

UOT: 581.1:632.122.1

**SU VƏ DUZ STRESLƏRİNİN QARĞIDALI YARPAQLARINDA
AĞIZCIQLARIN FUNKSIONAL VƏZİYYƏTİNƏ VƏ BİTKİNİN
BİOMETRİK GÖSTƏRİCİLƏRİNƏ TƏSİRİ****N.F.ALIYEVA, N.A.QASIMOV***Bakı Dövlət Universiteti**xrizalit@gmail.com*

Məqalədə uzunmüddətli torpaq quraqlığının, NaCl və Na₂SO₄-ün yüksək qatılığının (200 mM) qarğıdalının inkişafının ayrı-ayrı mərhələlərində yarpaqlarda ağızciqların funksional vəziyyətinə və bitkinin biometrik göstəricilərinə təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, su və duz stresləri qarğıdalı bitkisinin ümumi fizioloji xüsusiyyətlərinə təsir edərək ümumi məhsuldarlığın azalmasına səbəb olur.

Açar sözlər: Su stresi, duz stresi, *Zea mays L.*, biometrik göstəricilər

Məlumdur ki, bitkilərin həyat fəaliyyəti xarici mühit amilləri (ışıq, temperatur, rütubət və s.) ilə sıx əlaqədardır. Bitkilərin olduğu mühitdə şəraitin dəyişməsinin müəyyən hədləri (aşağı, yuxarı və ya ekstremumlar) vardır ki, bu hədlər daxilində bioloji proseslərin gedişinin tənzimlənməsi mümkün olur. Bununla da bitki orqanizminin aşağı və yuxarı temperatura, quraqlığa, şoranlığa, xəstəliklərə və s. davamlılığı (rezistentliyi) müəyyən edilir (Qasimov N.A., 2008). Son illərdə bitkilərin quraqlığa və digər mümkün streslərə (duzluluq, istilik, oksidləşdirici və c.) cavab reaksiyalarının öyrənilməsi ilə bağlı intensiv tədqiqat işləri aparılır (Chaves, Oliveria, 2004; Flexas et al., 2006). Müasir dövrdə Yer kürəsinin 25%-i bu və ya digər dərəcədə şoranlaşmışdır (Хасан и др., 2011). Ərazinin şoranlaşması əlverişsiz qlobal iqlim dəyişməsinə imkan yaradır, məhsuldarlığın azalmasına və biomüxtəlifliyin zəifləməsinə səbəb olur ki, bu da sonda kifayət qədər iqtisadi itkiyə gətirib çıxarır (Баят и др., 2010; Шевякова и др., 2009).

Ona görə əlverişsiz şəraitə adaptasiya olunaraq yaşamaq imkanlarına malik olan yeni sortların yaradılması seleksiyaçı alimlərin qarşısında duran əsas vəzifələrdən biridir. „Adaptasiya“ termini dedikdə isə orqanizmlərdə ekstremal faktorların təsiri şəraitində yaşamaq imkanlarını qoruyub saxlamaq üçün

orqanların strukturunda və funksiyalarında baş verən dəyişmələr başa düşülməlidir (Петункина и др., 2012).

Qarğıdalı bizim respublikamızda kifayət qədər nəmlik olmayan torpaqlarda əkilir və yüksək dən məhsulunun alınması üçün torpaqda kifayət miqdarda asan mənimsənilən suyun olması tələb olunur. Onun çiçəkləməsi yay fəslinin yüksək temperaturlu dövrlərinə təsadüf edir. Buna görə də qarğıdalı bitkisi quraqlığa, duzadavamlılığın mexnizmlərinin öyrənilməsi və davamlı sortların yaradılması elmi və praktiki cəhətdən aktual olaraq qalır.

İşin əsas məqsədi qarğıdalı bitkisi normal suvarılan və təcrübə variantlarında su və duz streslərinin ağızcıqların funksional vəziyyətinə və bitkinin biometrik göstəricilərinə təsiri əsasında müqayisəli öyrənilməsindən ibarətdir.

