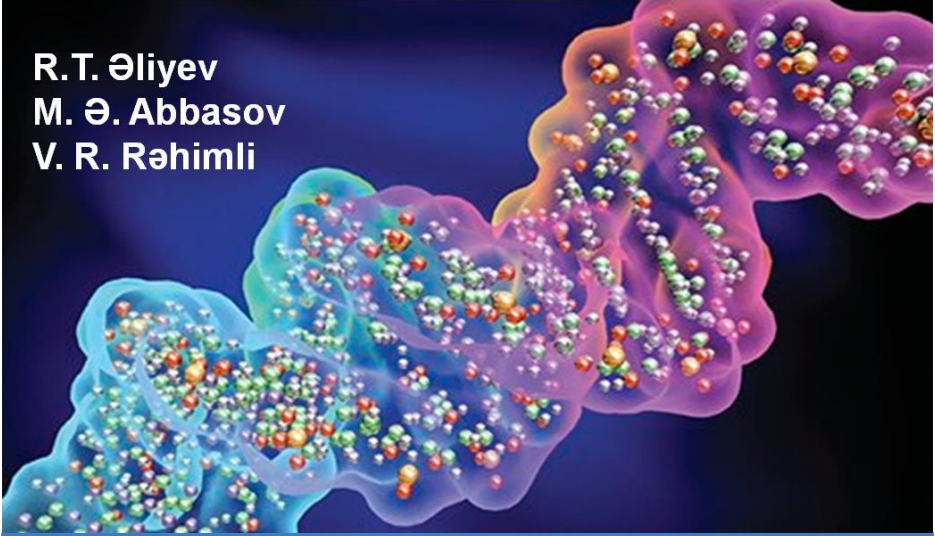


R.T. Əliyev
M. Ə. Abbasov
V. R. Rəhimli



STRES VƏ BİTKİLƏRİN ADAPTASIYASI



AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
GENETİK EHTİYATLAR İNSTİTUTU

R.T. ƏLİYEV, M.Ə. ABBASOV,
V.R. RƏHİMLİ

STRES VƏ BİTKİLƏRİN
ADAPTASIYASI

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının
Aqrar Elmlər Bölməsinin 19. 11. 2013-cü il
tarixli 6 sayılı qərarı ilə nəşr olunur.

BAKİ – “ELM” – 2014

Elmi redaktor: AMEA-nın həqiqi üzvü,
biologiya elmləri doktoru,
professor *İradə Məmməd qızı Hüseynova*

Rəyçilər: biologiya elmləri doktoru,
professor *Ellada Mirəli qızı Axundova*

biologiya elmləri doktoru,
professor *Ziya Qəhrəman oğlu Əbilov*

R.T. Əliyev, M.Ə. Abbasov, V.R. Rəhimli.

Stres və bitkilərin adaptasiyası. Bakı: “Elm”, 2014,
348 səh.

ISBN 978-9952-453-90-9

Stres amillər canlı orqanizmlərin, xüsusilə, bitkilərin həyat fəaliyyətinə mənfi təsir etməklə onların inkişafını məhdudlaşdırır və məhsuldarlığını aşağı salır. Bu baxımdan stres amillərin bitkilərə təsirinin öyrənilməsi və adaptasiya mexanizmlərinin aşkar edilməsi hüceyrədə stresin tənzimlənməsində mühüm rol oynayır. Kitabda quraqlıq və şoranlıq stres amillərinin bitkilərə, xüsusilə kənd təsərrüfatı bitkilərinə təsiri, stressə davamlılığın fizioloji-genetik əsasları və qiymətləndirilməsi haqqında geniş məlumat verilmişdir. Eyni zamanda buğda, arpa və qarğıdalı bitkiləri üzərində müəlliflər tərəfindən aparılmış elmi-tədqiqat işlərinin nəticələri də geniş şərh olunmuşdur. Əldə edilmiş təcrübi nəticələr bitkilərin stressə davamlılıq mexanizminin aydınlaşdırılmasında faydalı ola bilər.

Kitabdan universitetlərin biologiya və kənd təsərrüfatı ixtisasları üzrə təhsil alan tələbə, magistr və doktorantları, həmçinin elmi-tədqiqat institutlarının bitki fiziologiyası, molekulyar biologiya, genetika və seleksiya sahəsində çalışan tədqiqatçı- mütəxəssisləri istifadə edə bilərlər.

© “Elm” nəşriyyatı, 2014

GİRİŞ

Müasir dünyada baş verən qlobal iqlim dəyişiklikləri yer kürəsində ekoloji vəziyyətin ağırlaşmasına, quraqlıq və duzluluq kimi stres amillərin inkişafına, bir sıra qiymətli bitki növlərinin məhv olmasına səbəb olmuşdur ki, bu da gələcəkdə insanların qida məhsullarına olan tələbatının ödənilməsində ciddi çətinliklərin yaranmasına gətirib çıxara bilər. Buna görə də, əlverişsiz torpaq iqlim şəraitində becərilə bilən, müxtəlif streslərə, o cümlədən, quraqlıq və şoranlığa davamlı bitki genotiplərindən istifadə etməklə, daha məhsuldar və stres amillərə davamlı yeni bitki sort və formalarının yaradılması qarşıda duran aktual problemlərdəndir. Bu problemin həlli üçün səhrələşmə və şoranlaşma proseslərinin qarşısının alınması ilə yanaşı, stres amillərə davamlı gen mənbələrinin üzə çıxarılması, davamlılığın molekulyar-genetik əsaslarının tədqiqi və davamlılıq mexanizmlərinin müəyyənləşdirilməsi dünya elmində ən vacib istiqamətlərdən sayılır.

Bioloji baxımdan stres bitkinin normal inkişafını zəiflədən və ya onu mənfəi istiqamətdə dəyişən xarici mühit şəraitindəki hər hansı bir dəyişiklik kimi qəbul edilir [248]. Biotik (patogen, digər orqanizmlərlə rəqabət və s.) və abiotik (quraqlıq, duzluluq, radiasiya, yüksək və aşağı hərarət və s.) streslər, bitkilərin fizioloji fəaliyyətində dəyişikliklərə səbəb olur, hüceyrədə gedən biosintez prosesini zəiflədir, normal həyat fəaliyyətini pozur və son nəticədə bitkilərin ölümünə səbəb ola bilər [249].

Hazırda yer üzərində istifadə olunan torpaq sahələrinin stres amillərə görə təsnifatında, təbii stres amili olan quraqlıq 26%-dən çox sahəni əhatə edir. Bunun ardınca 20%-lə duzluluq stressi və 15%-lə soyuqluq və ya şaxta stresləri

gəlik. Digər streslər isə 29% təşkil edir. Yalnız 10%-lik bir sahə hər hansı bir stresin təsirinə məruz qalmır [134]. Quraqlıq stressi inkişafa və məhsuldarlığa təsir edən ən geniş yayılmış mühit amillərindən biri olmaqla, bitkilərdə bir çox fizioloji, biokimyəvi və molekulyar cavablar induksiya edir və bitkilər əlverişsiz mühit şəraitinə adaptasiya olunmaq üçün tolerant mexanizmləri formalaşdırırlar [113]. Bu mexanizmlərin öyrənilməsi, əlverişsiz xarici mühit amillərinə qarşı davamlı bitki sort və formalarının yaradılmasında böyük nəzəri və təcrübi əhəmiyyət kəsb edir.

Bütün canlı orqanizmlər, o cümlədən bitkilər öz həyat fəaliyyəti dövründə daima yaşadıkları ətraf mühit amillərinin təsirinə məruz qalırlar. Orqanizmlərin xarici mühit amillərinə cavab reaksiyaları ümumi xarakter daşıyır. Bu amillər təbii şərait dəyişmələri (quraqlıq, duzluluq, radiasiya, yüksək və aşağı temperatur və s.), infeksiya amillər (viruslar, bakteriyalar və s.) və ya digər antropogen amillər ola bilər. Bitkilərin yaşaması və öz həyat fəaliyyətini davam etdirməsi üçün onlar dəyişilmiş xarici mühit amillərinə qarşı adaptasiya olunmalıdırlar. Təkamül prosesində orqanizmlərin xarici mühit amillərinə qarşı müxtəlif adaptasiya yolları yaranmış, lakin bu amilləri dərk etmək və onlardan müdafiə olunmaq mexanizmləri hələ tam aydınlaşdırılmamışdır [42, 69, 70].

Aparılan araşdırmalar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, bitkilər əlverişsiz mühit şəraitinə – stressə adaptasiyada müəyyən rol oynayan müxtəlif genlərin induksiyası da daxil olmaqla, bir sıra biokimyəvi və fizioloji dəyişikliklərlə cavab verirlər [42, 48]. Lakin stres amillərə qarşı həmin cavab reaksiyaları genotipdən, stresin təsir müddətindən, bitkinin inkişaf fazasından, həmçinin toxuma və hüceyrənin tipindən asılı olaraq müxtəlifdir. Stres şəraitində bitkilərin tolerantlığı,

ilk növbədə onların genomunun aktivlik səviyyəsindən, genlərin ekspressiyasının intensivliyindən, ilişkili gen bloklarının mövcudluğundan və s. amillərdən asılıdır [6]. Ona görə tolerantlıq mexanizmlərinin aşkar olunması və bitkilərin stres amillərə müqavimətinin artırılması üçün ilk növbədə onların təsirindən bitkilərdə baş verən fizioloji və genetik dəyişiklikləri müəyyən etmək, bu dəyişikliklərin, o cümlədən, müdafiə mexanizmlərinin stressə davamlı və həssas bitki genotiplərində reaksiyasını tədqiq etmək lazımdır. Belə tədqiqatların aparılması həm də ayrı-ayrı genotiplərdə stres amillərə qarşı davamlılıqda rol oynayan genlərin müəyyən edilməsinə kömək edə bilər. Stressə davamlı gen mənbələrinin müəyyənləşdirilməsi və onlardan praktiki seleksiyada donor kimi istifadə olunması hazırda seleksiya işlərində qarşıya qoyulan ən vacib problemlərdəndir [400]. Bu problemin həlli, ilk növbədə genetik ehtiyatların, xüsusilə, yabanı və itmək təhlükəsi qarşısında olan genotiplərin toplanması və onların molekulyar genetik səviyyədə tədqiqini tələb edir. FAO-nun məlumatlarına görə, keçən əsrdə genetik müxtəlifliyin 75%-i məhv olmuşdur [408]. Kənd təsərrüfatında qohum bitkilər arasında aparılan hibridləşmələr və seleksiya işləri, bitkilərin genetik müxtəlifliyinin daralmasına və genlərin eroziyasına səbəb olmuşdur.

Biomüxtəlifliyin azalması bitkilərdə bircinsliyin davamlı olaraq artmasına gətirib çıxartmışdır ki, bu da öz növbəsində, genetik depressiyanın baş verməsinə, xəstəliklərin epidemiya halında yayılmasına, iqlim şərtlərinə uyğunlaşmanın və məhsuldarlığın kəskin azalmasına səbəb olmuşdur.

Canlı hüceyrələrin əksər hissəsi təbii və sintetik toksinlər, aşağı və yüksək temperatur, ağır metallar və radiasiya da daxil olmaqla müxtəlif mühit amillərinə qarşı geniş ölçüdə müqavimət mexanizmi inkişaf etdirmişlər. Son za-

manlar müəyyən edilmişdir ki, ekstremal mühit stresi genom səviyyəsində də xüsusi cavablar formalaşdırır. Hazırda mühit siqnallarının genoma ötürülməsi və cavab mexanizmləri haqqında çox az məlumat vardır. Bu informasiyalar yalnız nəzəri əhəmiyyət deyil, eyni zamanda ətraf mühitin zərərli təsirlərinə qarşı daha davamlı bitki orqanizmlərinin yaradılması baxımından da böyük əhəmiyyət kəsb edir. Son zamanlar molekulyar biologiya və molekulyar genetikanın sürətli inkişafı və əldə olunan nəticələr mühit streslərinə qarşı müqavimət mexanizminin müəyyən edilməsinə böyük ümidlər verir.

Oxucuların istifadəsinə verilən bu monoqrafiya, stres amillərin bitkilərə təsiri və davamlılıq mexanizmləri haqqında son illərdə dərc olunmuş ədəbiyyat məlumatlarının icmalına və apardığımız tədqiqat işlərinin yekunlarına həsr olunmuşdur.

I F Ə S İ L

ƏDƏBİYYAT İCMALI

1. Bitkilərin əlverişsiz ətraf mühit şəraitinə davamlılığı

Bitkilər bir və ya daha çox stres amillərə qarşı məhdud çərçivədə rəqabət aparmaq qabiliyyətinə malikdirlər. Bu vəziyyət orqanizmlərdə stres halı yaradır ki, bu stressi aradan qaldırmaq və müdafiə olunmaq üçün müxtəlif biokimyəvi və fizioloji mexanizmlər fəaliyyətə başlayır. Bu mexanizmlərin öyrənilməsi, əlverişsiz xarici mühit amillərinə qarşı tolerant bitki sort və formalarının yaradılmasında böyük nəzəri və təc-rübi əhəmiyyət kəsb edir [60].

Orqanizmlərin əlverişsiz mühit şəraitində yaşaması üçün onlarda stresin təsirindən ekspressiyası sürətlənən genlərin olması vacibdir. “Stresə cavab genləri”-nin aşkarlanması insanların sağlamlığı, bitkilərin məhsuldarlığı və s. kimi bioloji amillər üçün çox vacibdir. Orqanizmin gen ekspressiyasını dəyişdirən siqnalların tanınma mexanizminin müəyyən edilməsi, fərqli stres şəraitində genlərin ekspressiyasının tənzimlənməsinə fayda verə bilər.

Stresə cavab genlərinin induksiya mexanizmi öyrənilmiş fərqli orqanizmlərdə oxşardır. Eyni zamanda, müxtəlif stres amillərinin təsiri ilə genlərin ekspressiyasında baş verən dəyişmələr bir-birinə çox oxşardır. Xarici mühitdə baş verən hər hansı dəyişmələr hüceyrədə müxtəlif “streslər” və ya “şoklar” əmələ gətirir. Bu stres və ya şok siqnallarına bitki genomu proqramlaşmış şəkildə cavab verməli və bununla da orqanizm öz yaşam tərzini davam etdirməlidir [42].

“Stres” termini, ilk dəfə elmi ədəbiyyata yarım əsr bun-

dan əvvəl gətirilmişdir. Bu terminini biologiyaya ilk tətbiq edən Kanada fizioloqu Q.Selye olmuşdur. Selyeyə görə orqanizmdə istənilən zərərli təsirlərə qarşı qeyri spesifik reaksiya mövcuddur. O, orqanizmin müdafiə qüvvələrinin mobiləşməsinə yönəldilən bu hadisəni stres adlandırmışdır. Stres zamanı orqanizmin müdafiə reaksiyalarının cəmi ümumi adaptasiya və ya stres sindromu adlanır. Bu vəziyyəti meydana gətirən amil stresor, onların stres əmələ gətirmə dərəcəsi isə “stresor effekti” adlanır.

Təbii şəraitdə bitən və tarla şəraitində becərilən bitkilər hər zaman stres amillərin təsiri altında ola bilərlər. Bəzi ətraf mühit amilləri (havanın kəskin dəyişməsi) bir neçə dəqiqə ərzində stres əmələ gətirdiyi halda, digər amillər üçün bu müddət daha uzun ola bilər. Hətta, mineral maddələr kimi bəzi amillər aylardan və illərdən sonra da stres əmələ gətirmək qabiliyyətinə malikdirlər. Stres üç əsas mərhələdən ibarətdir:

1. Həyacan reaksiyası – bu zaman orqanizm müdafiə resurslarını səfərbər edir. Həyacanlanma (təlaş) mərhələsində bütün proseslər aktivləşir, orqanizmin enerji ehtiyatı səfərbər olunur. Stresin birinci mərhələsi 6-48 saat davam etdiyi təqdirdə stresorlar orqanizmə çox güclü təsir edərək bitkinin ölümünə səbəb ola bilər.

2. Müqavimətin yaranması: bu mərhələdə əvvəlki mobilizasiya hesabına orqanizm, zərərli təsirlərə müqavimət göstərməyə çalışır və həmin mərhələ stressə yüksək davamlılıqla müşayiət olunur.

3. Gərgin vəziyyətə uyğunlaşma və ya adaptasiya. Adaptasiya mərhələsində stresorun təsirindən pozulmuş maddələr mübadiləsi normallaşır, canlı kütlə bərpa olunur. Bu mərhələ, adətən bir neçə saatdan bir neçə günə qədər davam edə bilər. Əgər stresorun təsiri dayanırsa və orqanizmdə fizioloji pro-

seslər normallaşırsa, o zaman stresin qarşısı alınır, onun inkişafı sona çatır. Əksinə, orqanizm zərərli amillərin təsirini aradan qaldıra bilmirsə, onda orqanizmin uyğunlaşma qabiliyyəti azalır, bitki zəifləyir və hətta məhv ola bilər.

Stres ətraf mühit amillərinə daxil olub bitkilərin böyümə və inkişafı üçün genetik potensialın ekspresiyasına təsir edir, normal proseslərin getməsinə ləngidir və məhsuldarlığı azaldır.

Hazırda mühit stres siqnallarının genoma ötürülməsi və genomun bu siqnallara reaksiyası nəticəsində hansı fizioloji və biokimyəvi dəyişikliklərin baş verməsini öyrənmək imkanı verən müasir metodlar işlənib hazırlanmışdır. Hər hansı orqanizm hüceyrələrinin xarici mühit siqnallarına cavab verməsi üçün onların bu siqnalları qəbul etməsi və uyğun bir cavaba çevirə bilməsi lazımdır. Bunun üçün də bu hüceyrələrdə qəbul etmə və duyma mexanizmi olmalıdır. Bu siqnalların əksəriyyəti, bəlkə də hamısı hüceyrə səthində olan plazma membran reseptorları tərəfindən qəbul edilir [42].

1.1. Quraqlıq stressi

Quraqlıq, ümumi anlamda meteoroloji bir hadisə olub, bitkilərin inkişafına mənfi təsir edən yağışsız bir mərhələdir. Yağışsız mərhələnin quraqlıq əmələ gətirməsi torpağın su saxlama qabiliyyəti və bitkilər tərəfindən həyata keçirilən transpirasiya sürəti ilə bağlı olaraq baş verir [237].

Quraqlıq, su qıtlığı və quruma olmaqla iki tipdə mövcud olur [364].

1. Su qıtlığı – ağızcıqların bağlanması və qaz mübadiləsinin azalmasına səbəb olan orta səviyyəli su itkisidir. Nisbi su miqdarının təxminən 70%-ə qədərini qaldığı zəif su qıt-

lıgına məruz qalan bitkilərdə ağızcıqların bağlanmasıdan asılı olaraq karbon qazının qəbulu zəifləyir.

2. Quruma - metabolizmin və hüceyrə quruluşunun tamamilə pozulmasına və nəticədə enzimlərlə kataliz olunan reaksiyaların dayanmasına səbəb ola biləcək yüksək miqdarda su itkisi kimi qəbul edilir. Qurumaya həssas bitkilərin əksəriyyətində, suyun nisbi miqdarının 30%-dən aşağı düşdüyü hallarda vegetativ toxumalar bərpa oluna bilmirlər [367, 368].

Bitkilərdə su qıtlığı, bir qayda olaraq suya olan tələbatın təminatından çox olduğu hallarda yaranır. Su ilə təminat bitkinin kök sisteminə, torpağın dərinliklərində saxlanılan suyun miqdarı ilə müəyyən olunur. Suya olan tələbat isə bitkidə transpirasiya və evapo-transpirasiyanın dərəcəsi ilə nizamlanır [287, 288].

1.2. Bitkilərin quraqlıq stresinə davamlılığı

Bitkilərin quraqlıq stresinə davamlılığı onların növündən, genotipindən, su itkisinin dərəcəsi və müddətindən, inkişaf fəzasından, yaşından, orqan və hüceyrə tipindən asılı olaraq dəyişir. Bəzi bitkilər su stresinə qarşı olduqca həssas olduqları halda, digərləri bu stressə qarşı tolerantdır. Daha çox su əldə etmək qabiliyyətinə malik olan və sudan daha səmərəli istifadə edən bitkilər quraqlığa qarşı daha çox müqavimət göstərə bilirlər [142, 393].

Bitki böyümə və inkişafının bütün mərhələlərində su qıtlığının təsiri altında qala bilər. Müəyyən edilmişdir ki, böyüyən hüceyrələr su stresinə qarşı daha həssas olurlar. Quraqlıq şəraitində toxumların cücərməsi, rüşeym kökcüyünün inkişafı zəifləyir. Bununla yanaşı, ikincili kök sisteminin formalaşması gecikir, ağızcıqlar bağlanır, yarpaqların qocalması və tökülməsi prosesləri sürətlənir. Ağızcıqların bağlanması nəti-

cəsində fotosintezin intensivliyi tənəffüs prosesinə nisbətən daha çox azalır. Su stresinin təsiri nəticəsində assimilyasiyanın balansı pozulur [41].

Quraqlıq şəraitində bitkilərin osmotik təzyiqi aşağı düşür. Su qıtlığı və osmotik təzyiq fərqinin səbəb olduğu quraqlıq stressi amin turşularının birləşərək zülal molekullarına çevrilməsində, zülalın miqdarının azalması və ribonukleaza aktivliyində, zülalların hidrolizində və hidrogen-peroksidin miqdarının artmasında, poliribosomlarda parçalanma kimi bir çox metabolik proseslərdə dəyişikliklərə səbəb olur [277, 278].

Osmotik uyğunlaşma və ya hüceyrələrdə həll olunan maddələrin toplandığı, su potensialının azaldığı, lakin hələ turqorun aşağı düşməsinin başlamadığı bir vaxta təsadüf edir. Toxumlarda su potensialının dəyişməsi bütünlükdə osmotik təzyiqin dəyişməsi ilə eyni vaxtda baş verir.

Müəyyən edilmişdir ki, quraqlıq stresinin təsiri nəticəsində bitkilərdə yağların, nişasta və karbohidratların, müxtəlif aşı, efir və s. növ spesifik maddələrin sintezi və toplanması zəifləyir, proteolitik fermentlərin aktivliyi aşağı düşür. Bunun əksinə olaraq, zülalların miqdarı artır. Məsələn, buğda ilə aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, quraq bölgələrdə becərilən sortlar daha yüksək zülal, yaxşı suvarılan və ya rütubətli bölgələrdə becərilən sortlar isə yüksək nişasta faizi ilə fərqlənir. Oxşar nəticələr paxlalı bitkilərdə də əldə olunmuşdur. Alınan nəticələr əsasında belə fikir irəli sürmək olar ki, quraq zonalarda bitkilərdə zülalların miqdarının artması həm bitkinin enerji tələbatını ödəmək, həm də zülalların yüksək hidrofillik xüsusiyyəti hesabına su itkisini azaltmaq məqsədi daşıyır. Digər tərəfdən, həm yağların və həm də zülalların orqanizmin ehtiyat maddələri olmasına baxmayaraq, zülalların sintezinə daha az su tələb olunur. Nişasta, karbohidrat, yüksək molekul-

lu və spesifik maddələrin (efirlər, alkaloidlər, aşı maddələri və s.) miqdarının azalması, çox ehtimal ki, onların sintezinə daha çox su sərfinin olması ilə əlaqədardır.

Bitkilərin quraqlığa davamlılığında əhəmiyyətli cəhətlərdən birini də regenerasiya mexanizmləri təşkil edir. Bitkilərin bu xüsusiyyətini, su stresi zamanı zülalların öz strukturunu, fermentlərin aktivliyini saxlama qabiliyyətindəki müxtəlifliklə izah etmək olar. Ontogenezin müxtəlif fazalarında bitkilərin quraqlığa davamlılığı özünü müxtəlif dərəcədə göstərir. Bitkilərin əksəriyyəti ontogenezin böhran dövrü sayılan reproduktiv orqanların formalaşma dövründə quraqlığa daha həssas davamlılıq nümayiş etdirirlər. Çiçəkləmə zamanı arpa, qarğıdalı, bibər və s. bitkilərdə quraqlığa davamlılıq daha zəif olur.

Quraqlığa həssas olan bitkilərdə turqor itkisi ilə yanaşı, hüceyrə membranlarına və hüceyrə qlafına edilən mexaniki təzyiq də aradan qalxır və bunun nəticəsində hüceyrə qlafı və membranlar dağılır və bir daha bərpa oluna bilmirlər [389]. Davamlı bitkilərdə hüceyrənin həcmnin azalması ilə əlaqədar yaranan mexaniki stres müxtəlif qoruma mexanizmləri vasitəsilə əngəllənir. Bu bitkilər hüceyrələrində çoxlu sayda kiçik vakuollar əmələ gətirməklə, onların həcmnin sabit qalmasını təmin edə bilirlər [282, 390, 393, 421].

Osmotik uyğunlaşma şəkkər, üzvi maddələr və kalium kimi ionların protoplazmada qatılığının artması ilə müşayiət olunur. Bitki hüceyrəsi sitoplazmadakı fermentlərin aktivliyi belə yüksək ion qatılığı şəraitində dəyişilir. İonlar orqanoidlərdə və sitoplazmada olan fermentlərlə birləşərək hüceyrə kənarına çıxarılır. Hüceyrələrdə su müvazinətini qoruyub saxlamaq üçün ionlardan əlavə, bəzi həlledicilərin də sintezinə ehtiyac yaranır. Prolin, spirtlər, dördlü aminlər və digər maddələr bu qəbildən olan həlledicilərdir. Osmotik uyğunlaşma bu yolla stresin başlamasını lən-

gidərək, həlledicilərin sintezinin dəyişilməsini və daşınmasını təmin edir. Beləliklə, stresə cavab üçün zəruri vaxt qazanılır.

Quraqlıq stresinə məruz qalmış bitkilər antioksidant müdafiə sisteminin fəallaşması ilə oksidativ stresin öhdəsindən gələ bilirlər [187, 231, 379]. Uzun müddətli və aktiv stres zamanı isə müdafiə mexanizmlərinin məhdud imkanları vəziyyətə nəzarət edə bilmədiyindən, bitkilər zərər çəkir, hətta məhv ola bilirlər [102, 250, 315, 320, 371]. Fotosintezin elektron zəncir reaksiyalarının inhibirləşməsi fotooksidləşdirici zədələnməyə səbəb ola biləcək aktiv oksigen növlərini əmələ gətirir [379]. İzolə edilmiş xloroplastlarla aparılmış tədqiqatlar hər iki fotosistemin, xüsusilə, PS II-nin quraqlıq stressi təsirinə məruz qaldığını göstərir [114, 283].

Su stressi təsiri ilə hüceyrə biokolloidlərinin fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərində dəyişikliklər baş verir. İlk mərhələdə protoplazmanın orqanoidlərində və biopolimerlərin quruluşunda fərqlər meydana gəlir və bunun nəticəsində fotosintezin intensivliyi və biosintetik reaksiyaların sürəti azalır. Zülalların hidrolitik parçalanma reaksiyaları artır, maddələr mübadiləsi pozulur, ammonyak kimi zəhərli maddələr yaranır və nəticədə hüceyrə ölür [102, 115, 315].

Quraqlıq stressi zamanı bitkilərdə baş verən pozuntu və zədələnmələrə səbəb olan ən önəmli amillərdən biri də, DNT və RNT-nin deqradasiyasıdır [11, 24, 92]. Quraqlıq stresinə məruz qalmış bitkilərin yarpaqlarında RNaza-ın aktivliyi artır ki, bu da, fermentin bağlı vəziyyətdən sərbəst vəziyyətə keçməsilə əlaqədardır. Nuklein turşularının deqradasiyasına səbəb olan digər molekullar isə sərbəst radikallar ola bilər [146].

Digər stres amillərdə olduğu kimi, quraqlıq stresində də bitkilərin morfoloqiyası, fiziologiya və biokimyasında önəmli dəyişmələr baş verir ki, bütün bunlar da genetik aparatın nə-

zarəti altında həyata keçir.

1.2.1. Quraqlıq stresinin təsirindən bitkilərdə baş verən morfoloji və fizioloji dəyişmələr

Quraqlığın təsirindən bitki hüceyrələrinin böyüməsi və bölünməsi zəifləyir, yarpaqlarda ağızçıqların açılıb-bağlanması və fotosintez kimi bir çox əhəmiyyətli fizioloji hadisələrdə bitkilərin normal həyat fəaliyyətinin pozulması ilə nəticələnən ciddi dəyişikliklər baş verir.

Bitkilərdə su qıtlığı başlayan zaman, onlarda bəzi uyğunlaşma mexanizmləri inkişaf etməyə başlayır. Bu mexanizmlər aşağıdakılardır:

- ağızçıqların bağlanması və transpirasiyanın azaldılması,
- yaşlı yarpaqların erkən tökülərək transpirasiya sahəsini azaltması,
- fotosintezin intensivliyinin azalması,
- biosintez proseslərinin sürətinin yavaşması,
- osmotik təsirli maddələrin (şəkərlər, amin turşuları, prolin, üzvi turşular) sintezi və toplanması,
- oksidləşmə və fosforlaşma prosesləri arasındakı əlaqənin pozulması. Bunun nəticəsində ATF-in sintezi zəifləyir və metabolik hadisələrin nizamı pozulur. Bütün bunlar hüceyrənin ölümünə səbəb olur [37, 362, 415].

Bəzi bitkilər su stresinə qarşı olduqca həssas olduqları halda, digərləri bu stressə qarşı tolerantdır. Daha çox su əldə etmək qabiliyyətinə malik olan və ondan daha səmərəli istifadə edən bitkilər, quraqlığa qarşı daha çox müqavimət göstərə bilirlər. Taxılların bir çox nümayəndəsi su stresinə qarşı

tolerantdır.

Akademik C.Ə.Əliyevin tədqiqatları ilə müəyyən edilmişdir ki, quraqlıq stresinin buğdanın inkişafına və məhsuldarlığına təsiri, stresin baş verdiyi inkişaf mərhələsindən, stresin gücündən və təsir müddətindən aslıdır [48]. Məhsuldarlığın azalmasının əsas səbəbi, quraqlığın sünbül əmələ gəlmə prosesinə və çiçəklənmədən sonrakı müddətdə yarpaq səthi üzərinə mənfi təsiri ilə əlaqədardır. Sünbül əmələ gəlmə dövründəki quraqlıq stressi sünbüldəki dən sayının azalmasına səbəb olursa, sünbülləmədən sonrakı quraqlıq dəninin çəkisinin artmasını məhdudlaşdırır [48, 343].

Quraqlıq, duzluluq və s. kimi streslər torpaqdan qida qəbuluna da təsir edir [20, 37]. Su qıtlığı kökün daha dərinə enməsinə səbəb olur. Məsələn, bir bitki quru torpaqda məhv olmamaq üçün köklərini qurunt sularına kimi çatdırır. Çol bitkisi olmaq etibarilə kresot otunun quraqlığa davamlılığı yaxşı məlumdur. Qurumasına baxmayaraq bu bitki yaşayır, tolerantlıq göstərir və ya protoplazmanın quruluşuna dözürlü [248].

Bitkilərin quraqlığa davamlılığı, onların susuzluğa qarşı uyğunlaşma və su saxlama qabiliyyətləri ilə düz mütənasibdir [37]. Bitkilərdə yarpaqların düzülüşü və forması quraqlığa davamlılıq baxımından çox önəmlidir [63, 188]. Yarpaq səthinin azalması su qıtlığının qarşısının alınmasında ilk tədbirlərdən biridir. Bitkilərdə suyun miqdarı azaldıqda hüceyrələr daralır və hüceyrə divarları qatlanaraq bükülür. Hüceyrələrdə baş verən bu proses hidrostatik təzyiğin aşağı düşməsi və ya “tərkər” ilə nəticələnir. Su stressi tək-tək yarpaqların deyil, bitkidə olan bütün yarpaqların səthini məhdudlaşdırır. Çünki o, budaqların böyümə nisbətini və sayını azaldır. Yarpaq səthi inkişafını başa çatdırdıqdan sonra su qıtlığı baş verərsə, yarpaqlar tökülür [385].

Bitkilərin bioloji məhsulunun formalaşmasında fotosintez

prosesi əsas rol oynayır. Bu proses bitkinin genotipindən, becə-rilmə şəraitindən və digər xarici mühit amillərindən aslıdır. Ona görə də, müxtəlif ekoloji şəraitlərdə məhsuldarlığına görə fərqlənən buğda sortlarının fotosintetik funksiyalarının su rejimi göstəriciləri ilə müqayisəli tədqiqi, quraqlığa davamlılığın fizioloji əsaslarının müəyyənləşdirilməsi və bu əlamətlərdən istifadə etməklə hər bir ekoloji bölgə üçün uyğun sortların yaradılması işində mühüm əhəmiyyət kəsb edir [49, 50, 90].

M.Ə. Babayev (2004, 2009) yerli arpa sortnünunələri ilə apardığı geniş tarla təcrübələri, xarici mühitin əlverişsiz amillərinə qarşı davamlı, dənin keyfiyyət göstəriciləri yüksək olan yeni arpa nünunələri aşkar etmiş və onların uyğun təsərrüfatlarda tətbiqini tövsiyyə etmişdir [7, 8].

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, quraqlıq stresinin təsirindən arpa bitkisinin yarpaqlarında piqmentlərin sintez fəallığı artır, lakin bitkilərdə böyümə prosesinin zəifləməsi, yarpaqlarda piqmentlərin nisbi miqdarının azalmasına gətirib çıxarır. Bitkilərin su təminatı dərəcəsiindən aslı olaraq piqmentlərdə keyfiyyət dəyişmələrin də baş verdiyi, əsas fotokatalitik piqment olan xlorofil “a”-nın miqdarının artdığı müşahidə edilmişdir. Lakin piqmentlərin miqdarı ilə fotokimyəvi fəallıq arasında birbaşa əlaqə müəyyən edilməmişdir [72].

Quraqlığın daha güclü təsiri zamanı yaşıl plastidlərin dağılması baş verir ki, bu da, təbii olaraq xlorofilin miqdarının azalmasına səbəb olur. Zəif quruma və ya bitkilərin quraqlığa adaptasiyası zamanı xlorofilin miqdarının azalması isə uyğunlaşmanın nəticəsi ola bilər [87].

İ.M. Hüseynova və b. (2007, 2009) stres amillərin yumşaq buğda (*Triticum aestivum* L.) genotiplərinin fotosintetik membranlarının struktur-funksional komponentlərinə təsirini öyrənmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, quraqlıq stressi fotosintetik mem-

branın pıqment və zülallarının tərkib və miqdarında, spektral xüsusiyyətlərində və xloroplastların fotokimyəvi fəallığında mühüm dəyişikliklərə səbəb olur. Quraqlığa davamlı genotiplər yüksək fotosintetik fəallıq saxlamaqla, stresin təsirindən qoruna bilirlər [65]. Bitkilərin stressə adaptasiyası membranın zülal sistemi ilə bilavasitə əlaqədar olub, stressə qarşı kəmiyyət və keyfiyyətə yenidən qurulma ilə cavab verir [66].

Su stressi şəraitində bitkilərdə gedən bütün fizioloji proseslər bu və ya digər dərəcədə depressiyaya uğrayır. Müəyyən olunmuşdur ki, uzun müddətli və kəskin quraqlıq fotosintetik aparatda struktur dəyişmələrinə, fotokimyəvi, fermentativ, energetik və s. proseslərin pozulmasına səbəb olur [249]. M.A.Tarçevskiyə görə (1982), fotosintezin intensivliyi yarpağın su rejimi ilə yanaşı, həm də xloroplastların su rejimindən aslıdır [88]. Quraqlığa davamlı bitkilər xloroplastların yüksək su saxlama qabiliyyəti, xlorofilin lipoproteid kompleksi ilə daha davamlı rəbətəsi, quru maddələrin daha yüksək hidroskopikliyi ilə seçilir. Xloroplastların dehidratasiyası zamanı baş verən dəyişikliklər plastidlərin həm strukturuna, həm də funksiyasına təsir edərək, onların fotokimyəvi aktivliyini azaldır, ultrastrukturun və pıqment kompleksinin pozulmasına səbəb olur. Müəyyən edilmişdir ki, xloroplastlarda funksional dəyişikliklər adaptiv xarakter daşıyır. Zəif quraqlıq şəraitində bu reaksiya ziqzaqvari olmaqla, geriyyə dönə bilər. Kəskin stres zamanı isə xloroplastlar əksər göstəricilərə görə normaya qayıtmırlar [87].

Quraqlıq stresinin təsirindən fizioloji proseslərdə olan dəyişikliklərdən ən başlıcası turqorun azalması və ağızcıqların yarımçıq açılmasıdır. Su qıtlığı birbaşa fotosintezlə bağlı olan biokimyəvi proseslərə təsir göstərir və CO₂-nin ağızcıqlara daxil olmasını azalda bilər. Quraqlıq fotosintez maddələrinin

nəqlinə də mənfi təsir göstərir və yarpaqların bu maddələrlə doymasına səbəb olur, dolayısı ilə maddələrin orqanlarda paylanmasını əngəlləyir. Su qıtlığı ağızcıqların bağlanması effektiv təsir göstərir. Ağızcıqları təşkil edən hüceyrə qlafının şişməsi suyun miqdarına bağlı olduğuna görə, bu reaksiya yarpaqlar vasitəsilə udulmuş karbon qazının miqdarının azalmasına və nəticədə fotosintez məhsuldarlığının aşağı düşməsinə səbəb olur. Quraqlıq zamanı ağızcıqların bağlanmasına səbəb hidrolitik (yarpaq su potensialı, hüceyrə turqoru) və kimyəvi (ABT) siqnallardır. Köklərdə sintez olunan və transpirasiya axını vasitəsilə qoruyucu hüceyrələrə daşan ABT hipolitik ABT reseptoruna birləşərək quraqlıq zamanı ağızcıqların bağlanmasını təmin edir [137]. Ağızcıqların bağlanması quraqlıq zamanı xloroplastlarda absis turşusunun miqdarının artması ilə əlaqədardır. Sonuncu isə su qıtlığı və yüksək hərərətin təsiri ilə hüceyrəarası mühitdə CO₂-nin qatılığının artmasına cavab olaraq sintez olunur [115, 163, 381]. ABA-nın quraqlığa davamlılığı artırdığı, yaşlaşmanı gecikdirdiyi, fizioloji və ya mühit quraqlığında bitkilərin canlı qalmasını təmin etdiyi tədqiqatlarla sübuta yetirilmişdir [160]. Stres-ABT münasibətlərinə təsir edən üç mexanizm vardır:

- yetərli səviyyədə ABT olduğu zaman sintezi dayandıran siqnal gəlir.

- solma zamanı sürətli bir ABT sintezi baş verir.

- turqor olduğu zaman ABT sintezinin dayanması və ya kəsilməsi yenidən baş verir [202].

Yarpaqların gövdədəki yerləşmə yeri yuxarı olduqca ağızcıqların sayı artır və transpirasiya daha sürətlə gedir. Artan osmotik təzyiq müvafiq olaraq quraqlığa müqavimət də artır [41].

Quraqlıq şəraiti bitkilərin tənəffüs prosesinə də təsir gös-

tərəfə qararıqlıqda olan hissələrinin artmasına səbəb olur. Tənəffüsün su qıtlığına reaksiyası isə fotosintez reaksiyasına əks olur. Tənəffüsün intensivliyi başlanğıcda güclənsə də, su qıtlığının artması ilə getdikcə azalır. Sonrakı azalmanın səbəbi nişastanın hidroliz olunması ilə izah olunur. Nişastanın şəkərə çevrilməsi osmotik təziqin artmasına və bu artım isə bitki hüceyrələrinin sovurma qabiliyyətinin azalmasına səbəb olur və bu zaman hüceyrənin daxili müqaviməti suyun hopması müqabilində artır.

Hesab edilir ki, quraqlıq stresinə məruz qalmış bitkilər, ən effektiv müdafiə mexanizmlərindən biri kimi, osmotik aktiv birləşmələrin sintezini sürətləndirərək turqorun düşməsinin qarşısını ala bilirlər. Bu maddələrin hüceyrədə toplanması onların osmotik potensialını nizamlamağa kömək edir [278, 384]. Osmotik qoruyucular orqanellərə daxil olaraq sitoplazmada toplandıqlarından onlara vakollarda rast gəlinmir [154, 272, 342]. Osmotik qoruyuculara prolin, betainlər, dimetilsulfoniopropionat (DMSP), polyollar, trehaloz və fruktanları misal göstərmək olar [368]. Prolin osmotik qoruyucu olmaqla subseuar quruluşların qorunması ilə sərbəst radikalların söndürülməsində rol oynayarkən [255], qlisin betain yüksək duz qatılıqlarında və yüksək istiliklərdə kompleks zülal və fermentlərin dördlü quruluşlarının qorunmasında digər osmotik qoruyuculara görə daha təsirlidir [235, 322, 397].

Susuzluqdan qorunmanın digər bir yolu da epidermisdə su itkisini azaldan qalın bir kutikula təbəqəsinin meydana gəlməsidir. Bu təbəqə orqanizmə karbon qazının daxil olmasını çətinləşdirsə də, bu hadisə yarpaqlarda fotosintezin gedişinə ciddi maneçilik törətmir [47, 48].

W. Fricke və E. Pahlich (1990) su stresinin hüceyrədə prolinin miqdarını 4-6 dəfə artırdığını, artan vakuol xarici prolinin isə zülalların və membranların mühafizəsində və vakuolun os-

motik potensialının tənzimlənməsində rol oynadığını aşkar etmişlər. Kartof hüceyrə kulturasında 1%-li PEQ 6000 vasitəsilə yaradılmış su stresi zamanı prolinin miqdarının quru kütləyə görə 2,3-dən 20,7 mg-a qədər artdığı müşahidə olunmuşdur [191].

Tədqiqatlar göstərir ki, su qıtlığı zamanı hüceyrədə kalium və kalsium ionlarının qatılığı artır. Məsələn, quraqlığa davamlı buğda sortlarının daha çox kalsium aldıkları müəyyən edilmişdir. Hüceyrəyə aktiv daxil olan kalsium, suyun hüceyrə içərisinə daxil olmasını və turqor təzyiqinin artmasını təmin edərək böyüməyə təsir edir və ciddi su stresi şəraitində bitkilərdə suyun tutulub saxlanılmasını da həyata keçirir. Ağızciqların açılıb bağlanmasını tənzimləməklə suyun məhdud olduğu dönmə, bitkilərin zərər görmədən keçirməsini təmin etmək olar [340].

Stresin təsirinin azalmasında etilenin də böyük rolu vardır. Bu, böyümə, inkişaf, yetişmə, yaralanma və radiasiya streslərində daha çox nəzərə çarpır. Su stresinə məruz qalan buğdanın yarpaqlarında 4-6 gün içərisində etilenin sintezində artım müşahidə olunmuş və yarpaq toxumalarında toplanan etilenin miqdarı ilə stres şiddəti arasında əlaqə aşkar edilmişdir [202].

1.3. Quraqlıq stresinin bitkilərə təsiri və davamlılıq mexanizmləri

Quraqlıq stresinin bitkilərə təsiri müxtəlif xarakterli ola bilər.

Mexaniki təsir bitki hüceyrələrindən əhəmiyyətli dərəcədə su itkisi baş verdiyi zaman, bitkidə turqorun aşağı düşməsi ilə özünü göstərən stresin ilkin təsiridir [248]. Quraqlıq stresi fotosintetik membranın pigment və zülalların tərkib və miqdarlarında, spektral xüsusiyyətlərində və xloroplastların fotokimyəvi fəallığında mühüm dəyişikliklərə sə-

bəb olur. Quraqlığa davamlı genotiplər yüksək fotosintetik fəallıq saxlamaqla stresin təsirindən qoruna bilirlər [65]. Bitkilərin stresə adaptasiyası membranın zülal sistemi ilə bilavasitə əlaqədar olub stresə qarşı kəmiyyət və keyfiyyət-cə yenidən qurulma ilə cavab verir [66]. Plazmatik membranın quruluşu hüceyrədəki sulu mühitin bir göstəricisidir; bu quruluş, membrandakı hidrofob fosfolipid radikalların su tərəfindən pozulması ilə meydana gəlir. Hüceyrədə su itkisi ilə əlaqədar membranın quruluşu da dəyişikliyə uğrayır, fosfolipidlərin hidrofob baş hissələri bir-birinə yaxınlaşır və membranlar kompakt forma alırlar. Bu yeni quruluşda membran lipidləri maye-qatı fazada olduğundan daha az hərəkətə malikdirlər. Su itkisi ilə əlaqədar hüceyrənin həcmi kiçilir və plazmatik membran hüceyrə divarından ayrılaraq yalnız plazmodemalar vasitəsilə əlaqəsini saxlayır (plazmoliz). Gərilmə altındakı plazma membranı və tonoplastda baş verən çökmə, qırılmalara səbəb olur və bu vəziyyət hidrolitik enzimlərin sərbəst qalması və dolayısı ilə sitoplazmanın otolizi ilə nəticələnə bilər. Dəyən bu ziyan normal hüceyrə metabolizmini qalıcı olaraq pozur [262].

Metabolitik təsir. Suyun hüceyrə tərkibinin böyük bir hissəsini təşkil etməsi, daşıyıcı olması, hüceyrə daxili reaksiyalar üçün hələdici rol oynaması və s. kimi funksional xüsusiyyətlərlə əlaqədar, hüceyrədən su itkisi zamanı, tənzimləmə prosesi normal davam edə bilmir və metabolizm pozulur. Su itkisi ilə əlaqədar baş verən ion əmələgəlməsi, membran tamlığının və zülalların quruluşunun pozulmasına səbəb olur. Su itkisi nəticəsində zülalların tərkibində olan hidrofob və hidrofob amin turşularının su ilə əlaqələri pozulur [147] və bu vəziyyət zülalların denaturasiyasına və fermentlərin inqibirə olunmasına səbəb olur [142]. Quraqlıq

stresi nəticəsində zədələnmələrə səbəb olan bir başqa amil DNT və RNT kimi nuklein turşularının deqradasiyasıdır. Keslərə görə [236] quraqlıq stresinə məruz qalmış yarpaqlarda RNT- az aktivliyi artır və bu da enzimin birləşmiş vəziyyətdən sərbəst vəziyyətə keçməsi sayəsində baş verir. Nuklein turşularının parçalanmasına səbəb olan digər molekullar isə sərbəst radikallar ola bilər.

Oksidləşdirici təsir. Bu təsir sərbəst radikalların, xüsusilə, aktiv oksigen növlərinin [super oksid molekulu O_2 , oksigen atomu (O), hidrogen peroksid (H_2O_2) və hidroksil radikalları (OH)] əmələ gəlməsindən qaynaqlanır. Sərbəst radikallar, cütləşməmiş elektron daşıyan molekullar olub olduqca reaktivdirlər. Bu radikallar plazmatik membranda, mitoxondri, ER membranlarında da əmələ gələ bilirlər [262]. Bununla yanaşı, suyun qıt olduğu vaxtlarda vegetativ bitki toxumalarında oksidləşmə stresinin ən geniş yayılmış səbəbi xloroplastda baş verən işıq-xlorofil qarşılıqlı təsirləridir [187]. Su qıtlığı zamanı, bitki daha çox su itirməmək üçün ağızcıqlarını bağlayır, bu da fotosintez üçün lazım olan CO_2 -nin qəbulunun azalmasına səbəb olur. Bu vəziyyət bioloji məhsuldarlığı azaldaraq fotosintetik aparatın reaksiya mərkəzlərindəki enerjinin artmasına səbəb olur [374]. Bu zaman NADP (fotosintezdəki e^- akseptoru) azalır və ferrodoksin $NADP^+$ yerinə oksigeni reduksiya edir, beləliklə, fotosistem I (PS I)-in elektronlarının O_2 -yə transferi nəticəsində reaktiv O_2^- radikalları yaranır (Mehler reaksiyası) [379]. Bir çox növlərdə quraqlıq stressi təsirindən artan O_2 -nin əmələgəlmə sürəti lipid peroksidləşməsinə, yağ turşusu doymalarına və nəticədə bütün membranların ziyan görməsinə səbəb olur [348]. Superoksidin özü çox da reaktiv deyildir və daha çox H_2O_2 və OH əmələ gətirmək

yolu ilə təsirli olur [206]. Hidrogen peroksid Calvin tsiklinin bir çox enziminin inaktivləşməsinə səbəb olur [150, 232]. Superoksid və hidrogen peroksidin OH radikal-larını əmələ gətirməsi əsasında (Haber-Weiss reaksiyası) artan dəmir və ya mis kimi digər metallar bu reaksiyaları sürətləndirmək yolu ilə oksigen zədələrini daha da artır-a bilir (Fenton reaksiyası) [367]. Bunlarla yanaşı, fotosistem II (PS II)-dəki suyu parçalayan bölgədə də sərbəst radikal əmələ gələ bilir. Bitkilərdə oksidləşmənin əmələ gətirdiyi zərərli təsirlərlə mübarizə aparmaq üçün yağda həll olunan və membrana bağlı antioksidantlar (təbii lipid peroksidlərin sərbəst radikallarını əmələ gətirən α -tokofenol, β -karotin), suda həll olunan antioksidantlar (O_2 və H_2O_2 -nin detoksi-fikasiyasında rol oynayan qlütation və askorbat) və enzim antioksidantlar (superoksiddismutaza (SOD), katalaza (CAT), peroksidaza (POD), askorbat peroksidaza (APX) və qlütatre-duktaza (GR)-dan ibarət mürəkkəb bir antioksidant qoru-yucu sistem mövcuddur. Quraqlıq stresinə məruz qalan bit-kilər antioksidant müdafiə sistemlərinin bəzilərinin və ya hamısının aktivləşməsi ilə oksidləşdirici stresin öhdəsindən gələ bilirlər [231, 315, 320, 371]. Bununla bərabər, uzun müddətli və aktiv, bəzən hətta qısa müddətli stres vəzi-yətləri belə, müdafiə mexanizmlərinin imkanlarını aşır və bu vəziyyət, gözlə görülən zərərlərə və hətta bitkinin ölü-münə səbəb ola bilir [102].

1.3.1. Quraqlığın fotosintezə təsiri

Quraqlıq zamanı fotosintezin azalması əsas etibarlı ilə iki səbəbdən baş verə bilər; orta səviyyədə su qıtlığı zamanı ağız-cıqların bağlanması ilə əlaqədar ağızciq məhdudiyəti və daha

uzun sürən və kəskin streslərdə ortaya çıxan ağızcıqlarla əlaqədar olmayan məhdudiyyətlər.

Ağızcıq məhdudiyyətləri. Quraqlığa qarşı əmələ gələn ən ilk cavablardan biri, xloroplastlara CO₂-nin diffuziyasını azaldan ağızcıqların bağlanması hadisəsidir [250, 281]. Quraqlıq zamanı bitkilərin ağızcıqlarını bağlamasına səbəb olan iki əsas təsir, müvafiq olaraq hidrolitik siqnallar (yarpaq su potensialı, hüceyrə turqoru) və kimyəvi siqnallar (absis turşusu)-dır. Köklərdə sintezlənən və transpirasiya axını ilə qoruyucu hüceyrələrə daşınan absis turşusu (ABT), qoruyucu hüceyrələrdəki hidrolitik ABT reseptorlarına bağlanaraq, quraqlıq stressi şərtləri altında ağızcıqların bağlanmasını təmin edir [381]. Əvəllər, quraqlıq stressi şəraitində, ağızcıqların bağlanmasında yarpaqlardakı su potensialının və hüceyrə turqorunun azalmasının təsiri olduğu güman edilirdisə, daha sonralar ağızcıq bağlanmalarının yarpaqdakı su potensialından daha çox, torpağın su potensialından asılı olduğu müəyyən edilmişdir. Son zamanlar bir çox tədqiqatçılar tərəfindən, eyni anda və ya fərqli zamanlarda baş verən hidrolitik və kimyəvi siqnal tipləri arasında bir kombinasiya olmasına dair fikirlər irəli sürülür [115, 163].

Ağızcıqlarla əlaqədar olmayan məhdudiyyətlər. Kəskin su çatışmazlığına məruz qalmış bitkilərdən izolə edilən xloroplastlarda fotosintetik elektron transportu və fosforlaşma həcmi azaldığı göstərilmişdir [367]. Fotosintetik elektron zəncir reaksiyalarının inkubasiyası foto-oksidativ zədələnməyə səbəb ola biləcək aktiv oksigen növlərinin əmələ gəlməsinəsidir [114]. İzolə edilən xloroplastlarla aparılan tədqiqatlar, iki fotosistemin və xüsusilə də, PS II-nin quraqlıq stressinə təsirinə məruz qaldığını göstərmişdir [214]. PS II-nin reaksiya mərkəzində yerləşən D1

və D2 zülalları fotoinqibirləşmənin ən təsirli olduğu hissələrdir[125]. Bitkilər stres vəziyyətində D1 zülallarının miqdarını sabit saxlayaraq bir müdafiə sistemi yaradır və əmələgəlmə sürətinin deqradasiya sürətinə yaxın olması səbəbindən zəif stres şərtlərində PS II-nin D1 miqdarında böyük bir dəyişiklik baş vermir. Stresin yetərincə güclü olduğu şəraitlərdə D1 proteinin sintezi məhdudlaşır və PS II-nin reaksiya mərkəzində D1-in deqradasiyası qaçılmaz olur. Bunun nəticəsində ikinci reaksiya mərkəzinin polipeptidi olan D2 zülalı və son olaraq da bütün PS II dağılır [214]. Yarpaqlardakı xlorofilin böyük bir hissəsi, tilakoid membranlarında ən çox rast gəlinən protein olan işıq toplayıcı kompleks (İTK) II-yə bağlıdır və bu səbəbdən stres şəraitində bu xlorofil-protein kompleksində böyük miqdarda oksigen atomunun əmələ gəldiyi fərz olunur. Bununla bərabər, İTK II-dəki pigment molekulları O₂-dən ayrılmış kimi görünür və beləcə İTK II tərəfindən reaktiv oksigen növlərinin əmələ gəlməsi məhdudlaşır [232, 362]. Bu səd, İTK II-ni tilakoid membranın digər hissələrində meydana gələn reaktiv oksigen növlərindən də qoruya bilir [379]. İTK II-nin ətrafında olan lipid xassəli qurluşa malik oksigen və oksigen radikallarının bu xlorofil-protein kompleksinə daxil olmasının qarşısını ala bilir [362]. Hər vəziyyətdə İTK II oksidativ zədələnməyə qarşı olduqca müqavimətli görünür. Fotosintezin ağızcıqlarla olmayan məhdudluğu, xloroplast lipidlərinin, pigmentlərin ya da proteinlərin oksidativ olaraq ziyan görməsilə əlaqədar ola bilir [379]. Bitkilərdə fotosintezin həcminə, mühitin qatılığı və nisbi su tutumunun (NST) dəyişməsi də təsir edə bilər.

1.3.2. Quraqlıq stresinin təsirinə qarşı genomun reaksiyası

Bitkilər xarici mühit amillərinin dəyişilməsinə həmin mühit şəraitinə adaptasiyanın yaranmasını təmin edən xüsusi genlər qrupunun ekspressiyasının dəyişilməsi ilə cavab verir.

Gen ekspressiyasının transkripsiya səviyəsində baş verməsi onun ən mühüm cəhətlərindən biridir və eukariot hüceyrələrdə bu proses xromatinin struktur vəziyyətindən asılı olur. Yəni, transkripsiya prosesi xromatinin funksional cəhətdən fəal hissəsi olan dekomplektləşmiş eukromatin sahəsində yerləşən labil xromatin DNT-si üzərində baş verir.

Aparılmış bir sıra tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, quraqlıq və şoranlıq kimi abiotik stres amillərin təsirindən buğda [3, 5, 33, 52], arpa [21, 22, 23], qarğıdalı [32, 107, 357, 358, 359], pambıq [54, 55, 168], pomidor [25, 26], çiyələk [12,15,16] və s. kimi bitkilərin davamlı nümunələrində genomun aktiv fraksiyası olan labil xromatin DNT-sinin miqdarı artır və uyğun olaraq, RNT sintezi də intensivləşir. Genetik aparatın fizioloji labilliyinin və funksional fəallığının yüksəlməsi daha çox protein sintezinə səbəb olur və nəticədə hüceyrənin stres amillərə qarşı müqaviməti artır. Həssas bitki nümunələrində isə əksinə, stresin təsirindən DNT və RNT-nin deqradasiyası baş verir.

1.3.3. Quraqlıq stresindən müdafiə mexanizmləri

Bitkilər stres amillərə müqavimət göstərmək üçün müxtəlif müdafiə mexanizmlərinə malikdirlər. Bu müdafiə mexanizmləri stres genlərin ekspressiyasının dəyişilməsi ilə tən-

zimplənir. Hesab olunur ki, ekspressiyası abiotik stres amillərin təsiri ilə induksiya olunan bu genlər, müxtəlif metabolik və hüceyrə qoruyucu zülallar vasitəsilə təkcə hüceyrənin müdafiəsində deyil, həmçinin, stressə cavab signallarının transduksiyasında iştirak edən digər genlərin ekspressiyasının tənzimlənməsində də mühüm rol oynayırlar [77, 411].

Quraqlıq stressi bitkilərdə əlverişsiz mühit şəraitinə adaptasiyanı təmin edəcək bir çox fizioloji, biokimyəvi və molekulyar səviyyədə cavabları induksiya edir [48, 113]. Bitki toxumalarında quraqlıq stressinə qarşı iki əsas müdafiə mexanizmi inkişaf etmişdir ki, bunlardan birincisi stressdən uzaqlaşma, digəri isə stressə tolerantlıqdır (Şəkil 1). Stressdən uzaqlaşma mexanizmi əsasən efemerlərdə müşahidə olunur. Səhra efemerləri quraq mövsümlərdə yalnız hərəkətsiz toxumlar kimi yaşayaraq quraqlıqdan qaçan birillik bitkilərdir. Protoplazmaları heç bir zaman yüksək dərəcə neqativ su potensialına məruz qalmır. Digər bir uzaqlaşma mexanizmi sukkulent bitkilərdə müşahidə edilir. Bu bitkilər, quraqlığa qarşı sukkulent toxumalarında su ehtiyatı toplayır və kəskin su qıtlığı zamanı uzun müddət yaşaya bilirlər. Protoplazmaları yüksək dərəcədə neqativ su potensialına məruz qalmadığından həqiqi mənada quraqlığa tolerant deyillər. Həmişəyaşıl səhra bitkiləri isə su qıtlığı zamanı toxumalarındakı turqor halını saxlamaq üçün osmotik qoruyucular sintez edərək quraqlığa qarşı müqavimət göstəririlər. Quraqlığa tolerantlığın mexanizmi isə osmotik tənzimləmə ilə turqorun qorunub saxlanması, hüceyrənin plastikliyinin yüksəlməsi və protoplazmatik müqavimət vasitəsilə quraqlığa tolerantlıqdan ibarətdir. Quraqlıqdan uzaqlaşan bitkilər yalnız orta dərəcəli quraqlıq stressi şəraitində həyatda qalırkən, stressə tolerant bitki qrupları qoru-

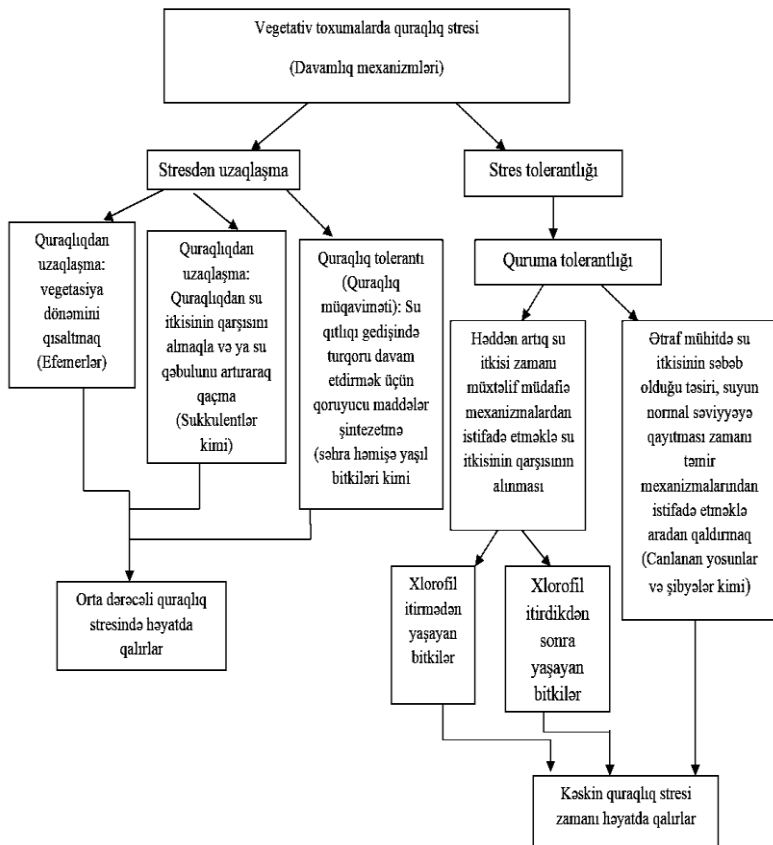
yucu mexanizmlərin işə salmaqla daha güclü quraqlıq stresi şəraitində də yaşaya bilirlər [283]. Tolerant bitki qruplarında su qıtlığı şəraitində veqetativ toxumalardakı birləşmiş-suyun 5%-dək azaldığı və suyun yenidən verilməsi halında rehidrasiyanın baş verməsi müşahidə edilir [352, 389, 390, 393].

1.3.4. Quraqlıq stresinə qarşı cavab reaksiyaları

Su qıtlığına qarşı bitkinin verdiyi cavab reaksiyaları bitkinin növündən, genotipindən, yaşından, orqan və hüceyrə tipindən, su qıtlığının dərəcəsindən asılı olaraq dəyişir. Meydana gələn bu cavablar ya bir neçə saniyə ərzində baş verir və ya dəqiqələr və saatlarla davam edir [142]. Stresə qarşı yaranan cavablar iki tip genlər tərəfindən həyata keçirilir:

1. Erkən cavab genləri: çox sürətli (dəqiqələrlə) və keçici olaraq induksiya olunur. Bu induksiya nəticəsində yeni proteinlər sintez olunmur, çünki bütün siqnal elementləri qabaqcadan mövcud olur.

2. Gec cavab genləri: stresə qarşı daha yavaş (saatlarla) induksiya olunur və daha davamlıdır. Stresə cavab genlərinin böyük bir hissəsini bu qrup genlər təşkil edir. Erkən cavab genləri tipik olaraq gec cavab genlərini fəallaşdıraraq transkripsiya amillərini kodlaşdırır [421].



Şəkil 1.1. Quraqlıq stresi ilə mübarizədə bitkilər tərəfindən istifadə olunan mexanizmlər [283]

1.3.5. Stresin hüceyrə səviyyəsində qəbulu

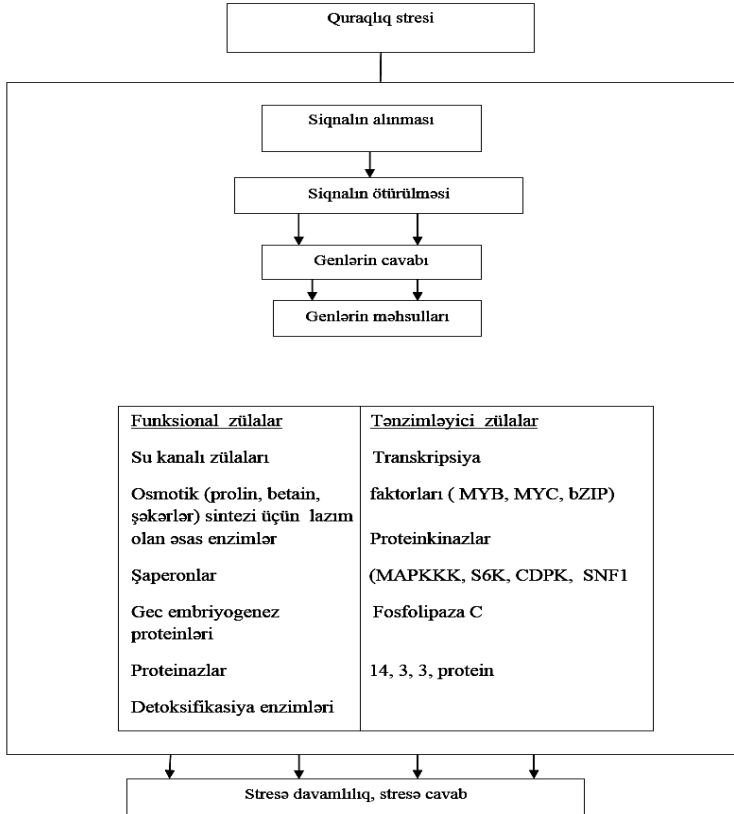
Quraqlıq stresinə qarşı yaranacaq cavabın tənzimlənməsində ilk mərhələ stresin qəbul edilməsidir. Hüceyrədən su

itkisi, hüceyrə səviyyəsində siqnal yolunun açılmasına səbəb olur. Bu vəziyyətdə, su itkisinin hüceyrə səviyyəsində hiss edilməsi ilə eyni vaxtda bir siqnal mexanizmi vasitəsilə spesifik genlər də fəallaşmağa başlayır [142]. Bəzi genlər quraqlıq stresinə olduqca sürətli cavab verdiyi halda, digərləri ABT yarandıqdan sonra yavaş-yavaş fəallaşır. Su itkisi ABT əmələ gəlməsini sürətləndirir və sintez olunan ABT müxtəlif genlərin fəallaşmasını təmin edir. Su itkisi ilə fəallaşan bir çox genlər kənardan daxil edilən ABT-yə cavab vermirlər. Bu nəticələr, quraqlıq stresinin başlanğıc siqnalı ilə spesifik genlərin fəallaşması arasında ABT-yə bağlı və ABT-yə bağlı olmamaqla iki siqnal yaranma yolunun olduğunu göstərir [355, 356].

1.3.6. Quraqlıq stressi altında fəallaşan genlərin funksiyaları

Quraqlıq stresinin təsiri altında fəallaşan genlər önəmli metabolik zülallar sintez edərək hüceyrələri su çatışmazlığından qorumaqla yanaşı, eyni zamanda, su stresinə cavab olaraq genlərin nizamlanmasını da tənzimləyirlər. Bu genlərin məhsulları iki qrupa ayrılır (Şəkil 2). Birinci qrupa aid olan genlərin əsas funksiyası stressə tolerantlığı təmin edən zülalları sintez etməkdir. Bunlara su kanal proteinləri, osmotik qoruyucuların (şəkərlər, prolin, gilislin-betain) biosintezində iştirak edən enzimlər, LEA (gec embriogeneza) zülallar, şaperonlar, mRNT-yə bağlanan zülallar kimi makromolekullar və membran qoruyucu zülallar, proteazalar, detoksifikasiya enzimləri aiddir. İkinci qrupa isə stressə qarşı cavabda rol oynayan, genlərin ekspresiyasının və siqnal ötürülməsinin tənzimlənməsini

həyata keçirən proteinkinazlar, transkripsiya amilləri və fosfolipaza C kimi zülallar daxildir [356].



Şəkil 1.1.2. Quraqlıq stresinə qarşı cavab və tolerantlıqda fəallaşan gen məhsulları: funksional zülallar və tənzimləyici zülallar [356]

1.3.7. Quraqlıq stresinə qarşı cavabda rol oynayan funksional zülallar

Su kanal proteinləri. Bitki hüceyrəsində plazma və vakuol membranlarında olan inteqral su-seçici proteinlərdir [160, 345]. Bir membrandakı zülalların orta hesabla 5-10%-ni təşkil edirlər. Əsas inteqral zülalların (MİP) superailəsinə aiddirlər [160]. Bir membranda su kanallarının varlığı, membran osmotik hidrolitik keçiriciliyini 10-20 dəfə artırır [260]. Düzülüş sırasına görə bitki su kanal proteinləri üç yarım qrupa ayrılır: tonoplast inteqral proteinləri (TİP-lər), plazma membranı inteqral proteinləri (PİP-lər) və legumenlərdə azot- fiksasiyasında rol oynayan nodüllərin peribakteroid membranlarında yerləşən modulin 26-ya bənzər MİP-lər [261]. Quraqlıq şəraitində MİP genlərində baş verən artım, bir tərəfdən membranlardan su keçimini artırır və digər tərəfdən kanallardan su keçimini tənzimləyir. Fosforilizasiya, hüceyrədə protein aktivliyini qaydaya salan son dərəcə önəmli bir mexanizmdir. Protein fosforilizasiyasını həyata keçirən kinazalar quraqlıq stresi də daxil bir çox stres vəziyyətlərində siqnallara cavab olaraq aktivləşirlər [165].

Şaperonlar. İstilik şoku proteinləri (İŞP) ailəsinə aiddirlər. Bitkilərdə istilik şoku proteinlərinin molekul çəkisi 15-28 kD olan kiçik İŞP-ləri, İŞP 60, İŞP 70, İŞP 90, İŞP 100 kimi bir sıra sinifləri mövcuddur ki, bu molekullar həm sitoplazmada, həm də nüvə, mitoxondri, xloroplast və endoplazmatik retikulum kimi orqanoidlərdə olurlar [201, 222]. İstilik şoku proteinlərinin bir çox fərqli sinifləri protein metabolizmasında molekulyar şaperonlar kimi fəaliyyət göstərir [204]. Molekulyar şaperonlar, transilyasiyadan dərhal sonra proteinlərin şəkil dəyişmələrində və membran transportuna uyğun bir quruluşa düşmələrindəki funksiyalarına əlavə olaraq, quraqlıq, istilik və digər streslərlə əlaqədar denatu-

rasiya olunmuş zülalların kümelleşməsinin qarşısını alır və kümə olmuş protein molekullarının renaturasiyasını təmin edirlər [222]. Funksiyaları yalnız istilik vəziyyətində deyil, həm də digər streslərə qarşı müqavimətdə də önəmlidir [141].

Proteazalar. Quraqlıq zamanı yeni proteinlərin və enzimlərin sintez oluna bilməsi üçün köhnələrin parçalanması və beləliklə protein dəyişmələri baş verir [356].

Gec embriyogenez (LEA) proteinləri. Bu zülallar toxum yetişməsinin son mərhələlərində bitki embriyonlarında yüksək qatılıqlarda, eyni zamanda kənardan absis turşusu daxil olduğu zaman və dehidratasiya, osmotik stres və aşağı hərəkət streslərinin təsiri altında qalmış vegetativ toxumalarda əmələ gəlirlər [303, 370]. LEA proteinlərinin böyük hissəsi hidrofildir və alanin, qlisin, qlutamin turşusu və treoninə görə zəngin, triptofan və sisteinə görə isə kəsaddırlar [180]. Bu səbəbdən LEA proteinləri hidrofil olaraq adlandırılan və hiperosmotik şərtlərə qarşı cavabda rolunu oynayan, təkamüldə qoruyub saxlanılmış geniş bir hidrofil protein qrupunun üzvləridirlər [193]. Fərqli LEA protein qrupları, su itkisinin azaldılması, protein və membranların davamlılığının təmin edilməsi, mərhələli ion keçiriciliyinin qorunması və aktiv oksigen növlərinin yox edilməsinə qədər bir çox funksiyaya malikdirlər [162]. Bundan başqa, LEA proteinlərinin fərqli qrupları və ya fərqli üzvlərin xüsusi funksional rolu olduğu fərz edilir və toxumadakı yerlərinə görə xüsusi özəlliklərə sahibdirlər. LEA proteinləri ümumiyyətlə cavan pöhrələrdə quraqlığa [402], duza [269] və donmağa [170] qarşı davamlılıqla əlaqədar geniş işlədilən ifadədir.

Quraqlıq stresinə cavabda osmolit sintezi üçün lazım olan enzimlər. Quraqlığın təsirindən osmotik stressə məruz qalan bitkilərə osmolitlər deyilir. Osmolitlər turqorun davanı

minı həyata keçirən maddələri əmələ gətirirlər. Osmotik qoruyucular böyük ölçüdə orqanoidlər də daxil olmaqla sitoplazmada toplanır və vakuollarda rast gəlinmir [272]. Osmotik nizamlama, hüceyrətrafı su potensialındakı azalmaya cavab olaraq, hüceyrədə üzvü və qeyri-üzvü birləşmələrin aktiv əmələ gəlməsidir [342]. Əmələ gələn üzvi maddələr hüceyrə daxilində əsaslı formada yerləşir, onlar asanlıqla metabolizmə qoşulmur və yüksək qatılıqlı birləşmələr şəklində olduqda da hüceyrənin fəaliyyətinə hər hansı bir təsir edə bilmirlər [222]. Osmotik tənzimləmə, su çatışmazlığına cavab zamanı maddələrin əmələ gəlməsi ilə əlaqədar, osmotik potensialın aşağı düşməsinə həyata keçirir və böyümə, fotosintez və ağızcıqların açılması kimi fizioloji funksiyalar üzərində stresin təsirinin azalmasını təmin edən yüksək bir turqor potensialının davam etməsi ilə nəticələnir [154]. Prolin, betainlər, dimetrilsulfoniopropionat (DMSP), polyoller (mannitol, sorbitol, pinitol), trehaloz və fruktanlar osmotik qoruyuculara misal olaraq göstərilə bilər. Bunlardan prolin, osmotik bir qoruyucu kimi subselehüceyrə quruluşların qorunması ilə sərbəst radikalların uzaqlaşdırılmasında rol oynarkən [367], qlisin betain (GB) yüksək duz qatılıqlarında və yüksək hərarətdə kompleks protein və enzimlərin dördlü quruluşunun və membranların qorunmasında digər osmotik qoruyuculara görə daha çox təsirlidir [196]. Saxaroza quraqlıq [322], duzluluq [134] və aşağı temperatur [203] kimi ətraf mühit streslərinə qarşı cavabda bir çox bitki toxumalarında əmələ gəlir və osmotik tənzimləmə ilə qoruyucu rol oynayır [397]. Bundan başqa saxaroza, membran sistemlərində su azaldığı zamanı, fosfolipidlərin davamlılığını təmin edərək, həll olunan proteinlərdəki quruluş dəyişmələrinin qarşısını alır. Quraqlıq stresinə cavabda əmələ gələn osmotik tənzimləmə yuxarıda göstərilən osmolitlərin sin-

tezində rol oynayan spesifik enzimlər (prolin-5-karboksilat sintetaza, prolin-5-karboksilat reduktaza, betain aldehid dehidrogenaza, xolin monooksidaza kimi) vasitəsilə həyata keçirilir [142, 272].

1.3.8. Quraqlıq stresinə cavabda rol oynayan tənzimləyici proteinlər

Bitkilərdə siqnal ötürülməsində MAP kinazların rolu. MAP kinazalar (Mitogen-aktivatet protein kinaz) bütün eukariotlarda olan serin/treonin protein kinazaların olduqca geniş bir ailəsi tərəfindən kodlanır [229] və MAP kinaza yolları hüceyrə xaricindən gələn siqnalların hüceyrə daxilində lazımı yerlərə ötürülməsində rol oynayır. MAP kinaza yollarının əksəriyyəti, fərqli reseptorlar vasitəsilə alınan siqnalları toplayaraq ötürdüyü müəyyən edilmişdir. MAP kinazaların fəallaşması treonin və tirozin siqnallarının fosfosforlaşma yolu ilə digər MAP kinazlar vasitəsilə həyata keçirilir. Hər bir MAP kinaza-kinaza (MAPKK) ancaq bir spesifik MAP kinazanı fəallaşdırır. Bir MAP molekulunun fəallaşması kompleksdə olan protein kinazaların ardıcıl olaraq fosforilizasiyası və fəallaşması ilə nəticələnir. Əksərən, MAP kinazanın fosforlaşması, kinazın molekuldan ayrılıb nüvəyə translokasiyası ilə nəticələnir. Burada MAPK, translokasiya faktorlarının fosforlaşması və fəallaşması vasitəsilə quraqlıq stresində rol oynayaraq müəyyən genlərin fəallaşmasını həyata keçirir [228].

Bitki AP2/EREBP və bZIP transkripsiya amilləri. Genin transkripsiya faktorları vasitəsilə tənzimlənməsi bütün orqanizmlər üçün eyni olub, geniş yayılmış bir mexanizmdir və spesifik ardıcılıqla DNT-yə bağlanan proteinlərlə əlaqəli

genlərin promotor bölgələrində yerləşmiş sis-elementlər (eyni təsirli elementlər) arasındakı təsirlənmələrə əsaslanır. Bitkilər aşağı temperatur, yüksək duz qatılıqları və quraqlıq kimi əlverişsiz ətraf mühit şəraitinə, stresə adaptasiyada rol oynayan müxtəlif genlərin aktivləşməsi də daxil olmaqla bir çox biokimyəvi və fizioloji dəyişikliklər yolu ilə müqavimət göstərirlər [146]. Bir çox gen, daha sonra stresə cavabda rolu olan genlərin fəaliyyətini tənzimləyəcək olan bZIP və AP2/EREBP tənzimləyici faktor üzvlərini kodlaşdırır. Bitkilərdə bir çox transkripsiya faktoru ailəsi içərisində AP2/EREBP ailəsi yeni olub, yalnız bitkilərə xasdır. Bu proteinlərin ümumi özəlliyi, RNT-yə bağlanan hissə kimi funksiya yerinə yetirən və AP2 hissəsi olaraq adlandırılan orta hesabla 70 amin turşusundan ibarət olan və qorunan bölgələrdir [304]. bZIP ailəsi isə yeddi sıralı bir lizin təkrarı ilə izlənən, təməl amin turşuları baxımından zəngin bir hissə ilə xarakterizə edilir. Lizin təkrarları bZIP faktorlarının dimerizasiyaya və DNT ilə təsirlənmələrini təmin edən, təməl bölgə spesifik ardıcılıqla DNT-yə bağlanır [395].

Osmotik streslə fəallaşan fosfolipid siqnalı. Membran fosfolipidləri stresə qarşı yaranan cavablar içərisində önəmli rol oynaması ilə yanaşı, inositol 1,4,5-trifosfat (İP₃) diasilglicerol kimi çox sayda siqnal molekulları törədən dinamik bir sistem əmələ gətirirlər. Bitkilərdə fosfolipidlərə əsaslanan siqnal hələ tam olaraq aşkar edilməmişdir [284]. Müxtəlif bitki sistemlərində hiperosmotik stresə cavabda İP₃ səviyyələrinin sürətlə artdığı göstərilmişdir [177, 178, 378, 411]. İP₃ səviyyələri *Vicia faba* qoruyucu hüceyrələrinin protoplazmalarında [246] və *Arabidopsis* cücərtilərində [410] kənardan ABT tətbiqi ilə də artmışdır. Qoruyucu hüceyrələrdə toplanmış olan İP₃, sitoplazmada Ca²⁺ artımını təmin edir və ağız-

cıqların bağlanması səbəb olur. Ekzogen IP_3 izolə edilmiş vakuollardan və tonoplast vezikullarından Ca^{2+} sərbəst buraxılır [200]. Sitoplazmatik Ca^{2+} -nin artması osmotik stresslə fəallaşan genlərin fəaliyyətini artırır [406].

1.4. Bitkilərin yüksək hərarət stressinə davamlılığı

Məlumdur ki, normal yaşama üçün tələb olunan mühüm ekoloji faktorlardan biri temperaturdur. Hər bir orqanizm yalnız müəyyən temperatur diapozonunda normal böyüyüb inkişaf edə bilər.

Bioloji sistemlərdə metabolik reaksiyalar müəyyən temperatur diapozonunda baş verir (adətən $0^{\circ}C$ -dən $50-60^{\circ}C$ -yə qədər). Aşağı temperatur hüceyrədə suyun donmasına, yuxarı temperatur isə hüceyrədə zülalların denaturasiyasına və hüceyrə komponentlərinin dağılmasına səbəb olur. Temperatur toxumların cücərməsinə, fotosintez və tənəffüsə, torpaqdan mineral maddələrin udulmasına və istifadəsinə təsir göstərir [222].

Bitkilərin əlverişsiz temperatura qarşı uyğunlaşmasında protoplazmanın xüsusiyyətləri mühüm rol oynayır. Ekstremal şəraitə qarşı protoplazmanın metabolik aktivliyi artır. Bitkilərin müdafiə reaksiyaları, adətən, mübadilə intensivliyinin artması istiqamətində baş verir və bunun nəticəsində zülalların sintezi artır, deqradasiyası zəifləyir, onlarda reparasiyası sürətlə gedir. Ekstremal temperaturun təsiri altında hüceyrələrin böyüməsi dayanır, mitoz və meyoza pozğunluqlar baş verir, fenoloji fazaların gedişi, qametogenez, çiçəkləmə, meyvəmələgəlmə və toxummələgəlmə prosesləri pozulur. Ekstremal temperatur faktorunun təsiri altında baş verən fizioloji və metabolik funksiyaların pozulması zülal və ya hormon təbiətli

metabolitlərin vasitəsilə genoma təsir edib müasialara səbəb ola bilər [57].

Bitkilərin yüksək temperatura qarşı reaksiyası su rejiminin pozulması ilə əlaqədardır. Yüksək temperaturun mənfi təsiri nəticəsində hüceyrənin zülal-yağ kompleksi parçalanır. İstilik stresinə qarşı davamlı olan bitkilər termostabil zülal və fermentlərin varlığına görə digərlərindən fərqlənirlər. Yüksək temperaturun təsirindən normal fizioloji proseslərin pozulması nəticəsində onların istiliyə davamlılığı azalır [222].

İstiliyə davamlı bitkilərə istilik şoku zülallarının biosintezini və transkripsiya-translyasiya sisteminin aktivliyini artırmaq xüsusiyyəti xasdır. Bitkinin quraqlığa və yüksək temperatura uyğunlaşmasını xarakterizə edən göstərici kimi tərkibində neytral lipid, fosfolipid və istilik şoku zülalı saxlayan xlorofil-zülal-lipid kompleksinin istiyə davamlılığı nəzərdə tutulur [60].

Məlumdur ki, temperatur stressi fotosintezin intensivliyində, bitkilərin tənəffüs və transpirasiyasına, kökün sorucu funksiyasına, metabolik proseslərə təsir göstərir. Bu halda temperatur dərəcəsi, onun təsir müddəti, bitkinin növ və sort xüsusiyyəti, ontogenezin fazası, toxumaların fizioloji vəziyyəti və s. amillər mühüm əhəmiyyət kəsb edir [60].

Yüksək temperatur, bitkilərə ilk inkişaf fazalarında daha çox zərər yetirir. Çünki cavan, aktiv böyüyən toxumalar yaşlı orqanlara nisbətən istiliyə daha həssas olurlar [71]. Taxıllar üçün yüksək temperatur çiçəkləmə fazasında xüsusilə zərərli olur. Bu fazada yüksək temperatur və hava rütubətinin aşağı olması, sağlam və keyfiyyətli tozcuqların əmələ gəlməsinə və tozlanmanın normal getməsinə mane olur. Bu isə öz növbəsində sünbüldə seyrəkdənliliyə və ümumi məhsuldarlığın azalmasına səbəb olur. Süd yetişmə fazasında isə yüksək hərərin

təsirindən toxumlar tam dolmur, qarış toxumlar əmələ gəlir, məhsulun miqdarı və keyfiyyəti xeyli aşağı düşür [383].

Bitkilərdə fotosintez prosesi, tənəffüs prosesinə nisbətən yüksək hərarət stresinə qarşı daha həssasdır [74]. Yüksək hərarətin təsirindən bitkilərdə boy artımı və fotoassimilyasiya dayanır. Bitkilərdə bu proseslər fermentlərin fəaliyyətinin azalması, qaz mübadiləsinin yüksəlməsi və onun enerjetik effektivliyinin aşağı düşməsi, biopolimerlərin, o cümlədən zülalların hidrolizinin güclənməsi, amonyak və digər zəhərli maddələrin protoplazmaya ötürülməsinin nəticəsində baş verir [75, 218]. Yüksək temperatur stresinə davamlı bitkilər isə, bu şəraitdə amonyakdan istifadə etməklə çoxlu miqdarda üzvi turşular sintezlənərək zərərli təsirləri aradan qaldıra bilirlər [326, 375].

