

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI  
BOTANİKA İNSTİTUTU**

---

---

*Əlyazması hüququnda*

**ÜLKƏR FAİQ QIZI İBRAHİMOVA**

**DUZ STRESİNƏ MƏRUZ QALMIŞ  
BUĞDA GENOTİPLƏRİNİN MÖRFOFİZİOLOJİ  
VƏ BİOKİMYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ**

2411.02 – Bitki fiziologiyası

Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru elmi  
dərəcəsi almaq üçün təqdim edilən dissertasiyanın

**A V T O R E F E R A T I**

**BAKI – 2015**

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Kənd Təsərrüfatı Nazirliyi Elmi-Tədqiqat Əkinçilik İnstitutunun Bitki fiziologiyası və biotexnologiya və Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Botanika İnstitutunun Bioloji məhsuldarlığın fundamental problemləri şöbələrində yerinə yetirilmişdir.

**Elmi rəhbər:** akademik **C.Ə.Əliyev**

**Rəsmi opponetlər:** kənd təsərrüfatı üzrə elmlər doktoru, professor **M.A.Yusifov**

biologiya üzrə fəlsəfə doktoru, professor **Y.K.Əhmədov**

**Aparıcı təşkilat:** Bakı Dövlət Universitetinin Bitki fiziologiyası kafedrası

Dissertasiyanın müdafiəsi «30» «iyun» 2015-ci il saat 11<sup>00</sup>-da AMEA Botanika İnstitutunun D.01.061 Dissertasiya Şurasının yığıncağında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Bakı şəhəri, AZ1004, Badamdar yolu, 40

Dissertasiya ilə AMEA Botanika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Dissertasiyanın avtoreferatı «\_\_\_» «\_\_\_\_\_» 2015-ci il tarixində göndərilmişdir.

**Dissertasiya Şurasının elmi katibi,  
biologiya üzrə elmlər doktoru,  
professor**

**S.C.İBADULLAYEVA**

## İŞİN ÜMUMİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

**Mövzunun aktuallığı.** Torpaq şoranlığı ətraf mühitin ekstremal amil-lərindən biri olub, kənd təsərrüfatı bitkilərinin inkişafına və məhsuldarlığına ciddi təsir göstərir. Torpaqların şorlaşması hesabına dünyada hər il milyon tonlarla kənd təsərrüfatı məhsulları itirilir. Dünyada əkin üçün yararlı torpaqların təxminən 20%-ə qədəri şorlaşmışdır (Gupta, 2014). BMT-nin Ərzaq və Kənd Təsərrüfatı Təşkilatının (FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations) məlumatlarına əsasən, 2050-ci ilə qədər torpaqların şorlaşması hesabına əkin sahələrinin yarısından çoxu istifadəyə yararlılığını itirəcəkdir (FAO, 2010). Şorlaşmış torpaqlar respublikamızda da geniş yayılmışdır və onların sahəsi ildən-ilə artmaqda davam edir. Təkcə onu qeyd etmək kifayətdir ki, 2002-ci ilə qədər respublikamızda kənd təsərrüfatı üçün yararlı torpaqların təxminən 521,7 min ha ərazisini şorlaşmış torpaqlar təşkil etmişdir (Əzizov, 2002). 2007-ci ildə isə bu göstərici 661,9 min hektaradək artmışdır ki, bu ümumi ərazinin 46,6%-ni təşkil edir (Məmmədov, 2007). Ölkəmizdə şorlaşmış torpaqlar, əsasən, Kür-Araz ovalığı, Siyəzən-Sumqayıt, Ceyrançöl massivlərində, Naxçıvan MR ərazisində geniş yayılmışdır. Torpaqlarda meliorasiya işlərinin düzgün aparılmaması, suvarmadan səmərəsiz istifadə, suyun bitkiyə tələb olunandan artıq verilməsi, drenaj sistemlərinin kifayət qədər effektiv olmaması nəticəsində qrunt sularının səviyyəsinin qalxması torpaqların şorlaşmasına səbəb olur. Bununla yanaşı, torpağın üst qatlarından aşağı qatlarına qədər yuyulub aparılan duzlar qrunt suyunun tərkibindəki duzlarla birlikdə torpağın profili boyunca qalxaraq, əkinçilik üçün olduqca əlverişsiz hesab olunan – torpağın təkrar şorlaşmasına gətirib çıxarır.

Torpaqda duzların artıq miqdarda toplanması ilə əlaqədar olaraq su potensialının aşağı düşməsi bitkinin kökləri tərəfindən suyun udulmasını çətinləşdirir, nəticədə, bitkilərdə su qıtlığı və ya osmotik stres yaranır. Digər tərəfdən,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  kimi zəhərli ionların hüceyrədə artıq miqdarda toplanması bitkiyə toksik təsir göstərir. Məhz bu mənfi təsirlər nəticəsində bitkilərdə su mübadiləsi əhəmiyyətli dərəcədə zəifləyir, fotosintez prosesinin intensivliyi aşağı düşür, bitkinin böyüməsi ləngiyir və bütün bunlar son olaraq, məhsuldarlığın aşağı düşməsinə gətirib çıxarır.

Ölkə əhalisinin ərzaq təhlükəsizliyini təmin etmək üçün şorlaşmış torpaqların əkinə cəlb olunması olduqca vacibdir. Strateji əhəmiyyətli məhsul olan buğda istehsalına görə nəinki dünyada, eləcə də respublikamızda həm dənli bitkiləri, həm də digər kənd təsərrüfatı bitkiləri sırasında önəmli yerdə dayanır. Duzadavamlı və yüksək məhsuldar buğda sortlarının yaradılması müasir kənd təsərrüfatının aktual problemlərindəndir. Problemin həlli üçün

bitkilərin əlverişsiz ətraf mühit amillərinə adaptasiya mexanizmlərinin dərin-dən araşdırılması tələb olunur (Алиев, 2006; Aliyev, 2012). Bu baxımdan, buğda bitkisinin duzadavamlılığının fizioloji mexanizmlərinin öyrənilməsi, duz stresinin təsirinə yüksək dərəcədə adaptasiya olunmaq qabiliyyətinə malik olan sortların seçilməsi və onların seleksiyada istifadəsi mühüm nəzəri və praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

**Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri.** Dissertasiya işində əsas məqsəd duz stresinin yumşaq (*Triticum aestivum* L.) və bərk buğda (*Triticum durum* Desf.) genotiplərinin morfoloji, fizioloji və biokimyəvi göstəricilərinə təsirini tədqiq etmək və bu prosesdə antioksidant fermentlərin müdafiə rolunu müəyyənləşdirməkdən ibarətdir.

Bu baxımdan, tədqiqatlar zamanı aşağıdakı məsələlərin öyrənilməsi qarşıya məqsəd kimi qoyulmuşdur:

- tarlada və süni iqlim şəraitində yetişdirilən buğda genotiplərinin morfoloji əlamətlərinə ontogenezin müxtəlif fazalarında duz stresinin təsirinin öyrənilməsi;

- duz stresinin təsiri zamanı buğda genotiplərinin yarpaqlarında fotosintetik piqmentlərin miqdarı və ikinci (II) fotosistemin fəallığında baş verən dəyişikliklərin müəyyən edilməsi;

- duzun müxtəlif qatılıqlarının təsirinə məruz qalmış bitkilərdə  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  ionlarının miqdarının və  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  nisbətinin (seçiciliyinin) tədqiqi;

- $\text{NaCl}$  duzunun müxtəlif qatılıqlarının təsirindən kök və yarpaqlarda prolinin dəyişmə dinamikasının öyrənilməsi;

- duz stresinin təsirindən buğda bitkisinin yarpaqlarında antioksidant fermentlərin (katalaza, askorbatperoksidaza, qvayakolperoksidaza, qlütati-onreduktaza) fəallığının dəyişməsinin tədqiqi;

- duz stresi şəraitində buğda sortlarının məhsuldarlıq göstəricilərinin analizi;

- duz stresinin təsirinə məruz qalmış buğda genotiplərində dənin keyfiyyət göstəricilərinin öyrənilməsi.

