

II. BİTKİ FİZİOLOGİYASI

UOT: 577.1

DUZ (NaCl) STRESİNİN QARĞIDALI (*ZEA MAYS L.*) BİTKİSİNİN İNKİŞAFINA VƏ XLOROPLAST SUBHÜCEYRƏ FRAKSİYASINDA FOTOSİNTETİK PİQMENTLƏRİN MİQDARINA TƏSİRİ

Əliyeva N.X.

AMEA Molekulyar Biologiya və Biotexnologiyalar İnstitutu, AZ 1073, Bakı, İzzət Nəbiyev 11,
E-mail: enahide@rambler.ru

NaCl duzunun müxtəlif qatılıqlarının (50 mM, 100 mM, 200 mM) süni iqlim kamerasında becərilmiş qarğıdalı (*Zea mays L.*) bitkisinin vegetativ orqanlarında bəzi morfo-fizioloji parametrlərə, yarpaqların nisbi su tutumuna (RWC) və yarpaqlardan ayrılmış mezofil (MH) və örtüktopu (ÖTH) assimilyasiyaedici hüceyrələrin xloroplastlarında fotosintetik piqmentlərin miqdara təsiri müqayisəli şəkildə öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, duzun müxtəlif qatılıqlarında bu göstəricilər əhəmiyyətli dərəcədə azalır.

Açar sözlər: *Zea mays L.*, duz stressi, mezofil, örtüktopu, RWC, piqment tərkibi

Giriş

Duz stressi, kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığını məhdudlaşdıran, onların böyümə və inkişafına mənfi təsir edən ən önəmli amillərdən biridir. Duz stressi bitkilərin inkişafına birbaşa və dolaylı olmaqla iki cür təsir edə bilər. Birbaşa təsir torpaq məhlulunun qatılığını artıraraq bitkilərin inkişafına zərərli təsir göstərən ionların köklərdə yığılması səbəbindən, dolayısı təsir isə torpağın fiziki, kimyəvi və bioloji özəlliklərinin pozulmasına səbəb olmaqla bitkilərin normal inkişafına əngəl törədir. Duz stressi dedikdə, hər şeydən öncə duzlu mühitdə bitkilərin məruz qaldıqları osmotik stress başa düşülür. Duz mühitinin yüksək osmotik təzyiqli nəticəsində bitkilərə suyun daxil olmasına mane olan amil osmotik stress olaraq qəbul edilir. Bitkilər yüksək duzluluğa cavab reaksiyalarına görə iki böyük qrupa ayrılırlar - hallofitlər və qlikofitlər. Hallofitlər duzlu torpağa uyğunlaşan və həyat fəaliyyətini bu şəraitdə başa vuran bitkilərdir. Qlikofitlər isə duzlu şəraitə müqavimət göstərə bilməyən bitkilərdir [2]. Duz şəraiti hallofitlərdən əlavə digər bitkilərin də böyümə və inkişafına mənfi təsir edir: onlar cücərməni ləngidir, böyüməni zəiflədir, məhsuldarlığı azaldır, bəzi hallarda bitki hətta həyat fəaliyyətini başa vurmada məhv olur. Dünyada əkinə yararlı torpaq sahələrinin 26%-i quraqlıq, 30%-i isə duzluluq stressinin təsiri altındadır. Torpaqda olan yüksək qatılıqlı Na, bitkilərə birbaşa zərər verməklə yanaşı, eyni zamanda torpağın strukturunu da pozaraq onda suyun keçiriciliyini azaldır [3].

Duz stressinin bitkilərə fizioloji təsiri iki fazada baş verir: Birinci faza duzun qısa müddətli təsirindən ibarətdir. Bu fazanın ilk mərhələsində, torpağın osmotik potensialının mənfələşməsi nəticəsində yarpaq hüceyrələrinin su potensialı və bitkinin inkişaf sürəti azalır. Həmin təsirin kompensasiyası üçün bitki əlavə enerji sərfi edir [4]. İkinci faza isə duzun uzun müddətli təsirlərindən ibarət olub, Na⁺ və Cl⁻ ionlarının hüceyrələrdə və apoplastik boşluqlarda toplanması ilə əlaqədardır. Bu da tədricən bitkidə ion tarazlığının pozulması, fotosintezin effektivliyinin azalması və bir sıra biokimyəvi dəyişikliklərə səbəb olur [1].

