

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI  
BOTANİKA İNSTİTUTU**

---

---

*Əlyazması hüququnda*

**MƏSMƏ YAQUBƏLİ QIZI NƏSRULLAYEVA**

**AZƏRBAYCANDA YERLİ VƏ İNTRODUKSİYA OLUNMUŞ ARPA  
GENOTİPLƏRİNİN MÜXTƏLİF EKOLOJİ ŞƏRAİTLƏRDƏ  
MORFOFİZİOLOJİ VƏ BİOKİMYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ**

**2406.02 – Biokimya**

*Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru elmi  
dərəcəsi almaq üçün təqdim edilən dissertasiyanın*

**AVTOREFERATI**

**Bakı – 2014**

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun Bitkilərin Biokimyası və Texnologiya şöbələrində və Botanika İnstitutunun Bioadaptasiya laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

**Elmi rəhbər:**

**Biologiya üzrə elmlər doktoru,  
professor, AMEA-nın həqiqi üzvü  
İ.M. HÜSEYNOVA**

**Elmi məsləhətçi:**

**Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru,  
Q.Q. QASIMOV**

**Rəsmi opponetlər:**

**Kimya üzrə elmlər doktoru,  
professor, Əməkdar elm  
xadimi S.V. SƏRKƏROV**

**Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru,  
professor İ.S. ZÜLFÜQAROV**

**Aparıcı təşkilat:**

**Azərbaycan KTN Elmi-Tədqiqat  
Əkinçilik İnstitutunun Bitki  
fiziologiyası və biotexnologiya  
şöbəsi**

Dissertasiyanın müdafiəsi «\_\_29\_\_» «\_\_10\_\_» 2014-cü il saat 13<sup>00</sup> - da Azərbaycan MEA Botanika İnstitutunun D.01.061. Dissertasiya Şurasının yığıncağında aşağıda göstərilən ünvanda keçiriləcəkdir.

**Ünvan:** Bakı şəhəri, AZ1073, Badamdar şossesi, 40.

Dissertasiya ilə AMEA Botanika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Dissertasiyanın avtoreferatı «\_\_» «\_\_\_\_\_» 2014-cü il tarixində göndərilmişdir.

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

**S.C. İBADULLAYEVA**

## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı.** Qlobal iqlim dəyişiklikləri, temperaturun artması, düşən yağıntıların miqdarının azalmasının nəticəsi kimi dünyada kəskin quraqlıq müşahidə olunur. Quraqlıq və səhralaşma kənd təsərrüfatı bitkilərinin, xüsusilə ərzaq bitkilərinin məhsuldarlığının və dəninin keyfiyyətinin aşağı düşməsinə səbəb olur (Aranjuelo et al., 2011; Li et al., 2013). İqlim dəyişiklikləri üzrə fəaliyyət göstərən Dövlətlərarası Qurumların ekspertlərinin proqnozlarına görə, gələcəkdə yağıntıların daha da azalması və nəticədə evapotranspirasiya proseslərinin güclənməsi gözlənilir (Solomon et al., 2007). Mütəxəssislərin hesablamalarına görə, zəruri addımlar atılmasa, yaxın 30-35 ildə dünya ərzaq problemi ilə üzləşə bilər. Bunun da əsas səbəblərindən biri kimi quraqlıq göstərilir. Bu baxımdan hal-hazırda bütün dünyada, o cümlədən, respublikamızda stresə davamlı bitki sortlarının yaradılması istər klassik seleksiyanın, istərsə də molekulyar-genetik tədqiqatların prioritet istiqamətlərindən biri sayılır.

Arpa (*Hordeum vulgare* L.) bütün dünyada yayılmasına və istehsalına görə, buğda, düyü və qarğıdalıdan sonra dənli bitkilər arasında 4-cü yeri tutur (<http://faostat.fao.org>). Müxtəlif sahələrdə (ərzaq, yem, pivə istehsalı və s.) geniş istifadəsi, arpa bitkisini digər dənli bitkilərdən fərqləndirir (Sreenivasulu et al., 2008). Arpa az qulluq tələb edən, eyni zamanda qiymətli və iqtisadi cəhətdən effektiv bir bitkidir. Nisbətən qısa vegetasiya müddətində yetişməsi, yüksək temperatura, quraqlığa və duzluluğa davamlı olması dünyanın bir çox ölkələrində onun əkilib-becərilməsini şərtləndirir. Azərbaycanda bu bitkinin becərilməsi üçün əlverişli şəraitin olmasına baxmayaraq, ayrı-ayrı illərdə ekoloji şəraitin kəskin dəyişməsi nəticəsində bitkinin məhsuldarlığı kifayət qədər azalmışdır.

Arpa mühüm kənd təsərrüfatı bitkilərindən biridir və müxtəlif tədqiqatlar üçün model kimi geniş istifadə olunur. Onun genomunun ölçüsü böyük olub, 5.1 Gb təşkil edir və 2012-ci ildə tam oxunmuşdur (Mayer et al., 2012). Arpa coğrafi biomüxtəliflik də daxil olmaqla zəngin təbii müxtəlifliyə malikdir və son illər arpanın genomikində böyük uğurlar əldə edilmişdir Varshney et al., 2007; Mayer et al., 2012).

Arpa sortlarının coğrafi cəhətdən fərqlənən böyük kolleksiyası iqlim dəyişikliklərinin məhsuldarlığa və bitkilərin adaptasiyasına təsirini aydınlaşdırmaq üçün mühüm mənbədir. Arpa ətraf mühitin əlverişsiz amillərinə adaptasiya olunaraq, buğda bitkisinə nisbətən daha yüksək tolerantlıq göstərir (Nevo et al., 2012). Lakin, kəskin quraqlıq şəraiti arpa məhsuldarlığını əhəmiyyətli dərəcədə azaldan mühüm abiotik amildir (Akash, 2013).

Məlumdur ki, bitki hüceyrələrində quraqlıq stresinin təsirindən baş verən oksidləşdirici proseslər nəticəsində oksigenin fəal formaları (OFF) - superoksid ( $O_2^{\cdot}$ ), hidrogen peroksid ( $H_2O_2$ ), hidroksil radikalları ( $OH^{\cdot}$ ) və atomar oksigenin ( $^1O_2$ ) miqdarı sürətlə artır (Faize et al., 2011). Hüceyrədə OFF ilə antioksidant

fermentlər arasında mövcud olan balansın pozulması bir sıra oksidləşdirici zədələnmələrin əmələ gəlməsinə zəmin yaradır. Bitkilər OFF-larının zədələyici təsirini aradan qaldıra biləcək güclü antioksidant müdafiə sisteminə malikdirlər (Joseph, Jini, 2011). Bitki hüceyrələrində yaranan OFF-lərin toksiki təsirinə qarşı fəaliyyət göstərən fermentativ (superoksiddismutaza, katalaza, askorbat-peroksidaza, qlütation-reduktaza və s.) və qeyri-fermentativ (askorbin turşusu, tokoferol, qlütation, fenol birləşmələri və s.) antioksidant sistemləri mövcuddur (Ahmad et al., 2010). Son on il ərzində bitkilərin oksidləşdirici stresə qarşı cavab reaksiyalarının molekulyar-genetik mexanizmləri daha dərinə öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, bitkilərdə 150-dən artıq gen OFF-in detoksikasiyasında iştirak edən fermentlərin sintezini kodlaşdıraraq, yüksək təşkil olunmuş OFF-nin gen şəbəkəsini əmələ gətirir (Mittler et al., 2004). Antioksidant metabolizm bitkilərin quraqlığa cavab reaksiyalarında əhəmiyyətli rol oynaya bilir. Antioksidant sistemin eyni bir stres amilinə qarşı cavab reaksiyası bitkinin növündən, yaşından, becərilmə şəraitindən (Poleskaya, 2007) və stresin davam etmə müddətindən asılıdır (Ashraf, 2010; Aranjuelo et al., 2011).

Ətraf mühitin əlverişsiz stres amillərinə qarşı yüksək davamlılığın əldə olunmasında hüceyrədə əsas funksiyalara cavabdeh olan, yəni hüceyrə komponentlərinin quruluşunu saxlaya bilən genlərlə aparılan manipulyasiyalar böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu istiqamətdə müasir ədəbiyyat məlumatlarının təhlili göstərmişdir ki, stres amillərinə qarşı ümumi cavab reaksiyası mövcud deyildir (Amini, 2013; Fayez and Bazaid, 2014). Bitkilərin quraqlığa davamlılığının müəyyən edilməsi və effektiv seleksiya işlərinin aparılması üçün molekulyar markerlərdən geniş istifadə olunur.

**Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri.** Tədqiqatın məqsədi - ekoloji şəraitdən asılı olaraq yerli və introduksiya olunmuş arpa genotiplərinin (ikicərgəli *Nutans* və alticərgəli *Pallidum*) morfofizioloji və biokimyəvi xüsusiyyətlərini müqayisəli öyrənmək, genotiplərin quraqlığa davamlılıq potensialını aşkar etmək və yüksək göstəricilərə malik arpa nümunələrini müəyyən etməkdən ibarətdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı vəzifələr qarşıya qoyulmuşdur:

- Müxtəlif ekoloji şəraitlərdə arpa bitkisinin vegetasiya dövründə fenoloji müşahidələrin aparılması;
- Müxtəlif ekoloji şəraitdə becərilən arpa genotiplərinin morfofizioloji əlamətlərinin öyrənilməsi;
- Ekoloji şəraitlərdən asılı olaraq arpa genotiplərinin məhsuldarlığı və dənin struktur elementlərinin təyini;
- Arpa genotiplərində zülal, nişasta və amin turşularının miqdarının təyin edilməsi;
- Arpa genotiplərində Hordein və monomer prolamin ehtiyat zülallarının təyini;
- Seçilmiş sortnümunələrin genetik müxtəlifliyinin və oxşarlıq dərəcəsinin müəyyən edilməsi;

- Genotiplərin quraqlığa davamlılığının RAPD markerlərlə qiymətləndirilməsi;
- Arpa genotiplərində normal suvarılma və quraqlıq zamanı antioksidant fermentlərin (KAT, APO, QR və SOD ) fəallığının və izoferment tərkibinin tədqiqi;
- Torpaq quraqlığı şəraitində yetişdirilən bitkilərdən ayrılmış xloroplastlarda FSI və FSII-nin fotokimyəvi fəallığının təyini.

**İşin elmi yeniliyi.** İlk dəfə olaraq torpaq-iqlim şəraitinə görə fərqlənən Cəlilabad, Qobustan, Tərtər və Abşeron bölgələrində becərilmiş arpa genotiplərinin morfofizioloji, biokimyəvi və molekulyar xüsusiyyətləri kompleks şəkildə tədqiq edilmişdir. İkiçərgəli *Nutans* və altıçərgəli *Pallidum* növmüxtəlifliklərində dən məhsulunun, onun struktur elementlərinin və biokimyəvi keyfiyyət göstəricilərinin müqayisəsi nəticəsində hər bir bölgə üçün yüksək məhsuldar nümunələr seçilərək, praktiki seleksiya işlərində istifadəsi tövsiyə edilmişdir.

32 yerli və introduksiya olunmuş arpa genotiplərində hordein ehtiyat zülallarının elektroforetik spektrləri analiz edilmiş, A, B və C zonalarında 22 spektr və 22 müxtəlif pattern müşahidə edilmişdir. Nəticələr üzrə klaster analizi tətbiq edilmiş və Cakkard oxşarlıq indeksi əsasında arpa sortnümunələrinin 6 qrupda birləşməsi müəyyən edilmişdir.

Arpa genotiplərinin quraqlığa davamlılığı P6 və P7 praymerlərinin iştirakı ilə RAPD-PZR metodu ilə tədqiq edilmişdir. Genotiplərin 59%-də hər iki praymer üçün xarakterik fraqmentlər sintez olunmuşdur ki, bu da onlarda quraqlığa davamlılıqla assosiasiya təşkil edən lokusların olduğunu göstərir, 6% nümunədə isə heç bir xarakterik amplifikasiya məhsulu identifikasiya edilməmişdir.

Arpa genotiplərinin quraqlıq stresinə davamlılığında antioksidant müdafiə sisteminin rolu tədqiq edilmişdir. Quraqlığın təsirindən bitkilərdə KAT və SOD-un fəallıqları artmış, APO-nun fəallığı isə azalmışdır. Kəskin quraqlıq şəraitində QR-in ümumi fəallığı K 2778 və St. Qarabağ 7 genotiplərində artmış, №77 yerli və St.Pallidum 596 genotiplərində isə azalmışdır. Eyni zamanda FSII-nin fotokimyəvi fəallığının su qıtlığının təsirindən əhəmiyyətli dərəcədə azalması göstərilmişdir.

Tədqiqat işinin nəticəsi kimi Azərbaycan mənşəli K-2778, Bolqarıstan mənşəli Hemus və Rusiya mənşəli Stepnyak genotipləri biokimyəvi göstəricilərinə görə dəmə bölgələri üçün quraqlığa davamlı genotip kimi qiymətləndirilmişdir.

**Praktiki əhəmiyyəti.** Müxtəlif ekoloji şəraitlərdə arpa genotiplərinin əsas morfofizioloji, biokimyəvi göstəricilərinin və davamlılıq potensialının müəyyən edilməsi bir test kimi bu nümunələrin bölgələrin iqlim şəraitinə uyğun şəkildə əkilməsinə imkan yaradır. Alınan nəticələrdən gələcək seleksiya işlərində yüksək keyfiyyətli, məhsuldar, quraqlığa davamlı yeni arpa sortlarının yaradılmasında və qiymətləndirilməsində istifadə oluna bilər. Bu əlamətlərin optimal göstəricilərinə malik olan arpa sortnümunələri respublikamızda heyvandarlığın yem bazasının təşkili üçün geniş ərazilərdə becərilə bilər. Molekulyar markerlərdən istifadə edilməsi ilkin seleksiya materiallarının identifikasiyası üçün yeni imkanlar yaradır

və yeni hibrid xətlərin yaranmasını asanlaşdırır.

**İşin aprobasiyası.** Dissertasiya işinin nəticələri "Biologiyanın müasir problemləri" mövzusunda respublika elmi konfransında (BDU, 2008), H.Ə.Əliyevin anadan olmasının 85-ci il dönümünə həsr olunmuş "Biologiyanın müasir problemləri" respublika elmi konfransında (BDU, 2008), XVII beynəlxalq "Qeyri-ənənəvi bitkiçilik, seleksiya, ekologiya və eniologiya və sağlamlıq" mövzusunda simpoziumunda (Aluşta, Ukrayna, 2008), "Gənc alimlərin və tədqiqatçıların Müasir Biologiyanın Nəzəri və Tətbiqi Problemləri" mövzusunda beynəlxalq elmi konfransda (BDU, 2011), Rusiya Fotobiologiya cəmiyyətinin VI qurultayında (Moskva, 2011), "Torpaqşünaslıq və Aqrokimya: H.Əliyevin torpaq islahatları ərzaq təhlükəsizliyinin təminatıdır" mövzusunda elmi-praktiki konfransda (Bakı 2013), "Photosynthesis research for sustainability" Beynəlxalq konfransında (Baku, 2011), "Yeni və qeyri-ənənəvi bitkilər və onların istifadə perspektivləri" IX Beynəlxalq simpoziumunda (Moskva, 2011), "Qeyri-ənənəvi və nadir bitkilərin introduksiyası" mövzusunda X Beynəlxalq konfransda (Ulyanovsk, 2012), "Photosynthesis research for sustainability: in honor of Jalal Aliyev" Beynəlxalq konfransında (Baku, 2013), AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun Bitkilərin Biokimyası şöbəsində və elmi seminarlarında müzakirə edilmişdir.

**İşin nəşri.** Dissertasiya materialları üzrə yerli və xarici nəşrlərdə 19 elmi iş çap edilmişdir.

**Dissertasiyanın quruluşu və həcmi.** Dissertasiya işi giriş, 6 fəsil, yekun, nəticə, tövsiyələr, əlavələr və istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı daxil olmaqla, ümumi həcmi 190 səhifədən ibarətdir. İşdə 14 cədvəl və 33 şəkildən istifadə edilmişdir. Tədqiqat işində 277 ədəbiyyat məlumatına istinad edilmişdir.

## İŞİN MƏZMUNU

**Ədəbiyyat icmalında** arpa bitkisinin mənşəyi, genetik müxtəlifliyi, Azərbaycanda yayılması və xalq təsərrüfatında rolu haqda ətraflı şərh edilmişdir. Bitkilərin məhsuldarlığını məhdudlaşdıran əsas stres amili kimi quraqlıq haqqında geniş ədəbiyyat məlumatı verilmiş, bitkilərin su qıtlığına davamlılığının molekulyar mexanizmləri təhlil edilmiş, eyni zamanda quraqlıq stresinin təsirindən induksiya olunan genlərin funksiyaları nəzərdən keçirilmişdir. Bitkilərin quraqlığa adaptasiyasını təmin edən antioksidant müdafiə sistemlərinin, xüsusilə, oksidləşdirici stres fermentlərinin rolu daha geniş işıqlandırılmışdır.

**Tədqiqatın obyektı və metodları.** Tədqiqat işi 2009-2011-ci illərdə Cəlilabad və Qobustan Bölgə-Təcrübə Stansiyalarında (BTC) dəmyə şəraitində, Tərtər və Abşeron BTC-də suvarma şəraitində aparılmışdır. Seçilmiş ərəzilər dəniz səviyyəsindən yüksəkliyinə, torpaq-iqlim şəraitinə görə kəskin fərqlənən ekoloji şəraitlərə malikdirlər. Tədqiqat üçün arpanın (*Hordeum vulgare* L.) ikicərgəli *Nutans* və altıcərgəli *Pallidum* növmüxtəlifliklərindən (21 nümunə

*Nutans* və 11 nümunə *Pallidum*) istifadə olunmuşdur. Nümunələrdə bitkinin boyu, kollanma əmsalı, əsas sünbülün uzunluğu, əsas sünbüldəki dənələrin sayı, sünbüldə dənənin kütləsi, 1000 dənənin kütləsi və məhsuldarlıq təyin edilmişdir.

Arpa dənində ümumi zülal (Ермаков и Ярош, 1969), nişasta (Ермаков и др., 1972), lizin (Мусейко, Сысоев, 1970) və triptofan amin turşularının miqdarı (Ермаков, 1972) təyin edilmişdir. Standart kimi arpanın Azərbaycanda rayonlaşmış çoxcərgəli *Pallidum* 596 və ikicərgəli Qarabağ 7 sortları götürülmüşdür.

