

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
BOTANİKA İNSTİTUTU

Əlyazması hüququnda

ŞİRİ PIREIVATLOU MƏHƏMMƏDREZA ŞƏMİL OĞLU

**QURAQLIQ STRESİNİN QARĞIDALI (*ZEА MAYS L.*)
XƏTLƏRİNİN KOMBİNASİYA QABİLİYYƏTİNƏ VƏ
HİBRİD BİTKİLƏRİN GENETİK XÜSUSİYYƏTLƏRİNƏ
TƏSİRİ**

24.09.01 - Genetika

Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru
elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

BAKİ – 2013

Dissertasiya işi İran İslam Respublikasının Ərdəbil Tədqiqat Stansiyasında və Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun Fiziologiya Laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər : **Biologiya elmləri doktoru, professor**
R.T. ƏLİYEV

Kənd təsərrüfatı elmləri doktoru, professor
R. ÇUKAN

Rəsmi opponentlər: **Biologiya elmləri doktoru**
K.Q. QASIMOV

Biologiya elmləri namizədi, dosent
Q.M. HƏSƏNOVA

Aparıcı təşkilat: **Bakı Dövlət Universitetinin,**
“Genetika və təkamül təlimi” kafedrası

Dissertasiyanın müdafiəsi « 29 » « 11 » 2013-ci il saat ____da Azərbaycan MEA Botanika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən D.01.061. Dissertasiya Şurasının yığıncağında aşağıdakı ünvanda keçiriləcəkdir.

Ünvan: Bakı şəhəri, AZ1073, Badamdar şossesi, 40

Dissertasiya ilə Azərbaycan Respublikası MEA-nin Botanika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Dissertasiyanın avtoreferatı « _____ » « _____ » 2013-ci il tarixində göndərilmişdir.

D.01.061 Dissertasiya
Şurasının elmi katibi,
Biologiya elmləri doktoru,
professor

S.C. İBADULLAYEVA

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı. Qarğıdalı, buğdadan və düyüdən sonra dünyada mühüm dənli bitki məhsullarından biri hesab edilir. Beynəlxalq Qida Siyasəti Elmi-Tədqiqat Institutunun (IFPRI) bu yaxınlarda təqdim etdiyi layihədə göstərilir ki, 2020-ci ilə kimi bütün inkişaf etməkdə olan ölkələrdə qarğıdalıya olan tələbat, buğda və düyüyə olan tələbatı üstələyəcək [Gerpacio and pingali, 2007].

Genetik müxtəliflik bitkilərin biotik və abiotik streslərə qarşı dözümlü yüksəldir. Hər hansı bir seleksiya proqramına başlamazdan əvvəl tədqiq olunacaq populyasiyada əlamətlərin irsiliyi haqqında da informasiya toplamaq olduqca vacibdir [Lynch and Walsh, 1998]. Bu informasiyadan kəmiyyət əlamətlərinin genetik idarə sistemini, o cümlədən genlərdə additiv və dominant təsirlərin payını, dominantlığın dərəcəsi və istiqamətini, epistaz təsirlərin varlığı və ya yoxluğunu, ümumi və xüsusi irsilik əmsallarının qiymətlərini qeyd etmək olar [Hagedoorn, 2008].

Stres bitkinin hər bir hissəsinə təsir göstərə bilər. Bu səbəbdən stresin təsirindən bitkilərdə baş verən biokimyəvi və fizioloji dəyişiklikləri bilmək, bunları idarə edən genləri və ya gen kombinasiyalarını aşkar etmək, mövcud gen mənbələrindən istifadə etməklə istənilən xüsusiyyətlərin nəzərdə tutulan bitkiyə keçirilməsinə nail olmaq mümkündür. Təəssüflər olsun ki, bu istiqamətdə İran və Azərbaycan respublikasında aparılan tədqiqat işləri hələlik çox azdır və istənilən səviyyədə deyildir.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri. Dissertasiya işində əsas məqsəd 38 qarğıdalı hibridinin quraqlıq stresinə davamlılıq dərəcəsini öyrənmək və davamlı hibridlərin seçilərək seleksiyada istifadəsini tövsiyə etməkdir. Yeni zamanda, qarğıdalı hibridləri arasında olan genetik müxtəliflik və genetik məsafənin təyini, həmçinin təsərrüfat əhəmiyyətli biomorfoloji əlamətlərin irsiliyinin və onların genetik idarə olunma sistemlərinin line $\times$ tester üsulu ilə suvarılan və quraqlıq şəraitində öyrənilməsi, bu əlamətləri yaxşılaşdırmaq üçün münasib seleksiya proqramlarını tövsiyə etmək olmuşdur. Bu məqsədə nail olmaq üçün qarşıya aşağıdakı vəzifələr qoyulmuşdur.

1. Qarğıdalı hibridlərinin suvarılan və quraqlıq şəraitlərində becərilməsi və biomorfoloji əlamətlərinə görə qiymətləndirilməsi və praktik seleksiya üçün perspektiv hibridlərin seçilməsi;

2. Quraqlıq stresinin təsirindən davamlı, orta davamlı və həssas hibridlərinin fizioloji parametrlərində və genomunda baş verən dəyişmələr;

3. Öyrənilən hibridlərin genetik strukturu və oxşarlıq dərəcəsinin biomorfoloji əlamətlər və bilavasitə nüvə genomu əsasında təyini və müqayisəsi;

4. Məhsuldarlıq və digər təsərrüfat əhəmiyyətli biomorfoloji əlamətlərin genetik idarə olunma sistemlərinin tədqiqi (additiv və dominant təsirlərin qiymətləndirilməsi, əlamətlərin xüsusi və ümumi kombinasiya qabiliyyətinin təyini) və quraqlığın onlara təsiri;

5. Quraqlığa tolerantlıq indeksləri və digər əlamətlərlə əlaqədar xromosom hissələrinin və informativ SSR markerlərin müəyyənləşdirməsi.

Elmi yeniliklər. İlk dəfə olaraq, suvarılan və dəmyə şəraitlərində biomorfoloji əlamətlərə, genin təsir növü line $\times$ tester üsulu ilə təyin edilmiş, biomorfoloji əlamətlər və DNT markerlərindən kompleks şəkildə istifadə olunaraq, qarğıdalı hibridlərinin genetik müxtəlifliyinin strukturu təyin olunmuşdur. Həmçinin tam suvarılan və quraqlıq stressi şəraitlərində dən məhsuldarlığı, digər tədqiq olunan əlamətlər və quraqlığa tolerantlıq indeksləri ilə əlaqədar xromosom nahiyyələri və informativ SSR markerləri müəyyən edilmişdir. Əldə edilmiş bu təcrübə nəticələri bitkilərin davamlılıq mexanizmi konsepsiyasının yaradılması istiqamətində aparılan işlərdə uğurla istifadə oluna bilər.

İşin praktik dəyəri. Tədqiq edilmiş 38 qarğıdalı hibridləri içərisindən 8 (K74/2-2-1-3-1-1-1 $\times$ K3653/2) və 38 (SC704) №-li hibridlərin quraqlıq stresinə daha davamlı olduqları aşkar edilmişdir ki, onları quraqlıq şəraitində becərməklə daha yüksək məhsul əldə etmək olar. Təsərrüfat əhəmiyyətli əlamətlərin genetik nəzarət sisteminin öyrənilməsi, irsilik tipinin təyini də gələcək seleksiya işlərini proqnozlaşdırmağa və istiqamətləndirməyə geniş imkanlar yaradır. Biomorfoloji əlamətlərlə DNT fraqmentləri arasında təyin olunmuş korrelyasiyalar uzun zaman və vəsait itkisinin qarşısını almaqla, nümunələrin qısa zaman fasiləsində identifikasiyasını reallaşdırmağa imkan verir. Müəyyən edilmişdir ki, UMC1862 (bin1.11), UMC1719 (bin4.10-11), UMC1447 (bin5.03), UMC2359 (bin9.07), UMC1432 (bin10.02) markerləri başqa markerlərdən daha çox quraqlığa davamlılığı kodlaşdıran məkanlarda yerləşirlər. Dən məhsuldarlığını artırmaq üçün qarğıdalı hibridlərinin seçimində bu markerlərdən istifadə etmək olar. Beləliklə, apardığımız tədqiqat işlərinin nəticələri qarğıdalı bitkisinin seleksiyası üçün faydalı olacaq böyük informasiyanı tədqiqatçıların ixtiyarına verəcəkdir.