Bitkilərin temperatur təsirindən zədələnməsinin fizioloji mexanizmi olduqca müxtəlifdir və maddələrin parçalanma proseslərinin əmələgəlmə proseslərinə nisbətən üstünlüyü ilə gedən metabolizm pozğunluqları ilə əlaqədardır. Burada aparıcı rol protoplazmanın genetik, fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinə məxsusdur. Çox yüksək temperatura qarşı protoplazma metabolizmin əhəmiyyətli dərəcədə güclənməsi ilə cavab verir [57].

Yüksək temperaturun bilavasitə zədələyici təsiri nəticəsində bitki hüceyrəsində zülal-lipid kompleksi parçalanır və parçalanmanın aralıq və son toksiki məhsulları yaranır. Bitkilərin temperatur artımına dözümlülüyü hüceyrənin az sulu olması, yüksək miqdarda termostabil zülalların və enzimlərin (fermentlərin) mövcudluğu hesabına təmin olunur. Dözümlülük sitoplazmanın vəziyyətindən, zülal-lipid kompleksinin davamlılığından, zülalların resintezinin sürətinin artmasından və s. aslıdır [68]. Bununla bərabər istiyə davamlı bitkilərin eyni dərəcəli müxtəlif tipli tolerantlıqla inkişafı mütləq deyildir.

Bitkilərin əksər növlərində tolerantlıq hesabına temperatur stresinin mənfi təsirini zəiflətmək və ya aradan qaldırmaq qabiliyyəti tamamilə məhdud xarakter daşıyır və qanunauyğun olaraq qaçınmaq mexanizmləri hesabına təmin olunur ki, bütün bunlar da genetik aparatın nəzarəti altında həyata keçirilir.

1.5. Bitkilərin quraqlıq və yüksək hərarət streslərinə davamlılığının molekulyar-genetik əsasları

Quraqlıq stressi, bitkilərdə fizioloji, biokimyəvi və molekulyar səviyyələrdə bir çox dəyişikliklərə səbəb olur. Bununla əlaqədar bitkilərdə əlverişsiz mühit şəraitinə adaptasiya olunmağı təmin edəcək tolerantlıq mexanizmləri yarana bilər [113, 233]. A. Blum (1986) quraqlığa tolerantlığın fizioloji və biokimyəvi əsaslarının müəyyənləşdirməsini və məhsuldarlığı artırmaq üçün onlardan istifadəni çox vacib hesab edir [134].

Quraqlığa qarşı ayrı-ayrı növ və sortlarda mövcud olan müdafiə mexanizmlərinin fəaliyyətinin, dehidratlaşmanın, somatik tənzimləmənin, hüceyrə membranının stabilliyinin, fotosintetik sistemin tolerantlığının, regenerasiyanın, morfoanatomik əlamətlərin quruluş və funksiyalarının xüsusiyyətləri genetik sistemin müxtəlifliyi ilə təyin olunur. Davamlılığı təmin edən bir çox mexanizmlər, adətən poligen xarakter daşıyır və müvafiq koadaptiv gen bloklarının nəzarəti altında olur [6, 19]. Məsələn, buğdanın quraqlığa qarşı davamlılığı bir neçə genin təsiri altındadır və bu bitkidə keyfiyyət fərqlərinin əsasını absis turşusunun sintezinin artması və quraqlıq zamanı bu turşunun toplanması təşkil edir. Absis turşusunun sintezi buğda bitkisinde bir genlə tənzim olunur [363].

Ali bitkilərdə genlərin ekspressiyası XX əsrin 70-ci illərindən öyrənilməyə başlanmışdır. Tədqiqatlarda lobyanın cücərtilərindəki politen xromosomlardan istifadə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, genlərin qeyri fəal vəziyyətdən fəal vəziyyətə və əksinə keçməsi müxtəlif faktorlardan – temperaturdan, fitohormonların təsirindən, kationlardan asılıdır [85].

Plotnikov və əməkdaşları eukariot genlərin ekspressiyasının postranskripsiya səviyyəsində tənzimlənməsini tədqiq etmiş və müəyyən etmişlər ki, qarğıdalı cücərtilərində quraqlığın təsiri nəticəsində genlərin ekspressiyası dəyişir. Quraqlıq bəzi mRNT-ləri dəyişmişdir. eFF-lə elonqasiya faktorunun mRNT-si stabilləşmiş və əksinə - 19kDa olan zeinin mRNT-si destabilləşmişdir [84].

Gen kodlarındakı dəyişikliklər transkripsiya və translyasiya proseslərini əhatə edir və protein sintezində özünü göstərir. Bu dəyişikliklər, uyğunlaşma prosesi boyunca bitkinin hormon qatılıqlarının dəyişməsilə müşayiət olunur. Spesifik mRNA sintezi və xüsusi proteinlərin sintezi istilik, quraqlıq, duzluluq, ABT kimi müxtəlif amillərin təsiri ilə həyata keçirilir [137, 363].

Quraqlıq stresinin təsiri altında induksiya olunan genlər xüsusi metabolik proteinləri sintez edərək hüceyrələri su qıtlığından qorumaqla yanaşı, su stresinə cavab olaraq genlərin nizamlanmasını da tənzimləyirlər. Bu genlərin məhsulları iki qrupa ayrılır. Birinci qrupa aid olan genlərin əsas funksiyası stresə tolerantlığı təmin edən proteinləri sintez etməkdir. Bunlara, su kanal proteinləri, şəkər, prolin, qlisin-betain kimi qoruyucuların biosintezində iştirak edən fermentlər gec embriogenezi (LEA) proteinləri [193, 303, 370], mRNT ilə əlaqəli proteinlər kimi makromolekullar və membran qoruyucu proteinləri, proteazlar, detoksifikasiya enzimləri aiddir. İkinci

qrupa isə stresə qarşı cavabda rol oynayan genlərin ekspresiyasının və siqnal ötürülməsinin transkripsiya amilləri və fosfolipaza C kimi proteinlər daxildir [159, 370].

Stres şəraitində bitkilərin ətraf mühitə uyğunlaşması bir çox fizioloji, biokimyəvi və molekulyar-genetik proseslərlə müşayiət olunur [113, 261]. Bitkilərin quraqlıqdan qorunması üçün iki əsas müdafiə mexanizmi mövcuddur ki, bunlardan birincisi stresdən uzaqlaşma, digəri isə stresə tolerantlıqdır. Səhra efemerləri quraqlıq zamanı yalnız hərəkətsiz toxumlar kimi yaşayaraq quraqlıqdan qaçan birillik bitkilərdir. Proto-plazmaları heç zaman şiddətli neqativ su potensialına məruz qalmır [193, 222]. Digər qaçma mexanizmi sukkulent bitkilərə aiddir ki, onlar quraqlığa qarşı toxumalarında su ehtiyatı toplayaraq müqavimət göstərir və kəskin su çatışmamazlığı zamanı uzun müddət ərzində yaşaya bilirlər [283].

Həmişə yaşıl səhra bitkilkəri isə su çatışmamazlığı zamanı toxumlarındakı turqor halını saxlamaq üçün osmotik qoruyucular sintez edərək quraqlığa qarşı müqavimət göstərir [201, 390].

Stres amillərə qarşı bitki növlərinin cavab reaksiyası fərqlidir. Ancaq bütün bitkilərdə genetik aparatın verdiyi reaksiya ümumi olub, orqanizmin həyatı üçün önəmli rol oynayır. Əlverişsiz xarici mühit amillərinin təsirindən bitkilərdə bir çox struktur və funksional dəyişikliklər baş verir. Bunlar mənfi və ya müsbət yöndə ola bilər [248]. Bu dəyişikliklərdə əsas rolu genetik aparatın reaksiyası oynayır. Çünki stres vəziyyətində hansı zülalın hansı sürət və ardıcılıqla sintez olacağını genetik aparat müəyyən edir [77, 239, 338].

Quraqlığa tolerantlıqla əlaqədar özəlliklər ümumilikdə kompleks multifaktorial mexanizmlərlə idarə olunur. Bəzi özəlliklərin molekulyar mexanizminin aydınlaşdırılması müx-

təlif biotexnoloji tədqiqatlarda qarşıya qoyulan məqsədə çatmaq üçün önəmli rol oynayır. Quraqlıq stresi ilə əlaqədar ekspressiyası artan genlər və zülal məhsulları müəyyən edilmişdir.

Bitkilərin abiotik stres amillərə qarşı gen ekspressiyası səviyyəsində reaksiyası, ən yüksək səviyyədə istilik şoku proteinlərlə öyrənilmişdir. Bu proteinlər orqanizmin normal yaşayışı zamanı sintez olunmur, ancaq xarici mühit amillərinin (istilik, nəmlik, oksigenin miqdarı, ağır metal ionları, duzluluq və s.) dəyişməsilə yaranan stres zamanı sintez olunurlar. Bu cür proteinlər stres proteinlər (SP) adlanır. Qeyri əlverişli mühit şəraitində stres proteinlərinin potensial biosintezi ümumi bioloji haldır [77, 78, 239, 338].

Stres proteinlərə həm nüvədə, həm də sitoplazma, mitoxondri, xloroplast və endoplazmatik şəbəkədə rast gəlinir [201, 222]. Bu tip proteinlər əsasən hüceyrə və orqanoidlərin membran hissələrində toplanır və su çıxımını tənzimləyirlər [160, 260, 261].

Ali bitkilərdə qenomun ekspressiyasına dair ilk tədqiqatlar 1970-ci illərdən başlamışdır. W.Negl (1976) paxlanın böyük xromosomları üzərində apardığı tədqiqatlardan belə nəticəyə gəlmişdir ki, genlərin aktiv olmayan vəziyyətindən aktiv və ya əksinə vəziyyətə keçməsi istilik, işıq, fotosintez rejimi, fitohormonların təsiri, mühitin karbon tərkibi və s. amillərdən aslıdır [293]. Əlverişsiz şəraitdə genlərin ekspressiyası və protein sintezinin xarakteri bitkilərdə də başqa orqanizmlərdə olduğu kimidir. Ümumiyyərlə, genlərin ekspressiyası orqanizmin sürətli cavab reaksiyasıdır [338].

Fərqli orqanizmlərin hüceyrələri hipertermik şoka qarşı az sayda genlərin fəallaşması ilə cavab verir. Bu fəallaşmış genlər “İstilik Şoku Proteinləri”(İŞP) sintezini həyata keçirir

ki, onlar da hüceyrəni yüksək hərarətin pozucu təsirindən qoruyurlar. Bu genin fəallaşması çox sürətlidir. Normal istilikdə bu proteinlərin miqdarı zorla təyin edilə bildiyi halda, istilik şoku verildikdə çox sürətlə böyük miqdarda İŞP sintezlənir [60].

Qeyri-əlverişli mühit şəraitində proteinləri sintez edən genlərin ekspressiyası bir neçə dəqiqə sürür. Bu da stres proteinlərin sürətli sintezini təmin edir. Bu vəziyyətdə orqanizmin normal şəraitdə protein sintez etməsi üçün zəruri olan m-RNT populyasiyasının transkripsiyası ya çox zəifləyir, ya da ümumiyyətlə dayanır. Stres proteinlərin əmələ gəlməsi keçici xarakter daşıyır. Onların biosintezi əlverişsiz şəraitin yaranması ilə eyni vaxtda başlayır və əsasən iki mərhələdə reallaşır: başlanğıc mərhələdə ilk proteinlər, sonrakı mərhələdə isə ikinci mərhələ proteinləri sintez olunur [60].

Ali bitkilər digər orqanizmlərdən stres proteinləri arasında kiçik molekul kütləli (15-18kD) polipeptid dəstlərinin olması ilə fərqlənir [338, 346]. Ancaq normal protein sintezinin zəifləməsi və stres xarakterli proteinlərin sintezinin sürətlənməsi əlverişsiz amillərin təsir xarakteri ilə əlaqədardır. Məsələn, qarğıdalı cücərtilərində temperatur 25°C -dən 40°C -yə yüksəldikdən 20 dəqiqə sonra qarğıdalı cücərtiləri köklərində adi protein molekullarının sintezinin kəskin azaldığı və ən azı 10 molekul stres şoku proteinlərinin (İŞP) əmələ gəldiyi müəyyən edilmişdir [166].

Başqa bir tədqiqat tütün hüceyrələri üzərində aparılmışdır. Tütün hüceyrə kulturasında bir saat müddətində istilik 26°C -dən 42°C -yə qaldırıldıqda 34°C -yə qədər sintez olunan proteinlər içərisində fərq yaranmadığı məlum olmuşdur. 34°C ilə 38°C arasında adi protein sintezi ilə yanaşı, İŞP də sintez olunmuşdur. İstilik 38°C -dən 42°C -yə qaldırıldıqda İŞP-nin sintezi sürətlənmiş, adi proteinlərin sintezi isə kəskin azal-

mışdır [128]. Buradan belə bir nəticə hasil olur ki, əlverişsiz amillərin dəyişmə dərəcəsi protein sintezinin xarakterini müəyyən edir.

Yüksək temperatur və quraqlıq zamanı bitkilərdə sintez olunan proteinlər içərisində elə polipeptid qrupları aşkar olunmuşdur ki, onlar xarakterik olaraq yalnız bu amillərin təsiri zamanı sintez olunurlar. Məsələn, tütün yarpağı protoplazmasından osmotik şok stres proteinini, arpa yarpaqlarında isə quraqlıq stres proteinini aşkar edilərək ayrılmışdır [171, 190]. Osmos stresi proteinləri arasında bəzi polipeptidlər yalnız osmos şəraitdə sintez olunurlar. Eyni vəziyyət bir çox digər stres proteinlərə də aiddir.

Qeyri əlverişli şəraitin təsir xarakterindən asılı olmyaraq sintez olunan stres proteinləri də vardır ki, onlara hüceyrənin bütün komponentlərində rast gəlmək olur. Gen mühəndisliyi, mutagen təsir və stres polipeptidlərin induksiya edilməsi metodlarından istifadə olunaraq müəyyən edilmişdir ki, stres proteinləri sintez olunduğu andan, onlar müdafiə-adaptasiya rolu oynayırlar. Lakin bu rolun necə həyata keçirildiyi tam müəyyən edilməmişdir.

Gen kodlarındakı dəyişikliklər transkripsiya və translyasiya səviyyəsində protein sintezində özünü göstərir. Bu dəyişikliklər bitki hormon qatılığının dəyişmələri ilə nəzərə çarpır. Spesifik mRNT-nin sintezi və ona uyğun olaraq proteinlərdə amin turşularının düzülüşü istilik şoku, quraqlıq, duzluluq, absis turşusu (ABT) və.s. kimi amillər tərəfindən həyata keçirilir [137].

R.T.Əliyev və əməkdaşlarının (1995, 1996) tədqiqatları göstərmişdir ki, quraqlıqdan zərər çəkmiş qarğıdalı cücərtilərində və pambıq fidələrində hibberelin turşusu (GA₃) ilə təsir etdikdə DNT-nin replikasiyası və RNT sintezi artır, bitkilərin

bərba prosesi sürətlənir [168]. Hibberelin turşusu labil xromatin DNT-sinin miqdarını artırır və bununla da genetik aparatın fəallığı yüksəlir. GA₃ təsirindən mitoxondri və xloroplast DNT-sinin replikasiya və transkripsiya intensivliyində də artım müşahidə olunur ki, bu da hüceyrənin ümumi fəallığının artması ilə nəticələnir [32].

A. Altınkur və əməkdaşları (1998) quraqlığa davamlı və həssas olan arpa və buğda genotiplərindən, eyni zamanda valideyn formalardan və ikinci nəsil (F2) hibridlərindən DNT-ni izolə etmiş, onları öz aralarında bərabər miqdarda qarışdırdıqdan sonra çoxaldaraq DNT polimorfizmini analiz etmişlər. Amplifikasiya nəticəsində arpada 3 primer, buğdada 1 primer quraqlıqla əlaqəli olan markerlər aşkar edilmişdir [34].

Su qıtlığı mühitində böyüyən qarğıdalı cücərtilərində kökün böyümə nahiyəsində prolinin miqdarında, digər amin turşularına, xüsusilə qlisinə nisbətən daha çox artım olduğu və bunun da kökün uzanmasının təmin edilməsində prolinin önəmli rol oynadığı müəyyən edilmişdir [340].

Streslə induksiya olunan genlərin tənzimlənmə mexanizminin müəyyən edilməsi də maraqlı nəticələrdəndir. Stres zamanı bitkilərdəki absis turşusunun (ABT) qatılığı yüksəlir. Bitkinin kökdən uc nöqtəsinə qədər absis turşusunun miqdarı çoxalır və dövr etmə sürəti artır [172].

Quraqlığa davamlılığı təmin edən genlərin fəaliyyəti bitki hormonu olan absis turşusu (ABT) sintezinin tənzimlənməsi ilə həyata keçirilir. Müəyyən edilmişdir ki, bir çox abiotik stres amilərinin təsiri altında bitki hormonu olan ABT-nin qatılığı artır.

Quraqlığa davamlılıqda fosfolipidlərin də önəmli rolu vardır [284]. Fərqli bitki qrupları ilə aparılmış təcrübələrdə hiperosmotik stressə cavab olaraq inositol 1,4,5- trifosfat (İP3)-in miqdarının sürətlə artdığı göstərilmişdir [177, 178, 217, 378]. *Vicia faba*

hüceyrələrinin protoplastlarına [246] və *Arabidopsis* cücərtilərində [410] ABA (absis turşusu) verilməklə İP3 səviyyəsinin artdığı müşahidə edilmişdir. Sitoplazmada Ca-mun miqdarının artmasında İP3 müəyyən rol oynayır və bu artım yarpaqlarda ağızcıqların bağlanması və transpirasiyanın qarşısının alınmasına səbəb olur [344]. Ekzoqen İP3 izolə edilmiş vakollardan və tonoplastdan kalsiumun sərbəst buraxılmasını həyata keçirir. Kalsiumun artması osmotik streslə aktivləşən genlərin fəaliyyətini artırır [406].

Bitkilər xarici mühit şəraitinin kəskin dəyişikliklərinə, abiotik stres amillərə qarşı müqavimət göstərmək üçün müxtəlif müdafiə mexanizmlərinə malikdirlər [411]. Bu müdafiə mexanizmləri stres genlərinin ekspressiyasının dəyişməsi ilə tənzimlənir. Hesab olunur ki, ekspressiyası induksiya olunan bu genlər, müxtəlif metabolik və hüceyrə qoruyucu zülallar vasitəsilə təkcə hüceyrənin müdafiəsində deyil, həmçinin stressə cavab siqnallarının transduksiyasında iştirak edən digər genlərin ekspressiyasının tənzimlənməsində də mühüm rol oynayırlar [411, 412].

McCourt (1998) bitkilərdə quraqlığa tolerantlığı təmin edən geni izolə etmiş və bitki yarpaqlarının daha uzun müddət yaşıl qalmasını və su qıtlığı şəraitində yaşaya bilməsini idarə edən genin fəaliyyətini dayandırmaq metodunu işləyib hazırlamışdır. Bir bitki hormonu olan absis turşusu stres zamanı bitkilərin yarpaqlarında ağızcıqların bağlanmasına səbəb olur. Court gen işləməsinə inhibirə edərək ABT-ni kontrol edən GRA-1 genini kəşf etmiş və bitkilər genin fəaliyyəti dayandırıldıqda çox həssas vəziyyətə gəlmişlər. Genin aktiv vəziyyətə keçirilməsilə ağızcıqlar bağlanmış və su itkisinin qarşısı alınmışdır. Beləliklə, genin fəaliyyətini tənzimləməklə quraqlığa tolerantlığı nəzarətdə saxlamaq mümkün olmuşdur [169].

1.6. Bitkilərin duzluluq stresinə davamlılığı

Əkinə yararlı sahələrdə direnaj sistemlərinin yetərinə olmaması, qurunt sularının səthə yaxın səviyyəyə gəlmasına və bununla da torpaqların duzlaşmasına səbəb olmuşdur. Dünyada suvarılan ərazilərin 1/3-nin duz stressi altında olduğu müəyyən edilmişdir [186].

Şoranlıq, kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığını məhdudlaşdıran, onların böyümə və inkişafına mənfi təsir edən ən önəmli amillərdən biridir. Şoranlıq bitkilərin inkişafına birbaşa və dolayısı olmaqla iki çür təsir edə bilər. Birbaşa təsir torpaq məhlulunun qatılığını artıraraq bitkilərin inkişafına zərərli təsir göstərən ionların onların kök sahəsinə yığılması səbəbindən, dolayısı təsir isə torpağın fiziki, kimyəvi və bioloji özəlliklərinin pozulmasına səbəb olmaqla bitkilərin normal inkişafına əngəl törədir.

Duz stressi dedikdə, hər şeydən öncə duzlu mühitdə bitkilərin məruz qaldıqları osmotik stress başa düşülür. Duz mühitinin yüksək osmotik təziqi nəticəsində bitkilərə suyun daxil olmasına mane olan amil osmotik stress olaraq qəbul edilir. Məlum olduğu kimi, geniş yayılmış duzluluq şoran və yarı şoran bölgələrin əsas xüsusiyyətlərindən biridir. Bitkilər yüksək duzluluğa cavab reaksiyalarına görə iki böyük qrupa ayrılır- hallofitlər və qlikofitlər. Hallofitlər duzlu torpağa uyğunlaşan və həyat fəaliyyətini bu şəraitdə başa vuran bitkilərdir. Qlikofitlər isə duzlu şəraitə müqavimət göstərə bilməyən bitkilərdir [200]. Duz şəraiti hallofitlərdən əlavə digər bitkilərin də böyümə və inkişafına mənfi təsir edir: onlar cücərməni ləngidir (inhibirə edir), böyüməni zəiflədir, məhsuldarlığı azaldır, bəzi hallarda bitki hətta həyat fəaliyyətini başa vurmada məhv olur. Belə hallarda böyümədəki azalma kök mühitindəki osmotik təziqin artması ilə izah edilir [35].

Bitkilərin böyüyüb inkişaf etdiyi torpaq mühiti onların istifadə etdiyi həllolunan duzların daşıyıcısıdır. Lakin həllolunan duzların miqdarı bitkilərin tolerant sərhəddindən yüksək olduqda ortaya bir sıra çətinliklər çıxır. Əgər duz qatılığı bitkilərin istifadə edə bildiyi su potensialını 0,5-1 bar-a endirə biləcək dərəcədə olarsa bu qatılıq duz stresi sayılır. Duza tolerantlıq, bitkilərin duzluluq şəraitində normal böyümə və inkişafını sürətləndirmə qabiliyyətidir. Duzluluğa səbəb ola bilən birləşmələr, xloridlər (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2), sulfatlar (Na_2SO_4 , MgSO_4), nitratlar (NaNO_3 , KNO_3), boratlardır. Ancaq torpaq duzluluğu və stresi deyildikdə əsasən NaCl -un varlığı nəzərdə tutulur. Torpaqda NaCl -un miqdarı 0,5%-dən artıqdırsa, belə torpaqlar duzlu torpaqlar hesab olunur. Dünyada əkinə yararlı torpaq sahələrinin 26%-i quraqlıq, 30%-i isə duzluluq stresi təsiri altındadır. Yüksək qatılıqlı Na və yüksək qatılıqlı duzun təsirləri bənzərdir. Ca^{+2} , Mg^{+2} , SO_4^{-2} kimi ionlar da ümumi duz miqdarına daxildir. Torpaqda olan yüksək qatılıqlı Na , bitkilərə birbaşa zərər verməklə yanaşı, eyni zamanda torpağın strukturunu da pozaraq onda suyun keçiriciliyini azaldır [200].

Torpaqdakı duzluluq problemini aradan qaldırmaq, torpaqların direnəj üsulu ilə yuyulması çox çətin, həm də iqsadi cəhətdən baha başa gələn işdir. Duzlu torpaqlardan kənd təsərrüfatında müvəffəqiyyətlə istifadə etmək üçün, hər şeydən öncə, bitki-duz əlaqəsini dərk etmək, yəni duzun bitkinin böyüməsinə və inkişafına təsiri və onun duz stresinə qarşı adaptasiya mexanizmini aydınlaşdırmaq lazımdır.

1.6.1. Duzluluq stresinin təsirindən bitkilərdə baş verən morfoloji, fizioloji və biokimyəvi dəyişikliklər

Əlverişsiz mühit şəraiti bitkilərdə bir çox struktur və funksional dəyişikliklərin əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu

da ilk növbədə orqanizmin yaşamasına yönəlir. Əlverişsiz mühit şəraitində hüceyrədaxili əlaqələrin aktiv şəkildə yenidən qurulması baş verir. Yenidən qurulma prosesində ən önəmli yeri protein sintezində baş verən dəyişiklik tutur. Lakin qeyri əlverişli şəraitin təsirindən bitkilərin fizioloji və biokimyəvi proseslərində də mühüm dəyişiklik baş verir ki, onları bilmədən bitkilərin stresə davamlılığını hərtərəfli qiymətləndirmək və onun elmi izahını vermək çətinidir [13].

Duzluluq bitkilərin morfoloji və anatomik quruluşunda, fizioloji və biokimyəvi halında dəyişmələrə səbəb olan və bitki metabolizminə təsir edən önəmli faktordur.

Bitkilərdə duz stresinə ilk morfoloji reaksiya olaraq yarpaq, budaq və köklərin quru və yaş maddələri, həmçinin, yarpaq səthi kəskin azalır və beləliklə, bitkinin ümumi inkişafı məhdudlaşmağa başlayır. Əgər şoranlıq davam edərsə, inkişaf tamamilə dayanır və bitki get-gedə məhv olur [151, 310, 398].

Marslis və Fənhuçdank [259] müəyyən etmişdilər ki, turp (*Raphanus sativus*) bitkisinin şoranlığın təsirinə görə azalan quru maddənin 80 faizi yarpaq səthinin azalması, qalan 20 faiz isə ağızcıqların az olmasından, qaz mübadiləsindən asılıdır. Romeroaranda və əməkdaşları [333] göstərmişlər ki, pomidor bitkisinin (*Lycopersicon esculentum*) yarpağında ağızcıqların sıxlığı duzun təsiri nəticəsində azalır. Bununla yanaşı, yarpaqların sayı, hündürlüyü, kökün uzunluğu və onun əhatə dairəsinin azalması da aşkar edilmişdir [273].

Kartof bitkisinin (*Solanum tuberosum*) şoranlığın təsiri araşdırılmış və belə müəyyən edilmişdir ki, yarpaq hüceyrələrinin arasında olan boşluqlar getdikcə daralır və xloroplastların sayı aşağı düşür [145].

Duzluluq səviyyəsi yüksək olan torpaqlarda bitən bitkilər, ümumiyyətlə, bozuntul, yarpaqları maviyə çalan və

donmuş rəngdə olurlar. Duzlu mühitdə bitən bitkilərdə hüceyrə bölünməsi və böyüməsi yavaş gedir, bu səbəbdən bitkilərin inkişafı zəifləyir, yarpaq səthinin böyümə sürəti azalır və nəticədə fotosintezin intensivliyi aşağı düşür. Stres şəraitinin davam etdiyi halda, bitkinin böyüməsi tamamilə dayana bilər. Duz stresi bitkinin böyüməsini azaltmaqla yanaşı, xlorozun, nekrotik ləkələrin meydana gəlməsinə, məhsuldarlığın və keyfiyyətin azalmasına səbəb olur [36].

Duzluluq, osmotik olaraq məhdud su alınması ilə əlaqədardır, toxumların cücərməsinə mənfi təsir edir. Bununla bərabər, duzun toksik təsirinin də cücərməni əngəllədiyi qeyd edilmişdir. Müxtəlif boy maddələrinin də cücərməyə təsiri bir çox tədqiqatçıların işlərində öz əksini tapmışdır. Cücərməyə oksinlərin təsiri uzun zamandan bəri müzakirə mövzusu olmuşdur. Bir çox tədqiqatçılar müəyyən etmişdir ki, hibberellin toxum cücərməsinə sürətləndirici təsir edir. Bitki toxumlarındakı daxili hormon səviyyələri xarici şəraitin təsirindən dəyişə bilər. Absis turşusu (ABT) miqdarının artmasının osmotik və ya su stresi ilə əlaqədar olması bəzi tədqiqatçılar tərəfindən sübut edilmişdir. Eyni zamanda fərz olunur ki, kinetin və hibberellin turşusu (GA) kimi boy maddələrinin tək-tək və kompleks halda toxumlara xaricdən verilməsi, cücərmə üçün uyğun olan fiziki və metabolik şəraitin əlverişli hala gətirilməsini təmin edir [38].

Bitkinin kök bölgəsindəki həll olunan maddələr, mənfi osmotik potensial yaradaraq, torpağın su potensialını aşağı salır. Ümumiyyətlə, bitkilərin su ilə tənzimlənməsi bundan çox asılıdır. Çünki yarpaqlarla torpaq arasındakı su qradientini yaxınlaşdırmaq üçün, daha çox mənfi su potensialının yaranmasına ehtiyac vardır. Duzlu torpaqlarda yetişən bəzi bitkilər turqorun düşməsinin qarşısını alır və bununla da hüceyrənin böyüməsini tənzimləyə bilirlər [385].

Torpaqda duzun artıq miqdarı ya suyun köklərə daxil olmasının osmotik ingibirləşməsi yolu ilə, yaxud spesifik ion təsiri nəticəsində bitkilərin böyüməsini ləngidir. Spesifik ion təsiri isə ferment aktivliyi, hormonal disbalans və ya morfoloji modifikasiyalarla əlaqələnin. Duza davamlı bitkilərin tədqiqi zamanı müəyyən olunmuşdur ki, duzluluğun mənfi təsiri təkcə daxili məhlulun osmotik təzyiqinin yüksəlməsinə səbəb olmur, həm də hidrofily duz ionlarının toxumalarda toplanması və bununla əlaqədar sitoplazmada metastabil osmotik tarazlığın dəyişilməsi ilə nəticələnir. Bu isə bitkilərdə azot və fosfor mübadiləsində və fotosintetik fəallıqda sintetik proseslərin tormozlanması kimi dəyişikliklərə səbəb olur. Bundan əlavə, duzluluq stresinin təsiri zamanı bitkilərdə endogen stimulyatorların və böyümə ingibitorlarının miqdar və nisbətinin sonuncunun xeyrinə dəyişməsi tənəffüsün energetik effektivliyinin və DNT-nin funksional aktivliyinin azalmasına səbəb olur. Bütün bunlar son nəticədə məhsuldarlığı azaldır [89].

Şoranlığın bitkilərə fizioloji təsiri iki fazada baş verir: birinci faza duzun qısa müddətli təsirindən ibarətdir. Bu fazanın ilk mərhələsində, torpağın osmotik potensialının mənfiləşməsi nəticəsində yarpaq hüceyrələrinin su potensialı və bitkinin inkişaf sürəti azalır. Həmin təsirin kompensasiyası üçün bitki əlavə enerji sərfi edir. Duzluluq stresinin bu fazasına “su stresi”-də deyilir [117]. İkinci faza isə duzun uzun müddətli təsirlərindən ibarət olub, Na^+ və Cl^- ionlarının hüceyrələrdə və apoplastik boşluqlarda toplanması ilə əlaqədardır. Bu da tədricən bitkidə ion tarazlığının pozulması, fotosintez effektivliyinin azalması və bir sıra biokimyəvi dəyişikliklərə səbəb olur. Ona görə də bəzi ədəbiyyatlarda həmin fazanı “ion stresi” adlandırırlar [288].

Duzluluq stresi bitkilərdə xeyli miqdarda Na^+ və K^+ toplanmasına səbəb olur, Cl^- və xüsusilə, NO_3^- -ün daxil olmasına

mane olur ki, bu da bitkilərdə ion müvazinətinin pozulması ilə nəticələnir. Bundan başqa, duzluluq şəraitində yetişdirilən bitkilərdə Ca və P-lu maddələrlə mikroelementlərin miqdarları arasında da uyğunsuzluq baş verir ki, bu da bitkilərin normal böyüyüb inkişaf etməsinə mane olur [248].

Artıq dərəcədə Na-K qatılıqları və ümumi duzun yüksək qatılıqları fermentləri inaktivləşdirərək, zülal sintezinə mane olurlar. Xloroplastlarda yüksək qatılıqda Na-Cl birləşmələri fotosintezi zəiflədir. Nisbətən həssas bitkilərdə karbon metabolizmi və fotofosforlaşma, fotosintetik elektron daşınmasından daha öncə baş verir [248].

Müəyyən olunmuşdur ki, yarpaqlarda fotosintetik piqmentlərin miqdarı fotosintetik aparatın fəaliyyətində və onun məhsuldarlığında əsas rol oynayan amildir və fotosintetik məhsuldarlıqla xlorofil piqmentlərinin miqdarı arasında mürəkkəb əlaqə mövcuddur. Duzluluq stresi xlorofilin quruluşunda və xloroplastların membranında pozuntular yaradır və beləliklə, onun strukturunun pozulmasına, fotokimyəvi fəallığının və işıq udma qabiliyyətinin azalmasına səbəb olur. Həmçinin xlorofil öz enerjisinin bir qismini təbii halda istilik və ya flüoresensiya yolu ilə itirir. Lakin onun quruluşunda baş verən dəyişikliklər sayəsində enerji itkisi daha da artır. Bu səbəblərə görə, şoranlıqla əlaqədar aparılan təcrübələrin əksəriyyətində xlorofil indeksi önəmli göstərici hesab olunur [20, 103, 195, 199, 308].

Duz mühiti şəraitində xloroplastların daha çox dağılması duza davamsız bitkilərdə müşahidə olunur və ona görə də bitkilərin fotosintetik aparatına duz stresinin təsirinin öyrənilməsi stres amillərə davamlılıq və onun fizioloji parametrlərlə əlaqəsinin tədqiqi baxımından maraqlı kəsb edir.

Davamlı və həssas düyü sortları üzərində aparılmış tədqiqatlarla duzluluq stresinin fotosintetik məhsuldarlığa, ağız-

cıq keçiriciliyinə, xlorofilin miqdarına təsiri öyrənilmişdir. Stresin əvvəlində xlorofil a və b-nin miqdarının və Xla/b nisbətinin artması, daha sonra isə azalması müşahidə olunmuşdur. Həssas sortlarda bu göstəricilərin dəyişmə dərəcəsi davamlı sortlara nisbətən daha yüksək olmuşdur [399].

Ranjbarfardoei və həmkarları [323] hər iki növ xlorofil (a və b) quruluşunun pozulması və son olaraq qatılıqlarının azalmasını, şoranlıqda becərilmiş badam cücərtilərində sübut etmiş və göstərmişdir ki, şoranlıq 0,3 dS/m-dən yüksək olduqda, xlorofilin flüoresensiyasının kinetikaı kəskin dəyişir.

Bitkilər, vakuollardakı ion kompartmentləri vasitəsilə yarpaqlardan ionları kənarlaşdıraraq zəhərlənmədən qorunurlar. Bitkilər arasında duza həssas və orta dərəcədə davamlı olanların duzdan qorunmaları, köklərin potensial zərərli ionların yarpaqlara çatdırılmasının qarşısını ala bilməsi qabiliyyətindən asılıdır. Duzlar yarpaqlardan kənarlaşdırıldığı zaman, bitkilər vakuolların və sitoplazmaların həlletmə potensialını azaltmaq üçün üzvi maddələrdən istifadə edirlər, bu isə yarpağın su potensialını aşağı salır. Hüceyrə metabolizmasında iştirak etməyən belə üzvi maddələrə yüksək qatılıqlı qlisin, betain, prolin, sorbitol və saxaroza aiddir. Spesifik bitki növlərinin nümunələri bu birləşmələrin birindən və ya ikisindən istifadə edir. Bu üzvi birləşmələrin sintezi üçün istifadə olunan karbonun miqdarı olduqca çoxdur [133].

Aparılan son tədqiqat işləri göstərir ki, taxıllar vegetativ və erkən generativ inkişaf dövrlərində duza daha çox həssaslıq nümayiş etdirirlər. Buğdada sünbül əmələgəlmə fazasında duzluluq stresinin, xüsusilə, generativ inkişafı qısaltdığı aşkar edilmişdir [253].

R.S.Yadav (1993) duzlu torpaqlarda 25 elit arpa üzərində apardığı tədqiqatlarla, bitkilərdə gövdələrin sayının, sünbülün

uzunluğunun və 1000 dənin kütləsi üçün genetik variasiyaların yüksək olduğunu aşkar etmişdir. Müəllif eyni zamanda, 1000 dənin kütləsi xaricində, məhsul və məhsuldarlıq elementlərinə aid keyfiyyət göstəricilərinin duzlu ərazilərdə nisbətən daha aşağı olduğunu müəyyən etmişdir [413].

A.Roya və R.Aragües (1995) 115 arpa sortu üzərində beş il müddətində davam edən tarla təcrübələrinin nəticələrinə əsaslanaraq müəyyən etmişlər ki, sünbülün boyu, sünbülcüklərin sayı, sünbüldəki dənlərin sayı və 1000 dənin kütləsi kimi göstəricilər duza tolerant, dənin iriliyi, dən məhsuldarlığı və bir sünbülün məhsuldarlığı isə duza ən həssas cəhətlərdir [337].

G.V. Udovenko və əməkdaşları (1992) vegetativ qablarda buğda və arpa sortlarına 3-12 atmosferlik osmotik təziq yaradan NaCl məhlulunun təsirini öyrənərək müəyyən etmişlər ki, duz bitkiləri məhv etməkdən daha çox onların fertiliyinin azalmasına səbəb olur. Digər tərəfdən, bitkilərin yetişmə dövründə məhsuldarlıq elementlərinə duz stresinin qısa müddətli təsiri uzun müddətli təsirdən daha güclü olur [386].

Artan duz (NaCl) stressi altında duza tolerant buğda və arpa sortları yüksək hüceyrə qatılığına malik olduqları halda, duza həssas sortlarda artan duzluluq (NaCl) stressi ilə hüceyrə protoplazmasının qatılığının azalması müşahidə edilmiş və bu hadisənin sadəcə osmotik stresslə əlaqədar olmadığı, eyni zamanda duza tolerant və həssas sortlar arasında sitoplazmanın da önəmli bir mənbə olduğu açıqlanmışdır [258].

Buğda və arpa sortları ilə aparılan tədqiqatlarda, fərqli duz qatılığında, arpanın sudan istifadə qabiliyyətinin və böyüməsinin buğdaya nisbətən daha yüksək olduğu göstərilmişdir [330].

Azizov və b. (2004) NaCl və saxarozanın yoncanın embrioidlərinin və cücərtilərinin böyüməsinə və formalaşmasına təsirini öyrənmiş və saxarozanın 7,5 g/l qatılığının embrioid-

lərin böyüməsinə və yaşıl piqmentlərin biosintezinə stimullaşdırıcı təsir göstərdiyini müəyyən etmişlər [44].

Pomidor bitkisinin vegetasiyası dövründə salisit turşusunun (ST) aşağı qatılığının 100 mM NaCl təsirindən yaradılmış duz stresini tolerə etdiyi, duzun təsirindən, pomidor bitkisinin həm köklərində, həm də yarpaqlarında şəkər birləşmələrinin azaldığı və bu azalmanın ST təsirindən qismən aradan qaldırıldığı müəyyən edilmişdir. Daha sonra ST, nəzarətə nisbətən fotosintetik elektron daşıma nisbətini və fotokimyəvi parametrləri də artırmışdır [359].

Buğda ilə aparılan digər bir tədqiqatlarda 10 mM NaCl-un kök və gövdənin böyüməsini azaltdığı, ürə, metilürə və etilürə kimi maddələrə qarşı membranın keçiriciliyinin duza tolerantlığın təyinində bir meyar kimi istifadə oluna bilməsi qeyd edilmişdir [256].

Duzluluq zülal sintezinə də mənfi təsir edir. Duzlu şəraitdə yetişən bitkilərin yarpaqlarında zülal sintezi ya su qıtlığı, ya da spesifik ion çoxluğunun təsiri nəticəsində azalır [300]. Ümumiyyətlə, həssas bitkilərdə tolerantlarla müqayisədə ionların daha sürətlə toplanması baş verir və bu ion artıqlığı yarpaqların və sonda bitkilərin məhvinə səbəb olur [285].

NaCl duzunun zülal sintezinə təsiri, həssas sortlarda (lobya, soya və s.) xlorun toksikliyindən, duza daha tolerantlı olan bitkilərdə yarpaqlardakı Na^+/K^- nisbətindəki uyğunsuzluqla əlaqədər meydana gəlir. Protein sintezində baş verən pozuntularla əlaqədar meydana gələn amonyak, lizin və digər amin turşuları bitki hüceyrələrinə toksik təsirə malikdirlər [300].

Bir çox tədqiqatlarda müxtəlif streslər, o cümlədən, şoranlıq, quraqlıq, yüksək temperatur, intensiv işıq və mineral-ların çatışmazlığı şəraitində, sərbəst radikalların əmələ gəldiyi müəyyən edilmişdir. Bu molekulların əsas zərərli təsirləri

yağların oksidləşməsi, zülalların parçalanması və nəticədə biomembranların zədələnməsi ilə təzahür edir. Odur ki, anti-oksidativ qabiliyyətinə malik olan bitkilər, oksidativ streslərə qarşı dözümlüdürlər [17, 120, 267].

Sübut olunmuşdur ki, prolinin hidrofily molekulu sitoplazmanın turşuluğunu artıraraq hüceyrənin metabolizm müddətində $\text{NADP}^+/\text{NADPH}$ nisbətini sabit saxlayır. Stres keçdikdən sonra toplanmış prolin molekulları tədricən parçalanır və bunun nəticəsində ATP molekullarının bir qismi stresin mənfi təsirlərinin kompensasiyası üçün istifadə olunur [207].

Bəzi elmi mənbələrdə prolinin stres şəraitində effektiv olmasına dair ziddiyyətlər də vardır. Onlardan birində Lutz [252] prolinin sintezini stres altında olan bitkilər tərəfindən adi reaksiya kimi dəyərləndirmiş, onun funksiyalarına da şübhə ilə yanaşmışdır. Buna oxşar nəticəni Delaserda və həmkarları [176] sorqum (*Sorghum bicolor*) bitkisindən də əldə edilmişdir. Bəzi tədqiqatlarda göstərilir ki, bu amin turşusunu, xüsusən ekzogen formada istifadə etdikdə, əks nəticələr əldə olunur [118]. Bununla əlaqədar, oksigen radikallarının artması və nəticədə onların mitoxondri və xloroplastların quruluşuna zərər vürməsi haqqında da bəzi məlumatlar verilmişdir [208, 294]. Həmçinin ekzogen istifadədə onun miqdarı, habelə bitkinin növü kimi amilləri də nəzərə almaq lazımdır.

Lakin, çoxsaylı təcrübələrdə müəyyən edilmişdir ki, prolin şoranlığın mənfi təsirlərinin azaltmasında müsbət rol oynayır və bir çox davamlı genotiplərdə prolinin yüksək miqdarda sintez olunduğu aşkar edilmişdir. H.G. Rahmonun apardığı geniş tarla və laboratoriya tədqiqatlarının nəticələrinə əsasən müəyyən etmişdir ki, şoranlığın təsirindən badam bitkisinin yarpaqlarında, prolinin biosintezi yüksəlir. Bu amin turşusunun miqdarının yüksəlməsi, quraqlıq stre-

sində də müəyyən edilmişdir [20]. Ehtimal edilir ki, onun biosintezinin artması şoranlıq stresinin hər iki fazası ilə əlaqədardır. İlk fazada hüceyrə şirəsinin osmos potensialının mənfələşməsi və yarpaqlarda suyun nisbi miqdarının azalması fizioloji amillər kimi bu metabolitin biosintezini təhrik edir. İkinci fazada isə zülalların parçalanması onun biosintezinin əsas səbəbi hesab olunur.

Pikoras və həmkarları [316] şoranlıqda becərdilmiş limonda (*Sitrus limon*), eləcə də Nayer və Valiya [295] quraqlıqda cücərdilmiş buğdada müəyyən etmişlər ki, bu streslərə dözümlülük ilə prolinin sintezinin arasında müsbət və etibarlı korrelyasiya mövcuddur. Odur ki, bu amin turşusu dözümlü sortlarda yüksək miqdarda sintez olur. Lakin, bu nəticələrə baxmayaraq, onun sintez prosesi indiyədək dəqiq müəyyən olunmamışdır. Ancaq son illərdə məlum olmuşdur ki, D-fosfolipaza fermenti Ca^{2+} kationları ilə birlikdə və absiz turşusunun iştirakı ilə bir siqnal kimi prolinin biosintezini həyata keçirilir [421].

Hazırda prolin sintezi ilə əlaqədar genləri, gen transfer metodu ilə həssas sortlara köçürmək və onlarda endogen sintez gücünü artırmaq bir çox araşdırmaların əsas məqsədidir [118].

Bitkilərdə antioksidativ proseslər, fermentativ və qeyri-fermentativ mexanizmlər əsasında fəaliyyət göstərirlər. Ümumiyyətlə, fermentativ mexanizmdə katalaza, superoksiddis-mutaza (O_2^- azaldan-qaldıran) və peroksidaza fermentinin izoformaları (H_2O_2 -nin məhv ediciləri) kimi fermentlərin iştirakı və qeyri-fermentativ mexanizmdə də askorbat, glutation, karotnoidlər və habelə, bəzi poliollar, amin turşuları və s. kimi komponentlərin mühüm rolları müəyyən edilmişdir [93, 152, 221, 414].

Bunula əlaqədar, Qarat və həmkarları göstərmişlər ki, pambığın şoranlığa dözümlü sortlarında qeyri-fermentativ antioksidant prosesi bir askorbat-glutation tsiklinin fəallaşması ilə, fermentativ prosesini üstələyir. Çatzisavidis və həmkarları da [152] əksinə, bir yabani pomidor növündə (*Lycopersicon pennelli*) fermentativ antioksidant prosesin səmərəliliyini sübut etmiş və göstərmişlər ki, həmin prosesdə superoksiddismutaza, askorbat peroksidaza və dihidrosireduktaza fermentləri iştirak edirlər.

Həmçinin məlum olmuşdur ki, antioksidativ mexanizmlər bitkilərin müxtəlif orqanlarına görə fərqli ola bilər. Belə ki, *in vitro* şəraitində becərilmiş CAB-6P (bir komersiya albalı calağaltısı) cücərtilərinin yarpaqlarında, şoranlığa dözümlülük prosesi fermentativ, budaqlarında isə qeyri-fermentativ mexanizmlərlə gedir [152].

Duzlu şəraitdə bitkilərdə fitohormon səviyyəsində dəyişikliklər meydana gəlir. Bu dəyişikliklər, bitkilərin duzluluğa qarşı göstərmiş olduqları təsirlərdən biridir. ABT miqdarının artması quraqlığın və duzluluğun səbəb olduğu su qıtlığının bir nəticəsidir [279]. Əgər hüceyrələr öncədən aşağı səviyyədə absis turşusu (ABT) təsirində qalarsa, duza tolerə etməyə daha çox imkan yaranır. ABT bir və ya daha çox protein sintezini stimule edir və NaCl təsiri boyunca yeni proteinlərin sintezi baş verir [158, 209].

NaCl və absis turşusu (ABT) münasibətləri, tolerantlıqla əlaqədar yeni proteinlərin (stres proteirlərin) sintezi ilə nəticələnir. Toxuma kulturasında yüksək qatılıqlı duz şəraitində absis turşusundan istifadə etməklə tolerantlığa nail olunmuşdur. Bu tolerantlıq, sintez olunan yeni proteinlərin hesabına mümkün olmuşdur [76, 330].

Sağlam bitkilərdə yüksək duz qatılığı yarpaqlardakı ABT miqdarını yüksəldir, köklərdən yuxarı qalxmasını təmin edir

və tolerantlığa səbəb olur [209]. Yarpaqlarda ABT səviyyəsinin artması ağzıçlıqların bağlanması səbəb olur ki, bu yolla da osmotik tənzimləmə həyata keçirilir. Duzluluq, çox sürətlə xlorofilin dağılmasına, zülal sintezinin tormozlanmasına və yağların quruluşunun pozulmasına da səbəb olur. Kinetin bu təsirləri aradan qaldıran bir hormondur. Kinetin və ABT kimi bitki hormonları, ağzıçlıqları istiqamətləndirici təsirdən başqa, həm də bitki su əlaqələrinin tənzimlənməsində önəmli rol oynayırlar [279].

1.6.2. Duzluluq stressi nəticəsində bitki genomunun quruluş və funksional fəallığında baş verən dəyişikliklər

Bitkilərin stres amillərə cavab reaksiyaları müxtəlifdir, bu reaksiyalar içərisində isə ən önəmlisi genetik aparatın reaksiyasıdır. Bu reaksiya, DNT-nin quruluş vəziyyətinin dəyişməsində və funksional fəallığının, yəni transkripsiya intensivliyinin yüksəlməsində özünü göstərir.

Müəyyən edilmişdir ki, bitkilərin qeyri əlverişli mühit şəraitinə davamlılığı, hüceyrə nüvəsində xromatinin quruluş vəziyyəti və funksional fəallığının dəyişməsi ilə idarə olunur [31, 51, 91, 105, 106]. Xromatində DNT-nin quruluş vəziyyətinin dəyişməsi, bir tərəfdən qısa müddətli təsirə malik olmaqla qeyri əlverişli mühit şəraitinə uyğunlaşmanı həyata keçirir, digər tərəfdən bu dəyişmələr irsi xarakter daşıyır və təkamül prosesində rol oynayıır [60].

Bitki hüceyrələrində genlərin ekspressiyası transkripsiya və translyasiya zamanı tənzim olunur. Gen ekspressiyasının transkripsiya səviyyəsində baş verməsi onun ən mühüm cəhətlərindən biridir və eukariot hüceyrələrdə bu proses xromatinin vəziyyətindən asılı olur. Yəni, transkripsiya prosesi

xromatinin funksional cəhətdən aktiv hissəsi olan dekompatlaşmış euxromatin sahəsində baş verir. Heteroxromatin sahəyə isə xromatinin histon zülallarla sıx birləşmiş sahəsi aiddir ki, həmin hissədə genlər azdır və ya bir çox genlər fəal olmur. Orqanizmlər müxtəlif əlverişsiz mühit amillərinin təsirlərinə məruz qaldıqda həmin şəraitə orqanizmin adaptivlik imkanlarını artırmaq üçün heteroxromatinin bir hissəsi euxromatinə çevrilə bilər və beləliklə də, DNT-nin fəal fraksiyaları artır [6].

Müxtəlif streslər, o cümlədən, quraqlıq və duzluluq kimi çox geniş yayılmış abiotik stres amillər gen ekspressiyasında dəyişiklərə səbəb olur. Tədqiqatlar nəticəsində aşkar olunmuşdur ki, stres amillərinin təsirindən DNT-nin müxtəlif fraksiyalarının nisbəti dəyişir. Buğda [1, 3, 104], arpa [21, 24, 318, 319], tərəvəz [25], çiyələk [15, 16] və s. bitkilərlə aparılmış təcrübələrin nəticələri göstərmişdir ki, davamlı genotiplərdə duzluluq stresinin təsirindən genomun aktiv hissəsi olan euxromatin DNT-sinin miqdarı artır və transkripsiya intensivliyi yüksəlir. Əksinə, həssas sortlarda isə nuklein turşularının deqradasiyası baş verir. Stresdən sonra fitohormon kompleksi tətbiq edildikdə həm davamlı, həm də həssas bitki nümunələrinin genomunda aktivləşmə prosesi baş verir və bu zaman DNT fraksiyaları və RNT miqdarı kəskin artır. Quraqlıq stresinin təsiri zamanı da oxşar nəticələr əldə edilmişdir [5, 21, 26, 27].

Duz stresinə davamlılığın mürəkəbliyinə və onun poligen təbiətinə baxmayaraq, duz stresinə həssas genlərin böyük bir hissəsi molekulyar çalışmalar nəticəsində artıq müəyyən edilmişdir. Molekulyar çalışmaların ən diqqətəlayiq müvəffəqiyyəti protein elementlərin müəyyən edilməsi və RD29A/COR78 kimi qoruyucu proteinlərin sintezinə nəzarət edən genlərin aşkar edilməsidir. Genom səviyyəsində əldə edilmiş nəticələr genetik

analizlərlə birləşdirildiyində, stres tolerantlığına nəzarət edən amillər haqqında yetərincə məlumat əldə edilə bilər [422].

Y. Shigehiro və əməkdaşları (1998) tərəfindən, 250 milimol (mM) NaCl stresinə tolerantlıq göstərən *Nicotina paniculata*-nın yarpaqlarından duzla əlaqədar genlərin izolə edilməsi üçün aparılan təcrübədə xloroplastda karbonanhidraz genlərinin homoloqu izolə edilmişdir [354].

Dəniz suyu səviyyəsinə yaxın, yüksək qatılıqlı NaCl-lu mühitdə duza həssas tütün hüceyrə kulturasının onlarca, minlərcə hüceyrə generasiyasının olduğu görünmüşdür [210].

Halofit bitkilərdəki duza tolerant genlərin, aşağı səviyyəli duz qatılığına adaptasiya olunmuş qlikofil genlərdən təkamül yolu ilə əmələ gəldiyi güman edilir. Misal olaraq, *Arabidopsis* kimi qlikofillərin, halofitlərdən çox da fərqli olmayan duza tolerantlıq genlərə malik olduğunu göstərmək olar [405].

H.Fromm və J.K.Zhu (1998) bir neçə bitki növündə, kalsium ionlarının bitkilərin duzluluğa davamlılığını tənzimlədiyini və artırdığını müəyyən etmiş, eyni zamanda bitkinin duz stresinə qarşı tolerantlığında rol oynayan SOS3 lokusunun xarakteristikasını vermişlər. SOS3-ün mutasiyaları duz stresi zamanı böyümənin ingibirə olunmasına səbəb olan Na və Cl ionlarına böyük həssaslıq göstərmiş və K^+/Na^+ nisbəti azalmışdır. Bununla birlikdə, SOS3 mutantlarında duzluluğun zərərli təsiri ekzogen kalsiumun yüksək qatılığı tormozlanmışdır. Yeni izolə edilən genlərin duza tolerantlıqla əlaqəsi genetik baxımdan qiymətləndirilmişdir.

J.Gohram (1998) bərk buğda və yumşaq buğdanın növmüxtəliflikləri və buğda x eqilops hibridlərinin amfidiploidləri üzərində apardığı tədqiqatlarla müəyyən etmişdir ki, 4D xromosomunun uzun qolu üzərindəki gen və ya genlər bitkilərdə Na

miqdarını azaldır, onların duza qarşı müqavimətini zəiflədir, Na və K-un bitkiyə daxil olmasına və köklərdən nəql edilməsinə təsir göstərir, K/Na nisbətini dəyişir [197].

İsrail alimləri arpa (*H. spontaneum*) və yabanı buğda (*T. diccoides*)-in duza tolerantlığına görə seleksiyasını aparmış və iki növə aid yabanı gen mənbələrinin, buğdada EK (elektriki keçirmə) qabiliyyətinin 26 mmhos/cm, arpa bitkisinə isə 35 mmhos/cm-ə qədər tolerantlıq göstərdiyini və bu gen mənbələrinin duza tolerant çalışmalarda yetərin qədər fərqliliklər göstərə biləcəyini açıqlamışlar [298].

V.A.Alina və b.(1991) on günlük duzluluq şəraitində yetişdirilən arpa bitkisi xloroplastlarının membran fraksiyalarında xlorofilin toplanmasının yüksəldiyini, zülal və RNT miqdarının artdığını, duzluluq şəraitinin davam etdiyi 15 günlük bitkilərdə isə, xloroplastlarda xlorofilin ümumi miqdarının kəskin azaldığını müşahidə etmişlər. Ancaq zülal sintezi tormozlanmamış və RNT-nin ümumi miqdarı artmışdır. 10 günlük bitkilərdən fərqli olaraq, 15 günlük bitkilərin membran fraksiyalarında RNT, zülal və xlorofilin miqdarı azalmış, lakin köklərdən ayrılmış qlikopeptidlər ümumi xloroplastlarda RNT-nin miqdarının artığını göstərmişdir. Bu tədqiqatın nəti. cələrinə əsaslanan müəllif xloroplast membranlarının halını bitkilərin duzluluğa davamlılıq meyarı kimi qəbul etməyi təklif etmişdir [29].

N.Strizhov və əməkdaşları (1997) prolinin ali bitkilərdə geniş yayılmış bir osmotik olduğunu, su gıtlığı və duzluluğa qarşı qlutamit təbiətli prolin birləşmələrinin, onun sərhədlərini nəzarət edən delta1-prolin-5 (P5CS)-in mRNT səviyyəsinin sürətlə artdığını görmüş, P5CS-ın *Arabidopsis*-də iki fərqli şəkildə nizamlanan genlə şifrələndiyini müəyyən etmişlər. Bu gen (*AtP5CS2*), sürətlə bölünən hüceyrə kulturalarında olan P5CS mRNT-nin

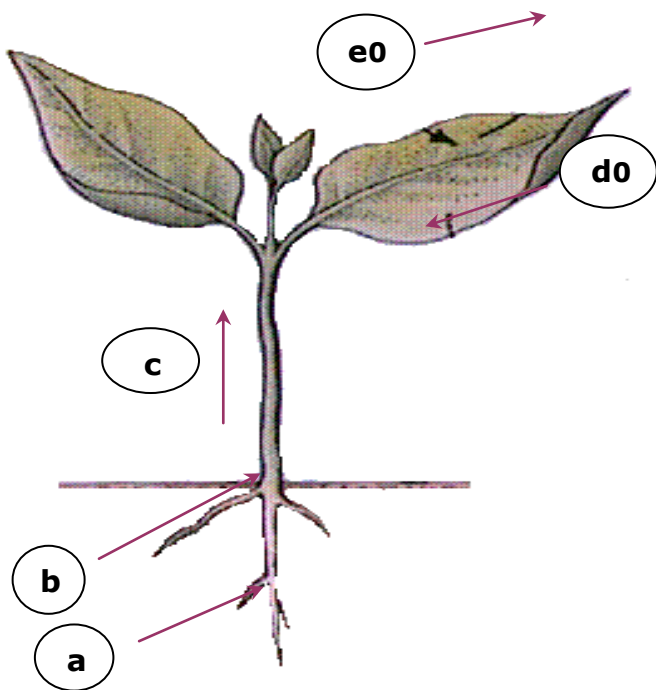
sintezini həyata keçirir. AtP5CS2 geni quraqlıq, duzluluq və az qatılıqlı auksinin təsiri ilə aktivləşir və əmələ gələn transkriplər toxumaya xas olan şəkildə nizamlanırlar [373].

Genetik mənbələr arasında duza davamlılıq baxımından fərqliliyin olmasına baxmayaraq, duza davamlı bitki növ və formalarının miqdarı olduqca azdır. Bu baxımdan da duza davamlı növlərin araşdırılması və mövcud genetik potensialın dəyərləndirilməsi vacibdir. Lakin duza davamlı genotiplərin seçilməsində istifadə edilən fizioloji və molekulyar səviyyəli tədqiqatların tam anlaşılması və bu stres amilinin çoxsaylı genlər tərəfindən idarə edilən əlamət olması uyğun genetik modelin tapılmasını çətinləşdirir [421].

1.7. Duzluluq stresinə davamlılıq mexanizmləri

Bitkilərdə duza dözümlülük qabiliyyəti bir çox elmi ədəbiyyatlarda aşağıdakı mexanizmlərə əsasən verilmişdir [17, 116,287]: Bu mexanizmlərin birincisi qlikofitlərdə, ikinci və üçüncüsü isə halofitlərdə duza davamlılığın əsas səbəbləri hesab olunur və onların sayəsində duza olan nəzarət üç səviyyədə həyata keçirilir:

1. Duzun daxil olmasına mane olmaq
2. Duzu özündə toplamaq
3. Duzu özündən xaric etmək



Şəkil 1.3. Bitkilərdə duzu məhdudlaşdıran proseslər və onların baş vermə yeri; a) kök hüceyrələrinin seçici uduculuğu, b) ksilema borularına daxil olmaq, c) ksilema borularından axıdılmaq d) floema borularına daxil olmaq, e) spesifik vəzlər vasitəsilə xaric edilmək uduculuğu

1.7.1. Bütöv bitkidə duzun miqdarına nəzarət

Duzu bitkinin orqanlarında məhdudlaşdıran mexanizmlər haqqında son illərdə Stori və Vaker [372], Cesk və Hartonq [224] və Munz [288] tərəfindən ətraflı məlumat verilmişdir. Bu alimlərin fikirlərini müqayisə etdikdə, belə nəticəyə gəlmək

olar ki, ümumiyyətlə bitkilərin müxtəlif orqanlarında duzu nəzarət altına almaq üçün beş əsas nöqtə mövcuddur (Şəkil 1.3). Bu nöqtələrdə duz bitkidə aşağıdakı proseslərə əsasən paylanır;

a. Kök hüceyrələrinin seçici uduculuğu

Torpaq məhlulundakı Na^+ və Cl^- ionları osmos təziqinin təsiri nəticəsində ilk növbədə ekzoderma qatının hüceyrələri arasındakı boşluqlara doğru hərəkət edirlər. Bundan sonra endoderma qatına daxil olmaq üçün hər iki yol (apoplastik və simplastik) mümkündür. Lakin, ionların simplastik yola daxil olmaması daha önəmlidir və kök hüceyrələri seçici udma qabiliyyətinə malik olduğundan, duzu bu yoldan uzaqlaşdırmağa çalışırlar [286]. Apoplastik yol, duzun bitkiyə əsas giriş yoludur, burada ancaq bir təbii anatomik xüsusiyyətinə görə, duzun girişini məhdudlaşdırmaq mümkündür. Bu da endoderma qatını əhatə edən kaspəri kəməridir ki, qlikofitlərdə incə olduğuna, yaxud heç mövcud olmadığına görə [18], duzun qarşısında möhkəm bir maneə yarada bilmir.

b. Duzun ksilema borularına daxil olması

Torpaqdan udulmuş məhlul, hüceyrələrin arasındakı yollar və boşluqlar vasitəsilə (apoplastik yolu) və ya hüceyrədən-hüceyrəyə (simplastik yolu) keçib, ksilema borularına daxil olur. Burada nəzarət, ancaq ksilema borusunun hüceyrələri tərəfindən həyata keçir, çünki bu hüceyrələr K^+ ionlarını, Na^+ ionlarına görə artıq toplamaq gücünə malikdirlər [286].

c. Duzun ksilema borusundan axıdılması

Na^+ ionları bəzi bitkilərin üst hissələrində, o cümlədən, budaqların aşağısında, yarpaqların saplağı və hətta ayasında toplanır. Bu səviyyə, bir nəzarət mexanizmi sayılır və mərkəzi silindirik hüceyrələrinin funksiyaları ilə əlaqədardır. K^+ ionları həmin hüceyrələrdə Na^+ ionları ilə mübadilə olunur və təd-

ricən qeyd olunduğu yerlərdə, habelə ağac növlərində gövdənin odunlaşmış toxumalarında toplanır [138]. Bu mexanizm Na^+ ionlarını transpirasiya istiqamətindən çıxardığına görə yüksək əhəmiyyət daşıyır [130].

d. Duzun floema borularına daxil olması

Bir sıra duzadavamlı bitkilərdə natrium və xlor ionlarının bir qismi floema borularına yol tapır. Bu bitkilərdə həmin vəziyyəti müsbət dəyərləndirib və duzu inkişaf halında olan toxumalardan uzaqlaşdıran mexanizm də hesab etmək olar. Lakin həssas bitkilərdə, həmin borular vasitəsilə duz yenidən kökün ucuna gaytarılır və hüceyrələrin dehidratlaşma səviyyəsini şiddətləndirir. Bu mexanizmin baş verməsi paxlalılarda sübut olunmuşdur. Lakin, onlarda bir dözümlülük mexanizmi kimi deyil, natrium ionlarının hüceyrələrdə yerləşməsində (kompartimentləşməsində) fəaliyyət göstərir və ona görə də effektiv olduğundan şübhə yaranır [244].

e. Duzun vəzlər və qovuqcular vasitəsilə azad edilməsi

Yalnız halofitlər spesifik hüceyrələrə malik olaraq, duz vəzlərini təşkil edib, onların vasitəsilə toplanmış duzun azad olunmasına qadirdilər. Bu vəzlərin təşkil olunması 11 bitki növündə aşkar edilmişdir. Duz qovuqculuğu isə anatomik cəhətdən vəzdən fərqli olaraq, duzu öz hüceyrələrinin mərkəzi vakuolunda topladıqdan sonra parçalanır və beləliklə yığılmış duz yarpağın üzərinə yayılır. Yayılmış duz isə işığı əks etdirərək, transpirasiyanın azalmasına müsbət təsir edir [127].

Beləliklə, bütün halofitlər duzun udulması, nəqli və ixrac proseslərinə nəzarət üçün inkişaf etmiş mexanizmlərə malikdirlər. Lakin, qlikofitlər ancaq əvvəldəki üç mexanizmlər ilə soranlığa cavab verirlər [285]. Həmçinin bəzi bitkilərdə soranlığa qarşı müxtəlif morfoloji dəyişikliklər, o cümlədən,

yarpaqların kiçilməsi və ya lətlənməsi (parenxim qatının qalınlaşması), budaq/kök nisbətinin yüksəlməsi, ağızciqların açıq saxlanması və s. baş verir ki, bütövlükdə suyun itirilməsini azaltmaq, duzu durultmaq və qaz mübadiləsini sabit saxlamaq üçün faydalıdır [130, 302].

1.7.2. Hüceyrələrdə duzun miqdarına nəzarət

Məlum olmuşdur ki, halofitlər və qlikofitlərdə sitoplazma fermentlərinin şoranlığa qarşı reaksiyaları eynidir və indiyədək bitkilərin davamlılıqla əlaqədar spesifik fermentlərə malik olduqları haqqında heç bir məlumat verilməmişdir [242]. Hər iki qrupa aid olan bitkilərin hüceyrələri normal həyat sürməsi üçün, artıq duzu sitoplazmadan uzaqlaşdırmalıdır. Bu proses iki istiqamətdə gedir [136, 153]:

- 1) Natrium ionlarını hüceyrənin xaricində tutmaq;
- 2) Daxil olmuş ionları vakoullarda yerləşdirmək

Aydınır ki, ikinci variant duza nəzarət üçün daha effektivdir və halofitlər bu istiqamətdən faydalanaraq, sitoplazmanı natrium ionlarının mənfi təsirlərindən qoruyurlar. Onlar həmçinin bu ionlardan bir osmolit maddə kimi istifadə edərək, su balansını da tənzimləyirlər. Qlikofitlərdə isə natriumun sitoplazmaya giriş sürəti onun vakoullara daxil olma sürətindən artıqdır və ona görə də bu ion tədricən sitoplazmada toplanmağa başlayır [286]. Həmçinin bu bitkilər su balansını tənzimləmək üçün üzvi osmolitləri sintez etmək məcburiyyətindədirlər ki, bu özü də quru maddənin təşkilini aşağı salır [207]. Beləliklə, qlikofitlərin arasında nisbi dözümlülük fərqləri, ancaq onların hansı dərəcədə natriumu sitoplazmadan uzaq tutmaq gücünə malik olduqlarından asılıdır.

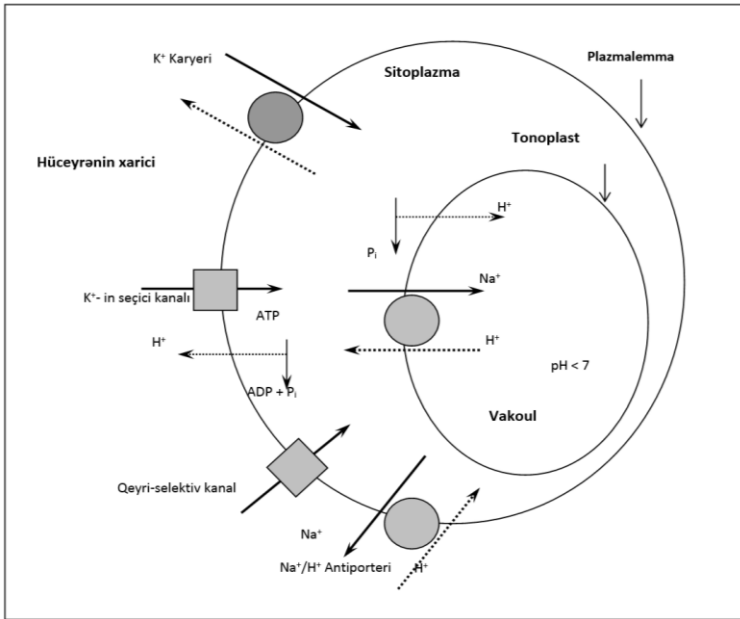
1.7.3. Duzun miqdarına molekulyar səviyyədə nəzarət

İon nəqlinin tənzimlənməsi, bitkilərin şoranlığa davamlılıq prosesində ən önəmli amillərdən biri sayılır. Bu istiqamətdə, membran zülalları ionların hüceyrəyə selektiv buraxılışında mühüm rol oynayırlar. Bu seçici zülallar aşağıdakı qruplara ayrılır;

- 1) Sitoplazmadakı ATP-azalar;
- 2) Membranda yerləşmiş Na^+/H^+ antiporterlər;
- 3) Tonoplastda yerləşmiş Na^+/H^+ antiporterlər;
- 4) Kation kanalları

Natriumun kation olmasına baxmayaraq, məlum olmuşdur ki, onun kation kanalları vasitəsilə hüceyrəyə daxil olması çox çətindir. Lakin Na^+/H^+ antiporterlər sayəsində sitoplazmadan çox təbii şəkildə ixrac oluna bilər [257, 353]. Ümumiyyətlə, belə fərz etmək olar ki, Na^+ ionunun hüceyrədən idxal və ixrac mərhələləri, hətta vakoullarda saxlanması tamamilə bu zülallardan asılıdır [199]. Tonoplastdakı Na^+/H^+ antiporterlərini aktivləşdirən gen (NHX_1) pomidor və kələm bitkilərində müəyyən olunmuşdur. Həmçinin bu genin aktivləşməsi nəticəsində şoranlığa davamlılığın artması həmin bitkilərdə sübut edilmişdir [99]. Digər bir tədqiqatda, *Arabidopsis thaliana* bitkisinin də membrandakı Na^+/H^+ antiporterlərini aktivləşdirən gen (SOS_1) müəyyən edilmiş və onun aktivləşməsi haqqında oxşar məlumat verilmişdir [353]. Hüceyrənin şoranlıq stresinə davamlılığında önəmli rol oynayan zülallarından biri də pirofosfataza (PP-aza) fermentidir. Bu ferment H^+ ionlarını vakoullara pompa (nasos) edərək, sitozolun turşuluğuna nəzarət edir və beləliklə, elektrokimyəvi potensialın təmin edilməsində iştirak edir [420]. Şəkil 1.4-də kök hüceyrələrində ion mübadiləsinin izahı Amtman və Sanderz [112] nəzəriyyəsinə əsasən təsvir edilmişdir. Bu modelə görə, K^+ ionları həm spesifik

kariyerlərdən və həm də digər kanallardan (seçici daşıyıcılar vasitəsilə) hüceyrəyə daxil olur. Na^+ ionları üçün xüsusi daşıyıcılar mövcud deyildir. Odur ki, onlar K^+ ionları ilə rəqabət aparmaqla və ya qeyri-selektiv kanallar vasitəsilə hüceyrəyə daxil ola bilirlər. Bu şəraitdə ATP-azalar (P tipli) plazmalemanın daxilində proton pompa edicisi kimi H^+ ionlarını hüceyrədən xaric edirlər. Həmin mərhələdə enerji sərf olunaraq ADP molekulları meydana çıxır.



Şəkil 1.4. Na^+ ionlarının vakuolda saxlanması və ya hüceyrənin xaricinə daşınmasının molekulyar mexanizmi [112]

Məlumdur ki, ADP-nin yenidən fosforlaşması tənəffüsün artmasına səbəb olur. Duzların yüksək qatılığının təsiri nəticəsində bioloji oksidləşmənin tənəffüs dövrəsindəki alternativ yolu fəallaşır, xeyli miqdarda H_2O_2 əmələ gəlir və bu da hü-

ceyrədə sərbəst radikalların iştirakı ilə oksidləşmə proseslərini induksiya edir. Beləliklə də, biomembranlarda baş verən peroksid oksidləşməsi onların keçiriciliyini kəskin dəyişir, hidro litik reaksiyaları sürətləndirir və nəticədə zülalların parçalanmasına və böyümə prosesinin dayanmasına səbəb olur [17]. Həmçinin tonoplastın səthində PP-azalar və ATP-azalar (V tipli) eynilə H^+ ionlarını vakoulun daxilinə pompa edirlər. Nəticədə plazmalemma və tonoplastın daxili və xarici arasında elektrokimyəvi potensial fərqi yaranır və pH qradienti turşluğa doğru artır. Bundan sonra membranlarda yerləşmiş antiporterlər dövrəyə girir və bir H^+ ionunu udaraq, bir Na^+ ionunu paralel şəkildə xaric edirlər. Beləliklə, Na^+ ionları sitoplazmada iki istiqamətdə (vakoulun daxilinə və hüceyrənin xaricinə) daşır. Bu nəticələr bir çox tədqiqat işləri ilə təsdiq edilmişdir [136, 194, 311].

Həmçinin məlum olmuşdur ki, ümumiyyətlə xlor ionları membranda yaranmış elektrokimyəvi qradient nəticəsində hərəkət edib, V-tipli ATP-azaların fəallaşmasına səbəb olurlar [401]. Bəzi duzadavamlı bitkilərdə (məsələn, xurma) xlor ionları digər ionlar kimi osmos təzyiqinin tənzimlənməsində iştirak edirlər [212]. Qeyd etmək lazımdır ki, indiyədək mitoxondri və xloroplastlardakı Na^+ daşıyıcılarının xarakterləri dəqiq müəyyən edilməmiş və bu məsələ ətrafında çoxlu mübahisələr gedir [286].

1.8. Duza davamlılığın yoxlanılması

Bitkilərdə duzun kök hüceyrələrinə daxil olmasına mane olmaq və ya transpirasiya istiqamətindən uzaqlaşdırmaq qabiliyyətləri, bitki seleksiyaçıların qarşısında duran əsas məsələlərdən biridir [198]. Bu strategiyanın əhəmiyyəti meyvə bitkilərində daha da artıqdır [286]. Yuxarıda qeyd etdiyimiz

kimi duzun bitkiyə təsiri iki fazaya bölünür. Ona görə də duzadavamlılıq yoxlanılan zaman, hər iki fazaya aid olan reaksiyaları nəzərə almaq lazımdır.

Birinci fazada inkişaf və böyümə xarakterləri sürətlə aşağı düşür, lakin ikinci fazanın təsirləri nisbətən uzun müddət keçdikdən sonra aşkar olunur. Önemlisi budur ki, ikinci fazada duz transpirasiya istiqamətinə yol açır və onun toksik zıyanları tədricən ortaya çıxır. Həmçinin məlum olmuşdur ki, bu fazaya daxilolma müddəti şoranlığın dərəcəsi, bitkinin dözümlülüüyü və mühitin temperaturu (xüsusən kök zonasının temperaturu) və s. kimi amillərin təsirinə görə dəyişilə bilər [119]. Bununla əlaqədar, Fortmir və Şubert [189] qarğıdalı bitkisinin şoranlığa həssas və dözümlü sortlarında göstərmişlər ki, hər iki sortun inkişafı 100 mM NaCl duzunun ilk 4 həftə təsiri altında bərabər səviyyədə azalır və gözlənilən fərqlər ancaq həmin müddət keçdikdən sonra gözə çarpır. Oxşar nəticəni Munz və əməkdaşları [287] buğda bitkisinde əldə etmişlər. Bu məlumatlara və bir çox mütəxəssislərin təklifinə görə, artıq aşkar olunmuşdur ki, düzgün yoxlama təcrübələrini ancaq ikinci fazanın reaksiyaları əsasında qurmaq lazımdır.

Topladığımız elmi mənbələrə əsasən söyləmək olar ki, şoranlığın morfoloji, fizioloji və biokimyəvi xüsusiyyətlərə təsirlərini öyrənməklə, bu stresin bitkilərə mənfi təsirlərini aşkar etmək mümkündür. Lakin bu da məlumdur ki, həmin stresin mənfi təsirlərini azaltmaq istiqamətində hələ çoxlu problemlər mövcuddur. Bu problemlərin həllinin bir qismi o cümlədən; suvarma metodlarının dəyişdirilməsi, şoran torpaqların dəfələrlə yuyulması və gübrələnməsi ilə əlaqədar yeni təkliflər vermək kənd təsərrüfatı sektorunun qarşısında duran mühüm vəzifələrdəndir. Lakin digər qisminin həlli demək olar ki, əsasən bitkilərin xüsusiyyətlərindən asılıdır. Mə-

sələn, morfoloji baxımdan, yarpaq sahəsinin kiçilməsi və ya parenximin qalınlaşması su itkisini azaldır, fizioloji baxımdan natrium ionunun kökə daxil olmasına mane olmaq yaxud onu müdafiə etmək, həmin ionu vakoullarda yerləşdirmək və ya ən azı transpirasiya istiqamətindən uzaq tutmaq və nəhayət biokimyəvi baxımdan müxtəlif növlərdə osmolitlərin biosintez gücünə malik olmaq, həmçinin də fermentativ (peroksidazalar) aktivliyini artırmaq, bitkinin genotipindən asılı olan xarakterlərdir. Baxmayaraq ki, son tədqiqatlarda bəzi osmolitlər süni şəkildə laboratoriyalarda sintez edilir və ekzogen istifadə üçün perspektivli hesab olunur, lakin burada əsas rol bitkinin genetik xüsusiyyətlərinə aiddir. Odur ki, hazırda genetik cəhətdən şoranlığa dözümlü genotipləri əldə etmək əsas strategiya kimi tədqiqatçılar tərəfindən diqqətlə izlənilir. Bununla əlaqədar, klassik metodlarla bitkilərdə bir çox seleksiya işləri aparılır. Eyni zamanda biotexnologiya kimi yeni elmlərdən istifadə olunur və gen-köçürmə (transfer) metodları ilə yuxarıda qeyd olunmuş hər hansı xarakteri təmsil edən geni, kommersiya sortlarına köçürmək üçün davamlı çalışmalar aparılır.

II FƏSİL

BİTKİLƏRİN STRES AMİLLƏRƏ DAVAMLILIĞININ FİZİOLOJİ PARAMETRLƏR ƏSASINDA DİAQNOSTİKASI

Bitkilərin stres amillərə davamlılığını təyin etmək üçün müxtəlif fizioloji metodlar işlənib hazırlanmışdır. Belə metodlardan biri toxumların osmotik məhlullarda və yüksək temperaturun təsirindən sonra cücərmə qabiliyyətinin təyininə əsaslanır [61,82]. Suyu saxlama qabiliyyəti bitkilərin mühüm bioloji xüsusiyyəti olub, onların tarla şəraitində cücərməsini, kök sisteminin güclü inkişafını və bitkilərin bütövlükdə normal böyümə və inkişafını təmin edir.

Məlumdur ki, toxumlar cücərmə zamanı mühitin yüksək osmotik təzyiqinə məruz qaldıqlarından onların bir sıra fizioloji xüsusiyyətləri, o cümlədən, fermentativ sistemin aktivliyi, sitoplazmatik quruluşların yeni üzvi maddə əmələ gətirməsi, hüceyrədaxili osmotik təzyiqin artma qabiliyyəti və s. proseslər toxumların sorucu qüvvəsi ilə təyin olunur. Şübhəsiz ki, cücərən toxumların sorucu qüvvəsi cavan orqanizmlərin mürəkkəb fizioloji-biokimyəvi xüsusiyyətlərinin nəticəsidir.

Sübut edilmişdir ki, toxumların osmotik məhlullarda cücərmə qabiliyyəti ilə onların quraqlıq və duzluluq streslərinə davamlılıq dərəcələri arasında müsbət korelyasiya mövcuddur [314].

Toxumların stres şəraitində cücərmə qabiliyyəti, bir tərəfdən onların su qıtlığı şəraitində cücərməsi kimi irsi xüsusiyyətlərini, digər tərəfdən, qısa müddət ərzində lazımı miqdarda su toplamasını təmin edən yüksək sorucu qüvv-

vəyə malik olmasını göstərir. Toxumların yüksək soruculuq qabiliyyəti, su qıtlığı zamanı bitkinin inkişafını təmin edən güclü kök sisteminin formalaşmasını da təmin edir.

2.1. Toxumların cücərmə qabiliyyətinə görə arpa sortnümunələrinin quraqlıq və yüksək hərarət streslərinə davamlılığının təyini

Tədqiqat işi 16 iki cərgəli və 18 çox cərgəli olmaqla, cəmi 34 arpa sort nümunələri üzərində aparılmışdır. Tədqiqatda istifadə olunan arpa nümunələrinin toxumları AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun Dənli taxıl və paxlalı bitkilər laboratoriyasının aparıcı elmi işçisi, arpa üzrə Avropa işçi qrupunun üzvü, b.e.n. N.Gəraybəyova tərəfindən verilmişdir. Laboratoriya təcrübələri eyni sahədə səpilmiş və eyni ilin məhsulu olan toxum materialı üzərində aparılmışdır.

Öyrənilən arpa genotiplərinin quraqlıq stresinə davamlılıq dərəcələri laboratoriya şəraitində toxumların 14 atm təzyiqli saxaroza məhlulunda cücərmə qabiliyyətinə görə [82, 83], istiyə davamlılıq isə 55⁰C t-da su hamamında saxlanıldıqdan (25 dəqiqə) sonra cücərmə qabiliyyətinə görə təyin edilmişdir [61]. Quraqlıq stressi yaratmaq üçün 14 atm. təzyiqli 15,8%-li saxaroza məhlulundan istifadə olunmuşdur. Təcrübənin nəticələri cədvəl 2.1-də verilmişdir.

Cədvəldən görüldüyü kimi iki cərgəli arpa sort və formaları quraqlıq stresinə davamlılıq dərəcələrinə görə bir-birindən kəskin fərqlənirlər. Bu nümunələr içərisində Hüseyn 1 və Arpa 47 sortları quraqlıq streslərinə davamlılığa görə digərlərindən nəzərə çarpacaq dərəcədə üstündür. Onların

saxaroza məhlulunda cücərmə qabiliyyəti nəzarətə nisbətən müvafiq olaraq 97 və 81%, ümumi quraqlığa davamlılıq indeksləri isə 227 və 194-ə bərabər olmuşdur. Bu nəticələrə əsaslanaraq göstərilən arpa sortlarının quraqlıq stresinə yüksək davamlı genotiplər olduğunu söyləmək olar. Nutans 67/91, Nutans 303, Arpa-77 və Arpa-43 sortlarının quraqlığa davamlılıq indeksləri 173-134 arasında dəyişmiş və onlar, quraqlıq stresinə davamlı sortlar kimi qiymətləndirilmişdir. Cəlilabad 19 və Nutans 86-35/18 arpa sort nümunələrinə aid toxumların saxaroza məhlulunda cücərmə qabiliyyəti nisbətən yüksək (45-50%), istilik faktorundan sonra cücərmə qabiliyyətləri isə aşağı (4-13%) olmuşdur. Bu nümunələrin ümumi quraqlığa davamlılıq indeksləri 100-dən yüksək olduqlarına görə onları orta davamlı genotiplər kimi qəbul etmək olar. Nutans 118/21 və Nutans 80/32-21 nümunələrində isə əksinə, quraqlığa davamlılıq aşağı, istiliyə davamlılıq isə orta səviyyədə olmuşdur. Bu nümunələrdə ümumi quraqlığa davamlılıq indeksi müvafiq olaraq 81 və 64-ə bərabər olmuşdur. Bunlardan fərqli olaraq Arpa 59, 6№-li Seçmə və Nutans 80-34/14 arpa nümunələrinə aid toxumların saxaroza məhlulunda cücərmə qabiliyyəti 2-11%, istilik faktorundan sonra cücərmə qabiliyyəti 4-8%, ümumi quraqlığa davamlılıq indeksləri isə 8-30 arasında dəyişmişdir. Alınan nəticələr, bu arpa sortlarının quraqlıq stresinə ən həssas nümunələr olduğunu göstərir.

Cədvəl 2.1.