Material və metodika

Tədqiqat məqsədi ilə qarğıdalı (*Zea mays* L.) bitkisinin yarpaqlarından istifadə olunmuşdur. Qarğıdalı xüsusi növ C_4 -bitkilərə aid olub suyu, işığı və karbon turşularını effektiv istifadə etməklə çox böyük maraq kəsb edir. C_4 -bitkilər, o cümlədən də qarğıdalı C_3 -bitkilərdən transpirasiya intensivliyi ilə əks münasibətdə yerləşən cüzi su defisitinə və yüksək yarpaq müqavimətinə malik olmasına görə fərqlənir. Su defisitinin artması ilə əlaqədar olaraq yarpaqda suyun aktivliyi, onun buxarlanma intensivliyi azalmalıdır. Amma yarpaqlarda qaz mübadiləsi müqaviməti, suyun daxil olması və buxarlanması intensivliyi arasında olan fərqdən asılı olaraq bu həmişə belə olmur. C_4 -metabolizm tipinə malik olan bitkilərdə transpirasiya C_3 -bitkilərə nisbətən zəif gedir (Ткачук, 1983).

N.A.Qasimov və S.M.İsmayılovanın apardığı tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, duzların ($NaCl$, KCl , Na_2SO_4) məhz 0,2-0,3 M qatılıqları təxminən 15-20 dəqiqə ərzində bitki cücərtilərinin kök sistemi hüceyrələrində plazmolizə səbəb olurlar. Plazmoliz olunmuş toxumaları hipotonik məhlulə (məsələn, suya) keçirdikdə plazmoliz dayanır, əks proses deplazmoliz baş verir (Qasimov N.A., İsmayılova S.M., 2013). Bu məlumata əsaslanaraq, biz öz təcrübəmizdə $NaCl$ və Na_2SO_4 duzlarının 200 mM qatılığında istifadə etmişik.

Qarğıdalı toxumaları xəstəlik törədicilərindən azad olunmaq üçün 15 dəqiqə müddətində 3%-li hidrogen peroksid məhlulunda dezinfeksiya olunmuşdur. Daha sonra hidrogen peroksidin qalığında təmizlənmək üçün toxumalar 2-3 dəfə distillə suyu ilə yuyularaq vegetasiya qablarında torpaqda əkilmişdir. İlk cücərtilər alındıqdan sonra vegetasiya qabları temperaturu 25-28°C, fotoperiodu 14 saat, rütubət 60-70% və işığın intensivliyi 15-20 klüks olan süni iqlim kamerasında yerləşdirilmişdir. Kontrol variantlarda suvarma vegetasiyanın sonunadək davam etdirilmiş, təcrübə variantlarının birində suvarılma dayandırılaraq süni torpaq quraqlığı yaradılmış, ikincisinə 200 mM $NaCl$ və üçüncüsünə isə 200 mM Na_2SO_4 məhlulu əlavə edilərək süni şoranlaşma

yaradılmışdır. Bitkinin dəqiq təyin olunmuş inkişaf dövrlərində, hər 5 gündən bir, saat 12:00 radələrində, bitkilər 3-4 saat işıqlandırıldıqdan sonra nümunələr götürülmüşdür. Bu, bitkilərin yarpaqlarında baş verən metabolik prosesləri və fotosintez aparatını aktivləşdirmək üçün lazımdır.

Ağızcıqların funksional vəziyyəti adi kəsiklər hazırlamaqla mikroskopik üsulla müəyyən olunmuşdur (mikroskop PZO, Warszawa, Poland).

Müxtəlif yarus yarpaqlarının sahələri (eni, uzunluğu, diametri) ilə əlaqədar olan biometrik ölçmələr adi xətkəşlə və millimetrovka kağızı ilə, yarpağın, kökünü, bütövlükdə bitkinin çəkisinin təyini isə adi tərəzi vasitəsilə yerinə yetirilmişdir.