Hordein ehtiyat zülallarının elektroforetik analizi poliakrilamid gelində F.A.Po-perelya və əməkdaşlarının (1989) metodu əsasında yerinə yetirilmişdir. Elektroforetik analizin nəticələri “0” və “1” Cakkard metodu ilə işlənmiş və nümunələr üzrə genetik yaxınlıq dərəcəsi tədqiq edilmişdir (Rohif, 2000). Patternlərin hər bir zona üzrə tanınması, genetik müxtəlifliyin hesablanması və klaster analizi yerinə yetirilmişdir. Genetik müxtəliflik indeksi Nei düsturu əsasında hesablanmışdır (Flowers, 2006).

Bitkilərin yarpaqlarından DNT CTAB metoduna əsasən ayrılmışdır (Murry and Thompson, 1980). DNT-nin təmizlik dərəcəsi və qatılığı spektrofotometrik təyin edilmiş və P6 (5'TCGGCGGTTC 3') və P7 (5'CTGCATCGTG 3') praymerlərinə istifadə olunmaqla PZR aparılmışdır (Williams et al., 1990). Amplifikasiya məhsulları 1,5%-li aqaroza gelində elektroforetik analiz olunmuşdur. Gelin vizualizasiyası üçün etidium bromiddən istifadə olunmuş və UB-ışıq altında “Gel Documentation System UVİTEK” (İngiltərə) köməyi ilə sənədləşdirilmişdir.

Katalaza fermentinin (KAT) (EC 1.11.1.6) fəallığı (Kumar and Knowles, 1993), askorbat peroksidazanın (APO) (EC. 1.11.1.11) fəallığı (Nakano and Asada, 1981) spektrofotometrik yolla təyin edilmişdir. Qlütation reduktazanın (QR) (EC 1.6.4.2) fəallığı spektrofotometrik üsulla 340 nm dalğa uzunluğunda oksidləşmiş qlütationun iştirakı ilə NADFH-ın oksidləşməsi əsasında müəyyən edilmişdir (Yannarelli, 2007). Superoksiddismutazanın (SOD) (EC 1.15.1.1) fəallığını təyin etmək üçün spesifik kitdən (SOD Assay Kit-WST, Sigma-Aldrich) istifadə olunmuşdur, optik sıxlıq 450 nm dalğa uzunluğunda təyin edilmişdir.

Askorbatperoksidaza və katalazanın izoenzim tərkibi Lemmli metoduna əsasən (Laemmli, 1970) nativ poliakrilamid gel (PAAG) elektroforez üsulu ilə öyrənilmişdir. Katalazanın izoenzim tərkibi (Anderson et al., 1995), askorbatperoksidazanın izoenzim tərkibi isə Mittler və Zilinskas metoduna əsasən (Mittler and Zilinskas, 1993) təyin edilmişdir.

Zülalların miqdarı Sedmak metoduna əsasən (Sedmak and Grossberg, 1977) müəyyən olunmuş, standart zülal kimi öküzün zərdab albuminindən istifadə edilmişdir.

Xloroplastların fotokimyəvi fəallığı polyaroqrafik metodla Klark tipli elektrodla O<sub>2</sub>-nin ayrılması və ya udulmasına görə təyin edilmişdir (Guseinova et al., 2001).

## NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

### 1. Müxtəlif ekoloji şəraitlərdə arpa bitkisinin morfofizioloji əlamətləri.

2009-2011-ci illərdə Azərbaycanın Düzən Qarabağ bölgəsi, Abşeron, Cənubi Muğan Bölgəsi və Dağlıq Şirvan zonasının dağətəyi hissəsində tarla təcrübələri qoyulmuş və müxtəlif ekoloji şəraitlərdə morfofizioloji əlamətlər (bitkinin boyu, sünbülün uzunluğu, sünbüldə sünbüclüklərin sayı, sünbüldə dənin sayı və kütləsi, 1000 dən kütləsi, məhsuldarlıq) tədqiq edilmişdir. Bitkinin boyu ilə sünbüldə dənin kütləsi və dənələrin sayı; sünbüldə dənələrin kütləsi ilə dənələrin sayı arasında 1% ehtimalla müsbət mənəli korelyasiya olmuşdur. Bitkinin boyu ilə məhsuldar kollanma əmsalı arasında 5% ehtimallıqla müsbət mənəli korelyasiya aşkar edilmişdir. Lakin sünbüldə dənin kütləsi və dənələrin sayı ilə məhsuldar kollanma əmsalı arasında 1% ehtimallıqla mənfi mənəli korelyasiya müəyyən edilmişdir.

*Cədvəl 1.* Müxtəlif ekoloji şəraitlərdə arpa genotiplərinin məhsulunun struktur elementləri

Becərilmə bölgəsi	Bitkinin boyu, sm	Sünbüldə dənin sayı, ədəd	Dənin kütləsi, q	1000 dənin kütləsi, q	Sünbülün uzunluğu, sm	Məhsuldarlıq, qr/m <sup>2</sup>
<b>İkicərgəlilər</b>						
Abşeron	99-122	25-34	1,3-1,7	43,3-58,5	7,3-11,5	320-640
Tərtər	97-127	23-30	1,1-1,6	45,0-54,4	7,0-9,5	390-670
Qobustan	87-118	23-30	0,9-1,5	41,5-55,5	8,0-9,7	400-780
Cəlilabad	74-114	20-29	0,8-1,4	34,4-50,3	7,0-9,5	270-490
<b>Altıcərgəlilər</b>						
Abşeron	103-132	42-68	2,4-3,7	43,5-64,3	6,3-11,0	350-520
Tərtər	102-127	50-65	2,4-3,1	45,7-50,2	6,3-8,7	370-620
Qobustan	95-120	45-65	2,0-2,8	40,1-53,8	6,0-9,2	410-610
Cəlilabad	91-121	38-55	1,8-2,4	36,8-47,2	6,2-9,3	220-480

Tədqiq olunan genotiplər öyrəndiyimiz əlamətlərə görə müəyyən dəyişkənliyə malikdirlər. Bu da genotiplərin fərdi xüsusiyyətlərindən və iqlimamillərindən asılıdır. Beləliklə, torpaq-iqlim şəraiti əkinin fotosintezedici sistemlərinin strukturuna mənfi təsir edərək, arpa bitkisinin fotosintetik fəallığını azaldır ki, bu da öz növbəsində məhsuldarlıqda öz əksini tapır.

**2. Müxtəlif ekoloji bölgələrdə arpa genotiplərində dənin biokimyəvi keyfiyyət göstəriciləri.** Arpa bitkisi dəninin tərkibində kifayət qədər zülal və nişasta olması ilə yanaşı, heyvan orqanizmi üçün lazım olan əvəzolunmayan amin turşuları ilə də zəngindir. Onların çatışmaması məhsulun keyfiyyətinin aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. Dən dolma dövründə havanın çox sərin və yağıntılı olması dənin keyfiyyətinə təsir göstərən əsas amillərdən biridir (Carena, 2009).

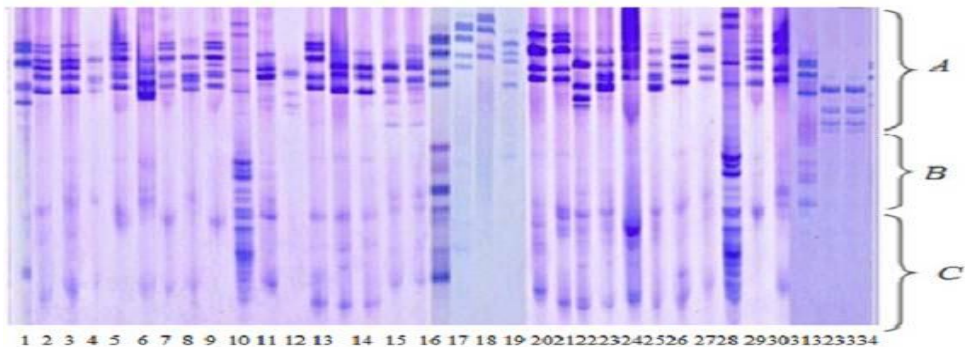


**Cədvəl 2.** Müxtəlif ekoloji bölgələrdə arpa genotiplərinin biokimyəvi göstəriciləri

Becərilmə bölgəsi	Zülal, (Nx5,7) %	Lizin, zülalə görə %-lə	Triptofan, zülalə görə %-lə	Niştasta, %
<b>İkicərgəllilər</b>				
Abşeron	11,11-13,50	2,32-2,95	0,69-0,99	48,9-60,6
Tərtər	10,48-13,46	2,34-2,88	0,55-0,88	52,0-61,7
Qobustan	11,42-13,50	2,17-2,91	0,63-0,80	47,8-58,6
Cəlilabad	10,42-13-69	2,17-2,87	0,56-0,84	48,8-58,4
<b>Altıcərgəllilər</b>				
Abşeron	11,62-13,41	2,62-2,94	0,76-0,88	51,0-58,5
Tərtər	10,91-13,27	2,25-3,09	0,60-0,75	54,2-61,6
Qobustan	11,37-13,75	2,21-2,79	0,70-0,92	52,0-57,3
Cəlilabad	12,15-13,80	2,22-2,75	0,58-0,86	50,1-58,9

2 sayılı cədvəldən göründüyü kimi, zülal göstəricisi altıcərgəli *Pallidum* növü müxtəlifliklərində ikicərgəli *Nutans* növü müxtəlifliklərinə nisbətən yüksək olmuşdur. Belə ki, ən yüksək zülal göstəricisi dəmyə şəraiti olan Cəlilabad BTS-də (13,80%) müəyyən edilmişdir.