**İşin yeniliyi.** İlk dəfə olaraq, müxtəlif təcürbi şəraitlərdə duz stresinin yumşaq (*Triticum aestivum* L.) və bərk buğda (*Triticum durum* Desf.) genotiplərinin morfofizioloji və biokimyəvi xüsusiyyətlərinə təsiri müqayisəli şəkildə öyrənilmişdir. Duzadavamlılığın əsas göstəricilərindən hesab olunan  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  seçiciliyinin tədqiqi nəticəsində, yumşaq buğda genotiplərindən Əzəmətli-95, Nurlu-99, bərk buğda genotiplərindən isə Bərəkətli-95-in duza daha davamlı olması müəyyən edilmişdir.

$\text{NaCl}$ -un müxtəlif qatılıqlarının təsiri zamanı yarpaq və köklərdə sərbəst

prolinin toplanma dinamikasının analizi göstərmişdir ki, həssas genotiplərdə prolinin miqdarı zamandan asılı olaraq getdikcə azaldığı halda, davamlı genotiplərdə artmaqda davam edir.

Xlorofilin dəyişən flüoresensiyasının analizi əsasında Əzəmətli-95 və Bərəkətli-95 genotipləri duza davamlı, Qaraqılçiq-2 isə daha həssas genotip kimi qiymətləndirilmişdir.

İlk dəfə olaraq, qidalı aqar mühitində NaCl qradienti yaratmaqla eksperimental sistem işlənib hazırlanmışdır. Bu metod duzun bitkinin həm kök, həm də digər vegetativ orqanlarına olan təsirini qiymətləndirməyə imkan verir.

**İşin elmi-praktik əhəmiyyəti.** Tədqiqat işindən alınan nəticələr yüksək duz qatılığında hüceyrədə baş verən fizioloji-biokimyəvi proseslərin daha dərindən dərk olunmasına imkan verir. NaCl-un müxtəlif qatılıqlarını modelləşdirməklə bizim tərəfimizdən işlənib hazırlanmış qidalı aqar mühiti stres şəraitində genotiplərin adaptasiya dərəcəsinin təyin edilməsinə imkan yaradır və fizioloji, biokimyəvi, molekulyar tədqiqatlar zamanı istifadə edilə bilər. Öyrənilən buğda genotiplərinin məhsuldarlıq göstəriciləri və davamlılıq indeksləri əsasında alınmış nəticələri seleksiya işlərində duzadavamlı bitki sortlarının yaradılmasında istifadə oluna bilər.

**Aprobasiya.** Dissertasiya işinin əsas nəticələri 15-ci Beynəlxalq Fotosintez konqresində (Pekin, 2010), Beynəlxalq Bitki seleksiyası konqresində (Antalya, 2013), “Davamlı inkişaf üçün fotosintez tədqiqatları” mövzusunda Beynəlxalq konfransda (Baku, 2011), “Davamlı inkişaf üçün fotosintez tədqiqatları: Cəlal Əliyevə həsr olunur” mövzusunda Beynəlxalq konfransda (Baku, 2013), ET Əkinçilik İnstitutunun və AMEA Botanika İnstitutunun elmi seminarlarında təqdim edilmiş və müzakirə olunmuşdur.

**Nəşrlər.** Dissertasiya materialları üzrə yerli və xarici nəşrlərdə 14 elmi əsər çap olunmuşdur. Onlardan 9-u məqalə, 5-i isə tezisdır.

**Dissertasiyanın quruluşu və həcmi.** Dissertasiya işi giriş, 5 fəsil, ümumi yekun, nəticələr və istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından ibarət olmaqla, ümumi həcmi 163 səhifədən ibarətdir. Tədqiqat işində 34 şəkil və 11 cədvəl verilmiş, 307 ədəbiyyat mənbəyindən istifadə edilmişdir.

## İŞİN MƏZMUNU

Dissertasiyanın birinci fəslini ədəbiyyat icmalı təşkil edir. Burada dissertasiyanın mövzusunə aid klassik və müasir ədəbiyyat məlumatları ətraflı şərh olunur.

## TƏDQIQATIN MATERIAL VƏ METODLARI

Tədqiqat materialı olaraq, vegetasiyanın davamətmə müddətinə, arxitekonikasına, məhsuldarlığına, quraqlığa davamlılığına görə fərqlənən, Azərbaycanca rayonlaşdırılmış 3 yumşaq (*Triticum aestivum* L.) - Qiymətli-2/17, Nurlu-99, Əzəmətli-95 və 2 bərk (*Triticum durum* Desf.) - Qaraqılıq-2, Bərəkətli-95 buğda genotipləri götürülmüşdür. Tədqiqatlar tarlada və süni iqlim şəraitində aparılmışdır. Tarla təcrübələri Azərbaycan KTN Elmi-Tədqiqat Əkinçilik İnstitutunun Abşeron Təcrübə Bazasının əkin sahələrində aparılmışdır. Burada buğda genotipləri normal (torpaqda duzların quru qalıqına görə ümumi miqdarı 0,24%) və duz stresi şəraitində (1,1%) yetişdirilmişdir. Süni iqlim şəraitində olan təcrübələr AMEA Botanika İnstitutunun Bioloji məhsuldarlığın fundamental problemləri şöbəsində yerinə yetirilmişdir. Bitkilərin yetişdirilməsi üçün üç müxtəlif – torpaq, qidalı aqar, qum mühitləri seçilmişdir.

Assimilyasiyaedici orqanların (gövdə, yarpaq və sünbül) səthinin sahəsi AAS-400 (Yaponiya, Hayashi Denkon Co. LTD ) avtomatik cihazın köməyi təyin olunmuşdur. Ontogenezin sonunda tədqiq olunan genotiplərdən 1 m<sup>2</sup> sahədən 3 təkrar olmaqla dərzlər götürülmüş və məhsuldarlıq elementləri (dərzin kütləsi, 1 m<sup>2</sup>-də dənin kütləsi, sünbülün uzunluğu, eni, sünbüllüklərin sayı, sünbülün kütləsi, bir sünbüldəki dənələrin sayı və kütləsi, 1000 dənin kütləsi) təyin edilmişdir. Yarpaqlarda nisbi su tutumu qravimetrik metodla (Barrs and Weatherley, 1962), transpirasiyanın intensivliyi kəsilmiş yarpaqlarda İvanov metoduna (Иванов, 1950), fotosintetik pigmentlərin miqdarı spektrofotometrik metodla (Wintermans; De Motts, 1965; Wettstein, 1957), prolinin miqdarı Bates metodu (1973), yarpaqlarda K<sup>+</sup> və Na<sup>+</sup> ionlarının miqdarı alovlu fotometrədə (PFP7, İngiltərə), ümumi zülalın miqdarı Sedmak metoduna (Sedmak et al., 1977) əsasən təyin olunmuşdur. Katalaza (KAT) (EC 1.11.1.6), askorbatperoksidaza (APO) (EC 1.11.1.11), qvayakolperoksidaza (QPO) (EC 1.11.1.7) və qlütationreduktaza (QPO) (EC 1.6.4.2) fermentlərinin fəallığı spektrofotometrik metodla (Kumar and Knowles, 1983; Nakano and Asada, 1981; Gechev et al., 2002) təyin olunmuşdur. Xlorofilin dəyişən flüoressensiyasının intensivliyi və kinetikasi laboratoriya şəraitində yığılmış birşüalı optik spektrometrdə ölçülmüşdür (Feyziyev, 2009). Dənin texnoloji analizləri - kleykovinanın miqdarı DÖST 10839-64, kleykovinanın deformasiya əmsalı İDK-1 aparatında, sedimentasiya göstəricisi Pumpyanski metodu (Пумпянский, 1967), ümumi azotun miqdarı isə Keldal metodu (Kjeldahl, 1883) ilə təyin olunmuşdur.

