

BİOLOGİYA**UOT 577.158:581.19****DUZ STRESSİNİN QARĞIDALI CÜCƏRTİLƏRİNİN İNKİŞAFINA
VƏ ONLARIN TOXUMALARINDA NADPH-ƏMƏLƏ GƏTİRƏN
FERMENTLƏRİN AKTİVLİK DİNAMİKASINA TƏSİRİ****N.Z.ƏLİYEVƏ, Z.M.MƏMMƏDOV,
N.R.ƏMRAHOV, G.İ.MUSTAFA YEVƏ*****Bakı Dövlət Universiteti
Ziya1313@gmail.com***

NaCl duzu ilə yaradılan stress şəraitində qarğıdalı cücərtilərini inkişafı ilə bağlı onların kök və gövdə sistemi toxumalarında hüceyrənin reduksiyaedici potensialının formalaşmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edən fermentlərdən qlükoza-6-fosfatdehidrogenaza (Q6PDH, EC 1.1.1.49), dekarboksilləşdirici malatdekarbosisilaza (DMDH, malik-ferment, EC 1.1.1.40) və izositratdehidrogenaza (İSDH, EC 1.1.1.44) fermentlərinin aktivlik dinamikası tədqiq edilmişdir. Müəyyənləşdirilmişdir ki, qarğıdalı cücərtilərini inkişafı Q6PDH fermentinin aktivliyinin zəifləməsi, DMDH və İSDH fermentlərinin aktivliyinin isə nəzərəçarpacaq dərəcədə yüksəlməsi ilə müşayiət olunur. NaCl duzu məhlulu hər üç fermentin, əlxlüsüs də, Q6PDH fermentinin istər kök sistemi, istərsə də gövdə sisteminin toxumalarında aktivləşməsinə səbəb olur. Duz məhlulunun qatılığının artması Q6PDH fermentindən çox DMDH və İSDH fermentlərinin aktivliyini daha güclü induksiya edir.

Açar sözlər: Qarğıdalı cücərtiləri, duz stressi, qlükoza-6-fosfatdehidrogenaza, dekarboksilləşdirici malatdekarbosisilaza, izositratdehidrogenaza fermentləri

NADPH canlı təbiətdə geniş yayılan, yüksək enerjiyə malik, hüceyrələrin reduksiya potensialının əsasını təşkil edən, biosintetik proseslərdə mühüm rol oynayan, maddələr mübadiləsində mərkəzi yerlərdən birini tutan maddələrdən biri hesab olunur (12). O hüceyrənin normal həyat fəaliyyətinin təmin olunması üçün vacib olan metabolik proseslərin, o cümlədən yağ turşularının, şəkərlərin, karotinoidlərin sintezində, ribonukleotidlərin dezoksiribonuleotidlərə çevrilməsində, hüceyrələrin detoksikasiyası və müdafiəsi ilə bağlı sistemlərin funksiyalarının yerinə yetirilməsində tələb olunan askorbat-qlütation siklinin, NADPH-sitoxrom P450-reduktazanın, NADPH-oksidazanın, nitritoksidsintetazanın və bir çox digər sistemlərin fəaliyyətinin təmin olunması üçün zəruri komponentdir (4, 5, 10). Bitkilərdə NADPH pulunun formalaşmasında cəmi bir neçə ferment iştirak edir. Bu fermentlərə qlükozo-6-fosfatdehidrogenaza (Q6PDH,