Müəyyən olunmuşdur ki, yarpaqlarda fotosintetik piqmentlərin miqdarı fotosintetik aparatın fəaliyyətində, onun məhsuldarlığında əsas rol oynayan amildir və məhsuldarlıqla fotosintetik piqmentlərin miqdarı arasında mürəkkəb əlaqə mövcuddur. Duzluluq stressi xlorofilin quruluşunda və xloroplastların tilakoid membranında dəyişikliklər əmələ gətirir ki, bu da onun nativ strukturunun pozulmasına, fotokimyəvi fəallığının və işıq udma qabiliyyətinin azalmasına səbəb olur. Həmçinin xlorofil öz enerjisinin bir qismini təbii halda istilik və ya flüoresensiya yolu ilə itirir. Lakin onun quruluşunda baş verən dəyişikliklər sayəsində enerji itkisi daha da artır. Bu səbəblərə görə, şoranlıqla əlaqədar aparılan təcrübələrin əksəriyyətində xlorofil indeksi önəmli göstərici hesab olunur [5].

Torpaq ərazilərinin duz stresinə məruz qalması bütün dünyada olduğu kimi, Azərbaycan üçün də aktual mövzulardan biridir. Statistik məlumatlara görə, hal-hazırda kənd təsərrüfatı üçün yararlı torpaqların təxminən 700 min ha-nı bu və ya digər dərəcədə duz stresinə məruz qalmış torpaqlar təşkil edir. Duz mühiti şəraitində xloroplastların daha çox dağılması duza davamsız bitkilərdə müşahidə olunur və ona görə də bitkilərin fotosintetik aparatına duz stresinin təsirinin öyrənilməsi stres amillərə davamlılıq və onun fizioloji parametrlərlə əlaqəsinin tədqiqi baxımından maraq kəsb edir. Bu baxımdan, təqdim olunan işin əsas məqsədi duz stresinin qarğıdalı bitkisinin böyümə və inkişafına və eyni zamanda mezofil və örtüktopu subhüceyrə fraksiyaları xloroplastlarında fotosintetik piqmentlərin miqdarına təsirinin öyrənilməsindən ibarətdir.

Material və metodlar

Tədqiqat obyektı olaraq, taxıllar fəsiləsindən C₄ NADF-ME yarımqrupuna aid olan qarğıdalı (*Zea mays* L.) bitkisindən istifadə olunmuşdur. Bitkinin ikinci yarpağı tam inkişaf etdikdən sonra 5 gün (1 kq torpaqda becərilən qarğıdalı bitkisinin hər birinə 50ml) müxtəlif qatılıqlı duz stressi verilmiş (0 mM, 50 mM, 100 mM, 200 mM) və sonra qarğıdalı bitkisinin ümumi gövdəsindən, ikinci yarpağından və yarpaqlardan alınan assimilyasiyaedici hüceyrələrdən (MH və ÖTH) istifadə olunmuşdur. Yarpaq nümunələrinin mezofil və örtük topu hüceyrələrindən subhüceyrə fraksiyaları (xloroplastlar) differensial sentrifüqa metodu ilə ayrılmışdır. Bu məqsədlə 25 mM HEPES buferi (pH 7,8), 0,3 M saxaroza, 1 mM EDTA-Na, 0,2% BSA, 15-20 mM 2-merkaptotanol tərkibinə malik olan bufer məhlulundan (Bufer A) istifadə edilmişdir. Bütün təcrübələr temperaturu 4⁰C olan soyuq otaqda 10 q yarpaq materialının üzərində aparılmışdır (fotoperiod - 14/10 saat, temperatur - 26⁰C/14⁰C, işığın intensivliyi- 3000 lüks).