Alınmış nəticələrin statistik analizi Microsoft Excel və SPSS kompüter proqramlarının köməyiylə aparılmışdır.

## **TƏDQIQATIN NƏTİCƏLƏRİ VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ**

**1. Müxtəlif şəraitlərdə yetişdirilən buğda genotiplərinə duz stresinin təsiri.** Bu fəsildə duz stresinin tarlada və süni iqlim şəraitində yetişdirilən buğda genotiplərinin morfoloji xüsusiyyətlərinə ontogenezin boruyaçıxma, sünbülləmə, süd yetişkənliyi, mum yetişkənliyi fazalarında təsirinə tədqiqi şərh edilmişdir. Tarlada duz stressi vegetasiya müddətində öyrənilən bütün genotiplərin böyümə və inkişafına mənfi təsir göstərmiş, onların assimilyasiyaedici orqanlarının səthinin sahələrini və quru kütlələrini azaltmışdır. Bitkilərdə böyümənin ləngiməsi əsasən kollanma-boruyaçıxma fazalarında müşahidə edilmişdir. İnkişafın bütün fazalarında Bərəkətli-95 digər genotiplərlə müqayisədə duz stresinin təsirinə daha az, Qaraqılçiq-2 isə daha çox məruz qalmışdır.

Süni iqlim şəraitində NaCl-un 150 və 300 mM qatılıqları bitkinin böyüməsinə və kök sisteminin inkişafına mənfi təsir göstərmişdir. NaCl duzunun təsirindən gövdə və köklərin yaş və quru kütlələri kəskin azalmışdır. NaCl-un 150 mM qatılığında gövdənin yaş kütləsi Nurlu-99 genotipində daha az (25%), Qiymətli-2/17 və Qaraqılçiq-2 genotiplərində daha çox azalmışdır (49-45%). Duzun artan qatılığı gövdənin yaş kütləsinə daha çox təsir etmişdir, azalma Qiymətli-2/17-də 57%, Nurlu-99-da 54%, Qaraqılçiq-2-də 48%, Əzəmətli-95 və Bərəkətli-95 genotiplərində isə 38% təşkil etmişdir. Analoji qanunauyğunluq köklərin biokütləsində də müşahidə olunmuşdur, eyni zamanda onlar nazıqlaşaraq dərinə daha çox nüfuz etmişlər. Beləliklə, həm tarla, həm də süni iqlim şəraitində morfoloji əlamətlərin tədqiqi göstərdi ki, Qaraqılçiq-2 digər genotiplərlə müqayisədə stressə daha həssas, Bərəkətli-95 isə daha davamlıdır.

**2. Duz stresinin fizioloji və biokimyəvi proseslərə təsiri.** Bu fəsildə duz stresinin yarpaqların nisbi su tutumuna, transpirasiyanın intensivliyinə, fotosintetik piqmentlərinin miqdarına və II fotosistemin fəallığına, yarpaqlarda  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  miqdarına, sərbəst prolinin toplanma dinamikasına və oksigenin fəal formalarını zərərsizləşdirən antioksidant fermentlərin fəallığına təsirinə tədqiqi əks olunmuşdur.

**Duz stresinin yarpaqlarda nisbi su tutumuna təsiri.** Bitkilərin stressə davamlılığı, eyni zamanda, onun aşağı su potensialına malik ərazilərdə böyümə qabiliyyəti ilə də müəyyən olunur. Yüksək nisbi su tutumu (NST) bitkinin su statusunu müəyyən edən mühüm göstəricilərdən biri

hesab olunur. Tədqiqatın nəticələri göstərmişdir ki, bütün genotiplərdə təcrübə variantlarında nisbi su tutumunun faizlə miqdarı nəzarət variantı ilə müqayisədə aşağı olmuşdur. NaCl-un 150 mM qatılığında Bərəkətli-95 genotipi ən yüksək (85,0%), Qiymətli-2/17 genotipi isə aşağı (75,0%) nisbi su tutumuna malik olmuşdur. NaCl-un 300 mM qatılığında isə Qaraqılçiq-2 genotipinin NST əvvəlki qatılıqla müqayisədə aşağı olmuş, 66,0% təşkil etmişdir. Duzun 300 mM qatılığında Qiymətli-2/17 genotipi 69,0%, Nurlu-99 -73,0%, Əzəmətli-95 genotipi isə 75,0% nisbi su tutumuna malik olmuşlar. Bərəkətli-95 genotipinin nisbi su tutumu isə daha yüksək olmuşdur (78,0%).

**Duz stresinin fotosintetik piqmentlərin miqdarına təsiri.** Bitkilərin duzadavamlılıq qabiliyyəti, eyni zamanda, fotosintezin intensivliyindən və ağzıqların keçiriciliyindən asılı olduğundan, xarici mühit faktorlarının, o cümlədən, duz stresinin təsirinə məruz qalmış bitkilərdə fotosintetik piqmentlərin miqdarının təyini əhəmiyyət kəsb edir. Vegetasiya müddətində tarla şəraitində öyrənilən bütün genotiplərin flaq yarpaqlarında xlorofilin ümumi miqdarı stresin təsirindən aşağı düşmüşdür. Bununla yanaşı, süni iqlim şəraitində də 5, 8 və 12 gün NaCl duzunun təsirinə məruz qalmış bitkilərin yarpaqlarında piqmentlərin miqdarı öyrənilmişdir. Duzun təsirinə 5 gün məruz qaldıqdan sonra fotosintetik piqmentlərinin miqdarı yarpaqlarda artmış, sonrakı günlərdə isə azalmışdır. Morfoloji əlamətlərinə görə duzadavamlılıq göstərən Bərəkətli-95 və Əzəmətli-95 genotiplərində xlorofilin ümumi miqdarında azalma digər genotiplərlə müqayisədə daha aşağı olmuşdur.

**Tarla və süni iqlim şəraitlərində yetişdirilən buğda genotiplərinin xloroplastlarında II fotosistemin fəallığına duz stresinin təsiri.** Xlorofilin flüoressensiya spektrləri və xlorofil flüoressensiyasının induksiyası bitki fiziologiyasının müxtəlif sahələrində geniş tətbiq edilir. Bitkidə baş verən zədələnmələr vizual aşkar olunmadan əvvəl flüoressensiya metodu vasitəsilə təyin oluna bilər (West, 1986). Bu səbəbdən duzadavamlılığın tədqiqi proqramlarında xlorofilin flüoressensiyası əhəmiyyətli parametrlərdən biri hesab olunur. Bizim tədqiqatlarda hər iki şəraitdə duzun təsirindən tədqiq olunan sortlarda II fotosistemin xlorofilin dəyişən (Fv) və maksimal (Fm) flüoressensiyasının nisbəti kimi təyin olunan fotokimyəvi fəallığı (Fv/Fm) azalmışdır. Göründüyü kimi, Bərəkətli-95 və Əzəmətli-95 genotiplərində fotokimyəvi fəallıq daha az dəyişmişdir (Cədvəl 1). Süni iqlim laboratoriyasında apardığımız təcrübələrdə isə 150 mM NaCl-un təsiri zamanı Fv/Fm nisbətində əhəmiyyətli fərqlər aşkar olunmamış, duzun artan qatılığında isə II fotosistemin fotokimyəvi fəallığı azalmışdır.