İşin aprobasiyası: Dissertasiya işinin əsas nəticələri, “6-cı biotexnologiya konfransında” Tehran (2009), “1-ci mühit streslərinin kənd təsərrüfatına

təsiri konfransında” Birjənd (2009), “11-ci beynəlxalq genetik konqresində” Tehran (2010), “2-ci quraqlıq təsirləri, idarə etməsi strategiyaları milli konfransında” Esfəhan (2010), “gənc tədqiqatçıların 2-ci biologiya konfransında” Tehran (2011), “Müxtəliflik, bitkilərin genetik resurslarının müasir alətlər və metodlar köməyi ilə müəyyən və istifadə edilməsi” beynəlxalq konfransında, Bakı (2011) və Azərbaycan MEA Genetik Ehtiyatlar institutunun və Botanik institutunun elmi seminarlarında məruzə edilərək müzakirə olunmuşdur.

Nəşrlər. Dissertasiya işinə aid 19 elmi əsər nəşr olunmuşdur.

Dissertasiyanın quruluşu və həcmi. Dissertasiya işi giriş, 8 fəsil, yekun, nəticələr, tövsiyələr və istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından ibarət olmaqla, ümumi həcmi 183 səhifədən ibarətdir. İşdə 49 cədvəl və 11 şəkildən istifadə olunmuşdur. Tədqiqat işində 173 ədəbiyyat məlumatına istinad edilmişdir.

MATERIAL VƏ METODİKA

Bu araşdırma əsasən line × tester üsulu ilə əldə edilmiş qarğıdalı hibridlərinin üzərində dörd il ərzində həyata keçirilmişdir. Birinci ildə qarğıdalı xətlərinin quraqlığa davamlılığının qiymətləndirilməsi və eləcə də hibridləşdirmə proqramında istifadə edilməsinə görə quraqlığa həssas və davamlı testerin seçilməsi üçün səkkiz qarğıdalı xətti tam təsadüfi bloklar əsasında dörd təkrar və iki fərqli sınaqda, o cümlədən birinci sınaqda tam suvarılma şəraitində və digər sınaq isə quraqlıq (dənin dolma mərhələsində suyunun kəsilməsi) şəraitində tədqiq olunmuşdur. Araşdırmanın bu hissəsində B73, MO17, K3653/2, K3615/1, K18, K74/1, K19 və K19/1 xətləri tədqiq olunmuşdur. Əldə edilmiş nəticələr əsasında, K3653/2 və K3615/1 xətləri müvafiq olaraq quraqlığa davamlı və həssas testerləri kimi hibridləşdirmə proqramında istifadə etmək üçün seçilmişlər. İkinci illin ərzində, line × tester üsulunda, 18 ana xətti, iki ata (K3653/2 və K3615/1 testerləri ilə) xətti ilə hibridləşmişdir. Hibridləşdirmənin nəticəsində 36 F1 hibridi əldə edilmişdir. Valideyn xətlərinin adları cədvəl 1-də verilmişdir. Üçüncü və dördüncü illərdə, hibridlərin quraqlığa davamlılığını və davamsızlığını öyrənmək üçün, 36 hibriddən əlavə, SC704 (quraqlığa davamlı) və SC700 (quraqlığa həssas) hibridlərindən nəzarət kimi istifadə edilmişdir. Hibridlərin üzərində aparılan işlər tarla və laboratoriya şəraitlərində həyata keçirilmişdir.

Tarla şəraitində 39 biomorfoloji əlamətlər ölçülmüşdür. Biomorfoloji əlamətlərin analizində müxtəlif statistik metodlar, o cümlədən mühit və

genetik dəyişkənlik indeksi, ümumi irsilik əmsalı, korrelyasiya əmsalı, çox dəyişikli xətti reqressiya üsulu, path analiz və klaster analizindən istifadə olunmuşdu. Quraqlığa davamlı və həssas hibridlərin seçilməsi üçün A.A. Rosielle və J. Hamblin (1981), R.A. Fischer və R. Maurer, (1978) və G.C.J. Fernandez, (1992) tərəfindən verilmiş indekslərdən istifadə edilmişdir.

Cədvəl 1
Hibridləşdirmə proqramında istifadə olunmuş qarğıdalı xətlərinin adları

Nö	Xətlərin şəcərəsi	Kodlar	Nö	Xətlərin şəcərəsi	Kodlar
1	KLM77008/1-3-3-1-2-2-1	L1	11	K74/2-2-1-21-2-1-1-1	L11
2	KLM77012/4-1-1-4-1-2-1	L2	12	K74/2-2-1-21-3-1-1-1	L12
3	KLM77021/4-1-2-1-2-1-2	L3	13	K74/1	L13
4	KLM77029/8-1-1-1-2-1-5	L4	14	K3545/7	L14
5	KLM77029/8-1-1-1-2-2-2	L5	15	K3544/4	L15
6	KLM76004/3-5-1-2-2-1-1-1	L6	16	K3640/6	L16
7	KLM76012/1-3-1-1-1-2-1-1	L7	17	KLM75010/4-4-1-2-1-1-1	L17
8	K74/2-2-1-3-1-1-1-1	L8	18	KLM76010/1-13-1-2-1-1	L18
9	K74/2-2-1-4-4-1-1-1	L9	19	K3653/2	T1
10	K74/2-2-1-19-1-1-1-1	L10	20	K3615/1	T2

Line × tester üsulu ilə qarğıdalı xətlərinin suvarılan və quraqlıq şəraitlərində ümumi və xüsusi kombinasiya qabiliyyətləri və təsərrüfat əhəmiyyətli biomorfoloji əlamətlərin genetik idarə olunma sistemləri (additiv və dominant təsirlər) hesablanmışdır.

Laboratoriya şəraitində, hibridlərin quraqlığa davamlılığını müəyyən etmək üçün toxumların cücərmə qabiliyyətindən və yarpaqların xlorofilinin sabitliyindən istifadə olunmuşdur. Bunlardan əlavə, laboratoriya və tarla nəticələri əsasında 3 hibrid (quraqlığa davamlı, orta davamlı və həssas) seçilmiş, onlarda DNT, prolin və şəkərin miqdarı təyin edilmiş və müqayisə aparılmışdır. Həmçinin araşdırılan 38 qarğıdalı hibridində 12 cüt praymerlərdən istifadə edilərək, DNT amplifikasiyaları ilə hibridlər arasındakı mövcud olan polimorfizm tədqiq olunmuşdur. Sonda tarla və SSR məlumatlarından istifadə etməklə biomorfoloji xüsusiyyətlərlə bağlı xromosom hissələri və informativ SSR markerləri müəyyən olunmuşdur.

SSR markerləri ilə keyfiyyət əlamətləri təyin olunduğundan statistik analizlərin aparılması üçün onların kəmiyyət qiymətlərinə çevrilməsi tələb olunur. Bunu hibridlərdə bəndlərin olub olmadığını müəyyən etməklə reallaşdırmaq mümkündür. Hər hansı bir bəndin varlığını "1", yoxluğunu isə "0" ilə işarələyib, 0 və 1 matrisi tərtib olunmuşdur. PIC genetik

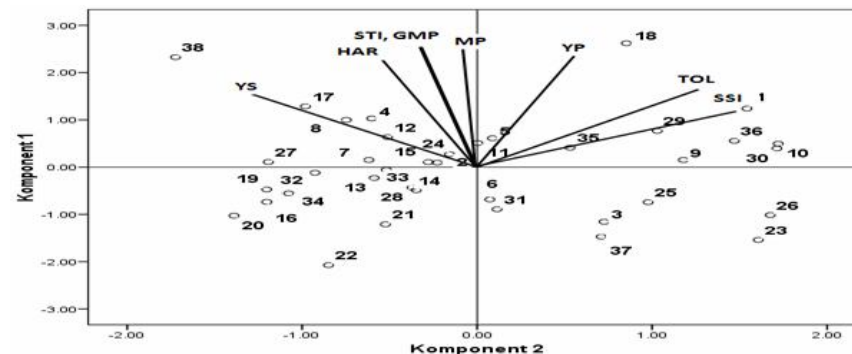
müxtəlifliyi, allel sayı, effektiv allel sayı, Şannon indeks və Ney indeks hesablanmışdır.