EC 1.1.1.49), 6-fosfoqlükonatdehidrogenaza (6PQDH, EC 1.1.1.44), dekarboksilləşdirici malatdehidrogenaza (DMDH, EC 1.1.1.40) və NADP-izositratdehidrogenaza (NADP-İSDH, EC 1.1.1.42) fermentləri aiddir (1,2). Bu dörd fermentdən birinci ikisi qlükozanın oksidləşməsinin ən qədim yollarından biri sayılan pentozofosfat yolun (qlükozanın apotomik yolla parçalanmasının) oksidləşmə mərhələsinin reaksiyalarını kataliz edir. Q6PDH qlükoza-6-fosfatın 6-fosfoqlükonat- δ -laktona, 6PQDH isə 6-fosfoqlükonatın ribulozo-5-fosfat və CO₂ qazına qədər oksidləşməsinə həyata keçirir və hər iki reaksiyanın gedişində NADPH sintez olunur (6, 9, 11). Q6PDH bu prosesin requlyator fermenti hesab olunur. Malat mübadiləsinin əsas fermenti sayılan DMDH (ona həmçinin NADP-malik-enzim və NADP-malatdehidrogenaza da deyilir) malatın piruvata və CO₂ parçalanmasını kataliz edir və bu reaksiyanın da gedişində əlavə məhsul kimi NADPH yaranır (8). Nəhayət, NADP-İSDH izositratı α -ketoqlütərata və CO₂ qazına qədər parçalayır, reaksiya NADPH-ın əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur (7). Fermentin eukariotik hüceyrələrdə həm mitoxondrial, həm də sitoplazmatik formaları mövcuddur. Sadalanan fermentlərin hamısı qeyri-fotosintetik hüceyrələrdə, fotosintetik hüceyrələrin isə metabolizminin qaranlıq mərhələsində fəaliyyət göstərir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, fotosintetik hüceyrələrin metabolizminin işıq mərhələsində NADPH-ı əmələgətirən və onun pulunun formalaşmasında mühüm rol oynayan əsas ferment ferrodoksin-NADP-reduktaza hesab olunur.

Reduksiyaedici koferment funksiyasını yerinə yetirən NADPH metabolitinə və onun sintezini həyata keçirən fermentlərin bitkilərdə antioksidant sisteminin və bununla əlaqədar, onların müdafiə reaksiyalarının təmin olunmasında və bitkilərin ekstremal şəraitə adaptasiyasında mühüm rol oynamasını nəzərə alaraq tədqiqat olunan tədqiqat işində NaCl duzu məhlulları ilə yaradılmış ekstremal şəraitdə qarğıdalı cücərtilərinin inkişafı ilə əlaqədar Q6PDH, DMDH və NADP-İSDH fermentlərinin aktivlik dinamikasının öyrənilməsi qarşıya məqsəd qoyulmuşdur.

Tədqiqatın material və metodları

Tədqiqatlar qarğıdalı (*Zea mays*) bitkisi cücərtilərinin Zaqatala-420 genotipi üzərində aparılmışdır. Cücərtilərin becərilməsi məqsədilə toxumlar 5 dəqiqə müddətində hidrogen peroksid məhlulunda dezinfeksiya edilmiş, bir gün müddətində Petri çəşkalərində isladılmış və beş gün müddətində filtr kağızı üzərində, nəm şəraitdə vannacıqlarda becərilmiş və sonra eksperimental variantlar 50 və 100 mM qatılıqda NaCl məhlullarına keçirilmişdir. Kontrol variant kimi distillə suyunda becərilmiş cücərtilər götürülmüşdür. Cücərtilərin biometrik göstəricilərinin qeydə alınması və fermentlərin aktivliyinin təyin olunması mütəmadi olaraq 3 gündən bir aparılmışdır. Hər üç fermentin aktivliyi spektrofotometrik üsulla, 340 nm dalğa uzunluğunda, NADP-in reduksiya olunma sürətinə əsasən MRC (İzrail) spektrofotometrində təyin edilmişdir. Ferment vahidi kimi nM NADPH/dəq/q yaş çəki götürülmüşdür. Reaksiya 25

C-də aparılmış, ölçmələr 3-5 dəf təkrar olunmuşdur. Toxuma: ekstraksiya məhlulu 1q : 5 ml nisbətində götürülmüşdür. Homogenatın hazırlanması və fermentin aktivliyinin təyini prosedur cəhətdən bütün fermentlərdə eyni, istifadə olunan məhlullar tərkibcə fərqli olmuşlar.

Q6PDH ferment preparatının hazırlanması üçün bitki toxuması tərkibində 10mM MgCl₂, 4 mM EDTA, 15 μM NADP 10% gliserol və 1 mM fenilmetilsulfonil florid olan 50 mM TRİS-HCl buferində (pH 8) soyuq həvəngdəstədə şüşə qırıntılarının iştirakı ilə əzilmiş və alınmış homogenat 20 dəqiqə müddətində 4°C-də 9000 g-də sentrifüqalanmış və alınmış supernatant ferment preparatı kimi istifadə olunmuşdur. Aktivliyin təyin olunması 10 mM MgCl₂, 0,15 mM NADP və 3 mM glükozo-6-fosfat natrium duzu tərkibli 50 mM TRİS-HCl (pH 8) buferində aparılmışdır. Reaksiya inkubasiya mühitinə 0.3 ml ferment preparatı əlavə olunmaqla başlanmışdır.