Alınan nəticələr statistik hesablanmışdır (Плохинский Н.А., 1970). Cədvəl və qrafiklərdə verilən qiymətlər orta riyazi göstəriciləri özündə əks etdirir. Dəqiqlik göstəricisi 5%-dən aşağı olmuşdur.

Tədqiqatın nəticələri və onların müzakirəsi

Quraqlığın və şoranlığın təsirinə qarşı ilk cavab verən orqan yarpaqların ağızcıq hüceyrələridir. Stresin təsirindən yarpaqlar vasitəsilə buxarlandırılan suyun miqdarının azaldılması ağızcıq hüceyrələrinin tam və yaxud qismən bağlanması nəticəsində baş verir (Chaves et al., 2002). Bu zaman ikinci təsir effekti meydana çıxır, yəni ağızcıqların bağlanması udulan CO₂-nin miqdarının azalmasına səbəb olur (Chaves, 1991; Cornic, Massacci, 1996; Maroco et al., 1997). Qarğıdalı, amarant, şəkər qamışı kimi C₄-bitkilərdə quraqlığın bitkiyə təsiri „karbon qatılaşdırma mexanizmi“in olması hesabına nisbətən zəif olur. Bu karbon metabolizmi fermentlərinin aktivləşməsi və örtük topa hüceyrələrinin karboksilləşmə mərkəzlərində CO₂-nin qatılığının artırılması ilə əlaqədardır olduğundan, Calvin tsikli reaksiyalarının normal gedişi təmin olunur (Long, 1999).

Aldığımız nəticələrə əsasən deyə bilərik ki, ağızcıq hüceyrələrinin keçiriciliyi stresin təsirindən zəifləyir. Yalnız hüceyrəarası boşluqlarda toplanan CO₂-nin miqdarında (ağızcıqların müqavimətində) nəzərəcarpacaq artım müşahidə olunur ki, bu da görünür ağızcıq hüceyrələrinin quraqlığın və duz stresinin təsirindən bağlanması ilə əlaqədardır.

NaCl-un bitkilərə zərərli təsiri əsasən 2 faktorla müəyyən olunur: 1) torpaq məhlulunda su potensialının azalması nəticəsində suyun bitkiyə daxil olmasının azalması, 2) Na⁺ və Cl⁻ ionlarının bitkilərə təsiri nəticəsində bitkilərin böyüməsinin zəifləməsi (Termaat, Munns, 1986). Bu amillərin təsiri nəticəsində biometrik göstəricilərinin aşağı düşməsi nəticəsində məhsuldarlıq azalır (Fricke, 2002). Zhang və onun əməkdaşları göstərmişlər ki, peyvənd olunmuş bitkilərdə, o cümlədən pomidor bitkisi 100 mM NaCl iştirakı ilə yaradılmış duz stressi bitkilərində bütün orqanların (cavan, yetişmiş və qoca yarpaqlar, saplaq, gövdə, kök) yaş və quru çəkisi sürətlə azalır. Həmçinin peyvənd olunmuş pomidor bitkisi ionlara qarşı selektiv və yüksək davamlılıq da göstərir (Zhang Gu-wen et al., 2006).

Lui və başqaları da bunlara oxşar nəticələr almışlar. Onlar müəyyən etmişlər ki, 50 mM NaCl iştirakı zamanı *Theiungiella halophila* bitkisinin yaş və quru çəkisi bir qədər artır, yarpaqların və zoğların miqdarı dəyişmir, köklərdə membran keçiriciliyi azalır, yarpaq və köklərdə malondialdehidinin (MDA) və aktiv oksigenin (AO) miqdarı azalır, superoksiddismutazanın (SOD) miqdarı isə artır. 200-400 mM NaCl qatılığında isə bitkinin çəkisi, zoğların və yarpaqların sayı azalır, köklərdə membran keçiriciliyi artır, SOD-un miqdarı azalır, MDA-nın və AO-nun miqdarı artır. NaCl-un bütün qatılıqlarında yarpaqlarda membran keçiriciliyi, peroksidaza və katalaza aktivlikləri artır (Liu et al., 2006).