Statistik analizlərin yerinə yetirilməsində SAS, PATH2, SPSS, POPGENE32 və NTSYS-PC proqramlarından istifadə olunmuşdur. Həm də ümumi və xüsusi kombinasiyanın hesablanması və genetik variasiyasının komponentlərinin təxminində istifadə olunmuş müxtəlif formulları hesablamaq üçün bir proqram QPRO mühitində hazırlanmış və bu proqram EXCEL proqramı vasitəsilə işlədilmişdir.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

3. QURAQLIĞA DAVAMLILIQ QARĞIDALI HİBRİDLƏRİNİN TOLERANTLIQ İNDEKSLƏRİ VƏ BIPLLOT METODLARI İLƏ TANINMASI

Qarğıdalı seleksiyaçıları su məhdud olan mühitlərdə, müxtəlif şəraitlərdə stabil məhsuldarlığa malik qarğıdalı hibridlərindən istifadə etməyə üstünlük verirlər. Onlar əlverişli irriqasiya səviyyələrinə cavab verməklə bərabər, məhdud əlverişli irriqasiya səviyyələrinin altında dən məhsulları az miqdarda aşağı düşür. Dən məhsuldarlığının mürəkkəb variasiya analizinin nəticələri göstərdi ki, hibridlərin və irriqasiya rejiminin arasındakı fərqlilik, həm də hibridlərlə irriqasiya rejiminin qarşılıqlı təsiri 1% ehtimal səviyyəsində anlamlıdır. Hibrid $\times$ irriqasiya qarşılıqlı təsirinin əhəmiyyətli olmasına görə qarğıdalı hibridlərinin seçilməsi məhsulun və məhsulun stabilliyinin (tam suvarılma və quraqlıq şəraitində) kombinasiyası əsasında baş tutması, təkcə orta məhsuldarlıqdan baş tutmasından daha yaxşı olacaqdır. Ona görə də, bu tədqiqatda quraqlığa davamlı və yüksək məhsuldar hibridləri tanımaq üçün quraqlığa tolerantlıq indekslərindən və biplot metodundan istifadə edilmişdir. Quraqlığa tolerantlıq indekslərinə və məhsuldarlıqlarına görə öyrənilən hibridlər biplot-un müxtəlif sahələrində yerləşmişlər. 4, 7, 8, 12, 15, 17, 27 və 38 №-li hibridlər, biplotın yüksək məhsuldarlığı və quraqlığa davamlı olan PCA1-in yüksək və PCA2-nin aşağı sahəsində (yuxarıda və solda) yerləşmişdir (Şəkil 1). Bu hibridlər quraqlıq və tam suvarılma şəraitləri üçün çox yaxşı hibridlərdir. Həmçinin, 4, 8, 17 və 38 №-li hibridləri STI vasitəsilə də seçilmişlər. Buna görə də bu hibridləri yüksək məhsuldarlığına və quraqlığa davamlılığına görə ən yaxşı hibridlər hesab etmək olar.



Şəkil 1. Birinci və ikinci komponentlər əsasında qarğıdalı hibridlərində quraqlığa tolerantlıq indeksləri üçün biplot diaqramı

4. QARĞIDALI HİBRİDLƏRİNDƏ QURAQLIQ STRESİNƏ DAVAMLILIĞININ BİOKİMYƏVİ ƏSASLARININ MÜƏYYƏNLƏŞDİRMƏSİ

A. Blum (1988) quraqlığa tolerantlığın fizioloji və biokimyəvi əsaslarının müəyyənəlməsi və məhsuldarlığı artırmaq üçün onlardan istifadəni çox vacib hesab edir.

Stresə davamlılıq indeksi (STI), fizioloji parametrlər (cücərmə faizi və stres amillərin təsirindən xlorofil a+b-nin miqdarında əmələ gələn dəyişmələr) nəzərə alınaraq hibridlərin içərisindən 38 (SC704) №-li hibrid quraqlığa davamlı, 7 №-li hibrid orta davamlı və 37 (SC700) №-li hibrid həssas hibridlər kimi seçilmişdir. Bu hibridlərin üzərində quraqlıq stressi təsirindən genomda, prolin amin turşusu və həll olunan karbohidratların miqdarında baş verən dəyişikliklər öyrənilmişdir.

Bizim təcrübəmizdə öyrənilən qarğıdalı hibridlərinin yarpaqlarında prolin amin turşusunun miqdarının təhlili göstərdi ki, onlar öz yarpaqlarında müxtəlif miqdarda prolin amin turşu toplantısına nail olmuşlar. Suvarılan şəraitdə prolin amin turşusunun miqdarının ən çox toplanması quraqlığa həssas (37 №-li hibrid) hibriddə ($1.95 \mu\text{mol/q}$), ən az prolin amin turşusu miqdarı isə orta davamlı (37 №-li hibrid) hibriddə ($1.75 \mu\text{mol/q}$) olmuşdur. Suvarılan şəraitdə digər önəmli nəticə budur ki, davamlı ($1.90 \mu\text{mol/q}$) və həssas ($1.95 \mu\text{mol/q}$) hibridlərin prolin amin turşularının miqdarı bir-birinə çox yaxındır. Ancaq quraqlıq şəraitində prolin amin turşusunun ən çox toplanma miqdarı quraqlığa davamlı hibriddə (38 №-li hibrid) ($3.85 \mu\text{mol/q}$), və ən az prolin amin turşusunun miqdarı isə həssas (37 №-li

hibrid) hibriddə (3.25 $\mu\text{mol/q}$) olmuşdur. Quraqlığa orta davamlı hibriddə, yəni 7 №-li hibriddə 3.5 $\mu\text{mol/q}$ olmaqla orta mövqedə qalmışdır. Bu göstərir ki, hibridlərin quraqlığa davamlılıq dərəcəsi ilə prolin toplanmasının arasında xətti əlaqə var. Tam suvarma şəraitində prolin amin turşusunun miqdarı 1.87 $\mu\text{mol/q}$, quraqlıq şəraitində isə 3.53 $\mu\text{mol/q}$ olmuşdur. Tam suvarılan şəraitlə müqayisədə quraqlıq şəraitində prolin amin turşusunun miqdarı 89 % çoxalmışdır (Cədvəl 3).

Cədvəl 3

Quraqlıq sresi təsirindən qarğıdalı yarpaqlarında prolin amin turşusunun miqdarında baş verən dəyişmələr

Quraqlığa davamlılıq dərəcəsi	Suvarılan şəraiti($\mu\text{mol/q}$)	Quraqlıq şəraiti($\mu\text{mol/q}$)	Suvarılan şəraitə görə%-lə
Davamlı hibrid	1.9	3.85	102.03
Orta davamlı hibrid	1.75	3.5	100
Həssas hibrid	1.95	3.25	66.67
Orta	1.87	3.53	88.77

Bizim təcrübə işimiz göstərir ki, hüceyrə şirəsində həll olunan karbohidratların miqdarı da quraqlıq təsirinə məruz qalmışdır. Belə ki, quraqlıq stresi şəraitində qarğıdalı bitkisinin yarpaqlarında həll olunan karbohidratların miqdarında artım müşahidə edilmişdir, yəni su stresi dən dolma dövründə həll olunan karbohidratların miqdarında 46.51% artıma səbəb olmuşdur. Araşdırdığımız quraqlığa davamlı, orta davamlı və həssas hibridlərin yarpaqlarında həll olunan karbohidratların miqdarı bir-birindən fərqli olmuşdur(Cədvəl 4).