DMDH ferment preparatının (homogenatın) hazırlanması üçün tərkibində 5mM MgCl₂, 2 mM EDTA, 10% gliserol, 10 mM merkaptotanol və 1 mM fenilmetilsulfonil florid olan 100 mM Tris-HCl (pH 7,5) buferi, aktivliyin təyin olunması üçün isə tərkibində 10 mM MgCl₂, 0,5 mM NADP və 4 mM malat olan 50 mM TRİS-HCl (pH 7.0) buferindən istifadə olunmuşdur. İnkubasiya mühitinə əlavə olunmamışdan əvvəl malat K₂CO₃ duzu vasitəsilə neytrallaşdırılmışdır.

NADP-İSDH ferment preparatının hazırlanmasında tərkibində 5mM MgCl₂, 2 mM EDTA, 14 mM merkaptotanol, 5% polivinilpirollidon (PVP), 1% polietilenqlikol (PEG) olan 100 mM Tris-HCl buferindən (pH 9), fermentin aktivliyinin təyində isə tərkibində 2,5 mM MgCl₂, 2 mM Na –D,L- izositrat və 0,5 mM NADP olan 50 mM Tris-HCl (pH 8,2) məhlulundan istifadə olunmuşdur.

Nəticələr və onların izahı

Məlum olduğu kimi, ətraf mühitin ekstremal faktorları arasında təbiətdə daha geniş yayılanlarından biri torpağın şoranlığı, yəni duz stresidir. Çox vaxt şoranlıq faktoru quraqlıq faktoru ilə üst-üstə düşür və şoranlığın bitkilərə olan neqativ effektinin güclənməsinə səbəb olur. Bu cür kəskin stresin yaranması isə bitkilərin böyümə və inkişafının ləngiməsinə, həyatilik qabiliyyətinin zəifləməsinə, onların məhsuldarlığınının kəskin azalmasına, stress faktoru ciddi olduqda isə bitkilərin məhvini gətirib çıxarır. Aşağıdakı cədvəldə təbiətdə torpağın şoranlığına səbəb olan və neytral duz sayılan NaCl duzu məhlullarının qarğıdalı cücərtilərini kök və gövdə sisteminin böyümə dinamikasına təsiri göstərilmişdir.

NaCl və Na₂SO₄ duzu məhlullarının qarğıdalı cücərtilərini böyümə dinamikasına təsiri (sm-lə)

	3 gün		6 gün		9 gün	
Kontrol	kök 7.2±03	gövdə 3.6±02	kök 9.4±04	gövdə 5.3±03	kök 11.6±05	gövdə 7.5±03
NaCl (50 mM)	kök 3.5±01	gövdə 2.5±01	kök 4.1±01	gövdə 2.8±01	kök 5.2±02	gövdə 3.1±01
NaCl (100 mM)	kök 2.3±01	gövdə 1.1±01	kök 3.1±02	gövdə 2.1±01	kök 3.5±01	gövdə 2.5±01
Na ₂ SO ₄ (50 mM)	kök 3.7±01	gövdə 2.5±01	kök 6.3±02	gövdə 3.0±01	kök 7.3±03	gövdə 5.1±02
Na ₂ SO ₄ (100 mM)	kök 2.5±01	gövdə 1.5±01	kök 3.5±01	gövdə 2.5±01	kök 4.2±02	gövdə 3.0±01

Cədvəldən görüldüyü kimi, distillə suyunda becərilmiş cücərtilərin kökləri 9 gün ərzində inkişaf edərək 3-cü günlə müqayisədə 1.61, gövdə sisteminin inkişafı isə 2.08 dəfə artmışdır. Cücərtilərin NaCl məhluluna keçirilməsi onların istər kök, istərsə də gövdə sisteminin inkişafının nəzərəcarpacaq dərəcədə zəifləməsinə səbəb olmuş, qatılığın artması isə zəifləmə effektinin daha da güclənməsi ilə müşayiət olunmuşdur. Belə ki, kontrollu müqayisədə 9 günlük cücərtilərdə 50 və 100 mM NaCl duzu məhlullarının təsirindən kök sisteminin inkişafı müvafiq olaraq 2.23 və 3.31, gövdə sisteminin inkişafı isə 2.42 və 3 dəfə zəifləmişdir.