Stresin təsirindən bitki metabolizmində baş verən dəyişikliklər öz ilk təzahürünü bitkilərin morfoloji görünüşündə və bir sıra biometrik göstəricilərinin dəyişmə dinamikasında göstərir (cədvəl). Stresin əvvəlindən başlayaraq zaman keçdikcə bu göstəricilərin izlənməsi, qeydə alınması və analizi hüceyrə və toxumalarda baş verən metabolik çevrilmələrin xarakterinə uyğun olaraq bitkilərin stressə qarşı davamlılığının xarakterizə olunmasında mühüm rol oynayır. Bu nöqtəyi-nəzərdən aldığımız nəticələr cədvəldə öz əksini tapmışdır.

Cədvəl

Müxtəlif stres şəraitində qarğıdalı bitkisinin bəzi biometrik göstəricilərinin bitkinin aktiv inkişaf fazalarında dəyişmə dinamikası

Variant	Yarus yarp.	S_y , (sm ²)	M_y , (q)	$A_{y\text{eni}}$, (sm)	L_y , (sm)	$P_{\text{bit çəkisi}}$, (q)	$H_{\text{bit.boyu}}$, (sm)
8.12.2014 (5 gün)							
Kontrol	II	5,9	1,1	0,7	9,13	6,9	18,3
Quraqlıq	II	4,9	0,97	0,6	8,56	6,3	18,7
200 mM NaCl	II	5,0	1,1	0,53	8,53	7,0	19,0
200 mM Na ₂ SO ₄	II	5,03	1,13	0,57	8,53	7,4	18,7
14.12.2014 (10 gün)							
Kontrol	II	8,0	1,9	0,86	12,0	10,8	24,9
	III	2,7	0,6	0,41	5,63	2,5	10,8
Quraqlıq	II	6,83	1,4	0,7	10,6	9,5	22,5
	III	2,4	0,5	0,45	4,1	1,9	9,3
200 mM NaCl	II	6,9	2,1	0,8	10,9	13,5	21,7
	III	2,33	0,6	0,53	4,3	2,7	10,2

200 mM Na ₂ SO ₄	II	6,83	2,1	0,83	11,8	13,1	23,7
	III	2,2	0,6	0,43	4,2	2,7	11,4
19.12.2014 (15 gün)							
Kontrol	II	10,3	3,03	1,05	17,7	12,5	27,4
	III	5,34	1,33	0,76	9,0	14,2	15,3
	IV	2,2	0,6	0,63	5,3	4,96	8,9
Quraqlıq	II	7,5	1,83	0,76	14,0	10,8	26,8
	III	3,5	1,03	0,4	5,0	9,71	16,6
	IV	2,0	0,53	0,4	3,1	3,36	9,3
200 mM NaCl	II	10,1	3,6	1,0	16,7	17,9	25,9
	III	5,0	1,43	0,7	9,0	14,2	14,8
	IV	2,1	0,65	0,63	5,03	5,95	9,5
200 mM Na ₂ SO ₄	II	10,4	3,8	1,1	16,7	18,2	26,3
	III	4,9	1,16	0,7	8,4	15,0	15,8
	IV	2,2	0,65	0,6	4,73	5,71	16,1

Qeyd: S_y-yarpağın sahəsi, M_y-yarpağın çəkisi, A_y-yarpağın eni, L_y-yarpağın uzunluğu, P-bir bitkinin çəkisi, H-bitkinin boyu