Nisbi su tutumunun (RWC) təyini: Yarpaqlarda nisbi su tutumunu ölçmək üçün qarğıdalı bitkisinin ikinci yarpağının orta hissəsindən nümunə götürülərək təcrübələr aparılmışdır. Bunun üçün qarğıdalı (*Zea mays* L.) bitkisinin ikinci yarpağı tam inkişaf etdikdən sonra bitkilərə 5 gün müddətində müxtəlif qatılıqlı duz stressi verilmişdir (50 mM, 100 mM, 200 mM). Yarpaqlar kiçik hissəyə ayrılmış və dərhal kütləsi təyin edilmişdir (ilkin çəki, FW). Yarpaqlar distillə olunmuş suda isladılıb 24 saat ərzində soyuducuda saxlanmışdır. Sonra filtr kağızı ilə təmiz qurudularaq, yenidən (yaş çəki TW) təyin olunmuş, yarpaqlar termostatda 24 saat 80⁰C-də sabit çəkiyə gələnə qədər (quru çəki DW) qurudulmuşdur. Yarpaqlarda nisbi su tutumu aşağıdakı düstura əsasən hesablanmışdır:

$$RWC (\%) = [(FM-DM)/(TM-DM)] \times 100$$

Fotosintetik piqmentlərin miqdarının təyini: Xlorofil a və b-nin təyini Arnona (1949) görə hesablanmışdır. Bunun üçün 5 mkl nümunəyə 5ml 80%-li aseton məhlulu əlavə edilmişdir və 663, 645 nm dalğa uzunluqlarında optik sıxlığı Thermo Scientific, Fisher Evolution 201UV-Visible (USA) spektrofotometrində ölçülmüşdür. Xlorofilin miqdarı aşağıdakı düsturlarla hesablanmışdır:

$$\text{Xlorofilin ümumi miqradı (mk Mol/ml)} = (0.0202) * (A_{645}) + (0.00802) * (A_{663})$$

$$\text{Xlorofil a (mk Mol/ml)} = (0.0127) \times (A_{663}) - (0.00269) \times (A_{645})$$

$$\text{Xlorofil b (mk Mol/ml)} = (0.0229) \times (A_{645}) - (0.00468) \times (A_{663})$$

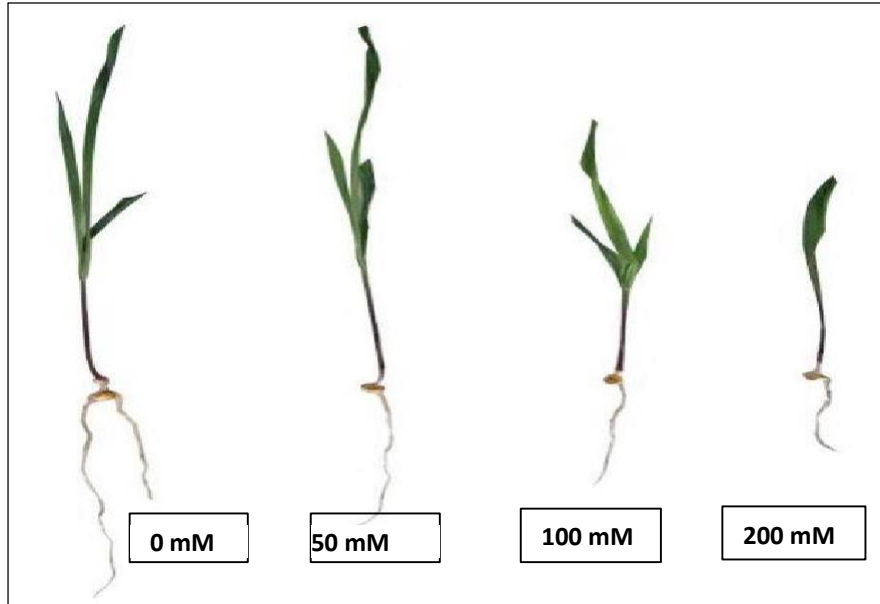
Karatinoidlərin miqdarı Devis (1965) tərəfindən təqdim olunmuş metodla 480 nm dalğa uzunluğunda hesablanmışdır (7).