Toxumların saxaroza məhlulunda və istilik faktorundan sonra cücərmə qabiliyyətinə görə arpa genotiplərinin quraqlıq stresinə davamlılıq dərəcələri

Sıra №-si	Kataloq №-si	Nümunənin adları	Toxumların cücərmə qabiliyyəti, %-lə			Ümumi quraqlığa davamlılıq indeksi	Qrupda indeksin dəyişməsi	Davamlılıq qrupu
			Suda	Saxaroza məhlulunda	İstilik faktorundan sonra			
İki cərgəli								
1	2308	Hüseyn 1	100	97	33	227	227-194	I
2	2448	Arpa 47	96	81	32	194	227-194	I
3	2311	Nutans 67/91	99	66	41	173	173-134	I
4	2323	Nutans 303	100	72	13	157	173-134	I
5	2482	Arpa-77	96	57	36	150	173-134	I
6	2270	Nutans 118/21	96	42	57	141	173-134	I
7	2443	Arpa-43	71	62	10	134	173-134	I
8	2262	Cəlilabad-19	89	59	4	122	122-64	II
9	2315	Nutans 86-35/18	97	45	13	103	122-64	II
10	2286	Nutans 80-32/21	88	10	44	64	122-64	II
11	2288	Nutans 28/92	99	22	5	49	49-8	III
12	2301	Nutans 57/9	78	14	16	44	49-8	III
13	2325	Nutans 124/32	97	17	8	42	49-8	III
14	2461	Arpa-59	96	11	8	30	49-8	III
15	2296	6№-li seçmə	87	6	9	21	49-8	III
16	2302	Nutans 80-34/14	98	2	4	8	49-8	III

Cədvəl 2.1-in davamı

Sıra №-si	Kataloq №-si	Nümunənin adları	Toxumların cücərmə qabiliyyəti, %-lə			Ümumi quraqlığa davamlılıq indeksi	Qrupda indeksin dəyişməsi	Davamlılıq qrupu
			Suda	Saxaroza məhlulunda	İstilik faktorundan sonra			
Çox cərgəli								
17	2321	84 № Seçmə	100	86	16	188	188-140	I
18	2271	Pallidum 69/91	93	75	10	160	188-140	I
19	2480	Arpa-75	94	58	24	140	188-140	I
20	2483	Arpa-78	93	46	15	107	107-56	II
21	2406	Arpa-32	96	51	3	105	107-56	II
22	2277	№ 78 Cəbrayıl	98	27	44	98	107-56	II
23	2322	№ 76 Seçmə	95	32	10	74	107-56	II
24	2298	Pallidum 79/1-2	95	16	26	58	107-56	II
25	2368	Arpa-31	100	23	11	57	107-56	II
26	2366	Arpa-29	99	25	6	56	107-56	II
27	2439	Arpa-39	100	6	32	44	44-14	III
28	2367	Arpa-30	97	13	6	32	44-14	III
29	2305	№ 55 Yerli	100	4	16	24	44-14	III
30	2445	Arpa-44	92	1	18	20	44-14	III
31	2486	Arpa-81	84	6	6	18	44-14	III
32	2540	Arpa-84	99	3	11	17	44-14	III
33	2329	Naxçıvan dənə	96	6	4	16	44-14	III
34	2440	Arpa-40	91	2	10	14	44-14	III

Öyrənilən çox cərgəli arpa sortnünunələri də quraqlıq və istilik streslərinə davamlılıq dərəcələrinə görə bir-birindən kəskin fərqlənmişlər. Belə ki, quraqlığa ən yüksək davamlı kimi fərqlənən 84№-li Seçmə arpa nümunəsində ümumi quraqlığa davamlılıq

indeksinin göstəricisi 188 olmuşdursa, ən həssas nümunə kimi özünü göstərən Arpa-40 sortunda bu rəqəm 14-ə bərabər olmuşdur. Öyrənilən nümunələrin əksəriyyəti, göstərilən stres amillərin hər ikisinə qarşı demək olar ki, eyni dərəcədə davamlılıq göstərmişlər. Lakin bir çox hallarda, quraqlığa yüksək davamlılığı ilə seçilən sortlar, istiliyə qarşı davamsız olmuş və əksinə. Məsələn, Arpa-32 sortu quraqlıq stresinə qarşı yetərinə davamlılıq göstərdiyi halda, istilik stresinə qarşı çox həssas olmuşdur. Arpa-39 və Arpa-44 sortları isə əksinə, istilik streslərinə qarşı bir qədər davamlı, quraqlıq streslərinə qarşı isə yüksək dərəcədə həssaslıq göstərmişlər. Ümumiyyətlə isə, öyrənilən arpa nümunələrinin hamısı quraqlıq stresinə nisbətən, yüksək hərarət stresinə qarşı çox həssas olmuşlar ki, bu da onların isti bölgələrdə əkilməsinin uyğun olmadığını söyləməyə əsas verir.

Beləliklə, tədqiq edilmiş arpa sortnümunələri içərisindən quraqlığa davamlılıq indeksləri ən yüksək olan (188-227) 5 nümunə davamlı, quraqlığa davamlılıq indeksləri 14-49 arasında dəyişən 14 nümunə həssas, digərləri isə quraqlıq stresinə qarşı orta davamlı genotiplər olaraq dəyərləndirilmişdir.

2.2. Toxumların cücərmə qabiliyyətlərinə görə arpa genotiplərinin duzluluq stresinə davamlılığının qiymətləndirilməsi

Məlumdur ki, arpa bitkisinin bir çox formaları duz stresinə qarşı yüksək tolerantlıq göstərir ki, bu da arpa bitkisində duza davamlılıq genlərinin daha fəal olması ilə izah olunur. Odur ki, duzluluq stresinə davamlı arpa nümunələrinin aşkar edilməsi və onlardan seleksiyada istifadə olunması günün aktual problemlərindəndir.

Öyrənilən arpa sortnümunələrinin duzluluq stresinə davamlılığının ilkin diaqnostikası toxumların 0,2M NaCl məhlulunda cücərmə qabiliyyətinə görə aparılmışdır. Alınan nəticələr 2.2-ci cədvəldə verilir. Cədvəldən görüldüyü kimi iki cərgəli arpa sortnümunələrindən Nutans 80/32-21, Arpa-77 və Nutans 118/21 toxumların cücərmə qabiliyyətlərinə görə ən yüksək göstəriciyə malikdirlər. Onların toxumları duzlu məhlulda nəzarətə nisbətən 98-100% cücərti vermişdir ki, bu göstəriciyə görə həmin nümunələri ən davamlı genotiplər kimi qəbul etmək olar. Ən aşağı göstərici isə Nutans 57/9, Nutans 124/32, Arpa-59, 6 №-li Seçmə və Cəlilabad 19, Arpa 43 və Arpa 81 sortnümunələrində müşahidə edilmişdir. Bu nümunələri də ən həssas genotiplər kimi qiymətləndirmək olar. Öyrənilən digər iki cərgəli arpa sortnümunələrinin toxumları NaCl məhlulunda nəzarətə görə 70-94% cücərti vermişdir ki, onları da duzluluq stresinə davamlı və orta davamlı genotiplər qrupuna aid etmək olar. Cədvəldən görüldüyü kimi, çox cərgəli arpa genotipləri də NaCl məhlulunda cücərmə qabiliyyətinə görə bir-birindən əsaslı surətdə fərqlənirlər. Bu nümunələrin toxumları adi suda 84-100% cücərmə verdiyi halda, duz məhlulunda bu göstərici 52-99% arasında olmuşdur. Tədqiq edilən arpa nümunələri içərisində Arpa 44, Arpa 31, Arpa 29, Arpa 32 və Naxçıvan dəni sortları ən yüksək cücərmə faizi göstərmişdir. Bu nümunələrin toxumları nəzarətə görə 92-100% arasında cücərmə vermişdir ki, bu da onların duzluluq stresinə ən davamlı sortnümunələr olduğunu söyləməyə əsas verir. Cücərmə faizinə görə ən aşağı göstəricilər Arpa 81, Arpa 84, Pallidum 79/1-2 və Pallidum 69/91-də müşahidə olunmuşdur. Bu nümunələrin toxumları duz məhlulunda cəmi 62-74% cücərmə vermişdir. Odur ki, onları həssas sortnümunələr qrupuna aid etmək olar. Öyrənilən digər çox cərgəli arpa nümunələri toxumlarının NaCl məhlulunda cücərmə qabiliyyəti nəzarətə nisbətən 77-88% arasında dəyişmiş-

dir. Toxumların osmotik məhlulda cücərmə qabiliyyətinə əsasən bu nümunələri də orta davamlı genotiplər kimi dəyərləndirmək olar.

Cədvəl 2.2.

Arpa toxumlarının 0,2M NaCl məhlulunda
cücərmə qabiliyyəti

№	Kataloq №-si	Nümunənin adları	Toxumların cücərmə qabiliyyəti %-lə		
			Suda (nəzarət)	0,2M NaCl məhlu- lunda	Nəzarətə görə %-lə
İki cərgəli					
1	2308	Hüseyn 1	100	70	70
2	2448	Arpa 47	96	68	71
3	2311	Nutans 67/91	99	90	91
4	2323	Nutans 303	100	93	93
5	2482	Arpa-77	96	94	98
6	2270	Nutans 118/21	96	94	98
7	2443	Arpa-43	71	63	60
8	2262	Cəlilabad-19	89	45	50
9	2315	Nutans 86-35/18	97	89	91
10	2286	Nutans 80-32/21	88	97	100
11	2288	Nutans 28/92	99	82	83
12	2301	Nutans 57/9	78	13	17
13	2325	Nutans 124/32	97	46	47
14	2461	Arpa-59	96	48	50
15	2296	6№-li seçmə	87	44	50
16	2302	Nutans 80-34/14	98	92	94

Cədvəl 2.2-nin davamı

№	Kataloq №-si	Nümunənin adları	Toxumların cücərmə qabiliyyəti %-lə		
			Suda (nəzarət)	0,2M NaCl məhlul- unda	Nəzarətə görə %-lə
Çox cərgəli					
17	2321	84 № Seçmə	88	78	88
18	2271	Pallidum 69/91	93	69	74
19	2480	Arpa-75	94	78	83
20	2483	Arpa-78	93	82	88
21	2406	Arpa-32	97	90	93
22	2277	№ 78 Cəbrayıl	98	82	83
23	2322	№ 76 Seçmə	95	77	81
24	2298	Pallidum 79/1-2	95	71	75
25	2368	Arpa-31	100	99	99
26	2366	Arpa-29	99	93	94
27	2439	Arpa-39	100	85	85
28	2367	Arpa-30	97	76	79
29	2305	№ 55 Yerli	100	88	88
30	2445	Arpa-44	92	92	100
31	2486	Arpa-81	84	52	62
32	2540	Arpa-84	99	72	73
33	2329	Naxçıvan dənisi	96	88	92
34	2440	Arpa-40	91	70	77

2.3. Buğda toxumlarının cücərmə qabiliyyətinə görə quraqlıq və duzluluq streslərinə davamlılığının müəyyən edilməsi

Bitkilərin stres amillərə davamlılığının təyini üçün müxtəlif üsullar işlənib hazırlanmışdır ki, bunlardan biri də bitkilərin ilkin

inkışafı zamanı sudan effektiv istifadə olunmasını və su qıtlığı şəraitində və ya duz stressi təsiri altında onların davamlılığının təyin edilməsidir.

Məlumdur ki, toxumlar cücərən zaman mühitin yüksək osmotik təzyiqinə məruz qalır və bitkinin bir çox fizioloji xüsusiyyətləri toxumların sorucu qüvvəsi ilə təyin olunur. Fermentativ sistemlərin aktivliyi, sitoplazmatik quruluşların yeni üzvi maddə əmələ gətirməsi, hüceyrədaxili osmotik təzyiqin artma qabiliyyəti və s. kimi proseslər bunlara misal ola bilər. Müəyyən edilmişdir ki, bitkilərdə nəmliyin 60%-i biokolloidlərin şişməsinə, 40%-i isə osmotik mexanizmin təsirinə sərf olunur. Şübhəsiz ki, cücərən toxumların sorucu qüvvəsi cavan orqanizmin çox mürəkkəb, fizioloji-biokimyəvi xüsusiyyətlərinin nəticəsidir. Süni şəraitdə “fizioloji quraqlıq” saxarozanın yüksək osmotik təzyiqli məhlulunda cücərmə faizi quraqlığa qarşı davamlılığın təyində etibarlı göstərici kimi istifadə edilə bilər. Eləcə də 0.2 M NaCl məhlulunda laboratoriya şəraitində bitki toxumlarının cücərmə qabiliyyəti bitkilərin duzluluğa davamlılığının ilkin göstəricisi hesab olunur.

2.3.1. Stres amillərin yabanı və mədəni buğda növləri toxumlarının cücərmə qabiliyyətinə təsiri

Diploid və tetraploid buğdaların quraqlığa davamlılığını ilkin qiymətləndirmək məqsədilə bu bitkilərin toxumları laboratoriya şəraitində 10 atm. təzyiqli saxaroza və 0.2M NaCl məhlulunda 3-7 gün müddətində cücərdilmiş, cücərtilər 3, 5, 7-ci günlər sayılaraq, nəzarətə görə faizlə hesablanmışdır. Alınan nəticələr cədvəl 2.3-də göstərilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, *T.boeoticum* növünə aid toxumlar saxarozanın məhlulunda nəzarətdə olduğu qədər, yəni 100% cücərti verdiyi halda, 0.2 M NaCl məhlulunda bu göstərici 52.0% olmuşdur. *T.monococcum*, *T.dicoccoides*, *T.dicoccum far-*

rum, *T.dicoccum rufum*-a aid olan nümunələrin toxumları isə hər iki şəraitdə 100% cücərmə vermişlər. *T.dicoccum atratum* növmüxtəlifliyinin toxumları saxaroza məhlulunda nəzarətə görə 93.0%, NaCl məhlulunda isə 99.0% cücərmə qabiliyyətinə malik olmuşdur. *T.turgidum dreishianum* növmüxtəlifliyinin toxumları saxaroza məhlulunda 99.0%, NaCl məhlulunda isə 96.0%, *T.turgidum alboyadurum* saxaroza məhlulunda 89.7%, NaCl məhlulunda 97.9%, *T.turgidum salomonis* növmüxtəlifliyi saxaroza məhlulunda 99.2%, NaCl məhlulunda 98.0%, *T.turgidum lusitanicum* saxaroza məhlulunda 100%, NaCl məhlulunda 97.6% nəzarətə görə cücərmə qabiliyyətinə sahib olmuşdur. *T.policum* növü saxarozada 72.0%, NaCl məhlulunda 93.0%, *T.persicum* növü isə saxarozada məhlulunda 100%, NaCl məhlulunda isə 90.0% nəzarətə görə cücərmə qabiliyyətinə malik olmuşdur.

Cədvəl 2.3

Diploid və tetraploid buğda növ və növmüxtəlifliklərinin 10 atm. saxaroza məhlulunda və 0.2 M NaCl məhlulunda cücərmə qabiliyyəti

№	Nümunənin adı	Toxumların cücərmə qabiliyyəti %-lə				
		Nəzarət	Saxaroza	Nəzarətə görə %-lə	Na Cl	Nəzarətə görə %-lə
1	<i>T.boeoticum</i> Boiss.	100	100	100	52	52
2	<i>T.monococcum</i> L.	100	100	100	100	100
3	<i>T.dicoccoides</i> Koern.) Schweinf. v. <i>arabicum</i>	100	100	100	100	100
4	<i>T.dicoccum</i> Schuebl. v. <i>farrum</i> .	100	100	100	100	100

Cədvəl 2.3-ün davamı

5	<i>T.dicoccum</i> Schuebl. <i>v. rufum</i>	100	100	100	100	100
6	<i>T.dicoccum</i> Schuebl. <i>v. atratum</i>	100	93	93	99	99
7	<i>T.turgidum</i> L. <i>v.</i> <i>dreishianum</i>	50	49.5	99	48	96
8	<i>T.turgidum</i> L. <i>v.</i> <i>alboyadurum</i>	49	44	89.7	48	97.9
9	<i>T.turgidum</i> L. <i>v.</i> <i>salomonis</i>	50	49.6	99.2	49	98
10	<i>T.turgidum</i> L. <i>v.</i> <i>lusitanicum</i>	43	43	100	42	97.6
11	<i>T.polonicum</i> L.	50	36	72	46.5	93
12	<i>T.persicum</i> Vav.	50	50	100	45	90

2.3.2. Təsərrüfat əhəmiyyətli bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortlarının stresə davamlılığının toxumların cücərmə qabiliyyətinə görə dəyərləndirilməsi

Bərk buğdanın (*T.durum* Desf.) 41 sort nümunəsinə aid toxumlar 10 atm. təzyiqli saxaroza və 0.2 M NaCl məhlullunda 7 gün ərzində cücərdilib və cücərtilər 3, 5 və 7-ci günlər sayılaraq nəzarətə görə faizlə hesablanmışdır. Alınan nəticələrə görə nümunələr davamlı, orta davamlı və həssas sortlar kimi qiymətləndirilmişdir (Cədvəl 2.4). Alınan nəticələr göstərmişdir ki, toxumların saxaroza məhlulunda cücərmə qabiliyyətinə görə *Qırmızı buğda*, *Leukurum* 79, *Aysberq odesskaya*, *Odesskaya* 49.81, *Vezio*, *Elan*, *Cəfəri*, *Xoranka*, *Kalvin*, *Febo*, *Timiryazevskiy karlik*, *Jemçuk Odesskaya*, *Muğan*, *Mürəkkəb hibrid*, *Ray 91*, *Giorgio 302*, *Bərəkətli 95* sortları quraqlığa daha davamlıdır. Nəzarətə görə bu sortların cücərmə qa-

biliyyəti 80.0-100% arasında dəyişmişdir. Cücərmə qabiliyyətinə görə *Ağ buğda*, *Jaxino*, *Leukomelan*, *Xarkovskaya 46*, *Arandəni*, *Bəxt*, *Mirvari*, *Şirvan*, *Qarabağ*, *Bərəkət*, *Karol*, *Şərq*, *Zaparoji 803* və *Kəhrəba* sortları quraqlığa orta davamlı olmuşlar. Onların nəzarətə görə cücərmə faizi 61-74% arasında dəyişmişdir. *Şirvan 3*, *Orzini*, *Yerli 549*, *Romeo*, *Yaqut*, *Moldoviya hibridi*, *Zedan 3d 56*, *Xoranka 46*, *Persion* və *Nəsimi* sortlarında isə cücərmə faizi nisbətən aşağı, 10.0-47.0% arasında olduğundan, bu sortlar saxaroza məhlulunda cücərmə qabiliyyətinə görə həssas sortlar kimi qeydə alınmışlar. 0.2 M NaCl məhlulunda cücərmə qabiliyyətinə görə isə *Aysberq Odesskaya*, *Vezio*, *Cəfəri*, *Kalvin*, *Şirvan*, *Elan*, *Mürəkkəb hibrid*, *Ağ buğda*, *Timiryazevskiy karlik*, *Jaxino*, *Orzini*, *Odesskaya 49.81*, *Bərəkət*, *Febo*, *Giorgio 302*, *Qırmızı buğda*, *Muğan*, *Xarkovskaya 46*, *Mirvari*, *Şərq* və *Kəhrəba* sortları davamlı (cücərmə qabiliyyəti = 90-100%), *Zaparoji 803*, *Jemçuk odesskaya*, *Qarabağ*, *Karol*, *Bərəkətli 95*, *Bəxt*, *Şirvan 3*, *Leukurum 79*, *Yaqut*, *Yerli 549*, *Moldoviya hibridi*, *Zedan 3d 56*, *Xoranka*, *Romeo* sortları isə orta davamlı olub, onların cücərmə faizi 70.0-89.0 % arasında dəyişmişdir. Yerdə qalan 6 sort - *Leukomelan*, *Ray 91*, *Xoranka 46*, *Nəsimi*, *Arandəni* və *Persion* isə fizioloji analizlərin nəticələrinə görə həssas sortlar hesab olunur. Belə ki, qeyd olunan sortların NaCl məhlulunda cücərmə faizi 34.0-65.5% arasında dəyişmişdir.

Nümunələrin müvafiq olaraq, saxaroza və NaCl məhlulunda cücərmə faizləri əsasında klasterlər tərtib edilmiş və genotiplər fizioloji göstəricilərinə görə qruplaşdırılmışlar (Şəkil 2.1 və 2.2). Şəkil 1.1-dən görüldüyü kimi öyrənilən bərk buğda nümunələri 3 əsas sinifdə qruplaşmışlar. Alt qrupda *Şirvan 3*, *Orzini*, *Yerli 549*, *Romeo*, *Yaqut*, *Moldaviya hibridi*, *Zedan 3d 56*, *Xoranka 46*, *Persion* və *Nəsimi* sortları birləşmişlər. Bu nümunələrin saxaroza məhlulunda nəzarətə görə cücərmə faizi 10.0-47.0 % arasında ol-

muşdur. Cücərmə faizini nəzərə alaraq bu qrup quraqlığa həssas qrup hesab edilir. Ortada yerləşən qrupda *Qırmızı buğda*, *Leukurum 79*, *Aysberq odesskaya*, *Odesskaya 49.81*, *Veziro*, *Elan*, *Cəfəri*, *Xoranka*, *Kalvin*, *Febo*, *Timiryazevskiy karlik*, *Jemçuk Odesskaya*, *Mürəkkəb hibrid* və *Muğan* birləşmişdir. Bu nümunələrin isə saxaroza məhlulunda nəzarətə görə cücərmə qabiliyyəti 87.0-100.0 % arasında olmuşdur. 3-cü qrupda isə *Ray 91*, *Giorgio 302*, *Bərəkətli 95*, *Ağ buğda*, *Jaxino*, *Leukomelan*, *Xarkovskaya 46*, *Arandəni*, *Bəxt*, *Mirvari*, *Şirvan*, *Qarabağ*, *Bərəkət*, *Karol*, *Şərq* və *Zaparoji 803* nümunələri birləşmişdir. Onların isə saxaroza məhlulunda nəzarətə görə cücərmə qabiliyyəti 60.0-84.0% arasında olmuşdur. Odur ki, bu nümunələr cücərmə qabiliyyətinə görə orta davamlı nümunələr kimi qiymətləndirilmişdir.

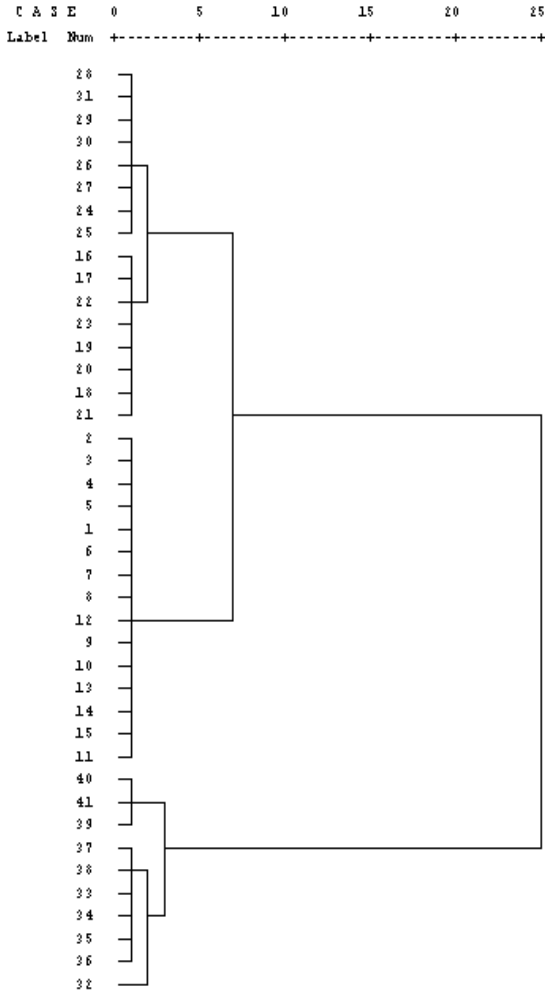
Cədvəl 2.4.

Bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortlarının 10 atm. təzyiqli saxaroza və 0.2 M NaCl məhlulunda cücərmə qabiliyyəti

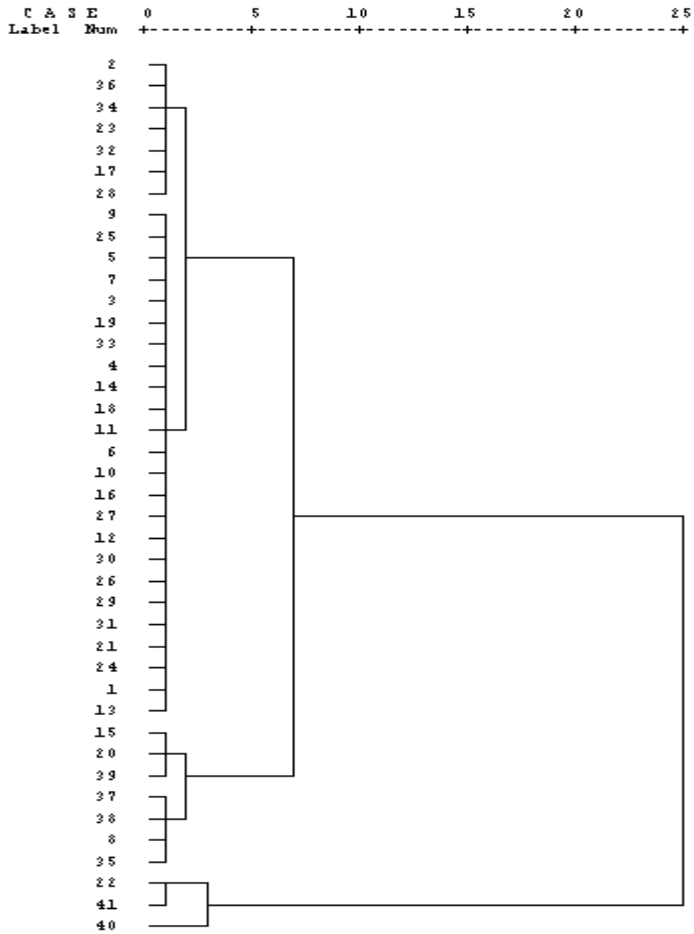
№	Nümunənin adı	Toxumların cücərmə qabiliyyəti %-lə				
		Nəzarət	Saxaroza	Nəz. görə %-lə	NaCl	Nəz. görə %-lə
1	Qırmızı buğda	50	50	100	45.5	91
2	Leukurum 79	100	99	99	83	83
3	Aysberq Odesskaya	50	49.5	99	50	100
4	Odesskaya 49.81	100	98.5	98.5	95	95
5	Veziro	50	49	98	49.5	99
6	Elan	50	48.5	97	49	98
7	Cəfəri	100	96.6	96.6	99	99
8	Xoranka	100	95	95	71	71
9	Kalvin	100	94.5	94.5	99	99

Cədvəl 2.4-ün davamı

10	Febo	100	94	94	93.5	93.5
11	Timiryazevskiy karlik	100	91.5	91.5	97	97
12	Jemçuk Odesskaya	100	95.5	95.5	88.5	88.5
13	Muğan	50	44	88	45.5	91
14	Mürəkkəb hibrid	100	87	87	97	97
15	Ray 91	100	84	84	64	64
16	Giorgio 302	100	80	80	93.5	93.5
17	Bərəkətli 95	100	80.5	80.5	86	86
18	Ağ buğda	100	74	74	97	97
19	Jaxino	100	74	74	96	96
20	Leukomelan	100	74	74	65.5	65.5
21	Xarkovskaya 46	100	73	73	91	91.5
22	Arandəni	100	71	71	45	45
23	Bəxt	97	68.5	70.6	85.5	85.5
24	Mirvari	100	67	67	91.5	91.5
25	Şirvan	100	66	66	99	99
26	Qarabağ	100	64	64	88	88
27	Bərəkət	100	62.5	62.5	94	94
28	Karol	100	61	61	86.5	86.5
29	Şərç	100	60.5	60.5	90	90
30	Zaparoji 803	100	60	60	89	89
31	Kəhrəba	100	61	61	90	90
32	Şirvan 3	100	47	47	85	85
33	Orzini	100	40	40	96	96
34	Yerli 549	100	39.6	39.6	81	81
35	Romeo	100	37	37	70	70
36	Yaqut	100	36	36	83	83
37	Moldoviya hibridi	100	31.6	31.6	77.3	77.3
38	Zedan 3d 56	96	28	29.1	74	77
39	Xoranka 46	90	21.6	24	53.6	59
40	Persion	50	10	20	17	34
41	Nəsimi	100	17.3	17.3	50.8	50.8



Şəkil 2.1. Müxtəlif mənşəli bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortlarının 10 atm. təzyiqli saxaroza məhlulunda cüərmə qabiliyyətinə görə qruplaşması



Şəkil 2.2. Müxtəlif mənşəli bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortlarının 0.2 M NaCl məhlulunda cücərmə qabiliyyətinə görə qruplaşması

Şəkil 2.2-dən göründüyü kimi, öyrənilən nümunələr 3 əsas sinifdə birləşmişlər. Alt qrupda *Arandəni*, *Persion* və *Nəsimi* sortları birləşmişlər. Bu nümunələrin nəzarətə görə cücərmə qabiliyyəti 60.0%-dən aşağı olmuş, odur ki, onlar duzluluğa həssas sortlar kimi qiymətləndirilmişlər. Orta qrupda *Xoranka*, *Ray 91*, *Leukomelan*, *Romeo*, *Moldoviya hibridi*, *Zedan 3d 56*, *Xoranka 46* sortları qruplaşmışdır. Bunların NaCl məhlulunda cücərmə qabiliyyəti 59.0-71.0 % arasında olmuş və beləliklə, yuxarıda qeyd edildiyi kimi, bu sortlar orta davamlı hesab olunurlar.

3-cü qrupda *Qırmızı buğda*, *Leukurum 79*, *Aysberq Odesskaya*, *Odesskaya 49.81*, *Vezio*, *Elan*, *Cəfəri*, *Kalvin*, *Febo*, *Timiryazevskiy karlik*, *Jemçuk Odesskaya*, *Muşan*, *Mürəkkəb hibrid*, *Giorgio 302*, *Bərəkətli 95*, *Ağ buğda*, *Jaxino*, *Xarkovskaya 46*, *Bəxt*, *Mirvari*, *Şirvan*, *Qarabağ*, *Bərəkət*, *Karol*, *Şərq*, *Zaparoji 803*, *Şirvan 3*, *Orzini*, *Yerli 549* və *Yaqut* sortları birləşib ki, onların da cücərmə qabiliyyəti 77.0-100.0% arasında olmuşdur. Bu nümunələr isə duzluluğa davamlı sortlar hesab edilmişlər.

2.4. Quraqlıq stresinin arpa bitkisi yarpaqlarında xlorofilin sintezinin depressiya dərəcəsinə təsiri

Bitki yarpaqlarında fotosintetik piqmentlərin miqdarı fotosintetik aparatın fəaliyyətində və onun məhsuldarlığında əsas rol oynayan amildir və fotosintetik məhsuldarlıqla xlorofil piqmentlərinin miqdarı arasında mürəkkəb əlaqə mövcuddur. Quraqlıq stressi isə xlorofilin miqdarının dəyişməsi, onun strukturunun pozulması və işıq udma qabiliyyətinin azalmasına səbəb olur [28]. Tropik bitkilərlə aparılan tədqiqatların nəticəsində xlorofilin toplanma dinamikası ilə yarpaqlarda

suyun miqdarı arasında müsbət korrelyasiyanın olduğu müşahidə edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, yarpaqların böyüməsi ilə xlorofilin və suyun miqdarı artır. Yarpaqların qocalması zamanı isə su və xlorofilin miqdarı azalır [72]. Petinova görə quraqlıq zamanı xloroplastlarda suyun miqdarının sabitliyi bitkilərin qurumağa qarşı müqavimətini göstərir [89].

Xlorofilin miqdarı və bitki toxumalarının su saxlama qabiliyyəti arasındakı asılılıq, su və protoplazmanın yüksək polimerli komponentləri arasında dialektik birliyi göstərir. Digər tərəfdən, funksional mübadilə (fotosintez) su saxlama qabiliyyətinin göstəriciləri ilə sıx əlaqəlidir. Ona görə də canlı toxumaların, hüceyrələrin su saxlama qüvvəsinin və onların keyfiyyət xarakteristikalarının dəyişilməsi mübadilənin əsas tərəfləri – funksional və plastik mübadilə arasındakı qarşılıqlı əlaqəni əks etdirir [72].

Quraqlığın daha güclü təsiri zamanı yaşıl plastidlərin dağılması baş verir ki, bu, təbii olaraq xlorofilin miqdarının azalmasına səbəb olur. Zəif quruma və ya bitkilərin quraqlığa adaptasiyası zamanı xlorofilin miqdarının artması isə uyğunlaşmasının nəticəsi ola bilər. N.N.Qortikova və D.J.Sapojnikov müəyyən etmişlər ki, buğda yarpaqlarında güclü quruma nəticəsində xlorofilloğendən xlorofilin əmələ gəlməsi zəifləyir.

A.S.Veçer və A.İ.Tarçevskaya görə də torpaq quraqlığının təsiri nəticəsində yarpaqlarda xlorofil “a” və xlorofil “b”-nin miqdarı azalır. Lakin bir sıra müəlliflər yaşıl pigmentlərin miqdarının torpaq rütubətliyinin müəyyən həddə qədər azalması zamanı artdığını müəyyən etmişlər [79].

Zelepuxinə görə xlorofilin miqdarı yarpaqlarda möhkəm birləşmiş suyun miqdarı ilə müsbət korrelyasiya olunur. Müəllifə görə ekstremal faktorların təsiri nəticəsində yarpaq

toxumalarında xlorofilin miqdarının artmasına “tormozlanmanın müdafiə fazası” kimi baxmaq lazımdır ki, bu müddətdə hüceyrə strukturunun, o cümlədən, xlorofilin intensiuv bərpası baş verir [72].

Alma və armud bitkiləri ilə aparılmış təcrübələrdə müəyyən olunmuşdur ki, piqment sistemində dəyişikliklər lipoproteidlərlə labil birləşmiş xlorofilin, ilk növbədə xlorofil “a”-nın miqdarının azalmasına səbəb olur, əksinə xlorofil “b” və karotinoidlərin miqdarı quruma zamanı daha yüksək stabilliyi ilə fərqlənir. Bu bir daha göstərir ki, quraqlığın təsirinə məruz qalan bitkilərdə adaptasiya əlamətləri əmələ gəlir ki, onlar bitki toxumalarının qurumaya qarşı davamlılığını şərtləndirir. Bu davamlılıq bilavasitə plastid aparatı ilə əlaqədardır [79].

30% rütubətlik fonunda təcrübələrdə müəyyən olunmuşdur ki, quraqlığa davamlı bitkilərdə zəif davamlı bitkilərlə müqayisədə daha çox birləşmiş xlorofil vardır. Müəlliflərə görə ümumi xlorofilin miqdarının artması və möhkəm birləşmiş formanın bitki yarpaqlarındakı xüsusiyyətləri bitkilərin su qıtlığına qarşı uyğunlaşdırıcı reaksiyalarıdır. Təcrübələrdən alınan nəticələrə görə həssas sortlarla müqayisədə bəzi bitkilərin quraqlığa davamlılığı piqment sisteminin az dəyişilməsi ilə xarakterizə olunur. Piqment sistemində dəyişikliklər, əsassən, labil əlaqəli xlorofil “a”-nın hesabına baş verir, xlorofil “b” daha davamlıdır, az dəyişir və bu, xlorofil “a” ilə müqayisədə xlorofil “b”-də su molekullarının rabitə enerjisinin daha möhkəm olması ilə əlaqədardır [79].

Bitkilərin quraqlıq stresinə davamlılığın diaqnostik üsullardan biri də, stres təsirindən yarpaqlarda xlorofil (a+b)-nin miqdarında baş verən dəyişmələrin öyrənilməsinə əsaslanır. Tədqiq etdiyimiz iki cərgəli və çox cərgəli arpa sortnümünələrinin yarpaqlarında, quraqlıq stressi təsirindən xlorofil (a+b)-

nin miqdarında baş verən dəyişmələri əks etdirən nəticələr cədvəl 2.5-də verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, quraqlıq stresi təsirindən arpa sortnünunələrinin yarpaqlarında müəyyən dəyişmələr baş vermişdir. İki cərgəli arpalardan Nutans 80-34/14 sortnünunənin vahid yarpaq sahəsində xlorofilin miqdarı 5,42 mkq olmuşdursa, stres təsirindən sonra bu göstərici 3,55 mkq-a qədər azalmışdır. Oxşar nəticələr Nutans 32/21 və 6 №-li Seçmə nümunələrində də müşahidə edilmişdir. Çox cərgəli arpa sortnünunələrindən isə stresə ən çox məruz qalan 55№-li Yerli və Arpa 40 sortnünunələri olmuşdur. Bu arpa nümunələrinin yarpaqlarında quraqlıq stresi təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı nəzarətə görə 29% və 27% azalmışdır. Lakin elə arpa nümunələri də vardır ki, onların yarpaqlarında stres şəraitində xlorofil (a+b)-nin miqdarı nəinki azalmamış, hətta bir qədər artmışdır. Bunlara, iki cərgəli arpalardan Hüseyn 1, Arpa 47, Cəlilabad 19, Nutans 67/91 və Arpa 77-ni misal göstərmək olar. Bu arpa nümunələrinin yarpaqlarında quraqlıq stresi şəraitində xlorofil (a+b)-nin miqdarı 2-12% artmışdır. Oxşar nəticələr çox cərgəli arpa nümunələrində də müşahidə edilmişdir. 84 №-li Seçmə, Pallidum 69/91, Arpa-75 və Arpa 78 sortnünunələrinin yarpaqlarında quraqlıq stresi təsirindən xlorofilin miqdarı 3-18% artmışdır.

Bəzi arpa nümunələrinin yarpaqlarında stres təsirindən xlorofilin miqdarında nəzərə çarpacaq dəyişmələr baş vermişdir. Bunlara misal olaraq, iki cərgəli arpalardan Nutans 303 və Nutans 124/32-ni, çox cərgəli arpalardan isə Arpa 44 və Arpa 32-ni göstərmək olar. Quraqlıq stresi təsirindən yarpaqlarda xlorofil (a+b)-nin miqdarında baş verən dəyişmələrə görə arpa sortnünunələri bir-birindən müəyyən qədər fərqlənsə də, bu fərqlilik, toxumların cücərmə qabiliyyətində

olduğu qədər kəskin deyildir. Bu da, xlorofilin bitki həyatındakı böyük rolu ilə əlaqədar ola bilər. Əgər xlorofilin sintezində böyük depressiya və sürətli parçalanma prosesi baş vermiş olsaydı, o zaman bitki öz həyatını davam etdirə bilməzdi. Bu hal stres amillərin çox güclü olduğu zamanlarda baş verə bilər və nəticədə bitkilər məhv olurlar.

Cədvəl 2.5.

Quraqlıq stresinin təsirindən arpa sortnümunələrinin yarpaqlarında xlorofilin miqdarında baş verən dəyişmələr (vahid yarpaq sahəsində, mkq-la)

Sıra №-si	Kataloq №-si	Nümunənin adları	Xlorofil (a+b)-nin miqdarı		
			Nəzarət	Quraqlıq	Nəzarətə görə %-lə
İki cərgəli					
1	2308	Hüseyn 1	6,35±0,13	7,15±0,23	112,5
2	2448	Arpa 47	6,67±0,24	7,44±0,34	111
3	2311	Nutans 67/91	5,75±0,2	5,9±0,3	102,6
4	2323	Nutans 303	7,47±0,41	7,5±0,7	100,4
5	2482	Arpa-77	5,21±0,56	5,32±0,48	102,1
6	2270	Nutans 118/21	5,92±0,64	5,41±0,19	91,3
7	2443	Arpa-43	8,28±0,4	7,85±0,5	94,8
8	2262	Cəlilabad-19	7,1±0,7	7,7±0,2	108,4
9	2315	Nutans 86-35/18	7,87±1,24	7,44±0,48	94,5
10	2286	Nutans 80-32/21	5,32±0,16	4,08±0,3	76,6

Cədvəl 2.5-in davamı

11	2288	Nutans 28/92	5,14±0,31	4,52±0,84	87,9
12	2301	Nutans 57/9	6,0±0,29	5,27±0,4	87,8
13	2325	Nutans 124/32	5,96±0,14	5,75±0,11	96,4
14	2461	Arpa-59	7,42±0,29	5,9±0,31	79,5
15	2296	6№-li seçmə	9,36±0,3	7,3±0,2	78,4
16	2302	Nutans 80-34/14	5,42±0,4	3,55±0,4	65,4
Çox cərgəli					
17	2321	84 № Seçmə	6,41±0,81	7,58±1,11	118,2
18	2271	Pallidum 69/91	7,25±0,41	8,16±0,26	112,5
19	2480	Arpa-75	5,62±0,2	6,0±0,3	106
20	2483	Arpa-78	5,71±0,22	5,89±0,54	103,1
21	2406	Arpa-32	7,43±0,03	7,24±0,37	97,4
22	2277	№ 78 Cəbrayıl	7,25±0,19	6,63±0,23	91,4
23	2322	№ 76 Seçmə	6,53±0,46	6,17±0,38	94,4
24	2298	Pallidum 79/1-2	7,07±0,3	6,5±0,5	91,9
25	2368	Arpa-31	7,44±0,5	6,68±0,5	89,7
26	2366	Arpa-29	7,0±0,3	5,85±0,7	83,5
27	2439	Arpa-39	7,8±0,37	6,8±0,15	87,1
28	2367	Arpa-30	8,01±0,2	7,53±0,48	94,0
29	2305	№ 55 Yerli	5,95±0,5	4,25±0,3	71,4
30	2445	Arpa-44	7,5±0,2	7,4±0,7	98,6
31	2486	Arpa-81	7,33±0,3	6,3±0,5	86,3
32	2540	Arpa-84	6,21±0,38	5,47±0,04	88,0
33	2329	Naxçıvan dənisi	5,96±0,42	5,38±0,55	90,2
34	2440	Arpa-40	5,96±0,5	4,36±0,3	73,1

Alınan nəticələrin müqaisəli analizi göstərir ki, öyrənilən arpa sortnünmələri, həm toxumların cücərmə qabiliyyətinə, həm də yarpaqlarda xlorofilin miqdarında baş verən dəyişmələrə görə, əksər hallarda bir-birini tamamlayırlar. Yəni cücərmə qabiliyyəti yüksək olan arpa nünmələrinin yarpaqlarında xlorofil sintezində ciddi depressiya müşahidə edilməmişdir. Misal olaraq, iki cərgəli arpalardan Hüseyn 1 sortunu göstərmək olar. Bu sortun toxumlarının cücərmə qabiliyyətinə görə, ümumi quraqlığa davamlılıq indeksi 227% olmuşdursa, yarpaqlarda xlorofil (a+b)-nin miqdarı nəzarətə görə 112 % təşkil etmişdir. Çox cərgəli arpalardan Pallidum 69/91-də toxumların cücərmə qabiliyyəti 160% yarpaqlarda xlorofilin miqdarı isə 112% -ə bərabər olmuşdur.

Cücərmə qabiliyyəti aşağı olan nünmələrin yarpaqlarında isə stres təsirindən xlorofilin miqdarında da kəskin azalmalar müşahidə edilmişdir. Məsələn, Nutans 80-34/14 arpa nünməsi toxumlarının cücərmə qabiliyyəti cəmi 8% olmuşsa, xlorofilin miqdarının göstəricisi də ən aşağı, yəni 64%-ə bərabər olmuşdur. Çox cərgəli arpalardan Arpa 40 və 55 №-li Seçmədə bu göstəricilər müvafiq olaraq 14 və 24-ə qarşı 73, 71-ə bərabər olmuşdur.

Öyrənilən həm iki cərgəli və həm də çox cərgəli arpa nünmələrinin böyük əksəriyyətində bu göstəricilər, yəni toxumların cücərmə qabiliyyəti və yarpaqlarda xlorofilin miqdarında baş verən dəyişmələr korelyasiya təşkil edir. Lakin, bir neçə nünmədə bu iki göstərici arasında az da olsa fərqlər müşahidə edilmişdir. Məsələn, Nutans 124/32-də toxumların cücərmə qabiliyyəti cəmi 42% olduğu halda, yarpaqlarda xlorofilin miqdarı demək olar ki, dəyişməmiş və 96%-ə bərabər olmuşdur. Belə vəziyyət çox cərgəli arpalardan Arpa 30 və Arpa 44-də müşahidə edilmişdir. Bu nünmələrin toxum-

larının saxaroza məhlulunda cücərmə qabiliyyəti cəmi 32 və 20% təşkil etdiyi halda, stres təsirindən sonra yarpaqlarda xlorofilin miqdarı əsaslı surətdə dəyişməmiş, nəzarət variantına nisbətən, müvafiq olaraq 94 və 98%-ə bərabər olmuşdur. Güman etmək olar ki, toxumlarının soruculuq qabiliyyəti o qədər də yüksək olmayan bu kimi nümunələr, vegetasiyaları dövründə öz genetik potensiallarından daha səmərəli istifadə etməklə güclü kök sistemi yarada bilmişlər ki, bu da quraqlıq zamanı yarpaqlarda xlorofil sintezində depressiyanın qarşısını ala bilmişdir.

Beləliklə, toxumların cücərmə qabiliyyəti və həm də yarpaqlarda xlorofilin miqdarında baş verən dəyişmələrə görə fərqlənmiş iki cərgəli arpa nümunələrindən Hüseyn 1, Arpa 47 və Nutans 67/91, çox cərgəli arpa nümunələrindən isə 84 №-li Seçmə, Pallidum 69/91 və Arpa 75-in quraqlıq stresinə ən davamlı genotiplər olduğu aşkar edilmişdir və onların quraq və yarı quraq ərazilərdə becərilməsi tövsiyyə edilir. Quraqlığa davamlılığını ilə seçilən bu arpa nümunələrindən seleksiya proseslərində donor kimi və ya biotexnoloji tədqiqatlarda təbii gen mənbəyi kimi də istifadə oluna bilərlər.

2.5. Duzluluq stresinin arpa bitkisi yarpaqlarında xlorofilin miqdarında əmələ gətirdiyi dəyişmələr

Bitkilərin duzluluq stresinə davamlılığının diaqnostik üsullarından biri də stres təsirindən yarpaqlarda xlorofilin miqdarında baş verən dəyişmələrinin öyrənilməsidir.

Duz stressi şəraitində bitki yarpaqlarında xlorofilin miqdarında baş verən dəyişmələr bir çox müəlliflər tərəfindən öyrənilmiş və müəyyən edilmişdir ki, stres təsirindən yarpaqlarda xlorofilin miqdarı öncə bir qədər artır, daha sonra isə

əsaslı sürətdə azalır. Bu azalma həssas bitki nümunələrində daha kəskin şəkildə özünü göstərir. Xlorofil a/b-nin nisbəti isə nümunələrin davamlılıq dərəcəsiindən aslı olaraq fərqli ola bilər [40, 384].

Biz, tədqiq etdiyimiz arpa genotiplərinin yarpaqlarında, duzluluq stresi təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarında baş verən dəyişmələri öyrənmiş və bu fizioloji göstərici ilə bitkilərin davamlılıq dərəcələri arasındakı əlaqəni aşkar etməyə çalışmışıq.

Quraqlıq və duzluluq streslərinin təsirindən xlorofilin miqdarında baş verən dəyişmələrin öyrənilməsi Bitkiçilik İnstitutunun təklif etdiyi metodika əsasında həyata keçirilmişdir [64, 89]. Bunun üçün tarla şəraitində becərilmiş arpa bitkisinin tam böyümüş yarpaqlarından sünbülləmə fazasının başlanğıcında 30-40 dairə kəsilərək distilə suyuna və osmotik məhlullara (20 atm saxaroza və 14 atm NaCl) yerləşdirilmişdir. 24 saatdan sonra həmin dairələr yuyulub qurudulmuş və üzərinə 96%-li etil spirti əlavə edildikdən sonra 5-6 gün ərzində qaranlıq yerdə saxlanılmışdır (dairələr tam ağarana qədər). Bununla da xlorofilin hamısı spirtə keçmiş olur. Xlorofilin miqdarını təyin etməzdən öncə ekstrakt kolbaya keçirilmiş və spirtlə tam ölçüyə çatdırılmışdır.

Xlorofilin miqdarı (mq) SF-də təyin edilmiş və aşağıdakı formula ilə hesablanmışdır.

$$S_a = 13.70 E_{665} - 5.76 E_{649}$$

$$S_b = 25.80 E_{649} - 7.60 E_{665}$$

$$S_{a+b} = 6.10 E_{665} + 20.04 E_{649}$$

E-xlorofil, a və b - ekstraktın optik sıxlığı

100 mq yaş çəkiyə görə pigmentin qatılığını yoxlamaq üçün ekstraktın həcmi S-yə vurulur. Başlanğıc yaş çəkiyə görə

quru çəkinin miqdarını bilməklə xlorofilin miqdarını 100 mq quru çəkiyə görə hesablamaq olar.

Xlorofilin depressiya dərəcəsi

$$Z = 100 - \frac{Y}{X} \times 100$$

Z- depressiya dərəcəsi

Y-təcrübə variantı

X- nəzarət variantı

Osmotik məhlullarda saxlanılan dairələrdən alınmış xlorofilin miqdarı, suda saxlanılan dairələrdən çıxarılmış xlorofilin miqdarına bölünmüş, əldə edilən nisbət nə qədər böyük olarsa, həmən nümunənin quraqlıq və duzluluq streslərinə davamlılıq dərəcəsinin də bir o qədər yüksək olduğu qəbul edilmişdir.

Alınan nəticələr cədvəl 2.6 - da verilmişdir. Cədvəl və şəkilədən göründüyü kimi öyrənilən arpa nümunələri, yarpaqlarında xlorofilin miqdarının dəyişmə dərəcəsinə görə bir-birindən, toxumların cücərmə qabiliyyətində olduğu qədər kəskin fərqlənmirlər. Öyrənilən arpa nümunələri içərisində, duzluluq stressi təsirindən yarpaqlarda xlorofil sintezinin depressiya dərəcəsi ən çox Arpa 57/9 nümunəsində müşahidə edilmişdir. Bu sortun yarpaqlarında xlorofilin miqdarı nəzarətə nisbətən 39% azalmışdır. İki cərgəli arpa sort nümunələrindən 6 №-li Seçmə, Nutans 28/92 və Arpa 43-də duzluluq stressi yarpaqlarda xlorofilin miqdarına nəzərə çarpacaq dərəcədə təsir etmiş, bu nümunələrdə xlorofilin miqdarı 22-26% azalmışdır. Çox cərgəli arpalarda duzluluq stresinin təsirindən yarpaqlarda xlorofilin depressiyası ən çox iki nümunədə Arpa 40 və 76 №-li Seçmədə müşahidə olunmuşdur. Bu arpa genotiplərinin yarpaqlarında duzluluq stresinin təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı nəzarətə görə 19,5 və 18,6% azalmışdır.

Bir çox nümunələrdə isə duzluluq stresinin təsirindən xlorofilin miqdarında önəmli dəyişmələr müşahidə edilməmişdir. Bu sortnümunələrə, iki cərgəlilər arasından Arpa 47, Nutans 303, Nutans 86-35/18-i, çoxcərgəli arpalardan isə 84 №-li Seçmə, Naxçıvan dənə və Arpa 29-u aid etmək olar. Bu nümunələrin yarpaqlarında xlorofil (a+b)-nin nəzarətə görə dəyişmə faizi 97,1 ilə 99,1% arasında olmuşdur. Lakin, elə nümunələr də vardır ki, onlarda duzluluq stressi təsirindən xlorofilin miqdarının hətta bir qədər artdığı müşahidə edilmişdir. Bu nümunələrə iki cərgəli arpalardan Nutans 80/32-21, Arpa 77, Nutans 80-34/14 və Hüseyn 1 sortlarını, çoxcərgəli arpalardan isə Arpa 78, 55 №-li Yerli, Arpa 32 və Arpa 44-ü misal göstərmək olar. Bu arpa sortnümunələrinin yarpaqlarında duzluluq şəraitində xlorofilin miqdarı nəzarətə görə 2,6-20% artmışdır. Göründüyü kimi duzluluq stressi təsirindən arpa bitkisi yarpaqlarında xlorofilin miqdarında o qədər də, böyük dəyişmələr baş verməmişdir. Lakin bu göstəriciyə görə də öyrənilən arpa genotipləri bir-birindən müəyyən qədər fərqlənmişlər.

Duzluluq stressi təsirindən toxumların cücərmə qabiliyyəti ilə yarpaqlarda xlorofilin depressiya dərəcəsi arasındakı əlaqəyə baxıldıqda, əksər nümunələrdə bu göstəricilərin bir-birinə uyğun gəldiyi görünür. Məsələn, iki cərgəli arpalardan Nutans 67/91 və Nutans 303-də toxumların NaCl məhlulunda cücərmə qabiliyyəti yetərincə yüksək olmuş və 91, 93% təşkil etmişdir, yarpaqlarda xlorofil (a+b)-nin miqdarında da ciddi dəyişmə baş verməmiş və bu göstərici nəzarətə görə 96 və 98%-ə bərabər olmuşdur.

Çox cərgəli arpalardan Arpa 31 və Arpa 44- də toxumların NaCl məhlulunda cücərmə qabiliyyəti 92 və 94%, stres təsirindən sonra yarpaqlarda xlorofilin miqdarı isə demək olar

ki, dəyişməmiş, 100 və 103%-ə bərabər olmuşdur. Öyrənilən arpa sortnümünələrinin böyük əksəriyyətində oxşar qanunauyğunluqlar müşahidə edilmişdir. Lakin bəzi nümunələrdə toxumların cücərmə qabiliyyəti ilə yarpaqlarda xlorofilin miqdarının dəyişməsi arasında müəyyən uyğunsuzluq müşahidə edilmişdir. Məsələn, ikicərgəli arpalardan Nutans 57/9 sortu toxumlarının NaCl məhlulunda cücərmə qabiliyyəti 62% olduğu halda, duz stresi təsirindən yarpaqlarda xlorofil sintezinin depressiya dərəcəsi cəmi 39% olmuşdur. Cəlilabad 19 sortunda isə toxumların cücərmə qabiliyyəti 50%, xlorofilin depressiya dərəcəsi isə cəmi 4%-ə bərabər olmuşdur. Oxşar nəticələr, iki cərgəli arpa nümunələrindən Nutans 124/32, Arpa 59, Hüseyn 1, Arpa 47, çox cərgəliyərdən isə Arpa 81, Arpa 78 və 55 №-li Seçmədə də müşahidə edilmişdir. Bizim fikrimizcə toxumların soruculuq qabiliyyəti nisbətən aşağı olan bu kimi nümunələr öz vegetasiyaları dövründə genetik potensiallarından daha yaxşı istifadə etməklə güclü kök sistemi yarada bilirlər ki, bu da yarpaqlarda xlorofilin depressiyasının qarşısını ala bilər.

Beləliklə, tədqiq edilmiş 34 arpa sortnümünələri içərisindən, həm toxumların cücərmə qabiliyyətinə, həm də xlorofilin stres depressiya dərəcəsinə görə fərqlənmiş, iki cərgəli arpa nümunələrdən Nutans 80/32-21, Arpa -77, Nutans 34/14 və Nutans 118/21-in, çox cərgəli arpalardan isə Arpa 44, Arpa 29, Arpa 31, Arpa 32 və Arpa 78-in duzluluq stresinə ən davamlı genotiplər olduğu aşkar edilmiş, onların orta və zəif duzlu torpaqlarda becərilməsi və duzluluğa davamlılıq istiqamətində aparılan seleksiya proseslərində istifadə edilməsi tövsiyə olunur.

Cədvəl 2.6.

Duzluluq stresinin təsirindən arpa sortnümünələrinin
yarpaqlarında xlorofilin miqdarında baş verən dəyişmələr
(vahid yarpaq sahəsində, mkq-la)

Sıra №-si	Kataloq №-si	Nümunənin adları	Xlorofil (a+b)-nin miqdarı		
			Nəzarət	Duzluluq	Nəzarətə görə %-lə
İki cərgəli					
1	2308	Hüseyn 1	7,1±0,7	7,59±0,3	106,9
2	2448	Arpa 47	5,96±0,14	5,89±0,13	90,4
3	2311	Nutans 67/91	5,32±0,16	5,21±0,3	96,2
4	2323	Nutans 303	7,42±0,29	7,27±0,7	97,9
5	2482	Arpa-77	5,21±0,56	5,84±0,16	112,1
6	2270	Nutans 118/21	5,92±0,64	6,21±0,16	104
7	2443	Arpa-43	8,28±0,4	6,47±0,5	78,1
8	2262	Cəlilabad-19	6,35±0,13	6,0±0,4	96
9	2315	Nutans 86-35/18	7,87±1,24	7,8±0,13	99,1
10	2286	Nutans 80-32/21	5,14±0,31	6,15±0,18	120
11	2288	Nutans 28/92	5,42±0,4	4,2±0,5	77
12	2301	Nutans 57/9	6,0±0,29	3,68±0,9	61,3
13	2325	Nutans 124/32	6,67±0,24	6,09±0,49	91,3
14	2461	Arpa-59	7,47±0,41	6,04±1,66	80,8
15	2296	6№-li seçmə	9,36±0,3	6,9±0,25	74,1
16	2302	Nutans 80-34/14	5,75±0,2	6,2±0,2	108
17	2321	84 № Seçmə	8,01±0,2	7,9±0,46	98,6
18	2271	Pallidum 69/91	7,25±0,19	6,19±0,23	85,4
19	2480	Arpa-75	6,41±0,81	5,6±0,6	93
20	2483	Arpa-78	7,25±0,41	7,72±0,68	106,4

Cədvəl 2.6-nin davamı

Sıra №-si	Kataloq №-si	Nümunənin adları	Xlorofil (a+b)-nin miqdarı		
			Nəzarət	Duzluluq	Nəzarətə görə %-lə
Çox cərgəli					
21	2406	Arpa-32	7,43±0,03	7,63±0,31	102,6
22	2277	№ 78 Cəbrayıl	5,71±0,22	4,79±0,1	83,7
23	2322	№ 76 Seçmə	6,53±0,46	5,32±0,48	81,4
24	2298	Pallidum 79/1-2	7,07±0,3	6,04±0,3	85,4
25	2368	Arpa-31	7,44±0,5	6,84±0,4	91,9
26	2366	Arpa-29	7,0±0,3	6,9±0,4	98,5
27	2439	Arpa-39	7,8±0,37	6,79±0,45	87
28	2367	Arpa-30	5,62±0,2	4,89±0,34	85,7
29	2305	№ 55 Yerli	5,95±0,5	6,3±0,3	105
30	2445	Arpa-44	7,5±0,2	7,7±0,4	102,6
31	2486	Arpa-81	7,33±0,3	6,08±0,1	82,9
32	2540	Arpa-84	6,21±0,38	5,2±0,16	83,7
33	2329	Naxçıvan dənisi	5,96±0,42	5,79±0,47	97,1
34	2440	Arpa-40	5,96±0,5	4,8±0,4	80,5

2.6. Quraqlıq və duzluluq streslərinin buğda bitkisi yarpaqlarında xlorofilin miqdarına təsiri

Bitki yarpaqlarının yaşıl rəngi, onların hüceyrələrindəki yaşıl xloroplastların olması ilə əlaqədardır. Xloroplastların ölçüsü, miqdarı, bitkinin növündən və onun əkilmə şəraitindən, həmçinin, hüceyrənin yaşından asılı olaraq dəyişir. Belə ki, yosunlarda hər hüceyrədə bir xloroplast olduğu halda, bir çox ali bitkilərin hüceyrəsində xloroplastların sayı 200-ə qədərdir.

Xloroplastların əsas fotosintetik pıqmenti xlorofillərdir. Xlorofillərin 10-a yaxın nümayəndəsi məlumdur. Bakteriyalar və yosunlardan başlamış, ali bitkilərə qədər fotosintez prosesi gedən orqanizmlərin hamısında universal pıqment kimi xlorofil “a” ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) vardır. Xlorofil “a” göy-yaşıl yosunlarda və qırmızı yosunların bəzi qruplarında yeganə yaşıl pıqmentdir. Ali bitkilərdə xlorofil “a” ilə yanaşı xlorofil “b” ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) də olur. Bu pıqment qonur və diatom yosunlarda xlorofil c, qırmızı yosunlarda isə xlorofil “d” ilə əvəz olunmuşdur [17].

Stres amillər xlorofilin miqdarına təsir edir ki, bu da fotosintezin intensivliyində özünü büruzə verir. Quraqlıq və duzluluq stressi təsirindən yarpaqlarda xlorofilin miqdarında meydana gələn dəyişmələr bizim tədqiqatda da öz əksini tapmışdır. Qeyri əlverişli mühit amillərindən olan duzluluq və quraqlıq stressi bitkilərin fizioloji statusuna təsirindən əlavə fotosintezin normal gedişinə də nəzərə çarpacaq dərəcədə təsir göstərir. Q.V.Udovenkonun işlərində qeyd olunur ki, doymuş xlorid mühitində yaşıl pıqmentlərin miqdarı azalır. Duzluluq və quraqlıq stressindən xlorofilin miqdarının azalması bəzi işlərdə xloroplastların destruksiyası nəticəsində onların həcmnin kiçilməsi ilə əlaqələndirilir [89]. Güman edilir ki, bu vəziyyət fotosintez intensivliyinin zəifləməsinə gətirib çıxarır. Həmçinin, qeyd olunur ki, duzluluğa davamsız bitkilərdə xloroplastların daha çox dağılması və fotosintez intensivliyinin zəifləməsi müşahidə olunur. Məlum olub ki, buğda bitkilərinin plastid sistemində baş verən dəyişmələr duz stresinin artması ilə güclənir [64].

2.6.1. Stres amillərin təsirindən müxtəlif buğda növlərinin yarpaqlarında xlorofilin miqdarındakı dəyişmələr

Quraqlıq və duzluluq stressi zamanı bitkilərin yarpaqlarında ağzıçlıqlar tam və ya qismən bağlanır ki, bu da fotosintezin normal

getməsinə mane olur. Bu prosesi öyrənmək məqsədilə, biz quraqlıq və duzluluq stresinin təsirindən xlorofil “a”, xlorofil “b” və xlorofil (a+b)-nin miqdarında baş verən dəyişmələri tədqiq etmişik.

Stres amillərin təsirindən diploid və tetraploid buğda növ və növ müxtəlifliklərində xlorofil (a+b)-nin miqdarında əmələ gələn dəyişməliklər cədvəl 2.7-də göstərilmişdir.

T.boeoticum növündə quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı 22.0%, duzluluğun təsirindən isə 11.0% azalmışdır. Növ, xlorofilin miqdarında baş verən dəyişikliklərə görə hər iki stressə qarşı həssas növ hesab edilir. *T.monococcum* növündə quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı 1.0% azalmış, duzluluğun təsirindən isə xlorofil (a+b)-nin miqdarında 7.0% artım baş vermişdir. Bu növ quraqlığa və duzluluğa davamlı hesab edilir. *T.dicoccoides* növündə quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı 5.0% artmış, duzluluğun təsiri ilə isə heç bir dəyişmə müşahidə edilməmişdir. Növ, hər iki stressə qarşı tolerantdır. *T.dicoccum v. farrum* –da quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı 8.3% azalmış, duzluluğun təsiri ilə isə dəyişmə baş verməmişdir. Növmüxtəlifliyi quraqlığa qarşı orta tolerant, duza qarşı isə tolerant hesab olunmuşdur. *T.dicoccum v. rufum* növmüxtəlifliyində quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı 10.0%, duzluluğun təsirindən isə 4.0% artım əmələ gəlmişdir. Bu nümunə hər iki stressə qarşı davamlı kimi qiymətləndirilmişdir. *T.dicoccum v. atratum*-da quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı dəyişməmiş, duzluluğun təsirindən isə 5.2% azalma müşahidə olunmuşdur. Növ müxtəlifliyi quraqlığa qarşı davamlı, duzluluğa qarşı orta davamlı hesab edilir. *T.turgidum v. Dreishianum*-da quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı 13.0%, duzluluğun təsirindən isə 12.0% azalma müşahidə edilmişdir. Növ müxtəlifliyi həssas kimi qiymətləndirilir. *T.turgidum v. alboyadurum*- quraqlı-

ğın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı 3.0 % artmış, duzluluğun təsirindən isə 6.2% azalmışdır. Növmüxtəlifliyi quraqlığa qarşı davamlı, duzluluğa qarşı orta davamlı hesab edilir. *T.turgidum v. salomonis*- növmüxtəlifliyində quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarında 9.0%, duzluluğun təsirindən isə 1.0% artım əmələ gəlmişdir. Bu nümunə hər iki stresə qarşı davamlı kimi qiymətləndirilmişdir. *T.turgidum v. lusitanicum* – növmüxtəlifliyində quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı 5.0%, duzluluğun təsirindən isə 7.3% azalma əmələ gəlmişdir. Bu nümunə hər iki stresə qarşı orta davamlı kimi qiymətləndirilmişdir. *T.polonicum*- quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı 34.0%, duzluluğun təsirindən isə 33.8% azalma əmələ gəlmişdir. Bu nümunə hər iki stresə qarşı həssas kimi qiymətləndirilmişdir. *T.persicum* növündə quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı 24.0%, duzluluğun təsirindən isə 8.1% azalma əmələ gəlmişdir. Bu nümunə quraqlığa qarşı həssas, duzluluğa qarşı orta davamlı hesab edilmişdir.

Cədvəl 2.7

Quraqlıq və duzluluq streslərinin müxtəlif buğda növlərinin yarpaqlarında xlorofil (a+b)-nin miqdarında əmələ gətirdiyi dəyişmələr

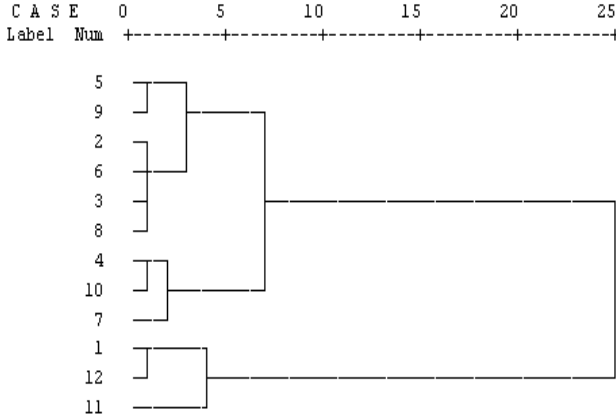
№	Nümunələrin adları	Xlorofil a+b		Nəzarətə görə % -lə	XI a+b	Nəzarətə görə % -lə
		Nəzarət	Quraqlıq		Duzlu luq	
1	<i>T.boeoticum</i> Boiss.	6.5	5.08	78.0	5.80	89
2	<i>T.monococcum</i> L.	5.68	5.66	99.0	6.08	107

Cədvəl 2.7-nin davamı

3	<i>T.dicoccoides</i> (Koern.) Schweinf. <i>v. arabicum</i>	6.38	6.75	105	6.41	100
4	<i>T.dicoccum</i> Schuebl. v. <i>farrum</i> .	4.86	4.46	91.7	4.85	100
5	<i>T.dicoccum</i> Schuebl. v. <i>rufum</i>	4.81	5.31	110	5.05	104
6	<i>T.dicoccum</i> Schuebl. v. <i>atratum</i>	3.5	3.51	100	3.32	94.8
7	<i>T.turgidum</i> L. <i>v. dreishianum</i>	6.01	5.23	87.0	5.30	88.0
8	<i>T.turgidum</i> L. v. <i>alboyadurum</i>	5.57	5.75	103	5.23	93.8
9	<i>T.turgidum</i> L. v. <i>Salomonis</i>	6.00	6.55	109	6.10	101
10	<i>T.turgidum</i> L. v. <i>lusitanicum</i>	5.50	5.25	95.0	5.10	92.7
11	<i>T.polonicum</i> L.	8.02	5.29	66.0	5.31	66.2
12	<i>T.persicum</i> Vav.	7.07	5.41	76.0	6.50	91.9

Nəticələri yekunlaşdırmaq üçün quraqlığın və duzun təsiri-
rindən xlorofil (a+b)-nin miqdarında baş verən dəyişmələrə
görə nümunələr dendroqramda qruplaşdırılmışdır (şəkil 2.3).
Diaqramı ikinci xəttindən kəssək nümunələr 3 qrupda siniflə-
şəcəkdir. 1-ci qrupda *T.dicoccum v. rufum*, *T.monococcum*, *T.tur-
gidum v. salomonis*, *T.dicoccum v. atratum*, *T.dicoccoides*, *T.tur-
gidum v. alboyadurum* birləşmişdir və bu nümunələrdə stresin
təsirindən xlorofilin miqdarı artmışdır, 2-ci qrupda *T.dicoccum v.
farrum*, *T.turgidum v. lusitanicum*, *T.turgidum v. dreishianum*
birləşmişdir və bu nümunələrdə xlorofil (a+b)-nin miqdarında
azalma az, 3-cü qrupda isə *T.boeoticum*, *T.persicum* və *T.po-
lonicum* qruplaşmışdır və bunlarda nisbətən azalma çox get-
mişdir. Metodikaya uyğun olaraq xlorofilin miqdarında baş vermiş

dəyişikliklərə görə 1-ci qrup davamlı, 2-ci qrup orta davamlı, 3-cü qrup isə quraqlığa həssas nümunələr kimi qiymətləndirilmişdir.



Şəkil 2.3. Quraqlığın təsirindən xlorofilin miqdarında baş verən dəyişənliklərə görə diploid və tetraploid buğda nümunələrinin qruplaşdırılması.

2.6.2. Quraqlığın təsirindən bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortlarının yarpaqlarında xlorofilin miqdarının dəyişməsi

Cədvəl 2.8-dən görüldüyü kimi, quraqlığın təsirindən *Qırmızı buğda*, *Vezio*, *Elan*, *Kalvin*, *Febo*, *Mürəkkəb hibrid*, *Bərəkətli 95*, *Arandəni*, *Bəxt*, *Qarabağ*, *Şirvan 3*, *Yerli 549*, *Romeo*, *Yaqut* sortlarında xlorofil (a+b)-nin miqdarı həтта bir qədər artmışdır ki, bu nümunələri yüksək davamlı sortlar hesab etmək olar. *Aysberq odesskaya*, *Odesskaya 49.81*, *Cəfəri*, *Jemçuk Odesskaya*, *Ray 91*, *Giorgio 302*, *Ağ buğda*, *Leukomelan*,

Xarkovskaya 46, Mirvari, Şirvan, Bərəkət, Kəhrəba və Orzini sortlarında quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı ya dəyişməmiş ya da 1.0-10.0% arasında dəyişmişdir. Quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarında baş vermiş dəyişmələrə görə bu nümunələr də davamlı kimi qiymətləndirilir. *Xoranka, Zaparoji 803, Zedan 3d 56, Xoranka 46, Persion və Nəsimi* sortlarında isə quraqlığın təsirindən xlorofilin miqdarında kəskin azalma baş vermişdir. Bu nümunələr xlorofilin miqdarında baş vermiş dəyişmələrə görə quraqlığa həssas sortlar kimi qiymətləndirilir.

Cədvəl 2.8

Quraqlıq və duzluluq streslərinin təsirindən bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortlarında xlorofil (a+b)-nin miqdarında baş verən dəyişmələr (vahid yarpaq sahəsində, Mkqr-la)

№	Adı	Nəzərət	Quraqlıq	Nəzərətə görə %-lə	Duzluluq	Nəzərətə görə %-lə
		XI a+b	XI a+b		XI a+b	
1	Qırmızı buğda	4.95	5.52	111	5.75	116
2	Leukurum 79	4.55	3.84	84.4	5.14	112
3	Aysberq Odesskaya	6.5	6.51	100	5.92	91.0
4	Odesskaya 49.81	6.27	5.7	90.0	5.47	87.0
5	Vezio	8.68	9.26	106	9.61	110
6	Elan	5.77	6.52	112	7.76	134
7	Cəfəri	7.73	7.08	91.0	7.76	100
8	Xoranka	5.44	3.61	66.0	5.50	101
9	Kalvin	6.69	6.70	100	6.52	97.4
10	Febo	7.47	7.66	102	7.59	101

Cədvəl 2.8-in davamı

№	Adı	Nəza- rət	Qura- qlıq	Nəza- rətə görə %-lə	Duzlu luq	Nəza- rətə görə %-lə
		XI a+b	XI a+b		XI a+b	
11	Timiryazevskiy karlik	5.48	4.31	78.0	5.60	102
12	Jemçuk Odesskaya	6.69	6.59	98.0	8.67	129
13	Muğan	8.32	7.14	86.0	7.61	91.0
14	Mürəkkəb hibrid	5.9	7.4	125	7.75	131
15	Ray 91	4.97	4.62	93.0	4.78	96.0
16	Giorgio 302	8.85	8.67	98.0	9.07	102
17	Bərəkətli 95	7.62	9.36	122	10.2	133
18	Ağ buğda	6.74	6.24	92.0	6.96	103
19	Jaxino	4.53	5.97	131	5.61	123
20	Leukomelan	5.91	5.41	91.0	5.8	98.0
21	Xarkovskaya 46	6.58	5.97	90.7	5.83	88.0
22	Arandəni	7.82	8.16	104	8.64	110
23	Bəxt	5.28	7.73	146	5.77	109
24	Mirvari	8.17	7.95	97.0	9.35	114
25	Şirvan	6,73	6,46	95.0	7.11	105
26	Qarabağ	7,28	8,39	115	7.89	108
27	Bərəkət	5.22	4.95	94.0	5.00	95.7
28	Karol	6,38	5,68	89.0	4.77	74.0
29	Şərç	3,77	3,24	86.0	3.77	100
30	Zaparoji 803	7,58	5,20	68.6	5.94	78.0
31	Kəhrəba	5.91	5.46	92.0	5.82	98.4
32	Şirvan 3	6,84	7,02	102	8.27	120
33	Orzini	9,16	8,87	96.0	9.88	107
34	Yerli 549	2,42	2,51	103	2.52	104
35	Romeo	8,24	10,3	125	9.74	118
36	Yaqut	7,01	7,73	110	5.95	85.0

Cədvəl 2.8-in davamı

37	Moldoviya hibridi	9,11	9,18	100	8.30	91.0
38	Zedan 3d 56	5.59	4.95	88.0	5.10	91.2
39	Xoranka 46	5,93	4.56	76.0	4.60	77.0
40	Persion	4,83	3.60	74.0	3.21	66.0
41	Nəsimi	6,49	5,65	87.0	6.22	95.0

Duzluluğun təsirindən isə *Qırmızı buğda, Leukurum 79, Vezio, Elan, Febo, Timiryazevskiy karlik, Jemçuk Odesskaya, Mürəkkəb hibrid, Giorgio 302, Bərəkətli 95, Ağ buğda, Jaxino, Arandəni, Bəxt, Mirvari, Şirvan, Qarabağ, Şirvan 3, Orzini, Yerli 549, Romeo* sortlarında xlorofil (a+b)-nin miqdarı artmışdır. Bu nümunələr yüksək davamlı sortlar hesab edirlər. *Aysberq odesskaya, Cəfəri, Xoranka, Kalvin, Leukomelan, Bərəkət, Kəhrəba, Moldoviya hibridi, Zedan 3d 56* sortlarında duzluluğun təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı ya dəyişməmiş ya da 1.0-10.0% arasında azalmışdır. Bu nümunələr də quraqlığa davamlı nümunə kimi qiymətləndirilir. *Odesskaya 49.81, Muğan, Ray 91, Xarkovskaya 46, Karol, Şərq, Zaparoji 803, Yaqut, Xoranka 46, Persion, Nəsimi* sortlarında isə duzluluğun təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı 10.0%-dan çox azalmışdır. Bu nümunələr duzluluğa həssas nümunələr kimi qiymətləndirilir.

2.7. Toxumların cücərmə qabiliyyətinə və yarpaqlarda xlorofilin miqdarına görə qarğıdalı hibridlərinin quraqlıq stresinə davamlılığının qiymətləndirilməsi

Quraqlıq stresinin qarğıdalı bitkisi toxumlarının cücərmə qabiliyyətinə və yarpaqlarda xlorofil (a+b)-nin miqdarına təsirini göstərən nəticələr cədvəl 2.9-da verilmişdir.

Cədvəl 2.9

Quraqlıq stresinin qarğıdalı toxumlarının 10 atm. təzyiqli saxaroza məhlulunda cücərmə qabiliyyətinə və yarpaqlarda xlorofil (a+b)-nin miqdarına təsiri

Hibrid	Toxumların cücərmə qabiliyyəti			Xlorofil (a+b)		
	Nəzarət (Sayı)	Saxaroza (Sayı)	Nəzarətə görə %-lə	Nəzarət	Quraqlıq	Nəzarətə görə %-lə
1	48	42.00	87.50	2.27	2.39	105.35
2	47	16.00	34.04	4.03	3.83	94.98
3	50	24.33	48.67	3.42	2.99	87.39
4	44	31.33	71.21	2.63	2.61	99.27
5	46	28.67	62.32	3.84	3.96	103.17
6	45	9.00	20.00	2.90	2.36	81.21
7	45	28.67	63.70	2.21	2.02	91.74
8	49	39.67	80.96	2.78	3.59	129.33
9	48	21.67	45.14	2.27	1.56	68.73
10	48	27.67	57.64	4.08	4.32	105.94
11	50	39.33	78.67	3.58	3.49	97.50
12	33	27.33	82.83	2.88	3.41	118.24
13	48	20.00	41.67	3.36	3.18	94.76
14	50	35.67	71.33	3.06	3.27	106.96
15	49	26.00	53.06	3.38	3.32	98.21
16	46	8.00	17.39	3.29	2.53	76.85
17	50	36.67	73.33	2.11	3.30	156.09
18	46	40.00	86.96	2.87	2.92	101.63
19	44	17.00	38.64	2.49	2.17	87.43
20	42	20.67	49.21	2.18	2.90	133.10
21	46	25.33	55.07	4.16	3.66	88.01
22	50	20.67	41.33	2.41	2.32	96.10
23	50	31.33	62.67	3.21	2.36	73.35
24	46	15.33	33.33	3.40	2.82	83.14

Cədvəl 2.9-un davamı

Hibrid	Toxumların cücərmə qabiliyyəti			Xlorofil (a+b)		
	Nəzarət (Sayı)	Saxaroza (Sayı)	Nəzarətə görə %-lə	Nəzarət	Quraqlıq	Nəzarətə görə %-lə
25	50	21.33	42.67	3.76	2.87	76.26
26	50	29.33	58.67	2.50	2.00	80.29
27	46	30.67	66.67	3.58	2.83	79.12
28	50	35.33	70.67	2.33	2.23	95.96
29	44	12.67	28.79	2.63	2.69	102.54
30	42	6.00	14.29	3.39	3.20	94.26
31	46	24.00	52.17	3.45	3.23	93.77
32	39	11.67	29.91	3.31	2.84	85.80
33	50	28.67	57.33	2.34	2.32	99.47
34	24	16.00	66.67	2.85	2.84	99.75
35	33	27.33	82.83	3.82	3.92	102.64
36	21	16.67	79.37	3.22	3.48	108.00
37	48	18.33	38.19	3.26	2.56	78.68
38	40	34.67	86.67	2.50	2.92	117.00
Orta	44.82	24.87	56.09	3.05	2.93	97.16

Alınan nəticələr göstərmişdir ki, toxumların saxaroza məhlulunda cücərmə qabiliyyətinə görə 11, 36, 12, 35, 38, 8, 18 və 1 nömrəli hibridlər quraqlığa daha davamlı olmuşlar. Bu hibridlərin nəzarətə görə cücərmə qabiliyyəti 78.67- 87.50% arasında dəyişmişdir. Cücərmə qabiliyyətinə görə 3, 20, 31, 15, 21, 33, 10, 26, 5, 23, 7, 27, 34, 28, 4, 14, və 17 nömrəli hibridlər quraqlığa orta davamlıdırlar. Onların nəzarətə görə cücərmə faizi 48.67-74.83% arasında dəyişmişdir. 30, 16, 6, 29, 32, 24, 2, 37, 19, 22, 13, 25 və 9 nömrəli hibridlər isə saxaroza məhlulunda cücərmə qabiliyyətinə görə həssas hibridlər hesab edilir

ki, onların cücərmə faizi 14.29 - 45.14 % arasında olmuşdur (Cədvəl 2.9). Bitkilərin quraqlıq stresinə davamlılığının diaqnostik üsullarından biri də, stres təsirindən yarpaqlarda xlorofil (a+b)-nin miqdarında baş verən dəyişmələrin öyrənilməsinə əsaslanır.

Quraqlıq stressi zamanı bitkilərin yarpaqlarında ağzıqlar tam və ya qismən bağlanır ki, bu da fotosintezin normal getməsinə mane olur. Bu prosesi öyrənmək məqsədilə biz quraqlıq stresinin təsirindən xlorofil “a”, xlorofil “b” və xlorofil (a+b)-nin miqdarında baş verən dəyişmələri tədqiq etmişik. Quraqlıq stresinin təsirindən qarğıdalı hibridlərində xlorofil (a+b)-nin miqdarında əmələ gələn dəyişmələr cədvəl 2.9-da göstərilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, quraqlığın təsirindən 38, 12, 8, 20 və 17 nömrəli hibridlərdə xlorofil (a+b)-nin miqdarı hətta bir qədər artmışdır ki, bu hibridləri yüksək davamlı hibridlər hesab etmək olar. Bu hibridlərdə xlorofil (a+b)-nin miqdarı nəzarətlə müqayisədə 17.00-56.09% arasında artmışdır. 7, 31, 30, 13, 2, 28, 22, 11, 15, 4, 33, 34, 18, 29, 35, 51, 10, 14 və 36 nömrəli hibridlərində quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarı ya dəyişməmiş ya da 1.0-10.0% arasında dəyişmişdir. Quraqlığın təsirindən xlorofil (a+b)-nin miqdarında baş vermiş dəyişmələrə görə bu hibridlər də davamlı kimi qiymətləndirilir. 9, 23, 25, 16, 37, 27, 26, 6, 24, 32, 3, 19 və 21 nömrəli hibridlərində isə quraqlığın təsirindən xlorofilin miqdarında kəskin azalma baş vermişdir. Bu nümunələr xlorofilin miqdarında baş vermiş dəyişmələrə görə quraqlığa həssas hibridlər kimi qiymətləndirilir. Bu hibridlərdə xlorofil (a+b)-nin miqdarı nəzarətlə müqayisədə 11.99-31.27% arasında azalmışdır [26].

2.8. Qarğıdalı hibridlərinin quraqlığa tolerantlıq indeksləri ilə diaqnostik metodlarla əldə edilən nəticələrin müqayisəsi

Tolerantlıq indeksləri və fizioloji metodlarla əldə edilən quraqlığa davamlılıq dərəcələrinin uyğunluğunu yoxlamaq məqsədilə korrelyasiya əmsalından istifadə edilmişdir. Stresə tolerantlıq indeksi (STI) ilə xlorofil (a+b) sabitliyi ($r=0.51$) və toxumların cücərmə qabiliyyəti ($r=0.57$) arasındakı korrelyasiyalar müsbət, yüksək və etibarlı olmuşdur (Cədvəl 2.10). Bu onu göstərir ki, quraqlığa davamlılıq baxımından stresə tolerantlıq indeksindən alınan nəticələr xlorofil (a+b)-nin sabitliyi və toxumların cücərmə qabiliyyətindən alınan nəticələrin oxşarlıq dərəcəsi yüksəkdir. Odur ki, quraqlıq şəraitdə, faydalı bir vasitə kimi, bu iki əlamətdən, xüsusilə də xlorofil (a+b)-nin sabitliyindən davamlı və yüksək potensiallı hibridlərin proqnozlaşdırılması üçün istifadə edilə bilər.