Duz stresinin qarğıdalı cücərtilərini inkişafına bu cür neqativ təsiri, görünür, onun osmotik potensialı azaltması və ionların hüceyrədaxili kompartimentalizasiyasını pozmaqla bağlıdır. Osmotik potensialın aşağı düşməsi su ilə yaxşı təmin olunmuş torpaqlarda belə süni su defisiti yarada bilər. Bununla yanaşı, duz stressi, həmçinin ionların normal hüceyrədaxili paylanmasını pozmaqla toxumalarda süni ion defisitini yaradaraq bitkilərin inkişafına neqativ təsir göstərir.

Cədvəl 2-də təqdim olunan rəqəmlərdən görüldüyü kimi, qarğıdalı cücərtilərini cücərməsi ilə əlaqədar Q6PDH fermentinin aktivliyi kök sisteminin toxumalarında tədricən azalır və eksperimentlərin sonunda başlanğıc aktivlikdən 64.6 %-i qalır. DMDH və İSDH fermentlərinin aktivliyi isə, əksinə, bu dövr ərzində nəzərəcarpacaq dərəcədə yüksəlir və başlanğıc aktivliyə nisbətən bu artım müvafiq olaraq 73.5 və 28.2 % təşkil edir. Eksperimentlərin əvvəlində ən yüksək aktivlik Q6PDH, ən aşağı aktivlik isə DMDH fermentində müşahidə olunduğu halda, eksperimentlərin sonunda ən yüksək aktivlik İSDH, ən zəif aktivlik isə Q6PDH fermentinə məxsus olur. Alınan nəticələrdən belə bir qərara gəlmək olar ki, qarğıdalı cücərtilərini inkişafının ilk dövrlərində NADPH pulunun formalaşmasında mühüm rol oynayan Q6PDH, sonunda isə İSDH fermentidir.

Cədvəl 2

NaCl duzu məhlulunun qarğıdalı cücərtilərini inkişafı ilə əlaqədar onların kök sistemi toxumalarında Q6PDH, DMDH və İSDH fermentlərinin aktivlik dinamikasına təsiri

	0 gün	3 gün	6 gün	9 gün
Kontrol				
Q6PDH	96.7 ± 3.1	82.2 ± 3.2	75.2 ± 3.1	62.5 ± 2.3
DMDH	51.4 ± 3.0	71.4 ± 3.0	83.5 ± 2.9	89.2 ± 3.8
İSDH	77.6 ± 4.7	83.6 ± 4.7	94.7 ± 3.7	99.5 ± 5.3
NaCl (50 mM)				
Q6PDH	-	109.1 ± 1.7	112.2 ± 2.2	102.4 ± 1.6
DMDH	-	87.3 ± 1.3	97.7 ± 1.9	121.3 ± 5.1
İSDH	-	103.5 ± 4.4	124.3 ± 4.6	139.5 ± 5.7
NaCl(100 mM)				
Q6PDH	-	102.7 ± 3.7	92.6 ± 1.5	72.8 ± 1.3
DMDH	-	91.9 ± 2.5	103.3 ± 1.9	131.3 ± 3.2
İSDH	-	108.7 ± 2.9	137.6 ± 3.3	147.8 ± 5.1

NaCl duzunun təsirindən kontrollarla müqayisədə hər üç fermentin aktivliyi artır. Eksperimentlərin 9-cu günündə 50 mM variantı üçün bu artım Q6PDH fermenti üçün 1.64, DMDH fermenti üçün 1.36, İSDH fermenti üçün isə 1.40 təşkil edir. Duzun qatılığının iki dəfə artırılması həmin göstəricilərin DMDH-da nisbətən zəifləməsi, DMDH və İSDH-də isə artması ilə müşayiət olunur. Görünür, NaCl duzunun yüksək qatılığı malatın və sitratın oksiləşdirilməsinin intensivləşdirilməsi hesabına NADPH pulunun gücləndirilməsi baş verir.

Qarğıdalı cücərtilərini inkişafı və NaCl təsiri ilə bağlı gövdə sistemi toxumalarında Q6PDH, DMDH və İSDH fermentlərinin aktivlik dinamikasında baş verən dəyişikliklər cədvəl 3-də öz əksini tapmışdır.