$$Car = A_{480} + (0.114 \times A_{663}) - (0.638 \times A_{645})$$

Nəticələr və onların müzakirəsi

Bitkilərin inkişafı zamanı baş verən morfoloji dəyişikliklər: Təcrübələrdə bitkinin ikinci yarpağı tam inkişaf etdikdən sonra 5 gün müxtəlif qatılıqlı (50 mM, 100 mM, 200 mM) duz stressi verilmiş qarğıdalı cücərtilərindən istifadə olunmuşdur (şəkil 1). Bitkinin ümumi uzunluğu, ikinci

yarpağının və kökün uzunluğu ayrı-ayrılıqda ölçülmüşdür (cədvəl 1). Yarpaqların ölçülməsi zamanı NaCl-un qatılığı artdıqca gövdənin və kökün inkişafının ləngidiyi müşahidə edilmişdir [19]. Eyni zamanda, yarpaqlarda fotosintetik sahə azalır, bildiyimiz kimi yarpaq vacib fotosintetik orqandır və xlorofil piqmentləri vasitəsi ilə işıq enerjisinin kimyəvi enerjiyə çevrilməsində əsas rol oynayır [14]. Qarğıdalı yarpaqlarının kök və gövdəsinin uzunluğunun ölçülməsi zamanı kontrol və 50 mM NaCl verilmiş bitkilərin ölçülərinin bir-birinə yaxın olduğu müşahidə olunmuşdur, lakin 100 mM və 200 mM NaCl verilmiş bitkilərdə isə ölçülər kontrola nisbətən çox aşağı olmuşdur [12]. Eyni zamanda köklərin saçaqclarının sayının da NaCl-un qatılığı artdıqca azaldığı müşahidə olunmuşdur.



Şəkil 1. NaCl duzunun müxtəlif qatılıqlarının (50 mM, 100 mM, 200 mM) qarğıdalı bitkisinin vegetativ orqanlarının inkişafına təsiri

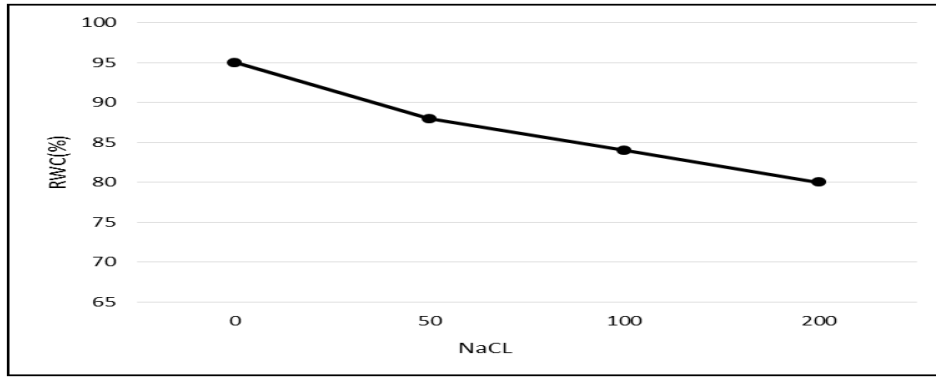
Cədvəl 1

NaCl duzunun müxtəlif qatılıqlarının qarğıdalı bitkisinde ümumi gövdənin, 2-ci yarpağın və kökün uzunluğuna təsiri

	Kontrol	50 mM NaCl	100 M NaCl	200 M NaCl
Ümumi bitkinin ölçüsü	48 sm	46 sm	36 sm	32 sm
II yarpağın uzunluğu	23 sm	23 sm	16 sm	10 sm
Kökün uzunluğu	23 sm	18 sm	15 sm	15 m