Cədvəl 4

Quraqlıq sresi təsirindən qarğıdalı yarpaqlarında həll olunan karbohidratların miqdarında baş verən dəyişmələr

Quraqlığa davamlılıq dərəcəsi	Suvarılan şəraiti(milliq/q)	Quraqlıq şəraiti(milliq/q)	Suvarılan şəraitə görə%-lə
Davamlı hibrid	400.50	514.50	28.46
Orta davamlı hibrid	392.50	605.00	54.14
Həssas hibrid	368.00	581.50	58.02
Orta	387.00	567.00	46.51

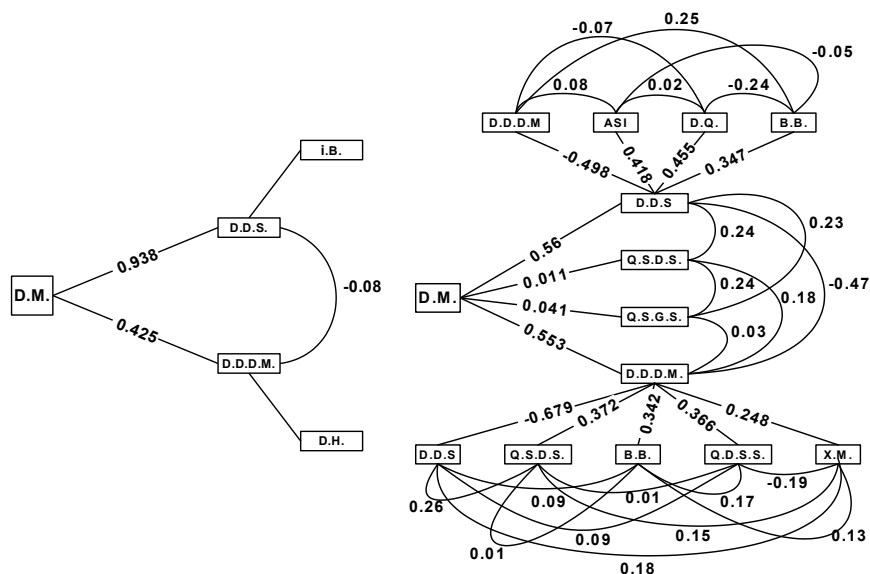
Bu araşdırmada suvarılan şəraitdə, quraqlığa davamlı hibriddə (38 №-li hibrid) həll olunan karbohidratların miqdarı (400.50) daha çox olmuşdur. Həll olunan karbohidratların ən az miqdarı (368.00 milliq/q) quraqlığa həssas hibriddə (37 №-li hibrid) müşahidə edilmişdir. Ancaq,

quraqlıq şəraitində quraqlığa orta davamlı hibriddə (37 №-li hibrid) daha çox həll olunan karbohidrat toplanmışdır (605.00). Həll olunan karbohidratın ən az toplanması (514.50 milliq/q) quraqlığa davamlı hibriddə (38 №-li hibrid) baş vermişdir (Cədvəl 4). Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, su stresi şəraitdə həll olunan karbohidratın miqdarının artması ilə bərabər dən məhsuldarlığı azalmışdır. Belə güman olur ki, su stresi şəraitində nişastanın parçalanması səbəbindən karbohidratın miqdarı da artım göstərir ki, bu da karbohidratların ehtiyat formasının (nişastanın) azalması ilə əlaqədardır ki, nəhayət dən məhsuldarlığının azalmasına səbəb olmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, quraqlıq şəraitdə, quraqlığa orta davamlı və həssas hibridlərin yüksək səviyyədə həll olunan karbohidrat toplanmasına malik olduğu halda, aşağı dən məhsulu istehsal etmişdir. Məlumdur ki, stromada əmələ gələn nişasta parçalanma prosesi nəticəsində həll olunan karbohidrata çevrilir ki, bu da öz növbəsində enerji sərf etməsinə səbəb olur və nəticədə assimilyatların azalması ilə bərabər dən məhsulu da azalır.

5. SUVARILAN VƏ QRAQLIQ ŞƏRAİTLƏRİNDƏ DƏN MƏHSULDARLIĞI İLƏ ƏLAQƏDAR ƏLAMƏTLƏRİN TANINMASI

Əməli surətdə dən məhsulunun genetik yaxşılaşdırması dolayı seçim vasitəsilə həyata keçirilir. Seleksiya proqramında, path analizindən istifadə etməklə müxtəlif əlamətlərin birbaşa və dolayı təsirlərin məhsuldarlıqla, müəyyənləşdirmək imkanı yaranır.

Path analizin yerinə yetirməkdən əvvəl, məhsuldarlığa təsirsiz və ya az təsirli əlamətləri aradan qaldırmaq məqsədilə çox dəyişikli ardıcıl reqressiya analizindən istifadə olunmuşdur. Tam suvarılan şəraitdə, dənin dolma sürəti birinci əlaməti və dənin dolma dövrünün müddəti ikinci dəyişən olaraq ardıcıl reqressiya modelinə daxil olundu. Quraqlıq şəraitində dənin dolma sürəti əlaməti ilk dəyişən olaraq modelə daxil edildi və ondan sonra ikinci, üçüncü və dördüncü mərhələdə, uyğun olaraq, dənin dolma dövrünün müddəti, qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlər və qıça sırasında dənin sayı əlamətləri reqressiya modelinə daxil oldular. Tam suvarılan şəraitdə, path analizi nəticələri təsdiq etdi ki, dənin dolma sürəti (0.938), dənin dolma dövrü müddəti (0.425) ilə müqayisədə dən məhsuldarlığına daha çox bilavasitə təsir göstərir. Quraqlıq şəraitində, dən məhsuldarlığı üzərinə birbaşa və ən çox müsbət təsir, dənin dolma sürəti və dən dolma dövrü müddəti əlamətləri olmuşdur(Şəkil 2). Bu da onu göstərir ki, bu əlamətlərin artırılması ilə dən məhsuldarlığı da arta bilər.



Şəkil 2. Tam suvarılan (sol şəkil) və quraqlıq(sağ şəkil)şəraitlərində dən məhsuldarlığı ilə əlaqədar olan əlamətlərin path analizi diaqramması (D.M.- dən məhsuldarlığı; D.D.S.- dən dolma sürəti; D.D.D.M.- dən dolma dövrünün müddəti; İ.B.-İlkin boyu; D.H.- dən hektolitri; Q.S.G.S.- qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayı; Q.S.D.S.- qıça sırasında dən sayı; ASI- tozlanma ilə saçaqlama arasındakı günlərin sayı; D.Q.- dən qalınlığı; B.B.- bitkinin boyu; Q.D.S.S.- qıça dəninin sıra sayı; X.M.- xlorofilin miqdarı (a+b))

6. QARĞIDALI XƏTLƏRİNİN KOMBİNASIYA QABİLİYYƏTLƏRİNİN VƏ GENLƏRİNİN TƏSİRİNİN SUVARILAN VƏ QURAQLIQ ŞƏRAİTLƏRİNDƏ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Line × tester üsulunda 18 ana xətti iki ata xətt ilə hibridləşdirilmişdir. Hibridləşdirmə nəticəsində əldə edilmiş 36 F1 hibridi üzərində line × tester analizi yerinə yetirildi. Dən məhsuluna aid line × tester variasiya analizi nəticələri cədvəl 5- də verilmişdir. Dən məhsulu baxımından hər iki il və hər iki şəraitdə xətlərin və testerin təsiri 1% ehtimalla əhəmiyyətli olduğu aşkar edilmişdir. Xətlərin və testerin təsirinin önəmli olması dən məhsulunun idarə olunmasında genin additiv effektinin rolu olunmasını göstərir. Həmçinin xətt × tester qarşılıqlı təsirinin əhəmiyyətli olduğu göstərir ki, dən məhsulunun idarə edilməsində genin dominant ya qeyri-additiv effektin rolu ola bilər. Bu üzdən dən məhsulunun nəzarətində hər iki təsir, yəni additiv və qeyri-additiv təsirin rolu mövcuddur. Əlamətlərin kontrolunda hansı təsirin (additiv ya dominant) daha mühüm rolu olduğunu

müəyyənəşdirmək üçün XKQ (xüsusi kombinasiya qabiliyyəti) variasiyasının ÜKQ (ümumi kombinasiya qabiliyyəti) variasiyası ilə nisbətindən istifadə edilmişdir. $\sigma^2_{\text{ÜKQ}} / \sigma^2_{\text{XKQ}}$ nisbətinin bir dən az olması göstərir ki, dən məhsulu cəhətdən XKQ variasiyası ÜKQ variasiyasından yüksəkdir, yəni populyasiyada genin dominant təsirinin daha çox olduğu aydın olmaqdadır (Cədvəl 5).