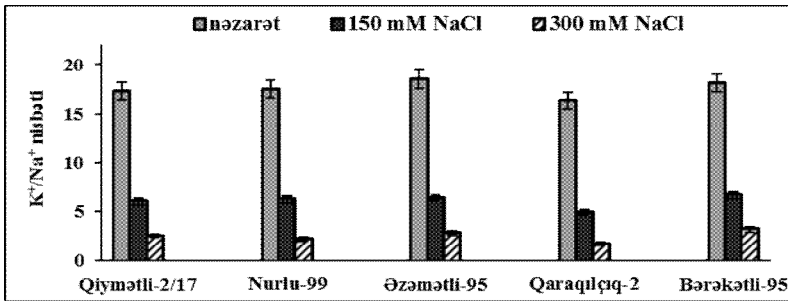


Duz stresinin xloroplastlarda II fotosistemin fotokimyəvi fəallığına (Fv/Fm) təsiri

Genotiplər	Tarla (sünbülləmə-çiçəkləmə fazası)		Süni iqlim laboratoriyası		
	nəzarət	Stres	nəzarət	150 mM NaCl	300 mM NaCl
Qiyəmətli-2/17	0,75	0,64	0,74	0,73	0,64
Nurlu-99	0,74	0,67	0,75	0,74	0,67
Əzəmətli-95	0,75	0,68	0,75	0,74	0,67
Qaraqılçiq-2	0,74	0,65	0,74	0,73	0,63
Bərəkətli-95	0,75	0,68	0,75	0,74	0,68

**NaCl duzunun buğda genotiplərinin yarpaqlarında  $K^+/Na^+$  seçiciliyinə təsiri.** Duzla bağlı olan tədqiqat işlərində əsas diqqət osmotənzimlənmədə iştirak edən nəqliyyat sistemə yönəldilir. Bitki hüceyrələrinin öz funksiyalarını normal şəkildə yerinə yetirməsi üçün hüceyrə daxilində  $K^+/Na^+$  nisbətini yüksək səviyyədə saxlanması vacib şərtlərdəndir (Zhu, 2003).

Bitkilər  $K^+$  və  $Na^+$  ötürücülərinin, eləcə də  $H^+$  nasoslarının ekspressiyasını tənzimləməklə, sitoplazmada K ionlarını yüksək, Na ionlarını isə aşağı qatılıqda saxlayırlar. Müəyyən olunmuşdur ki, bitkilərdə duzadavamlılıq kalium ionlarının natrium ionlarına nisbətən selektiv şəkildə udulması ilə sıx bağlıdır (Wenxue et al., 2003; Yasar et al., 2006). Bu səbəbdən,  $K^+/Na^+$  seçiciliyi bir çox bitki növlərinin duzadavamlılığında iştirak edən əsas fizioloji mexanizmlərdən biri hesab edilir.

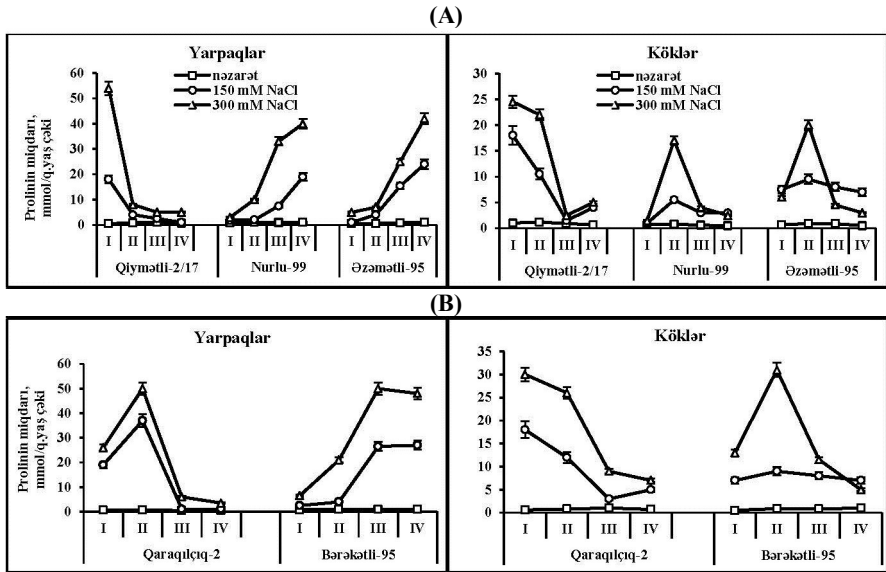


**Şəkil 1.** NaCl-un buğda genotiplərinin yarpaqlarında  $K^+/Na^+$  seçiciliyinə təsiri.

1-ci şəkildən görüldüyü kimi,  $K^+/Na^+$  nisbətini yüksək qiyməti NaCl-un 150 mM qatılığında Bərəkətli-95 genotipində (6,60), aşağı qiyməti isə Qaraqılçiq-2 genotipində (4,90) olmuşdur. Duzun 300 mM qatılığında bu nisbətə yüksək qiyməti Bərəkətli-95 genotipində (3,16), aşağı qiyməti 150

mM-da olduğu kimi Qaraqılçığıq-2 genotipində (1,68) qeydə alınmışdır. Aldığımız nəticələrə görə, NaCl-un hər iki qatılığında Qaraqılçığıq-2 genotipində  $\text{Na}^+$  ionlarının miqdarı daha çox, Bərəkətli-95 genotipində isə daha azdır.  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  nisbəti Qaraqılçığıq-2 genotipində duzun hər iki qatılığında aşağı olmuşdur. Bu nəticələrə əsaslanaraq, Bərəkətli-95 genotipinin duza daha davamlı, Qaraqılçığıq-2 genotipinin isə daha çox həssas olduğunu söyləmək olar.

