dehydrin ZmDHN13 and its related conserved domains under oxidative stress. *Sci. Rep.* 2017, 7, 7361.
- [14]. Mantyla, E.; Lang, V.; Palva, E.T. Role of abscisic acid in drought-induced freezing tolerance, cold acclimation, and accumulation of LT178 and RAB18 proteins in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiol.* 1995, 107, 141–148.

- [15]. Nguyen, P.N.; Tossounian, M.-A.; Kovacs, D.S.; Thu, T.T.; Stijlemans, B.; Vertommen, D.; Pauwels, J.; Gevaert, K.; Angenon, G.; Messens, J.; et al. Dehydrin ERD14 activates glutathione transferase Phi9 in *Arabidopsis thaliana* under osmotic stress. *Biochim. Biophys. Acta Gen. Subj.* 2020, 1864, 129506.
- [16]. Ohkubo, T.; Kameyama, A.; Kamiya, K.; Kondo, M.; Hara, M. F-segments of *Arabidopsis* dehydrins show cryoprotective activities for lactate dehydrogenase depending on the hydrophobic residues. *Phytochemistry* 2020, 173, 112300.
- [17]. Poku, S.A.; Chukwurah, P.N.; Aung, H.H.; Nakamura, I. Over-expression of a melon Y3SK2-Type LEA gene confers drought and salt tolerance in transgenic tobacco plants. *Plants* 2020, 9, 1749
- [18]. Rorat T (January 2006). "Plant dehydrins—tissue location, structure and function". *Cell and Molecular Biology Letters*. 11 (4): 536–56. doi:10.2478/s11658-006-0044-0. PMC 6275985. PMID 16983453.
- [19]. Stacy RAP, Aalen RB: Identification of sequence homology between the internal hydrophilic repeated motifs of Group 1 late-embryogenesis-abundant proteins in plants and hydrophilic repeats of the general stress protein GsiB of *Bacillus subtilis*. *Planta* 1998, 206:476-478.
- [20] Saavedra L, Svensson J, Carballo V, Izmendi D, Welin B, Vidal S (January 2006). "A dehydrin gene in *Physcomitrella patens* is required for salt and osmotic stress tolerance". *The Plant Journal*. 45 (2): 237–49. doi:10.1111/j.1365-3113X.2005.02603.x. PMID 16367967.
- [21]. Sánchez, I.E.H.; Maruri-López, I.; Graether, S.P.; Jiménez-Bremont, J.F. In vivo evidence for homo- and heterodimeric interactions of *Arabidopsis thaliana* dehydrins AtCOR47, AtERD10, and AtRAB18. *Sci. Rep.* 2017, 7, 17036.
- [22]. Saibi, W.; Feki, K.; Ben Mahmoud, R.; Brini, F. Durum wheat dehydrin (DHN-5) confers salinity tolerance to transgenic *Arabidopsis* plants through the regulation of proline metabolism and ROS scavenging system. *Planta* 2015, 242, 1187–1194.
- [23]. We JH, Hoekstra FA, Crowe LM: Anhydrobiosis. *Annu Rev Physiol* 1992, 54:579-599.