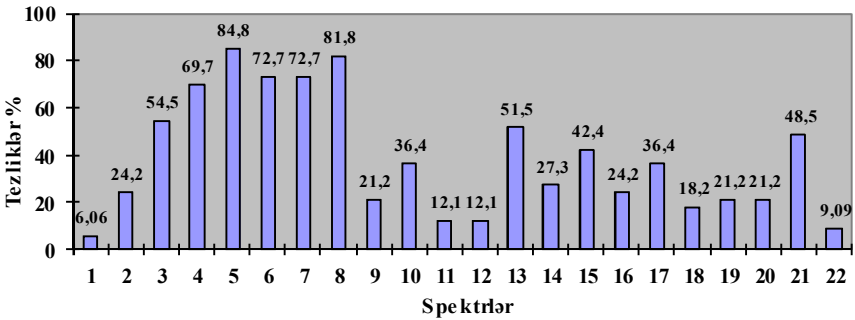
**3. Arpanın genetik müxtəlifliyin hordein və monomer prolamin ehtiyat zülallarına əsasən öyrənilməsi.** Yerli və introduksiya olunmuş arpa genotiplərində hordein ehtiyat zülallarının elektroforetik analizi aparılmışdır (Şəkil 1). Hordein ehtiyat zülallarının sintezinə nəzarət edən hordeinkodlaşdırıcı lokusların allellərinin elektroforeqrammaları şərti olaraq 3 zonaya bölünmüşdür: bunlar A, B, C hordeinlər adlanır. Heterogen hordein zülalları ona görə şərti olaraq zonalara bölünür ki, bir xromosoma aid olan elektroforetik spektrlər (allel komponentlər bloku) müxtəlif zonalarda yerləşir.



**Şəkil 1.** Yerli və introduksiya olunmuş arpa genotiplərində hordein prolaminləri əsasında təyin olunmuş spektrlər: 1 - Nutans 124/32; 2 - Zernoqrad-242; 3 - Ca-56151; 4 - Copelia; 5 - T-78854169; 6 - HW-25325; 7 - Pulanso.; 8 - Su-15767; 9 - Stepnyak; 10 - Anza; 11 - Oğlan; 12 - T-255/179, 13 - Strana; 14 - Rostovski-738; 15 - Flor-235; 16 - St.Qarabağ 7; 17 - Nutans 80-34/14; 18 - K-17893; 19 - K-90179; 20 - K-2778; 21 - Nutans 57/9; 22 - K-7820/2; 23 - K-7887; 24 - №77 yerli; 25 - K-17860; 26 - Vimpel; 27 - Hemus; 28 - Anza; 29 - Claret; 30 - Rabiola; 31 - K-1783; 32 - St.Pallidum 596; 33 - K-818; 34 - Nutans 118/21.

Hordeinlərin elektroforeqramında A və B zonalarında yüksək, C zonasında isə zəif polimorfizm müşahidə olunmuşdur. Tədqiqatlar nəticəsində A hordein zonasında 22 pattern və 9 müxtəlif spektr təyin olunmuşdur. Müşahidə edilən patternlər arasında HA2 patterni genotiplərin 12,12%-də, HA1, HA3, HA15, HA17 və HA22 patternləri isə 2 genotipdə (genotiplərin 6,05%-də) müəyyən edilmişdir. Digər patternlərin hər birinin tezliyi isə 3,03%-ə bərabər olmuşdur .

8-ci genotip 4 spektrlə az sayda, 13-cü genotip isə 13 spektrlə ən çox sayda spektrə malik genotiplər kimi qiymətləndirilmişdir. Bütün genotiplər üzrə spektrlərin orta qiyməti 0,870 olmuşdur. Genetik müxtəliflik indeksinin bu qiymətini və müşahidə edilmiş spektrlərin sayını nəzərə alaraq, A-zonasının zəngin spektr müxtəlifliyinə malik olduğunu söyləmək olar.



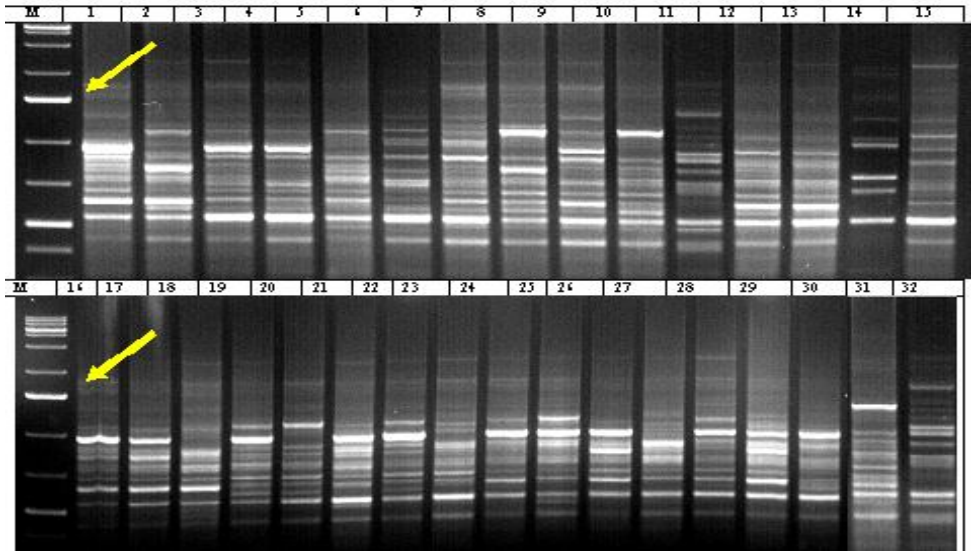
Şəkil 2. Arpa genotiplərdə hordein prolaminləri əsasında təyin olunmuş spektrlərin sayı.

Hordein kodlaşdıran lokusların B zonasında da bütün spektrlərin rastgəlmə tezliyinin müxtəlifliyinə görə polimorfizm aşkar edilmişdir (Şəkil 2). Bu zonada genotiplərin ən uyğun tezliyi (51,5%) 4-cü spektrdə, ən aşağı tezliyi isə 2-ci və 3-cü spektrlərdə (12,1%) müəyyən edilmişdir. B zonası üçün hesablanmış genetik müxtəliflik indeksi  $H = 0,920$  qiymətini almışdır. Genetik müxtəliflik indeksinin bu qiyməti B zonasının elektroforetik spektrlərinin yüksək polimorfizmə malik olduğunu göstərir.

**4. Arpa genotiplərinin quraqlığa davamlılığının molekulyar markerlərlə yoxlanılması.** Arpa (*Hordeum vulgare* L.) genotiplərinin quraqlığa davamlılığı RAPD markerlərlə yoxlanılmışdır. Morfofizioloji göstəricilərinə görə fərqlənən 32 arpa genotipindən istifadə etməklə RAPD-PZR analiz aparılmışdır. Bu zaman quraqlığa davamlılıqla əlaqəli P6 (5'TCGGCGGTTTC3') və P7 (5' CTGCATCGTG 3') praymerlərdən istifadə edilmişdir (Şəkil 3). Hal-hazırda molekulyar markerlərin istifadə olunması ayrı-ayrı genlərin identifikasiyası üçün ənənəvi genetik metodlarla müqayisədə daha sürətli və etibarlı metod hesab olunur.

P6 praymeri 920 bp ölçüsündə fraqmentləri amplifikasiya edir. 24 genotipdə (75%) gözlənilən 920 bp ölçülü fraqmentlər sintez olunmuşdur. Elektroforetik profillərdən aydın olur ki, 8 genotipdə (25%) isə gözlənilən sahədə fraqmentlər

sintez olunmamışdır. Tədqiqatda istifadə olunan ikinci RAPD P7 praymeri 750 nc sahəsində fraqmentlərin sintezinə cavabdehdir və quraqlığa davamlılıqla əlaqədar lokusla assosiasiya təşkil edir.

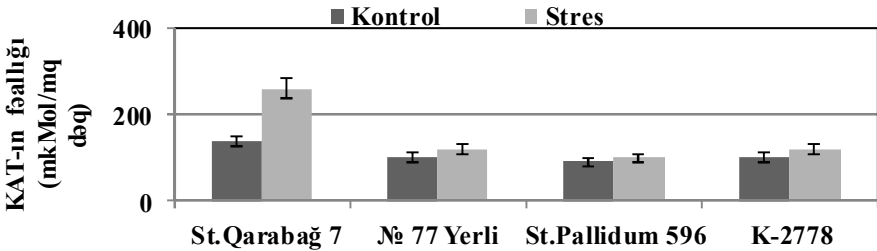


**Şəkil 3.** RAPD P6 praymeri ilə induksiya edilmiş *Hordeum vulgare* L. bitkilərinin elektroforetik profilləri. Ox işarəsi 920 bp sahəsini göstərir. M (molekulyar marker) –100 bp. Genotiplər: 1 - St.Qarabağ 7; 2 - Vımpel; 3 - T-78854169; 4-Strana; 5 - Rabiola; 6 - Zernoqrad-242; 7- Pulanso; 8 - Ca-56151; 9 - Su-15767; 10 - Rostovski-738; 11-Stepnyak; 12- HW-25325, 13-Flor-235; 14 - Copelia; 15 - Claret, 16-Nutans 118/21; 17- K-90179, 18-№ 77 yerli; 19-Nutans 57/9; 20 - Nutans 80-34/14; 21- Nutans 124/32; 22 - St.Pallidum 596; 23-T-255/179; 24 - Oğlan; 25 - Hemus; 26 - K-2778; 27 - K-7887; 28 - K-818; 29 - K-17893; 30 - K-17860; 31- K-1783; 32- K-7820/2.