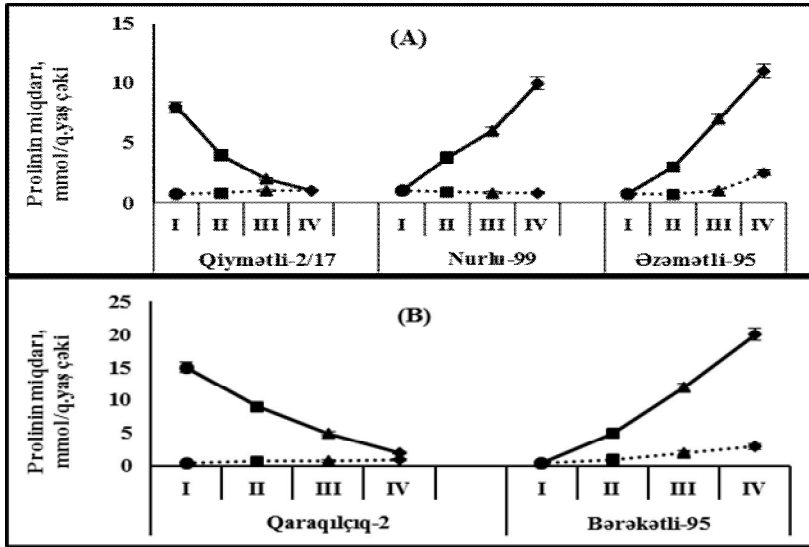
**NaCl-un müxtəlif qatılıqlarının sərbəst prolinin toplanma dinamikasına təsiri.** Prolin qlikofitlərdə osmotənzimlənmə funksiyasını yerinə yetirir və bitki ekstremal amillərin təsirinə məruz qaldıqda miqdarı kəskin artır. Buğdanın müxtəlif cins və növlərində duz stressorunun təsirinə qarşı prolinin rolu tam məlum olmasa da, hal-hazırda bitkinin siqnal sisteminin bir elementi olaraq, onun sintezi və toplanması streslə induksiya olunan cavab reaksiyalarının əsas göstəricilərindən biri hesab edilir (Радюшкина и др., 2007). Bu səbəbdən, duz stresi şəraitində bitki hüceyrələrində sərbəst prolinin toplanması duzadavamlı genotiplərin seçilməsində əsas parametrlərdən sayılır. Bizim tədqiqat işində sərbəst prolinin sintezinin analizi qumda yetişdirilmiş bitkilərin yarpaq və köklərində iki variantda – duzların birbaşa (150 mM, 300 mM NaCl) və tədricən təsiri (NaCl-un qatılığını 300 mM-a qədər artırmaqla) ilə aparılmışdır. 34 gün müddətində aparılmış tədqiqatlar nəticəsində buğda genotiplərinin NaCl-un müxtəlif qatılıqlarında duza cavab reaksiyalarının fərqləndiyi müəyyən olunmuşdur (Şəkil 2). Prolinin toplanma dinamikası Qaraqılçığıq-2 ilə Qiymətli-2/17-də daha çox oxşar olmuşdur. Bu oxşarlıq Nurlu-99 ilə Əzəmətli-95 və Bərəkətli-95 genotiplərində də müşahidə olunmuşdur. Qiymətli 2/17 genotipində NaCl-un birbaşa təsirindən (şok təsir) 7 gün sonra NaCl-un hər iki qatılığında (150 və 300 mM) yarpaqlarda prolinin miqdarı kəskin olaraq artmış, 14-cü gün kəskin azalmış, 34-cü gündə isə nəzarət nümunələrindən fərqlənməmişdir. Təcrübə variantları ilə müqayisədə nəzarət buğda nümunələrinin yarpaqlarında prolin aşağı qatılıqda olmuş və praktiki olaraq təcrübə müddətində dəyişməmişdir. Köklərdə isə prolinin miqdarında kəskin azalma 25-ci gün müşahidə olunmuşdur. Əzəmətli-95, Nurlu-99 və Bərəkətli-95 genotiplərinin yarpaq və köklərinin stresə cavab reaksiyası Qiymətli-2/17 genotipindən fərqlənmişdir. Belə ki, NaCl-un birbaşa təsiri zamanı bu genotiplərin yarpaqlarında NaCl-un 150 mM qatılığında 7 və 14-cü günlərdə prolinin miqdarı nəzarət nümunələri səviyyəsində olmuş, 25 və 34-cü günlərdə isə artmışdır.



**Şəkil 2.** Yumşaq (A) və bərk (B) buğda genotiplərinin yarpaq və köklərində prolinin toplanma dinamikası:

I – NaCl-un şok təsirinin 7-ci; II – 14-cü; III – 25-ci və IV – 34-cü günü.

Duzun 300 mM qatılığında isə 25 və 34-cü günlərdə prolinin miqdarı kəskin artmış, 34-cü gündə maksimum həddə çatmışdır. Göründüyü kimi morfofizioloji göstəricilərinə görə davamlılıq göstərən Nurlu-99, Əzəmətli-95 və Bərəkətli-95 genotiplərinin kök və yarpaqlarında sərbəst prolinin miqdarı NaCl-un birbaşa təsiri nəticəsində zamandan asılı olaraq artdığı halda, həssas genotiplərdə isə azalır. NaCl-un qatılığının tədricən artmasından asılı olaraq, kök və yarpaqlarda prolinin miqdarının dəyişmə dinamikası tamamilə fərqli olmuşdur. Belə ki, bütün genotiplərdə yarpaqlarda prolinin miqdarında nəzarət nümunələri ilə müqayisədə əhəmiyyətli fərq müşahidə olunmamışdır. Köklərdə isə prolinin miqdarı Qiymətli-2/17 və Qaraqılıçq-2 genotiplərində 7-ci gün kəskin artmış, sonradan azalmışdır. Nurlu-99, Əzəmətli-95 və Bərəkətli-95 genotiplərində isə maksimal toplanma 34-cü günü olmuşdur (Şəkil 3).



**Şəkil 3.** Yumşaq (A) və bərk (B) buğda genotiplərində NaCl-un qatılığının tədricən artması zamanı prolinin toplanma dinamikası: Qırıq xətlər – yarpaqlar, bütöv xətlər – köklər; ● - 150 mM NaCl, ■ - 200 mM NaCl; ▲ - 250 mM NaCl, ◆ - 300 mM NaCl; I – 7-ci gün; II – 14-cü gün; III – 25-ci gün; IV – 34-cü gün.

**NaCl-un müxtəlif qatılıqlarının antioksidant fermentlərin fəallığına təsiri.** Hüceyrə və molekulyar səviyyədə bitkilərin stres amillərinə, o cümlədən, duz stresinə davamlılığını təmin edən müxtəlif mexanizmlər mövcuddur. Ümumi müdafiə sisteminin əsas mexanizmlərindən biri də oksigenin fəal formalarının (OFF) inaktivləşməsində iştirak edən antioksidant fermentlərin fəallıqlarının dəyişməsidir. Duz stresinin təsirindən bitkilərin yarpaqlarında ağızciqlar bağlanır, nəticədə CO<sub>2</sub>-nin bitki tərəfindən mənimsənilməsi çətinləşir. Bu zaman xloroplastlara elektronların normal axınının qarşısı alındığı üçün OFF-nın yaranması sürətlənir. Oksigenin fəal formalarının yaşama müddəti hüceyrənin oksidləşdirici stressə qarşı müdafiə funksiyasını həyata keçirən antioksidant sistemindən asılıdır. Bu səbəbdən NaCl-un 150 və 300 mM qatılıqlarının təsirinə məruz qalmış buğda genotiplərində fermentlərin fəallığının tədqiqi xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

Son illərdə aparılan tədqiqat işlərində ali bitkilərdə, o cümlədən, buğdadada hidrogen peroksiddə və oksigenin sərbəst radikallarına qarşı müdafiədə KAT fermentinin xüsusi rolunun olması qeyd olunmuşdur. Bizim təcrübə-

lərdə antioksidant fermentlərin fəallığı tədqiq olunan genotiplərin nəzarət variantları ilə duzun müxtəlif qatılıqları üzrə qoyulmuş təcrübə variantlarında fərqli olmuşdur. Belə ki, NaCl-un 150 mM qatılığında bütün genotiplərin yarpaqlarında katalazanın fəallığı nəzarət variantı ilə müqayisədə artmış, Qiymətli-2/17 genotipində ən yüksək fəallıq qeydə alınmışdır. NaCl-un 300 mM qatılığında isə bütün genotiplərdə fermentin fəallığı əvvəlki qatılıqla müqayisədə aşağı düşmüş, azalma Qiymətli-2/17 və Nurlu-99 genotiplərində özünü daha qabarıq şəkildə büruzə vermişdir. NaCl-un 300 mM qatılığında KAT fermentinin fəallığı Bərəkətli-95 genotipində digər genotiplərlə müqayisədə daha yüksək olmuşdur.