Cədvəl 3

NaCl duzu məhlulunun qarğıdalı cücərtilərini inkişafı ilə əlaqədar onların gövdə sistemi toxumalarında Q6PDH, DMDH və İSDH fermentlərinin aktivlik dinamikasına təsiri

	0 gün	3 gün	6 gün	9 gün
Kontrol				
Q6PDH	106.7 ± 4.1	92.2 ± 3.3	86.3 ± 3.0	75.5 ± 2.1
DMDH	65.54 ± 2.1	80.2 ± 2.3	93.3 ± 2.2	107.1 ± 3.1
İSDH	84.5 ± 2.3	89.8 ± 3.8	100.7 ± 4.1	119.9 ± 5.0
NaCl (50 mM)				
Q6PDH	-	101 ± 2.8	112 ± 2.2	102 ± 1.6
DMDH	-	86 ± 1.7	107 ± 2.8	115 ± 4.2
İSDH	-	99 ± 4.3	113 ± 5.1	125 ± 4.6
NaCl(100 mM)				
Q6PDH	-	112 ± 3.7	122 ± 2.7	120 ± 1.7
DMDH	-	108 ± 2.8	133 ± 3.7	139 ± 3.9
İSDH	-	101 ± 4.2	117 ± 4.4	129 ± 3.8

Kök sistemində olduğu kimi, cücərtilərin inkişafı ilə əlaqədar Q6PDH gövdə sistemində də fermentinin aktivliyi başlanğıc periodda nisbətən zəifləyir, DMDH və İSDH fermentlərinin aktivliyi isə artır. Duz stressi hər üç fermentin aktivliyinin induksiyasına səbəb olsa da, induksiya effekti Q6PDH fermenti üçün daha güclü şəkildə özünü büruzə verir. Duzun qatılığının artması induksiya effektinin hər üç fermentdə bir qədər də artmasına səbəb olur.

Beləliklə, qarğıdalı cücərtilərinin inkişafı ilə əlaqədar Q6PDH fermentinin aktivliyi zəifləyir, DMDH və İSDH fermentlərinin aktivliyi isə nəzərəçar-pacaq dərəcədə yüksəlir. NaCl duzu ilə yaradılan stress şəraiti hər üç fermentin, ələlxüsus da, Q6PDH fermentinin istər kök sistemi, istərsə də gövdə sisteminin toxumalarında aktivləşməsinə səbəb olur. Duz məhlulunun qatılığının artması Q6PDH fermentindən çox DMDH və İSDH fermentlərinin aktivliyini daha güclü induksiya edir.

ƏDƏBİYYAT

1. Corpas F.J., Barroso J. B. (2014). NADPH-generating Dehydrogenases: Their Role in the Mechanism of Protection against Nitro-oxidative Stress Induced by Adverse Environmental Conditions. *Environmental Science*, Vol.2, pp. 1-5.
2. Debnam, P. M., and Emes, M. J. (1999) Subcellular Distribution of Enzymes of the Oxidative Pentose Phosphate Pathway in Root and Leaf Tissues. *J. Exp. Bot.*, Vol. 50, pp.1653–1661
3. Gálvez, S., and Gadgil, P. (1995). On the Function of the NADP-dependent Isocitrate Dehydrogenase Isoenzymes in Living Organisms. *Plant Sci.*, Vol.105, pp.1–14.
4. Gill, S. S., Anjum, N. A., Hasanuzzaman, M., Gill, R., Trivedi, D. K., Ahmad, I., et al. (2013)., Glutathione and Glutathione Reductase: A Boon in Disguise for Plant Abiotic Stress Defense Operations. *Plant Physiol. Biochem.*, Vol.70, pp.204–212.
5. Kovács-Bogdán, E., Soll, J., Bölter, B. (2010). Protein Import into Chloroplasts: The Tic Complex and its Regulation. *Biochim. Biophys. Acta*, Vol.15, pp.740–747.
6. Kruger, N. J., and von Schaewen, A. (2003) The Oxidative Pentose Phosphate Pathway: Structure and Organization. *Curr. Opin. Plant Biol.* Vol.6, pp. 236–246
7. Leterrier, M., Barroso, J. B., Valderrama, R., Palma, J. M., and Corpas, F.J. (2012). NADP-dependent Isocitrate Dehydrogenase (NADP-ICDH) from Arabidopsis Roots Contributes in the Mechanism of Defence against the Nitrooxidative Stress Induced by Salinity. *ScientificWorld Journal*, Vol.12, pp.694-740
8. Liu, S., Cheng, Y., Zhang, X., Guan, Q., Nishiuchi, S., Hase, K., et al. (2007). Expression of an NADP-malic Enzyme Gene in Rice (*Oryza sativa*. L) is Induced by Environmental Stresses; Over-expression of the Gene in Arabidopsis confers Salt and Osmotic Stress Tolerance. *Plant Mol. Biol.*, Vol.64, pp. 49–58.
9. Nemoto, Y., and Sasakuma, T. (2000). Specific Expression of Glucose-6-phosphate Dehydrogenase (G6PDH) Gene by Salt Stress in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Sci.*, Vol.158 , pp.53–60.
10. Sagi, M., and Fluhr, R.. (2006). Production of Reactive Oxygen Species by Plant NADPH Oxidases. *Plant Physiol.*, Vol. 141, pp.336–340.
11. Scharfe, J., Schön, H., Tjaden, Z., Weis, E., and von Schaewen, A. (2009). Isoenzyme Replacement of Glucose-6-phosphate Dehydrogenase in the Cytosol Improves Stress Tolerance in Plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, Vol.106, pp.8061–8066.
12. Ying, W. (2008). NAD⁺/NADH and NADP⁺/NADPH in Cellular Functions and Cell Death: Regulation and Biological Consequences. *Antioxid. Redox Signal.*10, pp.179–206.