Götürülən 32 arpa genotipindən 25-də (78%) 750 bp sahəsində fraqmentlərin amplifikasiyası getmişdir, 7 genotipdə isə (22%) amplifikasiya olunan fraqmentlər arasında 750 bp ölçülü fraqmentlər təsadüf edilmir. Hər iki halda əldə olunmuş elektroforetik profillərin müqayisəsindən belə bir nəticəyə gəlinir ki, tədqiq olunan arpa genotiplərinin təxminən 59%-də (19 genotipdə) hər iki praymerlə müsbət nəticə əldə edilmişdir. Yəni, bu genotiplərdə həm P6 praymeri üçün xarakterik olan 920 bp ölçüdə fraqmentlərin, həm də P7 praymeri üçün xarakterik 750 bp ölçüdə fraqmentlərin sintezi getmişdir. Stepnyak və Zernoqrad-242 genotiplərində hər iki RAPD praymeri ilə mənfi nəticə əldə edilmişdir.

**5. Su qıtlığının arpa genotiplərində antioksidləşdirici fermentlərin fəallığına təsiri.** Bitkilərin oksidləşdirici stressə qarşı müdafiə sistemində əsas rol oynayan

antioksidant fermentlərdən biri katalazadır. Bu ferment hidrogen peroksidin sürətli utilizasiyasını təmin edir (Mhamdi et al., 2010). Buna görə də normal suvarma və quraqlıq stressi zamanı *Nutans* növmüxtəlifliyinə aid St.Qarabağ-7 və № 77 Yerli və *Pallidum* növ müxtəlifliyinə aid St.Pallidum 596 və K-2778 genotiplərində katalaza fermentinin fəallığı təyin edilmişdir (Şəkil 4). Normal suvarılan bitkilərdə katalazanın fəallığında əhəmiyyətli fərqlər müşahidə edilməmişdir. St.Qarabağ-7 genotipində digər genotiplərlə müqayisədə katalazanın fəallığı bir qədər yüksək, Pallidum-596 genotipində isə nisbətən aşağı olmuşdur. № 77 Yerli və K-2778 genotiplərində normal suvarma zamanı katalazanın fəallığı demək olar ki, eyni qiymətə malik olmuşdur.



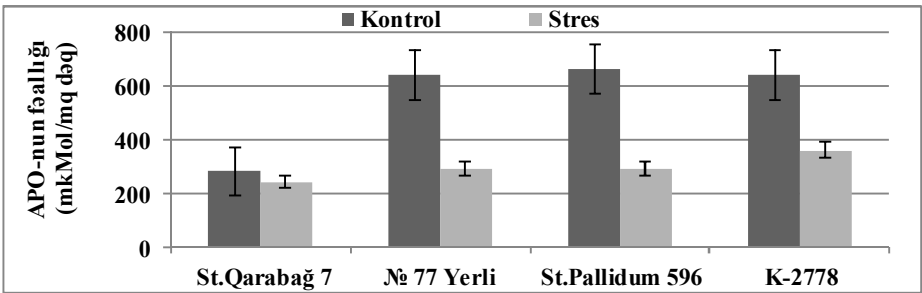
Şəkil 4. Torpaq quraqlığı zamanı müxtəlif arpa genotiplərində katalaza fermentinin fəallığı

Quraqlıq stresinin təsirinə məruz qalmış bütün genotiplərdə KAT-ın fəallığı yüksək olmuşdur. St.Qarabağ-7 genotipində normal suvarılan bitkilərlə müqayisədə su qıtlığı zamanı katalazanın fəallığı 2 dəfəyədək artmış və  $260 \pm 24$  mkMol/mq·dəq təşkil etmişdir. № 77 Yerli və K-2778 genotiplərində normal suvarma zamanı olduğu kimi, quraqlığın təsirindən katalazanın fəallığı, demək olar ki, eyni səviyyədə yüksəlmişdir. Pallidum-596 genotipində su qıtlığı zamanı KAT-ın fəallığı nisbətən az artmış və  $100 \pm 12$  mkMol/mq·dəq təşkil etmişdir. Quraqlıq zamanı katalazanın yüksək fəallığı onun stresə qarşı müdafiə funksiyası rolunu göstərir. Katalaza fermenti xromoproteidlərə aid olub, prostetik qrup (qeyri-zülal) kimi oksidləşmiş hem saxlayır. Mübadilə reaksiyaları zamanı əmələ gələn hidrogen-peroksid müəyyən qatılıqlarda hüceyrə üçün toksiki təsir göstərir. Katalaza fermenti hidrogen-peroksidi zərərsizləşdirərək, onu suya və qeyri-aktiv molekulyar oksigenə çevirir (Mittler, 2002).

Bitkilərin oksidləşdirici stressdən müdafiəsində askorbatperoksidaza fermenti də mühüm rol oynayır (Najami et al., 2008; Sarvajeet and Narendra, 2010). APO bitki hüceyrələrində xloroplastda və sitozolda hidrogen peroksidin utilizasiyasında açar ferment rolunu oynayır. Arpa genotiplərində askorbat-peroksidaza fermentinin də fəallığı normal suvarma və quraqlıq şəraitində analiz edilmişdir (Şəkil 5). Normal suvarılma zamanı St.Qarabağ-7 genotipi katalaza fermentinin maksimal fəallığı ilə xarakterizə olunduğu halda, askorbatperoksidaza fermenti isə əksinə, digər genotiplərlə müqayisədə minimal fəallıq göstərir ( $280 \pm 22$  mkMol/ mq·dəq).

Ayrı-ayrı növmüxtəlifliklərinə aid olmalarına baxmayaraq, arpanın № 77 Yerli və K-2778 genotiplərində askorbatperoksidaza fermentinin fəallığı, demək olar ki, eyni olmuşdur. Maraqlıdır ki, katalaza fermentinin də fəallığı bu genotiplərdə eyni qiymətə malikdir. Arpanın St.Pallidum 596 genotipində normal suvarma zamanı askorbatperoksidaza fermentinin maksimal fəallığı müşahidə edildiyi halda ( $660 \pm 56$  mkMol/mq·dəq), KAT bu genotipdə minimal fəallıq götürmüşdür.

Katalaza fermentindən fərqli olaraq, bütün genotiplərdə su qıtlığının təsirindən askorbatperoksidazanın fəallığı aşağı düşmüşdür (Şəkil 5). Bu zaman fermentin minimal fəallığı St. Qarabağ-7 genotipində ( $240 \pm 21$  mkMol/mq·dəq), maksimal fəallıq isə K-2778 genotipində ( $360 \pm 33$  mkMol/mq·dəq) müşahidə edilmişdir. Su qıtlığı şəraitində askorbatperoksidaza fermentinin maksimal fəallığı ilə xarakterizə olunan K-2778 genotipində kontrola nəzərən fermentin fəallığı, təxminən 2 dəfəyə qədər aşağı düşür. Stres zamanı arpanın № 77 Yerli və St.Pallidum-596 genotiplərində askorbatperoksidaza fermentinin fəallığı eyni olmuşdur.

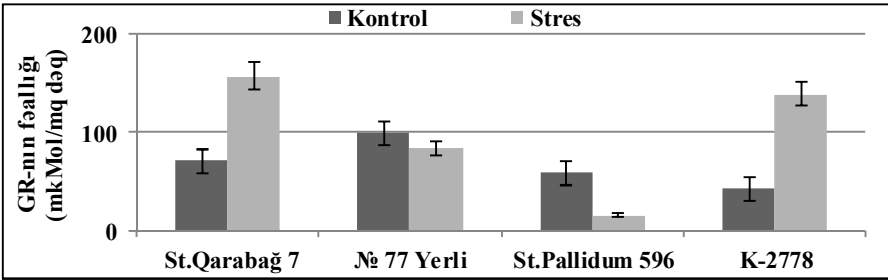


**Şəkil 5.** Torpaq quraqlığı zamanı müxtəlif arpa genotiplərində askorbatperoksidaza fermentinin fəallığı.

Qlütationreduktaza fermenti bitkilərin antioksidant sisteminin müdafiəsində vacib ferment hesab edilir. O, qlütationaskorbat tsiklində NADFH<sup>+</sup>-in iştirakı ilə oksidləşmiş qlütationun bərpasını kataliz edir (Saruhan et al., 2009). Tədqiqat zamanı qlütationreduktaza fermentinin fəallığı da ölçülmüşdür (Şəkil 6). Normal suvarılan bitkilər arasında № 77 genotipi QR-nın maksimal fəallığı ( $99 \pm 10$  mkMol/mq·dəq), K-2778 genotipi isə bu fermentin minimal fəallığı ( $42 \pm 6$  mkMol/mq·dəq) ilə xarakterizə olunur. Normal suvarma şəraitində qlütationreduktazanın fəallığına görə aralıq yerləri St. Qarabağ-7 və St. Pallidum 596 genotipləri tutur.