Peroksidazalar (APO və QPO) hüceyrənin demək olar ki, bütün kompartimentlərində yayılmışdır. Bu fermentlər hidrogen peroksidin suya ( $H_2O_2 - H_2O$ ) reduksiyasını kataliz edirlər. APO askorbat-qlutation tsiklinin I-ci mərhələsində askorbatı elektron donoru kimi istifadə edir və bitki hüceyrəsində hidrogen peroksidin detoksifikasiyası üçün ən vacib peroksidazalardan biri hesab edilir (Noktor and Foyer, 1998). Bizim işdə NaCl-un qatılığından asılı olaraq askorbatperoksidaza və qvayakolperoksidaza fermentlərinin fəallığının dəyişməsi ayrı-ayrı genotiplərdə fərqli şəkildə olmuşdur. Belə ki, NaCl-un 150 mM qatılığında tədqiq olunan bütün genotiplərdə APO-nun fəallığı nəzarətlə müqayisədə artmışdır. NaCl-un 300 mM qatılığında isə APO-nun fəallığı yumşaq buğdalarda kəskin azalmışdır. Bərk buğdalardan Qaraqılçiq-2 genotipində fermentin fəallığı əvvəlki duz qatılığı ilə müqayisədə azalsa da, Bərəkətli-95 genotipində isə əksinə artmışdır. Duz stresi zamanı APO-nun fəallığının artması onun latent formalarının fəallığının artması və ya fermentin yeni molekulunun sintezi ilə bağlı ola bilər. QPO stresə dərhal cavab verən fermentdir. QPO fermentinin fəallığı NaCl-un 150 mM qatılığında bütün genotiplərdə nəzarət variantı ilə müqayisədə artmış, NaCl-un 300 mM qatılığında isə Nurlu-99, Əzəmətli-95 genotiplərində kəskin azalmışdır. Bərəkətli-95 genotipində QPO-nun fəallığı duzun yüksək qatılığında da artmışdır. QPO fenol birləşmələrinin metabolizmində və liqнинin sintezində iştirak edir. Duzun yüksək qatılığında QPO fermentinin fəallığının artması antioksidant müdafiənin işə düşməsi və eyni zamanda, hüceyrə divarının möhkəmlənməsi ilə bağlı olan qeyri-spesifik reaksiyanın nəticəsi ilə izah oluna bilər (Mitteler et al., 2002).

QR fermentinin fəallığı NaCl-un hər iki qatılığında (NaCl-un 150 mM qatılığında Bərəkətli-95 genotipi istisna olmaqla) tədqiq edilən bütün genotiplərdə nəzarət variantı ilə müqayisədə azalmışdır. QR fermentinin

fəallığının azalması qlütation molekulunun dağılması və ya sintezinin azalması ilə izah oluna bilər.

**3. Buğda genotiplərinin məhsuldarlıq göstəricilərinə duz stresinin təsiri.** Məhsulun formalaşması mürəkkəb proses olub, vegetasiyanın müəyyən fazalarında müxtəlif stres amillərinin təsirindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Duz stressi ətraf mühitin mənfi amili kimi, bitkinin morfofizioloji əlamətlərinə təsir göstərərək, onun assimilyasiya fəaliyyətini azaldır. Bu da öz növbəsində sonda məhsula ciddi təsir göstərir. Hər bir genotipin məhsulunun struktur xüsusiyyəti onun vegetasiya dövründəki bütün fizioloji fəaliyyətinin yekunudur. Bu səbəbdən, onların duzadavamlılığını müəyyən etmək üçün məhsulun struktur analizi xüsusi əhəmiyyət daşıyır. Bu məqsədlə, apardığımız tədqiqat işində dərzin kütləsi, dənin kütləsi (1 m<sup>2</sup>-də), 1000 dənin kütləsi ilə yanaşı, sünbül elementləri (sünbülün uzunluğu və eni, sünbülçüklərin sayı, sünbülün kütləsi, sünbüldə olan dənin sayı və kütləsi) kimi aqronomik göstəricilər öyrənilmişdir (Cədvəl 2).

**Cədvəl 2**

Buğda genotiplərinin məhsulunun struktur elementləri

Sort	Variant	dərzin kütləsi, q/m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup> -də dənin kütləsi, q/m <sup>2</sup>	1000 dənin kütləsi, q	sünbül		sünbülçüklərin sayı (ədəd)	sünbülün kütləsi, (q)	sünbüldə dən		məhsul indeksi
					uzunluğu, (sm)	eni, (sm)			sayı (ədəd)	kütləsi (q)	
Qiyəmətli-2/17	I	1903	740	54,00± 2,72	10,00± 0,38	1,60± 0,08	21,4 ± 1,24	3,84± 0,17	67,00± 3,35	2,73± 0,13	0,39± 0,02
	II	1526	482	46,40± 3,25	7,10± 0,18	1,40± 0,09	17,00± 0,61	2,56 ±0,09	45,00± 1,71	2,09± 0,06	0,31± 0,01
Nurlu-99	I	1866	684	48,0± 1,63	10,0 ± 0,32	1,5± 0,10	17,00± 1,02	2,64± 0,13	45,00± 1,75	2,16± 0,11	0,37± 0,02
	II	1572	430	44,60± 1,56	8,10± 0,28	1,10± 0,05	15,0 ± 0,43	2,00± 0,07	39,00± 1,13	1,74± 0,07	0,27± 0,01
Əzəmətli-95	I	1824	658	47,00± 2,67	12,30± 0,41	1,70± 0,11	20,00 ± 0,96	3,32± 0,23	60,00± 2,26	2,52± 0,18	0,36± 0,02
	II	1464	399	44,00± 1,49	9,00± 0,19	1,30± 0,07	18,00± 0,71	2,11± 0,05	45,00± 1,89	2,00± 0,12	0,27± 0,03
Qaraqılçıq-2	I	1751	600	47,30± 2,36	9,80 ± 0,44	1,20± 0,05	16,20± 0,93	2,44± 0,06	49,00± 1,45	2,12± 0,04	0,34± 0,03
	II	1300	258	39,00± 1,13	6,00± 0,15	0,90± 0,03	12,00± 0,61	1,08± 0,03	36,00± 1,29	1,42± 0,07	0,20± 0,02
Bərəkətli-95	I	2107	654	51,00± 2,12	8,70± 0,41	1,30± 0,06	20,00± 0,58	3,02± 0,19	52,00± 2,02	2,40± 0,16	0,31± 0,01
	II	1838	435	48,00± 1,29	8,00± 0,21	1,3± 0,04	19,00± 1,33	2,38± 0,13	40,00± 2,00	2,00± 0,08	0,24± 0,03

I – nəzarət, II – təcrübə

Məhsuldarlığın əsas göstəricilərindən olan dənin kütləsi (1 m<sup>2</sup>-də) yumşaq buğda genotiplərində şorlaşmanın təsirindən Qiymətli 2/17-də 40,0%, Nurlu-99-da 37,0%, Əzəmətli-95-də isə 39,0% azalmışdır. Bərk buğda genotiplərində azalma isə Qaraqılçiq-2-də 57,0%, Bərəkətli-95-də isə 33,0% təşkil etmişdir. Məlumdur ki, yekun olaraq dən məhsulu bir bitkidə olan sünbüllərin sayı, sünbülün kütləsi, sünbüldə olan sünbülcüklərin sayı, sünbüldə olan dənlərin sayı və kütləsi kimi göstəricilərlə müəyyən olunur. Bizim tədqiqatlarda sünbülün struktur elementləri duz stresinin təsirindən əhəmiyyətli dərəcədə azalmışdır. Sünbüldə olan dənlərin və sünbülün kütləsi kütləsi Qiymətli-2/17 genotipində 27,0-33,0%, Nurlu-99 genotipində 20,0-24,0%, Əzəmətli-95 genotipində 20,0-36,0%, Qaraqılçiq-2 genotipində 33,0-56,0%, Bərəkətli-95 genotipində 17,0-21,0% azalmışdır.