Tam suvarılan şəraitdə dən məhsulunun genetik variasiyası quraqlıq stressi şəraitindəki dən məhsulunun genetik variasiyası ilə müqayisədə yüksəkdir. Belə şəraitdə dən məhsulunun ümumi və xüsusi irsilik əmsalları da yüksək olmuşdur (Cədvəl 5). Bu haqda C. Ngaboyisonga və əməkdaşları (2009) göstərmişlər ki, quraqlıq stressi təsiri nəticəsində genetik müxtəlifliyinin azalması genetik variasiyasının azalmasına səbəb olur. Ümumiyyətlə xüsusi irsilik əmsalının miqdarı qiymətinin aşağı olmasının səbəbi qeyri-additive (dominant) variasiyasının tədqiq olunan əlamətlərin idarə edilməsində daha çox rolunun olması ilə bağlı ola bilər.

Cədvəl 5

Suvarılan və quraqlıq şəraitində qarğıdalıda dən məhsuluna aid line × tester variasiya analizinin nəticələri

SOV	df	Suvarılan şəraiti		Quraqlıq şəraiti	
		2008-ci il	2009-ci il	2008-ci il	2009-ci il
Təkrar	2	0.236	0.03	3.231	1.329
Hibridlər	35	3.156**	3.118**	0.768**	0.686**
Xətt	17	3.189**	3.175**	0.808**	0.429**
Tester	1	17.64**	13.23**	0.965**	5.782**
Xətt×Tester	17	2.271**	2.467**	0.717**	0.643**
Xəta	70	0.363	0.284	0.227	0.216
Additiv variasiyası (σ^2_A)	-	0.022	0.016	0.001	0.001
Dominant variasiyası (σ^2_D)	-	0.636	0.728	0.163	0.142
$\sigma^2_{\text{ÜKQ}} / \sigma^2_{\text{XKQ}}$	-	0.017	0.011	0.004	0.007
Genetik variasiyası (σ^2_G)	-	0.93	0.94	0.18	0.16
Ümumi irsilik əmsalı	-	0.885	0.909	0.704	0.685
Xüsusi irsilik əmsalı	-	0.021	0.015	0.005	0.004

Kombinasiya qabiliyyəti analizinə görə ümumi və xüsusi kombinasiya qabiliyyəti təsirləri dən məhsulunda hər iki şəraitdə əhəmiyyətli idi. L8, L11 və L17 xətləri suvarılan şəraitində və L15, L16 və L17 xətləri quraqlıq şəraitində dən məhsulu baxımından yüksək və müsbət kombinasiya qabiliyyəti göstərmişlər. L1×T1, L4×T1 və L8×T1 hibridləri

savarılan şəraitdə və L9×T2 hibridi quraqlıq şəraitində xüsusi kombinasiya qabiliyyəti təsiri müsbət istiqamətdə əhəmiyyətli olmuşdur.

7. SSR MARKERİ VASİTƏSİLƏ HİBRİDLƏR ARASI MÜXTƏLİFLİK DƏRƏCƏSİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Mühit təsiri altında olan morfoloji əlamətlər vasitəsilə genetik əlaqələrin yaxşı müəyyənəşdirilməsi qeyri-mümkündür. Lakin molekulyar markerlər növlərin genetik fərqlərini bilavasitə aydınlaşdırdığı üçün genetik müxtəlifliyin öyrənilməsi də daha faydalıdır. Bu tədqiqatda 38 qarğıdalı hibridində genetik müxtəlifliyi araşdırmaq üçün mikrosatellit markerlərdən istifadə olunmuşdur. Bu məqsədlə polimorfizmi nisbətən yüksək olan 12 cüt mikrosatellit praymerdən istifadə edilmişdir. Praymerlər elə seçilmişdir ki, qarğıdalının hər 10 xromosomunun praymerləri arasında ən azı bir nümayəndə olsun.

Bu tədqiqatda 12 cüt mikrosatellit praymerdən istifadə etməklə 38 hibriddə 40 bənd (hər bənd bir allelidir) artırıldı. Tədqiq olunan bütün hibridlərdə hər praymer üçün allellərin sayı 2-6 arasında dəyişmişdir, ən çox allel sayı PHI031, UMC1877 və UMC2359 praymerlərinə aid olmuş və onlarda allel sayı, uyğun olaraq, 6, 5 və 5 allel olmuşdur. Ən az allel sayı UMC1501, UMC1447, BNLG1617, PHI080 və UMC1432 praymerlərə aiddir ki, hamısının 2 alleli vardır (Cədvəl 6). F. Dehghan Naieri və əməkdaşları (2005) qarğıdalı mikrosatellitləri üçün allellərin orta sayını 3-13, həmçinin J.S.C.Smith və həmkarları (1997) onların orta sayını 3-12-ə qədər hesab etmişlər.

PIC genetik müxtəlifliyi ilə bərabər, praymerlərin ayırd etmə gücünü gen məkanında (lokuslarda) allellərin sayı vasitəsilə və tədqiq olunan populyasiyada onların nisbi miqdarı (frekans) əsasında göstərir [Senior et al., 1998]. Allellərin sayının çoxluğu və bu allellərin aşağı nisbi frekansı, praymerlərin yüksək PIC olmasına gətirib çıxarır, PIC yuxarı olan praymerlər yüksək ayırd etmə qabiliyyətinə malikdir. Bu parametrlər allel müxtəlifliyini hər bir gen məkanında ölçür, və $1-f_i^2$ formulu ilə bərabər olur. Bu formulda f_i -ci allelin frekansıdır. Bu üzdən lokusda allel sayı çox olan bir praymerin PIC-si mütləq yüksəkdir. Bu tədqiqatda mikrosatellitin lokusları üçün PIC 0.23- 0.78 arasında dəyişmiş və orta qiyməti 0.53 olmuşdur. Beləliklə, PIC-in ən az və ən çox miqdarı, uyğun olaraq, PHI080 və UMC2359 praymerlərinə aid olmuşdur (Cədvəl 6). Hər bir mikrosatellit markerinə aid allelin orta sayı, onların lokuslarının müxtəlifliyinin təxmin edilməsində əlverişli olduğunu göstərir. Elə bu səbəbdən də praymerlərdəki allel sayı çoxdur, genetik müxtəliflik üçün münasib hesab edilmişdir. 6-ci

cədvəldən belə nəticə çıxarmaq olar ki, PIC miqdarını və allellərin saylarını nəzərə alaraq UMC1862, UMC1719, PHI031, UMC1545, UMC2359 praymerlərin müxtəliflik tədqiqi üçün əlverişli sayılır. Ney və Şannon əmsallarının nəticələri də bir çox hallarda PIC-dən əldə olunan nəticələri təsdiq edir (Cədvəl 6).