Tədqiq edilən arpa genotiplərinin bir hissəsində su qıtlığının təsirindən qlütationreduktazanın fəallığı artmış, digərlərində isə, əksinə, azalmışdır (Şəkil 6). Su qıtlığı zamanı QR-in fəallığı üçün maksimal göstərici St. Qarabağ-7 genotipində ( $156 \pm 13$  mkMol/mq·dəq), minimal göstərici isə St. Pallidum 596 genotipində ( $15 \pm 2$  mkMol/mq·dəq) müşahidə edilmişdir. Quraqlıq şəraitində QR-in fəallığına görə ikinci yerdə K-2778, növbəti yerdə isə № 77 Yerli genotipi dayanır. Maraq doğuran

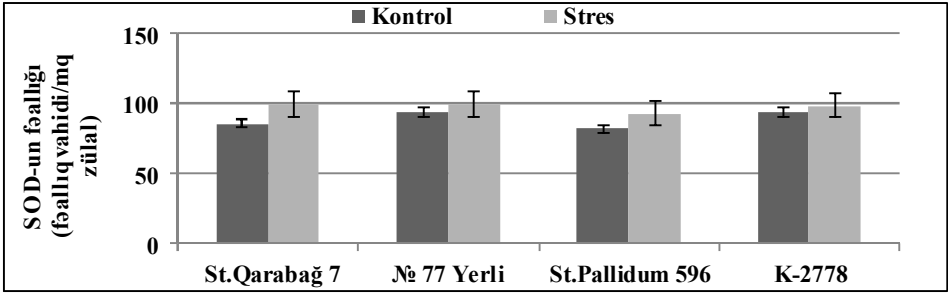
məqamlardan biri də odur ki, bu genotiplərdə KAT üçün də eyni tendensiya müşahidə edilmişdir. Amma stres və kontrol variantlarını öz aralarında müqayisə etdikdə, bir qədər fərqli mənzərənin şahidi oluruq. Belə ki, quraqlığın təsirindən QR-in fəallığında normal suvarılan variantla müqayisədə ən yüksək artım (3 dəfədən artıq) K-2778 genotipində müşahidə edilmişdir. St.Qarabağ-7 genotipində fermentin fəallığı, təxminən 2 dəfə yüksəlmişdir. Digər iki genotipdə quraqlığın təsirindən qlütation-reduktazanın fəallığında azalma müşahidə edilmişdir. Kontrol variantla müqayisədə arpanın № 77 Yerli genotipində QR-in fəallığı stresin təsirindən az, St.Pallidum 596 genotipində isə əhəmiyyətli dərəcədə (4 dəfə) aşağı düşmüşdür.



Şəkil 6. Torpaq quraqlığı zamanı müxtəlif arpa genotiplərində qlütationreduktaza fermentinin fəallığı.

Superoksidismutaza fermenti molekulyar oksigenin və hidrogen-peroksidin əmələ gəlməsi ilə gedən superoksid radikalının  $O_2^{\bullet}$  dismutaza reaksiyasını kataliz edir. SOD bitkilərin oksidləşdirici stressə qarşı müdafiə sistemində ən vacib fermentlərdən biridir və bitkilərin bütün hüceyrələrində rast gəlinir (Alscher et al., 2002; Joseph and Jini, 2011). Müxtəlif arpa genotiplərində superoksiddismutazanın fəallığına su qıtlığının təsiri də tədqiq olunmuşdur (Şəkil 7). Normal suvarılma zamanı № 77 Yerli və K-2778 genotiplərində superoksiddismutaza fermenti maksimal fəallıq göstərmişlər. Bu şəraitdə fermentin fəallığının minimal qiyməti St.Pallidum 596 genotipində müşahidə edilmişdir ( $82 \pm 9$  fəallıq vahidi/mq zülal).

Şəkil 7-dən göründüyü kimi, tədqiq edilən genotiplərdə su qıtlığının təsirindən superoksiddismutazanın fəallığı artmışdır. Stres şəraitində superoksiddismutaza fermentinin fəallığı üçün maksimal göstərici St.Qarabağ-7 genotipində ( $100 \pm 13$  fəallıq vahidi/mq zülal), minimal göstərici isə St.Pallidum 596 genotipində ( $93 \pm 8$  fəallıq vahidi/mq zülal) müşahidə edilmişdir. Qeyd etmək maraqlı olar ki, stres zamanı qlütationreduktaza fermenti üçün də eyni tendensiya müşahidə edilmişdir. Quraqlıq şəraitində superoksiddismutaza fermentinin fəallığına görə ikinci yerdə № 77 Yerli genotipi tutur. Növbəti yer arpanın K-2778 genotipinə aiddir. Stres və kontrol variantlarını öz aralarında müqayisə etdikdə, bir az fərqli mənzərə müşahidə olunur. Belə ki, stresin təsirindən superoksiddismutazanın fəallığında ən yüksək artım St.Qarabağ-7 genotipində müşahidə edilir. Bu genotipdə fermentin fəallığı, normal suvarılan variantla müqayisədə təxminən  $\sim 1,2$  dəfə yüksəlmişdir.

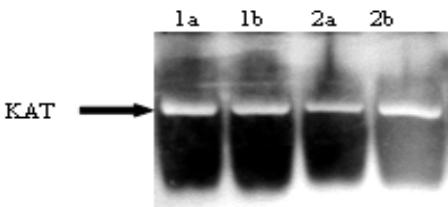


Şəkil 7. Torpaq quraqlığı zamanı müxtəlif arpa genotiplərində superoksiddismutaza fermentinin fəallığı.

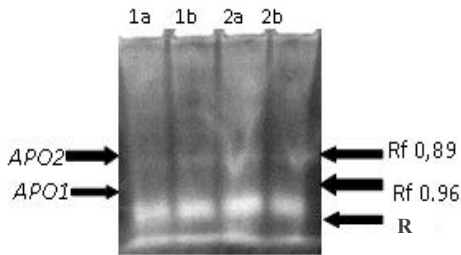
Məlumdur ki, SOD-un su qıtlığına qarşı reaksiya göstərən müxtəlif izoformaları var. Ədəbiyyat mənbələrinə görə, SOD-un ən geniş yayılmış izoforması aktiv mərkəzində mis-sink (Cu/Zn-SOD), manqan (Mn-SOD), dəmir (Fe-SOD) və nikel (Ni-SOD) saxlayan formalardır (Faize et al., 2011). Bitki hüceyrələrində müxtəlif stres amillərinə qarşı SOD-un induksiya olunması onun bitkinin müdafiə sistemində əsas rol oynadığını göstərir.

Normal suvarma və su qıtlığı şəraitlərində dörd müxtəlif arpa genotipində antioksidant müdafiə sisteminin əsas fermentlərinin tədqiqi nəticəsində aydın olmuşdur ki, quraqlıq stresinin təsirindən katalaza və superoksiddismutaza fermentlərinin fəallıqları tədqiq edilən arpa genotiplərində yüksəlmiş, askorbatperoksidaza fermentinin fəallığı isə, əksinə, su qıtlığı zamanı azalmışdır. Qlütationreduktaza fermentinin fəallığı quraqlıq stresinə cavab olaraq, St. Qarabağ-7 və K-2778 genotiplərində yüksəlmiş, № 77 Yerli və St. Pallidum 596 genotiplərində isə aşağı düşmüşdür.

Torpaq quraqlığı şəraitində arpa genotiplərində antioksidant fermentlərin elektroforetik spektrləri də tədqiq edilmişdir (Şəkil 8). Fermentlərin elektroforetik spektrlərində nəzərə çarpacaq keyfiyyət fərqləri (elektroforeqramda əlavə xətlərin əmələ gəlməsi və ya itməsi) aşkar olunmamışdır. Lakin kontrol variantla müqayisədə stresə məruz qalmış arpa yarpaqlarının elektroforetik spektrlərində uyğun izoformaların intensivliyi artmışdır (Şəkil 8 və 9).



Şəkil 8. Torpaq quraqlığı zamanı arpa genotiplərinin yarpaqlarında katalaza fermentinin izoenzim tərkibi: 1- K-2778, 2- St. Pallidum 596; a – suvarılan, b – quraqlıq.



**Şəkil 9.** Torpaq quraqlığı zamanı arpa genotiplərinin yarpaqlarında askorbat-peroksidaza fermentinin izoenzim tərkibi: 1 - K-2778, 2 – St.Pallidum 596 sortu; a – normal suvarma, b – quraqlıq; APO1, APO2 – fermentin uyğun izoformaları; R – rəngləyici.

Beləliklə, aparılan tədqiqatlar zamanı əldə olunan məlumatlar əsasında belə nəticəyə gəlmək olar ki, arpa genotiplərinin quraqlığa davamlılığı onların antioksidant müdafiə sistemi ilə sıx bağlıdır. Quraqlıq zamanı antioksidant fermentlərin fəallıqlarının və izoenzim tərkibinin kəmiyyət və keyfiyyət dəyişmələri arpa bitkisinin ekstremal şəraitdə öz həyati funksiyalarını və homeostazı qoruyub saxlamasını təmin edir. Aparılmış tədqiqatların nəticələri bitkilərdə quraqlığa davamlılığın qiymətləndirilməsi üçün yeni test sistemlərin yaradılmasında nəzəri əsas rolunu oynaya bilər.