Tədqiq olunan genotiplərin məhsuldarlıq göstəriciləri əsasında korrelyasiya, variasiya və klaster analizləri həyata keçirilmişdir. Məhsuldarlıq göstəriciləri arasındakı xətti əlaqəni müəyyən etmək üçün aparılan korrelyasiya analizinin nəticələrinə əsasən, nəzarət bitkilərində sünbüldə olan dənlərin kütləsi ilə sünbülcüklərin sayı və sünbülün kütləsi arasında 95% statistik etibarlı ( $P < 0,05$ ), sünbüldə olan dənlərin sayı arasında isə 90% statistik etibarlı ( $P < 0,1$ ) əlaqə mövcuddur. Sünbülün kütləsi ilə sünbülcüklərin sayı arasında isə 90% statistik etibarlı müsbət əlaqənin olması aşkar edilmişdir. Təcrübə bitkilərində nəzarət bitkilərindən fərqli olaraq, əlamətlər arasında daha çox əlaqənin olması aşkarlanmışdır. Belə ki, təcrübə bitkilərində sünbülün kütləsi ilə 1 m<sup>2</sup>-də olan dənlərin kütləsi, sünbüldə olan dənlərin kütləsi ilə sünbülün eni və kütləsi arasında 95% statistik etibarlı yəni, orta statistik əhəmiyyətli əlaqənin mövcudluğu müəyyən edilmişdir. Bununla yanaşı, sünbülün eni ilə sünbülcüklərin sayı, sünbülün kütləsi və sünbüldə olan dənlərin sayı arasında 90% statistik etibarlı müsbət əlaqənin olması aşkar edilmişdir. Variasiya analizinin nəticəsinə görə nəzarət və təcrübə bitkilərində dərzin kütləsi, 1 m<sup>2</sup>-də dənin kütləsi, sünbülün kütləsi və sünbüldə olan dənlərin sayı üzrə yüksək variasiya müşahidə olunmuşdur. Variasiya həddi nəzarət bitkilərində dərzin kütləsi üzrə 356 q, 1 m<sup>2</sup>-də dənin kütləsi üzrə 234 q olduğu halda, təcrübə bitkilərində dərzin kütləsi üzrə 538 q, 1 m<sup>2</sup>-də dənin kütləsi üzrə isə 224 q təşkil etmişdir.

Davamlılıq indeksləri (Yp, Ys, OM, Tol, SHI, STI) əsasında Qiymətli 2/17 genotipinin məhsuldar, orta davamlı, Nurlu-99 və Bərəkətli-95 genotiplərinin məhsuldar, davamlı, Əzəmətli-95 genotipinin orta məhsuldar, orta davamlı, Qaraqılçiq-2 genotipinin isə həssas olduğu müəyyən olunmuşdur.

## NƏTİCƏLƏR

1. Tarla şəraitində yetişdirilən bərk və yumşaq buğda genotipləri ilə aparılan tədqiqatlar zamanı müəyyən edilmişdir ki, şorlaşmanın təsirindən assimilyasiyaedici orqanların (yarpaq, gövdə, sünbül) səthinin sahələri və onların quru kütlələri azalır. Bitkilərdə böyümənin ləngiməsi, əsasən, kollanma-boruyaçırma fazalarında müşahidə edilmişdir.
2. Tarla şəraitində yetişdirilən bitkilərdə xloroplastların funksional xüsusiyyətlərinin tədqiqi zamanı müəyyən olunmuşdur ki, ikinci fotosistemin fəallığı (Fv/Fm) Əzəmətli-95 və Bərəkətli-95 genotiplərində daha az dəyişir. Süni iqlim şəraitində NaCl duzunun 150 mM qatılığı Fv/Fm nisbətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərməmişdir. NaCl-un 300 mM qatılığında isə xloroplastların fotokimyəvi fəallığı azalmışdır. Bu azalma daha çox quraqlığa həssas Qaraqılçiq-2 genotipində müşahidə edilmişdir.
3. NaCl duzunun qatılığı artdıqca tədqiq edilən genotiplərin yarpaq hüceyrələrində kalium ionunun miqdarı artmış, natrium ionunun miqdarı isə azalmışdır. NaCl-un 150 mM qatılığında  $K^+/Na^+$  nisbətinin yüksək qiyməti Əzəmətli-95, Nurlu-99 və Bərəkətli-95 genotiplərində, NaCl-un 300 mM qatılığında isə Bərəkətli-95 genotipində müşahidə olunmuşdur.
4. NaCl duzunun birbaşa təsiri nəticəsində buğda genotiplərinin yarpaq və köklərində prolinin miqdarı kəskin artmışdır. NaCl-un qatılığını tədricən 300 mM-a qədər artırdıqda isə prolinin miqdarı köklərdə artmış, yarpaqlarda isə nəzarət nümunələri səviyyəsində qalmışdır. Sərbəst prolinin siqnal sistemi kimi tədqiqi əsasında NaCl-un modelləşdirilməsi öyrənilən genotiplərin adaptiv potensialını müəyyən etməyə imkan vermişdir.
5. Buğda genotiplərində antioksidant fermentlərin fəallığının tədqiqi göstərmişdir ki, NaCl-un 150 mM qatılığında APO, KAT və QPO fermentlərinin fəallığı artır, QR fermentinin fəallığı isə (Bərkətli-95 genotipi istisna olmaqla) azalır. NaCl-un 300 mM qatılığında isə sortların genotipik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq fermentlərin fəallıqları dəyişmiş və Bərəkətli-95 genotipində APO, QPO fermentlərinin fəallığı yüksək olmuşdur.
6. Müəyyən edilmişdir ki, duz stresi buğda genotiplərin məhsuldarlığına və məhsulun struktur elementlərinə (dərzin kütləsi, 1000 dənin kütləsi, sünbülün kütləsi, 1 sünbüldə olan sünbülcüklərin sayı və kütləsi və s.) mənfi təsir göstərir. Məhsulun nisbi azalması yumşaq buğda genotipləri Qiymətli 2/17-də 35,0%, Nurlu-99-da 37,0%, Əzəmətli-95-də 39,0%, bərk buğda genotipləri Qaraqılçiq-2-də 57,0%, Bərəkətli-95-də isə



33,0% təşkil etmişdir.

7. Qidalı aqar mühitində NaCl qradienti yaratmaqla eksperimental sistem işlənib hazırlanmışdır. Bu metod duzun bitkinin həm kök, həm də digər vegetativ orqanlarına olan təsirini qiymətləndirməyə imkan verir.

## TÖVSİYYƏLƏR

1. Bitkiləri *in vitro* şəraitdə yetişdirmək məqsədilə tərəfimizdən işlənib hazırlanmış qidalı aqar mühiti müxtəlif stres faktorlarının bitkilərə təsirinin öyrənilməsi zamanı fizioloji, molekulyar, biokimyəvi tədqiqatların aparılmasında daha dəqiq nəticələr almaq üçün istifadə edilə bilər.
2. Nurlu-99 və Bərəkətli-95 genotiplərinin zəif və orta dərəcədə şorlaşmış torpaqlarda əkilməsi və duzadavamlı sortların yaradılması üçün ilkin material kimi seleksiyada istifadə olunması məqsədəuyğundur.

### **Dissertasiya mövzusu üzrə dərc edilmiş elmi əsərlərin siyahısı**

1. Карагезов Т.Г., Ибрагимова У.Ф., Мамедова М.Г. Стрессорная реакция листьев и корней различных генотипов пшеницы при внезапном и постепенном засолении // Известия НАН Азербайджана (биологические науки), 2008, т. 63, № 5-6, с. 14-21.
2. İbrahimova Ü.F. İntroduksiya olunmuş buğda genotiplərinin duzadavamlılığına görə qiymətləndirilməsi // AMEA Botanika İnstitutunun Elmi Əsərləri, 2009, XXIX cild, s. 660-664.
3. Ибрагимова У.Ф. Анализ солеустойчивости генотипов пшеницы, отличающихся по архитектонике // Труды Института Микробиологии НАН Азербайджана, 2009, т. VII, с. 189-192.
4. İbrahimova Ü.F. Buğda genotiplərinin duzadavamlılığına görə tədqiqi // Azərbaycan Botaniklər cəmiyyətinin elmi əsərləri, 2010, c. I, s. 304-307.
5. Azizov İ.V., Khanisheva M.A., İbrahimova U.F. Effect of salinity on chlorophyll content and activity of photosystems of wheat genotypes / The 15<sup>th</sup> International Congress of Photosynthesis. China: Beijing, 2010, PS18.28, p. 256.
6. İbrahimova U.F. Nitrogen, potassium and sodium content in wheat cultivars under salinity / Abstracts of International Conference "Photosynthesis Research for Sustainability". Azerbaijan: Baku, 2011, p. 140.