Cədvəl 6

İstifadə olunmuş SSR praymerləri üçün motif, allel sayı, bin yeri, polimorfik indeks məzmunu (PIC), Şannon və Ney indeksi

Praymerlər	Motif	Bin yeri	Allel sayı	PIC indeksi	Şannon indeksi	Ney indeksi
UMC1862	(GA)8	1.11	5	0.72	1.39	0.71
NC133	GTGTC	2.05	4	0.48	0.91	0.49
UMC1501	(AAG)5	3.05	2	0.47	0.66	0.45
UMC1719	(GCG)5	4.10	4	0.64	1.13	0.65
UMC1447	(CTT)4	5.03	2	0.35	0.53	0.36
PHI031	GTAC	6.04	6	0.78	1.62	0.77
BNLG1617	AG (16)	6.05	2	0.29	0.47	0.25
UMC1333	(CAG)4	7.03	3	0.49	0.87	0.51
UMC1545	(AAGA)4	7.00	3	0.66	1.09	0.65
PHI080	AGGAG	8.08	2	0.23	0.39	0.17
UMC2359	(AAAAG)4	9.07	5	0.79	1.58	0.78
UMC1432	(AG)6	10.02	2	0.46	0.65	0.47
Orta	-	-	3.33	0.53	0.94	0.52

8. QURAQLIĞA TOLERANTLIQ İNDEKSLƏRİ VƏ DİGƏR ƏLAMƏTLƏRLƏ ƏLAQƏDAR XROMOSOM HISSƏLƏRİNİN VƏ INFORMATIV SSR MARKERLƏRİN MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ

Genlərin yerinin müəyyən edilməsi və nişanlaması ətrafında aparılan tədqiqatın, əlamətə nəzarət edən genlərin sayı və likaj xəritəsindəki genlərin məkanı haqqında məlumat verir. Mikrosatellitlərin müxtəlifliyi, çoxluğu, geniş yayımı bütün qarğıdalı genomlarında, tam bir qarğıdalı genetik xəritəsini yaratmaq üçün istifadə edilmişdir [Agrawal et al., 1999].

Tam suvarılan və quraqlıq stressi şəraitlərində dən məhsuldarlığı ilə əlaqədar xromosom nahiyyələrin və informativ SSR markerlərin müəyyənəşdirməsi üçün ardıcıl reqressiya üsulundan istifadə edilir. Ardıcıl reqressiya analizinin nəticələri 7-ci cədvəldə verilir.

Cədvəl 7

Dən məhsulu ilə informativ markerləri üçün ardıcıl regressiya modelin regressiya əmsalı (b), R^2 və P dəyəri

Əlamətlər	Praymerlər	Bin yeri	b	R^2	P dəyəri
YP	UMC2359	9.070	0.389	0.151	0.014
YS	UMC2359	9.07	0.30	0.38	0.00
YS	UMC1432	10.02	0.46	0.41	0.00
YS	UMC1862	1.11	0.30	0.50	0.02
YS	UMC1719	4.10-11	0.25	0.63	0.04

YP- suvarılan şəraitindəki dən məhsulu; YS- quraqlıq şəraitindəki dən məhsulu

Alınan nəticələrə əsasən demək olar ki, UMC2359 praymeri tam suvarılan şəraitdə dən məhsuldarlığı ilə əlaqədardır. Bu praymer 9-cu xromosom üzərində və 9.09-cu bin (xromosom hissəsi) məkanında yerləşib və bu şəraitdə məhsuldarlığın fenotip variasiyasının təqribən 15 %-ni yerinə yetirir. Halbuki, quraqlıq stresi şəraitində dörd UMC2359, UMC1432, UMC1862 və UMC1719 praymerlər dən məhsuldarlığı ilə əlaqədardır. Bu dörd praymer uyğun olaraq, 9.07, 10.02, 1.11 və 4.10 (4.11) bin məkanında yerləşib və bu şəraitdə məhsuldarlığın fenotip variasiyasının təqribən 63 %-ni yerinə yetirirlər (Cədvəl 7). UMC1862, UMC1719, UMC1447, UMC2359 və UMC1432 markerləri başqa markerlərdən daha çox quraqlığa davamlılığı kodlaşdıran məkanlarda yerləşiblər. Beləliklə, dən məhsuldarlığını artırmaq üçün qarğıdalı hibridlərinin seçimində bu markerlərdən istifadə etmək olar.

Müəyyən edilmişdir ki, qarğıdalı hibridləri arasında müəyyən müxtəliflik mövcuddur. Bu müxtəlifliklərdən seleksiya proqramlarında uğurla istifadə etmək olar. Həmçinin, bu tədqiqatın nəticələri əlamətlərin dolayı yolla markerlər vasitəsilə seçilməsi, ilkin informasiyanın verilməsində faydalı ola bilər. Belə düşünülür ki, bu tədqiqatda müəyyən olunmuş bəzi markerlərdən dən məhsuldarlığını artırmaq və quraqlığa davamlı formaları seçmək üçün informativ markerlər kimi istifadə etmək olar. Bu əlaqələri başqa germlasmlarda təsdiqlə, bu markerləri STS (Sequence tagged site- Nişanlanan ardıcılıq sahəsi) markerlərinə çevirməklə seçim işgüzarlığını artırmaq olar. Həmçinin bu tədqiqatın nəticələrini nəzərə alaraq təklif olunur ki, gələcək tədqiqatlarda 7-ci cədvəldə təqdim olunan praymerlərdən istifadə etmək və habelə quraqlığa dayanıqlılıqla yaxın əlaqədə olan genom hissələrindən xüsusi molekulyar texnologiyanın köməyi ilə ayrılış və molekulyar tədqiqatlarda, o cümlədən QTL analizindən istifadə oluna bilər. Bu üsul vasitəsilə

qarğıdalıda quraqlığa davamlılıq əlamətini yaxşılaşdırmaq üçün əlverişli imkanlar əldə edilir.

NƏTİCƏLƏR

1. Öyrənilən qarğıdalı hibridlərində tam suvarılan şəraitdə orta dən məhsuldarlığı hektardan 8.01 ton, quraqlıq şəraitində 5.44 ton olmuş, başqa sözlə, tam suvarılan şəraitlə müqayisədə quraqlıq şəraitində məhsuldarlıq 32.1% azalmışdır. Bu azalma daha çox dən kütlesinin azalması hesabına baş vermişdir.

2. Quraqlıq və tam suvarılan şəraitlərdəki dən məhsulu və biplot analizlərinin nəticələrinə görə 8 (K74/2-2-1-3-1-1-1 -1 × K3653/2) və 38 (SC704) nömrəli hibridlər quraqlığa davamlı olmuşlar. Bu hibridlər, toxumların osmotik məhlullarda cücərmə qabiliyyəti və stresin təsirindən xlorofilin miqdarında baş vermiş dəyişmələrə görə də davamlı hesab edilmişlər.

3. Quraqlıq və tam suvarılma şəraitlərindəki dən məhsulu və bipol analizinin nəticələrinə görə, K3653/2 xətti quraqlığa ən davamlı və K3615/1 xətti quraqlığa ən həssas xətlər kimi seçilmiş və onlardan quraqlığa davamlı və həssas testerlər kimi hibridləşdirmə proqramlarında istifadə edilə bilər.

4. Tam suvarılan şəraitdə qarğıdalı yarpaqlarında prolin amin turşusunun miqdarı 1.87 $\mu\text{mol/q}$, quraqlıq şəraitində isə 3.53 $\mu\text{mol/q}$ olmuşdur. Tam suvarılan şəraitlə müqayisədə quraqlıq şəraitində prolin amin turşusunun toplanması 89% çoxalmışdır. Hibridlər, prolin amin turşusunun toplanması baxımından iki fərqli mühitdə fərqli reaksiya göstərmişlər. Stres şəraitində, prolin amin turşusunun ən yüksək miqdarı quraqlığa davamlı hibridlərdə, suvarma şəraitində isə həssas hibridlərdə müşahidə edilmişdir. Quraqlıq stresi şəraitində qarğıdalı bitkisinin yarpaqlarında həll olunan karbohidratın miqdarında artım müşahidə edilmişdir. Su stresi dən dolma dövründə həll olunan karbohidratın toplanma miqdarında 46.5% artıma səbəb olmuşdur. Suvarılan şəraitdə ən çox həll olunan karbohidrat miqdarı quraqlığa davamlı hibriddə (400.50 milliq/q), ən az isə quraqlığa həssas hibriddə (368.00 milliq/q) müşahidə edilmişdir. Quraqlıq şəraitində isə həll olunan karbohidratın ən çox toplanması quraqlığa orta davamlı hibridə (605.00 milliq/q), ən az toplanma miqdarı quraqlığa davamlı hibriddə (514.50 milliq/q) baş vermişdir.