## 6. Su qıtlığının arpa genotiplərində fotosintetik aparatın fəallığına təsiri.

Su qıtlığı zamanı bitkilərin tolerantlığında həlledici rolunu fotosintetik aparat oynayır. Biz su qıtlığının arpa genotiplərinin fotosintetik aparatının fəallığına necə təsir göstərdiyini tədqiq etmək məqsədilə normal suvarma və quraqlıq stressi şəraitlərində arpa genotiplərində FSI və FSII-nin fotokimyəvi fəallığını tədqiq etmişik. Normal suvarma zamanı FS II-nin maksimal fəallığı arpanın Pallidum 596 genotipində müşahidə edilir. Qeyd etmək lazımdır ki, quraqlığın təsirindən bütün genotiplərdə FS II-nin fəallığı kontrola nəzərən aşağı düşmüşdür. Bu zaman ən çox azalma məhz St. Qarabağ 7 genotipində olmuşdur (kontrol -  $150 \pm 14 \mu\text{mol O}_2 \cdot \text{mq}^{-1} \cdot \text{xlorofil} \cdot \text{s}^{-1}$ ; stres -  $60 \pm 7 \mu\text{mol O}_2 \cdot \text{mq}^{-1} \cdot \text{xlorofil} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Tədqiq edilən arpa genotiplərində FSI fəallığı quraqlığın təsirinə qarşı FSII-yə nəzərən daha davamlı olmuşdur. Su qıtlığı zamanı *Pallidum* növmüxtəlifliyinə aid olan genotiplərdə xlorofilin ümumi miqdarı *Nutans* növmüxtəlifliyinə aid genotiplərə nisbətən daha yüksək olmuşdur.

## NƏTİCƏLƏR

1. Müxtəlif ekoloji şəraitlərdə becərilən arpa genotiplərinin kollanma əmsalı, sünböldə dənələrin sayı, 1000 dənənin kütləsi, bir sünböldə dənənin kütləsi, məhsuldarlıq öyrənilmiş və hər bölgə üçün yüksək məhsuldar nümunələr aşkar olunmuşdur. Ən yüksək məhsuldarlıq Qobustan BTS üçün Danimarka mənşəli Ca-56151, Rusiya mənşəli Stepnyak və Azərbaycan mənşəli Nutans 80-34/14 genotiplərində ( $770-780 \text{ q/m}^2$ ), Cəlilabad BTS üçün Fransa mənşəli Flor-235, Azərbaycan mənşəli K-90179 Nutans və K-2778 Pallidum genotiplərində ( $470-$



- 490 q/m<sup>2</sup>), Abşeron BTS üçün Polşa mənşəli Pulanso, Fransa mənşəli Flor-235, Azərbaycan mənşəli K-90179 Nutans nümunələrində (580-640 q/m<sup>2</sup>) və Tərtər BTS-də Polşa mənşəli Pulanso və Azərbaycan mənşəli K-17893 genotiplərində (620-670 q/m<sup>2</sup>) müəyyən edilmişdir.
2. Abşeron və Tərtər BTS-də dəndə zülalın yüksək miqdarına görə seçilən Zernoqrad-242 (13,50%), Copelia (13,45%) Nutans; K-1783 (13,28%), Hemus (13,41%) Pallidum; Qobustan və Cəlilabad BTS-də Rabiola (13,50%), Copelia (13,69%) Nutans; Hemus (13,58%), K-17860 (13,80%) Pallidum; dəndə lizin miqdarı görə isə Abşeron və Tərtər BTS-də Strana, Flor-235 (2,88-2,95%) Nutans; K-2778, K-7887, (2,94-3,09%) Pallidum; Qobustan və Cəlilabad BTS-də Pulanso, Flor-235 (2,87-2,81%) Nutans; K-818, Oğlan (2,75-2,79%) Pallidum sortnümunələri aşkar edilmişdir.
  3. Yerli və introduksiya olunmuş arpa genotiplərində hordeinkodlaşdıran lokusların elektroforeqramlarında zonalar üzrə 22 pattern, 22 spektr, monomer prolaminlərdə isə 16 pattern, 15 spektr müəyyən edilmişdir. A zonasında digər zonalarla (B, C,) müqayisədə daha çox polimorfizm aşkar edilmiş, D hordein zonasında isə polimorfizm müşahidə edilməmişdir. Hordeinlərdə zonalar üzrə orta genetik müxtəliflik indeksi  $H=0.870$ , monomer prolaminlərdə isə  $H=0,830$  olmuşdur. Nəticədə hordein zülal markerləri daha yüksək genetik müxtəlifliyə malik olduqları üçün, mövcud müxtəliflikdən münasib genotiplərin yaradılmasında istifadə etmək olar.
  4. Arpa genotiplərinin quraqlığa davamlılığı RAPD markerlərdən istifadə etməklə PZR metodu ilə tədqiq edilmişdir. P6 praymeri ilə aparılan PZR nəticəsində genotiplərin 75%-nin elektroforetik profillərində 920 bp sahəsində, P7 praymeri ilə isə 750 bp sahəsində fraqment analiz olunan arpa genotiplərinin 78%-də aşkar edilmişdir. RAPD spektrlərin müqayisəli analizi göstərmişdir ki, genotiplərin 59%-də hər iki praymer üçün xarakterik fraqmentlər sintez olunmuşdur. Bu göstərici həmin arpa genotiplərində quraqlığa davamlılıqla assosiasiya təşkil edən lokusların olduğunu göstərir. 6% nümunədə isə heç bir xarakterik amplifikasiya fraqmenti identifikasiya edilməmişdir.
  5. Normal suvarılma və su qıtlığı şəraitlərində antioksidant müdafiə sisteminin fermentləri – katalaza (KAT), askorbatperoksidaza (APO), qlütationreduktaza (QR) və superoksiddismutazanın (SOD) fəallığı tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, suvarma variantı ilə müqayisədə quraqlıq stresinin təsirindən KAT və SOD-un fəallığı yüksəlmiş, APO-nun fəallığı əhəmiyyətli dərəcədə azalmış, QR-nin fəallığı isə bəzi genotiplərdə artmış, bəzilərinə isə aşağı düşmüşdür. Su qıtlığı arpa genotiplərində sərbəst radikalların yaranması ilə fermentativ müdafiə reaksiyaları arasında tarazlığı pozur.
  6. Uzunmüddətli torpaq quraqlığı zamanı antioksidant fermentlərin elektroforetik spektrlərində uyğun izoformaların intensivliyinin artması müşahidə olunmuşdur ki, bu da onları kodlaşdıran genlərin ekspressiyasının aktivləşməsi ilə izah oluna bilər. Ehtimal olunur ki, fermentin müvafiq izoformalarını kodlaşdıran genlər bitkinin qu-

raqlığa davamlılığına cavab reaksiyasının formalaşmasında həlledici rol oynayırlar.

7.Arpa genotiplərinin fotosintetik aparatının funksional fəallığının tədqiqi zamanı aşkar olunmuşdur ki, quraqlığın təsirinə məruz qalan bitkilərdə elektronların daşınma sürəti aşağı düşür. Bu zaman FSI ilə müqayisədə, FSII-nin fotokimyəvi fəallığı su qıtlığının təsirindən əhəmiyyətli dərəcədə azalır. Stres zamanı arpanın St.Qarabağ 7 genotipində həm FS II-nin, həm də FSI-in fəallığı digər genotiplərə nisbətən daha çox azalmışdır ki, alınan nəticələr bu genotipin fotosintetik aparatının quraqlığın təsirinə qarşı daha həssas olduğunu göstərir.

## TÖVSIYƏLƏR

- 1.Azərbaycan mənşəli K-17860 və K-1783 *Pallidum*, Polşa mənşəli Rabiola, Fransa mənşəli Copelia, Rusiya mənşəli Rostovski-738 *Nutans* növmüxtəliflikləri zülalın və əvəz olunmaz amin turşusu lizinin yüksək miqdarına görə heyvandarlığın inkişafında qiymətli yem bitkiləri kimi istifadə edilə bilər.
- 2.Tədqiqat işinin nəticəsi kimi, Azərbaycan mənşəli K-2778, Bolqarıstan mənşəli Hemus (*Pallidum*) və Rusiya mənşəli Stepnyak (*Nutans*) genotiplərini dəmyə şəraiti olan Cəlilabad və Qobustan bölgələri üçün yüksək davamlı məhsuldar genotip kimi qiymətləndirilə bilər. Bu genotipin seleksiya işlərində istifadə olunması tövsiyə edilir.