7. Alieva D.R., Suleymanova Z.C., İbrahimova U.F., Mammadov A.Ch. The influences of salt stress on some physiological parameters and peroxidase isoenzymes in two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars / Abstracts of International Conference “Photosynthesis Research for Sustainability”, Azerbaijan: Baku, 2011, p. 120.
8. Карагезов Т.Г., Мамедова М.Г., Асадова С.Ш., Ибрагимова У.Ф. Методический подход для определения степени адаптивности растений пшеницы путем моделирования нарастающего воздействия солевого стрессор // *Azərbaycan ET Əkinçilik İnstitutunun elmi əsərləri məcmuəsi*, 2012, XXIII cild, s. 101-105.
9. Ибрагимова У.Ф., Азизов И.В., Мамедова М.Г. Реакция сортов твердой и мягкой пшеницы на хлоридное засоление // *Физиология растений и генетика*, 2013, т. 45, №5 с. 399-407.
10. Aziziov I.V., Khanisheva M.A., Ibrahimova U.F. Effect of salinity on chlorophyll content and activity of photosystems of wheat genotypes / Proceedings of the 15th International Conference on Photosynthesis. China: Beijing, 2010. In: *Photosynthesis Research for Food, Fuel and Future*. China: 2013, p. 548-551.
11. İbrahimova Ü.F. NaCl duzu stresinin buğda genotiplərinin bəzi morfofizioloji göstəricilərinə təsiri // *AMEA-nın Xəbərləri (biologiya və tibb elmləri)*, 2013, cild 68, №2, s. 53-58.
12. Ibrahimova U.F., Garagezov T.H., Mammadov A.Ch., Feyziyev Y.M. Effect of salinity on the physiological functions of wheat cultivars / Abstracts of the International Conference: *Photosynthesis Research for Sustainability: in honor of Jalal Aliyev*”. Azerbaijan: Baku, 2013, p. 127.
13. Ibrahimova U.F., Hasanova G., Suleymanova Z.J., Mammadov A.Ch. Effect of salinity stress on wheat grain quality and screening for tolerance by molecular markers // *Abstracts of the International Plant Breeding Congress*. Turkey: Antalya, 2013, p. 318.
14. İbrahimova Ü.F., Qaragözov T.H. Duz stresi şəraitində buğda sortlarının müxtəlif inkişaf fazalarında morfofizioloji göstəricilərinin öyrənilməsi // *AMEA-nın Xəbərləri (biologiya və tibb elmləri)*, 2014, cild 69, №3, s. 52-57.

**МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ  
ОСОБЕННОСТИ ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ,  
ПОДВЕРЖЕННЫХ СОЛЕВОМУ СТРЕССУ**

**РЕЗЮМЕ**

Представленная работа посвящена изучению влияния солевого стресса на морфофизиологические и биохимические особенности районированных в Азербайджане сортов твердой и мягкой пшеницы в полевых и лабораторных условиях. Проведенные исследования показали, что растения в зависимости от своих генотипических особенностей проявляли различную реакцию на стрессорное воздействие.

На основании проведенных в полевых условиях исследований по изучению изменений морфофизиологических показателей (при общем засолении почвы 0,24% и 1,10%) выявлено, что максимальная задержка в росте растений приходится на фазы кушения и трубкования. Под влиянием засоления уменьшались: ассимиляционная поверхность листьев, стебеля, колоса, их сухая биомасса и показатели урожайности (масса зерна, длина колоса, масса колоса, количество колосков в колосе, количество и масса зерен в колосе и т.д.). У всех изученных генотипов общее количество фотосинтетических пигментов во флаговом листе уменьшалось в начале фазы колошения, и эта тенденция прослеживалась и в последующих фазах развития. Такая же закономерность наблюдалась относительно активности фотосистемы II. Анализ данных по урожайности позволил сгруппировать генотипы в кластеры.

В лабораторных условиях были определены: количество свободного пролина; соотношение  $K^+/Na^+$ ; активность антиоксидантных ферментов, участвующих в инактивации активных форм кислорода.

Определение динамики накопления пролина в листьях и корнях под действием внезапного и постепенного засоления дало возможность в определенной степени охарактеризовать генетически детерминированную устойчивость и впервые выявить адаптивную способность изученных сортов.

Значительные изменения активности антиоксидантных ферментов, под влиянием NaCl позволили определить антиоксидантный статус генотипов.

Впервые, на основе создания NaCl-градиента (на фоне минерального питания) была использована система, дающая возможность изучать действие моделируемого первичного и вторичного засоления на растения и визуально наблюдать воздействие стрессора на развитие корней и других вегетативных органов.

**MORPHOPHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES  
OF WHEAT GENOTYPES EXPOSED TO SALT STRESS**

**SUMMARY**

Effects of salt stress on morphophysiological and biochemical properties of durum and bread wheat genotypes regionalized in Azerbaijan have been studied under field and laboratory conditions. Depending on genetic characteristics various wheat genotypes respond differently to stress factors.

Under field conditions (total soil salinity of 0.24%; 1.10%) growth retardation was observed mainly during earing and tube formation phases with following relative coordination depending of their adaptive properties. Moreover, salinity caused decreases in surface areas, dry biomass and parameters of productivity (ear length and mass, number of ears, grain number) of assimilation organs such as leaf, stem and ear. Total amount of photosynthetic pigments decreased at the beginning of the earing phase in flag leaves of all genotypes and this tendency was observed during subsequent growth phases (flowering, wax ripeness, maturation). The activity of Photosystem 2 also decreased in all genotypes (flowering-maturation phases) under salt stress. Cluster analysis of the results according to productivity allowed us to group studied genotypes.

In addition to morphophysiological parameters some physiological and biochemical properties ( $K^+/Na^+$  ratio, which is considered as one of the main parameters in salt tolerance screening, proline amount, activities of antioxidant enzymes involved in scavenging of reactive oxygen species) of wheat salt tolerance mechanisms have been studied under artificial climatic conditions (in laboratory). The study of the dynamics of proline accumulation in leaves and roots during immediate and gradual influence of different NaCl concentrations allowed us to reveal some characteristics of initial and adaptive tolerance of studied genotypes under stress. Our studies confirmed that genotype Barakatli-95 was tolerant and Garagilchig-2 sensitive to salt stress. Significant changes were detected in activities of antioxidant enzymes depending on NaCl concentrations and thereby antioxidant statuses of genotypes were established.

For the first time the experimental system was developed by creating NaCl gradient in nutrient agar medium. This method allows evaluating salt effects on roots and other vegetative organs of plants.

Сифариш № 18. Тиражы 100 нцсхя  

---

Азърбайъан МЕА Эеолоэийа вә Geofizika  
Институту  
«Нафта-Пресс» няшрийаты,  
Бакы, Щ.Ъавид пр. 119, Тел.: 539-39-72

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУКА АЗЕРБАЙДЖАНА  
ИНСТИТУТ БОТАНИКИ**

---

*На правах рукописи*

**УЛЬКАР ФАИГ ГЫЗЫ ИБРАГИМОВА**

**МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ  
ОСОБЕННОСТИ ГЕНОТИПОВ ПШЕНИЦЫ  
ПОДВЕРЖЕННЫХ СОЛЕВОМУ СТРЕССУ**

2411.02 – Физиология растений

Диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии в области биологических наук

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

**БАКУ – 2015**