5. Müəyyən edilmişdir ki, quraqlığa davamlı qarğıdalı hibridlərinin yarpaq hüceyrələrində RNT və DNT fraksiyalarında artım baş verir. Belə ki, quraqlığın təsirindən RNT-nin miqdarı 48.1%, ləbil DNT-nin miqdarı

22.9%, stabil DNT-nin miqdarı isə 51.2%, artmışdır. Labil xromatin DNT-si fraksiyasında baş verən artım, transkripsiya intensivliyinin yüksəlməsinə və nəticədə daha çox RNT sintezinə səbəb olmuşdur.

6. Path analiz və ardıcıl regressiya analizinin nəticələrinə görə suvarılan şəraitdə, dənin dolma sürəti və dən dolma dövrünün müddəti, quraqlıq stresi şəraitində dənin dolma sürəti, dən dolma dövrünün müddəti, qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayı və qıça sırasında dənin say əlamətləri, məhsuldarlığı izah etməkdə ən mühüm və təsiredici əlamətlər kimi tanındılar. Bu üzdən dolayı seçim vasitəsilə məhsuldarlığı yaxşılaşdırın seleksiya proqramlarında bu əlamətlərdən istifadə edilə bilər.

7. Line $\times$ tester metodu əsasında dən məhsulunun idarə edilməsində genin additiv və dominant (qeyri-additiv) effektinin rolu aşkar olunmuşdur. Lakin ÜKQ (ümumi kombinasiya qabiliyyəti) və XKQ (xüsusi kombinasiya qabiliyyəti) variasiyalarının nisbətindən istifadə edilməsi dominant təsirinin daha mühüm rolu olduğunu müəyyənləşdirdi. Bu tədqiqatın hər iki şəraitdə bir çox əlamətlər üçün genin həm additiv və həm də dominant effektin rolu olmasına baxmayaraq, bu əlamətlərin kontrolunda dominant effektinin təsirinin daha mühüm olması aydın olmuşdur.

8. Kombinasiya qabiliyyəti analizinə görə ümumi və xüsusi kombinasiya qabiliyyəti təsirləri dən məhsulunda hər iki şəraitdə əhəmiyyətlidir. L8, L11 və L17 xətləri suvarılan şəraitdə və L15, L16 və L17 xətləri quraqlıq şəraitində dən məhsulu baxımından yüksək və müsbət ümumi kombinasiya qabiliyyəti göstərmişlər. L1 $\times$ T1, L4 $\times$ T1 və L8 $\times$ T1 hibridləri suvarılan şəraitdə və L9 $\times$ T2 hibridi quraqlıq şəraitində xüsusi kombinasiya qabiliyyətinin təsiri müsbət istiqamətdə əhəmiyyətli olmuşdur.

9. SSR markerləri əsasında bilavasitə DNT səviyyəsində genetik müxtəlifliyin öyrənilməsində 12 cüt mikrosatellit praymerdən istifadə etməklə 40 bənd (allel) aşkar olunmuşdur ki, ən çox allel sayı 6 allelə PHI031 praymerinə aiddir. Həmçinin öyrənilən hibridlər arasında PIC indeksinin yüksək qiyməti 0.78 olmaqla UMC2359 praymerində təyin edilmişdir. Ümumiyyətlə, PIC miqdarını və allellərin saylarını nəzərə alaraq UMC1862, UMC1719, PHI031, UMC1545 və UMC2359 praymerləri müxtəlifliyinin tədqiqi üçün əlverişli sayılırlar.

10. Müəyyən edilmişdir ki, UMC2359 praymeri tam suvarılan şəraitdə dən məhsuldarlığı ilə əlaqədardır. Bu praymer 9-cu xromosom üzərində yerləşir. Halbuki, quraqlıq stresi şəraitində dörd UMC2359, UMC1432, UMC1862 və UMC1719 praymerləri dən məhsuldarlığı ilə əlaqədar olmuş, və bu dörd praymer uyğun olaraq, 9, 10, 1 və 4-cü xromosom üzərində yerləşiblər. Müşahidələrə əsasən demək olar ki, UMC1862 (bin1.11),

UMC1719 (bin4.10-11), UMC1447 (bin5.03), UMC2359 (bin9.07), UMC1432 (bin10.02) markerləri başqa markerlərdən daha çox quraqlığa davamlılığı kodlaşdırın məkanlarda yerləşiblər. Beləliklə, dən məhsuldarlığını artırmaq üçün qarğıdalı hibridlərinin seçimində bu markerlərdən istifadə etmək olar.

11. Tədqiqatın SSR molekulyar markerlər əsasında klaster analizi nəticələri göstərdi ki, mikrosatellit markerləri müxtəlif qarğıdalı hibridlərinin ayrılması və tanınması üçün ən münasib markerlər hesab olunur. Bu markerlərdən təkcə qarğıdalı hibridlərinin qruplaşmasında deyil, həmçinin biotik və abiotik streslərə davamlılığı təyin etmək üçün müxtəlif genlərin tanınmasında istifadə etmək olar.

TÖVSIYƏLƏR

1. Yüksək quraqlığa davamlılığı və yüksək dən məhsuldarlığına görə seçilən K3653/2 qarğıdalı xəttinin uyğun təsərrüfatlarda əkilməsi və hibridləşdirmə proqramlarında geniş istifadə edilməsi tövsiyə olunur.

2. Laboratoriya və tarla təcrübələrinin nəticələrinə görə ən yüksək davamlılıq göstərmiş 8, 12, 38 №-li hibridlərin stressə davamlılıq istiqamətində aparılan seleksiya işlərində istifadəsi tövsiyə edilir.

3. Molekulyar-genetik və populyasiya-statistik metodlar genetik müxtəlifliyi fərqli quruluş səviyyələrində izah etdiyindən, bu metodların kompleks şəkildə tətbiqi mövcud genetik müxtəliflik haqqında geniş təsəvvür yaradır. Lakin populyasiyalarının genetik strukturunun təyininin daha effektiv olması üçün ISSR kimi markerlərin bu markerlərlə bir yerdə istifadəsi tövsiyə edilir.

4. Təqdim olunan praymerlər quraqlığa dözümlülüklə yaxın əlaqədə olan genom hissələrin ayrılmasında və digər molekulyar tədqiqatlarda, o cümlədən QTL analizlərində istifadə oluna bilər.

DISSERTASIYANIN MÖVZUSU ÜZRƏ DƏRC EDİLMİŞ İŞLƏRİN SIYAHISI

1. **Jalili M., Rashidi V., Shiri M.** Identification of traits related to grain yield in corn hybrids using path analysis // Journal of Agriculture Science, 2009, 13, p.27-41

2. **Shiri M., Aliyev R.T., Choukan R.** Quraqlıq stersinin qarğıdalı xətlərinin dən məhsuluna görə kombinasiya qabiliyyətinə təsiri və quraqlığa

davamlı hibridlərin kömək ilə seçməsi // AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun Elmi Əsərləri, I cild, 2009, 77-86.