## DİSSERTASIYA MÖVZUSU ÜZRƏ DƏRC EDİLMİŞ ELMİ ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI

- 1.Nəsrullayeva M.Y. Azərbaycanın yerli arpa və sort nümunələrinin biokimyəvi göstəriciləri // Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun elmi əsərləri, 2009, I cild, s.124-129
- 2.Nəsrullayeva M.Y. Arpa genotipində biokimyəvi göstəricilərin öyrənilməsi // Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Əkinçilik İnstitutunun elmi əsərlərinin məcmuəsi, 2010, XXII cild, s. 205-208
3. Nəsrullayeva M.Y., Qasımova G.N. Su qıtlığı zamanı arpa genotiplərində yarpaqda və dəndə zülalların kəmiyyət dəyişikliklərinin öyrənilməsi / “Gənc alimlərin I-ci elmi festivalı” çərçivəsində keçirilmiş elmi konfransın materialları. Bakı: 2011, s. 89
- 4.Рустамова С.М., Насруллаева М.Я., Сулейманов С.Ю., Гусейнова И.М. Фотохимическая активность хлоропластов, выделенных из генотипов ячменя, подвергнутых засухе / Материалы VI съезда Российского фотобиологического общества. Москва: 2011, с. 95
- 5.Qasımova G.N., Nəsrullayeva M.Y., Rüstəmov S.M. Arpa (*Hordeum L.*) genotiplərinin quraqlığa davamlılığının RAPD markerlərlə skriningi / Gənc alimlərin və tədqiqatçıların “Müasir Biologiyanın Nəzərə və Tətbiqi Problemləri” mövzusunda Beynəlxalq Elmi konfransın materialları. Bakı: 2011, s. 12

6. Nəsrullayeva M.Y., Qasımova G.N. Quraqlıq zamanı arpa bitkisinde antioksidant fermentlərin tədqiqi / Gənc alimlərin və tədqiqatçıların “Müasir Biologiyanın Nəzərə və Tətbiqi Problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi konfransın materialları. Bakı: 2011, səh. 16
7. Rüstamova S.M., Nasrullayeva M.Y., Hüseynova I.M. Changes in activity of some antioxidant enzymes in barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars in response to drought / Abstracts of International Conference “Photosynthesis Research for Sustainability”. Bakı: 2011, p. 149
8. Насруллаева М.Я., Керимова Ф.А., Мамедова Ş.Е. Биохимическое определение протеина лизина и триптофана в местных и интродуцированных образцов / Материалы IX Международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использование». Москва: 2011, с.118-119
9. Nəsrullayeva M.Y. Yerli və introduksiya olunmuş arpa nümunələrində fiziki və biokimyəvi göstəricilərin tədqiqi // AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun elmi əsərləri, 2011, III cild, s. 93-98
10. Nəsrullayeva M.Y. Arpa genotiplərinin əkin sahəsindən asılı olaraq biokimyəvi göstəricilərin tədqiqi // Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Əkinçilik İnstitutunun elmi əsərlərinin məcmuəsi, 2012, XXIII cild, s. 185-187
11. Nəsrullayeva M.Y., Qasimov Q.Q. Suvarma və dəmyə şəraitində arpa genotiplərinin aqromorfoloji və biokimyəvi göstəricilərinin öyrənilməsi // AMEA-nın Xəbərləri (biologiya və tibb elmləri), 2012, cild 67, №3, s. 89-96
12. Насруллаева М.Я., Герайбекова Н.А., Рагимова О.Н. Оценка агроморфологических и биохимических признаков у образцов ячменя в условия орошения и богары / Материалы X Международной конференции «Интродукция нетрадиционных и редких растений». Ульяновск: 2012, с. 160-168
13. Nəsrullayeva M.Y. Arpa sort nümunələrinin dəmyə şəraitində biokimyəvi göstəricilərinin öyrənilməsi // AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun elmi əsərləri, 2012, IV cild, s. 142-147
14. Nəsrullayeva M.Y. Arpa sortnümunələrində aqromorfoloji və biokimyəvi göstəricilərin tədqiqi // Azərbaycan ET Əkinçilik İnstitutunun elmi əsərlərinin məcmuəsi, 2013, XXIV cild, s. 290-293
15. Nəsrullayeva M.Y., Rüstəмова V.N. Qobustan rayonunda əkilmiş arpa sortnümunələrinin bəzi biokimyəvi göstəricilərinin öyrənilməsi / “Torpaqsünaşlıq və Aqrokimya: H.Əliyevin torpaq islahatları ərzaq təhlükəsizliyinin təminatıdır” mövzusunda elmi-praktiki konfransın materialları. Bakı: 2013, XXI cild, №1, s. 446-449
16. Nasrullayeva M.Y., Aliyeva D.R., Suleymanov S.Y., Hüseynova I.M. Comparative study of drought stress resistance in two barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties / Abstracts of International Conference “Photosynthesis Research for Sustainability: in honor of Jalal A. Aliyev”. Bakı: 2013, p. 95
17. Nəsrullayeva M.Y., Sadiqov H.B., Kərimov Ə.Y. Arpa genotiplərinin Hordein ehtiyat zülalı əsasında tədqiqi // AMEA-nın Xəbərləri (biologiya və tibb elmləri),

2013, cild 68, №3, s. 104-108

18. Hüseynova İ.M., Nəsrullayeva M.Y., Rüstəmovə S.M., Əliyeva D.R., Əliyev C.Ə. Quraqlıq stresinin təsirinə məruz qalmış arpa genotiplərinin (*Hordeum vulgare* L.) yarpaqlarında antioksidant fermentlərin fəallığının və izoenzim tərkibinin tədqiqi // AMEA-nın Xəbərləri (biologiya və tibb elmləri), 2014, cild 69, №2, s. 5-12
19. Hüseynova İ.M., Nəsrullayeva M.Y., Rüstəmovə S.M., Əliyeva D.R., Əliyev J.A. Differential responses of antioxidative system to soil water shortage in barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes // Advances in Biological Chemistry, 2014, v. 4, p. 351-359

## МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТНЫХ И ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ГЕНОТИПОВ ЯЧМЕНЯ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА

### Резюме

Целью данного исследования является сравнительное исследование морфофизиологических и биохимических свойств местных и интродуцированных генотипов ячменя (двухрядный *Nutans* и четырехрядный *Pallidum*) в зависимости от экологических условий, выявление у генотипов потенциала устойчивости к засухе и определение генотипов ячменя с высокими показателями. Впервые комплексно исследованы морфофизиологические, биохимические и молекулярные свойства генотипов ячменя, выращенных в регионах Джалилабад, Гобустан, Тартар и Апшерон, различающихся по почвенно-климатическим условиям. На основании результатов экспериментов, проведенных с разновидностями двухрядного *Nutans* и четырехрядного *Pallidum*, с целью сравнения продукта зерна, его структурных элементов и биохимических показателей качества, для каждого региона были определены и рекомендованы для применения в практической селекции высокопродуктивные образцы. У 32 местных и интродуцированных генотипов ячменя проанализированы электрофоретические спектры запасных белков гордеин, в зонах А, В и С обнаружены 22 спектра и 22 паттерна. По полученным результатам был проведен кластерный анализ и на основе индекса сходства Жаккара сортовые образцы ячменя были сгруппированы в 6 группах. Засухоустойчивость генотипов ячменя была исследована методом RAPD-ПЦР с применением праймеров Р6 и Р7. У 59% генотипов синтезировались фрагменты, характерные для обоих маркеров, что указывает на существование у этих генотипов локусов, ассоциированных с засухоустойчивостью, у 6% - не идентифицировались какие-либо характерные фрагменты амплификации. Исследована роль антиоксидантной защитной системы в устойчивости к стрессу засухи у генотипов ячменя. Под воздействием засухи у растений активность КАТ и СОД повышалась, а активность АПО – понижалась. В условиях резкой засухи, общая активность ГР у генотипов *K 2778* и *St. Карабах 7* повышалась, а у генотипов *местный №77* и *St.Pallidum 596* – понижалась. В то же время, показано существенное уменьшение фотохимической активности FSII при воздействии водного дефицита. Как результат исследовательской работы, генотипы *K-2778* азербайджанского происхождения, *Гемус* болгарского происхождения и *Степняк* российского происхождения согласно биохимическим показателям были оценены, как засухоустойчивые для богарных регионов.

**MORPHOPHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL FEATURES  
OF LOCAL AND INTRODUCED BARLEY GENOTYPES UNDER  
DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN AZERBAIJAN**

**Summary**

The aim of this investigation was a comparative study of morphophysiological and biochemical features of local and introduced barley genotypes (two-row Nutans and six-row Pallidum) in relation to ecological conditions, revealing potential for drought tolerance and establishing barley samples with high indices. For the first time complex investigations of morphophysiological, biochemical and molecular features of barley genotypes cultivated in Jalilabad, Gobustan, Tartar and Absheron regions which differ in their soil and climatic conditions were carried out. As a result of the comparison of grain yield, its structural elements and parameters of biochemical quality in two row Nutans and six row Pallidum diversities, highly productive samples were selected for every region and their application in practical breeding works was recommended. Electrophoretic spectra of hordein protein resources in 32 local and introduced barley genotypes were analyzed, 22 spectra and 22 different patterns were detected in A, B and C zones. Cluster analysis was used and six groups of barley samples were established according to the Jaccard similarity coefficient. Drought tolerance of barley genotypes was studied using RAPD-PCR method in the presence of P6 and P7 primers. Fragments characteristic for the both markers were synthesized in 59% of the genotypes indicating the presence of loci associated with drought tolerance, while in 6% of the samples any characteristic amplification fragment was not identified. The role of the antioxidant protection system in drought tolerance was studied in barley genotypes. Drought caused increases in CAT and SOD activities and a decrease in APO activity. The total activity of GR increased in K 2778 and St Garabag 7 and decreased in local №77 and St.Pallidum 596 genotypes under severe drought. Moreover, the photochemical activity of FSII decreased significantly as a result of water deficiency. Genotypes K-2778 of Azerbaijan origin, Hemus of Bulgaria origin and Stepanyak of Russia origin were assessed as drought tolerant genotypes for rainfed regions according to their biochemical parameters.

**МАСМА ЯГУБАЛИ ГЫЗЫ НАСРУЛЛАЕВА**

**МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ  
ОСОБЕННОСТИ МЕСТНЫХ И ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ  
ГЕНОТИПОВ ЯЧМЕНЯ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ  
УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА**

**2406.02-Биохимия**

**АВТОРЕФЕРАТ**

*диссертации на соискание ученой степени доктора  
философии по биологии*