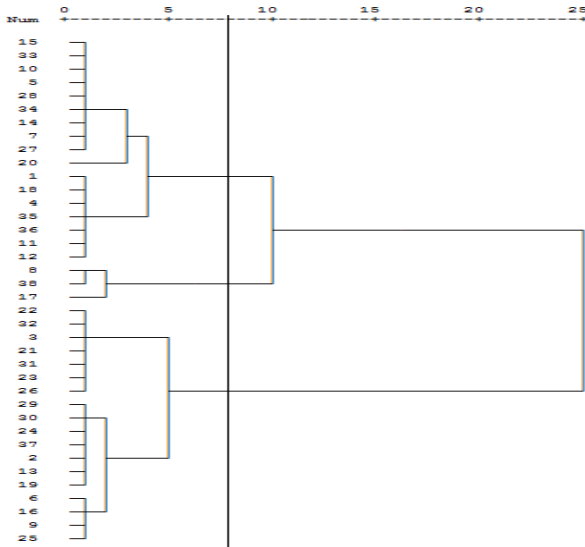
Cədvəl 2.10

Stresə tolerantlıq indeksi (STI) və fizioloji metodlar arasındakı korrelyasiya əmsalı

	Cücərmə qabiliyyəti%	xlorofil (a+b) sabitliyi
Xlorofil (a+b) sabitliyi	0.50**	-
STI	0.57**	0.51**

Nəticələri yekunlaşdırmaq üçün toxumların cücərmə qabiliyyəti (%-lə), xlorofil (a+b)-nin sabitliyi və stresə tole-

rantlıq indeksi (STI) göstəricilərində (üç əlamət bir yerdə) baş verən dəyişmələrə görə hibridlər qruplaşdırılmışdır (Şəkil 2.4). Birinci qrupda 15, 33, 10, 5, 28, 34, 14, 7, 27, 20, 1, 18, 4, 35, 36, 11 və 12 nömrəli hibridlər qruplaşmışlar, onlar orta davamlı hibridlər kimi qiymətləndirilir. 2-ci qrupda isə 8, 17 və 38 nömrəli hibridlər birləşmişlər ki, onlar davamlı hibridlər kimi qiymətləndirilir. 3-cü qrupda 22, 32, 3, 21, 31, 23, 26, 29, 30, 24, 37, 2, 13, 19, 6, 16, 9 və 25 nömrəli hibridlər yerləşmişlər ki, onlar həssas hibridlər kimi qiymətləndirilir. Hər üç meyarə görə 6, 16, 19, 25 və 37 nömrəli hibridlər həssas, 5, 7, 10, 15 və 33 nömrəli hibridlər orta davamlı, 38 nömrəli hibrid isə davamlı hibrid kimi qiymətləndirilmişdir [27, 359].



Şəkil 2.4. Qarğıdalı hibridlərinin cücərmə qabiliyyəti (%) , xlorofil (a+b)-nin miqdarı, stresə davamlılıq indeksi (STI) əsasında qruplaşması

Stresə tolerantlıq indeksi (STI), fizioloji parametrlər (toxumların cücərmə faizi və stres amillərin təsirindən yarpaqlarda xlorofil (a+b)-nin miqdarında əmələ gələn dəyişmələr) nəzərə alınaraq hibridlərin içərisindən 38 (SC704) nömrəli hibrid quraqlığa davamlı, 7 nömrəli hibrid orta davamlı və 37 (SC700) nömrəli hibrid quraqlığa həssas hibrid kimi seçilmişdir. Bu hibridlərin üzərində, quraqlıq stressi təsirindən genomun quruluş və funksiyasında, prolin amin turşusu və həll olan karbohidratların miqdarında baş verən dəyişikliklər öyrənilmişdir.

2.9. Quraqlıq stresinin qarğıdalı bitkisi yarpaqlarında prolin amin turşusunun miqdarına təsiri

Bitkilərin quraqlıq stresinə reaksiyaları su çatışmazlığının təbiətindən asılıdır. Bitkilərin quraqlıq stresinə reaksiyaları qısa müddətli, orta müddətli və uzun müddətli kimi təsnif edilə bilər. Su stressi zamanında CO₂ -in maksimum udulmasının azalması, bitkilərin qısa müddətli reaksiyalarıdır. Quraqlıq stresinə orta müddətli reaksiyalar, duzların toplanması ilə əlaqədar olub osmotik tənzimlənmənin baş verməsidir. Quraqlıq stresinə uzun müddətli reaksiya genetik modellər vasitəsilə biokütlənin paylanmasıdır [161, 276, 330].

Bitkilər quraqlıq şəraitində su udmaq üçün hüceyrənin osmotik təzyiqini yüksəldirlər. Yüksək osmotik təzyiq, hüceyrə şirəsində üzvi turşuların, şəkərlərin və başqa turqorogen maddələrin toplanması nəticəsində əmələ gəlir. Bu maddələr hüceyrənin adi biokimyəvi fəaliyyətlərinə müdaxilə etmirlər, ancaq osmotik stres zamanı osmotik qoruyucular kimi davranırlar. Hüceyrədəki maddələr içərisində prolin amin turşusunun xüsusi rolu vardır. Quraqlıq stresinə uyğunlaşma proseslərində onun

toplanmasının böyük əhəmiyyətə malik olması bir çox tədqiqatçılar tərəfindəndə qeyd edilmişdir [314, 329].

Su stresi şəraitində prolin amin turşusu miqdarının artma səbəbini izah edən müxtəlif fikirlər mövcuddur. Bunlardan biri, prolin amin turşusunun parçalaşmaması və ya onun zülalların strukturuna daxil olmasının qarşısının alınmasıdır ki, bu da prolin amin turşularının miqdarını artırma bilər. Bəziləri belə qənaətə gəlmişlər ki, prolin amin turşularının miqdarının artması böyük molekulların, o cümlədən zülalların parçalanması hesabına baş verir [314]. Bu mexanizm vasitəsilə bitkilər öz hüceyrələrində turqor təzyiqinin yaranmasına şərait yarıdaraq, bir tərəfdən su molekullarının itirilməsinin qarşısını alır, digər tərəfdən isə, hüceyrə şirəsinin su saxlama qabiliyyətini artırmaqla, osmotik tənzimləmə yolu ilə transpirasiyanı azaldaraq, fotosintez prosesini davam etdirə bilirlər [161, 314, 329].

Tədqiq etdiyimiz qarğıdalı hibridlərinin yarpaqlarında prolin amin turşusunun miqdarının təhlili göstərdi ki, bu hibridlərin yarpaqlarında quraqlıq və suvarılan şəraitlərdə fərqli miqdarda prolin amin turşusu toplanmışdır. Suvarılan şəraitdə prolin amin turşusunun miqdarının ən çox toplanması quraqlığa həssas 37 nömrəli hibriddə ($1.95 \mu\text{mol/q}$), ən az isə orta davamlı 37 nömrəli hibriddə ($1.75 \mu\text{mol/q}$) müşahidə edilmişdir (Cədvəl 2.11). Suvarılan şəraitində isə davamlı ($1.90 \mu\text{mol/q}$) və həssas ($1.95 \mu\text{mol/q}$) hibridlərin yarpaqlarında prolin amin turşuları miqdarı bir- birinə çox yaxın olmuşdur. Ancaq quraqlıq şəraitində, prolin amin turşusunun toplanması ən çox quraqlığa davamlı 38 nömrəli hibriddə ($3.85\text{-ilə } \mu\text{mol/q}$), ən az isə həssas 37 nömrəli hibriddə ($3.25 \mu\text{mol/q}$) müşahidə edilmişdir. Quraqlığa orta davamlı 7 nömrəli hibriddə $3.5 \mu\text{mol/q}$ olmaqla orta mövqedə qalmışdır [27]. Bu, hibridlərin quraqlığa davamlılıq dərəcəsi ilə prolin amin turşusu

toplanması arasında birbaşa əlaqənin mövcud olduğunu göstərir (Cədvəl 2.11).

Cədvəl 2.11

Quraqlıq sresi təsirindən qarğıdalı yarpaqlarında prolin amin turşusunun miqdarında baş verən dəyişmələr ($\mu\text{mol/q-la}$)

Quraqlığa davamlılıq dərəcəsi	Suvarılan şərait	Quraqlıq şəraiti	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

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 88.8% çoxalmışdır. Bundan öncə də, bir çox tədqiqatçılar tərəfindəndən qeyd edilmişdir ki, qarğıdalı bitkisinde quraqlıq şəraitində osmotik təzyiği tənzimləmək üçün prolin amin turşusunun miqdarı artır [97, 216, 276, 387, 392].

Qarğıdalı hibridlərinin iki şəraitdəki reaksiyalarının müqayisəsi göstərir ki, hibridlər fərqli mühitdə, prolin amin turşusunun toplanması baxımından fərqli reaksiya göstərmişlər. Stres şəraitində, prolin amin turşusunun ən yüksək toplanması quraqlığa davamlı hibriddə olmuşdur. Halbu ki, suvarma şəraitində prolin amin turşusunun ən yüksək toplanması həssas hibriddə baş verir (Cədvəl 2.11).

N. Mohammadkhani və R. Heidari (2008) müxtəlif quraqlıq şəraitində qarğıdalının davamlı və həssas hibridlərində karbohidratların və prolinin miqdarını tədqiq etmişlər. Öyrənilən hibridlərdə həll olunan karbohidratların və prolinin miqdarı quraqlığın dərəcəsi artdıqca artmış, lakin həssas hibridlərdə bu artım daha yüksək olmuşdur. Bu da göstərilən komponentlərin bitkinin davamlılıq reaksiyasında müəyyən rol oynaması haqqında fikir yürütməyə imkan verir [276]. G. Voetberg və R.E. Sharp su qıtlığı mühitində qarğıdalı cücərtilərində kökün böyümə zonasında prolinin miqdarının artmasının digər amin turşularına, xüsusilə, qlisinə görə daha sürətli olduğunu və bunun da kök uzanmasında önəmli rol oynadığını müəyyən etmişlər [392]. M. Johari-Pireivatlou (2010), buğda genotiplərinə osmotik stresin təsirini araşdırmaqla bildirmişlər ki, quraqlığa dözümlü genotiplər həssas genotiplərlə müqayisədə prolinin toplanması baxımından daha sürətli reaksiya göstərirlər. Bu tədqiqatın nəticələri göstərir ki, stres şəraitində daha yaxşı inkişaf edən genotiplər, daha çox karbohidratlara və prolinə malikdirlər [226]. Bir çox tədqiqatçıların nəticələrinə görə, daha çox prolin toplamaq qabiliyyətinə malik olan hibridlər adətən daha yüksək osmotik tənzimləməyə də malikdirlər. Bu bitkilər, quru və susuz ərazilərdə öz hüceyrələrində yüksək su saxlama potensialına malik olduqlarından, adətən daha çox məhsuldarlığa da malik olurlar. Lakin, bəzi tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, quraqlığa davamlı sortlar həmişə yüksək miqdarda prolin toplanırlar və hətta quraqlığa həssas sortların prolin toplama miqdarı davamlı sortlarla müqayisədə daha yüksək olur. Belə bir fikir vardır ki, turqorogen maddələrin biosintezi və ya onların makromolekulların parçalanmasından əmələ gəlməsi, enerji sərf olunmasını tələb edir ki, bu da, karbohidratların sərf olunması ilə əlaqədardır. Təbii ki, karbohidratların azalması nəticəsində dən məhsuldarlığı da azalacaqdır [97, 161, 314].

2.10. Quraqlıq stresinin qarğıdalı bitkisi yarpaqlarında həll olan karbohidratların miqdarına təsiri

Bir çox tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, həll olunan karbohidratlar quraqlığa davamlılığı müəyyən etmək üçün prolin miqdarı ilə müqayisədə daha yaxşı markerlərdir [97, 161, 276]. Bizim təcrübələrimizin nəticələri göstərdi ki, hüceyrə şirəsində həll olunan karbohidratların miqdarı da quraqlıq təsirinə məruz qalmışdır. Belə ki, quraqlıq stressi şəraitində qarğıdalı bitkisinin yarpaqlarında həll olunan karbohidratların miqdarında artım müşahidə edilmiş, dəndolma dövründə su stressi təsirindən həll olunan karbohidratların miqdarı 46.51% artmışdır. Bundan öncə də, bir çox tədqiqatçılar tərəfindən qeyd edilmişdir ki, qarğıdalıda həll olunan karbohidratların miqdarı, quraqlıq şəraitində osmotik təzyiği tənzimləmək üçün artır [97, 226]. İki şəraitdə reaksiyaların müqayisəsi göstərir ki, hibridlər iki fərqli mühidə, karbohidrat miqdarı baxımından fərqli reaksiyalar göstərmişlər. Stres şəraitində, ən yüksək karbohidrat miqdarı quraqlığa orta davamlı hibridə olduğu halda, suvarılan şəraitdə ən yüksək karbohidrat miqdarı quraqlığa davamlı hibriddə müşahidə edilmişdir (Cədvəl 2.12).

Tədqiq etdiyimiz quraqlığa davamlı, orta davamlı və həssas hibridlərin yarpaqlarında həll olunan karbohidratların miqdarı birbirindən fərqli olmuşdur. Bu araşdırmada, suvarılan şəraitdə, quraqlığa davamlı hibriddə (38 nömrəli hibrid) həll olunan karbohidratların miqdarı daha çox (400.50) olmuşdur. Həll olunan karbohidratların ən az miqdarı (368.00 milliq/q) quraqlığa həssas hibriddə (37 nömrəli hibrid) müşahidə edilmişdir. Quraqlığa orta davamlı hibrid (7 nömrəli hibrid) 392.50 milliq/q karbohidrat toplamaqla orta mövqedə qalmışdır. Ancaq, quraqlıq şəraitində, orta davamlı hibriddə (37 nömrəli hibrid) daha çox həll olunan karbohidratlar toplanmışdır (605.00). Həll olunan karbohidratların ən az toplanması

(514.50 milliç/q) quraqlıça davamlı hibridde (38 nömrəli hibrid) baş vermişdir. Quraqlıça həssas 37 nömrəli hibrid, 581.50 milliç/q olmaqla orta mövqedə qalmışdır (Cədvəl 2.12).

Cədvəl 2.12

Quraqlıç sresi təsirindən qarğıdalı yarpaqlarında həll olunan karbohidratların miçdarında baş verən dəyişmələr (milliç/q)

Quraqlıça davamlılıç dərəcəsi	Suvarılan şərait	Quraqlıç şəraiti	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

Tədqiqatın nəticələri göstərmişdir ki, su stresi şəraitində həll olunan karbohidratların miçdarının artması ilə bərabər dən məhsuldarlığı azalmışdır [27]. Belə güman edilir ki, su stresi şəraitində nişastanın parçalanması səbəbindən karbohidratların miçdarında artım baş verir ki, bu da onların ehtiyat formasının (nişastanın) azalmasına və nəticədə dən məhsuldarlığının aşağı düşməsinə səbəb olur. Qeyd etmək lazımdır ki, quraqlıça orta davamlı və həssas hibridlərdə, su stresi şəraitində çoxlu miçdarda həll olunan karbohidrat toplandığı halda, dən məhsuldarlığı aşağı səviyyədə olmuşdur. Məlumdur ki, stromada əmələ gələn nişasta, parçalanma prosesi nəticəsində həll olunan karbohidratlara çevrilir və bu da, öz növbəsində enerjinin sərf edilməsinə, assimilyatların azalmasına və nəticədə dən məhsulunun da azalmasına səbəb olur [314].

III FƏSİL

BİTKİLƏRİN STRES AMİLLƏRƏ DAVAMLILIĞININ TARLA ŞƏRAİTİNDƏ ÖYRƏNİLMƏSİ

Bitkilərin stres amillərə davamlılığının təyininə aid metodlarını dolayısı və birbaşa olmaqla iki böyük qrupa bölmək olar. Dolayısı metodlar bitkilərin stres amillərə reaksiyasının ölçülməsinə, bir çox fizioloji və biokimyəvi proseslərin təyininə əsaslanır. Bu metodların üstünlüyü ondadır ki, qısa zaman ərzində, dəqiq cihazların yardımı ilə bitkilərin bu və ya digər abiotik stres amillərə qarşı davamlılığını dəyərləndirmək olur.

Birbaşa metodun əsasını isə biometrik göstəricilər – məhsul, məhsuldarlıq, morfofizioloji əlamətlərdəki dəyişkənliklərin təyini təşkil edir. Tarla şəraitində aparılan bu işlərin uzun zaman və çox zəhmət tələb etməsinə baxmayaraq, bu üsulla alınan nəticələrin daha dəqiq və etibarlı olduğu qəbul edilir [89].

Odur ki, biz tədqiq etdiyimiz bitki nümunələrinin quraqlıq və duzluluq streslərinə davamlılığını, laboratoriya üsulları ilə yanaşı, həm də tarla şəraitində öyrənmiş və alınan nəticələrin müqayisəli analizini verməyə çalışmışıq.

Tədqiq edilən arpa və buğda sortnümunələrinin tarla şəraitində quraqlığa davamlılığını təyin etmək üçün toxumlar həm AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun ərazisində suvarma şəraitində, həm də Azərbaycan Elmi Tədqiqat Əkinçilik İnstitutunun Cəlilabad təcrübə dayaq məntəqəsində quraq ərazidə, dəmyə şəraitində səpilmişdir. Səpin hər iki ərazidə beynəlxalq deskriptorun tələblərinə uyğun şəkildə aparılmışdır. Bitkilərin vegetasiya müddəti, bitkinin boyu, məhsul-

dar gövdələrin sayı, sünbülün uzunluğu, sunbüldə olan sünbülcüklərin sayı, sünbülün çəkisi, sünbüldə olan dənin kütləsi, sünbüldə dənin sayı və 1000 dənin kütləsi hər iki şəraitdə müqayisəli analiz edilmişdir. Biomorfoloji əlamətlərin orta qiymətləri eyni genotipə aid 10 bitki üzərində ölçülməklə təyin edilmişdir [2, 334].

Ayrı-ayrı arpa genotiplərinin quraqlıq stresinə davamlılığını təyin etmək üçün Rosielle və Hambelen tərəfindən təklif edilmiş stressə tolerantlıq indeksindən istifadə olunmuşdur:

$$\text{Tol} = Y_p - Y_s$$

Hansı sortlarda tolerantlıq indeksi az olarsa, o sortun quraqlığa davamlılığı yüksək olacaqdır. Bu metoddan sortların quraqlığa davamlılığına görə seçilməsində geniş istifadə edilir.

Tarla şəraitində müxtəlif arpa və buğda genotiplərinin duzluluğa davamlılığını təyin etmək üçün toxumlar həm Azərbaycan MEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun ərazisində suvarma əkinçiliyi şəraitində, həm də Azərbaycan MEA Aqrokimya və Torpaqşunaslıq İnstitutunun Ucar təcrübə dayaq məntəqəsində orta şoran ərazisində səpilmişdir. Səpin hər iki ərazidə beynəlxalq deskriptorun tələblərinə uyğun şəkildə aparılmışdır. Bitkilərin vegetasiya müddəti, bitkinin boyu, məhsuldar gövdələrin sayı, sünbülün uzunluğu, sunbüldə olan sünbülcüklərin sayı, sünbülün çəkisi, sünbüldə olan dənin kütləsi, sünbüldə olan dənin sayı və 1000 dənin kütləsi hər iki şəraitdə müqayisəli analiz edilmişdir.

Quraqlıqda olduğu kimi duza davamlılığı müəyyən edərək də tolerantlıq indeksi biomorfoloji əlamətlərin orta qiymətləri 10 bitki üzərində aparılmış ölçülərlə təyin edilmiş və

Rosielle və Hambelen tərəfindən verilmiş formula ilə tapılmışdır [334].

3.1. İki cərgəli və çox cərgəli arpa sortnünmələrinin normal şəraitdə məhsuldarlıq elementlərinə görə analizi

Öyrənilən arpa nünmələrinin quraqlıq və duzluluq streslərinə davamlılığını öyrənmək üçün üç ekoloji şəraitdə tarla təcrübələri qoyulmuşdur. Normal şərait kimi Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun Təcrübə Təsərrüfat Şöbəsinin ərazisindən istifadə edilmişdir. Bu ərazidə əkilmiş bitkilər vaxtında suvarılmış, fenoloji müşahidələr aparılmış, məhsul metodikaya uyğun şəkildə toplanmış və onların üzərində 8 məhsuldarlıq elementlərinə görə struktur analizi aparılmışdır.

Quraqlıq bölgə kimi Azərbaycan Elmi Tədqiqat Əkinçilik İnstitutunun Cəlilabad Təcrübə Təsərrüfat Stansiyasının ərazisi seçilmişdir. Bu bölgənin iqlimi əsasən quraq və yarı quraq hesab olunur. Arpa nünmələri normal şəraitdə olduğu kimi səpilmiş və üzərində fenoloji müşahidələr aparılmışdır. Məhsul da, eyni qayda ilə toplanmış və bitkilərin boyu, məhsuldar gövdələrin sayı, sünbülün uzunluğu, sünbülün ağırlığı, sünbülcüklərin sayı, bir sünbüldə olan dənin kütləsi, dənin sayı və 1000 dənin kütləsinə görə struktur analizləri aparılmışdır. Alınan nəticələr analiz edilmiş və əhəmiyyətli dəyişiklik baş vermiş əlamətlər seçilmişdir. Suvarılan və quraq ərazilərdən toplanmış məhsulun müqayisəli struktur analizləri aparılmış, tolerantlıq indeksi tapılmış və nünmələr quraqlığa davamlılığına görə qruplaşdırılmışdır. Alınan nəticələr göstərmişdir ki, suvarılan şəraitdə becərilmiş arpa sortnünmələri bitkilərin boyuna görə bir-birlərindən əsaslı sürətdə fərqlənirlər.

İki cərgəli arpa sortnünunələri içərisində Nutans 303, Nutans 57/9, 6 №-li Seçmə, Arpa 47 və Arpa 43 ən yüksək boylu bitkilər olmuş, onların hündürlüyü 106-117 sm arasında dəyişmişdir. Nutans 118/21 və Cəlilabad 19 isə ən qısa boylu nümunələr kimi seçilmiş, boyları müvafiq olaraq 81 və 87 sm uzunluğunda olmuşdur. Öyrənilən iki cərgəli arpaların digər nümunələrinin hündürlüyü 88 sm-lə 100 sm arasında dəyişmişdir.

İki cərgəli arpalarla müqayisədə çox cərgəli arpa nümunələri daha uzun boylu olmuşlar. Bu nümunələr içərisində Arpa 84 sortunun boyu ən yüksək hündürlüyə-138 sm-ə bərabər olmuşdur. 84 №-li Seçmə, Naxçıvan dənisi və 76 №-li Seçmə sortları da yüksək boylu arpalara aid edilə bilərlər. Onların hündürlüyü 128 sm olmuşdur. Çox cərgəli arpalardan yalnız Pallidum 69-91 və Arpa 75 nisbətən qısa boylu nümunələr kimi seçilmiş, onların hündürlüyü müvafiq olaraq 83 və 91 sm-ə bərabər olmuşdur. Digər nümunələrin hündürlüyü 98-127 sm arasında dəyişmişdir.

Məhsuldar gövdələrin sayına görə iki cərgəli və çox cərgəli arpa nümunələrində ciddi fərqlilik müşahidə edilməmişdir. İki cərgəli arpalardan Nutans 80/34-14-də, çox cərgəlilərdən isə Arpa 31 və Arpa 84 sortlarında bu göstərici ən yüksək olmuş, 7,1 ilə 8,4 arasında dəyişmişdir. Ən aşağı göstərici isə Nutans 80/32-21, 84 №-li Seçmə, Arpa 75-də müşahidə edilmişdir.

Sünbülün uzunluğuna görə də, öyrənilən arpa sortnünunələri bir- birindən kəskin fərqlənməmişlər. Əksər nümunələrdə sünbülün uzunluğu 9-12 sm arasında dəyişmişdir. Lakin iki cərgəli arpalardan Arpa 43-də sünbülün uzunluğu 9 sm, çox cərgəli arpalardan isə Arpa 40 və Arpa 32 sortlarında sünbülün uzunluğu 7,5-7,7 sm olmuş, yəni bu nümunələr ən qısa sünbüllü sortlar kimi özlərini göstərmişlər. Arpa 80/32-21,

Arpa 31, Pallidum 69-91, Arpa 75, 84 №-li Seçmə sortları isə ən uzun sünbüllü bitkilər kimi qeyd edilmiş, bu nümunələrdə sünbülün uzunluğu 12 sm-dən çox olmuşdur.

Bir sünbülün ağırlığına görə öyrənilən iki cərgəli və çox cərgəli arpa sort nümunələri bir- birindən, həm də öz aralarında əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmişlər. İki cərgəli arpalarda bir sünbülün çəkisi 1,34-2,86g arasında dəyişilmişsə, çox cərgəlilərdə bu göstərici 2,58-6,38g arasında olmuş, yəni bir sünbülün ağırlığına görə çox cərgəli arpa sortnümunələri iki cərgəlilərdən iki dəfəyə qədər üstün olmuşdur. İki cərgəli arpalardan ən ağır sünbüllü nümunələrə Arpa 47 (2,86g), Arpa 77 (2,4g), Nutans 118/21 (2,26g), Arpa 43 (2,32g) aid edilə bilər. Çox cərgəli arpalarda isə Arpa 44, Naxçıvan dənisi, Arpa 31, №-79/1-2, Arpa 29, 84 №-li Seçmə və Arpa 39 sortları ən ağır sünbüllü sortlar olub, onlarda sünbülün çəkisi 5 g-dan artıq olmuşdur.

Sünbüldə olan sünbülcüklərin sayına görə maraqlı nəticələr əldə edilmişdir. Belə ki, qısa sünbüllü iki cərgəli arpalarda sünbüldə olan sünbülcüklərin sayı, uzun sünbüllü çox cərgəli arpalardan nəinki geri qalmış, hətta bir qədər artıq olmuşdur. Yəni bu nümunələrdə sünbül uzun olmasa da, onlarda sünbülcüklər bir-birinə daha yaxın olmaqla sıx şəkildə yerləşmişlər. Məsələn, uzun sünbüllü Pallidum 69-91 sortunda (12,6 sm) sünbülcüklərin sayı 31,4 olduğu halda, ən qısa sünbüllü Arpa 77-də (7,5 sm) bu göstərici 33,2-yə bərabər olmuşdur. Oxşar nəticələr digər sortlar arasında da görünür. Yəni sünbülün uzunluğu ilə sünbülcüklərin sayı arasında əksər hallarda bir başa korelyasiya müşahidə edilməmişdir.

Məlumdur ki, bir sünbüldə olan dəninin kütləsi ümumi məhsuldarlıq baxımından ən əsas göstəricilərdən biri hesab olunur. Bu göstərici çox cərgəli arpalarda iki cərgəlilərə

nisbətən iki dəfəyə qədər artıq olmuşdur. Yəni sünbülün çəkisi ilə sünbüldə olan dənin kütləsi arasında birbaşa korelyasiya müşahidə edilmişdir. Əksər hallarda ən ağır sünbüllü sortların bir sünbülündə olan dənin kütləsi də ən yüksək olmuşdur. Məsələn, Arpa 44-də sünbülün ağırlığı ən çox 6,38g, sünbüldə olan dənin kütləsi də, ən yüksək-3,62g və ya Naxçıvan dənisi sortunda sünbülün ağırlığı 5,58g, sünbüldə olan dənin kütləsi də yüksək -3,42g olmuşdur. Yaxud sünbülün çəkisinə görə ən aşağı göstəriciyə malik olan Nutans 303 sortunda, bir sünbüldə olan dənin kütləsi də ən az olmuşdur (0,87g). Oxsar misalları çox cərgəli arpalardan da göstərmək olar. Sünbülün çəkisi ən aşağı- 2,58g olan Arpa 40 sortunun bir sünbülündən əldə edilən dənin kütləsi də ən az- 1,9g-a bərabər olmuşdur. Bu kimi qanunauyğunluqlar öyrənilən sortların əksəriyyətində müşahidə edilir. Lakin az da olsa bəzi kənarlaşmalar da mövcuddur. Məsələn, Arpa 77-də sünbülün çəkisi kifayət qədər yüksək olsa da (2,4g), dənin kütləsi az – cəmi 1,18g olmuş və ya kifayət qədər çox dən kütləsinə malik 78 №-li Cəbrayıl və Arpa 78 sortlarında sünbülün ağırlığı o qədər də yüksək olmamışdır.

Sünbüldə olan dəninin sayının çoxluğuna görə də çox cərgəli arpa sortnümunələri fərqlənmişlər. Bu nümunələrdə bir sünbüldə olan dəninin sayı 33,2 (Arpa 40) ilə 77,4 (Arpa 30) arasında dəyişildiyi halda, iki cərgəli arpa nümunələrində bu rəqəmlər iki dəfəyə qədər az – 17,6 (Cəlilabad 19) və 32,2 (Arpa 47) olmuşdur.

Öyrənilən arpa nümunələri 1000 dəninin kütləsinə görə də bir-birlərindən əsaslı sürətdə fərqlənmişlər. İki cərgəli arpa nümunələri içərisində 1000 dəninin kütləsinə görə ən çox fərqlənən Arpa 43 (68g), Nutans 28/92 (61g), Nutans 80/34-14 (61g), 6 №-li Seçmə (57g), Arpa 47 (56g) sortları olmuşsa,

çox cərgəli arpalardan bu göstəriciyə görə Arpa 40 (70g), 84 №-li Seçmə (66g), Naxçıvan dənisi (65,4g), Pallidum 69-91 (63,1g), Arpa 29 (61g), Arpa 32, Arpa 39 və Arpa 44 (57g) sortları fərqlənmişlər. 1000 dəninin kütləsinə görə ən aşağı göstərici isə iki cərgəli arpalardan Nutans 124/32 və Hüseyin 1 sortlarında (43g) çox cərgəli arpalardan isə Arpa 75, 55 №-li Seçmə də (34g) müşahidə edilmişdir.

3.2. Arpa sortnünunələrinin suvarılan və dəmyə şəraitlərində məhsuldarlıq elementlərinə görə müqayisəli analizi

Cəlilabad rayonunun dəmyə şəraitində əkilmiş ikicərgəli arpa sortnünunələrinin məhsuldarlıq elementlərinin nəticələrindən məlum olmuşdur ki, quraqlıq stressi bütün nünunələrin boyuna eyni cür təsir göstərməmişdir. Quraqlıq stressi suvarılan şəraitlə müqayisədə bitkilərin boyuna o qədər də ciddi təsir etməmişdir. Quraqlıq daha çox məhsuldar gövdələrin sayının dəyişilməsinə səbəb olmuşdur. Hüseyin 1 sortu istisna olmaqla, öyrənilən digər nünunələrin hamısında məhsuldar gövdələrin sayı azalmışdır. Bu azalma Nutans 118/21 və Nutans 80/34-14-də daha kəskin xarakterdə olmuş və suvarılan variantla nisbətən, müvafiq olaraq 40 və 36% az olmuşdur. Quraqlıq, digər arpa sortnünunələrində də məhsuldar gövdələrin sayının ciddi azalmasına səbəb olmuşdur. Alman nəticələr onu söyləməyə əsas verir ki, quraqlıq stressi zamanı ümumi məhsuldarlığın aşağı düşməsi əsasən məhsuldar gövdələrin sayının azalması ilə əlaqədardır.

Quraqlıq stressi təsirindən öyrənilən arpa sortnünunələrinin əksəriyyətində sünbülün çəkisi və sünbüldə olan dəninin kütləsi az və ya çox dərəcədə azalmışdır ki, bu da ümumi

məhsuldarlığın aşağı düşməsinə səbəb olan əsas amillərdən biridir. Lakin Nutans 303 və Cəlilabad 19 sortnümunələrində, quraqlıq şəraitində sünbülün ağırlığı və sünbüldə olan dənin kütləsi nəinki azalmış, hətta bir qədər də artmışdır. Bu maraqlı nəticələr, həmin sortlara marağı artırır və onların üzərində daha geniş tədqiqatların aparılmasına ehtiyac olduğunu göstərir.

Quraqlığın təsirindən 1000 dənin kütləsində baş verən dəyişmələr ziddiyətli xarakterdə olmuş və xüsusi qanuna uyğunluq müşahidə edilməmişdir. Quraqlıq, bəzi nümunələrdə 1000 dənin kütləsinə mənfi, bəzilərdə isə müsbət yöndə təsir etmiş, bir çox nümunələrdə isə bu göstəriciyə ciddi təsir etməmişdir.

Cəlilabad rayonunun dəmyə şəraitində səpilmiş çoxcərgəli arpa sortnümunələrinin məhsuldarlıq elementlərinə quraqlıq stresinin təsiri, iki cərgəli arpalarda olduğu kimi, bu arpa nümunələrində də bitkilərin boyunun qısalmasına bir-mənalı şəkildə təsir göstərməmişdir. Bir çox nümunələrdə hətta bitkilərin boyu bir qədər yüksək olmuşdur. Lakin bütün nümunələrdə məhsuldar gövdələrin sayı ciddi şəkildə azalmışdır. Əksər nümunələrdə bu azalma 30-40% arasında olmuşdur ki, bu da ümumi məhsuldarlığın azalmasında çox önəmli rol oynaya bilər.

Sünbülcüklərin sayı, sünbülün çəkisi və sünbüldə olan dənin kütləsinə alınan nəticələr, iki cərgəli arpalarda əldə edilmiş qanuna uyğunluqların demək olar ki, eynidir. Yəni quraqlıq stressi əksər nümunələrdə bu göstəricilərə mənfi təsir etmiş bunun da, ümumi məhsulun azalmasında önəmli rolu olmuşdur. Lakin tədqiq edilən bu göstəricilərə görə də öyrənilən arpa nümunələri bir-birindən fərqlənmişlər. Əksər nümunələrdə stresin təsirindən sünbülcüklərin sayı, sünbülün ağırlığı və sünbüldə olan dənin kütləsi azalmışdır. Ən çox azalma isə

quraqlığa həssas və orta davamlı nümunələr olan Arpa 84, Naxçıvan dənisi, Arpa 31 və Arpa 39 sortlarında müşahidə edilmişdir. Bir çox nümunələrdə isə bu göstəricilərdə ciddi dəyişmələr baş verməmiş, hətta bəzi nümunələrdə az da olsa artım qeyd edilmişdir (№79/1-2, Arpa 29, 55№-li Seçmə).

İki cərgəli arpalardan fərqli olaraq çox cərgəli arpalarda quraqlıq stresi əksər nümunələrdə 1000 dəninin kütləsinə də mənfi təsir göstərmişdir. Bu göstərici bəzi sortlarda daha kəskin xarakterdə olmuş (Arpa 81, Arpa 84), Arpa 40 sortunda isə 1000 dəninin kütləsi iki dəfəyə qədər azalmışdır.

3.3. Duzluluq stresinin iki cərgəli və çox cərgəli arpa sort nümunələrinin məhsuldarlıq elementlərinə təsiri

Duzluluq stresinin arpa sortnümunələrinin məhsuldarlıq elementlərinə təsirini öyrənmək məqsədi ilə AMEA Aqrokimya və Torpaqşünaslıq İnstitutunun Ucar dayaq məntəqəsinin orta şoran torpaqlarında tarla təcrübələri qoyulmuşdur. Vegetasiyanın ilk dövrlərindən bitkilər normal suvarılma şəraitində becərilmiş və birbaşa torpaq duzluluğunun bitkilərin məhsuldarlığına və əsas məhsuldarlıq elementlərinə təsiri tədqiq edilmişdir. Alınan nəticələr təhlil edilmiş və arpa nümunələrinin duzluluğa davamlılıq dərəcələri müəyyən edilmişdir.

Alınan nəticələri adi şəraitdə becərilmiş bitkilərdən alınmış rəqəmlərlə müqayisə etdikdə aydın olmuşdur ki, duzluluq stresi öyrənilən bütün iki cərgəli arpa sortnümunələrində bitkilərin boyunun qısalmasına səbəb olmuşdur. Bu qısalma Arpa 47, Nutans 57/9 və Nutans 124/32-də kəskin xarakterdə olduğu halda, Nutans 118/21, Arpa 43, Nutans 86/35-18 və Nutans 80/34-14-də nəzərə çarpmayacaq dərəcədə az olmuşdur.

Oxşar qanunauyğunluq, məhsuldar gövdələrin sayının azalmasında da özünü göstərmişdir. Belə ki, duzluluq şəraiti əksər sortlarda məhsuldar gövdələrin sayının azalmasına səbəb olmuşdur. Bu göstəriciyə görə ən yaxşı nəticə Hüseyn 1, Nutans 118/21, Nutans 80/32-21-də qeyd edilmişdir ki, bu nümunələrdə duzluluq stresi təsirindən məhsuldar gövdələrin sayı demək olar ki, dəyişilməmişdir. Məhsuldar gövdələrin sayı iki və daha çox dəfə azalan nümunələrə isə Nutans 80/34-14, 6№-li Seçmə, Arpa 43-ü misal göstərmək olar. Digər sort-nümunələrdə də duzluluq məhsuldar gövdələrin sayının az və ya çox dərəcədə azalmasına səbəb olmuşdur.

Çoxcərgəli arpa sortnümunələri ilə aparılmış təcrübələrdən də oxşar nəticələr əldə edilmişdir. Alınan nəticələrin müqayisəli təhlili göstərir ki, duzluluq stresi bu arpa nümunələrində də bitkinin boyunun azalmasına səbəb olmuşdur. Bu azalma Arpa 29 və Naxçıvan dəni sortlarında daha kəskin xarakterdə, digər sortnümunələrdə isə nisbətən zəif olmuşdur. Lakin məhsuldar gövdələrin sayının azalması iki cərgəli arpalara nisbətən çox cərgəli arpalarda daha çox müşahidə edilmiş, öyrənilən çox cərgəli arpaların demək olar ki, yarıdan çoxunda məhsuldar gövdələrin sayı iki dəfəyə qədər azalmışdır.

Duzluluq stresi arpa sortnümunələrində sünbülün uzunluğuna və sünbülün kütləsinə də ciddi təsir göstərmişdir. Əksər nümunələrdə bu göstəricilər kəskin azaldığı halda, bəzi nümunələrdə bu azalma ciddi xarakterdə olmamışdır. Sünbülün uzunluğuna görə Nutans 118/21, sünbülün çəkisinə görə isə Nutans 67-91, Nutans 303, Arpa 43 və Nutans 80/32-21 sortları fərqlənmişlər. Bu nümunələrdə duzluluq stresi sünbülün uzunluğuna və çəkisinə demək olar ki, təsir etməmişdir. Duzluluq stresi Arpa 47, Cəlilabad 19 və Nutans 80/32-21 sortnümunələrində sünbülün uzunluğuna, Arpa 47, Arpa 77 və Nutans 28/92 sortnümunələrində isə

sünbülün çəkisinə önəmli təsir edərək, bu göstəriciləri iki dəfəyə qədər azaltmışdır.

Duzluluq stresi sünbüldə olan dənin kütləsinin də ciddi azalmasına səbəb olmuşdur. Bu azalma ən çox Nutans 57/9-da (57%), ən az isə Nutans 86/35-18-də (15,4%) müşahidə edilmişdir. Digər sortnünmələrdə də duzluluq stresi təsirindən sünbüldə olan dənin kütləsinin müxtəlif dərəcədə azalması baş vermişdir.

Çoxcərgəli arpalarda bu nəticələr daha kəskin şəkildə özünü göstərir. Belə ki, sünbülün uzunluğu və xüsusilə də sünbüldə olan dənin sayı bu arpa nümunələrində suvarılan şəraitlə müqayisədə iki dəfəyə qədər azalır. Bu azalmalar ən çox Arpa 30, Arpa 31 və Arpa 44 sortlarında baş vermişdir.

Cədvəldəki rəqəmlərin təhlili göstərir ki, duzluluq stresi iki cərgəli arpalarda sünbüldə olan dənin sayına, digər göstəricilərə nisbətən az təsir etmişdir. Arpa 77, Arpa 43 və Nutans 28/92 sortnünmələrində duzlu şəraitdə sünbüldə olan dənin sayı hətta bir qədər artmışdır. Lakin bu nümunələrdə 1000 dənin kütləsi kəskin azalmışdır.

Arpa 77-də 1000 dənin kütləsi, suvarılan şəraitdə 61q olduğu halda, duzlu torpaqlarda bu göstərici 43q, müvafiq olaraq, Arpa 43-də 51,7 və 44q, Nutans 28/92-də isə 61 və 41,7q olmuşdur.

İki cərgəli arpalardan fərqli olaraq çox cərgəli arpalarda sünbüldə olan dənin sayı və çəkisi arasında xüsusi bir qanunauyğunluq müşahidə edilməmişdir. Bir çox nümunələrdə (76 № Seçmə, Arpa 31, Arpa 44) hər iki göstərici azaldığı halda, 84 № Seçmə, Arpa 78, Naxçıvan dənli sortlarında sünbüldəki dənin çəkisi azalmış, dənin sayında isə hətta bir qədər artım baş vermişdir. Lakin iki cərgəli arpalarda olduğu kimi, bu nümunələrdə də 1000 dənin kütləsində ciddi azalmalar müşahidə edilmişdir.

Bu nəticələr onu göstərir ki, duzluluq şəraitinin təsirindən toxumların tam dolması əngəllənir, cılız və xırda toxumlar əmələ gəlir ki, bu da ümumi məhsuldarlığın azalmasına səbəb olan əsas amillərdən biri kimi qəbul edilə bilər.

3.4. Tolerantlıq indeksinə görə arpa nümunələrinin qruplaşdırılması

Qeyd edildiyi kimi nümunələrin quraqlığa və duza davamlılığını təyin etmək üçün həm də birbaşa tarla metodundan istifadə edilmişdir. Belə ki, tədqiqat materialının quraqlığa davamlılığını müəyyən etmək üçün bütün nümunələr eyni səpin üsulu və səpin norması ilə Azərbaycan Elmi Tədqiqat Əkinçilik İnstitutunun Cəlilabad təcrübə stansiyasının dəymə torpaqlarında və AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun Abşeron təcrübə bazasının suvarılan sahəsində səpilmişdir. Nümunələrin hamısı eyni aqrotexniki qaydalarla becərilmiş və eyni qayda ilə yığılaraq məhsuldarlıq elementlərinə görə analiz edilmişdir.

Məlumdur ki, məhsuldarlığa birbaşa və başlıca təsir edən məhsuldarlıq elementlərindən biri də sünböldə dənin kütləsi hesab edilir. Bunu nəzərə alaraq, nümunələrin quraqlığa tolerantlıq indeksi bu əlamət üzrə Fernandesin təklif etdiyi formula əsasında hesablanmışdır (Cədvəl 3.1).

Cədvəldəki rəqəmlərdən göründüyü kimi, bütün nümunələrdə tolerantlıq indeksi yüksək olmuşdur. Bu, arpa bitkisinin quraqlığa davamlılığı və Cəlilabad ərazisinin çox da quraq olmaması ilə əsaslandırıla bilər. Alman nəticələr əsasında dendroqramma tərtib edilmiş və nümunələr bir-biri ilə müqayisə edilərək qruplaşdırılmışdır (Şəkil 3.1).

Cədvəl 3.1

Quraqlığa tolerantlıq indeksi

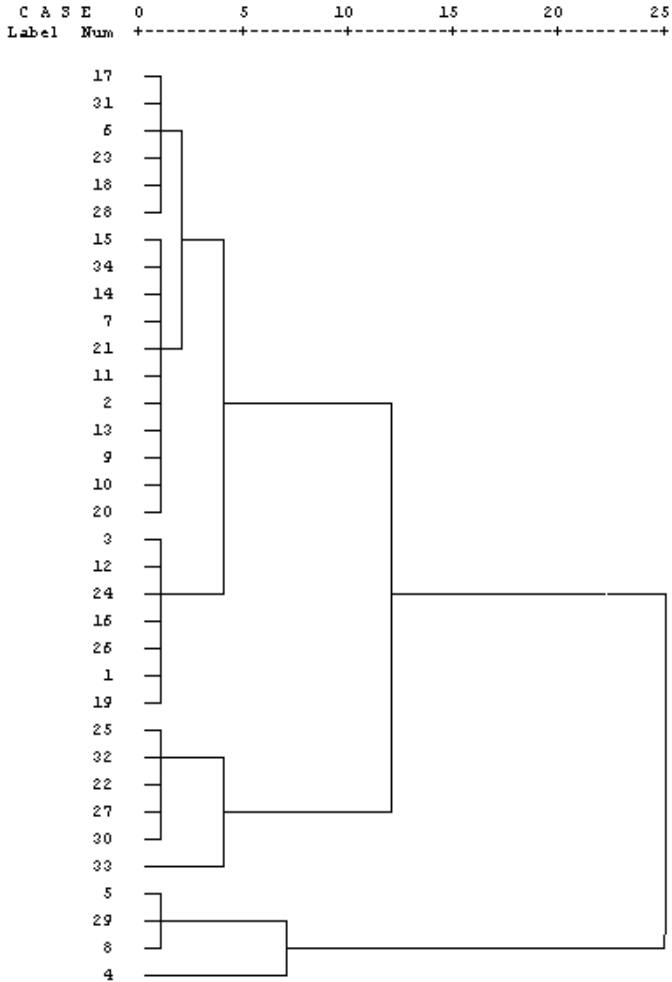
№	Nümunənin adı	Dənin kütləsi (Abşeron)	Dənin kütləsi (Cəlilabad)	Quraqlığa tolerantlıq indeksi
1	Hüseyn 1	1,44	1,36	0.08
2	Arpa 47	1,32	1,09	0.23
3	Nutans 67-91	0,98	1,14	-0.16
4	Nutans 303	0,87	1,9	-1.03
5	Arpa 77	1,18	1,68	-0.5
6	Nutans 118/21	1,71	1,16	0.55
7	Arpa 43	1,54	1,28	0.26
8	Cəlilabad 19	0,9	1,26	-0.36
9	Nutans 86/35-18	1,3	1,1	0.2
10	Nutans 80/32-21	1,24	1,03	0.21
11	Nutans 28/92	1,35	1,08	0.27
12	Nutans 57/9	1,04	1,18	-0.14
13	Nutans 124/32	1,26	1,03	0.23
14	Arpa 59	1,44	1,12	0.32
15	6 №-li Seçmə	1,29	1	0.29
16	Nutans 80/34-14	1,41	1,12	0,79
17	84 №-li Seçmə	3,14	2,56	0.58
18	Palidum 69-91	2,4	1,92	0.48
19	Arpa 75	2,27	2,15	0.12
20	Arpa 78	3,42	3,25	0.17
21	Arpa 32	2,77	2,52	0.25
22	78 №-li Cəbrayıl	3,34	2,57	0.77
23	76 №-li Seçmə	2,96	2,4	0.56
24	N 79/1-2	3,45	3,24	0,94
25	Arpa 31	4,22	3,26	0,96
26	Arpa 29	3,05	2,06	0,67
27	Arpa 39	3,13	2,36	0.77
28	Arpa 30	2,95	2,55	0.4

Cədvəl 3.1-in davamı

Nö	Nümunənin adı	Dənin kütləsi (Abşeron)	Dənin kütləsi (Cəlilabad)	Quraqlığa toəlrantlıq indeksi
29	55 Nö-li Seçmə	2,47	3,04	-0.57
30	Arpa 44	3,62	2,8	0.82
31	Arpa 81	2,1	1,52	0.58
32	Arpa 84	2,9	1,9	1.0
33	Naxçıvan dəni	3,42	2,16	1.26
34	Arpa 40	1,9	1,6	0.3

Quraqlığa tolerantlıq indeksinə görə alınan dendroqramda nümunələr üç əsas qrupda birləşmişdir. Aşağıdan birinci qrupda birləşən nümunələrin hamısında tolerantlıq indeksi mənfi olmuşdur. Bu nümunələrdə quraqlığın təsirindən sünböldə olan dənin kütləsində heç bir azalma müşahidə olunmamış, əksinə cüzi artım qeydə alınmışdır. Alınan nəticələr əsasında biz bu nümunələri quraqlığa yüksək davamlı nümunələr kimi qiymətləndirmişik.

Demək olar ki, nümunələrin böyük əksəriyyəti üçüncü klasterdə cəmlənmişdir. Bu nümunələrin bəzilərində quraqlığın təsirindən azalma az və ya orta dərəcədə olmuşdur. Qeyd edilən nümunələr tərəfimizdən quraqlığa orta davamlı nümunələr kimi qiymətləndirilmişdir. İkinci klasterdə qruplaşan nümunələrdə isə tamamilə fərqli qiymətlər müşahidə edilir. Belə ki, bu qrupda olan 6 nümunənin hamısında tolerantlıq indeksi yüksək olmuşdur və bu da onu göstərir ki, quraqlığın təsirindən bu nümunələrdə dənin kütləsi digər nümunələrlə müqayisədə daha çox azalmışdır.



Şəkil 3.1 Quraqlığa tolerantlıq indeksinə görə nümunələrin qruplaşdırılması

Quraqlığa davamlılıqda olduğu kimi, arpa nümunələrinin duza davamlılığı da laboratoriya analizləri ilə yanaşı tarla şəraitində də tədqiq olunmuşdur. Duza davam-

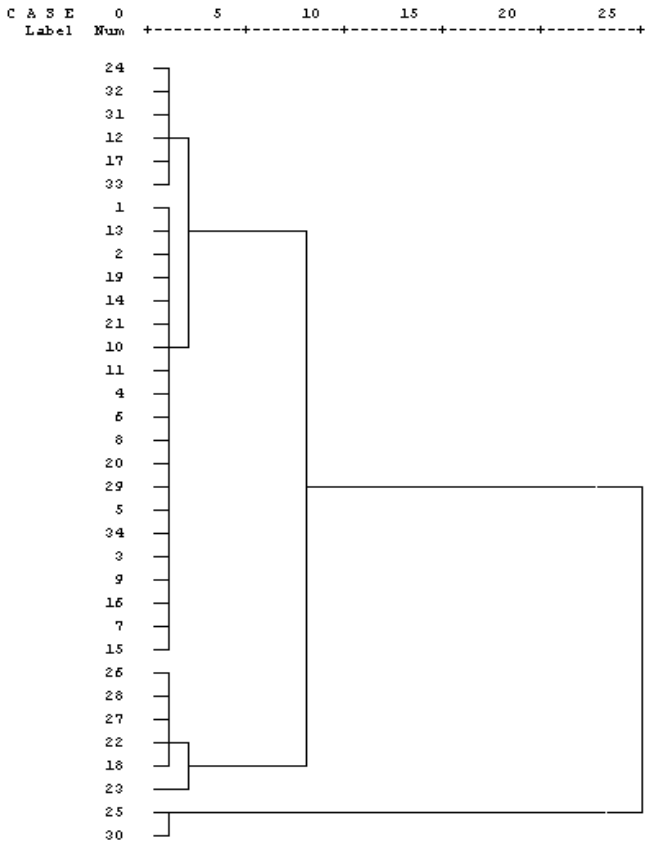
lılığın qiymətləndirilməsində də əsas əlamət kimi sünböldə olan dənin kütləsi götürülmüşdür. Tolerantlıq indeksi quraqlığa davamlılığın qiymətləndirilməsində olduğu kimi qiymətləndirilmişdir. Cədvəl 3.2.-dən görüldüyü kimi, duzun təsirindən sünböldə olan dənin kütləsində ən çox azalma Arpa 31 və Arpa 44 nümunələrində qeydə alınmışdır. Belə ki, Arpa 31 nümunəsində duzun təsirindən sünböldə olan dənin kütləsi 60%, Arpa 44 nümunəsində isə 66% azalma müşahidə olunmuşdur. Ən kiçik tolerantlıq indeksi isə Nutans 303 (0.07) və Nutans 118-21 (0.09) nümunələrində qeyd edilmişdir. Nümunələrin tolerantlıq indeksinə görə qruplaşdırılması yenə də SPSS proqramı ilə klaster analiz üsulu ilə yerinə yetirilmişdir (Şəkil 3.2).

Bu dendrogramda da 3 əsas klaster əmələ gəlmişdir. Belə ki, aşağıdan birinci klasterdə cəmi iki nümunə birləşmişdir ki, onların da tolerantlıq indeksləri ən yüksək həddədir. Bu iki nümunə (Arpa 31 və Arpa 44) bizim təcrübələrdə duza ən həssas nümunələr kimi qiymətləndirilmişdir. İkinci klasterdə isə 6 nümunə (Arpa 29, Arpa 30, Arpa 39, 78N-li, Palidum 69-91 və 76 N-li seçmə) qruplaşmışdır. Bu nümunələrdə tolerantlıq indeksi 1.34-1.76 arasında dəyişmişdir. Bu nümunələrdə də duzun təsirindən sünböldə olan dənin kütləsində azalma 30-50% olmuşdur və tərəfimizdən qeyd olunan nümunələr həssas kimi qiymətləndirilir. 3-cü əsas klaster isə iki subklasterdən ibarətdir. Birinci subklasterdə birləşən nümunələr orta davamlı, ikinci subklasterdə birləşən 20 nümunə isə duza davamlı nümunələr kimi qiymətləndirilə bilər.

Cədvəl 3.2

Duza tolerantlıq indeksi

№	Nümunənin adı	Dənin kütəsi (Abşeron)	Dənin kütəsi (Ucar)	Quraqlığa toelrantlıq indeksi
1	Hüseyn 1	1,44	0,93	0.51
2	Arpa 47	1,32	0,87	0.45
3	Nutans 67-91	0,98	0,78	0.2
4	Nutans 303	0,87	0,8	0.07
5	Arpa 77	1,18	0,87	0.31
6	Nutans 118/21	1,71	1,62	0.09
7	Arpa 43	1,54	1,28	0.26
8	Cəlilabad 19	0,9	0,78	0.12
9	Nutans 86/35-18	1,3	1,1	0.2
10	Nutans 80/32-21	1,24	0,83	0.41
11	Nutans 28/92	1,35	0,94	0.41
12	Nutans 57/9	1,04	0,44	0.6
13	Nutans 124/32	1,26	0,76	0.5
14	Arpa 59	1,44	1,01	0.43
15	6 №-li Seçmə	1,29	1,05	0.24
16	Nutans 80/34-14	1,11	0,93	0.18
17	84 №-li Seçmə	3,14	2,05	1.09
18	Palidum 69-91	2,4	1,16	1.24
19	Arpa 75	2,27	1,8	0.47
20	Arpa 78	3,42	3,1	0.32
21	Arpa 32	2,77	2,34	0.43
22	78 №-li Cəbrayıl	3,34	2	1.34
23	76 №-li Seçmə	2,96	1,2	1.76
24	N 79/1-2	3,15	2,4	0.75
25	Arpa 31	4,22	1,68	2.54
26	Arpa 29	3,05	1,64	1.41
27	Arpa 39	3,13	1,68	1.45
28	Arpa 30	2,95	1,55	1.4
29	55 №-li Seçmə	2,47	2,14	0.33
30	Arpa 44	3,62	1,2	2.42
31	Arpa 81	2,1	1,4	0.7
32	Arpa 84	2,9	2,15	0.75
33	Naxçıvan dəni	3,42	2,47	0.95
34	Arpa 40	1,9	1,55	0.35



Şəkil 3.2. Duza tolerantlıq indeksinə görə nümunələrin qruplaşdırılması

3.5. Diploid və tetraploid buğda növ və növmüxtəlifliklərinin suvarılan və dəmyə şəraitində məhsuldarlıq elementlərinin müqayisəli təhlili

Diploid və tetraploid buğda növ, növmüxtəlifliyi və bərk buğda (*T.durum* Desf.) növünə aid sortların quraqlığa və duz-luluğa davamlılığını tarla şəraitində öyrənilməsi üçün nümu-

nələr üç şəraitdə becərilmişdir. Normal şərait kimi Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun Abşeron təcrübə bazası götürülmüşdür. Bu bazada bitkilər suvarma əkinçiliyi şəraitində becərilir. Nümunələr vaxtında suvarılmış, fenoloji müşahidələr aparılmış, məhsul metodikaya uyğun şəkildə toplanılmış və onların üzərində 8 məhsuldarlıq elementinə görə struktur analiz aparılmışdır. Alınan nəticələr aşağıdakı cədvəl və diaqramlarda öz əksini tapmışdır.

Quraqlıq bölgə kimi Azərbaycan Elmi Tədqiqat Əkinçilik İnstitutunun Cəlilabad Təcrübə Təsərrüfat Stansiyasının ərazisi seçilmişdir. Bu bölgənin iqlimi əsasən quraq və ya yarı quraq hesab edilir. Nümunələr normal şəraitdə olduğu kimi səpilmiş və üzərində fenoloji müşahidələr aparılmışdır. Məhsul eyni qayda ilə toplanılmış və bitkinin boyu, məhsuldar gövdələrin sayı, sünbülün uzunluğu, sünbülün çəkisi, sünbülcüklərin sayı, bir sünbüldə olan dənin çəkisi, dənin sayı və 1000 dənin kütləsinə görə struktur analizlər edilmişdir. Alınan nəticələr normal şəraitlə bir yerdə statistik analiz edilmiş və əhəmiyyətli dəyişiklik baş vermiş əlamətlər seçilmişdir. 1981-ci ildə Rozile və Hambilin tərəfindən verilmiş stresə tolerantlıq indeksi tapılmış və nümunələr quraqlığa davamlılığına görə sinifləşdirilmişdir. Nəticələr diaqramlarla aydın təsvir edilmişdir.

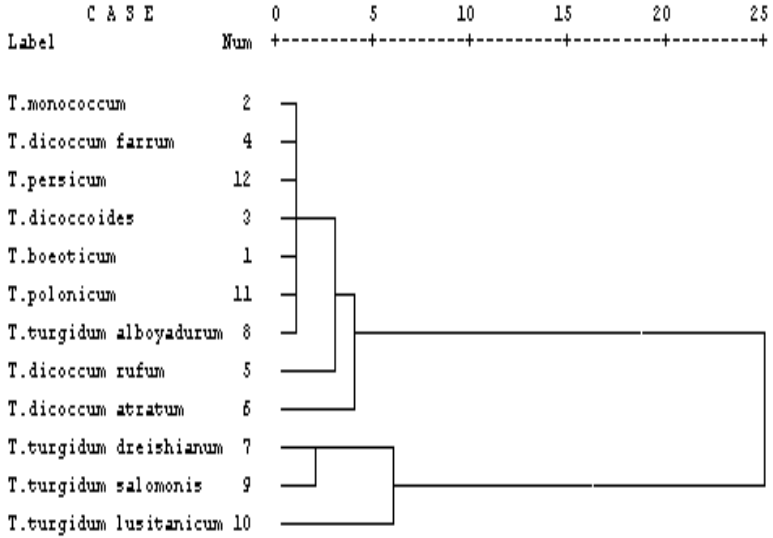
Suvarılan şəraitdə becərilmiş buğda növ və növmüxtəliflikləri içərisində ən qısa boy *T.persicum*, ən uca boy isə *T.turgidum* v. *dreishianum* da müşahidə edilmişdir. *T.monococcum*, *T.dicocoides*, *T.polonicum* isə orta boylu buğdalara aid edilə bilər. Bu nümunələrdə bitkinin boyu 103-104 sm-ə bərabər olmuşdur. Məhsuldar gövdələrin sayına görə *T.monococcum* (4.8), sünbülün uzunluğuna görə isə *T.persicum* (11.9 sm) fərqlənmişdir. *T.turgidum* tədqiq etdiyimiz 4 növmüxtə-

lifliyinin hamısında bir sünbülün çəkisi ən yüksək – 3.73-4.53 q arasında olmuşdur. Bu növmüxtəliflikləri sünbüclüklərin sayı, sünbüldə olan dənin sayı və kütləsinə görə də öyrənilən buğda nümunələri içərisində ən yüksək göstəriciyə malikdir. Əsas məhsuldarlıq elementlərindən sayılan sünbüldə olan dəninin sayı *T. Turgidum* növünün növmüxtəlifliklərində 45.1-55.7 arasında dəyişilir. Bu göstərici ən az *T. Boeoticum*-da müşahidə edilmişdir (19 q). 1000 dənin kütləsinə görə də *T. Boeoticum* ən aşağı göstəriciyə (15.5 q) malik olmuş, *T. Polonicum* isə bu göstəriciyə görə ən yüksək olmuşdur. *T. Turgidum* növünün növmüxtəlifliklərində də 1000 dənin kütləsi yüksəkdir (50.7-56.9 q).

Cəlilabad rayonunun dəmyə şəraitində səpilmiş buğda növ və növmüxtəlifliklərinin məhsuldarlıq elementlərinin analizi göstərir ki, quraqlıq şəraiti bütün bitkilərin boyuna eyni cür təsir göstərməmişdir. Quraqlıq *T. Turgidum* v. *salomonis* və *T. Dicocum* v. *farrum*-un boyunun bir qədər artmasına səbəb olmuşdursa, yabanı təkdənli və cütdənli buğdaların və həmçinin *T. Polonicum* və *T. Boeoticum*-un boyunda ciddi dəyişmələr müşahidə edilməmiş, quraqlıq daha çox məhsuldar gövdələrin sayının dəyişilməsinə səbəb olmuşdur. *T. Turgidum* v. *lusitanicum* və *T. Dicocum* v. *farrum*-un məhsuldar gövdələrinin sayı quraqlığın təsirindən müvafiq olaraq 0.85 və 0.50 qədər azalmış, digər buğdalarda isə quraqlığın təsirindən məhsuldar gövdələrin sayının 0.05-0.90 qədər artması qeyd edilmişdir.

Quraqlığın təsirindən, öyrənilən bütün buğda növ və növmüxtəlifliklərində bir sünbülün çəkisi və sünbüldə olan dəninin kütləsi az və ya çox dərəcədə azalmışdır ki, bu da ümumi məhsuldarlığın aşağı düşməsinə səbəb olan əsas amillərdən biridir. Bu göstəricilərə görə azalma *T. Tur-*

gidum v. dreishianum və *T. Turgidum v. salomonis*-də daha çox olduğu halda, yabanı və mədəni təkdənli və cütdən-lilərdə, həmçinin *T. Polonicum* və *T. Persicum* da nəzərə çarpacaq dərəcədə olmamışdır. Quraqlığın təsiri əsas məhsuldarlıq göstəricilərindən olan 1000 dənin kütləsinin azalmasında da özünü göstərmişdir. Belə ki, bu göstəriciyə görə quraqlıqdan ən çox ziyan görmüş buğda nümunələ-rindən *T. Dicoccum v. rufum*, *T. Turgidum v. dreishianum*, *T. Turgidum v. lusitanicum*-u göstərmək olar ki, bu nü-munələrdə quraqlığın təsirindən 1000 dənin kütləsi 5.8-6.4 q azalmışdır. Quraqlığın təsirindən sünbülün çəkisi və bir sünbüldə olan dənin kütləsində baş vermiş dəyişmələrə görə dendroqram tərtib edilmişdir (Şəkil 3.3). Dendroqram-dan görüldüyü kimi, *T.monococcum*, *T.dicoccum v. farrum*, *T.persicum*, *T.dicoccoides*, *T.boeoticum*, *T.polonicum*, *T.tur-gidum v. alboyadurum*, *T.dicoccum v. rufum* və *T.dicoccum v. atratum* bir sinifdə birləşmişlər. Quraqlığın təsirindən bu nümunələrdə sünbülün çəkisi 0.00-0.18 q, bir sünbüldə olan dənin çəkisi isə -0.24-0.16q intervalında azalmışdır. Dəyiş-mələri nəzərə alaraq, bu qrupda birləşən nümunələr quraqlı-ğa davamlı nümunələr kimi qiymətləndirilmişdir. Digər qrupda isə *T.turgidum v. dreishianum*, *T.turgidum v. salo-monis* və *T.turgidum v. lusitanicum* birləşmişlər. *T.turgidum* növünə aid olan bu 3 növmüxtəlifliyində quraqlığın təsi-rindən sünbülün çəkisi 0.85-1.39 q, bir sünbüldə olan dənin çəkisi isə 0.31-0.74 q azalmışdır. Bu dəyişmələrə görə isə *T.turgidum* növünün növmüxtəliflikləri quraqlığa orta da-vamlı kimi qiymətləndirilir (Şəkil 3.3).



Şəkil 3.3. Diploid və tetraploid buğda nümunələrinin quraqlığa davamlılığa görə qruplaşması

3.6. Təsərrüfat əhəmiyyətli bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortlarının tarla şəraitində quraqlıq və duzluluq stresinə davamlılığının öyrənilməsi

Bərk buğda respublikamızda buğda sahələrinin demək olar ki, yarısından çoxunda becərilir. Bu növə aid olan sort və formalar yüksək texnoloji göstəricilərinə, məhsuldarlığına, xəstəlik və zərərvericilərə qarşı daha davamlı olmalarına görə seçilir. Xüsusilə qeyd etmək lazımdır ki, bərk buğda qonur pas xəstəliyinə davamlılığa görə yumşaq buğdanı xeyli üstələyir. Ənənəvi olaraq makaron məmulatlarının hazırlanması üçün bərk buğdadan alınmış un əsas xammal hesab olunur. Bərk buğda şüşəvari endospermə və yüksək karatinoid pigmentlərinə malik olması ilə də seçilir. Lakin bərk buğda növünə aid nümunələr stres amillərə,

xüsusən də, quraqlıq və duzluluğa qarşı yumşaq buğdalara nisbətən daha davamsız hesab edilirlər. Bunu nəzərə alaraq biz bərk buğdaya aid müxtəlif mənşəli 41 buğda sortunun quraqlıq və duzluluğa davamlılığını tədqiq etməyi qarşımıza məqsəd qoyduq.

3.6.1. Bərk buğda (*T.durum* Desf.) sort nümunələrinin normal və quraqlıq şəraitində məhsuldarlıq elementlərinə görə müqayisəli təhlili

Alınan nəticələrdən məlum olmuşdur ki, normal şəraitdə becərilmiş bərk buğda sortlarının boyunda yüksək variasiya mövcuddur. Sortlar arasında həm hündür – Qırmızı buğda (149 sm), Muğan (133 sm), Ağ buğda (151 sm), Elan (136), Zedan 3d 56 (132 sm) və Şərq (132 sm), həm alçaq – Mirvari (75 sm), Bəxt (78sm), Jaxino (77.5sm) və Yaqut (83 sm) və həm də orta boylu – Karol (96.5sm), Aran dənisi (96 sm), Giorgio 302 (97.6 sm) və s. nümunələrə rast gəlinir. Məhsuldar gövdələrin sayına görə Bərəkətli 95 (4.3), Odesskaya 49.81 (3.9) və Ray 91 (3.6) nümunələri, sünbülün uzunluğuna görə isə Mürəkkəb hibrid (9.6 sm), Cəfəri (10.2) və Odesskaya 49.81 (8.60) fərqlənmişlər. Kəhrəba, Romeo, Nəsimi və s. kimi nümunələr isə hər iki məhsuldarlıq elementinə görə aşağı göstəriciyə malik olmuşdur. Tədqiq etdiyimiz sortlar arasından sünbülün çəkisi yüksək olan nümunələr kimi Ray 91 (6.17 q), Cəfəri (5.43), Febo (5.30 q), Kəhrəba (5.44) Bərəkət (5.27) sortları seçilmişlər ki, bu nümunələrdə bir sünbüldə olan dəninin kütləsi də yüksək olmuşdur. Digər nümunələrdə sünbülün çəkisi 2.80-5.06q, dəninin kütləsi isə 2.30-3.90 q arasında dəyişmişdir. Öyrəndiyimiz bərk buğda sortlarında bir sünbüldə olan dəninin sayı 38.0-75.4 intervalında dəyişmişdir ki, onlardan da ən yüksək sayı sahib olanı Kəhrəba (75.4) sortudur.

Yüksək göstəricilər, həmçinin, Karol (64.6), Ray 91 (66.2), Cəfəri (62.0) sortlarında da qeyd olunmuşdur. 1000 dənin kütləsinə görə isə Leukomelan, Yerli 549, Febo, Bərəkət sortları qeyd olan göstəricinin yüksək (64.0-70.1), Aysberq Odesskaya, Jemçuk odesskaya, Elan, Kalvin sortları isə (40.8-44.0) aşağı olması ilə fərqlənmişlər.

Öyrənilən nümunələrin normal və quraqlıq şəraitində verdiyi məhsuldarlıq elementlərinə əsaslanaraq stresə tolerantlıq əmsalı hesablanmışdır (Cədvəl 3.3). Göründüyü kimi, bütün nümunələrin boyu quraqlığın təsirindən az və ya çox dərəcədə qısalmışdır. Belə ki, Qırmızı buğda (31.0 sm), Aysberq odesskaya (30.0 sm), Vezio (29.5 sm), Muğan (34.5 sm), Karol (30.3 sm), Romeo (27.1 sm) sortların da ən çox azalma qeyd edilmişdir. *Leukomelan* (2.5 sm), Mirvari (1.0 sm), Yaqut (1.8 sm) sortlarında isə cüzi azalma müşahidə edilmişdir. Qalan sortlarda isə azalma 5.5-27.0 sm intervalında baş vermişdir. Stresin təsirindən bitkinin boyunun azalması müdafiə xarakteri daşıyır ki, bu zaman yaşıl kütlənin həcmi azalır və müvafiq olaraq transpirasiyanın intensivliyi də aşağı düşür. Məhsuldar gövdələrin sayı isə quraqlıqda 0.1-1.0 ədəd arasında artmışdır. Sünbülün uzunluğuna görə də bitkilər quraqlıqda müxtəlif reaksiya göstərmişlər. Bəzi nümunələrdə sünbülün uzunluğu qısalmışdır. Belə ki, Qırmızı buğda, Odesskaya 49.8, Vezio, Timiryazevskiy karlik, Karol, Zaparoji 803 sortlarında sünbülün boyu 1.38-2.10 sm arasında azalmışdır. Yerdə qalan nümunələrdə isə artım və azalma əhəmiyyətli dərəcədə olmamışdır.

Cədvəl 3.3-də məhsuldarlığa birbaşa təsir edən məhsuldarlıq elementlərinə görə tolerantlıq indeksləri verilmişdir. Məhsuldarlıqda önəmli rol oynayan əsas gövdədəki sünbülün kütləsi ümumi məhsuldarlığın əsasını təşkil edir. Bu elementdə baş verən dəyişiklik bir sünbüldə olan dənin çəkisinə, sayına və 1000 dənin kütləsinə birbaşa təsir edir. Tədqiq etdiyimiz nümunələrdə

sünbülün çəkisində baş vermiş dəyişməyə görə də fərqlilik müşahidə edilmişdir. Aysberq odesskaya (1.03), Vezio (0.95), Cəfəri (1.05), Timiryazevskiy karlik (1.31q), Mirvari (1.01q), Ray 91 (1.15q), Zaparoji 803 (1.16q), Kəhrəba (1.02q), Moldoviya hibridi (0.97q), Xoranka 46 (0.77 q), Persion (0.83q), Nəsimi (0.94q) sortlarında faiz hesabı ilə kəskin azalma baş vermişdir. Bir sünbüldə olan dənin çəkisi də xeyli azalmışdır. Bir sünbüldə olan dənin sayı isə bəzi sortlarda artmışdır. Bunlardan Febo (7.30), Qarabağ (5.60), Şirvan 3 (5.40), Yaqut (11.50), Zedan 3d 56 (9.50) sortlarını göstərmək olar. 1000 dənin kütləsinə görə də yuxarıda adları çəkilmiş sortlar seçilmişlər. Tolerantlıq indeksinə görə aşağıdakı dendrograma tərtib edilmişdir (Şəkil 3.4).

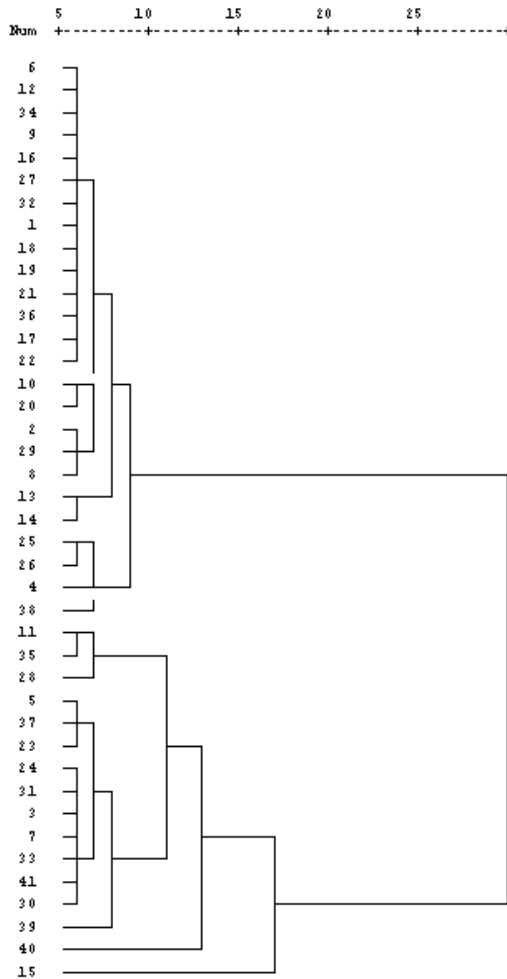
Şəkil 3.4-dən göründüyü kimi, tolerantlıq əmsallarına görə nümunələr əsasən 2 qrupda birləşmişlər. 1-ci qrupda Elan, Jemçuk odesskaya, Yerli 549, Kalvin, Giorgio 302, Bərəkət, Şirvan 3, Qırmızı buğda, Ağ buğda, Jaxino, Xarkovskaya 46, Yaqut, Bərəkətli 95, Arandəni, Febo, Leukomelan, Leukurum 79, Şərq, Xoranka, Muğan, Mürəkkəb hibrid, Şirvan, Qarabağ, Odesskaya 49.81, Zedan 3d 56 sortları birləşmişlər. Bu nümunələrdə quraqlığın təsirindən sünbülün çəkisi 2.24-20.0%, bir sünbüldə olan dənin çəkisi 1.0-12.0%, 1000 dənin kütləsi isə 2.0-20.0% arasında azalmışdır. Bəzi nümunələrdə isə 1000 dənin kütləsində cüzi artım müşahidə edilmişdir. Nəticələrin təhlilinə əsaslanaraq bu qrupda birləşən nümunələr quraqlığa davamlı hesab edilirlər.

2-ci qrupda isə Timiryazevskiy karlik, Romeo, Karol, Vezio, Moldoviya hibridi, Bəxt, Mirvari, Kəhrəba, Aysberq Odesskaya, Cəfəri, Orzini, Nəsimi, Zaparoji 803, Xoranka 46, Persion və Ray 91 sortları birləşmişlər. Bu nümunələrdə isə sünbülün çəkisi 19.5-35.0%, dənin çəkisi isə 12.0-29.3 % arasında azalmışdır. Metodikaya əsaslanaraq, bu qrupda birləşən nümunələr quraqlığa həssas sortlar kimi qiymətləndirilmişdir.

Cədvəl 3.3

Bərk buğda (*T.durum* Desf.) nümunələrinin tolerantlıq indeksləri

Adı	Sünbülün çəkisi	Dənin çəkisi	Dənin sayı	1000 dənin kütləsi
1	2	3	4	5
1. Qırmızı buğda	0.25	0.16	9.30	1.50
2. Leukurum 79	0.33	0.20	-3.60	1.10
3. Aysberq Odesskaya	1.03	0.72	6.10	9.60
4. Odesskaya 49.81	0.51	0.51	5.80	3.30
5. Vezio	0.95	0.51	5.10	3.70
6. Elan	0.17	0.22	-5.20	2.20
7. Cəfəri	1.05	0.66	11.20	3.10
8. Xoranka	0.46	0.26	9.90	-3.20
9. Kalvin	0.11	0.28	-6	11.0
10. Febo	0.36	0.01	-7.30	9.80
11. Timiryazevskiy karlik	1.31	1.02	17.30	1.80
12. Jemçuk Odesskaya	0.17	0.22	-5.70	9.20
13. Muğan	0.02	0.05	-8.0	1.90
14. Mürəkkəb hibrid	-0.08	0.17	-1.70	3.10
15. Ray 91	1.15	0.15	-0.30	5.10
16. Giorgio 302	0.06	0.29	-2.70	0.90
17. Bərəkətli 95	0.20	0.14	-2.10	4.00
18. Ağ buğda	0.20	0.18	-8.0	3.70
19. Jaxino	0.20	0.17	-3.80	0.40
20. Leukomelan	0.29	0.02	-5.10	7.70
21. Xarkovskaya 46	0.17	0.13	-6.40	3.40
22. Arandəni	0.19	0.10	5.50	-6.30
23. Bəxt	0.79	0.45	13.20	-2.10
24. Mırvari	1.01	0.70	21.20	4.30
25. Şirvan	0.34	0.40	5.40	1.20
26. Qarabağ	0.34	0.38	-5.60	2.30
27. Bərəkət	0.26	0.14	-0.80	3.90
28. Karol	1.08	0.95	10.8	7.00
29. Şərq	0.40	0.11	0.0	-4.30
30. Zəpəroji 803	1.16	0.63	14.6	-0.20
31. Kəhrəba	1.02	0.70	3.0	4.70
32. Şirvan 3	0.28	0.14	-5.40	2.40
33. Orzini	0.94	0.68	-5.40	14.3
34. Yerli 549	0.17	0.25	-6.60	4.00
35. Romeo	1.28	0.93	3.50	12.8
36. Yaqut	0.18	0.14	-11.50	0.70
37. Moldoviya hibridi	0.97	0.51	-0.10	11.4
38. Zedan 3d 56	0.19	0.57	-9.50	3.60
39. Xoranka 46	0.77	0.79	-0.70	3.00
40. Persion	0.83	1.16	-8.0	13.3
41. Nəsimi	0.94	0.77	-0.10	3.50



Şəkil 3.4. Bərk buğda (*T.durum* Desf.) nümunələrinin quraqlığa davamlılığa görə qruplaşması

Dendrogramda, həmçinin, davamlılığına görə bir-birinə yaxın olan sortları da görmək olar. Belə ki, birinci qrupda birləşən nümunələr özləri də qrup içərisində müxtəlif alt qrup-

larda birləşmişlər. Alt qruplarda birləşən nümunələr demək olar ki, davamlılıqlarına görə bir-birlərinə daha yaxın sortlar hesab edilirlər. Məsələn; birinci qrupda 4 alt qrup əmələ gəlmişdir. Elan, Jemçuk odesskaya, Yerli 549, Kalvin, Giorgio 302, Bərəkət, Şirvan 3, Qırmızı buğda, Ağ buğda, Jaxino, Xarkovskaya 46, Yaqut, Bərəkətli 95, Arandəni sortları birinci qrupun birinci alt qrupunda birləşmişlər. Tolerantlıq indekslərinə nəzər salsaq görərik ki, Elan və Jemçuk Odesskaya sortlarında sünbülün çəkisi və dənin çəkisində əmələ gəlmiş dəyişiklik eynidir. Sonra gələn sortlar da yaxınlıq prinsipi ilə düzülüşlər. Burdan belə nəticə çıxarmaq olar ki, birinci alt qrup ikincidən, ikinci üçüncüdən, üçüncü isə dördüncüdən daha davamlıdır. Bu prinsip 2-ci əsas qrupda da müşahidə edilir.

3.6.2. Bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortlarının normal və duzluluq şəraitində məhsuldarlıq elementlərinə görə müqayisəli təhlili

Qeyd etmək lazımdır ki, duzluluq stresi quraqlığa nisbətən bitkilərin məhsuldarlıq elementlərinə daha kəskin təsir etmişdir. Bu Ucar rayonunda yayılmış orta şoran torpaqlarda osmotik təzyiqin daha güclü olmasını göstərir. Duzluluğun təsirindən Muğan, Şirvan 3, Persion, Qırmızı buğda, Romeo, Yerli 549, Sedan 3d56 sortlarında bitkinin boyu 35.5-48.0 sm, Leukurum 79, Jaxino, Kəhrəba, Xoranka 46 sortlarında 1.5-4.00 sm, qalan sortlarda isə 7.3-30.0 sm intervalında azalma müşahidə olunmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, hündür boylu sortlarda azalmanın faizi daha çox olmuşdur. Mirvari və s. kimi sortlarda isə dəyişmə əhəmiyyətli dərəcədə olmamışdır. Məhsuldar gövdələrin sayına görə isə demək olar ki, bütün nümunələrdə ya cuzi artım, ya da dəyişmə əmələ gəlmə-

mişdir. Ən çox artım Elan (2.00), Karol (2.5), Jemçuk odeskaya (2.00) sortlarında müşahidə edilmişdir. Sünbülün uzunluğu da stresin təsirindən dəyişməyə məruz qalmışdır. Ən çox azalma Mürəkkəb hibrid (3.20 sm), Odesskaya 49.81 (2.1 sm) sortlarında təsadüf edilmişdir. Sünbülün uzunluğu ilə sünbüllüklərin sayı arasında birbaşa müsbət korrelyasiya mövcuddur, bu isə sünbülün sıxlığından aslı olaraq dəyişən faktor hesab edilir. Bizim tədqiqatımızda sünbüllüklərin sayında əhəmiyyətli dəyişmə müşahidə edilməmişdir.

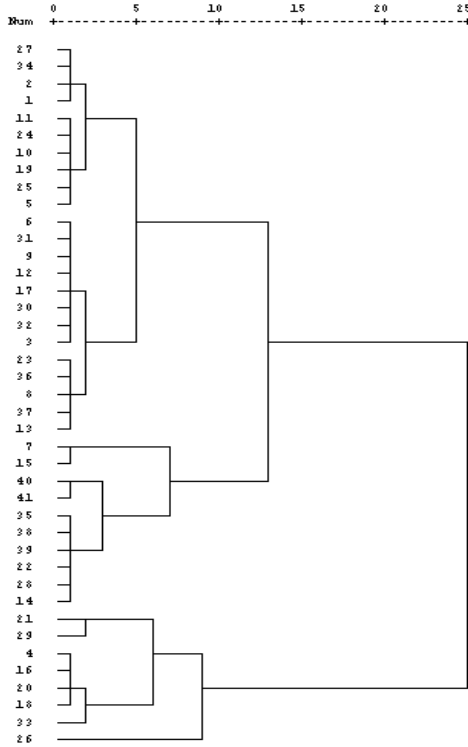
Cədvəl 3.4.

Bərk buğda (*T.durum* Desf.) nümunələrinin tolerantlıq indeksləri

Adı	Sünbülün çəkisi	Dənin çəkisi	Dənin sayı	1000 dənin kütləsi
1. Qırmızı buğda	1.35	1.40	12.50	22
2. Leukurum 79	1.44	1.50	14.0	3.00
3. Aysberq Odesskaya	1.19	0.97	11.1	10.0
4. Odesskaya 49.81	0.46	0.46	2.80	6.10
5. Vezio	1.78	1.09	16.3	7.30
6. Elan	0.97	1.02	14.9	6.10
7. Cəfəri	2.59	1.63	22.5	15.2
8. Xoranka	1.33	0.94	17.7	-0.10
9. Kalvin	0.90	1.00	7.00	6.90
10. Febo	1.76	1.25	16.9	9.80
11. Timiryazevskiy karl.	1.76	1.32	15.2	12.2
12. Jemçuk Odesskaya	0.86	0.84	-2.60	19.3
13. Muğan	1.20	1.20	7.80	7.90
14. Mürəkkəb hibrid	1.70	1.63	10.9	15.70
15. Ray 91	2.81	1.76	22.7	12.5

Cədvəl 3.4-ün davamı

Adı	Sünbülün çəkisi	Dənin çəkisi	Dənin sayı	1000 dənin kütləsi
16. Giorgio 302	0.41	0.55	1.4	8.50
17. Bərəkətli 95	1.00	0.90	20.4	13.7
18. Ağ buğda	0.70	0.66	0.60	7.50
19. Jaxino	1.59	1.30	11.4	9.80
20. Leukomelan	0.59	0.38	-19.7	24.1
21. Xarkovskaya 46	0.09	0.35	-9.30	5.90
22. Arandəni	1.89	0.70	25.8	-1.50
23. Bəxt	1.40	1.08	21.9	7.00
24. Mirvari	1.71	1.31	24.10	16.5
25. Şirvan	1.66	1.26	13.0	11.0
26. Qarabağ	0.18	1.24	2.50	9.90
27. Bərəkət	1.45	1.48	18.10	5.10
28. Karol	1.83	1.67	23.8	10.5
29. Şərq	-0.05	-0.02	-5.9	1.60
30. Zaparoji 803	1.09	0.86	12.8	4.70
31. Kəhrəba	0.94	1.00	10.4	4.70
32. Şirvan 3	1.04	0.77	14.6	-1.00
33. Orzini	0.96	0.47	4.10	8.00
34. Yerli 549	1.47	1.49	4.30	15.9
35. Romeo	1.87	1.97	17.20	15.1
36. Yaqut	1.43	1.15	12.1	5.70
37. Moldoviya hibridi	1.41	0.95	6.0	14.5
38. Zedan 3d 56	1.87	1.92	16.3	6.00
39. Xoranka 46	1.80	1.95	14.9	2.50
40. Persion	2.28	1.96	12.1	17.9
41. Nəsimi	2.23	1.93	17.5	15.4



Şəkil 3.5. Bərk buğdaların duzluluğa davamlılığına görə qruplaşması

Cədvəl 3.4-də məhsudarığa birbaşa təsir edən əlamətlərə görə tolerantlıq indeksi verilmişdir. Tolerantlıq indeksindən görünür ki, stresin təsirindən sünbülün çəkisində ən çox azalma Persion (2.28), Nəsimi (2.23), Vezio (1.78), Xoranka 46 (1.80), Zedan 3d 56 (1.87), Mirvari (1.78) sortlarında olmuşdur. Şərq və Xarkovskaya 46 sortlarında isə stresin təsirindən sünbülün çəkisində dəyişmə baş verməmişdir. Qalan sortlarda isə dəyişmə 0.18-1.60 arasında baş vermişdir. Dənin çəkisində baş vermiş ən çox azalma da həmin sortlarda görünmüşdür.