ВЛИЯНИЕ СОЛЕВОГО СТРЕССА НА РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ КУКУРУЗЫ И НА ДИНАМИКИ АКТИВНОСТИ НАДФН-ОБРАЗУЮЩИХ ФЕРМЕНТОВ В ИХ ТКАНЯХ

Н.З.АЛИЕВА, З.М.МАМЕДОВ, Н.Р.АМРАХОВ, Г.И.МУСТАФАЕВА

РЕЗЮМЕ

Исследована динамика активности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г6РДГ, ЕС 1.1.1.49), малатдегидрогеназы декарбоксилирующей (МДГД, малик-фермента, ЕС 1.1.1.40) и изоцитратдегидрогеназы (ИЦДГ, ЕС 1.1.1.44), ферментов играющих важную роль в формировании пула НАДФН клеток, в условиях стресса, созданный раствором NaCl. Установлено, что развитие проростков кукурузы сопровождается ослаблением активности фермента Г6РДГ и заметным увеличением активности МДГД и ИЦДГ. Раствор соли NaCl вызывает активацию всех трех ферментов, в особенности Г6РДГ как в корневой системе, так и в тканях стебля проростков. Увеличение концентрации соли сопровождается индуцированием активности МДГД и ИЦДГ в большей степени, чем Г6РДГ.

Ключевые слова: проростки кукурузы, солевой стресс, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа, малатдегидрогеназа декарбоксилирующая, изоцитратдегидрогеназа.

INFLUENCE OF SALT STRESS ON THE DEVELOPMENT OF MAIZE SEEDLINGS AND ON THE DYNAMICS OF THE ACTIVITY OF NADPH-FORMING ENZYMES IN THEIR TISSUES

N.Z.ALIYEVA, Z.M.MAMMADOV,
N.R.AMRAHOV, G.I.MUSTAFAYEVA

SUMMARY

The paper studies the dynamics of the activity of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PDG, EC 1.1.1.49), decarboxylating malate dehydrogenase (MDHD, malic- enzyme, EC 1.1.1.40) and isocitrate dehydrogenase (IZO-SDH, EC 1.1.1.44) enzymes that play an important role in the formation of NADPH pool of cells, created by a solution of NaCl. It has been established that the development of maize seedlings is accompanied by the weakening of the activity of the G6PDH and a noticeable increase in the activity of MDHD and IZO-SDH. A solution of NaCl salt causes activation of all three enzymes, in particular G6PDH, both in the root and in the stem tissues of the seedlings. An increase in the salt concentration is accompanied by the induction of MDHD and IZO-SDH activity to a greater extent, than that of G6PDH.

Key words: maize seedlings, salt stress, glucose-6-phosphate dehydrogenase, decarboxylating malate dehydrogenase, isocitrate dehydrogenase.

Redaksiyaya daxil oldu: 07.11.2018-ci il

Çapa imzalandı: 02.05.2019-cu il