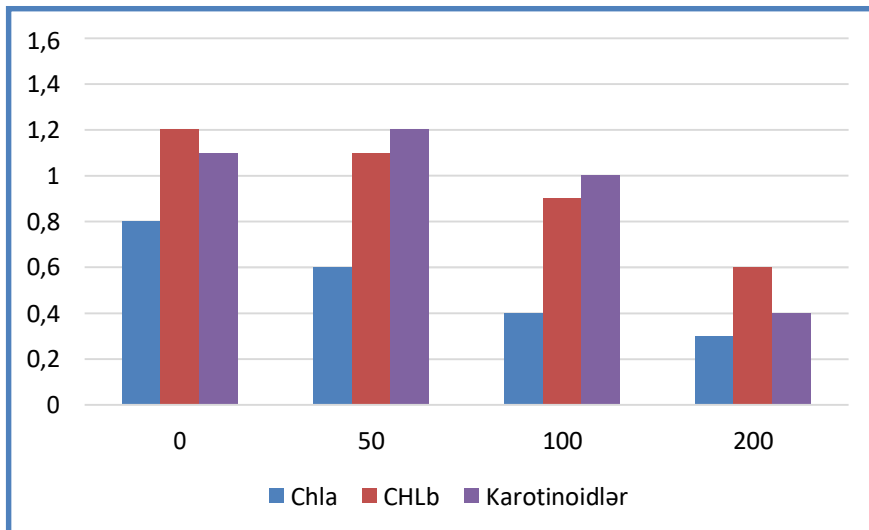
RWC təyini:

Məlumdur ki, bitkilərdə nisbi su tutumu bitkilərin su potensialını göstərən indikator rolunu oynayır, hansı ki, hüceyrələrin metabolik aktivliklərində iştirak edir. RWC-nin aşağı düşməsi turqorun itkisini göstərir ki, bu da məhsuldarlığı azaldır [15]. Duz stresi verilmiş qarğıdalı bitkisinin yarpaqlarında nisbi su tutumu ölçüldükdə məlum olmuşdur ki, RWC (%) NaCl-un qatılığı artdıqca əhəmiyyətli dərəcədə azalır. Şəkil 2-dən görüldüyü kimi əgər kontrol bitkidə RWC 95%-dirsə 200 mM NaCl olan mühitdə becərilmiş bitkilərdə bu göstərici 80%-ə düşür.

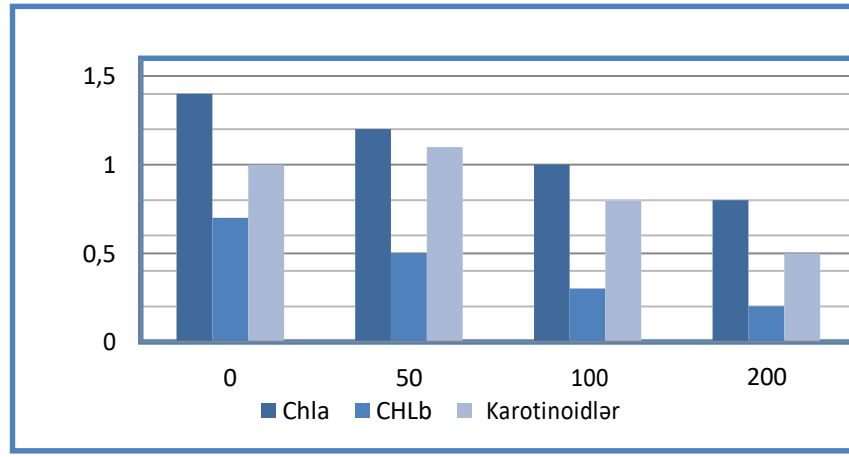


Şəkil 2. NaCl duzunun müxtəlif qatılıqlarında becərilmiş qarğıdalı yarpaqlarında nisbi su tutumunun miqdarı