Dənin sayında baş vermiş dəyişmələrə görə isə Ray 91 (22.7), Mirvari (24.1), Bəxt (21.0) sortları ən çox təsirə məruz qalmışlar. 1000 dənin kütləsi də əsasən bir sünbüldə olan dənin çəkisinə uyğun olaraq dəyişmişdir. Dəyişmələr dendroqramada aydın təsvir edilmişdir (Şəkil 3.5).

Şəkil 3.5-dən görüldüyü kimi, tədqiq edilən bərk buğda nümunələri duzluluq stresinə davamlılıq dərəcəsinə görə əsasən 3 qrupda qruplaşmışlar. Birinci qrupda Xarkovskaya 46, Şərq, Odesskaya 49.81, Giorgio 302, Leukomelan, Ağ buğda, Orzini və Qarabağ sortları qruplaşmışlar. Bu sortlar tolerantlıq əmsallarına görə ən aşağı olan nümunələrdir. Bu qrup da öz növbəsində 4 alt qrupdan təşkil olunmuşdur. Şəkildən görüldüyü kimi, burada Xarkovskaya 46 sortu ilə Şərq sortu birinci qrupun birinci alt qrupunda birləşmişlər. Tolerantlıq indeksinə nəzər salsaq, bu sortlarda stresin təsirindən azalmanın daha az baş vermiş olduğunu görürük. Eləcə də, digər alt qruplarda da olan sortlarda azalma az müşahidə edildiyinə görə bu qrupun bütün üzvləri duzluluğa davamlı hesab edilirlər.

2-ci qrupda Cəfəri, Ray 91, Persion, Nəsimi, Romeo, Zedan 3d 56, Xoranka 46, Arandəni, Karol və Mürəkkəb hibrid birləşmişlər ki, onların tolerantlıq əmsalları daha böyükdür. Belə ki, Persion sortunda sünbülün çəkisi 48.0%, bir sünbüldə olan dənin çəkisi isə 55.0 % azalmışdır. Bu qrupun digər üzvlərində də anoloji hal müşahidə edilir. Bu nümunələri duzluluğa həssas sortlar olduğu qəti şəkildə aşkar edilmişdir.

3-cü qrupda isə Bərəkət, Yerli 549, Leukurum 79, Qırmızı buğda, Timiryazevskiy karlik, Mirvari, Febo, Jaxino, Şirvan, Vezio, Elan, Kəhrəba, Kalvin, Jemçuk odesskaya, Bərəkətli 95, Zaparovi 803, Şirvan 3, Aysberq Odesskaya, Bəxt, Yaqut, Xoranka, Moldoviya hibridi və Muğan sortları birləşmişlər ki, onlar orta davamlı sortlar kimi qiymətləndirilir.

3.7. Alman təcrübi nəticələrin statistik analizi

Elmi tədqiqat işlərində alman nəticələrin statistik təhlili işin doğruluğunun təsdiqi hesab edilir. Xüsusən tarla təcrübələrindən alınan nəticələrə bir neçə faktorun təsiri olduğuna görə onların statistik düzgünlüyünün hesablanması vacibdir. Biz tədqiqat işimizin bütün mərhələlərində statistik hesablamalardan istifadə etmişik. Yuxarıda bütün təcrübələrin nəticələrində klaster statistik analizindən istifadə edilmişdir. Klaster analizi dəqiq statistik hesablamalara əsasən nümunələrin öyrənilən əlamətə görə bir-birinə yaxınlığını müəyyən edir. Həmçinin, tarla təcrübələrinin nəticələri variasiya analizi (ANOVA), reqresiya, korrelyasiya statistik metodları ilə işlənmiş və aşağıdakı cədvəllərdə aydın təsvir edilmişdir.

3.7.1. Diploid və tetraploid buğda növ və növmüxtə lifliklərinin quraqlıq və suvarılan şəraitdə məhsuldarlıq elementlərində əmələ gəlmiş fərqliliklərinin statistik analizi

Genotiplər arasında olan fərqliliyin və eləcə də quraqlığın təsirinin əhəmiyyətliliyini tapmaq üçün variasiyanın statistik analizi (ANOVA) metodundan istifadə edilmişdir.

Cədvəl 3.5-dən göründüyü kimi, genotiplər arasında fərqlilik və quraqlıq şəraitinin təsiri əhəmiyyətli dərəcədədir. Genotiplər ilə şəraitin qarşılıqlı təsirində isə sünbülcüklərin sayının dəyişməsi az, qalan bütün əlamətlərin dəyişməsi isə əhəmiyyətli olmuşdur.

Digər nəticələrin analizi göstərmişdir ki, tədqiq edilən 12 nümunə duzluluq stresinə davamlılığına görə bir-birindən fərqli nəticələr göstərmişlər. Sünbülün uzunluğundan başqa şəraitin bütün əlamətlərə təsiri statistik olaraq əhəmiyyətlidir.

Cədvəl 3.5.

Quraqlıq stressi ilə əlaqədar diploid və tetraploid buğda növ və növmüxtəliflikləri üzrə variasiyanın statistik analizi

Mənşə	Orta kvadratik kənarlanma							
	Bitkinin hündürlüyü	Məhsuldar gövdələrin sayı	Sünbülün uzunluğu	Sünbülün çəkisi	Sünbülcüklərin sayı	Dənin çəkisi	Dənin sayı	1000 dənin kütləsi
Genotip	508.79**	1.87**	7.886**	4.31**	106.49**	2.19**	417.17**	686.745**
quraqlıq	5034.80**	2.00**	0.57**	5.26**	4.44**	0.75**	212.521**	184.475**
Genotip X quraqlıq	389.32**	0.65**	0.55**	0.60**	4.35*	0.33**	53.963**	20.775**
Xəta	4.235	2.333E-02	5.865E-02	1.716E-02	0.572	1.543E-02	0.778	0.634

- = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, *** = $P < 0.001$

Nəticələrin analizi göstərmişdir ki, genotiplər arasında fərqlilik və quraqlığın təsiri əhəmiyyətli dərəcədədir. Genotiplə şəraitin qarşılıqlı təsirində, sünbülün uzunluğu və sünbülcüklərin sayında əmələ gəlmiş fərqliliklər əhəmiyyətli dərəcədə olmadığı halda, 1000 dənin kütləsində əmələ gəlmiş fərqliliklər az əhəmiyyətlidir. Qalan bütün elementlərin fərqliliyi statistik baxımdan əhəmiyyətli olmuşdur.

3.7.2. Bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortlarının quraqlıq və normal şəraitdə məhsuldarlıq elementlərində əmələ gəlmiş fərqliliklərin statistik analizi

Cədvəl 3.6-ya nəzər salsaq aydın olar ki, genotiplər arasında orta əhəmiyyətli (**) variasiya mövcud olmuşdur. Həmçinin, duzluluq stresinin genotiplərə təsiri də statistik baxımdan əhəmiyyətlidir. Genotip x şərait qarşılıqlı əlaqəsinə gəlincə, bu amilin sünbülün uzunluğu və sünbülcüklərin sayına təsiri əhəmiyyətli olmadığı halda, qalan əlamətlərdə müşahidə olunan fərqlilik statistik baxımdan az (1000 dənin kütləsi, bitkinin boyu və s.) və orta əhəmiyyətli (sünbülün çəkisi, dənin çəkisi və s.) kimi dəyərləndirilə bilər.

Cədvəl 3.6.

Bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortların duzluluq və normal şəraitin qarşılıqlı təsirinə görə variasiyanın statistik analizi

Mənşə	Orta kvadratik kənarlanma							
	Bitkinin hündürlüyü	Məhsuldar gövdələrin sayı	Sünbülün uzunluğu	Sünbülün çəkisi	Sünbülcük lərin sayı	Dənin çəkisi	Dənin sayı	1000 dənin kütləsi
Genotip	542.995**	.606**	.572**	1.878**	7.035	1.108**	202.844**	156.888**
duzluluq	10115.836**	9.976**	10.764**	19.022**	60.249*	12.878**	1343.830**	457.192**
Genotip X duzluluq	406.549*	0.518*	0.984	1.351**	6.684	0.727**	116.554**	188.049*
Xətə	23.75	0.235	0.681	0.323	5.574	.225	35.871	57.510

* = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, *** = $P < 0.01$

3.7.3. Məhsuldarlığa birbaşa təsir edən məhsuldarlıq elementlərin reqresiya metodu ilə təyini

Məhsuldarlığa hansı elementlərin birbaşa təsir etməsini öyrənmək üçün reqresiya metodundan (ANOVA) istifadə edilmişdir (Cədvəl 3.7).

Cədvəl 3.7.

Model		Kvadratik cəm	S/d	Orta kvadratik	F	Əhəmiyyətlik
1	Reqresiya	862.342	1	862.342	19.571	.000
	Qalıq	1718.464	39	44.063		
	Total	2580.805	40			
2	Reqresiya	1524.573	2	762.286	27.425	.000
	Qalıq	1056.233	38	27.796		
	Total	2580.805	40			
3	Reqresiya	1769.830	3	589.943	26.916	.000
	Qalıq	810.976	37	21.918		
	Total	2580.805	40			
4	Reqresiya	1769.816	2	884.908	41.464	.000
	Qalıq	810.990	38	21.342		
	Total	2580.805	40			

- a. Əlamətlər: Sünbülün çəkisi
- b. Əlamətlər: Sünbülün çəkisi, dənin sayı
- c. Əlamətlər: Sünbülün çəkisi, dənin sayı, dənin kütləsi
- d. Əlamətlər: Dənin sayı, dənin kütləsi
- e. Asılı dəyişən: 1000 dənin kütləsi

Nəticələr 4 əsas modeldə öz əksini tapmışdır. 1-ci modeldə əsas əlamət sünbülün çəkisi, 2-ci modeldə sünbülün çəkisi və dənin sayı, 3-cü modeldə sünbülün çəkisi, dənin sayı,

dənin kütləsi, 4-cü modeldə isə dənin sayı və dənin kütləsi məhsuldarlığa birbaşa təsir edən əlamət kimi göstərilmişdir. 1000 dənin kütləsi isə bütün modellərdə asılı əlamət kimi göstərilmişdir. Sünbülün kütləsi, bir sünbüldə olan dənin kütləsi və 1000 dənin kütləsi bizim tədqiqatlarımızda əsas əlamətlər kimi götürülmüşdür.

3.7.4. Məhsuldarlıq elementləri arasında korrelyasiya

Cədvəl 3.8-dən görüldüyü kimi, normal şəraitdə bitkinin boyu, məhsuldar gövdələrin sayı və sünbülün uzunluğu ilə heç bir əlamət arasında korrelyasiya olmamışdır. Sünbülün çəkisi ilə dənin kütləsi, bir sünbüldə olan dənin sayı və 1000 dənin kütləsi arasında isə əhəmiyyətli dərəcədə korrelyasiya müşahidə olunmuşdur. Sünbülcüklərin sayı ilə 1000 dənin kütləsi arasındakı müsbət korrelyasiya az əhəmiyyətlidir. Dənin kütləsi və sayı ilə sünbülün çəkisi və 1000 dənin kütləsi arasında yüksək statistik əhəmiyyətli korrelyasiyanın olması aşkar edilməmişdir. 1000 dənin kütləsi ilə isə sünbülün çəkisi və dənin kütləsi arasındakı korrelyasiya əhəmiyyətli olduğu halda, sünbülcüklərin sayı ilə korrelyasiyası az əhəmiyyətlidir.

Cədvəl 3.9-dan görüldüyü kimi sünbülün çəkisi ilə dənin kütləsi, bir sünbüldə olan dənin sayı və 1000 dənin kütləsi arasında müşahidə olunan korrelyasiya orta əhəmiyyətli (**= $P < 0.01$), sünbülcüklərin sayı arasında isə az əhəmiyyətlidir. Sünbülcüklərin sayı ilə dənin sayı arasında əhəmiyyətli, lakin dənin kütləsi ilə isə az əhəmiyyətli statistik korrelyasiya qeyd olunmuşdur.

Bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortlarının normal şəraitdə verdiyi məhsuldarlıq elementlərinin korrelyasiyası

Əlamətlər	Bitkinin hündürlüyü	Məhsuldar gövdələrin sayı	Sünbülün uzunluğu	Sünbülün çəkisi	Sünbül cüklərin sayı	Dənin kütləsi	Dənin sayı	1000 dənin kütləsi
Bitkinin hündürlüyü	1.00	0.147	-0.210	0.264	0.069	0.218	0.100	0.108
Məhsuldar gövdələrin sayı	0.147	1.00	0.115	-0.179	0.151	-0.186	-0.235	-0.234
Sünbülün uzunluğu	-0.210	0.115	1.00	-0.049	-0.31	-0.077	-0.116	-0.022
Sünbülün çəkisi	0.264	-0.179	0.049	1.00	-0.103	0.984**	0.878**	0.802**
Sünbülçüklərin sayı	0.069	0.151	-0.031	-0.103	1.00	-0.079	0.090	-0.387*
Dənin kütləsi	0.218	-0.186	-0.077	0.984**	-0.79	1.00	0.903**	0.802**
Dənin sayı	0.100	-0.235	-0.116	0.878**	0.090	0.903**	1.00	0.559**
1000 dənin kütləsi	0.108	-0.234	-0.022	0.802**	-0.387*	0.802**	0.559**	1.00

- = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, *** = $P < 0.01$

Cədvəl 3.9.

Bərk buğda (*T.durum* Desf.) sortlarının quraq şəraitdə verdiyi məhsuldarlıq elementlərinin korrelyasiyası

Əlamətlər	Bitkinin hündürlüyü	Məhsuldar gövdələrin sayı	Sünbülün uzunluğu	Sünbülün çəkisi	Sünbülçüklərin sayı	Dənin kütləsi	Dənin sayı	1000 dənin kütləsi
Bitkinin hündürlüyü	1.00	0.023	0.118	0.216	0.243	0.205	0.092	0.174
Məhsuldar gövdələrin sayı	0.023	1.00	0.191	-0.035	0.046	0.015	-0.012	-0.097
Sünbülün uzunluğu	0.118	0.191	1.00	0.165	0.232	0.199	0.077	0.048
Sünbülün çəkisi	0.216	-0.035	0.165	1.00	0.352*	0.903**	0.694**	0.654**
Sünbülçüklərin sayı	0.243	0.046	0.232	0.352*	1.00	0.348*	0.575**	-0.10
Dənin kütləsi	0.205	0.015	0.199	0.903**	0.348*	1.00	0.746**	0.610**
Dənin sayı	0.092	-0.12	0.077	0.694**	0.575**	0.746**	1.00	0.052
1000 dənin kütləsi	0.174	-0.097	0.048	0.654**	-0.010	0.610**	0.052	1.00

• = $P < 0.05$, ** = $P < 0.01$, *** = $P < 0.001$

Ümumiyyətlə qeyd olunmalıdır ki, bitkinin boyu, məhsuldar gövdələrin sayı və sünbülün uzunluğunun tədqiq olunan heç bir əlamətlə statistik əhəmiyyətli korrelyativ əlaqəsi aşkar edilməmişdir. Əsas məhsuldarlıq elementlərindən olan dənin kütləsi yuxarıda qeyd olunan əlamətlərdən başqa, bütün digər elementlərlə 5% və 1% ehtimallı, müsbət əhəmiyyətli korrelyasiya göstərmişdir.

3.8. Suvarılan və quraqlıq şəraitlərində becərilən qarğıdalı hibridlərində dən məhsuldarlığı ilə əlaqədar əlamətlərin müəyyən edilməsi

Dən məhsulu mürəkkəb bir əlamət olub, çox sayda genlərin və bir çox fizioloji proseslərin nəzarəti altında yerinə yetirilir. Əməli surətdə dən məhsulunun genetik yaxşılaşdırılması dolaylı seçim vasitəsilə həyata keçirilir. Seleksiya proqramında genotiplərin dən məhsulu potensialını artırmaq üçün birinci və ən mühüm addım münasib əlamətlərin müəyyən edilməsidir. Məhsuldarlığın artırılmasında təsiredici xüsusiyyətləri və ya prosesləri aydınlaşdırmaq üçün ən əlverişli üsullardan biri onlarla məhsuldarlıq arasındakı fenotipik korrelyasiyanın müəyyən edilməsidir. Hansı əlamətlərin ki, məhsuldarlıqla müsbət korrelyasiyası yoxdur, seleksiya proqramlarında praktik əhəmiyyətə malik deyillər [123, 268, 365].

Tam suvarılan və quraqlıq şəraitində ölçülmüş əlamətlərin sadə korrelyasiya əmsalları göstərdi ki, dənin hektolitri (0.43), əkiləndən 30 gün sonra bitkinin boyu (0.52), dənin dolma dövrünün müddəti (0.35) və dənin dolma sürəti (0.90) əlamətləri ilə dən məhsuldarlığı arasında müsbət və mənalı korrelyasiya mövcuddur. Su qıtlığı stresi şəraitində dən məhsuldarlığı ilə qıça sırasında dəninin sayı (0.43), dəninin uzunluğu

(0.41), dənin dolma sürəti (0.86) arasında müsbət-mənali korrelyasiya və qıçanın yuxarısındakı yarpaqların sayı (-0.39) ilə mənfi-mənali korrelyasiya mövcuddur. Bu səbəbdən, hansı hibridlərdə ki, ilkin böyümə sürəti, dənin dolma müddəti və dənin dolma sürəti yüksəkdir, o hibridlər yüksək dən məhsuldarlığına da malik olacaqdır. Ona görə ki, ilkin böyümə sürəti bitkiyə imkan verir ki, mühitdə münasib olmayan amillərə, o cümlədən xəstəliklərə və əlaq otlarına qarşı daha müqavimətli olsunlar. Həmçinin, bitkinin tez böyüməsi onun gövdə və yarpaqlarında çox qida toplanmasına imkan yaradır və lazım olan zamanda bu qida dənlərə ötürülərək məhsuldarlığın artmasına səbəb olur. Dənin dolma dövrünün uzun müddətli olması da toplanmış fotosintez maddələrindən və cari fotosintez məhsulundan daha çox istifadə edilməsinə imkan yaradır. Digər tərəfdən, dənin dolma sürətinin çox olması toplanmış maddələrin dənə ötürülmə sürətinin artmasına səbəb olur. Ona görə də, veqetasianın sonlarında münasib olmayan şərait yaranarsa, dənin dolma sürəti yüksək olan hibridlərdə, məhsulun aşağı düşməsinin qarşısı alınır. Su qıtlığı şəraitində, dən məhsuldarlığı ilə qıçanın üstündəki yarpaqların sayının əks əlaqəsini nəzərə alaraq, demək olar ki, qıçanın yuxarısındakı yarpaqlar günəş şüasını cəzb etməsinə və yaxşı tənəffüs etməsinə baxmayaraq, qıçanın yuxarısındakı yarpaqların kölgəsi altında qalır və bu da bitkidə ümumiyyətlə fotosintezin azalmasına səbəb ola bilər. Digər tərəfdən isə fəsilin sonunda su qıtlığı stresi şəraitində yarpaqları çox olan hibridlərdə fotosintezin pozulması ilə tənəffüsün miqdarı da çox olacaqdır. Bu səbəbdən yarpaq sayı çox olan hibridlər yarpaqlarını qorumaq üçün daha çox enerji sərf edəcəklər ki, bu da, dən məhsuldarlığının azalmasına gətirib çıxara bilər. Ümumiyyətlə, dən dolma mərhələsində suvarılmanın kəsilməsi şəraitində, qıça

sirasında dənin sayı, dənin dolma sürətinin çoxluğu və qıçadan yuxarıdakı yarpaqların sayı kimi əlamətlər əsasında quraqlığa davamlı hibridləri seçmək olar [27,107,358].

M.E. Westgate və J.S. Boyer də [403] belə bir fikir irəli sürmüşlər ki, yeni qarğıdalı hibridlərində yüksək dən məhsulu, dən dolma dövrünün artması, gec qocalma, çiçəyin miqdarının azalması və yarpaqların perpendikulyar düzümü ilə əlaqədardır. L.M. Dwyer və əməkdaşları üç yetişmə qrupuna aid 9 qarğıdalı hibridləri ilə apardıqları tədqiqatlara əsaslanaraq belə nəticəyə gəlmişlər ki, dən dolma dövrü və məhsuldarlıq indeksi, dən məhsuldarlığı ilə yüksək korrelyasiya təşkil edir. Onlar təklif etmişlər ki, qarğıdalı genotiplərinin əlverişli seçimi zamanı bu əlamətlərdən istifadə faydalı ola bilər [181].

Dən məhsuldarlığı ilə əlamətlər arasındakı korrelyasiyalar mühüm amil hesab edilsə də, əlamətlər arasındakı sadə korrelyasiya, yüksək məhsuldarlıqla bağlı olan əlamətlərin müəyyənləşdirilməsində əsas sayıla bilməz. Halbuki, path analizindən istifadə etməklə müxtəlif əlamətlərin birbaşa və dolaylı təsirlərini məhsuldarlıqla müəyyənləşdirmək imkanı yaranır [417].

Bu tədqiqatda path analizini yerinə yetirməzdən öncə təsirsiz və ya az təsirli əlamətləri aradan qaldırmaq məqsədilə çox dəyişikli ardıcıl reqressiya analizindən istifadə olunmuşdur. Çox dəyişikli xətti reqressiya tənliyini müəyyənləşdirmədən əvvəl, çox xətti fenomenin mövcud olmasını, müstəqil dəyişənlər arasının sınaqdan keçirilməsi lazımdır. Çox xətti fenomeni müəyyənləşdirmək üçün dəyişənlər arası variasiya inflyasiya faktoru (VİF) statistikasından istifadə edilmişdir. VİF statistikasının hesablanması göstərdi ki, əlamətlər arasında çox xətti fenomen mövcuddur. Laboratoriya və ya əkin sahəsində riyazi düsturla hesablanmış əlamətlərdən bir qismi silinməklə, əlamətlər arası çox xətti fenomen də ortadan qalx-

miş olur. Bu əlamətləri aradan qaldırmaqla reqressiya analizini yerinə yetirməkdə heç bir problem müşahidə edilmir.

Deyildiyi kimi, dən məhsuldarlığının ən mühüm əlamətlərini müəyyənləşdirmək məqsədilə ardıcıl reqressiya analizindən istifadə edilmişdir. Tam suvarılan şəraitdə, dənin dolma sürəti əlaməti birinci dəyişən olaraq modelə daxil edildi və bu da, özü-özlüyündə 81.8% hibridlər arası məhsuldarlıq dəyişikliklərini nümayiş etdirdi. Ondan sonra ikinci mərhələdə dənin dolma dövrünün müddəti modelə daxil oldu və dənin dolma sürəti ilə yanaşı 99.8 faiz məhsuldarlıq dəyişikliyi göstərdi (Cədvəl 3.10). Su qıtlığı stresi şəraitində dənin dolma sürəti əlaməti ilk dəyişən olaraq modelə daxil oldu və özü-özlüyündə 74.2 % hibridlər arası məhsuldarlıq dəyişikliyi doğrultdu. Ondan sonra ikinci mərhələdə dənin dolma dövrünün müddəti modelə artırıldı və dənin dolma sürəti ilə yanaşı, 99.2% dən məhsuldarlığı dəyişikliklərini göstərdi. Nəhayət üçüncü və dördüncü mərhələdə, uyğun olaraq, qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlər və qıça sırasında dənin sayı əlamətləri reqressiya modelinə daxil oldular. Bu dörd əlamət dən məhsuldarlıq dəyişikliklərinin 99.4%-in doğrultmaqla, bu şəraitdə dən məhsuldarlığını izah etməkdə ən mühüm və təsiredici əlamətlər kimi müəyyən edildi (Cədvəl 3.11).

Cədvəl 3.10.

Tam suvarılan şəraitdə ardıcıl reqressiya üsulu ilə məhsuldarlığa bağlı seçilən əlamətlərin reqressiya əmsalı

Mərhələ	b (reqressiya əmsalı)		başlamaqdan en	Orta kvadratik	R ²
	D.D.S.	D.D.D. M.			
1	0.454**	-	0.474	33.755**	0.818
2	0.471**	0.172**	-8.086	20.59**	0.998

D.D.S.- dənin dolma sürəti; D.D.D.M.- dənin dolma dövrünün müddəti; ** - 1% ehtimallıqla mənalı dərəcədə fərqliliklər.

H. Corke və L.W. Kannenbergin tədqiqatlarının nəticələrinə görə dənin dolma sürəti çox olan genotiplərin məhsuldarlığı da çox olmuşdur [167]. T.B. Daynard və L.W. Kannenberg müxtəlif sıxlıqlarda əkilmiş üç qarğıdalı hibridini tədqiq etməklə belə nəticəyə gəlmişlər ki, dənin dolma dövrünün müddəti ilə dən məhsuldarlığı arasında mənəfi xətti əlaqə vardır, 70-80 faiz məhsuldarlıq fərqləri dənin dolma dövrünün müddətində olan fərqlərə aid edilmişdir [173]. M. Yazdandoost-Hamedani və A. Rezai (1991) dənin dolma sürəti və dənin dolma dövrünün müddəti əlamətlərini dən məhsuldarlığının izahında ən mühüm və təsiredici əlamətlər kimi müəyyən etmişlər [417]. R. Sadat [339] reqressiya analizindən istifadə etməklə göstərmişdir ki, qıça sırasında dənin sayı, məhsuldarlıq dəyişikliklərinin çoxunu doğruldur.

Tam suvarılan şəraitdə dənin dolma sürəti və dənin dolma müddəti əlamətlərinin dən məhsuldarlığı ilə bilavasitə və dolay korrelyasiyaları, path analizi yolu ilə əldə edilmişdir. Path analizinin nəticələri göstərmişdir ki, dənin dolma sürəti (0.938), dənin dolma dövrü müddəti (0.425) ilə müqayisədə dən məhsuldarlığına daha çox bilavasitə təsir göstərir (Cədvəl 3.12).

Cədvəl 3.11

Quraqlıq şəraitdə ardıcıl reqressiya yolu ilə məhsuldarlığa bağlı seçilən əlamətlərin reqressiya əmsali

Mərhələ	b (reqressiya əmsali)				başlamaqdan en	Orta kvadratik	R ²
	D.D.S.	D.D.D.M.	Q.S.G.S.	Q.S.D.S.			
1	0.284**	-	-	-	1.541	8.884**	0.742
2	0.373**	0.128**	-	-	-4.773	5.933**	0.992

Cədvəl 3.11-in davamı

3	0.376**	0.129**	-0.007**	-	-4.369	3.96**	0.993
4	0.37**	0.125**	-0.009**	0.009**	-4.295	2.974**	0.994

D.D.S.- dənin dolma sürəti; D.D.D.M.-dənin dolma dövrünün müddəti; Q.S.G.S.- qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayı; Q.S.D.S.- qıça sırasında dənin sayı; ** - 1% ehtimallıqla mənalı dərəcədə fərqliliklər.

Cədvəl 3.12.

Tam suvarılan şəraitdə ardıcıl üsulla reqressiya modelinə daxil olan əlamətlərin məhsuldarlığa bilavasitə və dolay təsirləri, path analiz əsasında nəticələri

Əlamətlər	Bilavasitə təsir	Dolay təsirlər		Məhsuldarlıqla Korrelyasiya
		D.D.D.M.	D.D.S.	
D.D.D.M.	0.425	-	-0.075	0.35
D.D.S.	0.938	-0.034	-	0.904
Qalıq təsirlər		0.041		

D.D.S.- dənin dolma sürəti; D.D.D.M.- dən dolma dövrünün müddəti

Quraqlıq şəraitində dənin dolma sürəti, dən dolma dövrünün müddəti, qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayı və qıça sırasında dənin sayı kimi əlamətlərin dən məhsuldarlığı ilə korrelyasiyasının bilavasitə və dolay təsirlərini aydın etmək üçün path analizi yerinə yetirilmişdir. Bu şəraitdə dən məhsuldarlığı üzərinə birbaşa və ən çox müsbət təsir, dən dolma sürəti və dən dolma dövrü əlamətləri olmuş-

dur. Bu da onu göstərir ki, bu əlamətlərin artırılması ilə dən məhsuldarlığı da arta bilər.

Dən məhsuldarlığı üzərinə, qıça sırasında dənənin sayının (0.041) ən az müsbət təsiri olmuş, lakin bu əlamətin dolayı yolla dən məhsuldarlığına təsiri dən dolma sürəti (0.294), dən dolma dövrünün müddəti (0.1) vasitəsilə olmuşdur. Qıcanın saçaqlarının aşkar olunması üçün lazım olan günlərin sayının dən məhsuldarlığı üzərinə bilavasitə mənfi təsiri (-0.041) vardır və bu mənfi təsir, müsbət dolayı təsir yolu ilə, yəni dənənin dolma sürəti (0.26) vasitəsilə bir həddə qədər azalır (Cədvəl 3.12).

Cədvəl 3.13

Quraqlıq şəraitində ardıcıl üsulla reqressiya modelinə daxil olan əlamətlərin məhsuldarlığa bilavasitə və dolayı təsirləri, path analiz əsasında nəticələri

Əlamətlər	Bilavasitə təsir	Dolayı təsirlər				Məhsuldarlıqla Korrelyasiya
		Q.S.D.S.	Q.S.G.S.	D.D.D.M.	D.D.S.	
Q.S.D.S.	0.041	-	-0.01	0.1	0.294	z0.43
Q.S.G.S.	-0.041	0.009	-	-0.03	0.26	0.20
D.D.D.M.	0.553	0.007	0.002	-	-0.533	0.03
D.D.S.	1.122	0.01	-0.01	-0.263	-	0.86
Qalıq təsirlər		0.077				

D.D.S.- dənənin dolma sürəti; D.D.D.M.- dənənin dolma dövrünün müddəti; Q.S.G.S.- qıcanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayı; Q.S.D.S.- qıça sırasında dənənin sayı

Beləliklə, dən məhsuldarlığına görə tədqiq edilən hibridlər arasında olan müxtəliflik ümumiyyətlə dənin dolma sürətinə bağlıdır və bu əlamət dən məhsuldarlığında ən mühüm amil sayılır [27,360]. E. Ottaviano və A.Camussi də müxtəlif şəraitlərdə becərilmiş qarğıdalı hibridləri ilə apardıqları təcrübələrdən belə nəticəyə gəlmişlər ki, dən məhsuldarlığı dənin dolma dövrü və sürəti ilə əlaqədardır. Lakin, bu tədqiqatın nəticələri göstərdi ki, dənin dolma sürətinin daha çox rolu vardır [305]. Bu nəticələr bizim aldığımız nəticələrə tamamilə uyğundur.

Bununla əlaqədar S.M. Shoaie Hosseini və əməkdaşlarının (2008) tam suvarılan şəraitdə qarğıdalının müxtəlif hibridləri üzərində apardıqları tədqiqatlar, sadə korrelyasiya, ardıcıl reqressiya və path analizi vasitəsilə çıxarılan nəticələr göstərdi ki, qıçanın oduncuk faizi, dənin uzunluğu, qıça sırasında dənin sayı, bitkinin boyu və sonrakı mərhələdə qıçanın uzunluğu əsasında dolayı seçim də məhsuldarlığı artırmaq üçün faydalı ola bilər. Su qıtlığı stresi şəraitində, dolayı seçim ilə dən məhsuldarlığını artırmaq üçün qıçanın diametri, qıça sırasında dənin sayı və sonrakı mərhələdə qıçanın uzunluğu əlamətlərindən istifadə etmək olar [361]. A. Ahmadzadeh (1998) göstərmişdir ki, hər iki şəraitdə, yəni stres və adi mühit şəraitində məhsuldarlığın komponentləri, yəni bitkidə qıçanın sayı, qıça dəninin sıra sayı və qıça sırasında dənin sayı, məhsuldarlığa daha çox təsir edir. Başqa morfoloji əlamətlər, o cümlədən yarpağın ümumi sayı, yarpağın eni və uzunluğu, gövdənin diametri, qıçanın uzunluğu, tac çiçəyinin uzunluğu kimi əlamətlər quraqlıq stresi şəraitində xüsusi əhəmiyyət daşıyır və bu da stres şəraitində məhsuldarlığı artırmaq üçün xüsusi olaraq seleksiya indeksinin dəyərini qaldırmağa yönəlidir [98].

M. Yazdandoost-Hamedani və A. Rezai (2001), N. Upadaya-yula və əməkdaşları (2005) və V. Rameeh (2000) də müəyyən etmişlər ki, dən məhsuldarlığına, qıça sırasında dənin sayı əlamətinin birbaşa təsiri başqa əlamətlərdən daha çoxdur [321, 388, 417].

Tam suvarılan və su qıtlığı şəraitlərində, dənin dolma müddəti və dənin dolma sürəti əlamətləri məhsuldarlığa bilavasitə yüksək təsir göstərir. Bu göstəricilərə daha çox təsir edən əlamətləri müəyyən etmək üçün ayrıca ardıcıl reqressiya üsulundan istifadə edilmişdir. Bu reqressiya analizində dənin dolma dövrü və dənin dolma sürəti əlamətləri asılı dəyişən və məhsuldarlıqdan başqa əlamətlər, müstəqil dəyişən kimi nəzərdə tutulur.

Tam suvarılan şəraitdə dənin dolma müddəti əlamətində ardıcıl reqressiya üsulunun yerinə yetirməsi göstərdi ki, yalnız ilkin boy əlaməti (əkiləndən 30 gün sonrakı bitkinin boyu) reqressiya modelinə daxil olur. Belə ki, dən dolma dövrünün müddəti üzərində birbaşa ilkin boyun təsiri 0.326 ilə və bu modelin R^2 -i (əmsal) 0.354 ilə bərabərdir. Bu şəraitdə dənin dolma sürəti ilə əlaqədar olaraq yalnız hektolitr əlaməti reqressiya modelinə daxil olur. Belə ki, dənin dolma sürəti üzərinə hektolitr əlamətinin birbaşa təsiri 0.322, və modelin R^2 -i 0.407 ilə bərabərdir. Modellərin R^2 -nin aşağı olması onu göstərir ki, laboratoriya və əkin sahələrində ölçülmüş əlamətlərdən başqa digər əlamətlərin də ölçülməsi zəruridir. Dənin dolma mərhələsində, su qıtlığı şəraitində dənin dolma müddəti əlamətində ardıcıl reqressiya üsulunun yerinə yetirilməsi göstərdi ki, dənin dolma sürəti, qıça sırasında dənin sayı, bitkinin boyu, qıça dəninin sıra sayı və xlorofilin miqdarı $(a+b)$ əlamətləri, uyğun olaraq, reqressiya modelinə daxil olmuşdur.

Cədvəl 3.14

Quraqlıq şəraitdə ardıcıl üsulla reqressiya modelinə daxil olan əlamətlərin dənin dolma dövrü müddətinə bilavasitə və dolay təsirlərinin path analizi əsasında nəticələri

Əlamətlər	Bilavasitə təsir	Dolay təsirlər				D.D.D.M.- la Korrelyasiya
		X.M.	Q.D.S.S.	B.B.	Q.S.D.S. D.D.S.	
X.M.	-0.679	0.097	0.032	0.064	0.009	-0.475
Q.D.S.S.	0.372	-0.178	0.001	0.002	-0.017	0.181
B.B.	0.342	-0.064	0.001	-0.064	0.033	0.25
Q.S.D.S.	0.366	-0.121	0.002	-0.06	-0.047	0.142
D.D.S.	0.248	-0.028	-0.026	0.045	-0.069	0.172
Qalıq təsirlər = 0.65						

D.D.S.- dənin dolma sürəti; Q.S.D.S.- qıça sırasında dənin sayı; B.B.- bitkinin boyu; Q.D.S.S.- qıça dəninin sıra sayı; X.M.- xlorofilin miqdarı (a+b); D.D.D.M.- dənin dolma dövrünün müddəti

Belə ki, qıça sırasında dənin sayı, qıça dəninin sıra sayı, bitkinin boyu, dənin dolma sürəti və xlorofilin miqdarı (a+b) əlamətlərinin dənin dolma dövrünün müddətinə birbaşa təsiri, uyğun olaraq, -0.679, 0.372, 0.342, 0.366 və 0.248 ədədlərinə bərabərdir (Cədvəl 3.14).

Bu şəraitdə dənin dolma sürəti əlaməti ilə əlaqədar olaraq, dənin dolma dövrü müddəti, ASI (tozlanma ilə saçaqlama arasındakı günlərin sayı), dənin uzunluğu və bitkinin boyu əlamətləri reqressiya modelinə daxil edilmişdir. Belə ki, dənin uzunluğu, bitkinin boyu, ASI və dənin dolma dövrünün müddəti əlamətlərinin birbaşa dənin dolma sürətinə təsirləri, uyğun olaraq, -0.498, 0.414, 0.455 və 0.347-lə bərabər olmuşdur (Cədvəl 3.15).

Cədvəl 3.15

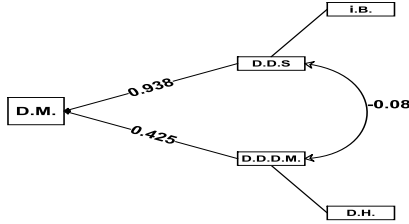
Quraqlıq şəraitdə ardıcıl üsulla regressiya modelinə daxil olan əlamətlərin dənin dolma sürətinə bilavasitə və dolay təsirləri, path analiz əsasında nəticələri

Əlamətlər	Bilavasitə təsir	Dolay təsirlər			D.D.S.-la Korrelyasiya	
		B.B.	D.Q.	ASI		
B.B.	-0.498		-0.034	-0.03	0.086	-0.475
D.Q.	0.414	0.04		0.007	-0.016	0.446
ASI	0.455	0.032	0.006		-0.085	0.409
D.D.D.M.	0.347	-0.125	-0.019	-0.111		0.093
Qalıq təsirlər = 0.61						

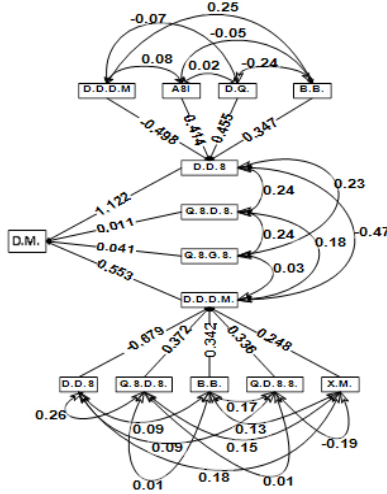
D.D.D.M.- dənin dolma dövrünün müddəti; ASI- tozlanma ilə saçaqlama arasındakı günlərin sayı; D.Q.- dənin qalınlığı; B.B.- bitkinin boyu; D.D.S.- dənin dolma sürəti

Ümumiyyətlə əldə olunan nəticələrə nəzər saldıqda, hibridlərin məhsuldarlığının ən yüksək müxtəlifliyini birinci növbədə dənin dolma sürəti ilə əlaqələndirmək olar. Dənin dolma dövrünün müddəti isə ikinci dərəcəli əhəmiyyət daşıyır. Dənin dolma sürəti, saçaqların aşkar olmasından əvvəlki dövrdən, həmçinin mənbəyin ölçüsündən və fotoassimilasiyanın (fotosintezdən əldə edilən maddələr) mövcudluğundan asılıdır.

Qıçanın saçaqlarının aşkar olunmasına lazım olan günlərin sayı və dən dolma dövrünün dən məhsuldarlığına müsbət təsiri nəzərə alındıqda, məlum olur ki, saçaqların aşkar olunmasından əvvəlki dövrün uzanması dən məhsuldarlığının yüksəlməsinə gətirib çıxara bilər. Dənin dolma sürəti, 1000 dənin kütləsi və dənin sayı əlamətlərinin bir-biri ilə müsbət və mənfi korrelyasiya əlaqələri vardır. Bələliklə, dənin sayı və dən dolma sürəti fotoassimilasiyanın nəticəsi hesab olunur, bu səbəbdən belə nəticəyə gəlmək olar ki, dən dolma sürətinin və dən sayının çox olması məhsuldarlığı yüksək olmasına səbəb olacaqdır [27].



(a)



(b)

Şəkil 3.6. Tam suvarılan (a) və quraqlıq şəraitdə (b) dən məhsuldarlığı ilə əlaqədar olan əlamətlərin path analizi diaqraması

D.M.-dən məhsuldarlığı; D.D.S.- dənin dolma sürəti; D.D.D.M.- dənin dolma dövrünün müddəti; Q.S.G.S.- qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayı; Q.S.D.S.- qıça sırasında dəninin sayı; ASI- tozlanma ilə saçaqlama arasındakı günlərin sayı; D.Q.- dəninin qalınlığı; B.B.- bitkinin boyu; Q.D.S.S.- qıça dəninin sıra sayı; X.M.- xlorofilin miqdarı (a+b); İ.B.-İlkin boy; D.H.- dənin hektolitri

Nəhayət belə nəticəyə gəlmək olur ki, dən dolma prosesinin sürətini artırmaqla dən məhsuldarlığının potensialını qaldırmaq olar. Bu səbəbdən seleksiya proqramlarında bu məsələyə diqqət yetirilməlidir.

IV FƏSİL

STRES AMİLLƏRİN BİTKİ GENETİK SİSTEMLƏRİNİN QURULUŞ VƏZİYYƏTİNƏ VƏ FUNKSIONAL FƏALLIĞINA TƏSİRİ

Stres amillərin təsirinə qarşı bitkilər müxtəlif cavab reaksiyaları verir ki, onların da içərisində ən önəmlisi genetik aparatın reaksiyasıdır. Bu reaksiya, DNT-nin quruluş vəziyyətinin dəyişilməsində və funksional fəallığın, yəni taranskripsiya intensivliyinin yüksəlməsində özünü göstərir.

Bitkilərin qeyri-əlverişli mühit şəraitinə uyğunlaşması zülal sintezinin gedişindən, ilk növbədə DNT-nin quruluş və funksiyasından aslıdır. Quruluş vəziyyətinə və funksional fəallığına görə hüceyrə nüvəsindəki DNT eynicinsli deyildir. Onun bir hissəsi labil vəziyyətdə olub, daha fəaldır və ən çox eukromatin hissəsində yerləşir. DNT-nin digər fraksiyası isə histonlarla birləşmiş şəkildə olub, daha az fəal olan heterokromatinin tərkibini təşkil edir. DNT-nin bu vəziyyətdən digərinə keçməsi genetik tənzimləmə və hüceyrədəki morfogenetik proseslərlə əlaqədar baş verir. Bütün əlamətlərə görə labil DNT reduplikasiya formasında olan DNT-dir və onun miqdarı genomun fəallığını xarakterizə edir [46]. Bununla əlaqədar olaraq, stres amillərin və fitohormonların təsirindən genomda labil və stabil DNT fraksiyalarının miqdarında baş verən dəyişmələrin öyrənilməsi böyük maraq doğurur və bu kimi tədqiqatlar stresə davamlılığın və fitohormon təsirinin molekulyar-genetik xüsusiyyətlərinin aydınlaşdırılmasına kömək edə bilər.

Bu tədqiqatda məqsəd, quraqlıq və duzluluq streslərinə davamlı və həssas olan bitki genotiplərinin hüceyrə nüvə-

sində, stres təsirindən DNT fraksiyalarında və RNT sintezində baş verən dəyişmələrin aşkar edilməsi və bu dəyişmələrə fitohormon kompleksinin təsirinin öyrənilməsidir.

Quraqlıq və duzluluq streslərinin təsirindən genomda baş verən dəyişmələrin öyrənilməsi, davamlılıq dərəcələrinə görə bir-birindən fərqlənən bitki sortnümünələri üzərində aparılmışdır. Davamlılığın diaqnostikası metodlarında olduğu kimi, bitki toxumları sterilizə olunmuş petri qablarında əkilmiş və cücərmənin 6-cı günündən etibarən aşağıdakı sxem üzrə laboratoriya təcrübələri qoyulmuşdur.

1. Nəzarət 1: su, 24 saat
2. PEQ (0,5 atm), 24 saat
3. Nəzarət 2: PEG-dən sonra su, 48 saat
4. PEQ-dən sonra Hib+Kin(50mq/lt) fitohormon kompleksi, 48 saat
5. Duz-0,2M NaCl, 24 saat
6. Nəzarət 3: Duzdan sonra su, 48 saat
7. Duzdan sonra Hib+Kin(50mq/lt) fitohormon kompleksi, 48 saat

Altı günlük arpa cücərtilərini bir hissəsi suda saxlanmış, bir hissəsi isə ayrılaraq 0,5 atm təziqli polietilenqlikol (PEQ 3000) və 0,2M NaCl məhlullarına keçirilmişdir. 24 saatdan sonra hər üç variantdan analiz üçün yarpaq nümunələri götürülmüş və yerdə qalan bitkilərin kökləri yuyularaq stres məhlullardan təmizlənmiş və fitohormon (Hib+Kin) məhluluna keçirilmişdir. 48 saatdan sonra nəzarət və təcrübə variantlarından yenidən yarpaq nümunələri götürülmüş və bütün nümunələrdə DNT fraksiyaları və RNT-nin miqdarı təyin edilmişdir.

4.1. DNT fraksiyaları, RNT-nin ayrılması və miqdarlarının təyini

Bitki hüceyrələri tərkibindən DNT fraksiyalarının ayrılması Alekseyev tərəfindən işlənilib hazırlanmış mərhələli fraksiyalaşdırılma metodu ilə həyata keçirilmişdir. Bu metodun əsasını fərqli ion gücündəki məhlulların mərhələli təsir prinsipi təşkil edir. Bu metod xromatinin quruluşundan labil-zülalsız və ya zülallarla zəif əlaqəli və funksional aktiv, stabil-histonlarla tam bağlanmış, qalıq və ya möhkəm əlaqəli DNT-ni ayırmağa imkan verir [46].

4.1.1. Labil DNT-nin ayrılması

Yarpaqlar (3 təkrarda 3qr hesabı ilə) 70%-li etanol, daha sonra 3%-li hidrogen peroksidlə (H_2O_2) sterilizə olunduqdan sonra, soyuq sterilizə olunmuş H_2O ilə yaxalanaraq filtr kağızı ilə qurudulduqdan sonra həvəngdə şüşə tozu ilə soyuq kame-rada 5 həcmdə bufer məhlulu ilə əzilir. Bufer: 0.15M NaCl-0.03M natri sulfat, 0.05M tris-HCl pH 8.0-0.1M EDTA (etilendiamintetraüksus turşusu). Alınmış homogenat soyuqda 15 dəqiqə əzilir, sınaq şüşələrinə keçirilir, 500g dövrədə 15 dəq. müddətində sentrafuqada fırladılır. Sentrafuqada sınaq şüşə-ciklərində ayrılmış duru ekstrakt (I) kolbalara keçirilir, çöküntü isə yuxarıda göstərilən şəraitdə həmin həcmdə bufer məhlulu ilə təkrar qarışdırılır, yenidən sentrafuqada 500g dövrə ilə 15 dəqiqə müddətində fırladılır. I və II ekstraktlar birləşdirilir, ayrılmış müəyyən həcmli (20-30 ml) ekstraktın üzərinə 2 həcm soyuq 96%-li etanol əlavə edilərək çökdürülür. Labil DNT-nin ayrılması başa çatdırılır, çöküntü isə formalaşma getsin deyə spirdə saxlanılır.

4.1.2. Stabil DNT-nin ayrılması

Labil DNT-ni ayırdıqdan sonra çöküntü yenidən həvəngə keçirilir, 6 həcm bufer məhlulu ilə soyuq kamerada 15 dəqiqə müddətində əzilir. Bufer: 0.6M NaCl-0.001M EDTA-0.05M tris-HCl pH 8.0-0.5% DDS (dodetilsulfat natri). Çöküntü əzilərək qarışdırıldıqdan sonra sentrafuqada 2500g 15 dəq. fırladılır. Çöküntünün üzərinə yenidən 6 həcm bufer məhlulu əlavə edilərək, təkrar soyuq şəraitdə əzilərək qarışdırılır, sentrafuqada təkrar fırladılır, üst hissəsi süzülür. I və II ekstraktlar birləşdirilir, 2 həcm 96%-li spirtlə çökdürülür.

4.1.3. Qalıq DNT-nin ayrılması

Stabil DNT ayırdıqdan sonra çöküntünün üzərinə 6 həcm fosfat buferi əlavə etməklə otaq temperaturunda yaxşıca əzilərək qarışdırılır. Bufer: 0.18M NaCl-0.001M EDTA-0.02M fosfat buferi pH-8.0-5%-PASK-1% DDS. Bufer qarışığı ilə çöküntü su hamamında 60⁰ temperaturda 5 dəq. müddətində saxlanılır. Soyuduqdan sonra 2500g dövrə ilə sentrafuqada 15 dəq. fırladılır, süzülür, 2 həcm 96%-li spirtlə çökdürülür. Spirtlə çökdürülmüş labil, stabil, qalıq DNT-lər 2 dəfə sentrafuqada fırladılır. DNT fraksiyalarını (labil, stabil, qalıq) digər qarışıqlardan tam təmizləmək məqsədilə aşağıdakı ardıcılıqla yuyulma aparılır. Hər yuyulma sentrafuqada 5 dəqiqə fırladılaraq başa çatdırılır.

1. 96% - li spirtlə - 1 dəfə (otaq temperaturunda)
2. 80% - li spirtlə - 3 dəfə su hamamında 80⁰ temperaturda saxladıqdan sonra soyuq şəraitdə
3. 5%-li ÜXS (üçxlorsirkə turşusu)-da 2 dəfə soyuq şəraitdə
4. 80% - li spirtlə - 1 dəfə otaq temperaturunda
5. 96% - li spirtlə - 1 dəfə otaq temperaturunda

6. 3:1 spirt efir qarışığında çöküntülər qarışdırılaraq 2 dəfə su hamamında 65-70 dərəcə temperaturda saxlanılır və sentrafuqada həmin dövrdə fırladılaraq üst hissəyə atılır.

7. Çöküntülər təmiz efirlə qarışdırılır, sentrafuqada fırladılır üst hissəsi süzülərək təmiz DNT əldə edilir.

Alınmış ağ toz şəklində DNT üzərinə 0.5n NaOH məhlulu əlavə edilərək, 18 saat müddətində 37⁰C temperaturda termostata hidroliz olunmağa qoyulur. Vaxt başa çatdıqdan sonra hidrolizat sentrafuqada 12000g dövrə 10 dəq. fırladılır, süzülür, çöküntü atılır. Çöküntünün üst hissəsi 0.5n NaON-la 10 ml-ə çətdirilir və 57%-li HClO₄-la pH=1 olana qədər neytrallaşdırılır. DNT-ni RNT-dən ayırmaq üçün süzüntü (formalaşma getsin deyə) 40 dəq. müddətində soyuducuda saxlanılır.

Sonra sentrafuqada fırladılır, sentrafuqat RNT olub, çöküntü DNT-dən ayrılır. Çöküntü 2 dəfə 0.5n HClO₄-la yuyulur, sentrafuqada fırladılır, ümumi həcm 40 ml-ə çətdirilir. RNT su hamamında 30 dəq. 80⁰C temperaturda hidrolizə qoyulur. Hidroliz prosesindən sonra RNT 200 dəfə durulaşdırılır, miqdarı spektrofotometrə 270 və 290 nm dalğa uzunluğunda ölçülür. Çöküntünün (DNT-nin) üzərinə 10 ml 0.5n HClO₄ tökülür, 60⁰C temperaturda 20 dəqiqə müddətində hidrolizə qoyulur, soyudulur, müvafiq durulaşma aparılır, miqdarına spektrofotometrə 270 və 290 nm dalğa uzunluğunda baxılır.

RNT və DNT-nin miqdarı aşağıdakı düsturlarla hesablanır:

$$\underline{RNT (mq/100qr)=Fərq \times 55.2 \times durulaşma \times 100}$$

yaş yarpaq (qr)

$$\underline{DNT (mq/100qr)=Fərq \times 53.5 \times durulaşma \times 100}$$

yaş yarpaq (qr)

4.2. Quraqlıq stresinin iki cərgəli və çox cərgəli arpa genomunda əmələ gətirdiyi dəyişikliklər və onlara fitohormonların təsiri

Quraqlığa davamlı, iki cərgəli Hüseyn 1 arpa sortunun yarpaqlarında quraqlıq stressi və fitohormonların təsirindən DNT fraksiyaları və RNT miqdarında baş verən dəyişmələri göstərən nəticələr cədvəl 4.1 və şəkil 4.1-də verilmişdir. Cədvəl və şəkildən görüldüyü kimi quraqlıq stressi zamanı, davamlı arpa sortunda DNT fraksiyalarının, xüsusilə də labil xromatin DNT-sinin miqdarı artır və buna müvafiq təsirindən labil DNT-nin miqdarı 21,9%, RNT-nin miqdarı isə 16,5% çoxalmışdır. Bu fakt, yəni davamlı bitki genotiplərində euxromatin DNT-sinin artması, genetik sistemin fizioloji labilliyinin yüksəlməsini, başqa sözlə xromosom aparatının fəallaşmasını göstərir.

Stresdən 48 saat sonra Hib+Kin fitohormon kompleksinin təsiri nəticəsində RNT-nin miqdarı 30,1% labil DNT-nin miqdarı 38,5% artmış, DNT-nin digər fraksiyalarında da müvafiq artım müşahidə edilmişdir. Bu rəqəmlər, fitohormon kompleksinin genomun aktivliyinin yüksəltdiyini, onun quruluş və funksiyasında pozitiv dəyişmələrə səbəb olduğunu göstərir.

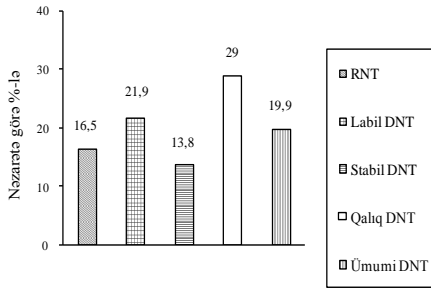
Cədvəl 4.1

Hüseyn 1 arpa sortunda quraqlıq stressi və Hib + Kin hormon kompleksinin təsirindən RNT miqdarı və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr (100q yaş çəkiddə mq-la)

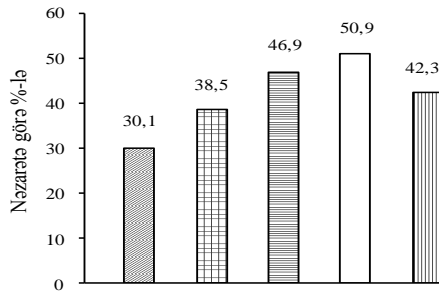
Təcrübə variantı	RNT	DNT fraksiyaları			Ümumi DNT
		Labil	Stabil	Qalıq	
Stresdən 24 saat sonra					
Kontrol	22,26±0,22	5,97±0,18	3,98±0,03	0,31±0,01	10,26
PEQ	26,35±0,47	7,28±0,12	4,53±0,10	0,40±0,02	12,21

Cədvəl 4.1-in davamı

Stresdən 48 saat sonra					
PEQ + Su	25,02±0,17	5,76±0,21	3,62±0,14	0,53±0,03	9,91
PEQ + (Hib + Kin)	32,56±0,47	7,98±0,28	5,32±0,13	0,80±0,03	14,10



a) Stresdən 24 saat sonra baş verən dəyişmələr



b) Stresdən 48 saat sonra Hib + Kin təsirdən baş verən dəyişmələr

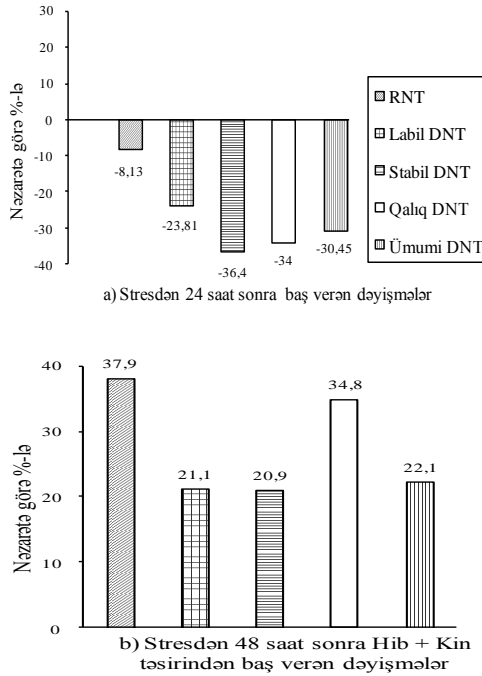
Şəkil 4.1. Hüseyin-1 arpa sortunda quraqlıq stressi təsirdən RNT miqdarı və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr və bu dəyişmələrə Gib + Kin fitohormonların təsiri

Quraqlıq stresinə həssas 6№-li Seçmə arpa nümunəsində isə quraqlığın təsirindən labil xromatin DNT-sinin miqdarı 23,81% azalmış, RNT sintezinin intensivliyi də aşağı düşmüşdür (-8,13%). DNT-nin digər fraksiyaları və ümumi DNT miqdarında da önəmli azalmalar baş vermişdir (şəkil 4.2).

Maraqlıdır ki, stresdən sonra Hib+Kin fitohormon kompleksi verdikdə, davamlı sortlarda olduğu kimi, həssas arpa sortunun genomunda da, kəskin fəallaşma prosesi baş vermiş, RNT miqdarı və DNT fraksiyaları, xüsusilə də labil xromatin DNT-si artmışdır. Oxşar qanunauyğunluq digər müəlliflər tərəfindən buğda bitkisi ilə aparılmış təcrübələrdən də əldə edilmişdir [3, 31].

Alınan nəticələrdən görüldüyü kimi, bəzi hallarda euxromatin DNT-si miqdarı ilə RNT sintezi arasında birbaşa korelyasiya müşahidə edilmir. Bir çox hallarda euxromatin DNT-sinin potensial imkanını RNT sintezi üçün tam realizə olunmur, buradan da fəal xromatinlə genomun realizə olunma dərəcəsi arasında mütənasiblik əmələ gələ bilmir.

Bizim fikrimizcə, genomun quruluş və funksiyasında baş verən bu dəyişmələr bitkilərin stressə davamlılığını xarakterizə edən göstəricilər kimi qəbul edilə bilər və bu onlardan bitki davamlılığı və fitohormon təsirinin molekulyar-genetik mexanizminin açıqlanmasında istifadə oluna bilər.



Şəkil 4.2. 6 №-li Seçmə arpa nümunəsində quraqlıq stresi təsirindən RNT miqdarı və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr və bu dəyişmələrə Hib + Kin fitohormonların təsiri

Çoxcərgəli arpa sortnümunələrindən quraqlıq stresinə davamlı Arpa 75 və həssas Arpa 40 sortları ilə aparılmış təcrübələrdən də, oxşar nəticələr əldə edilmişdir (Şəkil 4.3, 4.4).

Şəkindən göründüyü kimi, quraqlıq stresinin təsirindən Arpa 75 sortunun yarpaqlarında həm RNT və həm də DNT fraksiyalarının miqdarında önəmli artım baş vermişdir. Nəzərə variantında 100q yaş çəkiyə görə RNT-nin miqdarı 17,48 mq olmuşdursa, PEQ variantında bu rəqəm 21,64 mq olmuş,

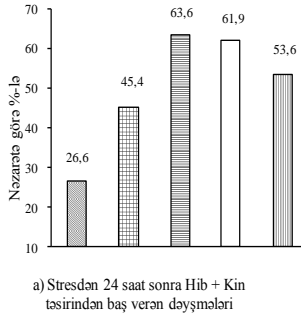
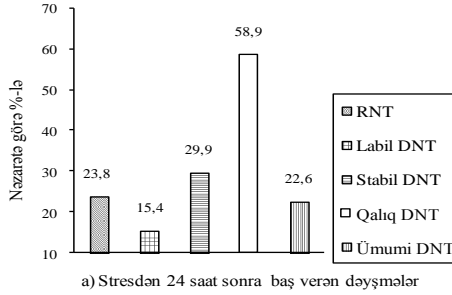
başqa sözlə, quraqlıq stresi təsirindən RNT-nin miqdarı 23,8% artmışdır. Müvafiq olaraq labil DNT-nin miqdarında da 15,4% artım baş vermişdir.

Maraqlıdır ki, quraqlıq stresi bu sortun yarpaqlarında, qalıq DNT-nin miqdarını ən çox iki dəfəyə qədər artırmışdır. Qalıq DNT-nin genomunda ümumi miqdarının az olmasına baxmayaraq, onun metabolik fəal fraksiyası olduğu və hüceyrə bölünməsinin sürətlənməsində önəmli rol oynadığı güman edilir.

Fikrimizcə, quraqlıq stresi təsirindən labil və qalıq DNT fraksiyalarında və RNT sintezində baş verən pozitiv dəyişmələr, genomun funksional fəallığının artmasını göstərməklə öz növbəsində sintetik proseslərin, xüsusilə zülal sintezinin sürətlənməsini təmin edir və orqanizmin stres amillərə qarşı müqavimətini artırır.

Quraqlıq stresindən 48 saat sonra Hib+Kin fitohormon kompleksi tətbiq edildikdə RNT miqdarında və DNT fraksiyalarında kəskin artım müşahidə edilmişdir. RNT-nin miqdarı 26,6%, ümumi DNT-nin miqdarı isə 53,6% artmışdır. Ümumi DNT-nin miqdarındakı artım bütün DNT fraksiyalarının hesabına baş vermişdir. Bu zaman labil DNT-nin miqdarı 45,4, stabil DNT-nin miqdarı 63,6, qalıq DNT-nin miqdarı isə 61,9% çoxalmışdır. Bu faktlar tətbiq edilən fitohormon kompleksinin genomun quruluş vəziyyətinə önəmli təsir etdiyini və hüceyrə bölünməsinin sürətləndirdiyini göstərir.

Bəzi müəlliflərin mülahizəsinə görə hüceyrədəki nuklein turşuları və zülalların miqdarı sintetik və hidrolitik proseslərin səviyyəsi ilə əlaqədardır. Ona görə ki, metabolik proseslərin aktivliyi DNT-nin replikasiyası və transkripsiyasının aktivliyindən aslıdır [77].



Şəkil 4.3. Arpa 75 sortunda quraqlıq stresinin təsirindən RNT miqdarı və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr b) Bu dəyişmələrə Hib+Kin fitohormon kompleksinin təsiri

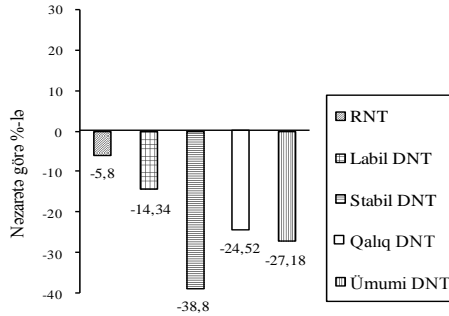
Quraqlıq stresinə qarşı həssas olan Arpa 40 sortunun yarpaqlarında isə stres təsirindən DNT fraksiyalarında və RNT miqdarında nəzərə çarpaçaq azalmalar müşahidə edilmişdir (Şəkil 4.4).

4.4-cü şəkildən görüldüyü kimi, quraqlıq stresinə həssas Arpa 40 sortunun yarpaqlarında, stresin təsirindən RNT və DNT fraksiyalarının miqdarında kəskin azalmalar baş ver-

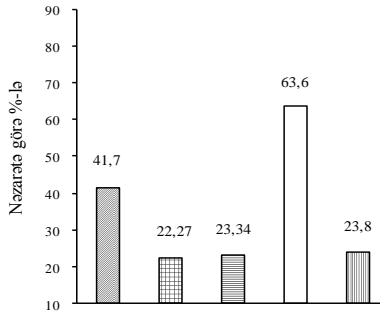
mişdir. Bu azalmalar daha çox DNT fraksiyalarında, xüsusilə də stabil DNT-nin miqdarında müşahidə edilmişdir. Quraqlıq stresi təsirindən RNT-nin miqdarı cəmi 5,8% azalmışdır, stabil DNT-nin miqdarında bu azalma 38,8% olmuşdur. DNT-nin digər fraksiyalarında da önəmli azalmalar baş vermiş, labil DNT 14,34 %, qalıq DNT 24,52 %, ümumi DNT-nin miqdarı isə 27,18 % azalmışdır. Bütün bu nəticələr stres amillərin birbaşa bitki genomunun quruluş vəziyyətinə və funksional fəallığına təsirinin təzahürü kimi qəbul edilə bilər. Həm də bu təsir davamlı genotiplərdə pozitiv olduğu halda, həssas genotiplərdə neqativ olub və nuklein turşularının deqradasiyasına səbəb olur.

Stresdən 48 saat sonra Hib+Kin fitohormon kompleksi tətbiq edildikdə maraqlı nəticələr əldə edilmişdir. Belə ki, fitohormonların təsirindən stresə həssas Arpa 40 sortunun yarpaqlarında RNT miqdarında və DNT fraksiyalarında kəskin artım baş vermişdir. Bu zaman RNT-nin miqdarı 41,7%, labil DNT-nin miqdarı 22,27%, stabil DNT-nin miqdarı isə 23,34% azalmışdır. Ən çox artım isə metabolik aktiv fraksiya olan qalıq DNT-nin miqdarında müşahidə edilmişdir (63,6%).

Mövcud ədəbiyyat məlumatlarında DNT-nin miqdarının dəyişilməsi haqqında müxtəlif fikirlər söylənilir [56]. Bəzi tədqiqatçılar su qıtlığının təsiri nəticəsində nuklein turşularının azalmasını göstərmiş və müəyyən etmişlər ki, bu əsasən RNT-nin hesabına baş verir [83]. Digər tədqiqatçılar isə zəif su qıtlığı zamanı nuklein turşularının artmasını qeyd etmişlər [86].



a) Stresdən 24 saat sonra baş verən dəyişmələr



a) Stresdən 24 saat sonra Hib + Kin təsirindən baş verən dəyişmələri

Şəkil 4.4. Arpa 40 sortunda quraqlıq stresinin təsiri ilə RNT miqdarı və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr b) Bu dəyişmələrə Hib+Kin fitohormon kompleksinin təsiri

R.T. Əliyev və həmkarları (1996, 1997) qarğıdalı (*Zea mays* L.) və pambıqda (*Gossypium hirsutum* L.) Moghaieb və başqaları (2004) isə *Salicornia europaea* və *Suaeda maritima*-da quraqlıq stresindən sonra GA₃ təsirindən DNT və RNT-nin miqdarının artdığını, GA₃-ün quraqlıqdan zərər çəkmiş bit-

kilərdə reparasiya prosesini gücləndirdiyini və DNT replikasiyası və RNT sintezinin artdığını müəyyən etmişlər [32, 168]. Buğda bitkisi ilə aparılmış digər tədqiqatlarda da oxşar nəticələrə rast gəlinir [3, 5].

Fitohormonların təsirindən labil və qalıcı DNT fraksiyalarında baş verən artmalar, toxuma və orqanlarda hüceyrə bölünməsinin sürətlənməsinə dəlalət edir. Bitkilərdə yeni və cavan hüceyrələrin əmələ gəlməsi isə stres amillərə qarşı orqanizmin cavab reaksiyası olub, davamlılıq mexanizmlərindən biri kimi qəbul oluna bilər.

Beləliklə, alınan rəqəmlərdən belə nəticəyə gəlmək olar ki, davamlı arpa genotiplərinin quraqlıq stresinə tolerantlığı, onların genomunun quruluş vəziyyəti və funksional fəaliyyətində baş verən pozitiv dəyişmələrlə əlaqədar olub, ümumilikdə genomun aktivlik dərəcəsinin yüksəlməsinin nəticəsidir. Həssas sortlarda isə əksinə, stres, genomun quruluş vəziyyətinin neqativ yöndə dəyişməsinə, onun funksional fəallığının azalmasına, nuklein turşularının deqradasiyasına səbəb olur ki, bu da, bitkinin zəifləməsinə, müqavimətinin azalmasına və hətta ölümünə gətirib çıxara bilər.

Eyni zamanda müəyyən edilmişdir ki, stres amillərin təsirindən zərər çəkmiş bitkilərə Hib + Kin fitohormon kompleksi tətbiq etməklə, genomda baş vermiş neqativ dəyişmələri aradan qaldırmaq və bununla da, bitkiləri stresin zərərli təsirindən xilas etmək mümkündür. Bu nəticə böyük təcrübi əhəmiyyət kəsb edir və gələcəkdə onun geniş sahələrdə sınaqdan keçirilməsinə ehtiyac vardır.

4.3. Duzluluq stresinin və fitohormonların arpa bitkisinin hüceyrə xromatininin quruluş vəziyyətinə və funksional fəallığına təsiri

Duzluluq, bitkilərin çoxalib yayılmasını məhdudlaşdıran, onların böyümə və inkişafını əngəlləyən, ümumi məhsul itkisi-

sinə səbəb olan geniş yayılmış ətraf mühit amillərindən biridir. Dünyada əkinə yararlı torpaq sahələrinin təxminən 40%-ə qədəri duz stresinin təsiri altındadır [186, 317]. Bu rəqəm ildən ilə artmaqdadır. ABŞ Elmlər Akademiyasının qənaətinə görə, yer kürəsində duzlu torpaqların belə sürətli artımı, gələcəkdə böyük bioloji fəlakətə gətirib çıxara bilər.

Duzluluq ölkəmiz üçün də mühüm problem hesab olunur. Belə ki, respublikamızın ümumi torpaq sahəsinin 598,8 min hektarı müxtəlif dərəcədə duzlaşmaya məruz qalmış torpaqlardır [219].

Duzlu torpaqlardan istifadənin alternativlərindən biri də, duzluluğa davamlı, eyni zamanda iqtisadi əhəmiyyət kəsb edən bitki sort və formalarının aşkar edilməsi və onların belə torpaqlarda becərilməsinin təmin olunmasıdır. Odur ki, qida və yem əhəmiyyətinə görə önəmli yeri olan, duzluluq stresinə qarşı davamlılığı ilə fərqlənən arpa bitkisi nümunələri içərisindən davamlı genotiplərin seçilməsi, onlarda tolerantlığın molekulyar genetik əsasların öyrənilməsi böyük elmi və təcürbi əhəmiyyət kəsb edir.

Duzluluq stresinin bütün dünyada kənd təsərrüfatı bitkilərinin məhsuldarlığının azalmasına səbəb olan ən böyük problemlərdən biri olmasına baxmayaraq, bitkilərin duza davamlılıq mexanizmi hələ də tam açıqlanmamışdır. Tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, duz stresinə qarşı bitkilərin göstərdikləri reaksiyalar bitkilərin davamlılıq dərəcəsindən, yaşından, inkişaf fazasından, duzun forma və miqdarından və s. amillərdən aslı olaraq dəyişilə bilər [60, 77].

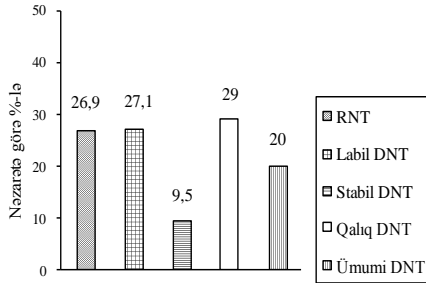
Bitkilərin əlverişsiz mühit şəraitinə uyğunlaşması zülal sintezinin gedişindən, ilk növbədə DNT-nin miqdarından, quruluş vəziyyətindən və funksional fəallığından aslıdır. Quruluş vəziyyətinə və funksional fəallığına görə hüceyrə nüvəsindəki

DNT heterogen xarakterdə olub müxtəlif fraksiyalara bölünür. DNT-nin bir hissəsi labil vəziyyətdə olub, daha fəaldır və ən çox euxromatin hissədə yerləşir. Bütün əlamətlərə görə labil DNT reduplikasiya formasında olan DNT-dir və onun miqdarı genomun fəallığını xarakterizə edir [46]. DNT-nin digər funksiyası isə histonlarla birləşmiş şəkildə olub, daha az fəal olan heteroxromatinin tərkib hissəsini təşkil edir.

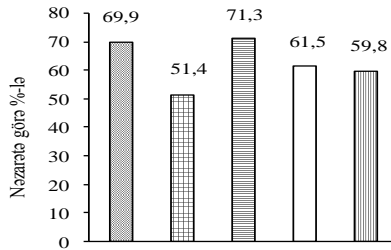
DNT-nin bir quruluş vəziyyətindən digərinə keçməsi genetik tənzimlənmə və hüceyrədəki morfogenetik proseslərlə əlaqədar baş verir. Odur ki, stres şəraitində DNT-nin genetik cəhətdən aktiv və inert fraksiyalarının təyini, başqa sözlə labil və stabil DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələrin öyrənilməsi maraqlıdır.

Bu tədqiqatlarda məqsəd, duzluluq stresinin davamlı və həssas arpa sortnünmələrinin genomunda əmələ gətirdiyi dəyişmələr və bu dəyişmələrə fitohormonların təsirinin öyrənilməsidir.

Tədqiqatın nəticələri göstərmişdir ki, duzluluq stressi təsirindən davamlı arpa nümunələrində labil DNT-nin miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə artır (27,1%) və RNT sintezi də intensivləşir. (Şəkil 4.5). Davamlı bitki genotiplərində, duzluluq stressi təsirindən euxromatin DNT-si miqdarının artması genetik sistemin fizioloji labilliyinin yüksəlməsini, başqa sözlə xromosom aparatının fəallaşmasını göstərir. Stresdən sonra Hib + Kin fitohormon kompleksinin təsirindən genetik aparatın daha da fəallaşması, labil xromatin DNT-sinin 51,4%, RNT-nin miqdarının isə 69,9% artdığı müşahidə edilmişdir. Maraqlıdır ki, fitohormon təsirindən DNT-nin digər fraksiyalarında və ümumi DNT-nin miqdarında da kəskin çoxalmalar baş vermişdir.



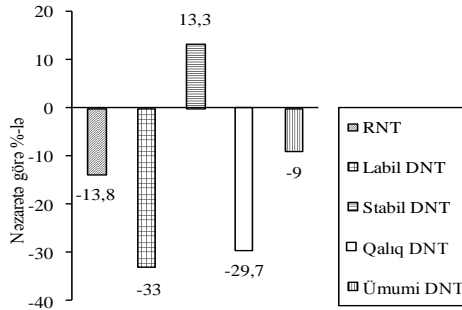
a) Stresdən 24 saat sonra baş verən dəyişmələr



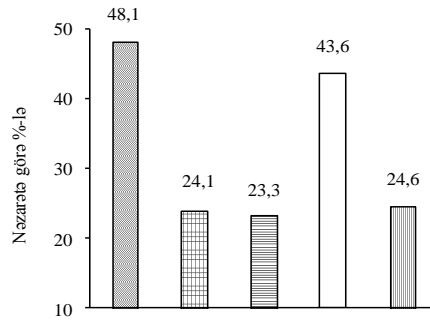
a) Stresdən 24 saat sonra Hib + Kin təsirdən baş verən dəyişmələri

Şəkil 4.5. Nutans 118/21 arpa nümunəsində duzluluq stressi təsirdən RNT miqdarı və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr və bu dəyişmələrə Hib+Kin fitohormon kompleksinin təsiri

Duzluluq stressinə həssas olan Nutans 57/9 nümunəsində isə tamamilə əks proseslər baş verir. Belə ki, arpanın bu nümunəsində duzluluq stressi təsirdən labil xromatin DNT-sinin miqdarı 33%, RNT-nin miqdarı 13,8% azalmış, stabil DNT-nin miqdarı isə 13,3% artmışdır (Şəkil 4.6).



a) Stresdən 24 saat sonra baş verən dəyişmələr



a) Stresdən 24 saat sonra Hib + Kin təsirindən baş verən dəyişmələri

Şəkil 4.6. Nutans 57/9 arpa nümunəsində duzluluq stresi təsirindən RNT miqdarı və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr və bu dəyişmələrə Hib+Kin fitohormon kompleksinin təsiri

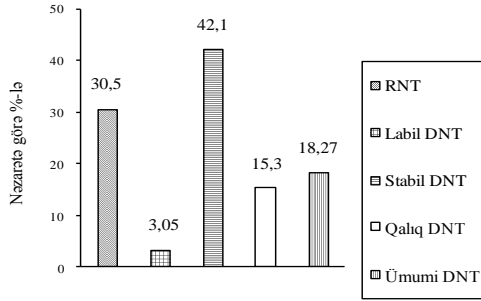
Stresin təsirindən, ümumi xromatin kütləsində euxromatin miqdarının kəskin azalması, həssas genotiplərdə heteroxromatinləşmə prosesinin baş verdiyini göstərir ki, bu da xromosom aparatının funksional fəallığının azalması ilə nəticələnir.

Maraqlıdır ki, stresdən sonra Hib + Kin fitohormon kompleksi verildikdə, davamlı sortlarda olduğu kimi, həssas arpa sortunun genomunda da kəskin fəallaşma prosesi baş vermiş, RNT miqdarı və DNT fraksiyaları, o cümlədən labil xromatin DNT-si xeyli çoxalmışdır (Şəkil 4.6). Alınmış təcrübi nəticələr fitohormonların təsir mexanizminin açıqlanmasında yararlı ola bilər.

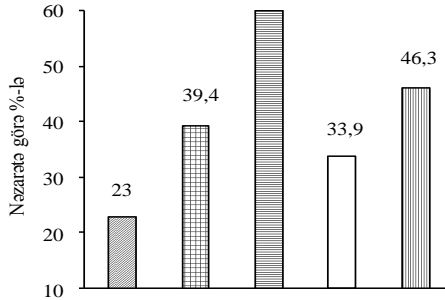
Duzluluq stressi və fitohormon təsirindən arpa genomunun quruluş və funksiyasında müəyyən edilmiş bu dəyişmələr, bitkilərin stres amillərə davamlılığının molekulyar-genetik mexanizminin izahında faydalı ola bilər və aşkar edilmiş yüksək davamlı arpa genotipləri stressə davamlı və məhsuldar arpa sortlarının yaradılması istiqamətində təbii gen mənbəyi kimi istifadə oluna bilərlər.

Oxşar nəticələr, duzluluq stressinə davamlılığı ilə seçilən çoxcərgəli Arpa 75 sortunda da müşahidə edilmişdir (Şəkil 4.7). Duzluluq stressinin təsirindən bu sortun yarpaqlarında RNT-nin miqdarı 30,5%, ümumi DNT-nin miqdarı isə 18,27% artmışdır. Ümumi DNT-nin miqdarı daha çox stabil və qalığ DNT-nin hesabına baş vermişdir. Labil DNT-nin miqdarında isə önəmli artım müşahidə edilməmişdir (3,05%).

Stresdən 48 saat sonra Hib + Kin fitohormon kompleksinin təsirindən, digər sortlarda olduğu kimi, bu sortun yarpaqlarında da RNT miqdarı və DNT fraksiyalarında kəskin artım baş vermişdir. Fitohormonlar daha çox genomun quruluş vəziyyətinə təsir etmiş, DNT-nin bütün fraksiyalarında önəmli artım müşahidə olunmuşdur. DNT fraksiyalarında baş verən bu artım fitohormonların təsirindən hüceyrə bölünməsinin sürətlənməsi və vahid yarpaq sahəsinə düşən hüceyrə sayının çoxalmasının nəticəsi kimi izah oluna bilər. Yeni əmələ gəlmiş hüceyrələrdə DNT-nin transkripsiya intensivliyi də kifayət qədər yüksək olmuş və RNT miqdarı 23% artmışdır.



a) Stresdən 24 saat sonra baş verən dəyişmələr



a) Stresdən 24 saat sonra Hib + Kin təsirindən baş verən dəyişmələri

Şəkil 4.7. Arpa 75 nümunəsində duzluluq stresi təsirindən RNT miqdarı və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr və bu dəyişmələrə Hib+Kin fitohormon kompleksinin təsiri

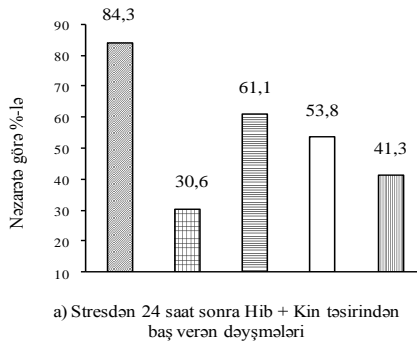
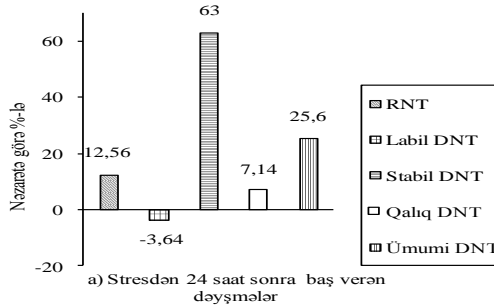
Duzluluq stresinə həssas çoxcərgəli Arpa 40 sortunda isə DNT fraksiyaları və RNT miqdarında nəzərə çarpacaq dərəcədə azalma baş vermişdir. RNT miqdarı nəzarətə görə 9,4%, ümumi DNT-nin miqdarı isə 21% azalmışdır. DNT-nin miqdarındakı azalma bütün fraksiyaların hesabına baş vermiş və bu proses labil DNT-də 16,1%, stabil DNT-də 24,6%, qalıq DNT-də isə 28,3% qeydə alınmışdır.

Stresdən 48 saat sonra fitohormon kompleksi təsirindən RNT-nin miqdarı 70%-ə qədər artmış, DNT fraksiyalarında da kəskin çoxalmalar müşahidə edilmişdir. Labil DNT 24%, stabil DNT 29,2%, qalıq DNT fraksiyası isə 40% artım göstərmişdir.

Tədqiqat duzluluq stresinə orta davamlı 76№-li Seçmə arpa nümunəsi üzərində davam etdirilmiş və alınan nəticələr 4.8 nömrəli şəkildə verilmişdir.

4.8 №-li şəkildəki rəqəmlərdən göründüyü kimi, orta davamlı 76№-li Seçmə arpa nümunəsində duzluluq stressi təsirindən RNT və labil DNT miqdarında bir qədər artım baş versə də, bu artım yüksək davamlı sortlarda olduğu qədər yüksək deyil. Bu halda labil DNT-nin miqdarı cəmi 3,64%, RNT-nin miqdarı isə 12,56% artım göstərmişdir. Ən yüksək artım isə stabil DNT-nin miqdarında baş vermiş, bu fraksiyada nəzarətə nisbətən artım 63% olmuşdur. Qalıq DNT-nin miqdarı isə ən az - 7,14% artmışdır.

Stresdən 48 saat sonra fitohormon kompleksi tətbiq edildikdə, digər sortlarla müqayisədə, bu nümunənin yarpaqlarında DNT fraksiyaları və RNT miqdarında ən yüksək artım müşahidə edilmiş, RNT-nin miqdarı 84,3%, ümumi DNT-nin miqdarı isə 41,3% çoxalmışdır. Ümumi DNT-nin miqdarındakı artım fraksiyaların hesabına baş vermişdir. Labil DNT 30,6%, stabil DNT 61,1% , qalıq DNT isə 53,8% çox olmuşdur, Odur ki, nümunəni fitohormonların təsirinə qarşı ən həssas sort kimi qiymətləndirmək olar.