Cədvəldən görüldüyü kimi stresin təsiretmə müddərindən asılı olaraq II, III və IV yarus yarpaqlarında ayrı-ayrı variantlarda nisbi korrelyasiya müşahidə olursa da variantların zamandan asılı olaraq bir-biri ilə müqayisəsi zamanı ciddi dəyişkənliklər nəzərə çarpmışdır. Yarpağın sahəsi, uzunluğu və çəkisi, bitkinin boyu və bir bitkinin çəki göstəricilərində getdikcə zəifləmə baş vermişdir. Bütün bunlar son nəticədə bioloji məhsuldarlığa ziyan vuraraq onların kəmiyyət və keyfiyyətcə azalmasına səbəb olmuşdur. Səthinin sahəsinə və uzunluğuna görə ən böyük yarpaq kontrol bitkilərində, çəkisinə görə ən ağır yarpaq isə duz stressi bitkilərində müşahidə edilmişdir. Yarpaq səthinin kiçik olmasına baxmayaraq, ağızcıq aparatı müqavimətinin duz stressi şəraitində artması nəticəsində Na⁺, Cl⁻, SO₄²⁻ ionlarının müsbət və mənfi hidratlaşma xüsusiyyətinə görə yarpaqda suyun miqdarının çoxalmasına səbəb olur ki, bu da yarpaq çəkisinin artmasını əsaslandırır. Quraqlıq bitkilərində isə inkişafın ilkin fazalarında yarpaq digər variantlarla müqayisədə böyük olsa da sonradan onun inkişafı məhdudlaşmışdır. Məlumdur ki, orqanizm həmişə mühitin stres faktorlarının kompleks təsirinə məruz qalırlar. Təbiətdə bir bitkiyə bir yox, bir

neçə iqlim amili eyni zamanda təsir göstərə bilər. Bu iqlim amillərindən hər hansı biri stres yaradacaq qədər ekstremal olsa da digər amil orqanizm üçün normal səviyyədə ola bilər. Buna görə də normal və ekstremal təsirlərə məruz qalan bitki orqanizmi strestən qorunmağı bacara bilən insan və heyvan orqanizmindən fərqli olaraq müxtəlif səviyyələrdə (morfoloji, anatomik, biokimyəvi, fizioloji, genetik və s.) daha müfəssəl tənzimləmə mexanizmlərinə malik olurlar.

Aldığımız nəticələrin yekunu olaraq qeyd edə bilərik ki, su və duz stresləri bitkinin ümumi fizioloji xüsusiyyətlərinə təsir edərək ümumi məhsuldarlığın azalmasına səbəb olur.

ƏDƏBİYYAT

1. Qasımov N.A. Bitki fiziologiyası. Bakı, 2008, s. 324-226.
2. Qasımov N.A, İsmayılova S.M. Salt stress at plants and its investigation methods., v. 1 (8), August 2013, 11 s.
3. Баят Ф., Ширан Б., Беляев Д.В. и др. Повышенная устойчивость к засолению растений картофеля, трансформированных геном вакуолярного Na^+/H^+ -антипортера ячменя HvNHX2 // Физиология растений, 2010, т. 57, с. 744-755.
4. Петункина Л.О., Свиркова С.В., Маевская Н.А., Старцев А.А. Физиологическая оценка устойчивости овса // Вестник. Кем. ГУ, 2012, т. 1, №4 (52), с. 20-24.
5. Плохинский Н.А. Биометрия. 1970, 2-е изд. М., с.368
6. Ткачук Е.С. О водном режиме листьев кукурузы и других C_3 - и C_4 -растений // Физиологические основы высокой продуктивности кукурузы. Сборник научных трудов, Киев, Наукова Думка, 1983, с. 22-25.
7. Хасан Д., Ковтун И.С., Ефимова М.В. Влияние хлоридного засоления на прорастание семян и рост проростков *Brassicanapus*L. // Вестник Томского Гос. Университета, 2011, № 4, с. 108-112.
8. Шевякова Н.И., Бакулина Е.А., Кузнецов Вл.В. Антиоксидантная роль пролина у галофита *Mesembryanthemumcrystallinum* при действии засоления и параквата, инициирующих окислительный стресс // Физиология растений, 2009, № 5, с. 736-742.
9. Chaves M.M. Effects of Water Deficits on Carbon Assimilation // Journal of Experimental Botany, 1991, v. 42, p. 1-16.
10. Chaves M.M., Oliveira M.M. Mechanisms Underlying Plant Resilience to Water Deficits: Prospects for Water-Saving Agriculture // Journal of Experimental Botany. 2004, v. 55, p. 2365-2384.
11. Chaves M.M., Pereira J.S., Maroco J., Rodrigues M.L., Ricardo C.P.P., Osório M.L., Carvalho I., Faria T., Pinheiro C. How Plants Cope With Water Stress in the Field. Photosynthesis and Growth // Annals of Botany, 2002, v. 89, p. 907-916.
12. Cornic G., Massacci A. Leaf Photosynthesis Under Drought Stress. In 'Photosynthesis and the Environment' // 1996, (Ed. N Baker) pp. 347-366. (Kluwer Academic Publishers: New York).
13. Flexas J., Bota J., Galmes J., Medrano H., Ribas-Carbo M. Keeping a Positive Carbon Balance Under Adverse Conditions: Responses of Photosynthesis and Respiration to Water Stress// Physiol. Plant, 2006, v. 127, p. 343-352.
14. Friske W. Biophysical Limitation of Cell Elongation in Cereal Leaves // Annals of Botany, 2002, v. 90, p. 157-167.
15. Long S.P. Environmental Responses. In : Sage RF, Monson RK, eds. C_4 Plant Biology. New York: Academic Press. (1999) 215-249.