3. **Shiri M., Aliyev R.T., Choukan R.** The effect of water stress on genome structure in maize hybrids (*Zea Mays*) / The 6th National Biotechnology Congress of Iran, Tehran, 2009, p.1-5

4. **Shiri M., Choukan R., Aliyev R.T.** Water stress effects on combining ability and gene action of grain yield in maize / First National Symposium on Environmental Stresses in Agricultural Sciences, Birjand, Iran, 2009, p.1-4

5. **Shirinzadeh A., Zarghami R., Shiri M.R.** Evaluation of drought tolerance in late and medium maize hybrids-using stress tolerance indices // Iranian Journal of Crop Science, 2009, 10, p.416-427

6. **Akhavan K., Shiri M.** The evaluation of maize varieties tolerant to water stress / The Second National Conference of Drought Effects And Its Management Strategies, Esfahan, Iran, 2010, Available on the: http://www.civilica.com/Paper-NSDEM02-NSDEM02_360.html

7. **Shiri M., Aliyev R.T., Choukan R.** Water stress effects on combining ability and gene action of yield and genetic properties of drought tolerance indices in maize // Research Journal of Environmental Science, 2010, 4, p.75-84

8. **Shiri M., Choukan R., Aliyev R.T.** Drought tolerance evaluation of maize hybrids using biplot method // Trends in Applied Sciences Research, 2010, 5, p. 129-137

9. **Shiri M., Choukan R., Aliyev R.T.** The effect of drought stress on genetics properties of leaf chlorophyll content of in maize / The 11th Iranian congress on genetics, Tehran, Iran, 2010, p.124-128

10. **Shiri M., Valizadeh M., Magjidi E. et al.** Evaluation of wheat tolerance indices to moisture stress condition // EJCP, 2010, 3, p.153-171

11. **Shirinzadeh A., Zarghami R., Azghandi A.V., Shiri M., Mirabdulbaghi M.** Evaluation of drought tolerance in mid and late mature corn hybrids using stress tolerance indices // Asian Journal of Plant Science, 2010, 9, p. 67-73

12. **Aliyev R.T., Shiri M., Choukan R.** Investigation of water deficit stress effects on associated traits with grain yield using path analysis in maize hybrids / International Conference: Diversity, Characterization and Utilization of Plant Genetic Resources Utilizing Modern Tools and Methods, Baku, 2011, p.54

13. **Rahimli V.R., Abbasov M.A., Shiri M.** Effect of drought and phytohormones on nucleic acids content changes in drought tolerance and

susceptible barley varieties // Trends in Applied Science Research, 2011, 6, p.96-101

14. **Rashidi V., Jalili M., Shiri M.** Orthogonal comparison of native and foreign seed corn hybrids in second crop for yield and some traits at Moghan region / International Conference: Diversity, Characterization and Utilization of Plant Genetic Resources Utilizing Modern Tools and Methods, Baku, 2011, p.161

15. **Shiri M.** Identification of informative SSR markers for drought tolerance in maize // African Journal of Biotechnology, 2011, 10, p.16414-16420

16. **Shiri M., Aliyev R.T., Choukan R.** Drought stress effects on related informative SSR markers for grain yield and its component in maize hybrids / International Conference: Diversity, Characterization and Utilization of Plant Genetic Resources Utilizing Modern Tools and Methods, Baku, 2011, p.133

17. **Shiri M., Eshghi S.H.** Informative SSR markers determination for drought tolerance in maize / The 2nd National Biology Congress of Young Researchers, Tehran, Iran, 2011, p.62

18. **Shiri M., Aliyev R.T.** Effect of Drought Stress on Nucleic Acids Content Changes in Maize Varieties // Research Journal of Biological Sciences, 2012, 7, p.38-42

19. **Shiri M., Fasihi B.** Theoretical and practical principles of statistics. Mabnaye Kherad Pub., Tehran, Iran, 2011, 216 p.

Влияние засухи на комбинационную способность и генетические особенности гибридных растений линий кукурузы (*Zea mays* L.)

РЕЗЮМЕ

Исследования проводились с целью изучения влияния засухи на комбинационную способность и на генетические, физиологические и морфологические особенности гибридных растений линий кукурузы путем определения хромосомных частей и информационных маркеров, связанных с урожайностью и другими признаками. Продолжительность исследований составл 3 года. В течение первого года, на основании оценки засухоустойчивости линий кукурузы, для использования в программе гибридизации были выделены линии K3653/2 и K3615/1, соответственно, как устойчивые и чувствительные к засухе. В течение второго года методом line×tester была проведена гибридизация 18 материнских линий с двумя отцовскими линиями (K3653/2 и K3615/1 тестеры). В результате гибридизации был получен гибрид 36(F1). В течение третьего и четвёртого года для изучения устойчивости и чувствительности гибридов к засухе, кроме этих 36 гибридов, в качестве контроля были использованы гибриды SC704(устойчивый к засухе) и SC700(неустойчивый к засухе). Основываясь на полученные данные, можно отметить, что по результатам урожайности и биplotных анализов в условиях засухи и полного полива гибриды № 8 и 38 проявили устойчивыми к засухе. Эти гибриды выделены устойчивыми по показателям проценту всхожести семян в осмотических растворах и по изменению количества хлорофилла. Методом line × tester была выявлена роль аддитивного, доминантного и неаддитивного эффекта гена в управлении урожайности зерна. Была определена более значительная роль доминантного действия. По сравнению с условиями полного полива в условиях засухи количество накопленного пролина и растворимых углеводов возросло на 89 и 46.51%. Данные, полученные на основе SSR маркеров, показали, что UMC1862, UMC1719, PHI031, UMC1545 и UMC2359 благоприятны для исследования разнообразия праймеров. Маркеры UMC1862 (bin1.11), UMC1719(bin4.10-4.11), UMC1447(bin5.03), UMC2359 (bin9.07) и UMC1432(bin10.02) расположены в пространствах кодирования засухоустойчивости хромосом. Таким образом, для повышения урожайности зерна при выборе гибридов кукурузы могут быть использованы эти маркеры.

DROUGHT STRESS EFFECTS ON COMBINING ABILITY OF LINES AND GENETIC PROPERTIES OF HYBRIDS IN MAIZE (*ZEAMAYS* L.)

SUMMARY

This reserach was done in order to evaluate water stress effect on combining ablility of lines and genetic, physyological and morphological properties of hybrids in maize, and to determine informative SSR markers for yield and other triats. This research was done during three years. In the first year, drought-tolerance of eight maize lines was assessed. According to the results, the lines of K3653/2 and K3615/1 were elected tolerant and sensitive lines, respectively. Then, they were used as tolerant and sensitive testers in hybridization program. In the second year, in line × tester fashion, eighteen female inbred lines and two male testers (K3653/2 and K3615/1) were crossed through controlled pollination to produce thirty six hybrid progenies. In the third and fourth years, in order to investigate drought tolerance of hybrids, these thirty six maize hybrids along with two checks of SC704(tolerant check), and SC700(susceptible check) were planted in two experiments with normal irrigation and water deficit at grain filling stage. Generally, based on yield in water deficit and normal irrigation conditions and bipolt analysis, hybrids No. 8 and 38 (SC704) were identified as drought tolerant hybrids. These hybrids, also were identified as drought tolerant hybrids according to germination ability under artificial water deficit condition and stability of leaf chlorophyll content. The results of line × tester analysis showed that the effect of gene action can be both non additive and additive in the expression of grain yield under both conditions. However, dominant genetic variance was more important in the expression of grain yield than additive variance. Proline content and total soluble sugar increased significantly by stress at the rate of 89 and 46.51 percent, respectively. The results obtained from SSR markers showed that UMC1862, UMC1719, PHI031, UMC1545, UMC2359 praymers were more usful to sudy genetic diversity. The analysis also led to identification of informative SSR markers, namely UMC1862(bin1.11), UMC1719 (bin4.10-4.11), UMC1447(bin5.03), UMC2359 (bin9.07) and UMC1432 (bin10.02) which significantly contributed to drought tolerance. These SSR markers could be further validated and potentially deployed in molecular marker-assisted breeding for drought tolerance in maize.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ БОТАНИКИ**

На правах рукописи

Шири Пиреватлоу Мухаммедрза Шамиль оглы

**ВЛИЯНИЕ ЗАСУХИ НА КОМБИНАЦИОННУЮ
СПОСОБНОСТЬ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
 ГИБРИДНЫХ РАСТЕНИЙ ЛИНИЙ КУКУРУЗЫ (*ZEA
MAYS L.*)**

24.09.01 –Генетика

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации, представленной на соискание ученой
степени доктора философии по биологии

Kağız formatı-60×84 16/1, 1,5 ç.v.
Tiraj-100

Баку-2013