Şəkil 4.8. 76№-li Seçmə nümunəsində duzluluq stressi təsirinə RNT miqdarı və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr və bu dəyişmələrə Hib+Kin fitohormon kompleksinin təsiri

Əldə edilmiş təcrubi nəticələri yekunlaşdıraraq göstərmək olar ki, stres amillərin təsirinə qarşı arpa sortnümunələrinin reaksiyaları müxtəlif olmuşdur. Bu ilk növbədə bitkilərin genotipik xüsusiyyətlərindən aslıdır. Yüksək və orta davamlı arpa nümunələrində labil DNT-nin artdığı və RNT sintezinin intensivləşdiyi müşahidə edilmişdir ki, bu da xromosom aparatının fəallığını göstərir. Həssas sortlarda isə əksinə, RNT və labil DNT miqdarında azalmalar baş vermişdir. Həssas genotiplərin ümumi xromatin

kütləsində euxromatin DNT-si miqdarının azalması genomda heteroxromatinləşmə prosesinin baş verdiyini göstərir ki, bu da xromosom aparatının funksional fəallığının azalması ilə nəticələnir.

Lakin maraqlıdır ki, stredən sonra fitohormon kompleksi tətbiq edildikdə həm davamlı, həm də həssas arpa genotiplərində DNT-nin bütün fraksiyalarında və RNT miqdarında kəskin artım müşahidə edilmiş, başqa sözlə stresin mənfi təsiri aradan qaldırılmışdır. Bənzər nəticələr digər müəlliflər tərəfindən də əldə edilmişdir [15, 24, 104].

R.R. Axmetov və əməkdaşları (1971) noxud bitkisi ilə apardıqları təcrübələrdə, hiberellin və kinetin fitohormonlarının stimuleddici və ingibəddici dozalarının təsirini öyrənmiş və müəyyən etmişlər ki, stimuleddici doza euxromatinin miqdarını artırır, ingibəddici doza isə azaldır. Bu onu göstərir ki, fizioloji proseslərin stimuleddilməsi euxromatinin miqdarının artması ilə müşahidə olunur. İngibə zamanı isə heteroxromatinləşmə prosesi baş verir ki, bu da nüvənin ümumi xromatin kütləsində euxromatinin miqdarının azalmasında özünü göstərir [59].

Euxromatinləşmə əslində RNT-nin sintezinə DNT-nin “hazırlığını” göstərir. Lakin bir çox hallarda euxromatinin miqdarının heteroxromatinə nisbətən çox olmasına baxmayaraq, genomun bütün funksiyasında olan hissələrinin balansı uyğun olmadığından euxromatinin RNT sintez etmək effektivliyi aşağı olur və “komplekt” təşkil etməyən RNT sintez olunur. Bununla da, fəal xromatinlə, genomun reallaşma dərəcəsi arasında qeyri mütənəsiblik əmələ gələ bilər [59].

Apardığımız tədqiqatlarda RNT və DNT-nin ümumi miqdarının təyinindən başqa, DNT-nin müxtəlif fraksiyalarında baş verən dəyişmələr də öyrənilmişdir. Göstərilirdiyi kimi, müxtəlif nümunələrdə DNT-nin miqdarının artıb azalmasında genetik cəhətdən fəal-labil DNT-nin, funksional baxımdan intert-stabil DNT-

nin dəyişilməsi əsas rol oynayır. Az davamlı sortlarda stabil DNT-nin artması və RNT-nin miqdarının azalması bilavasitə genomun funksional aktivliyinin zəifləməsindən xəbər verir.

DNT-nin yeni əmələ gəlmələri yalnız meristematik hüceyrələrin fəallaşması ilə əlaqədar olmayıb, eyni zamanda somatik poliploidləşmə, xromosomlarda lokal ptoteinləşmə, ayrı-ayrı genlərin amplifikasiyası və s. proseslər nəticəsində baş verə bilər. Bütün bunlar bitkilərin müəyyən inkişaf fazalarında ola bilər və ya qeyriəlvərişli mühit şəraitinə genomun reaksiyası kimi özünü göstərir [73].

Əldə etdiyimiz nəticələrə əsaslanaraq göstərmək olar ki, arpa bitkisinin stres amillərə davamlılığı və fitohormon kompleksinə qarşı reaksiyası genomun aktivlik dərəcəsinin dəyişilməsi ilə idarə olunur.

DNT-nin gen aktivliyinin hesaba alınmasının iki prinsipi mövcuddur. Bunlardan birincisi, DNT-nin transkripsiya aktivliyinin ölçülməsinə, yəni RNT sintezinin intensivliyinə, digəri isə hüceyrə nüvəsində xromatinin quruluş vəziyyətinin təyininə əsaslanır [57].

Bizim tədqiqatlarımızın nəticələri də stres amillərə davamlılığın, birbaşa genomda baş verən struktur və funksional dəyişmələrlə əlaqədar olduğunu söyləməyə əsas verir. Belə ki, davamlı arpa sort və formalarının genomunda stresin təsirindən struktur dəyişmələrin baş verdiyi, genomun aktiv hissəsi olan labil xromatin DNT-si miqdarının artmış olduğu müşahidə edilmişdir. Bu artım ya stabil fraksiyanın bir hissəsinin labilləşməsi, ya da genomda əlvərişsiz şəraitə qarşı uyğunlaşmanı təmin edən və stressə müqavimətdə rol oynayan müəyyən genlərin amplifikasiyası və ya DNT-nin bir hissəsinin diferensial replikasiyası hesabına baş verir. Bu isə öz növbəsində RNT sintezinin intensivləşməsi və yeni zülal sintezi ilə nəticələnir ki, bitki bu yolla stressdən qorunur. Həssas

sortlarda isə əksinə, labil DNT və RNT-nin miqdarında kəskin azalmalar nəzərə çarpır, sintetik proseslər yavaşdır, bitki stresin təsirindən zəifləyərək hətta məhv olma təhlükəsi qarşısında qala bilər. Təcrübi yolla əldə etdiyimiz bu nəticələr, bitkilərin stresə tolerantlığının molekulyar genetik mexanizminin izahı üçün faydalı olmaqla stresə davamlı yeni bitki sortlarının yaradılması istiqamətində aparılan seleksiya işlərində geniş istifadə edilə bilər.

4.4. Quraqlıq və duzluluq streslərinin arpa sortnünmələrinin xloroplast və mitoxondri genetik sistemlərinə təsiri

Bitki hüceyrələrində nüvə DNT-silə yanaşı, mitoxondri və xloroplastların da öz xüsusi DNT-ləri vardır ki, onlar bu orqanoidlərin bir çox vacib komponentlərini kodlaşdırırlar. Hər iki tip orqanoid, hüceyrə tərəfindən asan mənimsənilə bilən enerji istehsal edir. Orqanoidlərin bu spesifik funksiyaları onların morfoloji xüsusiyyətləri ilə də uzlaşır. Xloroplast və mitoxondriyə daxili membranlarının səthi çox böyük sahəyə malikdir. Energetik orqanoidlərin fəaliyyəti üçün membran səthinin geniş olmasının iki səbəbdən böyük əhəmiyyəti vardır. Birincisi, onlarda baş verən elektron ötürülməsi prosesində substratın oksidləşməsi zamanı ayrılan sərbəst enerji bioloji faydalı enerji formasına, o cümlədən ATF enerjisinə çevrilir. İkincisi, bu membranlar orqanoidlərdə böyük daxili kompartmenlər əmələ gətirir və onlarda önəmli hüceyrədaxili reaksiyaları katalizə edən xüsusi fermentlər yerləşir [45].

Mitoxondri və xloroplastlarda lokallaşan DNT-lərdə, orqanoidlərin formalaşmasını və fəaliyyətini təmin edən replikasiya, transkripsiya və translyasiya prosesləri baş verir.

Mitoxondri və xloroplastların böyüməsinə və bölünməsinə iki ayrı genetik sistem tərəfindən nəzarət olunur: orqanoidlərin öz genomları və nüvə genomu. Bu orqanoidlərdəki zülalların əksər hissəsi nüvə DNT-si tərəfindən kodlanır, sitoplazmada sintezlənir və orqanoidlərə transfer edirlər. Lakin, nisbətən az miqdar zülallar və onların RNT-ləri orqanoidlərin öz DNT-ləri tərəfindən kodlanır və orqanoidlərdə sintezlənirlər. Müəyyən edilmişdir ki, mitoxondri DNT-ləri 16000-dən çox nükleotid ardıcılıqından ibarət olub, 2 rRNT geni, 22 tRNT geni və 13 müxtəlif polipeptid zəncirinin sintezini həyata keçirən struktur genlərdən təşkil olunmuşdur. Xloroplast genomu mitoxondri genomuna nisbətən 10 dəfəyə qədər böyük olub, daha çox genə malikdir [39, 45].

Ali bitkilərdə nüvə, xloroplast və mitoxondrial genetik sistemlərdəki ümumilik və spesifikliyin müəyyən edilməsi uzun illərdir ki, elmi ictimaiyyət tərəfindən müzakirə edilir və belə müzakirələr bu gün də davam etdirilməkdədir. Belə bir amil də xüsusi əhəmiyyət kəsb edir ki, orqanizmlərin həyatiliyi, yaşama qabiliyyəti və digər fundamental əlamətləri müxtəlif genetik sistemlər tərəfindən birlikdə müəyyən olunurlar, zira bunlar bir-birindən asılı olmadan heç cürə bu əlamətlərə cavabdeh ola bilməzlər. Görünür ki, belə qarşılıqlı əlaqə təkamül prosesində təbii seçmənin təsiri altında genotip və plazmotipin dəyişkənliyi əsasında yaranır və hüceyrənin bütün irsi sistemləri arasında koordinasiyanı təmin edir. Güman etmək olar ki, bitkilərin ekstremal şəraitə ən yaxşı davamlılığını təmin edən istənilən xromosom mutasiyasının kodlaşdırdığı fermentlər mitoxondri və plastid plazmogenlərinin kodlaşdırdığı fermentlərlə faydalı qarışıqlı təsirə malik olduğu halda təbii seçmə vasitəsilə saxlanıla bilər [100, 101].

Əlverişsiz şərait amillərinə qarşı davamlılıq multigenlər vasitəsi ilə idarə olunur. Bitkilərin əsas adaptiv reaksiyaları

koadaptiv genlərin və bütünlüklə genomun koadaptasiyasının nəzarəti altındadır. Bitkilərin ontogenetik adaptasiyasının xarakterinə sitoplazmatik determinantların, yəni hüceyrənin xromosomdan xaric irsi elementlərinin cəmi – plazmonun çox böyük təsiri vardır. Sitoplazmanın genetik sistemləri ali bitkilərin mühüm adaptiv əlamətlərinin irsiliyinə nəzarət edir və genotipik dəyişkənlik imkanlarını təmin edir.

Bir çox tədqiqat işlərinin nəticələrinə görə genotipik dəyişkənliklərin 25%-i orqanoidlərin genləri, 75%-i isə nüvə genomunun payına düşür. 1%-dən az olan sitoplazmatik genlərin ümumi genetik dəyişkənliyinin dördüdə birini təmin etməsi göstərir ki, orqanoidlərin genləri bitki həyatında enerji proseslərinin təmin olunmasında böyük rol oynayır [62, 80, 81].

Xromosom və sitoplazmatik determinantlar hüceyrədə bir-birini tamamlayan genetik sistemlərdir, onların qarşılıqlı əlaqəsi dəyişkən xarici mühit şəraitində ontogenetik proqramın həyata keçirilməsi prosesində daxili nizamlılığın və metabolik proseslərin xarakterini müəyyən edir. Bitkilərdə sitoplazmatik irsiyyət nüvə-sitoplazma qarşılıqlı əlaqəsi vasitəsilə, yəni genom və plazmon sistemlərinin sıx kooperasiyası və inteqrasiyası vasitəsilə həyata keçirilir [67, 87].

Qeyd etmək lazımdır ki, sitoplazma tipi ilə bitkilərin immunitet və qeyri-əlverişli xarici mühit amillərinə qarşı davamlılıq kimi bioloji funksiyaları bir-biri ilə əlaqədardır. Ona görə də, stres təsirindən mitoxondri və xloroplastların genetik sistemlərində baş verən dəyişkənliklərin öyrənilməsi böyük maraq doğurur.

Cədvəl 4.2- də quraqlıq və duzluluq streslərinin Arpa 43 sortunun xloroplast və mitoxondri genetik sistemlərində nuklein turşularının miqdarına təsirini əks etdirən nəticələr verilmişdir. Cədvəldən və şəkildən görüldüyü kimi, öyrənilən hər

iki stres amillərin təsirindən xloroplastlarda RNT və DNT-nin miqdarında önəmli artım baş vermişdir. Quraqlıq stresinin təsirindən xloroplastlarda RNT-nin miqdarı 46%, DNT-nin miqdarı isə 19% artmışdır. Duzluluq stressi təsirindən isə bu rəqəmlər müvafiq olaraq 80% və 33%-ə bərabər olmuşdur.

Cədvəl 4.2

Quraqlıq və duzluluq streslərinin iki cərgəli Arpa 43 sortunun hüceyrə orqanoidlərində nuklein turşularının miqdarına təsiri (mitoxondri və xloroplastların 100q quru kütləsində, mq-la)

Variant-lar	Xloroplast			Mitoxondri		
	RNT	DNT	RNT/DNT	RNT	DNT	RNT/DNT
Nəzarət	3222±68	240,7±31	13,38	3212±48	389,7±27	8,24
PEQ	4698±110	287,2±26	16,36	3754±96	317±18	11,80
NaCl	5796±76	321,0±18	18,06	3238±114	322,2±11	10,05

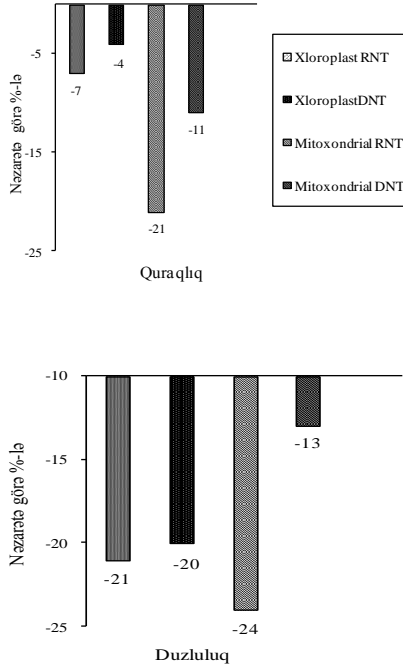
Lakin stres amillərin təsirindən mitoxondrilərdə baş verən dəyişmələr bir qədər fərqli olmuşdur. Belə ki, quraqlıq stressi bu sortun mitoxondrilərində RNT miqdarını 17% artırdığı halda, DNT-nin miqdarına mənfi təsir göstərmiş və onun 19% azalmasına səbəb olmuşdur. Duzluluq stresinin təsiri zamanı da bənzər nəticələr əldə edilmişdir. Bu stresin təsirindən RNT-nin miqdarında ciddi dəyişmələr baş verməsə də, DNT-nin miqdarı 17% azalmışdır. Göründüyü kimi, bu sortun xloroplast genetik sistemi mitoxondri genetik sistemə nisbətən stres amillərinin təsirinə daha çox davamlılıq göstərmişdir. Lakin bu nəticə hələ ümumi qanunauyğunluq kimi qəbul edilə bilməz.

Stres amillərə davamlı Arpa 43 sortunda RNT/DNT nisbəti də, hər iki orqanoiddə kəskin artmışdır ki, bu da xloroplast və mitoxondri fraksiyalarında genetik sistemin aktivliyinin göstəricisi kimi qəbul edilə bilər. Bu isə özlüyündə hüceyrənin enerji təminatına yönəlmiş biosintetik proseslərin aktivliyi ilə xarakterizə olunur.

Şəkil 4.9-da stres amillərə həssaslığı ilə seçilən Arpa 59 sortunun xloroplast və mitoxondri genetik sistemlərində RNT və DNT-nin miqdarında baş verən dəyişmələr verilmişdir. Şəkillərdən aydın görünür ki, stres amillər Arpa 59 sortunun mitoxondri və xloroplast genetik sistemlərinə ciddi təsir edərək RNT və DNT-nin miqdarında kəskin azalmalara səbəb olmuşdur. Maraqlıdır ki, xloroplastlarda RNT və DNT-nin azalması quraqlıq stresinə nisbətən duzluluq stressi zamanı daha çox müşahidə edilmişdir. Quraqlığın təsirindən xloroplastlarda RNT-nin miqdarı 7%, DNT-nin miqdarı isə 4% azaldığı halda, mitoxondrilərdə bu göstəricilər müvafiq olaraq 21% və 20%-ə bərabər olmuşdur. Öyrənilən bu arpa sortu toxumlarının stres məhlullarda cücərmə qabiliyyətinə və yarpaqlarda xlorofilin depressiya dərəcəsinə görə də, quraqlıq stresinə nisbətən duzluluq stresinə qarşı daha həssas olmuşdur (III fəsil). Bu nəticələrin bir-birinə uyğun gəlməsi bitkilərin stres amillərə davamlılığında xloroplastların quruluş və funksiyasının xüsusi önəmi olduğunu bir daha təsdiq edir.

Stres amillər Arpa 59 sortunun mitoxondrilərində də nukleinin turşularının miqdarında ciddi azalmalara səbəb olmuşdur. Quraqlığın təsirindən RNT-nin miqdarı 21%, DNT-nin miqdarı isə 11% azalmışdır. Oxşar nəticələr duzluluq stresinin təsiri zamanı da müşahidə edilmişdir. Stres amillərə həssas Arpa 59 sortunda RNT/DNT nisbəti də hər iki genetik sistemdə xeyli azalmışdır ki, bu da xloroplast və mitoxondri frak-

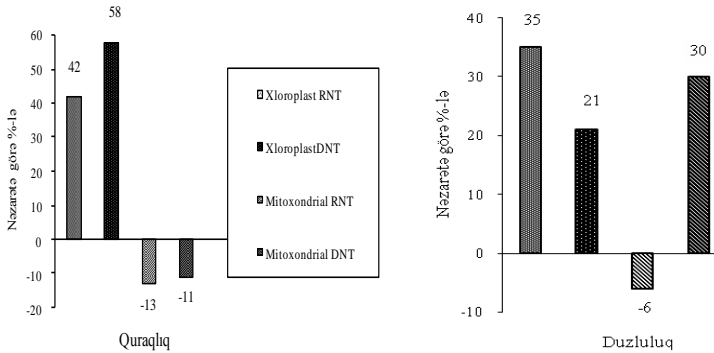
siyalarında genetik sistemin fəallığının aşağı düşdüyünü göstərir.



Şəkil 4.9. Quraqlıq və duzluluq streslərinin təsirindən Arpa 59 sortunun hüceyrə orqanoidlərində nuklein turşuları miqdarında baş verən dəyişmələr.

Fizioloji parametrlərinə görə quraqlıq stresinə nisbətən duzluluq stresinə daha davamlı hesab edilən Arpa 32 sortunun xloroplastlarında RNT və DNT-nin miqdarında kəskin artım müşahidə edilməmişdir (Şəkil 4.10).

Quraqlıq stresinin təsirindən bu arpa sortunun xloroplastlarında RNT-nin miqdarı 42%, DNT-nin miqdarı isə 58% artmışdır. Duzluluq stresinin təsirindən isə xloroplast RNT-lərində 35%, xloroplast DNT-lərində isə 21% artım müşahidə edilmişdir. Lakin hər iki stresin təsirindən mitoxondrial RNT-nin miqdarında azalmalar baş vermişdir.



Şəkil 4.10. Quraqlıq və duzluluq streslərinin təsirindən Arpa 32 sortunun hüceyrə orqanoidlərində nuklein turşuları miqdarında baş verən dəyişmələr

Quraqlıq stressi təsirindən bu azalma 13%, duzluluq stressi təsirindən isə 6%-ə bərabər olmuşdur. Quraqlıq stressi mitoxondrilərdə də xeyli azalmaya səbəb olmuş (-11), lakin duzluluğun təsirindən mitoxondri DNT-də nəzərə çarpacaq artım qeyd edilmişdir (30%).

RNT/DNT nisbətindən alınmış nəticələr də maraqlıdır. Belə ki, bu nisbət quraqlıq variantında aşağı, duzluluq variantında isə nəzərə çarpacaq dərəcədə yüksək olmuşdur ki, bu da duzluluq stresinin xloroplastlarda və qismən də mitoxondrilərdə gen ekspresiyasına müsbət yöndə təsir etməsini göstərir.

Son illər xloroplast və mitoxondrilərin DNT və RNT-də molekulyar dəyişkənliklərin öyrənilməsinə həsr olunmuş tədqiqat işlərinin həcmi xeyli artmışdır [43, 106]. Bu məlumatlardan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, növ və ya sort divergensiyası yalnız nüvə genlərinin dəyişilməsi ilə deyil, həm də xloroplast və mitoxondrilərin genetik sistemlərində baş verən dəyişmələrlə şərtlənir. Qeyd edək ki, belə dəyişmələr bir halda əsasən xloroplast genlərində, digər halda isə mitoxondri genlərində özünü göstərir. Bu hüceyrə strukturlarının genetik materiallarında baş verən dəyişiklik dolayısı yolla olsa da, öyrənilən sortların enerji dəyərini qiymətləndirməyə əsas verir. Əlamətlərin inkişafına müxtəlif xarakterli faktorların təsirini tədqiq edərkən genetik balans hipotezi meydana çıxır. Onların bəziləri əlaməti gücləndirdiyi halda, digərləri onu əks tərəfə yönəldir. Belə məqamlarda bu və ya digər əlamətin dərəcəsi genetik balansın nəticəsi kimi qəbul edilir.

Mitoxondri və xloroplastlarda nukleın turşuları miqdarının və onların funksional aktivliyinin dəyişilməsi göstərir ki, stres amillərə uyğunlaşma hüceyrənin energetik orqanoidlərində baş verən proseslərlə də əhəmiyyətli dərəcədə əlaqədardır. Davamsız sortlar DNT və RNT miqdarının azalması və hüceyrənin zəif morfoloji aktivliyi ilə xarakterizə olunur. Energetik metabolizmin gücü, onun potensial imkanları, biosintetik proseslərinin effektivliyini, orqanizmin ətraf mühitin dəyişilən şəraitinə uyğunlaşmasını əhəmiyyətli dərəcədə şərtləndirir [53, 62].

Əldə edilən təcrübi nəticələr aşağıdakı şəkildə şərh edilə bilər: stres amillərin təsirindən hüceyrə nüvəsində elə bir şərait yaranır ki, DNT-nin ümumi və lokal sintezinin aktivliyi dəyişilir, bu da öz növbəsində bəzi təkrarlanan nukleotid ardıcılıqları fraksiyalarında ayrı-ayrı struktur genlərin doza-

larının artmasına səbəb ola bilər. Bu hadisələr özəl genomun bərpası kimi də təsnif edilə bilər. Mitoxondri və xloroplastların genetik sistemlərinin aktivliyinin yüksəlməsi hesabına hüceyrənin enerji təminatı da yüksəlir. Hüceyrənin genetik sistemlərində baş verən dəyişikliklər bütün sintetik proseslərin intensivləşməsinə səbəb olur. Təsvir edilən dəyişikliklər dedikdə buraya transkripsiya, translyasiya, genlərin ekspresiyası, fermentativ sistemin aktivliyi, digər fizioloji, biokimyəvi və biofiziki proseslər, morfogenezin dəyişməsinə yönəlmiş metabolitik reaksiyaların sürətinin yüksəlməsi nəzərdə tutulur.

4.5. Stres amillərin diploid və tetraploid buğda nümunələrinin genomunda əmələ gətirdiyi dəyişmələr

Bəzi müəlliflərin mülahizələrinə görə nuklein turşularının və zülalların hüceyrədə miqdarı sintetik və hidrolitik proseslərin səviyyəsi ilə əlaqədardır. Ona görə ki, metabolik proseslərin aktivliyi DNT-nin replikasiyası və transkripsiyasının aktivliyindən asılıdır [70, 80]. Stres amillərin təsiri nəticəsində nuklein turşularının dinamikası su qıtlığının dərəcəsiindən asılı olaraq müxtəlif xarakter daşıyır. Susuzluğa qarşı bitkilərin müxtəlif reaksiyalarının və nuklein turşularının dəyişmə dinamikasının oxşar xarakter daşması bu hadisəni daha dərindən öyrənməyə təkan verir. Daha dəqiq informasiya isə DNT-nin genetik cəhətdən aktiv və inert fraksiyalarının təyini nəticəsində əldə edilə bilər. Aparılan tədqiqat işində quraqlığın və duzluluğun təsirindən davamlı və həssas buğda nümunələrində DNT fraksiyaları və RNT-nin miqdarında baş verən dəyişmələr və bu dəyişmələrə fitohormonların təsiri öyrənilmişdir.

4.5.1. Quraqlıq və duzluluq stresinin təsirindən buğda yarpaqlarının hüceyrə xromatininin quruluş vəziyyətində baş verən dəyişikliklər və onlara fitohormonların təsiri

Toxumların cücərmə faizi və stres amillərin təsirindən yarpaqlarda xlorofil (a+b)-nin miqdarında əmələ gələn dəyişmələr nəzərə alınaraq nümunələrin içərisindən quraqlığa və duzluluğa davamlı, orta davamlı və həssas sortlar seçilmiş, bu nümunələrdə stres amillərin təsirindən genomda baş verən dəyişmələr və bu dəyişmələrə fitohormonların təsiri öyrənilmişdir.

Aşağıdakı cədvəl və şəkillərdə davamlı nümunə kimi götürülmüş *T.monococcum*-un cücərtilərində RNT-nin miqdarında və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr göstərilmişdir (Cədvəl 4.3).

Cədvəl 4.3

Stres amillərin və fitohormonların təsirindən mədəni təkdənli
(*T.monococcum* L.) buğdanın cücərtilərində RNT və DNT
fraksiyalarında baş verən dəyişmələr (100 q yaş çəkiddə mq-la)

Təcrübə variantları	RNT	DNT fraksiyaları			Ümumi DNT
		labil	stabil	qalıq	
Stresdən 48 saat sonra					
Nəzarət	84.6 ±2.75	26.6 ±0.58	13.2 ±1.02	2.48 ±0.26	42.3 ±1.86
PEQ	118.9 ±5.69	30.9 ±0.68	13.7 ±0.96	3.54 ±0.35	48.2 ±1.99
NaCl	112.8 ±3.35	29.0 ±1.06	13.9 ±0.60	2.66 ±0.59	45.5 ±2.25
Stresdən 72 saat sonra					
PEQ+ H ₂ O	82.5 ±3.68	27.2 ±0.87	11.6 ±0.36	3.42 ±0.58	42.2 ±1.81
PEQ+Hib+Kin	117.5 ±2.31	31.0 ±0.68	13.2 ±0.25	3.0 ±0.47	47.2 ±1.40
NaCl+H ₂ O	85.0 ±1.98	30.5 ±0.56	10.2 ±1.03	1.41 ±0.27	42.1 ±1.86
NaCl+Hib+Kin	110 ±2.54	31.0 ±0.92	12.5 ±0.56	2.0 ±0.21	45.5 ±1.69

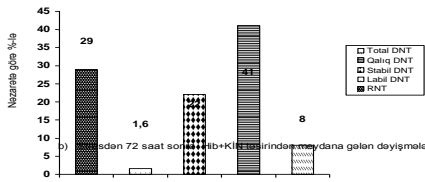
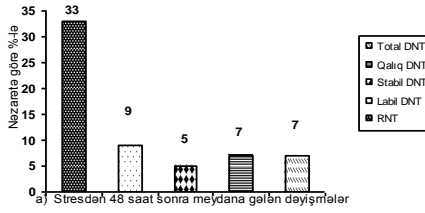
Cədvəl 4.3-dən göründüyü kimi quraqlıq stresinə davamlı olan *T.monococcum* növünün genomunda RNT və DNT-nin bütün fraksiyalarında artım meydana gəlmişdir. Belə ki, quraqlığın təsirindən RNT-nin miqdarı 39.0%, labil DNT-nin miqdarı 16.0%, stabil DNT-nin miqdarı 9.0%, qalıq DNT-nin miqdarı 7.0% və total DNT-nin miqdarı isə 14.0% artmışdır. Burada diqqət çəkən əsas məqamlardan biri, quraqlıq stressi təsirindən genomun struktur vəziyyətində baş verən dəyişmələrdir. Belə ki, DNT-nin digər fraksiyalarına nisbətən labil xromatin fraksiyası DNT-sində baş verən kəskin artım, transkripsiya intensivliyinin yüksəlməsinə və nəticədə daha çox RNT sintezinə səbəb olmuşdur.

Stresdən 72 saat sonra Hib+Kin hormonunun təsiri nəticəsində RNT-nin miqdarı 41.0%, labil və stabil DNT-nin miqdarı 13.0%, total DNT-nin miqdarı isə 11.0% artmış, qalıq DNT-nin miqdarı 13.0% azalmışdır.

Duzluluğun təsirindən *T.monococcum* L. növünün genomunda baş vermiş dəyişmələr və bunlara fitohormonların təsiri isə şəkil 4.11-də aydın təsvir edilmişdir.

Duzluluğun təsirindən də *T.monococcum*-un genomunda RNT və labil DNT-nin miqdarında artım meydana gəlmişdir. RNT-nin miqdarı 33.0%, labil DNT-nin miqdarı isə 9.0 % artmış, stabil və qalıq DNT-nin miqdarında əhəmiyyətli dəyişmə baş verməmişdir.

Stresdən 72 saat sonra Hib+Kin hormonunun təsiri nəticəsində RNT –nin miqdarı 29.0%, labil DNT-nin miqdarı 1.6%, stabil DNT-nin miqdarı 22.0 %, qalıq DNT-nin miqdarı 8.0 %, total DNT-nin miqdarı isə 8.0 % artmışdır (Şəkil 4.11).



Şəkil 4.11. Duzluluq stresinin təsirindən mədəni təkdənli buğda (*T.monococcum* L.) növündə RNT miqdarı və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr və bu dəyişmələrə Hib+Kin hormonunun təsiri

Alınan nəticələrdən aydın olur ki, mədəni təkdənli buğda (*T.monococcum* L.) stres amillərə qarşı tolerantdır. Belə ki, həm quraqlıq, həm də duzluluğun təsirindən hüceyrə xromatininin struktur vəziyyətində dəyişmələr baş vermiş, labil DNT-nin miqdarı artmış və bunun nəticəsində də transkripsiyanın intensivliyi güclənmişdir. Transkripsiya intensivliyinin artması translyasiyanın da güclənməsinə və daha çox zülal sintezinə səbəb olur ki, nəticədə bitki özünü stresin təsirindən qoruya bilir. Qeyd etmək lazımdır ki, stressdən 72 saat sonra verilmiş fitohormonlar genomda bərpa işlərinə kömək etmiş və stresin nəticələrinin aradan qaldırılmasına səbəb olmuşdur.

Nəticələrdən aydın olur ki, fitohormonların təsirindən sonra bitkidə RNT və DNT-nin bütün fraksiyalarında artım baş vermişdir. Bu isə onunla xarakterizə olunur ki, fitohormonların təsirindən genom daha da aktivləşir və reparasiya prosesi güclənir.

Nəticələri bir daha təsdiq etmək üçün təcrübə bərk buğdanın (*T.durum* Desf.) davamlı, orta davamlı və həssas sortları üzərində təkrar aparılmışdır.

Cədvəl 4.4.

Stres amillərin və fitohormonların təsirindən Giorgio 302 buğda sortunun (*T.durum* Desf.) cücərtilərində RNT və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr (100 q yaş çəkiddə mq-la)

Təcrübə variantları	RNT	DNT fraksiyaları			Ümumi DNT
		labil	stabil	qalıq	
Stresdən 48 saat sonra					
Nəzarət	87.3±0.95	10.4±0.20	19.8±0.70	2.56±0.26	32.7±1.16
PEQ	96.2±3.73	12.0±0.50	20.9±0.37	2.54±0.41	35.4±1.28
NaCl	91.9±4.24	12.5±0.38	20.3±1.02	3.01±0.27	35.8±1.67
Stresdən 72 saat sonra					
PEQ+H ₂ O	76.9±7.05	9.75±0.13	17.8±0.55	2.21±0.35	29.7±1.03
PEQ + Hib+Kin	96.6±4.60	12.8±0.30	21.2±0.45	2.83±0.53	36.8±1.28
NaCl+H ₂ O	72.6±6.45	9.83±0.26	18.0±0.35	1.59±0.53	29.4±1.16
NaCl + Hib+Kin	104.6±5.55	13.7±0.30	22.5±0.25	3.8±0.26	40.0±0.82

Cədvəl 4.4-dən görüldüyü kimi quraqlığın təsirindən davamlı sort hesab edilən Giorgio 302 sortunun cücərtilərində RNT (10.0 %), labil DNT-nin (15.0%) miqdarı əsaslı surətdə artmış, stabil və qalıq DNT-nin miqdarında isə önəmli dəyişmələr baş verməmişdir. Bu təcrübədən alınmış nəticələr də

T.monococcum növündə alınmış nəticələri bir daha təsdiqləmiş oldu. Belə ki, labil DNT və RNT arasında olan korrelyasiya bir daha özünü göstərdi.

Fitohormonunun təsirindən sonra isə RNT və DNT fraksiyalarında yüksək artım müşahidə olunmuşdur. RNT-nin miqdarı 25.0%, labil DNT 31.0%, stabil DNT 19.0%, qalıq DNT 28.0%, ümumi DNT-nin miqdarı isə 23.0% artmışdır.

Nəticələr göstərir ki, İtalya mənşəli Giorgio 302 sortunun genomu quraqlığın və fitohormonların təsirindən *T.monococcum* növünə nisbətən daha çox aktivləşmişdir. Belə ki, *T.monococcum*-da fitohormonların təsirindən ümumi DNT-nin miqdarı 11.0% artdığı halda, Giorgio 302-sortunda bu rəqəm iki dəfə çox olmuşdur.

Duzluluq stresinin təsirindən də Giorgio 302 sortunun genomunda RNT və DNT-nin fraksiyalarında əsasən artım meydana gəlmişdir. Belə ki, duzluluğun təsirindən RNT-nin miqdarı 5.0%, labil DNT-nin miqdarı 20.0%, stabil DNT-nin miqdarı 2.0%, qalıq DNT-nin miqdarı 17.0%, total DNT-nin miqdarı isə 9.0 % artmışdır. Nəticələri quraqlığın təsiri ilə müqayisə etdikdə aydın olur ki, bu sortda quraqlığın təsirindən transkripsiyanın intensivliyi daha çox güclənmişdir. Belə ki, quraqlıq zamanı labil DNT-nin miqdarı 15.0% artıqda RNT-nin miqdarı 10.0%, duzluluq da isə labil DNT-nin miqdarının 20.0% artmasına baxmayaraq RNT-nin miqdarı cəmi 5.0% artmışdır.

Stresdən 72 saat sonra Hib+Kin hormonunun təsiri nəticəsində isə nuklein turşularının miqdarında daha yüksək artım müşahidə edilmişdir. RNT-nin miqdarı 35.0%, labil DNT-nin miqdarı 39.0%, stabil DNT-nin miqdarı 25.0%, qalıq DNT-nin miqdarı 38.0 %, total DNT-nin miqdarı isə 36.0 % artmışdır (Cədvəl 4.4).

Bu nəticələr Giorgio 302 bərk buğda sortunun fitohormonların təsirinə qarşı daha həssas olduğunu göstərir. Odur ki, fitohormon-

lardan istifadə etməklə, bu sortlarda stresin mənfi nəticələrini daha tez aradan qaldırmaq mümkündür.

Fizioloji parametrlərinə görə həssas hesab edilən sortlar üzərində də bu tədqiqat işləri davam etdirilmişdir. Həssas sortlarda əsasən stres amillərin təsirindən RNT və DNT fraksiyalarının miqdarında azalmalar müşahidə edilmişdir. Alınan nəticələr cədvəl və şəkillərdə aydın təsvir edilmişdir.

Fizioloji tədqiqatların nəticələrinə əsasən quraqlıq stresinə qarşı həssas sort olan Persionda RNT-nin miqdarında və DNT fraksiyalarında kəskin azalma meydana gəlmişdir. Belə ki, quraqlığın təsirindən RNT-nin miqdarı 52.0%, labil DNT-nin miqdarı 53.0%, qalıq DNT-nin miqdarı 37.0 %, total DNT-nin miqdarı isə 18.0 % azalmış, yalnız stabil DNT-nin miqdarı 2.0% artmışdır.

Stresdən 72 saat sonra Hib+Kin hormonunun təsirindən sonra həm RNT, həm də DNT fraksiyalarının miqdarı əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Bu zaman RNT-nin miqdarı 26.0%, labil DNT-nin miqdarı 27.0%, stabil DNT-nin miqdarı 25.0%, qalıq DNT-nin miqdarı 31.0 %, total DNT-nin miqdarı isə 27.0 % artmışdır (Cədvəl 4.5).

Cədvəl 4.5.

Stres amillərin və fitohormonların təsirindən Persion buğda sortunun (T.durum Desf.) cücərtilərində RNT və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr (100 q yaş çəkiddə mq-la)

Təcrübə varianları	RNT	DNT fraksiyaları			Ümumi DNT
		labil	stabil	qalıq	
Stresdən 48 saat sonra					
Nəzarət	65.3 ±2.75	12.7 ±0.35	15.6 ±0.30	2.83 ±0.35	31.2 ±1.00
PEQ	42.9 ±4.42	8.28 ±0.30	16 ±0.30	2.06 ±0.21	26.3 ±0.81
NaCl	55.2 ±2.11	7.74 ±0.56	12.6 ±0.37	1.41 ±0.17	21.7 ±1.10

Cədvəl 4.5-in davamı

Stresdən 72 saat sonra					
PEQ+H ₂ O	49.6 ±1.85	10.4 ±0.50	12.9 ±0.55	2.09 ±2.61	25.4 ±3.66
PEQ + Hib+Kin	62.5 ±3.75	13.3 ±0.70	16.3 ±0.65	2.74 ±0.08	32.3 ±1.43
NaCl+H ₂ O	47.8 ±3.70	10.0 ±0.85	12.7 ±1.45	1.59 ±0.18	24.3 ±2.48
NaCl + Hib+Kin	61.6 ±0.90	10.8 ±0.50	14.5 ±0.75	1.76 ±0.35	27.0 ±1.60

Cədvəl 4.5 -dən görüldüyü kimi duzluluğun təsirindən həssas buğda sortu olan Persionda RNT-nin miqdarında və DNT fraksiyalarında nəzərə çarpan azalmalar müşahidə edilmişdir. Duzluluğun təsirindən RNT-nin miqdarı 18%, labil DNT-nin miqdarı isə 64.0% azalmışdır. Uyğun olaraq DNT-nin digər fraksiyalarında və ümumi DNT miqdarında da önəmli azalmalar baş vermişdir.

Əldə edilmiş bu təcrübi nəticələr bitkilərin duzluluq stresinə davamlılığının bir başa genomun struktur və funksiyası ilə əlaqədar olduğunu sübut edən maraqlı bir fakt kimi dəyərləndirmək olar.

Stresdən 72 saat sonra Hib+Kin hormonunun təsiri nəticəsində RNT-nin və labil DNT-nin miqdarı 28.0%, stabil DNT-nin miqdarı 14.0%, qalıq DNT-nin miqdarı 10.0 %, ümumi DNT-nin miqdarı isə 11.0 % artmışdır ki, bu da sortun davamlı və ya həssaslığından asılı olmayaraq fitohormonların stresin nəticələrini aradan qaldıra bilmə qabiliyyəti ilə əlaqədardır.

4.6. Quraqlıq stresinin qarğıdalı yarpaqlarının hüceyrə xromatininin quruluş vəziyyətində əmələ gətirdiyi dəyişikliklər və onların bərpa yolları

Aparılan tədqiqat işində quraqlığın təsirindən davamlı, orta davamlı və həssas qarğıdalı hibridlərində DNT fraksiya-

ları və RNT-nin miqdarında baş verən dəyişmələr öyrənilmişdir. Cədvəl 4.6-dan görüldüyü kimi, quraqlıq stresinə davamlı hibridin hüceyrələrində RNT miqdarında və DNT fraksiyalarında artım meydana gəlmişdir. Belə ki, quraqlığın təsirindən RNT-nin miqdarı 48.1%, labil DNT-nin miqdarı 22.9%, stabil DNT-nin miqdarı isə 51.2% artmış, ancaq qalıq DNT-nin miqdarı 25% azalmışdır. Labil DNT fraksiyasında baş verən artım, transkripsiya intensivliyinin yüksəlməsinə və nəticədə daha çox RNT sintezinə səbəb olmuşdur. Bu fakt, yəni davamlı bitki genotiplərində euxromatin DNT-sinin artması, genetik sistemin fizioloji labilliyinin yüksəlməsini, başqa sözlə xromosom aparatının fəallaşmasını göstərir. Quraqlıq stresinə orta davamlı olan hibriddə quraqlığın təsirindən RNT-nin miqdarı 35.3%, labil DNT-nin miqdarı 20.7%, stabil DNT-nin miqdarı 9.6% və qalıq DNT-nin miqdarı isə 100% artmışdır. Burada diqqət çəkən əsas məqamlardan biri, quraqlıq stressi təsirindən davamlı hibridin labil xromatin DNT-nin miqdarı və RNT sintezinin intensivliyinin artımı orta davamlı hibridlə müqayisədə daha çox olmuşdur. Quraqlıq stresinə həssas olan hibriddə isə quraqlığın təsirindən labil xromatin DNT-sinin miqdarı 35.9% və stabil DNT-nin miqdarı 28.6% azalmış, RNT sintezinin intensivliyi 17.2% aşağı düşmüş, qalıq DNT-nin miqdarı isə 26.7% artmışdır [357]. Oxşar qanunauyğunluq digər müəlliflər tərəfindən arpa və buğda bitkiləri ilə aparılmış təcrübələrdən də əldə edilmişdir [5, 343].

Beləliklə, quraqlıq stresinin təsirindən hüceyrə xromatininin struktur vəziyyətində dəyişmələr baş vermiş, labil DNT-nin miqdarı artmış və bunun nəticəsində də transkripsiyanın intensivliyi güclənmişdir. Transkripsiya intensivliyinin artması translyasiyanın da güclənməsinə və daha çox zülal sintezinə səbəb olur ki, nəticədə bitki özünü stresin təsirindən qoruya bilir.

Cədvəl 4.6

Quraqlıq sresi təsirindən RNT miqdarında və DNT fraksiyalarında baş verən dəyişmələr (100 q yaş çəkiddə mq-la)

Quraqlığa davamlılıq dərəcəsi	Təcrübə variantları	RNT	DNT fraksiyaları		
			labil	stabil	qalıq
Davamlı hibrid	Nəzarət	267.72±16.79	32.19±2.27	13.12±0.31	1.42±0.31
	PEQ	396.52±16.64	39.54±1.6	19.89±2	1.06±0
	Nəzarətə görə %-lə	48.1	22.9	51.2	-25
Orta davamlı hibrid	Nəzarət	257.6±21.08	28.82±0.77	18.89±2.27	0.709±0.08
	PEQ	348.6±27.75	34.87±2.11	20.75±1.2	1.419±0.15
	Nəzarətə görə %-lə	35.3	20.7	9.6	100
Həssas hibrid	Nəzarət	169.28±16.86	14.54±3.62	11.17±1.84	0.665±0.13
	PEQ	140.21±7.47	9.31±0.92	7.98±0.53	0.8±0.2
	Nəzarətə görə %-lə	-17.2	-35.9	-28.6	26.7

Alınan nəticələri yekunlaşdıraraq qeyd etməliyik ki, stres amillərə qarşı bitkilərin reaksiyası müxtəlif olmuşdur. Biz bunu ilk növbədə həmin bitkilərin genotipik xüsusiyyətləri ilə əlaqələndiririk. Yəni yüksək və orta davamlı sortlarda stresin təsirindən genom aktivləşir və bu, onlarda labil DNT-nin və RNT-nin artması ilə təsdiq olunur. Həssas sortlarda isə RNT və labil DNT-nin miqdarının azalması müşahidə edilmişdir.

Ədəbiyyatda olan çoxsaylı işlərdə DNT-nin miqdarının dəyişməsi haqqında müxtəlif fikirlər söylənilmişdir. Bəzi tədqiqatçılar su qıtlığının təsiri nəticəsində nuklein turşularının azalmasını göstərmişlər və müəyyən etmişlər ki, bu əsasən, RNT-nin hesabına baş verir [64, 71,75]. Bu cür qanunauyğunluq kəskin quraqlıq zamanı müşahidə olunur. Digər tədqiqatçılar zəif su qıtlığı zamanı da nuklein turşularının artmasını müəyyən etmişlər [81]. Bəzi mü-

əlliflər isə nuklein turşularının dəyişilməsini quraqlığın dərəcə-sindən, xarakterindən, təsir müddətindən asılı olduğunu göstər-mişlər [77].

Kojuçko N.N., Udovenko Q.V. (1975) müxtəlif tip quraqlıq şəraitində nuklein turşularının miqdarını müqayisəli öyrənərək qeyd etmişlər ki, onların dəyişilməsi həm quraqlığın dərəcə-sindən, həm də bitkilərin inkişaf fazasından asıdır [89]. Kojuçko quraqlığın təsiri nəticəsində nuklein turşularının dəyişilməsi haqqında ədəbiyyat məlumatlarında olan ziddiyyətiməhz bununla, yəni tədqiqatın bitkilərin müxtəlif inkişaf mərhələlərində aparılması və quraqlıq formalarının müxtəlif olması ilə izah edir. Quraqlığa qarşı davamlılıq sortun irsi xüsusiyyətləri ilə təyin edilir və adaptasiya prosesində qeyri-əlverişli şəraitə uyğunlaşma son nəticə olaraq yeni səviyyədə metabolizm proseslərinin sabitləşməsi hesabına baş verir.

Aparılan təcrübədə yalnız RNT və DNT-nin miqdarının təyinindən başqa DNT-nin müxtəlif fraksiyaları da təyin edilmişdir. Stresə qarşı bitkilərin bu cür dəyişilməsi daha dəqiq və qiymətli informasiya verir. Göstəriləyi kimi, bəzi nümunələrdə DNT-nin miqdarının sabit qalmaması, genetik cəhətdən fəal-labil DNT-nin və genetik cəhətdən inert-stabil DNT-nin dəyişilməsi ilə əlaqədar olmuşdur. Az davamlı sortlarda stabil DNT-nin artması və RNT-nin miqdarının azalması bilavasitə genomun funksional aktivliyinin zəifləməsini göstərir.

V F Ə S İ L

BİTKİLƏRDƏ GENETİK MÜXTƏLİFLİYİN MOLEKULYAR MARKERLƏR ƏSASINDA QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Hər bir seleksiya proqramının, o cümlədən stres amillərə davamlılıq istiqamətində aparılan seleksiya işlərinin müvəffəqiyyət qazanması, cari populyasiyanın genetik müxtəlifliyi, strukturu və potensialı haqqında əldə ediləcək informasiyanın həcmindən asılıdır. Belə ki, müxtəlifliyin olmadığı yerdə seçim də yoxdur və nümunələrin genetik yaxşılaşdırılması qeyri-mümkündür [94, 108, 213, 366]. Bitkilərin genetik müxtəlifliyi fərqli metodlarla öyrənilə bilər. Uzun zaman bitkilərin rüşeym plazmasının təyinində morfoloji əlamətlərdən istifadə edilmişdir. Lakin, mühit təsiri altında olan morfoloji əlamətlər vasitəsilə genetik müxtəlifliyin təyini təbii ki, dəqiq ola bilməzdi. Son illər genetik müxtəlifliyin tədqiqində ehtiyat zülallardan istifadə olunmağa başlanılmışdır. Lakin PZR-nın (polimeraza zəncir reaksiyası) kəşfi və amplifikasiya cihazının yaradılması ilə bilavasitə DNT səviyyəsində müxtəlif metodlar (AFLP, RAPD, SSR, SCAR və s.) əsasında genetik müxtəlifliyin tədqiqi mümkün oldu [291]. Morfoloji markerlərlə genomun yalnız bir hissəsi – ekspressiya olunmuş hissəsi öyrənilədiyi halda, molekulyar analizlərlə həm də genomun “susmuş”, fenotipik baxımından müşahidə olunmayan, neytral mutasiyaların baş verdiyi qeyri-funksional hissələri tədqiq edilir. PZR əsaslı molekulyar markerlərin sırasında RAPD (random amplified polymorphic DNA-təsadüfi amplifikasiya edilmiş polimorf DNT) markerləri qısa zaman fasiləsində bütöv genom səviyyəsində böyük miqdarda nümunələrin identifikasiyasını reallaşdırmağa imkan verir [251]. Təsadüfi xarakterli RAPD mar-

kerləri qabaqcadan genom haqqında heç bir informasiya tələb etmir və eyni zaman fasiləsində bir neçə gen lokusunu tədqiq etməyə imkan verir [151, 289]. Beləliklə, morfoloji, biokimyəvi və molekulyar metodların hər biri fərqli yollarla genetik müxtəlifliyi izah edir, bu metodların birlikdə istifadəsi isə populyasiyaların müxtəlifliyi, genetik strukturu haqqında daha aydın informasiya almağa imkan verir [291, 309].

Seleksiya işlərinə başlamazdan əvvəl tədqiq olunacaq populyasiyada əlamətlərin irsiliyi haqqında da informasiya toplamaq olduqca vacibdir [185]. Kəmiyyət əlamətlərinin irsiliyini qiymətləndirən diallel çarpazlaşma, nəsilərin orta qiymət və variasiya analizi üsulları bu məsələlərin qismən həll edilməsində, şübhəsiz ki, ən faydalı metodlardan sayıla bilər. Belə ki, bu metodların əsasında kəmiyyət əlamətlərinin genetik idarə sistemini, o cümlədən genlərin fəallıq vəziyyətlərini, additiv və dominant təsirlərin payını, dominantlığın dərəcəsini və istiqamətini, epistaz təsirlərin varlığı və ya yoxluğunu, onların növlərini dəqiqliklə təyin etməklə yanaşı, ümumi və xüsusi irsilik əmsallarını qiymətləndirmək, valideynlərdə dominant və resessiv allellərin necə paylandığını müəyyənləşdirmək mümkündür [140, 205]. Valideyn formalarında ümumi kombinasiya qabiliyyətini, hibridlərdə isə xüsusi kombinasiya qabiliyyətini təyin etməklə, valideyn və hibridlər arasından ən münasiblərini seçib, seleksiya proqramlarında istifadə etmək olar [144].

5.1. Diploid və tetraploid buğda növ və növmüxtəlifliklərində genetik müxtəlifliyin RAPD markerləri ilə öyrənilməsi

Molekulyar biologiya və genetikanın son 10 ildə ən böyük nailiyyətlərindən biri molekulyar markerlərin canlı orqanizmlərin genetik identifikasiyasında tətbiqi olmuşdur. Mo-

lekulyar markerlərin, xüsusən, DNT markerlərin bitkiçiliyə tətbiqi sayəsində bitkilərdə biomüxtəlifliyin tez bir zamanda öyrənilməsi prosesi başlanmışdır. İnkişaf etmiş ölkələr marker əsaslı seçməyə əsaslanaraq seleksiyada böyük uğurlar əldə etmişlər. DNT markerlərinin köməkliyi ilə bitkilərdə abiotik və biotik stres amillərə qarşı davamlılıq genləri identifikasiya edilmiş və nəticədə yüzlərlə quraqlığa, duzluluğa və xəstəliklərə davamlı bitki sortları yaradılmışdır. DNT markerlərin köməkliyi ilə bitkilərin genetik yaxınlığı və təkamülü müəyyən edilir ki, bu da seleksiyada uzaq hibridləşmənin aparılması üçün əsas element hesab edilir. Belə ki, CIMMYT-də buğda bitkisi üzrə marker metodlarına əsaslanaraq 600 hibridləşmə aparılır ki, nəticədə ildə 40 məhsuldar, xəstəlik və zərərvericilərə, stres amillərə davamlı sortlar əldə edilir.

Respublikamız da fauna və flora baxımından zəngin ölkə sayılır. Ölkəmizdə yayılmış bitki nümunələrinin qorunması, saxlanması və istifadəsinə son illərdə maraq daha da artmışdır [9,30]. Bu məqsədlə, AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutu və onun tərkibində Cənubi Qafqazda ilk dəfə olaraq genbank yaradılmışdır. Bu genbankda 8000-ə yaxın bitki nümunəsi qorunub saxlanılır ki, onunda 1283 nümunəsi buğdalara aiddir. Genbankda qorunub saxlanılan nümunələrin genetik identifikasiya edilərək pasportlaşdırılması və onlardan seleksiyada düzgün istifadə edilməsi günün aktual məsələsinə çevrilmişdir. İlk dəfə olaraq, bu məqsədlə, biz respublikamızda yayılmış diploid və tetraploid buğda növlərinin RAPD DNT markerlərilə identifikasiyasını həyata keçirməyə başladığımızı.

5.1.1. DNT marker metodlarının buğdanın identifikasiyasında tətbiqi

Buğda dünya üzrə ən geniş istehsal olunan dənli bitkidir və onun genom səviyyəsində aqronomik xüsusiyyətlərinin çox hissəsi öyrənilmişdir. Onun çox saylı xromosomları və poliploid genomunun xromosom itkisi və ya artmasına qarşı davamlılıq qabiliyyəti sitogenetik usullardan istifadə edilməklə öyrənilmiş və bu da ilkin buğda genetikasının inkişafına təkan vermişdir. Genetik müxtəliflik bitki seleksiyasında əsas materiallardan biridir, morfoloji əlamətlərə və lizozim polimorfizminə əsaslanan mövcud genetik müxtəliflik stabil deyil və ətraf mühitin təsirinə məruz qalır, lakin molekulyar markerlər stabil xarakterlidir. Biokimyəvi markerlərdən izoenzimler və toxumun ehtiyat proteinləri, DNT əsaslı markerlərdən isə restriktaza fraqmentlərinin uzunluq polimorfizmi (RFLPs) və təsadüfi amplifikasiya olunmuş polimorf DNT-lər (RAPDs) buğdalarda genetik müxtəlifliyin qiymətləndirilməsində istifadə edilmişdir [122,313,331]. Başqa molekulyar markerlər, misal olaraq, sadə nukleotid ardıcılığı təkrarları (SSR), amplifikasiya olunmuş fraqmentlərin uzunluq polimorfizmi (AFLPs) də buğdalarda genetik əlaqələrin öyrənilməsində istifadə edilmişdir. Bütün molekulyar markerlər arasında ən sadəsi və buğda növləri arasında genetik müxtəlifliyin öyrənilməsində ən uyğun RAPD marker metodudur [280,394].

5.1.2. RAPD praymerləri

RAPD – təsadüfi DNT hissəsinin amplifikasiyasına əsaslanan markerlərdir. Bu metod vasitəsilə bitkilərin identifikasiyası ucuz başa gəlir. Penelope J. Bebeli və əməkdaşlarının

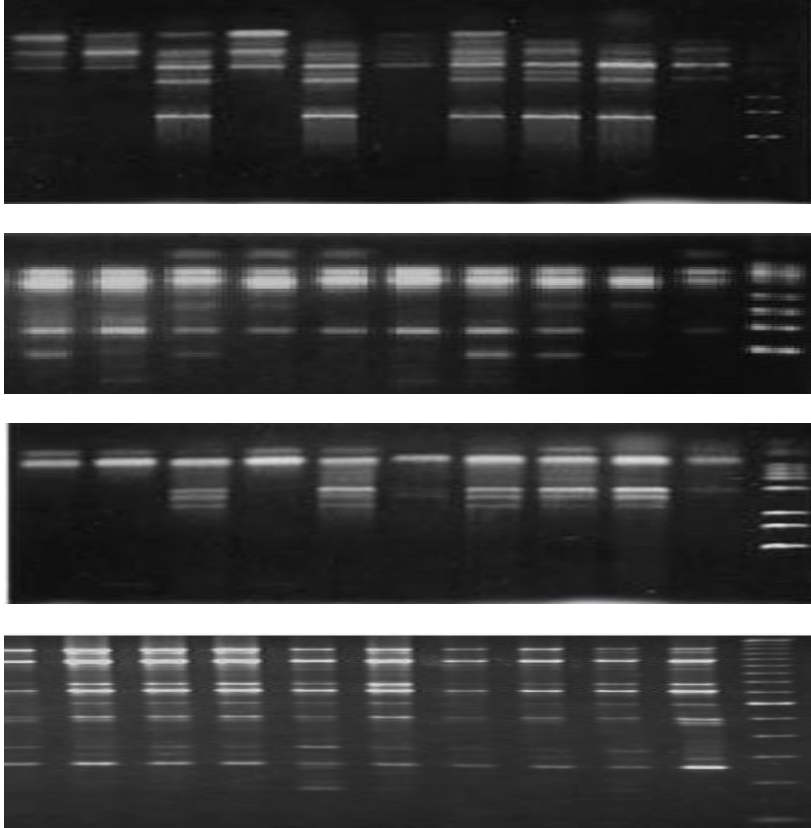
tədqiqatlarında, 2005-ci ildə 87 praymerin içərisindən seçilmiş 15 praymerdən istifadə edilmiş və diploid və tetraploid buğda növlərinin identifikasiyası həyata keçirilmişdir [58].

Cədvəl 5.1

İstifadə edilən praymerlər və onların verdikləri polimorfizm

№	Praymer	Ardıcılıq (5' - 3')	Bəndlərin sayı	Polimorf bəndlərin sayı	Polimorfizm (%-lə)
1	OPA-07	GAAACGGGTG	5	4	80.0
2	OPA-08	GTGACGTAGG	10	9	90.0
3	OPB-08	GTCCACACGG	11	7	63.6
4	OPB-10	CTGCTGGGAC	11	10	90.9
5	OPB-20	GGACCCTTAC	5	4	80.0
6	OPE-02	GGTGCGGAA	12	8	66.6
7	OPN-04	GACCGACCCA	14	8	57.1
8	OPN-05	ACTGAACGCC	7	5	71.4
9	OPN-08	ACCTCAGCTC	7	5	71.4
10	OPO-04	AAGTCCGCTC	7	6	85.7
11	OPO-05	CCCAGTCACT	9	7	77.8
12	OPO-06	CCACGGGAAG	16	10	62.5
13	OPO-12	CAGTGCTGTG	13	10	76.9
14	OPO-15	TGGCGTCCTT	9	8	88.9
15	OPAN-16	CAAGGTGGGT	5	4	80.0
Cəmi			140	105	75.0

A B C D F G H I J K M



Şəkil 5.1. RAPD markerlərlə diploid və tetraploid buğdaların elektrofarezi

A) *T.turgidum v.alboyadurum*, B) *T.durum v.leucurum* (Şərq), C) *T.persicum*, D) *T.dicoccum v.atratum*, F) *T.durum v.hordeiforme* (Bərəkətli 95), G) *T.monococcum* H., *T.boeoticum*, I) *T.turgidum v.salomonis*, J) *T.dicoccum v.farrum*, K) *T.dicoccoides*, M) Marker

İstifadə olunan praymerlərdən alınmış şəkillər ayrı-ayrılıqda təhlil edilmiş və polimorfizmin faizi hesablanmışdır.

Bizim tədqiqatda praymerlərin polimorfizmi orta hesabla 75.0% olmuşdur [3]. OPA – 04, OPAN 16, OPA -07, OPE-02 praymerləri vasitəsilə əldə olunmuş polimorfizm aşağıdakı şəkildə təsvir edilmişdir.

5.1.3. Genetik oxşarlıq

15 praymerdən istifadə etməklə nümunələr arasında polimorfizm binar nömrələmə əsasında qiymətləndirilmişdir (1;0). Bəndin olması 1, həmin yerə uyğun sahədə olmayan bəndlər isə 0 kimi nömrələnmiş və N.Nei və W.Li (1979) tərəfindən verilmiş formula əsaslanaraq oxşarlıq indeksi hesablanmışdır [296] (Cədvəl 5.2).

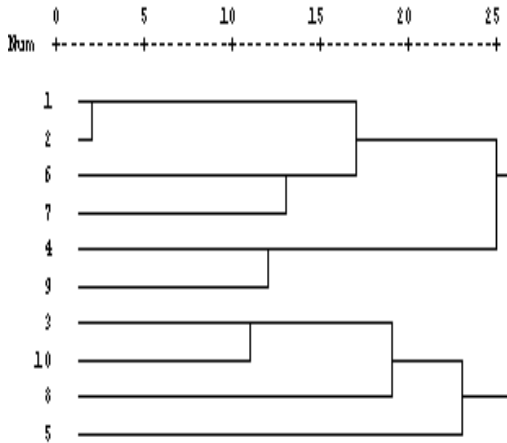
Alınmış nəticələrə əsaslanaraq dendrogram tərtib edilmiş və nümunələrin genetik yaxınlığı göstərilmişdir. Dendrogramda 2 əsas qrup alınmışdır. *T.dicoccoides v. arabicum*, *T.dicoccum v. farrum*, *T.durum v. hordeiforme* (Bərəkətli 95), *T.dicoccum v. atratum*, *T.boeoticum*, *T.durum v.leucurum* (Şərq) növmüxtəliflikləri bir qrupda, *T.turgidum v. salomonis*, *T.turgidum v.alboyadurum*, *T.persicum* və *T.monococcum* növləri isə digər qrupda birləşmişlər. Qruplar daxilində də müəyyən qruplaşmalar meydana gəlmişdir. Belə ki, 1-ci qrupda *T.dicoccoides v. arabicum* və *T.dicoccum v.farrum* nümunələri bir-birlərinə daha yaxın olduqları görünür.

Diploid və tetraploid buğda nümunələrinin öxşarlıq indeksləri

Genotiplər	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>T.dicoccoides</i>	1								
<i>T.dicoccum v. farrum</i>	0.562	1							
<i>T.turgidum v. salomonis</i>	0.516	0.424	1						
<i>T.boeoticum</i>	0.414	0.516	0.400	1					
<i>T.monococcum</i>	0.387	0.364	0.562	0.303	1				
<i>T.durum v. hordeiforme</i> (Bərəkətli 95)	0.533	0.625	0.322	0.414	0.387	1			
<i>T.dicoccum atratum</i>	0.452	0.545	0.312	0.466	0.437	0.581	1		
<i>T.persicum</i>	0.483	0.387	0.400	0.428	0.400	0.345	0.400	1	
<i>T.durum v. leucurum</i> (Şərq)	0.333	0.437	0.452	0.552	0.452	0.400	0.452	0.551	1
<i>T.turgidum albodayurum</i>	0.529	0.529	0.588	0.485	0.514	0.529	0.514	0.545	0.470

2-ci qrupda isə, əsasən, *T.turgidum v.salomonis* və *T.turgidum v.alboyadurum* növmüxtəlifləri bir-birinə daha yaxın hesab edilir. Bu yaxınlığı adi qəbul etmək olar, çünki solomonis və alboyadurum eyni növün müxtəlif növmüxtəliflikləridir. *T.monococcum* və *T.boeoticum* diploid olmalarına baxmayaraq, bizim istifadə etdiyimiz praymerlərin verdiyi bəndlərə görə bir-birindən genetik cəhətdən uzaq kimi qiymətləndirilmişdir.

Nümunələr, həmçinin AMEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun Abşeron təcrübə bazasında becərilmiş və məhsuldarlıq elementlərinə görə struktur analiz edilmiş və nəticələrə əsasən dendroqrama tərtib olunmuşdur (Şəkil 5.2).

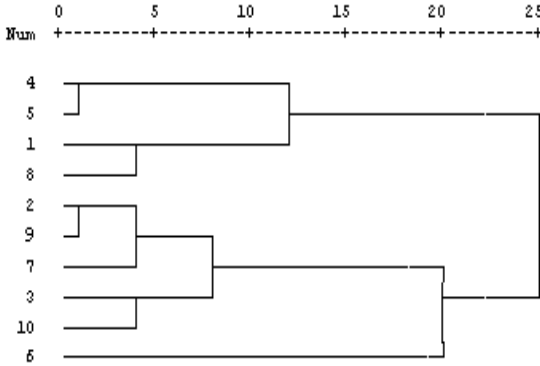


Şəkil 5.2. Diploid və tetraploid buğda nümunələrinin oxşarlıq indeksinə görə qruplaşması

Cədvəl 5.3

Abşeronda səpilmiş diploid və tetraploid buğda növ və növmüxtəlifliklərinin struktur analizi

Adı	Bitkinin boyu	Məhsuldar gövdələrin sayı	Sümbülün uzunluğu	Sümbülün çəkisi	Sümbülcük-lərin sayı	Dənin çəkisi	Dənin sayı	1000 dənin kütləsi
<i>T.boeoticum</i>	114	2.6	7.5	0.88	27.8	0.49	19.0	15.5
<i>T.monococcum</i>	104	4.8	6.6	0.86	29	0.52	26.7	18.0
<i>T.dicoccoides</i>	103	3.55	8.2	2.50	11.5	1.50	23.3	41.0
<i>T.dicoccum v. farum</i>	131	4.3	6.1	1.95	16.0	1.45	33.2	40.6
<i>T.dicoccum v. atratum</i>	122	3.90	7.7	2.1	23.3	1.28	41.7	32.0
<i>T.turgidum v. alboyadurum</i>	114	2.4	6.45	4.36	20.1	3.35	54.8	56.9
<i>T.turgidum v. salomonis</i>	133	3.05	8.55	4.53	25.8	2.61	55.7	52.0
<i>T.persicum</i>	87.0	3.50	11.9	1.92	18.9	1.35	32.9	35.0
<i>T.durum v. hordeiforme (Bərəkətli 95)</i>	94.0	4.27	6.40	4.20	18.4	3.24	49.9	62.0
<i>T.durum v. leucurum (Şərq)</i>	132	3.5	7.40	3.47	19.6	2.39	41.6	52.0



Şəkil 5.3. Diploid və tetraploid buğda nümunələrinin məhsuldarlıq elementlərinə görə qruplaşması

Dendrogramdan görüldüyü kimi, *T.boeoticum* və *T.monococcum* növləri məhsuldarlıq elementlərinə görə bir-birlərinə yaxın növ kimi qiymətləndirilir. Amma RAPD DNT markerlərinə görə bu növlər bir birindən genetik cəhətdən uzaq hesab edilmişdir. *T.dicoccoides* və *T.persicum* növləri də fenotip cəhətdən yaxın olsalar da genotipik olaraq uzaq kimi qiymətləndirilmişdir. *T.turgidum alboyadurum* və *T.turgidum salomonis* növmüxtəliflikləri həm genetik cəhətdən, həm də fenotipik cəhətdən oxşarlıq təşkil etmişlər. Həmçinin, *T.durum*-a aid sortlar və *T.dicoccum*-a aid növmüxtəliflikləri də həm genetik və həm də fenotipik cəhətdən oxşar olmuşlar.

Nəticələri ümumiləşdirərək qeyd etmək olar ki, fenotipik cəhətdən oxşar olan nümunələr heç də hər zaman genotipik cəhətdən də oxşar olmurlar. Lakin bəzi növlərin növmüxtəlifliklərinin həm genetik, həm də fenotipik analizləri bir-birilə uyğunluq təşkil edir.

5.1.4. RAPD markerlərinin təkrarlanma qabiliyyəti

Molekulyar markerlər bitki seleksiyasında genetik materialın xarakterizə edilməsi üçün qiymətli vasitədir. Onlardan RAPD markerlər buğda hermoplazmanın qiymətləndirilməsində uğurla istifadə edilir ki, bunun da bir çox üstünlükləri vardır. Bununla belə RAPD üsulunun reproduktivliyi və genetik müxtəlifliyin tədqiqinə münasibliyi ilə əlaqədar bəzi şübhələr də mövcuddur. Optimal PCR reaksiya şəraitindən istifadə etməklə və yalnız reproduktiv bəndləri nəzərə almaqla RAPD-in reproduktivliyini təmin etmək olar.

RAPD üsulunun genetik müxtəlifliyin tədqiqi və hermoplazmanın qiymətləndirilməsində istifadəsi bir sıra işlərdə göstərilmişdir [148,230,290]. RAPD markerləri vasitəsilə buğda genotiplərinin genetik qohumluğunun qiymətləndirilməsi üçün alınmış məlumatlar digər markerlərdən istifadə zamanı alınmış məlumatlarla uyğunluq təşkil edir. Kastaqna və başqaları aşkar etmişlər ki, 49 diploid buğda nümunələrinin genetik oxşarlığının növdaxili müqayisəsi zamanı RAPD markerlərdən alınmış qiymətlər RFLP markerlərlə alınmış qiymətlərə çox yaxındır. 6 buğda növünün tədqiqi zamanı Naqoaka və Oqihara (1997) göstərmişlər ki, İSSR markerlərlə hesablanmış genetik yaxınlıq RFLP və RAPD görə hesablanmış qiymətlərlə identik olmuşdur. Bu yaxınlarda şəcərə analizləri və RAPD metodu əsasında buğda sortlarının genetik müxtəlifliyinin qiymətləndirilməsi arasında zəif əlaqənin mövcudluğu müəyyən edilmişdir [238,376]. Həmçinin, bərk buğdada RFLP və şəcərə analizlərindən, heksaploid buğdada AFLP və qohumluq əmsalı analizlərindən və bərk buğdada AFLP və qohumluq analizlərindən alınmış qiymətlər arasında aşağı və orta dərəcədə korrelyasiya əmsalları aşkar edilmişdir. Yalnız şəcərə əsaslı müxtəlifliyin ölçülərindən istifadə genetik müxtəlifliyin mövcud

yaxınlığın qiymətləndirilməsində bəzi səhvlərə gətirib çıxara bilər. RAPD kimi molekulyar markerlərdən istifadə ilə əldə edilmiş genetik yaxınlıq daha etibarlı sayılır.

5.1.5. Genetik müxtəliflik üçün nümunələrin seçilməsi

Növdaxilində və növlər arasında müxtəliflik mövcud olduğuna görə sortlarda genetik müxtəlifliyin qiymətləndirilməsi üçün nümunələrin seçilməsi çox mühümdür [143]. Çarpaz tozlanan populyasiyalarda hər bir bitki genetik baxımdan unikal ola bilər. Öz-özünə tozlanan populyasiyalarda isə bitkilər bir və ya daha çox genotiplərdən ibarət ola bilər. Əlbəttə ki, daha çox nümunə yüksək ehtimallı və daha aşağı tezlikli genotipləri təyin etməyə imkan verir. Lakin nümunələrin optimal sayı analizin tədqiqatın məqsədlərindən və tətbiq olunan üsulların həssaslığından asılıdır. Sortların genetik müxtəlifliyinin qiymətləndirilməsində fərdi seçilmiş bitkilərin sayı müxtəlif bitkilərdə müxtəlif olur. Paxla sortlarının RAPD analizi üçün 6 bitki nümunəsi götürülmüşdür [227]. Kərəviz sortlarında RAPD markerləri üçün nümunələrin optimal sayı 5-20 bitki arasında olur [415]. Autrique və b. (1996) bərk buğda sortlarının RFLP markerləri ilə genetik müxtəlifliyinin tədqiqi zamanı DNT ekstraksiyası üçün 8-10 bitki götürmüşlər. Yumşaq buğda da Muxtar və başqaları (2002) RAPD analizləri üçün 20 bitki götürmüşlər [280]. Miçelmor və başqaları (1991) bəyan etmişlər ki, DNT qarışığında 10% -dən aşağı tezlikdə rast gəlinən allellər RAPD vasitəsilə daha çətin təyin olunur [266]. Aşağı həssaslığa görə 20-dən çox bitki nümunəsinin istifadəsi RAPD analizlərində daha nadir markerlərin tapılma ehtimallığını artırır [415]. Seleksiyaçılar üçün nadir

allelərin daha yararlı olmasına baxmayaraq, yüksək tezlikli allellər sortlar arasında müxtəlifliyi təyin edən əsas göstəricilərdən biridir. Bizim kolleksiyamızda çoxlu nümunə olduğuna görə hər bir populyasiyadan daha çox bitkiləri fərdi olaraq analiz etmək çox çətin olar.

5.1.6. DNA polimorfizm və genetik müxtəliflik

RAPD metodunda istifadə olunan praymerlərin sayı nə çox, nə də az olmalıdır. Az olması qeyri informativ nəticələrin alınmasına, çox olması isə yüksək maliyyə xərclərinə gətirib çıxara bilər. *Triticum* cinsinin müxtəlif növlərinin tədqiqində müxtəlif sayda praymerlər istifadə olunmuşdur ki, bu da öz növbəsində müxtəlif dərəcədə polimorfizmin aşkar olunmasına gətirib çıxarmışdır. Joşi və Nquyen yabanı və mədəni buğdanın tədqiqində 40 praymerdən istifadə etmiş və bütün nümunələr arasında 88 % polimorfizm aşkar etmişdirlər. Sun və başqaları 26 UBC primerləri ilə *T.aestivum* və *T.speltaya* aid 46 genotip arasında 62.5% polimorfizm müəyyən etmişlər. Pujar 81 operon praymerini yoxlamış və 3-13 arası polimorfik bəndlər sintez edən 21 praymer seçmişlər. *Triticum* cinsinin 64 genotipi arasında 78.2 % polimorfizm müəyyən edilmişdir [377].

Müasir sortların genetik tərkibi adətən homogendir. Yerli sortların seleksiya sortlarına nisbətən daha heterogen olması hesab edilir. Bizim apardığımız tədqiqatda genotiplər arasında fərqlilik çox müşahidə edilmişdir. Bu isə müxtəlif növlərin iştirakı ilə əlaqədardır. Eyni növə aid olan nümunələr məsələn, *T.turgidumun* 2 növmüxtəlifliyi bir-birinə daha yaxın olmuşdur. Amma *T.durum*-a aid nümunələr arasında isə polimorfizm əmələ gəlmişdir. Hətta müxtəlif növlərə aid olan

T.dicoccoides ilə *T.dicoccum* v.farrum arasında genetik yaxınlıq daha çox özünü biruzə vermişdir.

5.2. İki cərgəli və çox cərgəli arpa nümunələrinin genetik müxtəlifliyinin monomer prolamin ehtiyat zülalları əsasında tədqiqi

Azərbaycanda yayılmış bitki nümunələrinin qorunması, saxlanması və istifadəsinə son illərdə maraq daha çox atılmışdır. Bu məqsədlə, Azərbaycan MEA Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun tərkibində Cənubi Qafqazda ilk dəfə olaraq genbank yaradılmışdır. Bu genbankda 8000-ə yaxın bitki nümunəsi qorunub saxlanılır ki, onların da içərisində xeyli arpa nümunələri vardır. Genbankda qorunub saxlanılan nümunələrin genetik identifikasiya edilərək pasportlaşdırılması və onlardan seleksiyada düzgün istifadə edilməsi vacib problemlərdən biridir.

Genetik müxtəliflik fərqli metodlar: morfoloji markerlər, biokimyəvi markerlər və molekulyar markerlər əsasında tədqiq oluna bilər. Morfoloji markerlər keyfiyyət əlamətləri ilə əlaqədar olub, müşahidə əsasında qruplaşdırılır. Qeyd etmək lazımdır ki, morfoloji markerlərin sayı azdır və bəzi hallarda bu markerlər fenotipə güclü təsir göstərir və seleksiya proqramları üçün münasib olmurlar. Morfoloji əlamətlər isə say baxımından çoxdurlar, kəmiyyət irsiliyinə malikdirlər və asanlıqla tədqiq oluna bilərlər. Bir çox bitkilərdə onlar məhsuldarlığı və onun elementlərini təşkil edirlər. Bu əlamətlərin normal paylanma xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, onların tədqiqində statistikadan istifadə edilir [291].

Lasa [243] 159 yerli arpa nümunəsinin genetik müxtəlifliyini tədqiq edərkən 27 morfoloji əlamətlərdən istifadə etmişdir. Tədqiq edilmiş əlamətlər üzrə yüksək fenotik müxtəliflik müşa-

hidə olunmuşdur. Yerli formalarla seleksiya edilmiş nümunələrin genetik müxtəlifliyi müqayisə edilmiş və nəticədə birincilərin biotik və abiotik streslərə daha davamlı olduqları aşkar edilmişdir. Prinsipcə component analiz üsulu isə tədqiqat üçün müəyyən edilmiş bütün kəmiyyət və keyfiyyət əlamətləri nəzərə alınmaqla altıcərgəli genotipləri bir-birindən ayırmağa imkan vermişdir. Yerli formalarda coğrafi müxtəlifliklərlə məhsulun yetişməsinə lazım olan günlərin sayı, məhsuldar gövdələrin sayı və məhsuldarlıq arasında müsbət korrelyasiya müşahidə edilmişdir.

Bahrman və əməkdaşları [124] 26 altıcərgəli arpa nümunəsinin bir sıra morfoloji xüsusiyyətlərini və xəstəliklərə davamlılığını tədqiq etmişlər. Onlar bu nümunələrin genetik müxtəlifliyini morfoloji əlamətlərlə yanaşı, molekulyar markerlər vasitəsi ilə də öyrənmişlər. Nümunələrin müxtəlif üsullarla genetik fərqliliyi təyin edilmişdir. Genetik müxtəlifliyin öyrənilməsi istiqamətində fərqli səviyyələrdə aparılmış tədqiqatlardan əldə olunmuş nəticələr arasında heç bir asılılıq müşahidə edilməmişdir.

Bitkilərin biokimyəvi tədqiqatlarında fermentlərin və ehtiyat zülalların elektroforez üsullarından çox geniş istifadə olunmaqdadır. Ehtiyat zülalları yüksək polimorfizmlə yanaşı, quruluşlarının stabilliyi ilə də səciyyələnirlər [291]. Ətraf mühit amilləri yetişməkdə olan toxumlara ya təsir etmir, ya da çox cüzi təsir göstərir [251]. Bu amillər toxumlardakı zülalların miqdarına təsir göstərsələr də, onların quruluşunda dəyişiklik yaratmırlar [240, 309].

Hordeinlər və monomer prolaminlər arpa bitkisinin əsas ehtiyat zülallarıdır. Bu günədək aparılmış tədqiqatlarda ehtiyat zülalları sırasında daha çox diqqət hordeinlərin müxtəlifliyinin analizinə yönəlmiş, monomer prola-

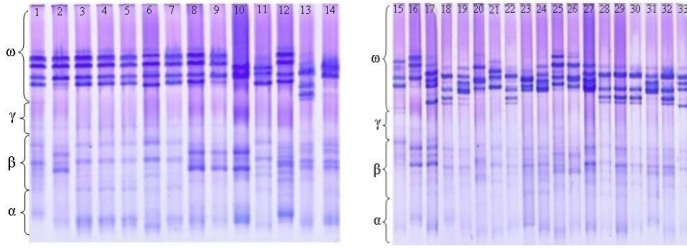
minlər isə olduqca az tədqiq olunmuşdur. Buna görə də sonuncular haqqında hələ də kifayət qədər informasiya yoxdur [350, 351].

Mədəni və yabanı arpalarda monomer prolaminlərin müxtəlifliyinin tədqiqi, buğdanın qliaidinlərində olduğu kimi, onlarda da yüksək polimorfizmin mövcudluğunu aşkar etməyə imkan verdi [349]. Poliakrilamid gelində nisbi hərəkətlilikləri əsasında bu zülallar 4 zonaya - α , β , γ və ω -zonalarına ayrılırlar. Bu zonaları kodlaşdıran gen lokusları haqqında da ədəbiyyatda kifayət qədər məlumat yoxdur. Alvarez və əməkdaşları (2004) *Hordeum chilense* yabanı arpa növünə məxsus monomer prolaminləri kodlaşdıran gen lokuslarını tədqiq etməklə, $1H^{ch}$ xromosumu üzərindəki $Gli-H^{ch}$ gen lokusunu ω -zonasının kodlaşdırıcısı kimi təyin etmişlər. Bu tədqiqatın nəticələri α - və β -zonalarının ən azı iki müxtəlif gen lokusu tərəfindən kodlaşdırıldığını və bu lokuslar arasında ilişikliyin olmadığını göstərir. Belə güman olunur ki, hər iki gen $5H^{ch}$ və $7H^{ch}$ xromosomları üzərində lokallaşır [111]. Payne və həmkarları (1987), Tercero (1991) bu zülalların hansı genlər tərəfindən kodlaşdırılmasını tədqiq edərək oxşar nəticələr əldə etmişlər. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunmuş monomer prolaminlər müxtəlif genotiplər arasında yüksək polimorfizmə malikdirlər [312, 382].

Eşqi və Axundovanın (2009) tədqiqatı zamanı monomer prolaminlərin analizində 57 zolaq, hordeinlərin analizində isə 32 zolaq aşkar olunmuşdur. Genetik müxtəliflik indeksinin qiyməti də monomer prolaminlərdə hordeinlərlə müqayisədə yüksək olmuşdur (uyğun olaraq, 0.889 və 0.856). Bunlardan əlavə, klaster analizi hordeinlərlə müqayisədə monomer prolaminlərin müxtəlifliyi əsasında nümu-

nələri qruplaşdırmaqda daha effektiv olmuşdur. Həmçinin monomer prolaminlərin analizində 51 genotip, hordeinlərin analizi ilə isə yalnız 18 genotip tam surətdə identifikasiya olunmuşdur. Bu nəticələrə əsaslanaraq, onlar arpa genotiplərinin identifikasiyasında, həmçinin bu nümunələrin genetik müxtəlifliyin tədqiqində monomer prolaminlərin müxtəlifliyə nə əsaslanmağın daha münasib olduğunu göstərmişlər [182]. Eşqi və Axundovanın bu istiqamətdə aparılmış digər tədqiqatlarında (2010) ehtiyat zülallarının (monomer və hordein prolaminlərinin) genetik müxtəlifliyi RAPD markerlərinin genetik müxtəlifliyi ilə müqayisə edilmişdir. Onların təcrübələrində ICARDA mənşəli çılpaq arpa nümunələrində ehtiyat zülallarının, xüsusilə monomer prolaminlərin genetik müxtəlifliyi DNT səviyyəsində təyin olunan müxtəlifliklə müqayisədə daha yüksək olmuşdur [183].

Tədqiqatda məqsəd iki cərgəli və çox cərgəli arpa nümunəsinin genetik müxtəlifliyinin monomer prolaminlərin polimorfizmi əsasında öyrənilməsi və bunun bitki davamlılığı ilə əlaqəsinin aşkar edilməsi olmuşdur. Arpa nümunələrində monomer prolaminlərin tədqiqi zamanı, buğda bitkisinin qliadinlərində olduğu kimi, 4 zona - α , β , γ və ω -zonaları təyin edilmişdir. Bu zonalar üzrə ümumiyyətlə 36 spektr təyin olunmuşdur ki, onların hamısı polimorfluğu ilə seçilmişdir (Cədvəl 5.4, Şəkil 5.4, 5.5.). ω -zonasında 22 zolaq və 16 spektr müəyyən edilmişdir. Bu zolaqlar sırasında $P_{\omega_{16}}$ zolağı 7 genotipdə ən yüksək - 21.21% tezliklə müşahidə olunmaqla, diqqəti cəlb etmişdir.



Şəkil 5.4. Arpa genotiplərində monomer prolamin ehtiyat zülalları əsasında təyin olunmuş spektrlər

P_{ω_1} zolağı 4 genotipdə müşahidə olunmuşdur. P_{ω_2} , P_{ω_4} , P_{ω_5} , P_{ω_6} , P_{ω_7} , P_{ω_8} , P_{ω_9} , $P_{\omega_{10}}$, $P_{\omega_{11}}$, $P_{\omega_{12}}$, $P_{\omega_{13}}$, $P_{\omega_{14}}$, $P_{\omega_{15}}$, $P_{\omega_{17}}$, $P_{\omega_{18}}$, $P_{\omega_{19}}$, $P_{\omega_{20}}$ və $P_{\omega_{22}}$ yalnız bir genotipdə aşkar edilmişlər. P_{ω_3} və $P_{\omega_{21}}$ zolaqları isə iki genotipdə qeydə alınmışlar (cədvəl 5.4). ω zonasında ω_9 , ω_{12} və ω_{11} spektrləri ən yüksək tezliyə, müvafiq olaraq, 97.06%, 73.52% və 70.59% tezliyə malik olmuşlar. ω_2 , ω_6 , ω_7 və ω_{16} spektrləri isə əksinə, yalnız bir genotipdə müşahidə edilmişlər. Digər spektrlərin tezliyi 8.82% - 38.23% arasında dəyişmişdir. (Cədvəl 5.4).