16. Lui Ai-Rong, Zhang Yuan-Bing, Chen Deng-Ke. Zhiwu Yanjiu // Bull. Bot. Res., 2006, v. 26., № 2, p. 216-221 (Çin dilində).
17. Maroco J.P., Pereira J.S., Chaves M.M. Stomatal Responses to Leaf-to-air Vapour Pressure Deficit in *Sahelian* Species // Australian Journal of Plant Physiology, 1997, v. 24, p. 381-387.
18. Munns R., Termat A. Whole-Plant Responses to Salinity // Aust. J. Plant Physiol, 1986, v.13, p. 143-160.
19. Zhang Gu-wen, Zhu Yue-lin, Yang Li-fei, Liu Zheng-lu, Hu Chun-mei. Xibei Zhiwu Xuebao // Acta bot. boreali-occident.sin., 2006, v. 26, №10, p. 2069-2074 (Çin dilində).

**ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО И СОЛЕВОГО СТРЕССА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
СОСТОЯНИЕ УСТЬИЦ ЛИСТЬЕВ КУКУРУЗЫ И БИОМЕТРИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЯ**

Н.Ф.АЛЫЕВА, Н.А.ГАСЫМОВ

РЕЗЮМЕ

В статье было изучено влияние засухи и высокой концентрации NaCl, Na₂SO₄ (200 мМ) на функциональное состояние устьиц листьев кукурузы и биометрические показатели растения в разных стадиях развития. Было обнаружено, что засуха и солевой стресс способствует ухудшению плодородности кукурузы, влияя на общие физиологические свойства растения.

Ключевые слова: солевой стресс, водный стресс, *Zea mays L.*, биометрические показатели.

**THE INFLUENCE OF WATER AND SALT STRESSES ON FUNCTIONAL STATE
OF CORN LEAVE'S STOMATA AND BIOMETRIC INDICATORS OF PLANT**

N.F.ALIYEVA, N.A.GASIMOV

SUMMARY

This article studies the influence of drought and high concentration of NaCl and Na₂SO₄ to functional state of corn leaves' stomata and the biometric indicators of plant on different stages of development. It was determined that water and salt stress influence to the general physiological characteristics and decrease productivity of corn plant.

Key words: salt stress, water stress, *Zea mays L.*, biometric indicators.

Redaksiyaya daxil oldu: 24.09.2015-ci il
Çapa imzalandı: 04.12.2015-ci il