Fotosintetik piqmentlərin tədqiqi zamanı məlum olmuşdur ki, normal şəraitdə becərilən qarğıdalı bitkisinin yarpaqlarından ayrılan MH və ÖTH hüceyrələrində Xl a-nın miqdarı örtüktopu hüceyrələrində mezofillə müqayisədə daha yüksək qiymət almış və uyğun olaraq, örtüktopu hüceyrələrində - 1.4 mkMol/ml, mezofildə isə - 0.8 mkMol/ml təşkil etmişdir. Xl b-nin miqdarı isə əksinə, örtüktopu hüceyrələrinə nisbətən mezofil hüceyrələri xloroplastlarında daha yüksək qiymət almışdır (şəkil 3). Lakin Xl a/b nisbəti qarğıdalı bitkisinin örtüktopu hüceyrələrində mezofil hüceyrələri ilə müqayisədə yüksək qiymətə malik olmuşdur (şəkil 4). Oxşar nəticələr başqa tədqiqat işlərində də göstərilmişdir [13]. Muxtəlif qatılıqlı NaCl duzu şəraitində yetişdirilmiş bitkilərin yarpaqlarından ayrılmış mezofil və örtüktopu hüceyrələrinin xlorofil a/b nisbəti və karotinoid tərkibi öyrənilərkən məlum olmuşdur ki, duz stresinin təsirindən fotosintetik piqmentlərin miqdarı azalmışdır [12, 21]. Xlorofil a, b və karotinoidlərin miqdarının azalması da muxtəlif qatılıqlı NaCl-un təsirindən yarpaqlarda fotosintetik sahənin zədələnməsi və bununla əlaqədar fotosintez prosesinin zəifləməsi ilə əlaqədardır [16, 17]. Bitki hüceyrələrində karotinoidlər sinqlet oksigenin söndürülməsində cavabdehdir [18], duzun təsiri nəticəsində karotinoidlərin miqdarının azalması β-karotinin deqradasiyasına səbəb olur ki, bu zaman zeaksantinlər əmələ gəlir, hansı ki, bunlar da fotoingibirləşmənin qarşısını alırlar.



Şəkil 3. Duz stresinin qarğıdalı yarpaqlarının mezofil hüceyrələrində (MH) fotosintetik piqmentlərin miqdarına təsiri (mk Mol/ml)



Şəkil 4. Duz stresinin qarğıdalı yarpaqlarının örtüktopu hüceyrələrində (ÖTH) fotosintetik pıqmentlərin miqdarına təsiri (mkMol/ml)

Beləliklə, aparılan tədqiqat və əldə olunan nəticələrə əsasən duz stresinin bitkilərin inkişafına mənfi təsir etdiyi müşahidə olunmuşdur. Karotinoidlərin, xlorofil a və b-nin miqdarı duz stressi zamanı əhəmiyyətli dərəcə də azalmış, yarpaqlarda nisbi su tutumunun miqdarı nəzarət bitki nümunələri ilə müqayisədə aşağı düşmüşdür.

Ədəbiyyat

1. Çakırlar, H. Stres terminolojisi / H.Çakırlar, S.F.Topçuoğlu, - Erzurum: Çölleşen Dünya ve Örneği. - Atatürk Üniversitesi. Çevre Sorunları Araş, - 1985.
2. Ashraf, M.P. J., Harris, P.J. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants // Plant Science, - 2004, 166 (1), - p. 3-16.
3. Agami, R.A. Alleviating the adverse effects of NaCl stress in maize seedlings by pretreating seeds with salicylic acid and 24-epibrassinolide // South African Journal of Botany, - 2013, 88, - p. 171-177
4. Beyene, Y. A comparative study of molecular and morphological methods of describing genetic relationships in traditional Ethiopian highland maize / Y.Beyene, A.M.Botha, A.A.Myburg // African Journal of Biotechnology, -2005, 4(7), - p. 586-595.
5. Cha-Um S., Kirdmanee C. Effect of salt stress on proline accumulation, photosynthetic ability and growth characters in two maize cultivars / Pak. J. Bot, - 2009, 41(1), - p. 87-98.
6. El Sayed, H.E. Influence of salinity stress on growth parameters, photosynthetic activity and cytological studies of Zea mays, L. plant using hydrogel polymer / Agric. Biol. JN Am, - 2011, 2(6), - p. 907-920.
7. Farsiani, A., Ghobadi, M.E. Effects of PEG and NaCl stress on two cultivars of corn (Zea mays L.) at germination and early seedling stages / World Acad. Sci. Eng. Tech, - 2009, 57, - p. 382-385.
8. Greenway, H., Munns, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes / Annual review of plant physiology, - 1980, 31(1), - p. 149-190.
9. Hussain K., Changes in morphological attributes of maize (Zea mays L.) under NaCl salinity / K.Hussain, A.Majeed, K.Nawaz [et al.] // Am-Eurasian J Agric Environ Sci, - 2010, 8, - p. 230-232.
10. Koyro, H.W. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.) / Environmental and Experimental Botany, - 2006, 56(2), - p.136-146.
11. Ku, S.B. Photosynthesis in mesophyll protoplasts and bundle sheath cells of various types of C4 plants II. Chlorophyll and hill reaction studies / S.B.Ku, M.Gutierrez, R.Kanai, G.E. Edwards // Zeitschrift für pflanzenphysiologie, - 1974, 72(4), - p. 320-337.