Cədvəl 5.4

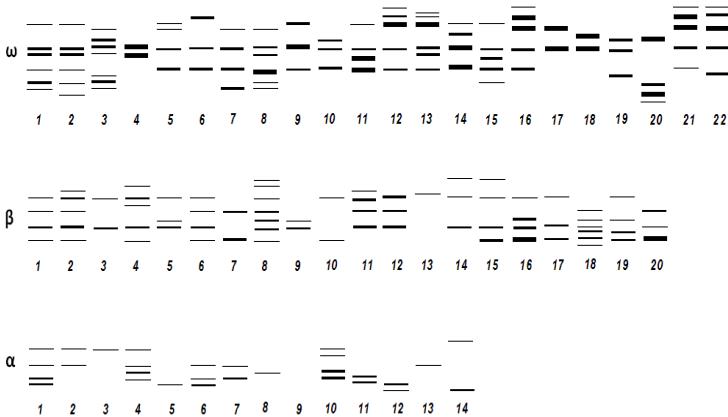
Genotiplərdə monomer prolaminlər əsasında təyin olunmuş spektrlərin sayı

Spektrlərin sayı	Spektrlərə malik genotiplərin sayı	Spektrlərə malik genotiplərin %-lə miqdarı
4	1	2.94
5	1	2.94
6	1	2.94
7	4	11.76
8	6	17.68

Cədvəl 5.4-ün davamı

9	3	8.82
10	1	2.94
11	8	23.53
12	3	8.82
13	3	8.82
14	2	5.88
15	1	2.94

ω -zonasında müəyyən edilmiş patternlər əsasında Nei genetik müxtəliflik indeksi $H=0.917$ hesablanmışdır. Pan və həmkarları (2007) ω -zonasında 21 spektr müşahidə etməklə, bu zonaladakı ən böyük müxtəlifliyi aşkar etmişlər. Alvarez və əməkdaşları (2006 a və b) apardıqları iki fərqli tədqiqat işində bizim tədqiqatın nəticələrinə uyğun olaraq, yalnız üç - α , β və ω -zonalarında spektr müşahidə etmiş, həmçinin ω -zonasının yüksək müxtəlifliyə malik olduğunu söyləmişlər [109, 110].



Şəkil 5.5. Bütün genotiplərinin α -, β - və ω -zonalarında müşahidə olunan müxtəlif monomer prolamın zolaqlarının idioqramı

Cədvəl 5. 5.

**Genotiplərin adı və onlarda təyin olunmuş monomer
prolamin zolaqları**

№	Genotiplər	Zolaqlar			№	Genotiplər	Zolaqlar		
		α	β	ω			α	β	ω
1	Nutans 67/91	5	3	16	18	Arpa 31	9	10	3
2	Nutans 303	9	16	21	19	84 №-li Seçmə	9	10	8
3	Celilabad 19	6	14	16	20	Arpa 29	9	9	9
4	Nutans 86-35/18	6	14	16	21	Arpa 52	9	3	10
5	Nutans 118-21	6	14	16	22	Naxçıvan deni	9	3	3
6	Nutans 80/32-21	14	15	22	23	Arpa 40	7	5	4
7	Nutans 28/92	6	3	16	24	Arpa 84	6	6	11
8	Nutans 57/9	12	16	16	25	Arpa 78	5	8	12
9	Nutans 124/32	9	20	21	26	Palidum 69/91	9	7	13
10	Arpa 59	11	20	18	27	№ 78 Cəbraylı	1	4	14
11	6 №-li Seçmə	13	17	19	28	Arpa 75	2	1	1
12	Nutans 80-34/14	10	18	16	29	76 №-li Seçmə	1	1	1
13	Hüseyn 1	9	19	20	30	Arpa 30	3	1	1
14	Arpa 77	11	19	17	31	55 № yerli	4	1	15
15	Arpa 39	5	13	5	32	№ 79/1-2	1	1	1
16	Arpa 32	8	12	6	33	Arpa 81	9	2	2
17	Arpa 44	1	11	7					

Cədvəl 5.6

Arpa genotiplərində monomer prolaminlərin zolaqları

Monomer prolaminlərin zolaqları	Genotiplər	Tezlikləri, %-lə
ω-zonası zolaqları		12.12
P ω ₁	28, 29, 30, 32	3.03
P ω ₂	33	6.06
P ω ₃	18,22	3.03
P ω ₄	23	3.03
P ω ₅	15	3.03
P ω ₆	16	3.03
P ω ₇	17	3.03
P ω ₈	19	3.03
P ω ₉	20	3.03
P ω ₁₀	21	3.03
P ω ₁₁	24	3.03
P ω ₁₂	25	3.03
P ω ₁₃	26	3.03
P ω ₁₄	27	3.03
P ω ₁₅	31	3.03
P ω ₁₆	1, 3, 4, 5, 7, 8, 12	21.21
P ω ₁₇	14	3.03
P ω ₁₈	10	3.03
P ω ₁₉	11	3.03
P ω ₂₀	13	3.03
P ω ₂₁	2, 9	6.06
P ω ₂₂	6	3.03
β-zonası zolaqları		
P β ₁	28, 29, 30, 31, 32	15.15
P β ₂	33	3.03
P β ₃	1, 7, 21, 22	12.12
P β ₄	27	3.03
P β ₅	23	3.03

Cədvəl 5.6-nın davamı

Monomer prolaminlərin zolaqları	Genotiplər	Tezlikləri, %-lə
P β_6	24	3.03
P β_7	26	3.03
P β_8	25	3.03
P β_9	20	3.03
P β_{10}	18, 19	6.06
P β_{11}	17	3.03
P β_{12}	16	3.03
P β_{13}	15	3.03
Monomer prolaminlərin	Genotiplər	Tezlikləri, %-lə zolaqları
P β_{14}	3, 4, 5	9.09
P β_{15}	6	3.03
P β_{16}	2, 8	6.06
P β_{17}	11	3.03
P β_{18}	12	3.03
P β_{19}	13, 14	6.06
P β_{20}	9, 10	6.06
α –zonası zolaqları		
P α_1	17, 27, 29, 32	12.12
P α_2	28	3.03
P α_3	30	3.03
P α_4	31	3.03
P α_5	1, 15, 25	9.09
P α_6	3, 4, 5, 7, 24	15.15
P α_7	23	3.03
P α_8	16	3.03
P α_9	2, 9, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 3	33.33
P α_{10}	12	3.03
P α_{11}	10, 14	6.06
P α_{12}	8	3.03
P α_{13}	11	3.03
P α_{14}	6	3.03

Eshghi və Akhundova (2009) ICARDA mənşəli çılpaq arpa nümunələrinin genetik müxtəlifliyinin tədqiqində ω -zonasında 15 zolaq və 15 spektri təyin etmiş və ən zəngin spektr müxtəlifliyinin bu zonaya məxsus olduğunu göstərmişlər. Qeyd etmək lazımdır ki, onların bu zonada müşahidə etdikləri spektrlər digər zonalara müqayisədə daha aydın təzahür etmişdir. Çılpaq arpa nümunələri üzərində aparılmış bu tədqiqatda ω -zonasının genetik müxtəlifliyi 0.866-ya bərabər olmuşdur [182].

β -zonasında ən yüksək tezliyə (15.15%) $P\beta_1$ zolağa malik olmuş, $P\beta_3$ zolağı 12.12% olmaqla, nisbətən aşağı tezliklə genotiplərin 4-də qeydə alınmışdır. Bu zonada müşahidə edilən patternlər arasında 13 nömrəli zolaq yalnız bir genotipdə öyrənilmişdir. Tədqiqatımızda bu zonada 12 fərqli spektr müşahidə olunmuş, β_5 və β_9 spektrləri nümunələrin 82%-dan çoxunda təyin olunaraq, yüksək tezliyə malik olmuşlar. β_5 , β_6 və β_{12} yalnız bir genotipdə izlənilmiş, digər spektrlərin tezliyi isə 5.88% - 64.7% arasında tərəddüd etmişdir. β -zonasında müşahidə edilmiş pattern və spektrlərin sayı (uyğun olaraq, 20 və 12) ω -zonasında təyin olunmuş pattern və spektrlərin sayından (uyğun olaraq, 22 və 16) az olmasına baxmayaraq, β -zonası üçün hesablanmış Nei genetik müxtəliflik indeksinin qiyməti (0.929) ω -zonasını üçün hesablanmış uyğun parametrlə (0.917) müqayisədə böyük olmuşdur. Ədəbiyyat məlumatına müraciət etdikdə məlum olur ki, Alvarez və həmkarları [110] β -zonasının genetik müxtəlifliyinin 0.795-ə bərabər olduğunu müəyyən etmişlər; onların tədqiqatlarında ən az müxtəlifliyə β -zonasında rast gəlinmişdir. Alvarez və həmkarları [109] tərəfindən aparılmış digər təcrübədə isə γ zonasında heç bir spektr təyin olunmamış, ω zonasında 12, β -zonasında 2, α zonasında isə 6 müxtəlif zolaq müəyyən edilmişdir. ω zonasının spektr-

ləri 2-7 arasında olmuşdur. β -zonasının zolaqları bir spektrli, α zonasının zolaqları isə 4-5 spektrli olmuşdur. Eshghi və Akhundovanın tədqiqatlarında isə β -zonada 24 zolaq təyin olunmuş, genetik müxtəliflik indeksinin qiyməti bizim tədqiqatın nəticəsinə uyğun olaraq, digər zonalarla müqayisədə bu zonada yüksək ($H=0.933$) olmuşdur. Pan və əməkdaşları (2007) isə β -zonasında 8 spektrin varlığını aşkar etmişlər [307].

α -zonasında 6 spektr müşahidə edilmişdir; α_7 və α_6 spektrləri, uyğun olaraq, 47.06% və 41.18% olmaqla yüksək tezliklə seçilmişlər. α_1 və α_3 spektrləri isə yalnız bir genotipdə təyin olunmuş spektrlərdəndirlər. Tədqiq olunmuş zonalar arasında α -zonası ən az spektrə malik zona kimi tanınmışdır. Tədqiqatımızda bu zonada 14 fərqli zolaq öyrənilmiş, $P\alpha_9$ zolağı 33.33%-lə 11 genotipdə qeydə alınaraq, yüksək tezliyə malik olmuşdur. $P\alpha_2$, $P\alpha_3$, $P\alpha_4$, $P\alpha_7$, $P\alpha_8$, $P\alpha_{10}$, $P\alpha_{13}$ və $P\alpha_{14}$ zolaqları ancaq bir genotipdə müşahidə edilmiş, digər zolaqların tezliyi 6.06% - 15.5% arasında tərəddüd etmişdir. α -zonası digər zonalarla müqayisədə spektrlərin ən az sayına malik olmaqla yanaşı, genetik müxtəliflik indeksinin də ən kiçik qiyməti ($H=0.831$) ilə səciyyələnmişdir. Zolaqların müşahidə olunmuş aşağı müxtəlifliyi α -zonasındakı spektrlərin birtərəfli elektroforezlə tam ayrılmaması ilə izah oluna bilər. Tədqiqatımızda birtərəfli elektroforezlə zülal spektrlərinin tam aşkar olunmasına xüsusi diqqət verilsə də, göstərilmiş fakt α -zonasının spektrlərinin tədqiqində ikitərəfli elektroforez üsulunun tətbiqini tövsiyə etməyə sövq edir.

Pan və əməkdaşları (2007) tədqiq etdikləri genotiplərdə α -zonasında 6 fərqli spektri təyin etmişlər [307]. Eşqi və Axundova (2009) α -zonasında 7 spektr və 20 zolaq müşahidə edərək, bu zonanın β -zonasından sonra yüksək genetik müxtəlifliyə malik zona olduğunu müəyyən etmişlər [182]. Alvareaz və həmkarları (2006 a və b) da bu zonada yüksək genetik müxtəlifliyi aşkar

etmişlər [109, 110]. Tədqiqatımızda α -, β - və ω -zonalarında polimorfizm yüksək olduğu halda, γ - ω -, β - və α -zonasında təyin edilmiş spektrlərin tezliyi zonasında polimorfizm təyin edilməmişdir.

Cədvəl 5.7.

Spektrlər	Tezlikləri, %-lə	Total
ω_1	32.35	11
ω_2	2.94	1
ω_3	38.23	13
ω_4	38.23	13
ω_5	47.06	16
ω_6	2.94	1
ω_7	2.94	1
ω_8	11.76	4
ω_9	97.06	33
ω_{10}	38.23	13
ω_{11}	70.59	24
ω_{12}	73.52	25
ω_{13}	32.3	11
ω_{14}	23.53	8
ω_{15}	8.82	3
ω_{16}	2.94	1
β_1	14.7	5
β_2	5.88	2
β_3	8.82	3
β_4	2.94	1
β_5	82.32	28
β_6	2.94	1
β_7	44.11	15

Cədvəl 5.7-nin davamı

Spektrlər	Tezlikləri, %-lə	Total
β_8	23.53	8
β_9	82.32	28
β_{10}	8.82	3
β_{11}	64.7	22
β_{12}	2.94	1
α_1	2.94	1
α_2	23.53	8
α_3	2.94	1
α_4	38.23	13
α_5	8.82	3
α_6	41.18	14
α_7	47.06	16
α_8	8.82	3

Lakin Eşqi və Axundova (2009) γ -zonasında 4 spektr və 9 müxtəlif zolaq müşahidə edərək, digər zonalarla müqayisədə bu zonada az sayda spektr və zolaqların olduğunu aşkar etmişlər [182].

20, 21 və 15 nömrəli genotiplər, uyğun olaraq, 4, 5 və 6 spektrlə ən az, 12 nömrəli genotip 15 spektrlə, 29 və 32 nömrəli genotiplərin hər biri isə 14 spektrlə spektrlərin ən yüksək sayına malik genotiplər kimi qiymətləndirilmişlər. Tədqiq olunan genotiplərdə spektrlərin orta sayı 9.82-yə bərabər olmuşdur. Pan və həmkarları genotiplərin 14%-də maksimum sayda - 11 spektr müşahidə etmişlər, lakin apardığımız tədqiqatda genotiplərin təxminən 50%-də 11 spektr təyin olunmuşdur [307]. Bu nəticə eksperimentimizdə istifadə etdiyimiz ekstraksiya və elektroforez metodlarının effektivliyindən xə-

bər verir. Bu metodlardan istifadə etmiş Eşqi və Axundovanın tədqiqatlarının nəticələri də bunu təsdiqləyir [182].

Qeyd etmək lazımdır ki, α -, β - və ω -zonalarında cəmi 30 fərqli pattern müşahidə olunmuş və onların 28-nin hər biri yalnız bir genotipdə qeydə alınmışdır. Bu və yuxarıda göstərilən nəticələr nümunələrin identifikasiyasında PAAGE metodundan istifadənin məqsədəuyğun olduğunu sübut edir. Digər iki zolaqlardan biri üç genotipdə, o birisi isə iki genotipdə izlənilmişdir ki, nəticədə bu genotipləri monomer prolaminlərin müxtəlifliyinin analizi əsasında identifikasiya etmək mümkün olmamışdır.

Monomer prolaminlərin müxtəlifliyi ilə horedin prolaminlərinin müxtəlifliyi müqayisə olunmuş, monomer prolaminlərin analizi nəticəsində genotiplərin 80%-dan çoxu, horedin prolaminlərinin müxtəlifliyinin analizi əsasında isə genotiplərin yalnız 28.5%-i identifikasiya olunmuşdur [182]. Monomer prolaminlərin müxtəlifliyinin analizi əsasında 28 genotip, yəni genotiplərin 84.84%-i identifikasiya olunmuşdur ki, bu da Eşqi və Axundovanın nəticələrini təsdiqləyir və arpa genotiplərin tanınmasında monomer prolaminlərdən istifadənin daha effektiv olduğundan xəbər verir.

Şəkil 5.6-da UPGMA metodu ilə genotiplər arasında təyin olunmuş Jaccard oxşarlıq indeksi əsasında genotiplərin qruplaşdırılmasının nəticələrini əks etdirən dendrogram təsvir olunmuşdur. Genotiplər oxşarlıq indeksinin 0.36-ya bərabər qiyməti əsasında 8 əsas qrupa bölünmüşlər. Birinci qrupda 13 genotip, yəni bütün nümunələrin 39.39%-i qruplaşdırılmışdır. Bu klaster iki – “a” və “b” yarımqruplarından ibarətdir. a yarımqrupunda Zaqatala (2 genotip), Lerik (7 genotip), Yevlax (1 genotip) və Qusar (1 genotip) zonalarına aid 11 genotip yerləşmişdir. Müşahidə olunduğu kimi, Lerik zonasına aid

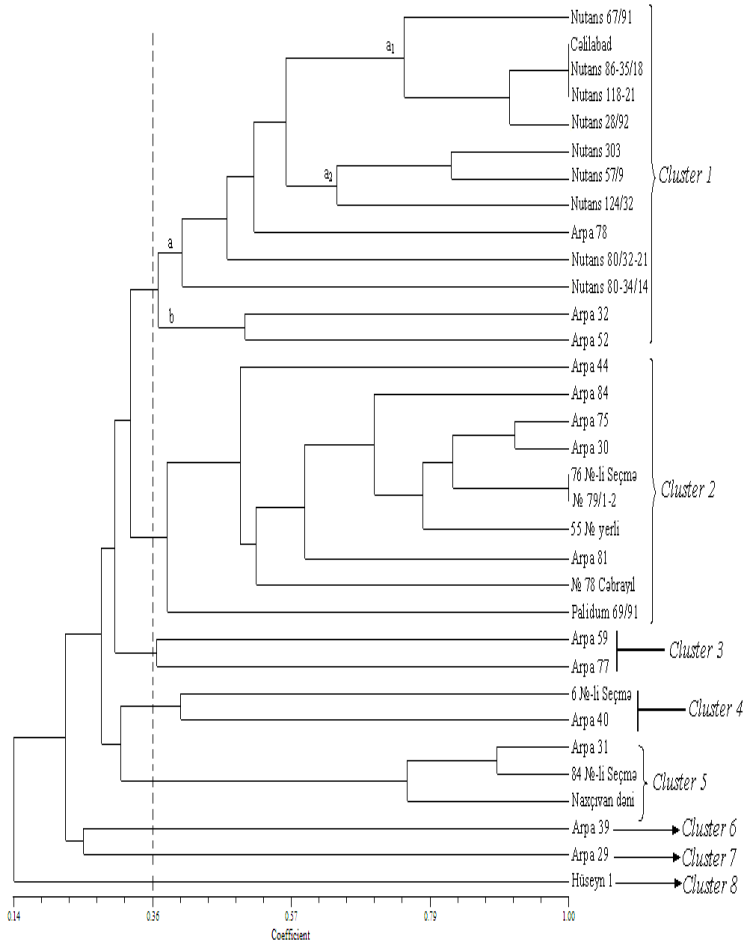
bütün nümunələr bu qrupda cəmlənmişlər. Bu qruplaşma Zaqatala zonasına məxsus iki genotipə də şamil edilir. Bu qruplaşmada diqqəti cəlb edən məqam “a” yarımqrupunun Arpa78 genotipi istisna olmaqla, yalnız *Nutans* növmüxtəlifliyinə malik ikicərgəli arpa genotiplərindən ibarət olmasıdır. Həmçinin bu yarımqrupda toplanmış nümunələrin 63.6%-nin ω -zonasına aid $P_{\omega_{16}}$ zolağına malik olmalarıdır. “a” yarımqrupunda Yevlax zonasına aid *Nutans* 80-34/14, Lerik zonasına aid *Nutans* 57/9 və Qusar zonasına aid Arpa78 nümunələri digər nümunələrlə müqayisədə uzaq genetik məsafədə yerləşmişlər. Şəkil 5.5-də müşahidə olunduğu kimi, a_1 yarımqrupunda yerləşən 5 genotiptən Cəlilabad 19, *Nutans* 86-35/18 və *Nutans* 118-21 genotiplər eyni patternlərə malik olmaqla, monomer prolaminlərinə görə fərqlənməmişlər. Bu qrupda cəmlənmiş *Nutans* 67/91 və *Nutans* 28/92 genotiplərinin oxşarlıq indeksi 0.755-ə bərabər olmuşdur. a_2 yarımqrupunda yerləşmiş *Nutans* 303 ilə *Nutans* 57/9 genotiplərinin genetik oxşarlıq indeksi 0.827-yə, *Nutans* 303 ilə *Nutans* 124/32 nümunələrinin oxşarlıq indeksləri isə 0.646-ya bərabər olmuşdur.

İkinci qrupu təşkil edən 10 genotip, yəni genotiplərin 30.3%-i Ağdam, Quba, Qusar, Şamaxı və Qazax zonalarına məxsus nümunələrdir. Bu qrupda yerləşmiş nümunələrin əksəriyyəti (60%-i) *Palindum* növmüxtəlifliyinə aiddirlər. Lakin Qusar zonasına aid Arpa 84, Qazax zonasına aid №79/1-2 və 55 №-li yerli *Niqrum* növmüxtəlifliyinə, həmin zonaya aid Arpa 81 nümunəsi isə *Paralleum* növmüxtəlifliyinə aiddirlər. Bu qrupda yerləşmiş genotiplər alticərgəli nümunələr kimi səciyyələnmişlər. Həmçinin bu nümunələrin əksəriyyəti P_{ω_1} , $P\beta_1$ və $P\alpha_1$ zolaqlarına malik olmuşlar. Cari qrupda Qusar zonasına aid *palindum* 69/91 və №78 Cəbrayılı, Qazax zonasına aid Arpa 81 nümunələri digər nümu-

nələrlə müqayisədə uzaq genetik məsafədə yerləşmişlər. Bu qrupda lokallaşmış №li Seçmə və №79/1-2 nümunələri eyni zolaqlara malik olmaqla monomer prolaminlərin müxtəlifliyinin analizi əsasında bir-birlərindən fərqlənə bilməmişlər. Ağdam zonasının Arpa 44 nümunəsi ilə Qusar zonasının palindum 69/91 nümunəsi arasındakı genetik oxşarlıq indeksi 0.387-yə bərabər olmuşdur.

Yevlax zonasına aid Arpa 59 və Ağdam zonasına aid Arpa 77 nümunələri üçüncü qrupu təşkil etmişlər. Bu iki genotip ikicərgəli olmaqla $P\alpha_{11}$ zolaqlara malik olmuşlar. Bu genotiplərin oxşarlıq indeksi 0.368-ə bərabər olmuşdur.

Dördüncü qrupu Yevlax zonasına aid 6№-li Seçmə və Qusar zonasına aid Arpa 40 nümunələri təşkil edir. Bu iki nümunə cərgə formasından fərqli olaraq, ω -, β - və α - zonalarında oxşar zolaqlara malik olmamışlar. Bu iki genotipin bir qrupda yerləşmələrinin səbəbi oxşar spektrlərə malik olmalarıdır. Bu nümunələrin Jaccard oxşarlıq indeksi qiymətlərinin 0.4-ə bərabər olduğu müəyyən edilmişdir.



Şəkil 5.6. Monomer prolaminlərin spektrləri əsasında arpa genotipləri arasında genetik oxşarlığı əks etdirən dendroqram

Beşinci qrupda Ağdam zonasının 84 № li Seçmə və Arpa 31, Fizuli zonasının Naxçıvan dənli nümunələri qruplaşmışlar. Arpa 31 və Naxçıvan dənli nümunələri $P\omega_3$ zolağına, Arpa 31 və 84 №-li Seçmə genotipləri isə $P\beta_{10}$ müştərək zolağı ilə səciyyələnmişlər. Bu qrupda yerləşmiş nümunələr α -zona-

sında $P\alpha_9$ zolağına malik olmuşlar. Arpa 31 və Naxçıvan dənli nümunələri *palindum* növmüxtəlifliyinə, 84№li Seçmə nümunəsi *paralleum* növmüxtəlifliyinə aid olsa da, bu nümunələrin hamısının altıcərgəli olması müəyyənləşdirilmişdir.

Arpa 39, Arpa 29 və Hüseyin 1 genotipləri, uyğun olaraq, altı, yeddi və səkkizinci qrupda qruplaşmışlar. Bu nümunələrin fərqli qrupda yerləşmələri onların digər nümunələrdən uzaq genetik məsafədə olmalarının nəticəsidir.

Hibridləşmə bitkilərin seleksiyasında istifadə olunan ən əhəmiyyətli metodlardandır. Başqa sözlə, hibridləşmə əsaslı metodlar digər seleksiya metodları ilə müqayisədə bitkilərin seleksiyasında daha yüksək paya malikdirlər. Seçilmiş valideynlər arasındakı genetik məsafədən asılı olaraq, yaradılacaq hibridlərdə maksimum heterozisə nail olmaq olar. Monomer prolaminlərin müxtəliflikləri əsasında qurulmuş dendrogram hibridləşmə proqramları üçün münasib valideynlərin seçimində ən effektiv metodlardan sayılır. Belə ki, fərqli qrupda yerləşmiş genotiplərin genetik xüsusiyyətlərini, o cümlədən aqronomik xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, onların çarpazlaşması ilə məhsuldar və keyfiyyətli nümunələrin yaradılması mümkündür.

Lerik rayonu bölgəsindən yığılmış arpa nümunələri yalnız birinci qrupda cəmlənmiş olsalar da, digər bölgələrə məxsus nümunələr bütün qruplar üzrə paylanmışlar. Deməli, monomer prolaminlər əsasında təyin olunmuş genetik müxtəlifliyin coğrafi müxtəlifliyə uyğun olmadığını tam qətiyyətlə söyləmək mümkün deyil və bu məqsədlə hər bir bölgəyə məxsus olmaqla təsadüfi yolla seçilmiş eyni və çoxsaylı nümunələrdən istifadə etmək labüddür. Lakin monomer prolaminlərin analizi arpa nümunələrində iki cərgəli və çox cərgəli genotipləri ayırmaqda münasib olmuşdur.

Beləliklə, analizlər zamanı 4 zona: α , β , γ və ω -zonaları təyin olunmuş, cəmi 36 spektr və 56 zolaq müəyyən edilmişdir. ω -zonasında 16 spektr və 22 zolaq müşahidə olunmaqla, ən yüksək spektr və pattern müxtəlifliyi aşkar edilmişdir. β -və α -zonalarında, uyğun olaraq, 12 və 6 spektr, həmçinin 20 və 14 zolaq qeydə alınmışdır. γ -zonasında isə spektr aşkar olunmamışdır. Nei genetik müxtəliflik indeksinin hesablanmış qiymətinə görə daha çox genetik müxtəliflik β -zonasında ($H=0.929$), bir qədər az ω -zonasında ($H=0.917$), ən az isə α -zonasında ($H=0.831$) təyin olunmuşdur. Klaster analizi Jaccard oxşarlıq indeksinin 0.36-ya bərabər qiyməti əsasında genotipləri 8 əsas qrupa bölmüşdür. Klaster analizi ikicərgəli və altıcərgəli genotipləri bir-birlərindən effektiv surətdə ayırmışdır. Bu metod genotiplərarası genetik məsafəni təyin etməklə aralarındakı genetik məsafə uzaq olan nümunələrin gələcəkdə çarpazlaşdırılması ilə heterozis effektinə malik hibridlərin yaradılmasında istiqamətləndirici rola malikdir. Monomer prolaminlərin elektroforetik tədqiqi ilə arpa nümunələri arasında yüksək genetik müxtəlifliyin aşkar olunması zəminində arpa nümunələrinin genetik müxtəlifliyinin monomer prolaminlər əsasında tədqiqi məsləhət görülür [23, 24].

Tədqiqatımızda əldə olunmuş nəticələr toxumların cücərmə qabiliyyəti və xlorofil (a+b)-nin miqdarında baş verən dəyişmələrə görə stresə davamlılıq göstəriciləri ilə müqayisə olunmuşdur. Bu indekslərlə monomer prolaminlədə müşahidə edilən zolaqlar arasında korrelyasiyalar öyrənilərək, monomer prolamin zolaqları ilə quraqlıq və duzluluq stresləri indeksləri arasında heç bir asılılığın olmadığı müəyyən olunmuşdur. Bu nəticəni, xarici mühit amillərinin ehtiyat zülallarının quruluşuna təsir göstərməməsi ilə izah etmək olar.

5.3. Qarğıdalıda hibridlərarası müxtəliflik dərəcəsinin tədqiqi

Bitkilərdə genetik müxtəlifliyin öyrənilməsi, seleksiya proqramlarında onlardan istifadə olunmasını təmin edir. Həmçinin, genetik cəhətdən fərdlərin qohumluq əlaqələrinin öyrənilməsi müvafiq qrupların yaranmasına, gen xəritələrinin hazırlanmasına və gen yerlərinin müəyyənləşdirilməsinə imkan verir [396]. Genetik müxtəlifliyin öyrənilməsi elə bir prosesdir ki, növlərin, formaların və fərdlərin fərqliliyi və yaxud oxşarlığı, xüsusi statistik metodlarla, eyni zamanda morfoloji və biokimyəvi metodlarla irsi məlumatlar əsasında tədqiq olunur [275]. Bu metodların arasında DNT markerləri ən dəqiq və ən etibarlı markerlər sayılır. Bu tədqiqatda hibridlər arası genetik müxtəlifliyin miqyasını qiymətləndirmək üçün morfoloji əlamətlərdən və DNT markerlərindən istifadə olunmuşdur.

5.3.1. Hibridlərarası müxtəliflik dərəcəsinin morfoloji əlamətlər əsasında qiymətləndirilməsi

Genetik müxtəliflik dərəcəsi morfoloji əlamətlərə görə də asanlıqla ölçülə bilər və molekulyar markerlərin əksinə olaraq onlar genom kodlarına uyğun hissələri əks etdirirlər.

Genetik variasiya, əlamətlərin orta qiymətinin kvadratı ilə təyin olunduğundan, əlamətlərin bir-biri ilə müqayisəsində ondan münasib meyar kimi istifadə etmək tövsiyə olunmur. Belə ki, müxtəlif ölçü vahidlərinə malik parametrləri bir-biri ilə müqayisə etmək olmur. Məsələn, bitkinin boyu sm-lə, 1000 dənin kütləsi isə q-la ölçülür, müxtəlif ölçü vahidlərinə malik bu kəmiyyətləri müqayisə etmək üçün variasiya əmsa-

lundan (CV) istifadə olunmalıdır. Variasiya əmsalı müxtəlif kəmiyyətləri ölçü vahidlərindən azad etməklə müqayisəyə imkan verir.

Aparduğumuz tədqiqatın nəticələrinə görə, suvarılan şəraitdə dən məhsuldarlığı (11.29), qıça sırasında dənin sayı (9.03), qıça dəninin sıra sayı (10.29), dənin eni (11.23), ASI (11.40), dənin dolma sürəti (11.75) kimi əlamətlərin, quraqlıq şəraitində isə dənin eni (11.31), tac çiçəyin şaxələrinin sayı (10.90), qıça yarpağının səthi (11.02), ASI (26.79), dənin dolma sürəti (10.00), qıçanın ağırlıq faizi (14.86) əlamətlərinin genetik variasiya əmsalı (GCV%) yüksək olmuşdur. Bu əlamətlərin genetik variasiya əmsalının yüksək olması, həmin əlamətlərin genetik dəyişkənliyinin yüksək olmasını göstərir. Bu əlamətlər mühitin təsiri altına az düşdüklərindən, seleksiya proqramlarında müxtəlifliyin qiymətləndirilməsində onlardan istifadə edilə bilər. Başqa sözlə, bu əlamətlər əsasında hibridlərin seçilməsi uğurlu ola bilər. Ümumiyyətlə, seleksiyaçıların əsas problemi mühit və genotipin qarşılıqlı təsirini öyrənmək və genetik variasiyaları ayırmaqdır. Mühit × genotip qarşılıqlı əlaqələrinin bir hissəsi genetik variasiyanın içərisində gizlədir və buna görə də, genetik müxtəliflik və bütün ona bağlı parametrlərin xəta ilə qiymətləndirilməsinə səbəb ola bilər [27]. M. Yazdandoost-Hamedani və A.Rezai [417] də qarğıdalı nümunələri ilə apardıqları tədqiqatlarda bizim əldə etdiyimiz nəticələrə oxşar nəticələr əldə etmişlər.

Fərdlərin qruplaşdırılmasının və genetik müxtəlifliyinin tədqiqində klaster analizi ən mühüm üsullardan biri hesab olunur və ondan daha çox istifadə edilir. Bu tədqiqatda hibridlərin qruplaşdırılması üçün hər iki şəraitdə, yəni tam suvarılan və quraqlıq stressi şəraitində, 39 morfoloji əlamətlər əsasında klaster analizindən istifadə edilmişdir. Genetik tədqiqatlarda,

xüsusilə müxtəlifliyin tədqiqində müxtəlif alqoritmlər arasında UPGMA və WARD kimi klaster analizi üsulu geniş istifadə olunur [275]. F. Rincon və əməkdaşları [335] genetik müxtəlifliyin tədqiqində UPGMA, WARD, SLINK və CLINK kimi klaster analizi alqoritmlərindən istifadə edərək, belə nəticəyə gəlmişlər ki, genetik materialın irsi əlaqələrinin uyğunluğunda UPGMA nəticələri ən etibarlıdır. Lakin bu üsulun əsas problemi zəncirvari təsirin olmasıdır, bu isə əldə edilən qrupların təhlilini və tanınmasını çətinləşdirir. WARD üsulu ilə də UPGMA üsuluna oxşar nəticələr əldə edilmişdir. Lakin bu üsulda zəncirvari təsir problemləri yoxdur. Klaster analizində münasib üsulların seçimindən əlavə fərdlərdə və populyasiyalarda genetik oxşarlıqların və ya fərqliliklərin müəyyənləşdirilməsi lazımdır. Genetik oxşarlığın və fərqliliklərin qiymətləndirilməsi üçün müxtəlif meyarlar mövcuddur. Bunlardan kvadrat Evklid fərqliliyi genetik fərqliliklərin qiymətləndirilməsində istifadə olunan ən ümumi meyarlardan sayılır [275].

Hibridləri qruplaşdırmaq üçün WARD metodu və kvadrat Evklid fasiləsi əmsalından istifadə olunmuşdur. Tədqiq olunan əlamətlər əsasında, tam suvarılan şəraitdə 38 qarğıdalı hibridindən əldə edilmiş dendrogram 5.7-cı şəkildə verilmişdir.

Klaster analizinin ən mühüm cəhətlərindən biri münasib klasterlərin sayının təyin olunmasıdır. Bu mövzu, genetik tədqiqatlarda, xüsusilə genotiplərin qruplaşdırılmasında və müəyyən qrupların aşkarlanmasında, bitki seleksiyası proqramlarında ən əsas faktor sayılır. Klaster analizində qrupların münasib sayını müəyyənləşdirmək üçün $\sqrt{n/2}$ (n , genotiplərin sayıdır) formulundan və dendrogramda ən çox məsafə yaranan nöqtədə dendrogram kəsilməsi üsullarından istifadə olunur [270]. Bu tədqiqatda $\sqrt{n/2}$ formulundan istifadə etməklə klaster sayının 4-ə və dendrogramda ən çox məsafə yaranan nöqtədə dendrogram kəsilməsi

üsililə isə 2-ə bərabər olduğu müəyyən edilmişdir. Bundan əlavə klaster analizində genotip qruplarının sayını müəyyən-ləşdirmək üçün diskriminant funksiyasının analizindən istifa-də edilmişdir. İki, üç, dörd və beş klaster vəziyyəti üçün ana-liz yerinə yetirilmiş, ən çox fərqlənmə iki klasterlə əldə edil-mişdir. İki klaster analizi əsasında tam suvarılan şəraitdə qrupların tərkibi aşağıdakı kimi olmuşdur (Cədvəl 5.8).

Birinci klaster- bu klaster 17 hibriddən ibarət olub, K3615/1 xətti bu hibridlərin ata xəttidir. Bu araşdırmada 38 hibriddən 36-sı, 18 ana xətti ilə, 2 ata xəttinin hibridləşdirilmə-sindən yaranmışdır. Deməli, 18 hibridin ata xətti K3653/2 və digər 18 hibridin ata xətti K3615/1- dir. Ata valideynləri baxı-mundan bəzi hibridlər arasındakı oxşarlıqdan əlavə, ana vali-deynləri baxımından da hibridlər cüt-cüt şəkildə bir-biri ilə ox-şardır. Bu da, hibridlər arasında münasib oxşarlıq yaratmışdır.

Cədvəl 5.8

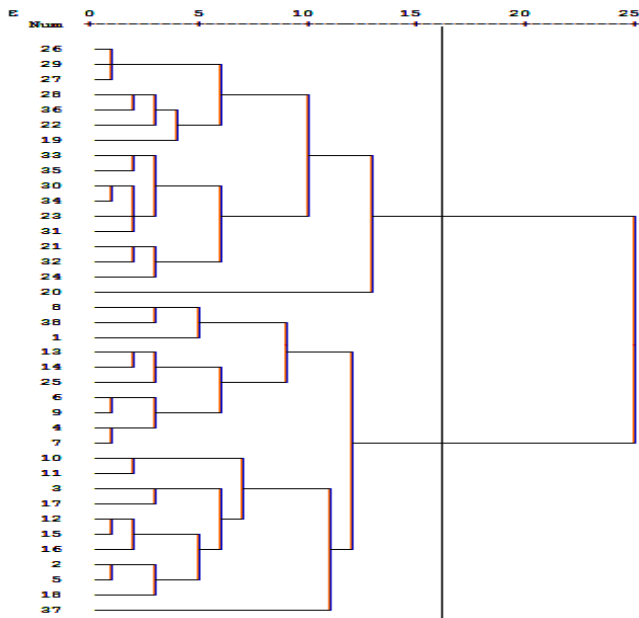
Tam suvarılan şəraitdə qrupların sayını müəyyən-ləşdirmək üçün diskriminant funksiyası analizinin nəticələri

Qrupun sayı	Eigenvalues (Məxsusi qiymət)	Kanonik korrelyasiya	Vilks lambada	Ehtimal səviyə
2	52.097	0.991	0.019	0.000
3	57.136	0.991	0.001	0.000
4	61.892	0.992	0.000	0.000
5	84.069	0.994	0.000	0.000

Molekulyar və morfoloji üsul vasitəsilə qruplaşdırmanın də-qiqliyini araşdırmaq üçün bu oxşarlıqdan istifadə etməyi yaxşı təcrübə saymaq olar. Bu klasteri üç yarımqrupa bölmək olar

ki, bunlardan birinci yarımqrupda 22, 36, 28, 27, 29 və 26, ikinci yarımqrupda 24, 32, 21, 31, 23, 34, 30, 35, 33 və 19-cu hibridlər və üçüncü yarımqrupda yalnız 20 nömrəli hibrid yerləşmişdir. İki klaster analizi əsasında tam suvarılan şəraitdə qrupların tərkibi aşağıdakı kimi olmuşdur (Şəkil 5.7).

İkinci klaster- bu klaster 21 hibriddən ibarət olub onların ata xətləri K3653/2-dir. Bütün potensiallı hibridlər, bu klasterdə yerləşmişdir. Bu klasterdə, 25 nömrəli hibrid ata kökü baxımından başqa hibridlərdən fərqlidir, bu da nəsil infor-masiyasına uyğun deyildir. 38 (SC704) və 37 (SC700) nömrəli hibridlərin valideynləri genetik qohumluq baxımından bir-birinə yaxındır, lakin bu klasterlər də bir-birindən uzaq məsafədə yerləşmişlər. Bu iki hibridin ana xətləri genetik baxımından bir-birinə çox yaxındırlar. İkinci klasteri 4 yarımqrupa bölmək olar. Bu klasterin birinci yarımqrupunda 1, 38 və 8-ci hibridlər, ikinci yarımqrupunda 7, 4, 9, 6, 25 və 14- ci hibridlər, üçüncü yarımqrupunda 18, 5, 2, 16, 15, 12, 17, 3, 11 və 10- cu hibridlər, dördüncü yarımqrupunda isə yalnız 37 nömrəli hibrid yerləşir. 1, 38, 8 nömrəli hibridlər tam suvarılan şəraitdə ən yüksək dən məhsuldarlığı göstərirmiş və birinci yarımqrupda yerləşirlər. Bu şəraitdə klaster analizi potensiallı hibridləri daha yaxşı müəyyənləşdirə bilər. Tam suvarılan şəraitdə klaster analizi morfoloji əlamətlər baxımından hibridlərin oxşarlıq və fərqliliklərini müəyyən edir və hibridləri ayrı-ayrı qruplarda yerləşdirir. Bundan başqa, klaster analizində qrupların sayını müəyyənləşdirmək üçün diskriminant funksiyasının analizindən istifadə edilmişdir. İki, dörd və beş klaster vəziyyəti üçün diskriminant funksiyasının analizi yerinə yetirilmiş və ən çox fərqlənmə iki klasterdə müşahidə edilmişdir (Cədvəl 5.9).



Şəkil 5.7. Tam suvarılan şəraitdə qarğıdalı hibridlərinin biomorfoloji əlamətlər əsasında qruplaşması

Birinci klaster - bu klaster 22 hibridi əhatə edir ki, bunlardan 8 hibridinin ata xətləri K3615/1 xəttidir. Bu klasteri 4 yarımqrupa bölmək olar. Birinci yarımqrupda 29, 27, 32, 9, 3, 10, 8 və 26 nömrəli hibridlər yerləşmişlər. 3, 10, 8, 9 nömrəli hibridlərin ata xətti K3653/2 və 29, 27, 32 və 26 nömrəli hibridlərin ata xətti K3615/1-dir. İkinci yarımqrupdakı 14, 11, 6 və 16-cı hibridlərin ata xətləri K3653/2- dir. Üçüncü yarımqrupda 33, 15, 28, 21, 18, 17 və 34 nömrəli hibridlər yerləşmişdir. 18, 17 və 15 nömrəli hibridlərin ata xətti K3653/2 və bu klasterin qalan hibridləri K3615/1 xəttinin hibridindən yararlanmışdı. Dördüncü yarımqrupda isə 38, 37 və 13 nömrəli

hibridlər yerləşmişlər. 37 və 13 nömrəli hibridlərin ana xətləri eyni olduğu üçün genetik baxımından 38 nömrəli hibridin ana xətti ilə çox oxşarlıqları vardır. Genetik qohumluq baxımından bu üç hibridin bir yarımqrupda yerləşməsi məntiqli hesab edə bilər (Şəkil 5.8).

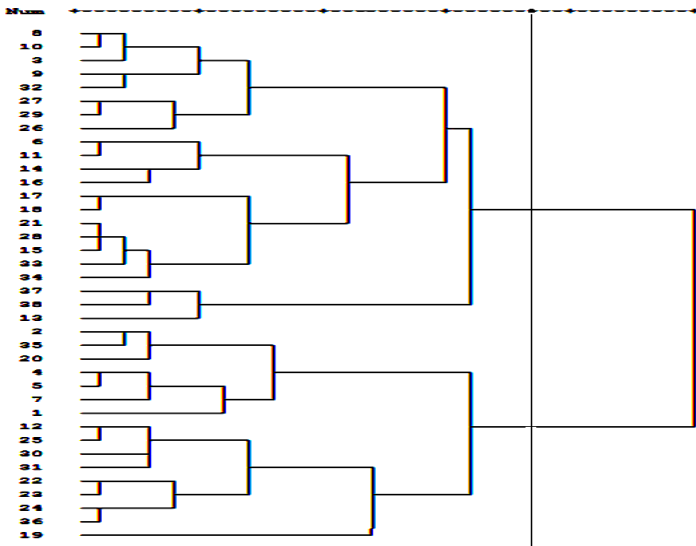
Cədvəl 5.9

Quraqlıq şəraitində qrupların sayını müəyyənləşdirmək üçün diskriminant funksiyası analizinin nəticələri

Qrupun sayı	Eigenvalues (Məxsusi qiymət)	Kanonik korrelyasiya	Vilks lambada	Ehtimal səviyyə
2	32.165	0.985	0.030	0.000
4	45.389	0.989	0.000	0.000
5	47.454	0.990	0.000	0.000

İkinci klaster - bu klasterdə 16 hibrid yerləşmişdir ki, bunlardan 6 hibridin ata xətti K3653/2-dir. Bu klasteri 3 yarımqrupa bölmək olar. Bu klasterin birinci yarımqrupunda 7, 5, 4, 20, 35, 2 və 1 nömrəli hibridlər yerləşmişlər. 35 nömrəli hibridin ata xətti K3615/1 və qalan hibridlərin ata xətləri isə K3653/2 xəttidir. İkinci yarımqrupdakı 24, 23, 22, 31, 30, 25, 12 və 36 nömrəli hibridlər arasında 12 nömrəli hibridin ata xətti K3653/2 və qalan hibridin ata xətləri isə K3615/1-dir. Üçüncü yarımqrupda ancaq 19 nömrəli hibrid yerləşmişdir (Şəkil 5.8). Göründüyü kimi quraqlıq şəraitdə morfoloji əlamətləri baxımından klaster analizinin irsi informasiyası ilə uyğunluğu azdır və bu şəraitdə klaster analizi hibridlərin oxşarlıq və fərqlərini çox yaxşı müəyyənləşdirə bilmir.

İki şəraitdən əldə edilmiş klasterin uyğunluğunu qiymətləndirmək üçün mantel əmsalından istifadə olunmuşdur. Quraqlıq stresi şəraitinin fasilə matris-lə suvarılan şəraitdə fasilə matris-in arasındakı mantel korrelyasiyası 0.43-ə bərabər olmuşdur. Bu ədəd göstərir ki, bu iki matrisin uyğunlaşma miqdarı orta həddədir, yəni quraqlıq və tam suvarılan şəraitlərdə fenotip nəticələri əsasında hasil olan dendroqramlarda oxşarlığın miqdarı orta həddədir.



Şəkil 5.8. Quraqlıq stresi şəraitində qarğıdalı hibridlərinin biomorfoloji əlamətlər əsasında qruplaşması

Beləliklə, demək olar ki, morfoloji əlamətlər mühitin təsiri altında olduğundan hər iki şəraitdə klaster analizdən əldə edilən nəticələr bir-birindən fərqlənmişdir. Oxşarlıq meyarı əsasında müqayisə edilən mantel korrelyasiyadan əlavə dendroqram-

larda hibridlərin qruplaşdırılması əsasında başqa müqayisə də aparmaq olar. Hər iki şəraitdə 35, 31, 30, 25, 24, 23, 12, 7, 5, 4, 2, 1 nömrəli hibridlər oxşar klasterlərdə yerləşmişlər (Şəkil 5.7 və 5.8). Deməli, belə nəticəyə gəlmək olar ki, bu hibridlərin oxşarlığı o dərəcədə çox olmuşdur ki, mühit şəraitinin təsiri altında əlamətlərin dəyişməsinə baxmayaraq, onlar yenə də bir-birinin yanında yerləşmişlər. Ümumiyyətlə demək olar ki, fenotip markerləri mühit şəraitinin təsiri altında olduqları üçün hər iki şəraitdə hibridlərin qruplaşdırılması bir-birindən fərqlənmişdir.

R. Choukan və əməkdaşları (1995) qarğıdalıda klaster analizindən istifadə etməklə, 25 əlamətə görə 52 xətti dörd müstəqil qrupda yerləşdirmişlər [156]. J.I.R.Galarreta və A. Alvarez (2001) klaster analizindən istifadə etməklə, İspaniyada yüz yerli qarğıdalı nümunələrini 7 müxtəlif qrupda yerləşdirmişlər [192]. J.J. Sanchez və əməkdaşları (2000) 71 Meksika cinsli qarğıdalının qruplaşdırılmasında, 25 morfoloji əlamətləri tədqiq etmiş və klaster analizindən istifadə etməklə onları 7 müxtəlif qrupda yerləşdirmişlər [341].

5.3.2. SSR markeri vasitəsilə hibridlərarası müxtəliflik dərəcəsinin qiymətləndirilməsi

Mühit təsiri altında olan morfoloji əlamətlər vasitəsilə genetik əlaqələrin dəqiq müəyyənləşdirilməsi mümkün deyildir. Lakin molekulyar markerlər növlərinin genetik fərqlərini bilavasitə aydınlaşdırdığı üçün genetik müxtəlifliyin bu metodla öyrənilməsi daha uyğundur. Mikrosatellit markerləri yüksək polimorfizm [164] və yüksək irsilik qabiliyyətlərinə, kodominant vəziyyətdə nəzarət olunmalarına və bitkilərdə çox olması səbəbindən fəaliyyət sahəsinin genişliyinə görə, o cümlədən

genetik xəritələrin hazırlanmasında, marker yardımı ilə seçimdə, populyasiyaların genetik təkamülünün tədqiqində, genetik barmaq izində, nəsil analizində və germlasmanın genetik müxtəliflik dərəcəsinin dəyişməsinə müəyyənləşdirməkdə ən ideal markerlər sayılırlar [192].

Bu tədqiqatda 38 qarğıdalı hibridində genetik müxtəlifliyi araşdırmaq üçün mikrosatellit markerlərdən istifadə edilmişdir. Bu məqsədlə polimorfizmi nisbətən yüksək olan 12 cüt mikrosatellit praymerlərdən istifadə olunmuşdur. Praymerlər elə seçilmişdir ki, qarğıdalının hər 10 xromosomunun praymerləri arasında ən azı bir nümayəndə olsun.

Tədqiq olunan markerlərdə χ^2 analizinin nəticələri göstərdi ki, araşdırılan bütün markerlər üzrə, hibridlər arasında statistik cəhətcə 1% fərq mövcuddur. Odur ki, seleksiya proqramında fərqliliyi qiymətləndirmək üçün bu praymerlərdən istifadə etmək olar (Cədvəl 5.10).

Bu tədqiqatda 12 cüt mikrosatellit praymerdən istifadə etməklə 38 hibriddə 40 bənd (hər bənd bir alleldir) artırılmışdır. Tədqiq olunan bütün hibridlərdə hər praymer üçün allellərin sayı 2-6 arasında dəyişmiş, ən çox allel sayı PHI031, UMC1877 və UMC2359 praymerlərində müşahidə edilmişdir. Onlarda allel sayı uyğun olaraq 6, 5 və 5 olmuşdur.

Müxtəlif praymerlər əsasında 38 qarğıdalı hibridində
 χ^2 analizinin nəticələri

Praymerlər	UMC1862	NC133	UMC1501	UMC1719	UMC1447	PHI031
χ^2	107.68**	68.21**	39.27**	109.75**	20.25**	179.74**
df	10	6	1	6	1	15
P-dəyəri	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Praymerlər	BNLG1617	UMC1333	UMC1545	PHI080	UMC2359	UMC1432
χ^2	19.41**	81.56**	67.77**	12.5**	79.81**	39.19**
df	1	3	3	1	10	1
P- dəyəri	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

df-sərbəstlik dərəcəsi; P-dəyəri - ehtimal səviyyə; ** - 1% ehtimalıqla mənalı dərəcədə fərqliliklər.

Ən az allel sayı UMC1501, UMC1447, PHI080 və UMC1432 praymerlərə aiddir ki, bunların hər birinin 2 alleli vardır. Efkəktiv allellərin orta sayı 2.49 olmuş və onların ən çoxu UMC2359 praymerinə və ən azı PHI080 praymerinə aiddir (Cədvəl 5.10). F. Dehghan-Naieri və əməkdaşları qarğıdalı mikrosatellitləri üçün allellərin orta sayını 3-13 [174], J.S.C. Smith və həmkarları isə onların orta sayını 3-12 [369] müəyyən etmişlər. Müxtəlif tədqiqatlarda allellərin sayının fərqli olmasını genotip və ya praymer fərqlilikləri ilə izah etmək olar [254].

PIC genetik müxtəlifliyi ilə bərabər, praymerlərin fərqləndirmə gücü, genomda genin lokuslarında allellilərin sayı və tədqiq olunan populyasiyalarda onların nisbi tezliyinə (frekans) əsaslanır [347]. Allellərin sayının çoxluğu və bu allellərin aşağı nisbi tezliyi, praymerlərin yüksək PIC olmasına gətirib çıxarır, PIC yuxarı olan praymerlər yüksək fərqləndirmə qabiliyyətinə malik olacaqlar. Bu parametr allel müxtəlifliyini hər bir gen məkanında ölçür, və $1-f_i^2$ formulu ilə ifadə olunur. Bu formulda f_i -ci allelin tezliyidir. Buna görə də lokusda allel sayı çox olan bir praymerin PIC-si mütləq yüksək olacaqdır. Bu tədqiqatda mikrosatellit 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. Tədqiq olan dörd növ ardıcıl təkrarı arasında ən yüksək PIC həddi 4 nukleotid təkrarına aiddir və onun miqdarı 0.72-dir (Cədvəl 5.11). Mikrosatellitlərin bəzilərində allellilərin sayının eyni olmasına baxmayaraq, bu allellərin tezliyi fərqləndiyi üçün müxtəlif polimorfizm indeksini göstərir.

Qarğıdalı polimorfizminin orta qiyməti, F. Dehghan-Naieri və əməkdaşları tərəfindən (2005) 0.73, J.S.C. Smith və həmkar-

ları (1997) tərəfindən isə 0.62 göstərilmişdir [174,369]. Y. Beyene və həmkarları (2005) qarğıdalıda polimorfizmin qiymətini 0.06- 0.61, B.W. Legesse və həmkarları (2006) isə bu miqdarı 0.31- 0.76 arası göstərmişlər [132,247]. Deməli, belə nəticəyə gəlmək olar ki, polimorfizmin miqdarı sabit deyil və hər bir lokusun allellərinin sayından, təkrarlanan zonada (Gt)-in miqdarından və “İki Nukleotid” təkrarlarından asılıdır. Əlbəttə genotiplərin sayı və mikrosatellit praymerlərinin sayı polimorfizm miqdarı ilə müsbət korrelyasiya təşkil edir [254,407]. M.S. Roder və əməkdaşları 18 genotipdə 15 praymerdən istifadə etməklə polimorfizmin miqdarının orta hesabla 0.53 olduğunu, lakin genotiplərin sayı 6-ya çatdıqda onun miqdarının 0.64-ə bərabər olduğunu aşkar etmişlər [332].

Hər bir mikrosatellit markerinə aid allelin orta sayı, onların lokuslarının müxtəlifliyinin təxmini sayına uyğun olduğunu göstərilir. Elə bu səbəbdən də, praymerlərdən aslı olaraq allelin sayının çox olması, genetik müxtəliflik üçün münasib hesab edilmişdir. 5.11-ci cədvəldən görüldüyü kimi, PIC miqdarı və allellərin sayları nəzərə alındıqda UMC1862, UMC1719, PHI031, UMC1545, UMC2359 praymerləri müxtəlifliyin tədqiqi üçün əlverişli sayılır. Ney və Şannon əmsallarının nəticələri də bir çox hallarda PIC-dən əldə olunan nəticələri təsdiq edir.

Bütün praymerlərdə hər bir hibrid üçün allellərin ümumi sayı 174-ə bərabərdir. 2 və 9 nömrəli hibridlər 6 allel ilə ən çox, 26, 29 və 36 nömrəli hibridlər isə 3 allellə ən az allel sayılı hibridlər sayılmışdır. Başqa sözlə, 2 və 9 nömrəli hibridlər orta hesabla 0.5 olmaqla ən çox və 26, 29 və 36 hibridlər isə orta hesabla 0.25 olmaqla ən az alleli hibridlər olmuşdur. İki allel ancaq iki hibriddə müşahidə edilmişdir. Belə allellərin olması mikrosatellit sahələrində mutasiya şiddətinin yüksək olmasının göstəricisidir. Bu allellər xüsusi genotiplərin göstə-

ricisi və ya bir xüsusi qarğıdalı sortunda olan genomun hissələri ola bilər [347].

Cədvəl 5.11

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

Praymerlər	Motif	Bin yeri	Allel sayı	Effektiv allel sayı	PIC indeksi	Şannon indeksi	Ney indeksi
UMC1862	(GA)8	1.11	5	3.5	0.72	1.39	0.71
NC133	GTGTC	2.05	4	1.93	0.48	0.91	0.49
UMC1501	(AAG)5	3.05	2	1.89	0.47	0.66	0.45
UMC1719	(GCG)5	4.10-11	4	2.8	0.64	1.13	0.65
UMC1447	(CTT)4	5.03	2	1.54	0.35	0.53	0.36
PHI031	GTAC	6.04	6	4.48	0.78	1.62	0.77
BNLG1617	AG (16)	6.05	2	1.41	0.29	0.47	0.25
UMC1333	(CAG)4	7.03	3	2	0.49	0.87	0.51
UMC1545	AAGA)4	7.00	3	2.97	0.66	1.09	0.65
PHI080	AGGAG	8.08	2	1.29	0.23	0.39	0.17
UMC2359	(AAAAG)4	9.07	5	4.7	0.79	1.58	0.78
UMC1432	(AG)6	10.02	2	1.85	0.46	0.65	0.47
Orta	-	-	3.33	2.53	0.53	0.94	0.52

Bu tədqiqatda qarğıdalının hər bir hibridi üçün bütün mikrosatellit sahələrində PIC-nin orta miqdarı 0.72-ə bərabər olmuşdur. Belə ki, 9 nömrəli hibriddə PIC-in miqdarı 0.79 olmaqla ən yüksək və 29 nömrəli hibriddə isə 0.49 olmaqla ən azdır. Bütün praymerlərdə hər bir hibrid üçün Şannon və Ney indeksi ilə hasil olan nəticələr PIC indeksindən əldə olan nəticələri təsdiq edir (Cədvəl 5.12).

Cədvəl 5.12

Qarğıdalı hibridlərində SSR praymerlərin əsasında eldə edilmiş allel sayı, effektiv allel sayı, polimorfik indeks miqdarı (PIC), Şannon və Ney indeksi

Hibridlər	Allel sayı	Effektiv allel sayı	PIC indeksi	Şannon indeksi	Ney indeksi
1	5	3.69	0.73	1.42	0.73
2	6	4.50	0.78	1.63	0.78
3	5	4.06	0.75	1.49	0.75
4	5	4.00	0.75	1.47	0.75
5	4	3.43	0.71	1.31	0.71
6	4	3.60	0.72	1.33	0.72
7	5	4.30	0.77	1.53	0.77
8	5	4.50	0.78	1.55	0.78
9	6	4.57	0.79	1.65	0.78
10	5	4.30	0.77	1.53	0.77
11	4	3.89	0.74	1.37	0.74
12	5	4.06	0.75	1.47	0.75
13	5	3.24	0.69	1.34	0.69
14	5	4.50	0.78	1.55	0.78
15	5	4.30	0.77	1.52	0.77
16	4	3.65	0.73	1.33	0.73
17	5	4.30	0.77	1.53	0.77
18	5	3.95	0.75	1.48	0.75
19	5	4.30	0.77	1.50	0.77
20	5	3.79	0.74	1.42	0.74
21	4	3.56	0.72	1.32	0.72
22	5	4.24	0.76	1.52	0.76
23	4	3.56	0.72	1.32	0.72
24	5	4.00	0.75	1.47	0.75
25	4	2.46	0.59	1.11	0.59
26	3	2.88	0.65	1.08	0.65
27	4	2.55	0.61	1.06	0.61

Cədvəl 5.12-nin davamı

Hibridlər	Allel sayı	Effektiv allel sayı	PIC indeksi	Şannon indeksi	Ney indeksi
28	5	3.24	0.69	1.34	0.69
29	3	1.95	0.49	0.82	0.49
30	4	3.79	0.74	1.36	0.74
31	4	2.94	0.66	1.18	0.66
32	5	3.65	0.73	1.44	0.73
33	5	3.00	0.67	1.31	0.67
34	4	2.67	0.63	1.13	0.63
35	4	3.51	0.72	1.31	0.72
36	3	2.97	0.66	1.09	0.66
37	5	3.27	0.69	1.35	0.69
38	5	3.60	0.72	1.42	0.72
Orta	4.58	3.65	0.72	1.37	0.72
Std	0.72	0.64	0.06	0.18	0.06

5.3.3. Qarğıdalı hibridlərinin molekulyar markerlər əsasında qruplaşdırılması

Molekulyar markerlər əsasında hibridləri qruplaşdırmaq üçün iki UPGMA, CLINK (ən uzaq qonşular) üsulundan və üç oxşar əmsaldan yəni Jakard, Dice və SM (sadə uyğunluq) əmsallarından istifadə etmək olar [274]. Klaster analizində müxtəlif alqoritmin fəaliyyətini tədqiq etmək məqsədilə çeşidli meyarlardan istifadə edilə bilər. Onların arasında ən əlverişli indeks kofentik korrelyasiya indeksidir. Bu tədqiqatda da klaster uyğunluğu keyfiyyətini və ən yaxşı qruplaşdırma üsulunu seçmək üçün kofentik korrelyasiya indeksindən istifadə edilmişdir.

Kofentik korrelyasiya əmsalı göstərdi ki, klaster analizinin CLINK metodu Jakard oxşarlığı əmsalı əsasında olan

alqoritm, hibridlərin qruplaşdırılmasında daha münasibdir. Başqa sözlə, bu indeks göstərir ki, giriş matrisinin informasiyasının 91.5%-i dendroqramaya köçürülmüşdür (Cədvəl 5.13).

Cədvəl 5.13

Müxtəlif oxşarlıq əmsalları əsasında yerinə yetirilən klaster analizi üçün kofentik korrelyasiya əmsalı

Analiz metodu	oxşarlıq		əmsalı
	Dice	Jakard	SM
UPGMA	0.802	0.854	0.845
CLINK	0.895	0.915	0.671

SM -sadə uyğunluq

Bu araşdırmada $\sqrt{n/2}$ formulundan istifadə etməklə, klaster sayı 4-ə, dendroqramda ən uzaq nöqtədə dendroqramın kəsilməsi üsulu ilə klaster sayı 3-ə bərabər olmuşdur. Bundan əlavə münasib klaster sayını müəyyənləşdirmək üçün 3 və ya 4 klaster arasında diskriminant funksiyasının analizindən istifadə edilmişdir. Bu analizin nəticələri münasib klaster sayını 3 klaster ilə göstərir (Cədvəl 5.14).

5.9-ci şəkildə hibridlərin qruplaşma dendroqramı molekulyar markerlər əsasında verilmişdir. 22-ci vahid məsafəsində dendroqramı kəsməklə üç klaster yaranmışdır ki, birinci klaster 5, 13, 2, 9, 4, 12, 17, 1, 6, 10, 3, 11, 18, 21, 14, 16, 19, 22, 21, 8, 15, 7, ikinci klaster 34, 38, 31, 37, 2, 23, 28 və üçüncü klaster isə 30, 33, 35, 25, 29, 32, 27, 26, 36 nömrəli hibridlərdən ibarətdir.

Birinci klaster 22 hibriddən təşkil olmuş və 5 yarımqrupu əhatə edir. Bu klasterin birinci yarımqrupu 5, 13, 2, 9, 4, 12,

17, 6, 10 və 3 nömrəli hibridlərdən təşkil olunmuş, bu yarımqrup hibridlərin ata valideynləri bir-birinə oxşardır. Bu səbəbdən onların bir-birinin kənarında yerləşməsi nəsil baxımdan daha məntiqlidir. Bu qrupun ikinci yarımqrupu 11, 18 və 21 nömrəli hibridlərdən ibarət olub, birinci iki hibridin ata valideynləri bir-birinə oxşardır. Üçüncü yarımqrupun (14 və 16 hibridləri) ata valideynləri də bir-birinə bənzəyirlər.

Cədvəl 5.14

Molekulyar markerlər vasitəsilə əldə edilən dendrogram qruplarının sayını müəyyənləşdirmək üçün diskriminant funksiyasının analizi

Qrupun sayı	Eigenvalues (Məxsusi qiymət)	Kanonikl korrelyasiya	Vilks lambada	Ehtimal səviyyə
2	423.039	0.999	0.002	1.02E-10
3	217.957	0.998	0.005	1.43E-18
4	195.564	0.997	0.005	7.88E-09
5	10.833	0.957	0.085	0.043155

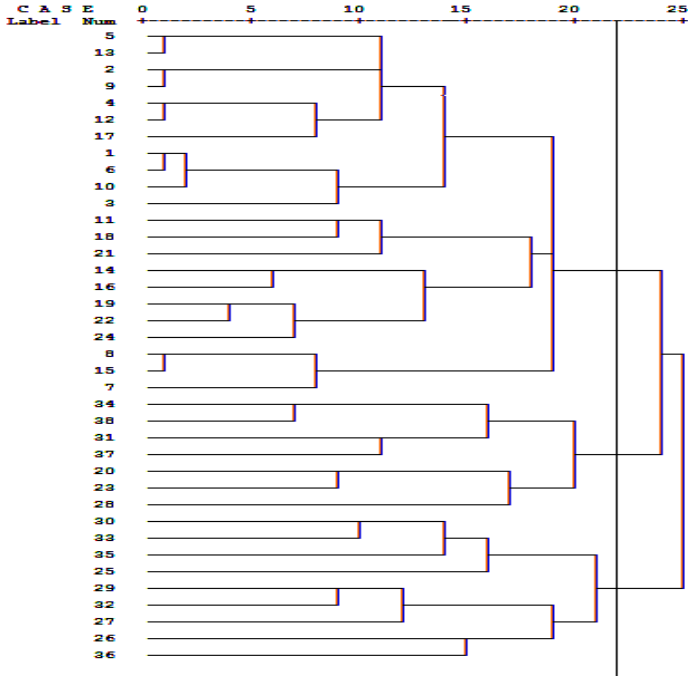
Dördüncü yarımqrup 21, 19 və 22-ci hibridlərindən ibarətdir. Bunların hər üçünün ata valideynləri bir-birinə oxşardır. Beşinci yarımqrup 8, 15 və 7-ci hibridlərdən ibarətdir. Bunların da ata valideynləri bir-birinə oxşardır. Lakin bu yarımqrupun ata valideyni bu klasterdə olan bir çox hibridlərin ata valideynlərindən fərqlənir. Bu qrupda 22 hibriddən 19-nun ata valideynləri bir-birinə bənzərdir.

İkinci klaster 7 hibriddən ibarətdir. Bu klasteri iki yarımqrupa bölmək olar. Birinci yarımqrupda 37, 38, 31 və 34 nömrəli hibridlər yerləşmişdir. 37 (SC 700) və 38 (SC 704) -cü hibridlərin bir yarımqrupda yerləşdirilməsi, molekulyar ba-

xımdan genotiplərin müxtəlifliyinin tədqiqində ən münasib üsul olmasını göstərir. Çünki, bu iki hibridin ana valideyninin bir-birilə yaxun qohumluğu vardır. İkinci yarımqrupun hibridlərinin (23, 20, 28-ci hibridlərin) də ata valideynləri bir-birinə oxşardır.

Üçüncü klaster 9 hibriddən (30, 33, 35, 25, 29, 32, 27, 26 və 36 nömrəli hibridlər) təşkil olunmuşdur. Bunları üç yarımqrupda yerləşdirmək olar. Onların hamısının ata valideynləri oxşardır. Tədqiq edilən 38 hibrid arasında yalnız dörd hibrid (22, 19, 21, 24) nəsil oxşarlığı baxımından gözlənilən qruplarda yerləşməmişdir. Ümumiyyətlə, bu molekulyar analizin yardımı ilə, hibridlər arasında olan oxşarlıq və fərqliliklər dəqiq təyin edilmiş və onlar müstəqil qruplarda yerləşdirilmişdir.

B.W. Legesse və həmkarları (2007), F.C. Reif və həmkarları (2003), J.S.C. Smith və həmkarları (1997), M.L. Senior və həmkarları (1998) qeyd etmişlər ki, qruplaşdırma molekulyar markerləri ilə nəsil informasiyaları arasında uyğunluq vardır [247, 325, 347, 369]. Bizim tədqiqatdan da oxşar nəticələr əldə edilmişdir. Ona görə də, molekulyar marker üsulu genetik müxtəlifliyinin qiymətləndirilməsində ən etibarlı vasitə sayılır və seleksiya proqramında ondan uğurla istifadə etmək olar. Beyene, Y. və həmkarları, J.S.C. Smith. və həmkarları, M.B. Pabendona və həmkarları, S. Zamarud və həmkarları, Q.L. Yao və həmkarları da qarğıdalı genotiplərinin qruplaşdırılmasında mikrosatellit markerlərindən istifadə etmişlər [132, 306, 369, 416, 419]. Beləliklə, bu tədqiqatın nəticələri göstərir ki, mikrosatellit markerlər müxtəlif qarğıdalı hibridlərinin ayrılması və tanınması üçün ən münasib markerlər hesab edilir. Bu markerlərdən təkə qarğıdalı hibridlərinin qruplaşdırılmasında deyil, həmçinin biotik və abiotik streslərə davamlılığın təyin edilməsində və müxtəlif genlərin tanınmasında da istifadə oluna bilər.



Şəkil 5.9. Qarğıdalı hibridlərinin molekulyar markerlər əsasında qruplaşması

5.3.4. Molekulyar və morfoloji qiymətlər əsasında qurulmuş dendroqramların müqayisəli analizi

Sual oluna bilər ki, morfoloji və ya molekulyar metodlardan hasil olan nəticələr irsi baxımdan ən yaxşı informasiya mənbəyi sayıla bilərmi? Bu məsələdə fikir ayrılığı mövcuddur. Bəziləri bu fikirdədirlər ki, molekulyar markerlərin əksəriyyəti, çoxlu fərdlərin müxtəlifliyini, genomun qeyri-spesifik hissələri baxımından müəyyənləşdirir. Deməli, bu baxımdan ola bilsin ki, molekulyar və morfoloji müxtəliflik arasında bir-

başla əlaqə yaratmağa imkan olmasın. Digər bir qrup isə belə düşünür ki, təkca morfoloji informasiya əsasında müxtəlifliyi müəyyənləşdirmək aldadıcı ola bilər. O zaman dəqiq informasiyanın olmaması genotiplər və ya populyasiyalar arasında əlaqənin öyrənilmə imkanını azaldar. Nəzərə almalıyıq ki, morfoloji və molekulyar metodların hər birinin özünəməxsus üstünlükləri və nöqsanları vardır. Məsələn, bir çox (hamısı deyil) molekulyar markerlər genetik əsaslıdır və Mendel qanunlarına tabedirlər. Molekulyar markerlərdən əldə edilən nəticələr genomun ölçüsündən və istifadə olunan markerlərin sayından asılıdırsa, morfoloji əlamətlər asanlıqla ölçülmək qabiliyyətinə malikdirlər və molekulyar markerlərdən fərqli olaraq genomun kodlaşdırıcı hissələrinin dəyişikliyi mühitin təsiri kənarında qalır. Bununla əlaqədar DNT markerlər vasitəsilə müəyyənləşdirilən müxtəliflik, ümumiyyətlə sönmüş müxtəliflikdir və morfoloji markerlər genetik dəyişikliklərdən əlavə irsi qabiliyyəti olmayan mühit dəyişikliklərinə aiddir. Nəticədə, hər iki markerlərdən eyni vaxtda istifadə etməklə bioloji müxtəliflik haqqında daha səlis məlumatlar əldə etmək mümkündür. Son zamanlar DNT markerlərdən istifadə edilməklə, morfoloji üsulların genetik müxtəliflik səviyyəsinin fərdlər, növlər, fəsilələrarası əlaqələrinin müəyyənləşdirilməsində böyük uğurlar əldə edilmişdir. Fenotip və molekulyar markerlərlə klaster analizinin nəticələrinin uyğunlaşma dərəcəsinin tədqiqi üçün Mantel əmsalından istifadə olunur. Mantel əmsalını hesablamaq üçün ya hər iki matris məsafə matrisi olmalı və ya hər iki matris oxşarlıq matrisi olmalıdır. Buna görə molekulyar nəticələrinin oxşarlıq matrisi $D_{ij}=1-GS_{ij}$ (D_{ij} -iki genotipin məsafə miqdarı, G_{ij} -iki genotipin oxşarlıq dərəcəsi) formulu əsasında məsafə matrisinə çevrilir. Molekulyar və fenotip markerlərinin fəsilə matrisilərinin Mantel korrelyasiyası

əmsalı hər iki şəraitdə (tam suvarılan və quraqlıq) 0.019-a bərabər olmuşdur (Cədvəl 5.15). Bu isə göstərir ki, molekulyar markerlərin matrisinin oxşarlıq dərəcəsi fenotip markerləri matrisindən çox aşağıdır.

Tam suvarılan şəraitdə molekulyar markerlərinin dendroqramı ilə fenotip markerlərinin dendroqramının oxşarlığı, quraqlıq stresi şəraitindəki molekulyar markerlərinin dendroqramındakı oxşarlıqdan daha çox olmuşdur. Belə ki, tam suvarılan şəraitdə molekulyar və fenotip markerlərinin dendroqramlarında 33, 32, 31, 30, 23, 20, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 35 və 34 nömrəli hibridlər oxşar klasterlərdə, yaxud yaxın yarımqruplarda yerləşmişlər.

Cədvəl 5.15

Morfoloji əlamətlərlə SSR markerləri arasındakı uyğunluq dərəcəsinin öyrənilməsi, Mantel əmsalının nəticələri

	Suvarılan	Quraqlıq
Morfoloji	0.432	-
Molekulyar	0.019	0.019

Molekulyar və fenotip markerlərinin dendroqramlarının oxşarlıqları ilə əlaqədar demək olar ki, suvarılan şəraitdə əlverişli vəziyyətin olması, əlamətlərdə tam dəyişikliklərin baş verməsinə imkan yaradır. Elə bu səbəbdən də, onların oxşarlığı daha çoxdur. Halbuki, quraqlıq stresi şəraitində bitkilər stres təsiri altına düşdüyündən əlamətlərin tam dəyişilməsinə imkan yaranmayacaqdır.

5.4. Qarğıdalı xətlərinin kombinasiya qabiliyyətlərinin və genlərin təsirinin suvarılan və quraqlıq şəraitində qiymətləndirilməsi

Qarğıdalının seleksiya proqramlarında yüksək dən məhsulunun əldə edilməsi üçün heterozis hibridlərdən istifadə ən vacib məsələlərdən biridir. Seleksiyaçı alimlər ayrı- ayrı xətləri hibridləşdirməklə yüksək məhsuldarlığa malik hibridlər əldə edə bilirlər.

Ümumi və xüsusi kombinasiya qabiliyyətləri, xətlərin potensial dəyərini ifadə edən ən əhəmiyyətli göstəricilərdəndir. Xüsusi kombinasiya qabiliyyəti genlərin dominant təsirini, ümumi kombinasiya qabiliyyəti isə genin additiv təsirini göstərir [185, 391]. Effektiv seleksiya proqramının seçimi, genin təsir növündən asılıdır. Əgər genin təsiri dominantdırsa hibrid istehsalı faydalı olacaqdır, əgər genin təsiri additivdirsə, o zaman, xarakterlərin yaxşılaşdırılmasında standart seleksiya proqramları daha faydalı olacaqdır [155,157]. F.J. Betran və əməkdaşları göstərmişlər ki, dən məhsuldarlığı baxımından genin təsiri quraqlıq və azot qıtlığı şəraitlərində bir-birindən fərqlənir. Bu tədqiqatlarda quraqlıq şəraitində genin additiv təsiri çox mühümdür. Ancaq azot qıtlığı şəraitində genin dominant effekti daha mühümdür [131]. Ümumi və xüsusi kombinasiya qabiliyyətini və genin təsir növünü müxtəlif üsullarla müəyyən etmək olar. Bu üsullardan biri də line × tester analizidir [157, 271].

Line×tester üsulunda, 18 ana xətti iki ata xətilə hibridləşdirilmiş və hibridləşdirmə nəticəsində əldə edilmiş 36 F1 hibridi üzərində line×tester analizi yerinə yetirilmişdir. Tədqiq olunan çox saylı əlamətlər içərisində yüksək dən məhsulu, seleksiya proqramında ən mühüm məqsədlərdən biri sayıldı-

ğından, tədqiqatımızın hazırkı hissəsi bu sahədə aldığımız nəticələrin təhlilinə həsr olunmuşdur.

5.4.1. Müxtəlif əlamətlərin idarə olunmasında genin təsir növünün qiymətləndirilməsi və genlərin fəaliyyətinə quraqlıq stresinin təsiri

Tədqiq olunan əlamətlərin variasiya analizi göstərmişdir ki, suvarılan və quraqlıq şəraitində dən məhsulu (hər iki ildə), qıça sırasında dənin sayı, qıça dəninin sıra sayı, bitkinin boyu, gövdənin qıçaya qədər boyu, tozlanmaya qədər lazım olan günlərin sayı, qıçanın saçaqlarının aşkar olunmasına lazım olan günlərin sayı, məhsulun yetişməsinə lazım olan günlərin sayı, dənin dolma dövrünün müddəti, dənin dolma sürəti, xlorofil “a”-nın miqdarı, xlorofil “b”-nin miqdarı, xlorofil (a+b)-nin miqdarı kimi əlamətlərin idarə olunmasında hibrid gücü təsirin rolu əhəmiyyətlidir. 1000 dənin kütləsi üçün isə bu təsir, yalnız suvarılan şəraitdə önəmli olmuşdur (Cədvəl 5.16). Bu səbəbdən line×tester analizi və hibrid gücü təsiri yalnız yuxarıda qeyd olunan əlamətlər üçün keçərlidir.

Line×tester analizi əsasında dən məhsuluna hibrid gücü təsiri hər iki ildə və şəraitdə xətlərin və tester təsirin 1% ehtimalla ehtibarlı olduğu aşkar edilmişdir. Xətlərin və tester təsirin önəmli olması, dən məhsulunun idarə edilməsində genin additiv rolu olduğunu göstərir. Həmçinin, xətt×tester qarşılıqlı təsirin əhəmiyyətli olduğu göstərir ki, xətlər testerlərin içərisində müxtəlif reaksiyalara malikdirlər. Xətlərlə testerlərin tərkibinin müxtəlif reaksiyası, əlamətlərin transfer gücü nəticəsində baş verir. Bu da onu göstərir ki, dən məhsulunun idarə olunmasında genin dominant və ya qeyri-additiv

effektinin rolu ola bilər. Bu üzdən dən məhsuluna nəzarətdə hər iki təsirin, yəni additiv və dominant təsirin rolu mövcuddur (Cədvəl 5.16).

Əlamətlərin idarə olunmasında hansı təsirin (additiv və ya dominant) daha mühüm rol oynadığını müəyyənləşdirmək üçün XKQ (xüsusi kombinasiya qabiliyyəti) variasiyasının ÜKQ (ümumi kombinasiya qabiliyyəti) variasiyası ilə nisbətindən istifadə edilmişdir.

$\sigma^2\text{ÜKQ} / \sigma^2\text{XKQ}$ nisbətinin hər iki ildə bir dən az olması göstərir ki, dən məhsulu cəhətdən XKQ variasiyası ÜKQ variasiyasından yüksəkdir, yəni populyasiyada genin dominant təsirinə daha çox olduğu aydın olur (Cədvəl 5.16). R. Choukan (1999), A. Esmaili və əməkdaşları (2005) tərəfindən qarğıdalı bitkisinin iki əkin sıxlığı şəraitində, yəni adi və yüksək sıxlıqda oxşar nəticələr əldə edilmişdir [155,184]. Digər tədqiqatçılar tərəfindən də, tam suvarılan şəraitdə dən məhsulunun idarə olunmasında həm additiv və həm də qeyri-additiv təsirin rolu olduğu qeyd edilmişdir [223].

Xətlərin kvadratlarının orta qiyməti, qıça sırasında dənin sayı, qıça dəninə sıra sayı, bitkinin boyu, gövdənin qıçaya qədər boyu, tozlanmaya qədər lazım olan günlərin sayı, qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayı, məhsulun yetişməsinə lazım olan günlərin sayı, dənin dolma dövrünün müddəti, dənin dolma sürəti, xlorofil “a”-nın miqdarı, xlorofil “b”-nin miqdarı, xlorofil (a+b)-nin miqdarı hər iki şəraitdə ehtibarlıdır. 1000 dənin kütləsi və xətlərin kvadratlarının orta qiyməti yalnız suvarılan şəraitdə önəmli olmuşdur.

Testerlərin kvadratlarının orta qiyməti, qıça sırasında dənin sayı, qıça dəninə sıra sayı, bitkinin boyu, gövdənin qıçaya qədər boyu, tozlanmaya qədər lazım olan günlərin sayı, qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayı,

məhsulun yetişməsinə lazım olan günlərin sayı və xlorofil “b”-nin miqdarı hər iki şəraitdə, 1000 dənin kütləsi, dənin dolma dövrünün müddəti və dənin dolmasının sürəti əlamətləri yalnız suvarılan şəraitdə, xlorofil “a”-nın miqdarı, xlorofil (a+b)-nin miqdarı yalnız quraqlıq stressi şəraitində, testerlərin kvadratlarının orta qiyməti önəmli olmuşdur. Yuxarıda qeyd olan əlamətlər baxımından testerlər və xətlər arasındakı fərqlərin önəmli olması göstərir ki, genin additiv rolu onların nəzarətində ola bilər.

Line×testerlərin kvadratlarının orta qiymətinin, qıça sırasında dənin sayı, qıça dəninin sıra sayı, gövdənin qıçaya qədər boyu, tozlanmaya qədər lazım olan günlərin sayı, qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayı, xlorofil “a”-nın miqdarı, xlorofil “b”-nin miqdarı, xlorofil (a+b)-nin miqdarı, qıça dəninin sayı kimi əlamətlər üçün hər iki şəraitdə (tam suvarılan və quraqlıq stressi), 1000 dənin kütləsi yalnız suvarılan şəraitdə, bitkinin boyu, qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayı, dənin dolma dövrünün müddəti kimi əlamətlər üçün yalnız quraqlıq stressi şəraitində önəmli olmuşdur.

Line×testerin kvadratlarının orta qiymətinin önəmli olmasının səbəbi xətlərin testerlərlə birləşməsində müxtəlif reaksiyaların baş verməsidir. Line×testerlərin kvadratlarının orta qiymətinin önəmli olması, yuxarıdakı əlamətlərin dominant və qeyri-additiv təsirin nəzarətində olduğunu göstərir. Bu onu göstərir ki, irriqasiya şəraiti nəzərə alınmadan hər iki şəraitdə, dominant və additiv təsir, tədqiq olunan bir çox əlamətlərə nəzarətdə əhəmiyyət daşıyır. Tam suvarılan şəraitdə bitkinin boyuna, tozlanmaya qədər lazım olan günlərin sayına, qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayına, məhsulun yetişməsinə lazım olan günlərin sayına ancaq addi-

tiv təsirin, quraqlıq stresi şəraitində isə hər iki təsirin önəmli rolu olmuşdur.

ÜKQ/XKQ variasiyasının nisbətinin qiyməti, tam suvarılan şəraitdə dən dolma dövrünün müddətindən başqa, qalan bütün əlamətlər üçün 1-dən az olmuşdur ki, bu da, qeyd olunan əlamətlər haqqında dominant genetik variasiyasının əhəmiyyətini göstərir. Bu səbəbdən tam suvarılan şəraitdə yalnız dən dolma dövrü müddəti barədə additiv təsirin rolu dominant təsirindən daha mühümdür.