12. Mansour, M.M. Plasma membrane permeability as an indicator of salt tolerance in plants / *Bio- logia Plantarum*, - 2013, 57(1), -p. 1-10.
13. Qu, C. Impairment of maize seedling photosynthesis caused by a combination of potassium de- ficiency and salt stress / C.Qu, C.Liu, X.Gong [et al.] // *Environmental and Experimental Bo- tany*, -2012, 75, - p. 134-141.
14. Rozman, L. The effect of salt stress on the germination of maize (*Zea mays* L.) seeds and pho- tosynthetic pigments / *Acta Agriculturae Slovenica*, - 2015, 105(1), p. 85-94.
15. Sali, A.L. The effect of salt stress on the germination of maize (*Zea mays* L.) seeds and pho- tosynthetic pigments / A.L.Sali, I.Rusinovci, S.Fetahu [et al.] // *Acta Agriculturae Slovenica*, - 2015, 105(1), - p. 85-94.
16. Shereen, A. Salinity effects on seedling growth and yield components of different inbred rice li- nes / A.Shereen, S.Mumtaz, S.Raza [et al.] // *Pak. J. Bot.*, - 2005, 37(1), - p. 131-139.
17. Sozharajan, R., Natarajan, S. NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments and accu- mulation of compatible solutes in *Zea mays* L. / *Journal of Applied and Advanced Research*, - 2016, 1(1), - p. 3-9.
18. Willows, R. Structure of chlorophyll f. / R.D.Willows, Y.Li, H. Scheer [et al.] // *Organic let- ters*, - 2013, 15(7), - p.1588-1590.
19. Zhang, L. Modulation role of abscisic acid (ABA) on growth, water relations and glycinebetai- ne metabolism in two maize (*Zea mays* L.) cultivars under drought stress / L.Zhang, M. Gao, J. Hu [et al.] // *International Journal of Molecular Sciences*, - 2012, 13(3), - p.3189-3202.

Алиева Н.Х.

**ВЛИЯНИЕ СОЛЕВОГО СТРЕССА (NaCl) НА РАЗВИТИЕ
КУКУРУЗЫ (*ZEА MAYS* L.) И ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА
ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В СУБКЛЕТОЧНОЙ
ФРАКЦИИ ХЛОРОПЛАСТОВ**

Сравнительно изучено влияние фотосинтетических пигментов у хлоропласт ассимили- рующих клеток на некоторые морфобиологические параметры вегетативных органов кукурузы (*Zea mays* L.), выращенной в искусственной климатической камере с различной концентрацией соли NaCl (50 мМ, 100 мМ, 200 мМ), относительное содержание воды в листьях (RWC) и мезофилл (МН) отделенных от листьев. Было выявлено что, при различных концентрациях соли, эти показатели в значительной степени уменьшаются.

Ключевые слова: кукуруза, *Zea mays* L, солевой стресс, мезофилл, обкладка, ОСВ, пигментный состав

Aliyeva N.Kh.

**EFFECTS OF SALT (NaCl) STRESS ON THE DEVELOPMENT OF
MAIZE (*ZEА MAYS* L.) PLANTS AND AMOUNTS OF
PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN SUBCELLULAR FRACTIONS OF
CHLOROPLASTS**

There was comparatively studied the effect of photosynthetic pigments in chloroplast assimi- lating cells on some morphophysiological parameters of vegetative organs of maize (*Zea mays* L.) grown in an artificial climatic chamber with different concentrations of NaCl salt (50 mM, 100 mM, 200 mM), the relative water content in leaves (RWC) and mesophyll (MH) detached from the leaves. It was found that, at different salt concentrations, these

indicators significantly decrease.

Key words: corn, *Zea mays* L., salt stress, mesophyll, sheath, WWS, pigment composition

Redaksiyaya daxil olma tarixi: 13.09.2019