Bu tədqiqatın nəticələri bəzi ədəbiyyat məlumatları ilə uyğunluq, digərləri ilə uyğunsuzluq təşkil edir. Belə ki, C.Konak və əməkdaşları, S.Lee Ho və H. Shung Lu bitkinin boyu üçün, G. Nestares və əməkdaşları, M.Mendoza və əməkdaşları qıçanın saçaqlarının aşkar olmasına lazım olan günlərin sayı üçün, A. Esmaili və əməkdaşları, tozlanmaya qədər lazım olan günlərin sayı üçün, R. Choukan, D.N. Singh və I.S. Singh qıça sırasında dən sayı üçün, G. Nestares və həmkarları, C.Konak və həmkarları və A.M.Iqbal və həmkarları 1000 dən kütlesi üçün, G. Nestares və həmkarları, C.Konak və həmkarları, R. Choukan, J.S. Castellanos və əməkdaşları dən məhsulunun idarə edilməsində hər iki təsirin (dominant və additiv) rolu olduğunu göstərmişlər [149, 155, 184, 223, 225, 241, 245, 263, 297, 364]. Bitkinin boyu əlaməti üçün qeyri additiv variasiyasının rolunun çox olması barədə D.N. Singh və I.S.Singh (1998) tərəfindən məlumat verilməsinə baxmayaraq, C.Konak və əməkdaşları (1999), P.B. Jha və A.S. Khera (1992) additiv variasiyasının rolunun çox olduğunu göstərmişlər [225, 364]. C.Konak və əməkdaşları (1999), G.Nestares və əməkdaşları (1999) tərəfindən qıçanın saçaqlarının aşkar olunmasına lazım olan günlərin sayı əlamətinin kontrol olunmasında additiv təsirin rolunun çox olmasını qeyd edilmələrinə baxmayaraq,

R.D. Rissi və A.R. Hallauer (1991), P.B. Jha və A.S. Khera (1992) dominant təsirin rolunun çox olması barədə məlumat vermişlər [225, 297, 336]. Bir çox tədqiqatlarda [155,184] 300 dənin kütləsi üçün qeyri-additiv təsirin rolunun çox olduğu göstərildiyi halda, M.B. Aulicino və C.A. Naranjo (2001) 300 dənin kütləsi üçün additiv təsirin rolunun çox olmasını qeyd etmişlər [121]. Çıxarılan nəticələrin bir-birindən fərqli olması tədqiqat üslulundan, öyrənilən materiallar arasında genetik fərqlərin olmasından və ya praktiki olaraq genin qiymətləndirilməsində müxtəlif parametrlərdən istifadə edilməsindən yarana bilər. Genetik variasiyasının additiv və qeyri-additiv təsirləri seleksiya proqramlarında genetik variasiyasının hər iki, stabil və qeyri-stabil qabiliyyətli komponentdən bəhrələnmək zərurətinin göstəricisidir.

Tam suvarılan şəraitdə hər iki ildə, dən məhsulunun genetik variasiyası quraqlıq stressi şəraitindəki dən məhsulunun genetik variasiyası ilə müqayisədə yüksəkdir. Tam suvarılan şəraitdə dən məhsulunun ümumi və xüsusi irsilik əmsalları da yüksək olmuşdur (Cədvəl 5.16).

Cədvəl 5.16

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

COV	df	Suvarılan şərait		Quraqlıq şəraiti	
		2009-cu il	2010-cu il	2009-cu il	2010-cu il
Təkrar	2	0.236	0.028	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	17.642**	13.23**	0.965**	5.782**

Cədvəl 5.16-nin davamı

Xətt×Tester	17	2.271**	2.467**	0.717**	0.643**
Xəta	70	0.363	0.284	0.227	0.216
COV _{HS} _{LINE}	-	0.153	0.118	0.015	0.036
COV _{HS} _{TESTER}	-	0.285	0.199	0.005	0.095
COV _{HS} _{AVERAGE}	-	0.011	0.008	0.001	0.001
COV _{FS}	-	2.394	1.964	0.198	0.687
Additiv variasiyası (σ^2_A)	-	0.022	0.016	0.001	0.001
ÜKQ variasiyası ($\sigma^2_{\text{ÜKQ}}$)	-	0.011	0.008	0.001	0.001
XKQ variasiyası (σ^2_{XKQ})	-	0.636	0.728	0.163	0.142
Dominant variasiyası (σ^2_D)	-	0.636	0.728	0.163	0.142
Xətlərin payı	-	49.078	49.456	51.082	30.38
Testerlərin payı	-	15.971	12.116	3.589	24.086
Xətt × Tester-in payı	-	34.950	38.428	45.329	45.534
$\sigma^2_{\text{ÜKQ}} / \sigma^2_{\text{XKQ}}$	-	0.017	0.011	0.004	0.007
Genetik vari- asiyası (σ^2_G)	-	0.93	0.94	0.18	0.16
Fenotip variasiyası (σ^2_P)	-	1.052	1.039	0.256	0.229
Ümumi irsilik əmsalı	-	0.885	0.909	0.704	0.685
Xüsusi irsilik əmsalı	-	0.021	0.015	0.005	0.004

COV-dəyişkənlik mənbəyi; df-sərbəstlik dərəcəsi; **- 1% ehtimallıqla mənalı

Bu haqda C. Ngaboyisonga və əməkdaşları göstərmişlər ki, quraqlıq stressi təsiri nəticəsində genetik müxtəlifliyinin azalması genetik variasiyanın azalmasına səbəb olur [215, 301].

M.M. Hefny müəyyən etmişdir ki, stres şəraiti ilə müqayisədə adi şəraitdə genetik variasiyanın komponenti və irsilik əmsalının yüksək olması bu tədqiqatın nəticələri ilə uyğun gəlir [215]. Ümumiyyətlə xüsusi irsilik əmsalının qiymətinin aşağı olmasının səbəbi qeyri-additiv variasiyasının tədqiq olunan əlamətlərin idarə edilməsində daha çox rolunun olması ilə bağlı ola bilər.

5.5. Suvarılan və quraqlıq stresi şəraitində xətlərin ümumi və xüsusi kombinasiya qabiliyyətinin qiymətləndirilməsi

Xətlər və testerlərin ÜKQ-nin qiymətləndirilməsi və onların faydalı kombinasiyalarının müəyyənləşdirilməsi istiqamətində aparılmış işlərin nəticələri 5.17-cı cədvəldə göstərilmişdir. Xətlər və testerlərdə bir çox əlamətlər üçün ÜKQ baxımından əhəmiyyətli fərqlər görünür. Əksər tədqiqatçılar oxşar nəticələr əldə etmiş və xətlərin seçimində ümumi kombinasiya qabiliyyətindən istifadə etmişlər [155,184]. Bundan başqa, suvarılan şəraitdə yüksək kombinasiya qabiliyyətinə malik olan xətlər, quraqlıq şəraitində oxşar kombinasiya qabiliyyəti göstərməyə də bilər. R. Choukan, A. Esmaili və əməkdaşları da öz tədqiqatlarında belə nəticəyə gəlmişlər ki, xətlər yüksək və adi əkin sıxlığı şəraitlərində, araşdırılan əlamətlər üçün oxşar ÜKQ göstərmirlər. Yüksək sıxlıqda xətlərinin kombinasiya fərqi adi sıxlıqdan daha çoxdur [155, 184].

Ümumi kombinasiya qabiliyyəti analizi göstərir ki, xətlər arasında olan kombinasiya fərqi suvarılan şəraitdə quraqlıq şəraiti ilə müqayisədə daha yüksəkdir. Həmçinin, şəraitdən asılı olaraq xətlərin kombinasiya qabiliyyəti də müxtəlif olmuşdur. Məsələn, dən məhsulu baxımından L8 xətti suvarılan şəraitdə müsbət və əhəmiyyətli

yətli ÜKQ təsirinə malikdir, ancaq quraqlıq şəraitində bu xətt mənfə və əhəmiyyətsiz ÜKQ təsirinə malik olmuşdur. L1, L11 və L18 xətlərində ümumi kombinasiya qabiliyyəti suvarılan şəraitdə müsbət və əhəmiyyətli, quraqlıq şəraitində mənfə və ya əhəmiyyətsizdir. L17 xətti hər iki şəraitdə müsbət və əhəmiyyətli ümumi kombinasiya qabiliyyətinə malikdir. Bu səbəbdən hər iki şəraitdə dən məhsulunu artırmaq istiqamətində onun seçilməsi əlverişli ola bilər. Ümumi kombinator cəhətindən L2, L4, L13, L14 xətlərinin ümumi kombinasiya qabiliyyətləri suvarılan şəraitdə mənfə və əhəmiyyətli, stres şəraitində isə əhəmiyyətsiz olmuşdur. Ümumiyyətlə, tam suvarılan şəraitdə L8, L11, L17 və stres şəraitində L15, L16, L17 xətlərin dən məhsulu ilə bağlı ümumi kombinasiya qabiliyyəti müsbət və əhəmiyyətli olmuşdur (Cədvəl 5.17).

Suvarılan şəraitdə, testerlər arasında ümumi kombinasiya qabiliyyəti baxımından əhəmiyyətli fərqlər vardır, halbuki, quraqlıq şəraitində bu cəhətdən 2009-cü ildə testerlər arasında olan fərqlər əhəmiyyətsiz və 2010-cü ildə əhəmiyyətlidir. 5.17-ci cədvəldən görüldüyü kimi, suvarılan şəraitdə T1 testeri, xətlərlə müsbət kombinasiya qabiliyyəti göstərmiş, bu səbəbdən T1 testeri dən məhsulu artımına səbəb olmuş, T2 testeri isə əks effektdə malikdir.

Cədvəl 5.17

Qarğıdalıda dən məhsulu baxımından suvarılan və quraqlıq şəraitində valideynlərin ümumi kombinasiya qabiliyyətinin (ÜKQ) qiymətləndirilməsi

Xətlərin ÜKQ	Suvarılan şərait		Quraqlıq şəraiti	
	2009-cu il	2010-cu il	2009-cu il	2010-cu il
gL1	0.59*	0.41**	0.35 ^{ns}	0.52**
gL2	-0.73**	-0.56**	0.22 ^{ns}	0.22 ^{ns}
gL3	-1.35**	-0.76**	-0.67**	-0.08 ^{ns}

Cədvəl 5.17-nin davamı

gL4	-0.74**	-0.58**	0.05 ^{ns}	0.25 ^{ns}
gL5	0.34 ^{ns}	-0.66**	-0.41*	-0.44*
gL6	-0.16 ^{ns}	-0.24 ^{ns}	0.09 ^{ns}	-0.08 ^{ns}
gL7	-0.15 ^{ns}	-0.27 ^{ns}	-0.16 ^{ns}	-0.05 ^{ns}
gL8	1.34**	1.11**	-0.67**	-0.42*
gL9	-0.18 ^{ns}	0.49*	-0.08 ^{ns}	0.28 ^{ns}
gL10	0.30 ^{ns}	0.30 ^{ns}	-0.21 ^{ns}	-0.20 ^{ns}
gL11	0.78**	0.82**	-0.15 ^{ns}	0.24 ^{ns}
gL12	0.46 ^{ns}	0.97**	0.11 ^{ns}	-0.15 ^{ns}
gL13	-0.49*	-0.68**	-0.04 ^{ns}	-0.03 ^{ns}
gL14	-0.60*	-1.02**	-0.22 ^{ns}	-0.41 ^{ns}
gL15	0.07 ^{ns}	-0.27 ^{ns}	0.51**	-0.07 ^{ns}
gL16	-1.02**	-0.76**	0.50**	0.10 ^{ns}
gL17	0.97**	0.47*	0.58**	0.24 ^{ns}
gL18	0.55*	1.21**	0.21 ^{ns}	0.10 ^{ns}
SE (gi)	0.25	0.22	0.19	0.19
SE (gi-gj)	0.35	0.31	0.27	0.2
Testerlərin ÜKQ	-	-	-	-
gT1	0.40**	0.35**	0.09 ^{ns}	0.23**
gT2	-0.40**	-0.35**	-0.09 ^{ns}	-0.23**
SE (gi)	0.08	0.073	0.06	0.063
SE (gi-gj)	0.12	0.103	0.09	0.089

** və * uyğun olaraq 1% və 5% ehtimallıqla mənalı; ns- mənasız

Dən məhsuluna aid xüsusi kombinasiya qabiliyyəti analizinin nəticələri cədvəl 5.18- də verilmişdir. Suvarılan şəraitdə, L1×T1, L4×T1 və L8×T1 hibridlərinin XKQ təsiri müsbət və əhəmiyyətli, L1×T2, L4×T2 və L8×T2 hibridlərinin XKQ təsiri isə mənfi və əhəmiyyətli olmuşdur.

Qarğıdalıda dən məhsulu baxımından hər iki ildə suvarılan
və quraqlıq şəraitində hibridlərin xüsusi kombinasiya
qabiliyyətinin (XKQ) qiymətləndirilməsi

Xətlər	Suvarılan şərait				Quraqlıq şəraiti			
	2009-cu il		2010-cu il		2009-cu il		2010-cu il	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
L1	1.05 ^{**}	-1.05 ^{**}	0.75 [*]	-0.75 [*]	-0.09 ^{ns}	0.09 ^{ns}	-0.13 ^{ns}	0.13 ^{ns}
L2	0.28 ^{ns}	-0.28 ^{ns}	0.29 ^{ns}	-0.29 ^{ns}	-0.19 ^{ns}	0.19 ^{ns}	-0.22 ^{ns}	0.22 ^{ns}
L3	-0.14 ^{ns}	0.14 ^{ns}	-0.21 ^{ns}	0.21 ^{ns}	-0.33 ^{ns}	0.33 ^{ns}	-0.46 ^{ns}	0.46 ^{ns}
L4	0.98 ^{**}	-0.98 ^{**}	1.1 ^{**}	-1.12 ^{**}	0.42 ^{ns}	-0.42 ^{ns}	0.18 ^{ns}	-0.18 ^{ns}
L5	0.27 ^{ns}	-0.27 ^{ns}	0.52 ^{ns}	-0.52 ^{ns}	0.45 ^{ns}	-0.45 ^{ns}	0.50 ^{ns}	-0.50 ^{ns}
L6	-0.79 [*]	0.79 [*]	-0.77 [*]	0.77 [*]	-0.47 ^{ns}	0.47 ^{ns}	-0.25 ^{ns}	0.25 ^{ns}
L7	-0.31 ^{ns}	0.31 ^{ns}	-0.11	0.11 ^{ns}	0.43 ^{ns}	-0.43 ^{ns}	0.16 ^{ns}	-0.16 ^{ns ns}
L8	1.23 ^{**}	-1.23 ^{**}	1.27 ^{**}	-1.27 ^{**}	0.10 ^{ns}	-0.10 ^{ns}	0.31 ^{ns}	-0.31 ^{ns ns}
L9	0.22 ^{ns}	-0.22 ^{ns}	-0.15 ^{ns}	0.15 ^{ns}	-0.63 [*]	0.63 [*]	-0.62 [*]	0.62 [*]

Cədvəl 5.18-in davamı

L10	0.40 ^{ns}	-0.40 ^{ns}	0.46	-0.46	-0.46 ^{ns}	0.46 ^{ns}	-0.39 ^{ns}	0.39 ^{ns}
L11	-0.52 ^{ns}	0.52 ^{ns}	-0.85 ^{**}	0.85 ^{**}	0.10 ^{ns}	-0.10 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	0.09 ^{ns}
L12	-0.43 ^{ns}	0.43 ^{ns}	-0.89 ^{**}	0.89 ^{**}	0.14 ^{ns}	-0.14 ^{ns}	0.48 ^{ns}	-0.48 ^{ns}
L13	-0.28 ^{ns}	0.28 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.05 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	0.11 ^{ns}	-0.11 ^{ns}
L14	0.21 ^{ns}	-0.21 ^{ns}	-0.43 ^{ns}	0.43 ^{ns}	0.43 ^{ns}	-0.43 ^{ns}	-0.05 ^{ns}	0.05 ^{ns}
L15	-0.60 ^{ns}	0.60 ^{ns}	0.08 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	-0.22 ^{ns}	0.22 ^{ns}	-0.15 ^{ns}	0.15 ^{ns}
L16	-0.62 ^{ns}	0.62 ^{ns}	-0.37 ^{ns}	0.37 ^{ns}	-0.26 ^{ns}	0.26 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	0.07 ^{ns}
L17	-0.47 ^{ns}	0.47 ^{ns}	0.01 ^{ns}	-0.01 ^{ns}	0.30 ^{ns}	-0.30 ^{ns}	0.25 ^{ns}	-0.25 ^{ns}
L18	-0.47 ^{ns}	0.47 ^{ns}	-0.66 [*]	0.66 [*]	0.23 ^{ns}	-0.23 ^{ns}	0.45 ^{ns}	-0.45 ^{ns}
S.E.(XKQ)	0.348		0.308		0.275		0.268	
S.E.(s _{ij} -s _{kl})	0.492		0.435		0.389		0.379	

ns- əhəmiyyətli fərq yoxdur, ** * uyğun olaraq 1% və 5% ehtimallıqla mənalı

Quraqlıq şəraitində, L9×T2 hibridinin XKQ təsiri müsbət və əhəmiyyətli olduğu halda, suvarılan şəraitində mənfi istiqamətdə əhəmiyyətlidir. Hibridlərin xüsusi kombinasiya qabiliyyəti dəyişikliyi, suvarılan şəraitdə quraqlıq şəraiti ilə müqayisədə daha çoxdur, yəni suvarılan şəraitdə daha çox hibridlər fərqli və əhəmiyyətli XKQ-nə malikdilər. Bu şəraitdə xətlər arası fərqlər daha aydın görünür (Cədvəl 5.18). R. Choukan, A. Esmaili və əməkdaşları da yüksək əkin sıxlığı şəraitində qarğıdalı hibridlərinin əhəmiyyətli xüsusi kombinasiya qabiliyyətini tədqiq etmiş və sıxlıq stresi şəraitində hibridlər arasındakı fərqlərin daha çox olduğunu göstərmişlər [155,184].

2009-cı ildə xətlərin tam variasiyasından dən məhsulu baxımından suvarılan və quraqlıq stresi şəraitində müxtəliflik payı uyğun olaraq 49.08 və 51.08 faizlə ən yüksək həddə olmasına baxmayaraq, line ×tester payı suvarılan və quraqlıq stresi şəraitində uyğun olaraq 34.95 və 45.3% olmuşdur. Bu variasiyada testerin payı, tam suvarılan və quraqlıq stresi şəraitində uyğun olaraq 15.97 və 3.50 faizlə əhəmiyyətsizdir. 2010-cü illin nəticələri də bir çox hallarda 2009-cü ildə əldə olunan nəticələri təsdiq edir (Cədvəl 5.18).

5.6. Qarğıdalı hibridlərində quraqlığa tolerantlıq indeksləri və digər əlamətlərlə əlaqədar xromosom hissələrinin və informativ SSR markerlərin müəyyənləşdirilməsi

Bitkilərdə digər mühit stresləri kimi, quraqlığa tolerantlıq da mürəkkəb bir fizioloji və genetik əlamətdir. Bitkilərdə quraqlığa bağlı proseslər bir çox kəmiyyət göstəriciləri ilə ifadə edilir. Bu proseslər mühitin təsirinə görə məhsuldarlıqla müxtəlif bağlılıq göstərirlər [327]. Əvvəlki genetik

tədqiqatlar göstərmişdir ki, genin həm additiv və həm də dominant təsiri quraqlıqla əlaqədar əlamətləri kontrol edir [131, 215, 301].

Quraqlığa dözümlülüüyün tədqiqi üçün genetik müxtəlifliyinin azlığı, mühit amilləri ilə quraqlığın mürəkkəb qarşılıqlı təsiri və səmərəli seçim texnikasının olmaması, quraqlığa davamlılıqla əlaqədar keçmişdə əldə edilmiş nailiyyətlərin əhəmiyyətini xeyli azaltmışdır [264, 327, 404]. Molekulyar markerlərə tam bağlı olan quraqlığa davamlılıq genlərinin müəyyənləşdirilməsi və xromosom üzərində onların yerinin tapılması seleksiya işində genlərin klonlaşdırılmasında və markerlər vasitəsilə seçim aparılmasında mühüm rol oynayır. Çünki, quraqlıq stresi genetik variyasiyanın və irsiliyin azalmasına səbəb olur. Ona görə də, belə şəraitdə quraqlığa davamlılıq üçün klassik üsulun seçimi lazımı səmərə verməyəcəkdir. Lakin genotip əsasında DNT markerləri vasitəsilə seçim edilərsə, bu seçimin səmərəliliyi artacaqdır. Son zamanlar molekulyar genetik nailiyyətlər seleksiya işində sadə və mürəkkəb implantasiya əlamətlərinin seçimi və müəyyənləşdirilməsində geniş imkanlar yaratmışdır [175]. Genlərin yerinin müəyyən edilməsi və nişanlaması ətrafında aparılmış tədqiqatlarda, əlamətə nəzarət edən genlərin sayı və gen xəritəsindəki məkanı haqqında məlumat verilmişdir. Mikrosatellitlərin müxtəlifliyi, çoxluğu, geniş yayılması bütün qarğıdalı genomlarında, tam bir qarğıdalı genetik xəritəsini yaratmaq üçün istifadə edilir [96].

Tam suvarılan şəraitdə, qarğıdalıda dən məhsulu üçün təqribən 148 QTL müəyyənləşdirilmişdir. Halbuki, quraqlıq stresi şəraitində daha az QTL, yəni təqribən 20 QTL müəyyənləşdirilmişdir [220]. Həm dən məhsulu və həm də quraqlığa dözümlülüüyün fizioloji istiqamətinin mürəkkəbliyinə bax-

mayaraq, dən məhsuldarlığını və quraqlığa dözümlülüyü kodlaşdıran xromosom sahələrinin müxtəlif quraqlıq stresi şəraitlərində müəyyənləşdirilməsinə ehtiyac vardır.

Əlaqəli gen balansının olmaması səbəbindən informativ markerlərin müəyyənləşdirilməsi fəsilə və fərdlər səviyəsində mümkün olmuşdur [274]. Tam suvarılan və quraqlıq stresi şəraitlərində dən məhsuldarlığı, digər tədqiq olunan əlamətlər və quraqlığa tolerantlıq indeksləri ilə əlaqədar xromosom hissələrinin və informativ SSR markerlərin müəyyənləşdirməsi üçün ardıcıl reqressiya üsulundan istifadə edilmişdir.

Tam suvarılan şəraitdə tədqiq olunan əlamətlər arasında dənin dolma sürətindən başqa (o heç bir informativ markerdə müşahidə edilməmişdir), qalan digər əlamətlər üçün ən azı bir informativ marker müşahidə olunmuşdur. Bu tədqiqatda ən çox informativ marker xlorofil “a”-nın miqdarında (7 informativ marker) müşahidə edilmişdir. Ən az informativ marker dən məhsulu, qıça sırasında dəninin sayı, qıça dəninin sıra sayı, xlorofil “b”-nin miqdarı əlamətləri ilə bağlı olan markerdir. Bunlarda cəmi bir ədəd informativ marker aşkar edilmişdir (Cədvəl 5.19). Tədqiqatda istifadə olunan 12 marker arasında UMC2359 və PHI031 praymerləri, 8 əlamətin informativ markeri kimi müəyyən edilmişdir. UMC2359 praymeri tədqiq olunan praymerlər arasında ən yüksək polimorfizmə sahibdir. Quraqlıq stresi şəraitində tədqiq olunan əlamətlər arasında dəninin dolma dövrünün müddəti əlamətindən başqa, heç bir informativ marker müşahidə edilməmiş, qalan əlamətlərdə ən azı bir informativ marker müşahidə olunmuşdur. Tədqiqatda istifadə olunan 12 marker arasında UMC1719 praymerin 6 əlamət üçün informativ marker olduğu müəyyən edilmişdir. Bir çox əlamətin genetik yolunda bir praymerin yerləşməsi genlərin pleyotropik xüsusiyyətlərinə görə ola bilər. Tədqiq olunan praymerlər arasında UMC1719

praymeri polimorfizmin miqdarı yüksək olan praymerlərdəndir. Bu üzdən genetik müxtəlifliyinin tədqiqində UMC1719 və UMC2359 praymerləri ən əhəmiyyətli praymerlərdən sayılmışdır. Deməli, gələcək tədqiqatlarda onlardan daha çox istifadə etmək olar. İnformativ markerlərin sayı, tam suvarılan şəraitdə dən məhsulu, qıçada dənin sayı, qıça sırasında dənin sayı, qıça dəninin sıra sayı, 1000 dənin kütləsi, qıçanın saçaqlarının aşkar olunmasına lazım olan günlərin sayı, məhsulun yetişməsinə lazım olan günlərin sayı, dən dolma müddəti və dən dolma sürəti üçün uyğun olaraq 0, 4, 4, 2, 3, 1, 1, 1 və 1, quraqlıq stresi şəraitində isə, uyğun olaraq 4, 0, 4, 3, 1, 2, 1, 2 və 4 olmuşdur.

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 lokusda yerləşir və bu şəraitdə məhsuldarlığın fenotip variasiyasının təqribən 15 %-ini yerinə yetirir. Halbuki, quraqlıq stresi şəraitində dörd praymer (UMC2359, UMC1432, UMC1862, UMC1719) dən məhsuldarlığı ilə əlaqədardır. Bu dörd praymer uyğun olaraq, 9.07, 10.02, 1.11 və 4.10 lokuslarında yerləşir və bu şəraitdə məhsuldarlığın fenotip variasiyasının təqribən 63 %-ini yerinə yetirirlər (Cədvəl 5.19).

TOL, SSI indeksləri məhsuldarlıq potensialı ilə müqayisədə daha çox bitkinin davamlılıq mexanizminə və genotiplərin həssaslığına bağlıdır. Əlaqədar praymer hər iki indeksə NC133 praymeridir. Bu praymer uyğun olaraq, 28 və 30 faiz SSI, TOL indeksləri genetik dəyişikliklərini yerinə yetirə bilirlər. NC133 praymeri 2-ci xromosom üzərində və 2.05 lokusda yerləşir. TOL, SSI indekslərin əksinə olaraq MP, STI indeksləri məhsuldarlıq potensialı ilə əlaqədardır. UMC1447, UMC2359 praymerlərinin MP indeksi ilə əlaqədar olduqları müəyyənləşmişdir. Bu iki primer 26 faiz Mp indeksi də-

yişikliklərini əhatə edirlər. UMC1447 və UMC2359 praymerləri fenotip variasiyasının 25 %-ini doğrultmaqla STI indeksini kodlaşdıran xromosom məkanlarında yerləşmişdir. UMC1447 və UMC2359 praymerləri, 6.03, 9.03 lokuslarda yerləşirlər. Bu tədqiqatın nəticələrinə diqqət yetirdikdə demək olar ki, ümumiyyətlə dən məhsuldarlığını kodlaşdıran genlər 9, 10, 1, 4 və 5-ci xromosomlar üzərində yerləşirlər (Cədvəl 5.19). UMC1862, UMC1719, UMC1447, UMC2359 və UMC1432 markerləri başqa markerlərdən daha çox quraqlığa davamlılığı kodlaşdıran məkanlarda yerləşmişlər. Beləliklə, dən məhsuldarlığını artırmaq üçün qarğıdalı hibridlərinin seçimində bu markerlərdən istifadə etmək olar. L. Dubey və əməkdaşları quraqlığa dözümlülük baxımından SSR markerlərini müəyyənləşdirmək üçün apardıqları tədqiqatda isti iqlimə məxsus 24 qarğıdalı xəttində quraqlıq stresi şəraitində fərqli reaksiya ilə qarşılaşmışlar. Onlar belə nəticəyə gəlmişlər ki, BNLG1866 (lokus 1.03), DUPSSR12 (lokus 1.08), UMC1042 (lokus 2.07), UMC1056 (lokus 5.03), DUP13 (lokus 7.04), UMC1069 (lokus 8.08), UMC1962 (lokus 10.03), BNLG1028 (lokus 10.06) və UMC1344 (lokus 10.07) markerləri quraqlığa həssas və dözümlü xətlərdə, quraqlığa bağlı markerlərdir [179].

Bizim tədqiqatda tam suvarılan şəraitdə, UMC2359 markeri, 6.05 lokusunda yerləşir və dən məhsuldarlığı ilə əlaqədardır. Halbuki, quraqlıq stresi şəraitində UMC2359, UMC1432, UMC1862, UMC1719 praymerləri, uyğun olaraq, 9.07, 10.02, 1.11 və 4.10 (4.11) lokuslarında yerləşirlər və dən məhsuldarlığı ilə əlaqədardırlar. Əvvəlki tədqiqatlarda QTL xəritələri ilə müəyyənləşdirilmişdir ki, dən məhsuldarlığı üçün müxtəlif ekoloji şəraitdə QTL-in sayı və ya təsiri fərqlidir. Məsələn, Y.N. Xiao və əməkdaşlarının araşdırmalarında tam suvarılan şəraitdə dən məhsuldarlığına aid edilən iki QTL

(QTLs- two putative) müəyyənləşdirilmiş və bu gen məkanları 1 və 9-cu xromosom üzərində yerləşmişlər. Bu iki QTL, dən məhsuldarlığının təqribən 21 faiz fenotip dəyişikliklərini həyata keçirir. Halbuki, quraqlıq stresi şəraitində 9-cu xromosom üzərində yerləşən yalnız bir QTL müəyyənləşdirilmişdir ki, bu da, fenotip variasiyasının təqribən 13.8 %-ni təşkil edir [171]. J.M. Ribaut və əməkdaşları tərəfindən isti iqlimə məxsus qarğıdalı üzərində aparılan başqa bir tədqiqatda dən məhsuldarlığı ilə bağlı QTL-in aydınlaşdırılmasında üç rejimdə, yəni tam suvarılan, mülayim və şiddətli stres şəraitlərində, uyğun olaraq, 5, 4 QTL müəyyənləşmişdir [328].

Cədvəl 5.19

Dən məhsulu və quraqlığa tolerantlıq indeksiləri ilə informativ markerləri üçün ardıcıl regressiya modelin regressiya əmsalı (b), R^2 , uyğunlaşdırılan R^2 (R^{-2}) və P dəyəri

Əlamətlər	Primerlər	Bin yeri	b	R^2	R^{-2}	P dəyəri
YP	UMC2359	9.07	0.389	0.151	0.128	0.014
YS	UMC2359	9.07	0.30	0.38	0.33	0.00
YS	UMC1432	10.02	0.46	0.41	0.36	0.00
YS	UMC1862	1.11	0.30	0.50	0.44	0.02
YS	UMC1719	4.10-11	0.25	0.63	0.56	0.04
TOL	NC133	2.05	0.491	0.281	0.240	0.002
SSI	NC133	2.05	0.485	0.299	0.259	0.002
MP	UMC1447	5.03	0.431	0.136	0.112	0.006
MP	UMC2359	9.07	0.357	0.259	0.217	0.021
STI	UMC1447	5.03	0.405	0.116	0.091	0.010
STI	UMC2359	9.07	0.369	0.248	0.205	0.018

YP: suvarılan şəraitdə dən məhsulu, YS: quraqlıq şəraitində dən məhsulu, TOL: tolerantlıq indeksi, SSI: stresə həssaslıq indeksi, MP: orta məhsuldarlıq indeksi, STI: stresə davamlılıq indeksi

Halbuki, H.A.S. Agrama və E.M. Mounir öz tədqiqatında quraqlığa dözümlülükdə təsiredici xromosom məkanlarının 8, 6, 5, 3, 1-ci xromosomlar üzərində yerləşdiyini müəyyən etmişlər. Məhsuldarlıq üçün qəbul edilən beş QTL müəyyənləşdirilmişdir [95].

Bu araşdırmanın nəticələri ilə Y.N. Xiao və əməkdaşlarının apardıqları tədqiqatın nəticələrinin oxşarlığına baxmayaraq, fərqliliklərin mövcudluğu da diqqət çəkir [409]. Qarğıdalıda dən məhsuldarlığı bir kəmiyyət əlaməti olduğu üçün çox sayda genlərlə idarə olunur. Bu üzdən belə təsəvvür yaranır ki, dən məhsuldarlığının formalaşmasında da çoxlu xromosom məkanları iştirak edir. Ədəbiyyat məlumatlarının təhlili və əvvəlki aparılan işlər yuxarıda çıxarılan nəticələrin doğru olduğunu təsdiqləyir [129, 328, 409]. Həmçinin bu araşdırmada və əvvəlki tədqiqatlarda tam suvarılan və quraqlıq stresi şəraitlərində dən məhsuldarlığı ilə bağlı markerlər bir-birindən fərqlənirlər. Bu barədə demək olar ki, müxtəlif suvarma rejimlərində genlərin tənzimlənməsi və izahı bir-birindən fərqlənir.

Tam suvarılan şəraitdə, dən məhsuldarlığı ilə mənalı bağlılıq göstərən markerlərin heç birinin, qıça sırasında dənin sayı, qıça dəninin sıra sayı, qıça dəninin ümumi sayı, qıçanın saçaqlarının aşkar olunmasına lazım olan günlərin sayı və dənin dolma sürəti əlamətləri arasında informativ markerlər tapılmamışdır. Halbuki, dən məhsuldarlığı ilə bağlı olan UMC2359 markeri 1000 dənin kütləsi, məhsulun yetişməsinə lazım olan günlərin sayı və dənin uzunluğu əlamətləri ilə bağlı olmuşdur. Quraqlıq stresi şəraitdə, dən məhsuldarlığı ilə mənalı bağlılıq göstərən markerlərin heç biri qıça sırasında dənin sayı, qıçada dəninin ümumi sayı, qıçanın saçaqlarının aşkar olunmasına lazım olan günlərin sayı və dənin dolma dövrünün müddəti əla-

mətləri üçün informativ markerlər aşkar edilməmişdir. Halbuki, dən məhsuldarlığı ilə bağlı olan UMC1719 markeri qıça dəninin sıra sayı, 1000 dənin kütləsi və məhsulun yetişməsinə lazım olan günlərin sayı əlamətləri ilə bağlı marker olmuş və həm də dən məhsuldarlığı ilə bağlı olan UMC2359 markeri dəninin dolma sürəti əlamətinə də bağlı marker müəyyən edilmişdir (Cədvəl 5.19). Bu nəticələr göstərir ki, qıça dəninin sıra sayı, 1000 dənin kütləsi, məhsulun yetişməsinə lazım olan günlərin sayı, dəninin dolma dövrünün müddəti və dəninin dolma sürəti dən məhsuldarlığı ilə bağlı ən mühüm əlamətlərdir. Tarla şəraitində də qıça dəninin sıra sayı, 1000 dənin kütləsi, məhsulun yetişməsinə lazım olan günlərin sayı, dəninin dolma dövrünün müddəti və dəninin dolma sürəti kimi əlamətlərin başqa əlamətlərlə müqayisədə qarğıdalının dən məhsuldarlığında daha böyük rolu vardır.

Bizim tədqiqatlar göstərmişdir ki, qarğıdalı hibridləri arasında müəyyən müxtəliflik mövcuddur ki, bu müxtəlifliklərdən seleksiya proqramlarında uğurla istifadə etmək olar. Həmçinin, bu tədqiqatın nəticələri göstərirdi ki, qarğıdalı hibridlərinin qruplaşdırılmasını və genetik müxtəlifliyini araşdırmaq üçün SSR markerlərindən istifadə etmək olar və əlamətlərin dolaylı yolla markerlər vasitəsilə seçilməsi, ilkin informasiyanın verilməsində faydalı ola bilər. Əlbəttə markerlər və müxtəlif əlamətlər arasındakı bağlantılıq əlaqələrinin müəyyənləşdirilməsində F2 (Second filial- İkinci nəsil), DH (Doubled haploid - İkiqat haploid) və RIL (Recombinant inbred line-Rekombinant xalis xətt)-in hazırlanmasına ehtiyac vardır. Bu populyasiyalar əsasında bağlılıq xəritələri hazırlanmış və daha sonra xromosom üzərində bu əlamətləri idarə edən məkanlarının yerləri müəyyənləşdirilmişdir [291]. Bu tədqiqatdan əldə olunmuş informasiya əlverişli primerlərin seçilməsi-

nə kömək etməklə bağlantılı xəritələrinin hazırlamasında faydalı olacaqdır. Müxtəlif xromosomlar üzərində SSR markerlərin yerlərini müəyyənləşdirmək və o xromosomlardakı yabanı qarğıdalı növlərinə aid əlverişli əlamətlərin olmasını aydınlaşdırmaqla, onlardan gələcək seleksiya işlərində istifadə etmək olar. Beləliklə də, yabanı növlərin xromosomları ilə onların əvəz edilmiş bəzi xromosomları yeni təsərrüfat xətlərinin yaranmasına gətirib çıxara bilər. Həqiqətən R^2 miqdarı yüksək olan markerləri sıralamaqla, yabanı növlərdə əlverişli əlamətləri kodlaşdıran genləri tapmaq olar və korrelyasiyası yüksək olan markerlərlə həmin əlamətlərin xəritəsinin təkmilləşdirilməsinə ümid etmək olar [324]. Belə düşünülür ki, bu tədqiqatda müəyyən olunmuş bəzi markerlərdən dən məhsuldarlığını artırmaq və quraqlığa davamlı formaları seçmək üçün informativ markerlər kimi istifadə edilə bilər. Bu markerləri başqa germlazmalarda tətbiq etmək, onları STS markerlərinə çevirməklə seçim imkanlarını artırmaq olar. Bu nəticələr göstərir ki, əgər çoxlu praymerlərdən istifadə olunarsa, məhsuldarlıq və quraqlığa davamlılıq əlamətləri ilə korrelyasiyası yüksək olan markerlərin müəyyən edilməsinə ümid etmək olar. Gələcək tədqiqatlarda 5.19-cu cədvəldə təqdim olunan praymerlərdən istifadə etmək və habelə quraqlığa dözümlülüklə yaxın əlaqədə olan və xüsusi molekulyar texnologiyanın köməyi ilə ayrılmış genom hissələrindən molekulyar tədqiqatlarda, o cümlədən QTL analizində istifadə oluna bilər. Bu üsul vasitəsilə qarğıdalıda quraqlığa davamlılıq əlamətini yaxşılaşdırmaq üçün əlverişli imkanlar əldə edilə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. **Abbasov M.Ə.** Diploid və tetraploid buğda növ və növmüxtəlifliklərinin duzluluq stresinə davamlılığının ilkin fizioloji diaqnostikası / Azərbaycan Aqrar Elmi, 2007. s.125-127
2. **Abbasov M.Ə.** Buğdanın quraqlığa davamlılığının tarla şəraitində öyrənilməsi, AKTA-nın elmi əsərləri, Gəncə, 2007, s.17-20
3. **Abbasov M.Ə.** Diploid və tetraploid buğda genotiplərinin quraqlıq və duzluluq streslərinə davamlılığı və tolerantlığın fizioloji-genetik əsasları. Biologiya elmləri namizədi dissertasiyası, Bakı, 2008, 186 s
4. **Abbasov M.Ə., Əliyev R.T.** Buğda növ və növmüxtəlifliklərində genetik yaxınlığın RAPD markerləri ilə öyrənilməsi // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının xəbərləri, Biologiya elmləri seriyası, 2007, № 5-6, s.100-108
5. **Abışeva X.Ş.** Quraqlıq stresinin təsirindən buğda genotiplərində baş verən dəyişmələr və bu dəyişmələrə fitohormonların təsiri. AMEA Botanika İnstitutunun Elmi Əsərləri, 2007, XVII cild, s.265-268
6. **Axundova E.M.** Ekoloji Genetika. Bakı, 2004, 264 s
7. **Babayev M.Ə.** Kompleks təsərrüfat qiymətli əlamətlərə malik olan yeni sortların yaradılmasında seleksiya məqsədi üçün payızlıq arpanın yeni sortnümünələrindən başlanğıc materialın seçilməsi // Azərbaycan Aqrar Elmi, 2004, № 4-6, s.288-291
8. **Babayev M.Ə.** Azərbaycanın yerli arpa sortnümünələrinin aqrobioloji xüsusiyyətləri və onların seleksiyada əhəmiyyəti. Kənd təsərrüfatı elmləri namizədi dissertasiyasının avtoreferatı, Bakı, 2009, 19s
9. **Əkpərov Z.İ.** Genetik Ehtiyatların toplanması, mühafizəsi və tədqiqinin perspektivləri / Biomüxtəlifliyin Genetik Ehtiyatları. I Beynəlxalq Elmi Konfrans. Bakı, Azərbaycan, 27-28 İyun, 2006, s.13
10. **Əliyev R.T.** Bitkilərin stres amillərə davamlılığının fizioloji metodlarla diaqnostikası. Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun elmi əsərləri, Bakı-2009, I cild, s. 504-512
11. **Əliyev R.T., Hacıyeva Ş.I., Cavadova L.H.** Stres faktorlarının təsirindən genomun struktur-funksional dəyişkənlikləri və

onların bərpa yollarının tədqiqi. Azərbaycan respublikası EA Genetika və seleksiya institutunun əsərləri. Bakı, 2000, s.290-298

12. **Əliyev R.T., Hacıyeva A.F.** İntroduksiya olunmuş çiyələk sort və formalarında quraqlığa davamlılığın tədqiqi. AMEA Botanika İnstitutunun elmi əsərləri, Bakı “Elm”-2008, XXVIII cild, s.278-281

13. **Əliyev R.T., Hacıyeva Ş.İ., Cavadova L.H., Cəfərova R.H., Rzayeva S.P.** Müxtəlif buğda genotiplərinin əlverişsiz mühit şəraitinə davamlılığının qiymətləndirilməsi. Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun elmi əsərləri, 2009, I cild, s. 40-46

14. **Əliyev R.T., Hacıyeva Ş.İ., Məcidova Q.İ.** və b. Bərk buğda nümunələrinin quraqlıq və istilik streslərinə davamlılıq dərəcələrinə görə qiymətləndirilməsi. Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Əkinçilik İnstitutunun Elmi Əsərləri məcmuəsi, 2012, XXIII cild, s.95-97

15. **Hacıyeva A.F.** Çiyələk sortlarının duzluluq stresinə davamlılığı və genomda baş verən dəyişmələr // AMEA Gəncə Regional Elm Mərkəz Xəbərlər Məcmuəsi, 2008, s.15-20

16. **Hacıyeva A.F.** Azərbaycanın yerli çiyələk sortlarının duza davamlılığının fizioloji və genetik parametrlər əsasında öyrənilməsi. AMEA Botanika İnstitutunun Elmi Əsərləri, 2009, XXIX cild, s.771-776

17. **Qasimov N.A.** Bitki fiziologiyası. Bakı: Bakı Dövlət Universitetinin nəşriyyatı, 2008, 483 s

18. **Qasimov N.A., Əliyeva N.Ş., Tahirli S.M., Abduyeva-İsmaylova S.M.** Bitki Anatomiyası. Bakı: Bakı Dövlət Universitetinin nəşriyyatı, 2010, 378 s

19. **Quliyev R.Ə., Əliyeva K.A.** Genetika. Bakı, 2002, 250 s.

20. **Rahnemoun H.G.** Duzlu şəraitdə badam bitkisinə fizioloji-biokimyəvi proseslərin tədqiqi. Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru dissertasiyasının avtoreferatı, Bakı, 2012, 20 s.

21. **Rəhimli V.R.** Quraqlığın təsirindən arpa (*Hordeum L.*) genomunda baş verən dəyişikliklər və onların bərpa yollarının öyrənilməsi // AMEA Xəbərləri (biologiya elmləri), 2009, № 1-2, s. 102-106

22. **Rəhimli V.R.** Arpa genotiplərinin duzluluq stresinə davamlılığı və genomda baş verən dəyişmələr. Genetik Ehtiyatlar İnstitutunun elmi əsərləri, Bakı, “Elm”, 2009, I cild, s.110-117

23. **Rəhimli V.R.** İki cərgəli və çox cərgəli arpa nümunələrinin genetik müxtəlifliyinin monomer prolamin ehtiyat zülalları əsasında tədqiqi. Azərbaycan Elmi-Tədqiqat Əkinçilik İnstitutunun elmi əsərləri məcmuəsi, 2010, XXII cild, s. 46-51

24. **Rəhimli V.R.** Stres amillərin arpa (*Hordeum L.*) genomunun quruluş və funksional fəallığına təsiri və davamlılığın diaqnostikası. Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru dissertasiyası. Bakı, 2011, 156 s

25. **Şərifova S.S.** Meyvəli tərəvəz bitkilərinin əlverişsiz mühit şəraitinə davamlılığı və stres amillərin təsirindən genomda baş verən dəyişmələr. Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru dissertasiyası, Bakı, 2010, 193 s

26. **Şərifova S.S., Babayev. Ə.H.** Pomidor genotiplərinin quraqlığa davamlılığının fizioloji-genetik əsaslarının öyrənilməsi // AMEA Xəbərləri, 2008, №5-6, s.139-145

27. **Şhiri M.** Quraqlıq stresinin qarğıdalı (*Zea mays L.*) xətlərinin kombinasiya qabiliyyətinə və hibrid bitkilərin genetik xüsusiyyətlərinə təsiri. Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru dissertasiyası. Bakı-2013, 187 s

28. **Təmrəzov T.H.** Quraqlığa davamlılığın və məhsuldarlığına görə fərqlənən xarakterik buğda genotiplərinin fotosintetik funksiyası və əlamətləri. Biologiya elmləri namizədi dissertasiyasının aftoreferatı, Bakı, 2004, 19 s

29. **Alina B. A., Çernobay, N.P., Amircanova G.M.** Tuzluluk Ortamında Arpa Kloroplastlarının Özəllikləri / Tarım Biyoteknolojisi Kongre Bildirileri, 25-28 haziran 1991, s.193-194

30. **Алиев Д.А., Акпаров З.И.** Генетические ресурсы растений Азербайджана // АМЕА xəbərlər, 2002, № 1-6, с. 57

31. **Aliyev R.T., Akparov Z., Axundova E., Mammedov A.** Tuzluluq və kuraklıq stresinin yabanı və kultür buğday türlerinde meydana getirdikləri dəyişmələr / XVII. Ulusal Bioloji Konqresi, 2.Seksion Bildiri Özetleri, 21-24, haziran 2004, Adana (Türkiyə) 2004, s. 34

32. **Aliyev R.T., Coşkunçelebi K., Beyazoğlu O.** Misir (*Zea mays L.*) Genetik Sistemlerinde GA₃-in Meydana Getirdiyi Değişmələr // Tr. J. of Biology Ankara, 1996, v.20, s. 201-205

33. **Aliyev R.T., Gülçü M.** Buğday genomunda kuraklılıq stressi etkisindən meydana gelen dəyişmələr. XIV. Ulusal Bioloji

konGRESİ. Bitki Fizyolojisi- Bitki Anatomisi ve Hidrobiyoloji Sempozyumları kitabı Samsun (Türkiye), 1998, II cilt, s.83-93

34. **Altınkut, A., İpekçi Z., Türet, M., ve Gözükırmızı, N.** Arpa ve Buğdayda Kuraklığa Dirençli Genotiplerin Fizyolojik ve Genetik Parametrelerle Seçilmesi / Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri, İzmir, 1998, s. 156-162

35. **Çaykırılar, H. ve Topçuoğlu, Ş.F., Çölleşen Dünya ve Türkiye Örneği Sempozyumu / Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, Mayıs 13-17, Erzurum, 1985, s.108-129**

36. **Elliatioğlu, S., Tipirdamaz, R,** Doku Kültürünün Tuz Stresine Dayanıklılıkta Kullanımı / Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri, 22-26 Haziran 1998, İzmir, 1998. s.70-78.

37. **Eryüce, N., Gürel, A., Harekerler, H.** Farklı Su Stresi Koşullarının Bitkilerde Besin Alınımı Üzerine Etkileri, Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri, İzmir, 1998., s. 97-104

38. **Kabar, K.,** Tohum Çimlenmesinde Sıcaklık ve Tuz Stresi Etkilerinin Hormonal İlişkileri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir, 1984, 170 s

39. **Kuru M. Gözükara S.E.** Genetik, Palme Yayıncılık, Ankara 2001, 360s

40. **Öncel Keleş.** Tuz stresi altındaki buğday genotiplerinde büyüme, pigment içeriği ve çözünür madde kompozisyonunda değişimler // C.U. Fen- edebiyat fakültesi, Fen bilimleri dergisi, 2002, cilt 23, sayı 2, s.34-36

41. **Öztürk, M.A., Seçmen, Ö.** Bitki Ekolojisi, İzmir, 1988., s.90-92

42. **Sadıqov S.T.** Canlılarda moleküler düzenleme mekanizmaları. Kayseri (Türkiye), 2001, 249 s

43. **Абышева Х.Ш.** Изменения в генетических системах хлоропластов и митохондрий в листьях различных сортов пшеницы (*T. aestivum* L.) в связи засухой // Российская

Академия Естественных наук. Современные проблемы науки и образования «Биологические науки», 2008, №6, с.24-27.

44. **Азизов И.В., Асадова С.Ш., Маммедова М.Г., Бархалова Ф.Р., Карагезов Т.Г.** Формирование фотосинтетического аппарата у эмбрионидов люцерны (*Medicago sativa* L.) в условиях солевого стресса // Известия Национальной Академии Наук Азербайджана, серия биологические науки, 2004, № 3-4, с. 3-11

45. **Алберте Б., Брей Д., Люис Дж., Рефф М., Робертс К., Уотсон Дж.** Молекулярная биология клетки, Москва «Мир», 1987, т. 3, 296 с

46. **Алексеев В.Г.** Гетерогенность ДНК проростков пшеницы и активность генома // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Ленинград, 1973, том 52, вып 1. с.46-56

47. **Алиев Дж.А.** Значение фотосинтеза различных органов в синтезе белков в зерна генотипов пшеницы при водном стрессе // АМЕА-нин Хəбərləri // 2002, № 1-6, с. 5-12

48. **Алиев Дж.А.** Физиологические основы селекции пшеницы, толерантной к водному стрессу // АМЕА-нин Хəбərləri, 2002 // № 1-6, с.30

49. **Алиев Дж. А.** Селекция пшеницы в Азербайджане // Известия НАН Азербайджана, серия биол. науки, 2006, № 3-4, с.3-32

50. **Алиев Дж.А., Казибекова Э.Г.** Особенности фотосинтеза высокопродуктивной пшеницы и использование фотосинтетических признаков в селекции // Известия НАН Азербайджана, серия биол. науки, 2002, № 1-6, с.20-29

51. **Алиев Р.Т.** Изменения соотношения фракций повторяющихся последовательностей в геномах растений при гетерозисе // Генетика, Москва, 1993, т. 29, № 6, с 990-994

52. **Алиев Р.Т., Гаджиева Ш. И., Джавадова Л. Г.** Изменение структурного состояния ДНК в листьях пшеницы а связи с засухой / Тезисы докладов Третьего съезда Всесоюзного Общества физиологов растений. Санкт-Петербург, 1993, том 1, с.5

53. **Алиев Р.Т., Гаджиева Ш. И., Джавадова Л. Г.** Изменение содержания нуклеиновых кислот митохондрий пшеницы в связи с засухой / Тезисы докладов Третьего съезда Всесоюзного Общества физиологов растений. Санкт-Петербург, 1993, том 1, с.6

54. **Алиев Р.Т., Мамедова А.Д., Гасанова Г.И.** Оценка устойчивости сортов хлопчатника к засухе // *Azərbaycan Aqrar Elmi*, 2004, №1-3, с.94-96

55. **Алиев Р.Т., Мамедова А.Д., Гасанова Г.И.** Физиологическая реакция генотипов хлопчатника на стрессе засухи // Известия Национальной Академии Наук Азербайджана, серия биол. науки, 2005, № 3-4, с.129-137

56. **Али-заде М. А., Алиев Р.Т.** Содержание ДНК в соматической клетке и хромосоме у полиплоидных форм пшеницы // Доклады АН СССР. Москва, 1972, т.203, № 4, с. 942-944

57. **Альтергот В.Ф.** Становление функциональной жароустойчивости растений. Сб. Физиология приспособления растений к почвенным условиям. Новосибирск, 1973, 170 с

58. **Anna Mantzavinou, Penelope J.Bebeli and Pantouses J.Kaltsikes.** Estimating genetic diversity in Greek durum wheat landraces with RAPD markers // *Australian Journal of Agricultural Research*, 2005, v. 56, p.1355-1364

59. **Ахметов Р.Р., Хангильдин В.Г., Фаттахова Ф.З., Конарев В.Г.** Структурное состояние хромосом клеточных ядер у растений гетерозисных гибридов., Вопросы биохимии гетерозиса у растений, Уфа, БФ АН СССР, 1971, с. 69-76

60. **Блехман Г.Н.** Возможные механизмы засухоустойчивости растений. Молекулярные и надмолекулярные аспекты // Физиология и биохимия культурных растений., 1991, т.23. № 3, с.211-222

61. **Волкова А.М., Перепадня Ю.Г.** Диагностики жароустойчивости пшеницы, ячменя и огурцов по всхожести семян после прогревания. В кн, Методы оценки устойчивости

растений к неблагоприятным условиям среды. Л, Колос, 1976, 121 с

62. **Гасанова Г.М.** Реакция ядерного генома, пластома и хондриома ржи на действие стрессовых факторов / Мат. IV межд. научно-прак. конф. Интродукция нетрад и редких с/х растений. Ульяновск- 2002, т. 1, с.304-306

63. **Гиясидинов Б.Б., Солиева Б.Ф., Абдуллаева Х.А., Каримов Х.Х.** Интенсивность фотосинтеза в зависимости от расположения листьев на кусте тонковолокнистого хлопчатника / Достижения современной физиологии растений: теоретические и прикладные аспекты. Душанбе, 2008, с.21-22

64. **Гончарова Э.А.** Оценка устойчивости к разным стрессам плодово-ягодных и овощных культур. В. кн. «Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (методические указания)». Л., 1988, с.46-62

65. **Гусейнова И.М., Сулейманов С.Ю., Азизов И.В., Магеррамова Э.Г., Алиев Д.А.** Изменение структурно – функциональных компонентов фотосинтетических мембран различных генотипов пшеницы, выращенных при водном дефиците // Известия Национальной Академии Наук Азербайджана, серия биологические науки, 2007, № 1-2, с. 3-19

66. **Гусейнова И.М., Сулейманов С.Ю., Д.А. Алиев.** Регуляция синтеза и сборки пигмент - белковых комплексов пшеницы. Москва, наука 2009, 157с.

67. **Даниленко Н.Г., Давыденко О.Г.** Миры генов оргanelл. Минск: технология, 2003, 494 с

68. **Дубинин Н.П.** Синтетическая теория эволюции. Экологическая генетика и эволюция. Кишинев, Штиинца, 1987, с.7-49

69. **Еланская И.В.** и др. Генетический контроль и механизмы устойчивости к солевому и гиперосмотическому стрессу // Генетика, 2005, т. 41, № 12, с. 1-12

70. **Еланская И.В., Карандашова И.В.** Молекулярные механизмы устойчивости к солевому стрессу у цинабактерии

nechocystis sp. PCC // Вестник МГУ, сер биология, 2006, № 4, с.8-12

71. **Жимулев И.Ф.** Общая и молекулярная генетика. Новосибирск, 2003, 478с.

72. **Зелепухин В.Д., Зелепухин И.Д.** Содержание хлорофилла и водный режим листа // Физ. Раст., АН СССР, 1967, т.14, вып.1

73. **Ивлева Л.А., Гилязетдинов Ш.Я.** Интенсивность синтеза ДНК в проростках гетерозисных гибридов и их родительских форм., Вопросы биохимии гетерозиса у растений, Уфа, БФ АН СССР, 1971, с. 36-41.

74. **Климов В.В.** Фотосинтез и биосфера // Соросовский образовательный журнал, 1996, № 6, с.6-13

75. **Колупаев Ю.Е.** Реакция проростков озимой пшеницы и семян огурца на циклооксигеназу и ионы калия в условиях жесткого высокотемпературного стресса // Физиол. и биохимия культ. рас. 2000, т.32, № 1, с.41-46

76. **Кузнецов В.В.** и др. Пролин при стрессе: биологическая роль, метаболизм, регуляция // Физиология растений, 1999, т.46, № 2, с. 321-336

77. **Кулаева О.Н.** Экспрессия генома растений и ее регуляция. Геном растений. Под ред. К.М. Сытника, Киев, Наукова Думка, 1998, с. 83-136.

78. **Кулаева О.Н., Миколович Т.П., Веселова Т.В.** и др. Белки теплового шока и фотосинтетическая активность при длительном температурном воздействии на семена тыквы // Докл. АН СССР, 1988, 300, № 5, с.1277-1280

79. **Кушниренко М.Д., Медведева Т.Н.** Роль зеленых пластид в упорядечении воды в листьях растений различной устойчивости к засухе. В.кн. Водный режим культурных растений. «Штиинца», Кишинев, 1971, с.38-51

80. **Ладыгин В.Г.** Влияние ранних этапов биосинтеза хлорофилла на формирование и функционирование мембран хлоропластов., Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пушкино Московская обл., 2006 т.20, №1, с.61-76

81. **Овчинникова М.Ф., Яковлев А.П.** Комплементация хлоропластов и прогнозирование. // Селекция и семеноводство, 1978, №2, с.77.

82. **Олейникова Т.В., Осипов Ю.Ф.** Определение засухоустойчивости сортов пшеницы и ячменя, линий и гибридов кукурузы по прорастанию семян на растворах сахарозы к высоким осмотическим давлениям. В. Кн. Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Л. 1976, с.23-32

83. **Осипов Ю.Ф., Каленич В.М.** Оценка засухоустойчивости пшеницы на ранних этапах ее развития. Сб. Физ. Зерновых культур в связи с задачами селекции. Краснодар, 1980, вып.23, с.19

84. **Плотников В.К., Бакалдина Н.Б.** Посттранскрипционная регуляция экспрессии генов эукариот: влияния стрессов на стабильность мРНК in vitro. Генетика, 1998, т.34, № 96, с. 1205-1211

85. **Полевой В.В.** Физиология растений. Москва: Высшая школа, 1989, с.446

86. **Слухай С.И., Ткачук К.С.** Влияния засухи на содержание нуклеиновых кислот озимой пшеницы // Доклады АН УССР, 1972, № 12, с. 1124-1127

87. **Таран Н.Ю.** Изменения адаптации липидных компонентов мембран хлоропластов вследствие влияния факторов окружающей среды // Украинский Биохимический журнал, 2000, т.72, № 1, с.21-31.

88. **Тарчевский И.А.** Механизм влияния засухи на фотосинтетическое усвоение CO₂. Физиология фотосинтеза. М. Наука, 1982, с.118-129.

89. **Удовенко Г.В.** Исследование физиологии устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Ленинград 1975, Том 56, Выпуск 1, с.151-161

90. **Шаманин В.П.** Устойчивость к неблагоприятным факторам пшеницы // Докл. АН/РАН., 2003, т.362, № 5, с.41-46

91. **Abbasov M., Wolfgang Spielmeier, Kenneth Street, Rana Munns, Ramiz Aliyev, Caitlin Byrt, Yuri Shavrukov, Mark Tester.** Eco-geographic distribution of two genes for salinity tolerance in diploid wheats. 5th international crop science congress. Jeju, Korea, April 13-18, 2008

92. **Abbasov M., Caitlin Byrt, Wolfgang Spielmeier, Zeynal Akparov, Yuri Shavrukov, Kenneth Street, Prem Mathur, Mark Tester, Rana Munns.** Screening diploid wheats with various eco-geographic distribution for two salt tolerance genes. From seed to Pasta: The durum wheat Chain, International Durum Wheat Symposium. Book of Abstracts, Bologna, Italy, June 30- July 3, 2008, p.174

93. **Abebe T., Guenzi A.C., Martin B., Cushman J.C.** Tolerance of mannitol accumulating transgenic wheat to water stress and salinity // *Plant Physiol.*, 2003, No 131, p. 1748-1755

94. **Acquaah G.** Principles of Plant Genetics and Breeding. Wiley-Blackwell, 2006, 584 p.

95. **Agrama H.A.S., Mounir E.M.** Mapping QTLs in breeding for drought tolerance in maize (*Zea mays* L.) // *Euphytica*, 1996, v. 91, p. 89-97

96. **Agrawal D., Sukumar-Saha C., May L.** Use of cross-species simple sequence repeat (SSR) primers for developing polymorphic DNA markers // *J. New Seeds*, 1999, v.1, p. 25-37

97. **Ahmadi A., Sio-Se Mardeh A.** The effects of water stress on soluble carbohydrates, chlorophyll and proline contents of four Iranian wheat cultivars under different moisture regimes // *Iranian J. Agric. Sci.*, 2004, vol. 35, p.753-763

98. **Ahmadzadeh A.** Determination of best selection criteria for drought tolerance in maize inbred line: M.Sc. thesis on plant breeding, University of Tehran, Iran, 1997, 238 p

99. **Ahron, G.S., Apse, M.P., Duan, S., et al.** Characterization of a family of vacuolar Na⁺/H⁺ antiporters in *Arabidopsis thaliana* // *Plant Soil.*, 2003, No 253, p. 245-256

100. **Akhundova N.A., Aliev R.T.** Supposed mechanisms of the Humav biofield signal to vegetable cell. FEBS Specif/ Meeting

cell signaling Mechanisms from Membrane to nucleus, Amsterdam, Netherlands, 1997, p.96-102

101. **Akparov Z.I., Aliyev R.T., Mammadova A.D.** Stability Evaluation of cotton varieties to stres factors on the indicators of Chlorophyl Synthesis Depression/ International Meeting “Structure and function of photosystem”, Pushchino, Moscow Region, Russia, 2006, p.48-49

102. **Alexieva V., Ivanov S., Sergiev I and Karanov E.** Interaction between streses // Bulg. J Plant Physiol, Spesial issue, 2003, p.1-17

103. **Aliiev J., Ismailov M.A., Zulfugarov I.S.** Application of fluorescence kinetics for screening tolerant cultivars in wheat plants / 9th Int. Symp. Wheat Genetics. Saskatoon, Canada, 1998, p.5

104. **Aliyev R.T., Abbasov M.A.** Changes in genome structure of wheat varieties couosed by drought and salt stres and effects of phytohormones on these changes / Copyright 2004. New directions for a diverse planet: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia, 26 Sep-1 Oct, 2004, ISBN 1920842209| www.cropscience.org.au .

105. **Aliyev R.T., Abbasov M.A., Mammadov A.C.** Genetik Identification of Diploid and Tetraploid Wheat Species with RAPD Markers Turkish Journal of Biology // Turk J Biology 31 (2007). © TÜBİTAK, Ankara, 2007, p.173-180

106. **Aliyev R.T., Coskuncelabi K., Beyazoqlu O.** Effect of Gibberellin acid on the nucleic Acids content in wheat seeding (*Triticum aestivum* L.) Crown under water Defient // Pakistan Journal of biological sciences G.P.O., 2000, v.3, № 1, p.24-26

107. **Aliyev R.T., Shiri M., Choukan R.** Investigation of water deficit stres 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

108. **Allard R.W.** Principles of Plant Breeding. Wiley, 1999, 264 p.

109. **Alvarez G.B., Broccoli A., Martín L.M.** Genetic diversity and structure in a natural *Hordeum chilense* populations based on gliadins analysis // PL. Syst. Evol., 2006a, v. 261, p. 11-18.
110. **Alvarez G.B., Broccoli A., Martín L.M.** Variability and genetic diversity for gliadins in natural populations of *Hordeum chilense* Roem. et Schult // Genetic resources and crop Evolution, 2006b, v. 53, p. 1419-1425
111. **Alvarez G.B., Moral A., Martín L.M., Martín A.** Linkage relationship between prolamin genes located on chromosome 1 H^{ch} in *Hordeum chilense* // Thore. Appl. Genet., 2004, v. 108, p. 891-895
112. **Aragues, R., Puy, J., Royo, A., Espada, J.L.** Three-year field response of young olive trees (*Olea europaea* L. cv. Arbequina) to salinity: Trunk growth and leaf ion accumulation // Plant Soil., 2005, No 271, p. 265-273
113. **Arora A.S., Sairam R.K. and Srivastava G.C.** Oxidative stres and antioxidative systems in plants // Curr. Sci, 2002, v.82, p. 1227-1238
114. **Asada K.** The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons // Annu. Rev. Plant Physiol, Plant Mol. Biol., 1999, 50, p.601-639
115. **Asamaa K., Sober A.** Hartunq W. and Niinemets U. Rate of stomatal opening shoot hydraulic conductance and photosynthetic characteristics in relation to leaf abscisic acid concentration in six temperate deciduous trees // Tree Physiol, 2002, v.22, , p.267-276
116. **Ashraf, M.** Breeding for salinity tolerance in plants // Crit. Rev. Plant Sci., 1994, 13, p. 17-42
117. **Ashraf, M., Harris, P.J.C.** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants // Plant Sci., 2004, 166, p.3-16
118. **Ashraf, M., Foolad, M.R.** Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stres resistance // Environ. Exp. Bot., 2007, No 59, p. 206-216
119. **Aslam, M., Qureshi, R., Ahmed, N. A.** Rapid screening technique for salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) // Plant Soil, 1993, 150, p. 99-107

120. **Attia, H., Arnaud, N., Karray, N., Lachaal, M.** Long-term effects of mild salt stress on growth, ion accumulation and superoxide-dismutase expression of *Arabidopsis rosette* leaves // *Physiol. Plant*, 2008, 132, p. 293-305

121. **Aulicino M.B., Naranjo C.A.** Evaluation of combining ability of inbred maize lines for precocity and yield // 2001| Available on the: <http://www.agron.Missouri.Edu/mnl/71/73/aulicino.html>

122. **Autrique E, Nachit MM, Monneveux P, Tanksley SD, Sorrels ME.** Genetic Diversity in durum wheat based on RFLPs, morphophysiological traits and coefficient of parentage // *Crop Science*, 1996, v. 36, p. 735-742

123. **Azari-Nasrabadi A.** Factor analysis in corn hybrids varieties: M.Sc. thesis on agronomy, University of Tehran, Iran, 1999, 139 p

124. **Bahrman N., Gois J., Hariri D. et al.** Genetic diversity or old French six rowed winter barley varieties assessed with molecular, biochemical and morphological markers and its relation to BaMV resistance // *Heredity*, 1999, v. 83, p.568-574

125. **Baker, N.R.** A possible role for photosystem II in environmental perturbations of photosynthesis // *Physiol. Plant* ., 1991, 81, p. 563-570

126. **Bandopadhyay R., Sharma S., Rustgi S. et al.** DNA polymorphism among 18 species of Triticum- Aegilops complex using wheat EST-SSRs // *Plant Sci.*, 2004, v.166, p.349-356

127. **Banuls, J., Serna, M.D., Legaz, F., et al.** Growth and gas changes parameters of citrus plants stressed with different salts // *J. Plant Physiol.*, 1997, 150, p. 194-199

128. **Barne T., Altschuler M., McDaniel C.N.** Heat-shock induced proteins in plant cells // *Develop. Gen.*, 1980, № 2, 1, p. 331-343

129. **Barriere Y., Gibelin C., Argillier O., Mechin V.** Genetic analysis in inbred lines of early dent forage maize. I. QTL mapping for yield, earliness, starch and crude protein contents from per

se value and top cross experiments // *Maydica*, 2001, v.46, p.253-266

130. **Basra, A.S., Basra, R.K.** Mechanisms of environmental stress resistance in plants. Netherland, Amsterdam: Harwood Academic Publications, 1997, 407 p

131. **Betran F.J., Beck D., Banziger M.** Edmeades G.O. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non stress environments in tropical maize // *Corp Sci.*, 2003, v.43, p. 807-817

132. **Bhatty R.S.** The potential of hull-less barley // *Cereal chemistry*, 1999, v.76, p.589-599

133. **Blizzard, W.E., and Boyer, J.S.** Comparative Resistance of the Soil and the Plant to Water Transport // *Plant Physiol.*, 1980, 66, p. 809-814

134. **Blum, A.** Breeding Crop Varieties for Stress Environments // *Critical Reviews in Plant Sciences* , 1986, 2, p.199-237

135. **Beyene Y., Botha A.M., Myburg A.A.** A comparative study of molecular and morphological methods of describing genetic relationships in traditional Ethiopian highland maize // *Afr. J. Biotech.*, 2005, v. 4, p. 586-595

136. **Blumwald, E.** Sodium transport and salt tolerance in plants // *Curr. Opin. Cell Biol.*, 2000, 12, p. 431-434

137. **Bohert H.J., Osterm J.A., and Schmitt J.M.** Changes in gene expression elicited by salt stress in *Meşembryanthenum crystallinum* In *Environmental stress in plants*, Cherry J.H., ed., Springer-Verlag, Berlin, 1989, p.159-171

138. **Boland, A.M., Jerie, P., Mass, E.** Long term effects of salinity on fruit trees // *Acta Hort.*, 1997, p. 449-450

139. **Boggini G, Palumbo M, Galcagno F.** Characterization and utilization of Sicilian landraces of durum wheat in breeding programmes. In "Wheat genetic resources. Meeting diverse needs" (Eds JP Srivastava, AB Damania), 1990, 234 p

140. **Bos I., Caligari P.** Selection Methods in Plant Breeding. Springer, 2007, 468 p.

141. **Boston, R.S, Viitanen P.V and Vierling, E.,** Molecular chaperones and protein folding in plant // *Plant Mol. Biol.*, 1996, 32, p.191-222
142. **Bray E.A.** Plant responses to water deficit// *Trends Plant Sci.*, 1997, v.2, p.48-54
143. **Brown AHD, Marshall DR.** A basis sampling strategy: theory and practice. In *Collecting plant genetic diversity technical guidelines*. CaB International: Wallingford, UK.1995, 201 p
144. **Brown J., Caligari P.** *An Introduction to Plant Breeding*. Wiley-Blackwell, 2008, 224 p.
145. **Bruns, S., Hecht-Buchholz, C.** Light and electron-microscope studies on leaves of several potato cultivars after application of salt at various developmental stages // *Potato Res.*, 1990, 33, p. 33-41
146. **Busk, P. and Pages, M.,** Regulation of abscisic acid-induced transcription // *Plant.Mol. Biol*, 1998, 37, p.425-435
147. **Campbell, M.K,** *Biochemistry*, Harcourt Brace Jovanovich College Publishers, Fort Worth, USA, 1991
148. **Cao W, Scoles G, Huci P, Chibbar RN.** Phylogenetic relationships of five morphological groups of hexaploid wheat (*T.aestivum* L. Em Thell.) based on RAPD analysis // *Genome*, 2000, v. 43, p.724-727
149. **Castellanos J.S., Hallauer A.R., Crodova H.S.** Relative performance of testers to identify elite lines of corn (*Zea mays* L.) // *Maydica*, 1998, v.43, p.217-226
150. **Charles, S.A and Halliwell B.,** Effect of hydrogen peroxide on spinach (*Spinacia oleraceae*) chloroplast fructose biphosphatase // *Biochem. J.* 1980, 189, p. 373-376
151. **Chartzoulakis, K., Klapaki, G.** Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages // *Sci. Hort.*, 2000, 86, p. 247-260
152. **Chatzissavvidis, C., Veneti, G., Papadakis, I.** Effect of NaCl and CaCl₂ on the antioxidant mechanism of leaves and stem of the rootstock CAB-6P (*Prunus cerasus* L.) under in vitro conditions // *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 2008, 95, p. 37-45

153. **Cheeseman, J.M.** Mechanisms of salinity tolerance in plants // *Plant Physiol.*, 1988, 87, p. 547-550
154. **Chimenti, C.A., Pearson, J. and Hall, A.J.**, Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower // *Field Crops Res.*, 2002, 75, p.235-246
155. **Choukan R.** Estimation of combining ability, additive and dominance variance of characters using line×tester crosses of maize inbred lines // *Seed Plant*, 1999, v.15, p. 47-56
156. **Choukan R., Hosseinzadeh A., Ghanadha M.R. et al.** Classification of maize inbred lines based on morphological traits // *Seed Plant*, 2005, v.21, p.139-157
157. **Choukan R.** Methods of genetical analysis of quantitative traits in plant breeding. Seed and Plant improvement institute Pub., Karaj, Iran, 2008, 270 p
158. **Chowdhury R. J., and Choundhuri M. A.** Effects of CaCl₂ and ABA on Changes in H₂O₂ Metabolism in Two Jute Species Under Water Deficit Stres // *J. Plant Physiol*, 1989, p.135-183
159. **Chrispeels M.J.** Plants, Genes, and Crop Biotechnology. Jones and Bartlett Publishers, 2002, 567 p.
160. **Chrispeels M.J., Crawford N.M. and Schroeder J.L.** Proteins for transport of water and mineral nutrients across the membranes of plant cells // *Plant Cell*, 1999, v.11, p.661-676
161. **Christopher R.B., Tony J.V.** Maize drought tolerance: Potential improvement through arbuscular mycorrhizal symbiosis? // *Field Crops Res.*, 2008, v.108, p.14-31
162. **Close, T.J.**, Dehydrins: a commonality in the response of plants to dehydration and low temperature // *Physiol Plant*, 100, 1997, p. 291-296
163. **Comstock J.P.**, Hydraulic and chemical signaling in the control of stomata conductance and transpiration // *J. Exp. Bot.*, 2002, 53, p.195-200.
164. **Condon F., Charles Gustus D., Rasmusson C., Kevin P.S.** Effect of advanced cycle breeding on genetic diversity in barley breeding germplasm // *Crop Sci.*, 2008, v.48, p.1027-1036

165. **Conley, T.R, R.E Sharp, and J.C Walker**, Water deficit rapidly stimulates the activity of a protein kinase in the elongation zone of the maize primary root // *Plant Physiol.*, 1997, 113, p. 219-226
166. **Cooper P., Ho T.H.D.** Heat-shock proteins in maize // *Ibid*, 1983, 71, № 2, p.215-228
167. **Corke H., Kannenberg L.W.** Selection for vegetative phase and actual filling period duration in short season maize // *Crop Sci.*, 1989, v.29, p.607-612
168. **Coskuncelebi K., Aliyev R.T., Beyazoglu O.** Effect of Gibberellins Acid on Alterations Caused by Drought Stres in the Genome of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seedlings // *Turkish Journal of Biology*, Ankara (Turkey), 1997, 21, № 2, p.175-179
169. **Court, P. Mc.**, Plant Genetics Identifies Drought Tolerant Gene? Research Tips from the University of Toronto, 416, 978052, 1998
170. **Danyluk, J., Peron, A., Houde, M., Limin, A., Fowler, B., Benhamou, N. and Sahran, F.**, Accumulation of an acidic dehydrin in the vicinity of the plasma membrane during cold acclimation of wheat // *Plant Cell*, 1998, 10, p. 623-638
171. **Dasgupta J., Bewley J.D.** Variation of protein synthesis in different regions of greening leaves of barley seedlings and effect of imposed water stres // *J. Expt. Bot.* 1984, 35, № 159, p.1450-1459
172. **Davies W.J. and Zhang J.** Root signals and regulation of growth and development of plants in drying salt // *Annual review of plant Physiology and plant molecular Biology*, 1991, v.42, , p.55-56
173. **Daynard T.B., Kannenberg L.W.** Relationships between length of the actual and effective grain filling periods and the grain yield of corn // *Can. J. Plant Sci.*, 1976, v.56, p.237-242
174. **Dehghan-Naieri F., Abd-Mishani S., Shakib A.M. et al.** Utilization of microsatellite markers for determining genetic relationships in maize inbred lines // *Iranian, J. Agric. Sci.*, 2005, v.36, p.43-49
175. **Dekkers J.C.M., Hospital F.** The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations // *Nat. Rev.*, 2002, v. 3, p.22-32

176. **De Lacerda, C.F., Cambraia, J., Oliva, M.A., et al.** Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress // *Environ. Exp. Bot.*, 2003, No 49, p. 107-120

177. **DeWald D.B., Torabinejad J., Jones C.A., Shope J.C. and Cangelosi A.R.**, Rapid accumulation of phosphatidylinositol 4,5-bisphosphate and inositol 1,4,5-trisphosphate correlates with calcium mobilization in salt-stressed *Arabidopsis* // *Plant Physiol.*, 2001, 126, p.759-769

178. **Drobak B.K. and Watkins P.A.** Inositol (1,4,5) trisphosphate production in plant cells: an early response to salinity and hyperosmotic stress // *FEBS Lett.*, 2000, 481, p. 240-244

179. **Dubey L., Prasanna B.M., Ramesh B.** Analysis of drought tolerant and susceptible maize genotypes using SSR markers tagging candidate genes and consensus QTLs for drought tolerance // *Indian J. Genet. Plant Breed.*, 2009, v.69, p.344-351

180. **Dure, L. III**, LEA proteins and the desiccation tolerance of seeds // *Cell Mol. Biol. Plant Seed Dev*, 1997, 4, p. 525-543

181. **Dwyer L.M., Hamilton R.I.H., Hayhoe H.N., Royds W.** Analysis of biological traits contributing to grain yield of short to mid season corn (*Zea mays* L.) hybrids // *Can. J. Plant Sci.*, 1991, v.71, p.535-541

182. **Eshghi R., Akhundova E.** Genetic diversity of the monomeric prolamins and hordein in hullless barley genotypes and their relation with agronomical traits // *African Journal of Biotechnology.* 2009, vol 8, №12, p. 1819-1826

183. **Eshghi R., Akhundova E.** Genetic diversity in hullless barley based on agromorphological traits and RAPD markers and comparison with storage protein analysis // *African Journal of Agricultural Research.* 2010, vol. 5, №1, p. 97-107

184. **Esmaili A., Dehghani H., Khavari-Khorasani S., Mirzaee N.H.** Estimation of combining ability and gene effects of early mature corn inbred lines at different plant densities by line × tester analysis // *Iranian J. Agric. Sci.*, 2005, v.5, p. 917-929

185. **Falconer D.S.** Introduction to quantitative genetics. Longman, London, 1989, 433p.
186. FAO (2004) Food Agriculture Organization <http://www.fao.org>
187. **Farrant J.M.**, A comparison of mechanism of desiccation tolerance among three angiosperm resurrection plant species // *Plant Ecol.*, 2000, 151, p. 29-39
188. **Fay, P.A., and Knapp, A.K.**, Responses to Short-Term Reductions in Light in Soybean Leaves: Effects of Leaf Position and Drought Stress // *Int. S. Plant Sci.*, 1998, 159, p. 805-811
189. **Fortmeier, R., Schubert, S.** Salt tolerance of maize (*Zea mays* L.): the role of sodium exclusion // *Plant Cell Environ.*, 1995, 18, p. 1041-1047
190. **Fieck J., Durr A., Frithsch C.** Osmotic-shock “stress-protein” in protoplasts of *Nicotiana sylvestris* // *Plant Science Lett.*, 1982, 26, № 2-3, p.159-165
191. **Fricke, W., and Pohich E.**, The Effects of Water Stress the Vacuole-Extra vacuole Compartmentation of Proline in potato Cell Suspension Cultures // *Plant Physiol*, 1990, 78, p. 374-379
192. **Galarreta J.I.R., Alvarez A.** Morphological classification of maize landraces from Northern Spain // *Genet. Resour. Crop Evol.*, 2001, v.48, p. 391-400
193. **Garay-Arroyo A., Colmenero-Flores J.M., Garciarubio A. and Covarrubias A.A.** Highly hydrophilic proteins in prokaryotes and eukaryotes are common during conditions of water deficit // *J. Biol. Chem.*, 2000, v.275, p.5668-5674
194. **Ghorbanli, M., Babalar, M.** Mineral nutrition in plants. Tehran: University for Teacher Education Publications, 2003, 355 p
195. **Glynn, C.P., Gillian, A.F., Gavin, O.** Foliar salt tolerance of *Acer* genotypes using chlorophyll fluorescence // *J. Arboricult.*, 2003, 29, p. 61-65

196. **Gorham, J.**, Betaines in higher plants: biosynthesis and role in stress metabolism. // In Wallsgrave, RM ed, *Amino Acids and Their Derivatives in Higher Plants*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1995, p. 171-203
197. **Gorham J.**, Genetics of Sodium Uptake in Wheat, Proceedings of the Seventh International Wheat Genetics Symposium, Held at Cambridge UK, 13-19 July 1998, p.805-812
198. **Gorham, J., Wyn Jones, R.G., Bristol, A.** Partial characterization of the trait for enhanced K^+ - Na^+ discrimination in the D genome of wheat // *Planta*, 1990, 180, p. 590-597
199. **Grattan, S.R., Grieve, C.M.** Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops // *Sci. Hort.*, 1999, 78, p. 127-157
200. **Greenway, H., and Munns, R.** Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes // *Annu. Rev. Plant Physiol.* 1980, 31, p. 149-190
201. **Gurley W.B.** HSP101: a key component for the acquisition of thermo tolerance in plants // *Plant Cell*, 2000, v.12, p.457-460
202. **Gusta, L.V., and Chen, T.H.H.**, Physiology of Water and Temperature Stress in Wheat and Wheat Improvement (Ed. Heyne, H.G.), American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA 1997, p., 124-131
203. **Guy, C.L.** Cold acclimation and freezing stress tolerance: role of protein metabolism // *Annu. Rev. Plant Physiol. and Plant Mol. Biol.*, 1990, 41, p. 187-223
204. **Guy, C.L and Li, Q.B.** The organization and evolution of the spinach stress 70 molecular chaperone gene family // *Plant Cell*, 1998, 10, p. 539-556
205. **Hagedoorn A.L.** *Plant Breeding*. Fournier Press, 2008, 248 p.
206. **Halliwell B. and Gutteridge J.M.C.** *Free Radicals in Biology and Medicine*, Oxford: Clarendon Press. 1989
207. **Hare, P.D., Cress, W.A., Staden, J.V.** Dissecting the role of osmolyte accumulation during stress // *Plant Cell Environ.*, 1998, 21, p. 535-553

208. **Hare, P.D., Cress, W.A., Staden, J.V.** Disruptive effects of exogenous proline on chloroplast and mitochondrial ultrastructure in Arabidopsis leaves // S. African. J. Bot., 2002, No 68, p. 393-396

209. **Hartung, W., Radin, J.W., and Hendrix, D.L.**, Abscisic acid movement in to the apoplastic solution of waerstressed cotton leaves. Role of apoplastic pH // Plant Physiol., 1988, 86, p. 908-912

210. **Hasegawa P. M.** et al., Tissue culture in the improvements of salt tolerance of plants. in AR Yeo, TJ Flowers, eds, Soil Mineral Stres Appro aches to Crop Improvements. Springer-Verlag, New York, 1994, p. 83-125

211. **Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.K.** et.at. Plant cellular and molecular response to high salinity Annu rev Plant Physiol // Plant Mol. Biol 2002, 51, p.463-499

212. **Hassan, M.M., El-Azayem, A.I.A.** Differences in salt tolerance of some fruit species // Egyp. J. Hort., 1990, v. 17, 1, p. 1-8

213. **Hayes H.K.** Methods of Plant Breeding. Kosta Press, 2007, 448 p.

214. **He, J.X, Wang, J. and Liang H.G,** Effects of water stres on photochemical function and protein metabolism of photosystem II in wheatleaves // Physiol.Plant., 1995, 93, p.771-777

215. **Hefny M.M.** Estimation of quantitative genetic parameters for nitrogen use efficiency in maize under two nitrogen rates // Int. J. Plant Breed. Genet., 2007, v.1, p.54-66

216. **Heidari Y., Moaveni P.** Study of drought stres effect on Aba accumulation and proline among different forage maize genotypes // J. Biol. Sci., 2009, v.4, p.1121-1124

217. **Heilmann I, Perera I.Y., Gross W. And Boss W.F.** Changes in phosphoinositide metabolism with days in culture affect transduction pathways in *Galdieria sulphuraria* // Plant Physiol, 1999, 119, p. 1331-1339.

218. **Herrans J., Ferrandis P., Martinez-Sincherz J.** Influence of heat on seed germination of nine woody Cistaceae species // Int. J. wildland Fire, 2000, v.9, 3, p. 173-182

219. [http:// rüzgar. aznet.org/rüzgar/Azeri/1-3az.htm](http://rüzgar.aznet.org/rüzgar/Azeri/1-3az.htm)
220. <http://www.Maizegdb.org>. **Maize Genetics and Genomics Database**. Accessed in June 2010
221. **Hua, B., Guo, W.Y.** Effect of exogenous proline on SOD and POD activity of soybean callus under salt stress // *Acta. Agric. Boreali-Sinica*, 2002, 17, p. 37-40
222. **Iba K.** Acclimative responses to temperature stress in higher plants: approaches of gene engineering for temperature tolerance // *Annu Rev. Plant Biol*, 2002, v.53, p.225-245
223. **Iqbal A.M., Nehvi F.A., Wani S.A.** et al. Combining ability analysis for yield and yield related traits in maize (*Zea mays* L.) // *Int. J. Plant Breed. Genet.*, 2007, v.1, p.101-105
224. **Jeschke, W.D., Hartung, W.** Root-shoot interactions in mineral nutrition // *Plant Soil*, 2000, 226, p. 57-69
225. **Jha P.B., Khara A.S.** Evaluation of maize inbred lines derived from two heterotic population // *Indian J. Genet. Plant Breed.*, 1992, v.52, p.126-131
226. **Johari-Pireivatlou M.** Effect of soil water stress on yield and proline content of four wheat lines // *Afr. J. Biotech.*, 2010, v.9, p. 36-40
227. **Johns MA, Scotch PW, Nienhuis L, et al.** Gene pool classification of common bean landraces from Chile based on RAPD and morphological data // *Crop Science*, 1997, v. 37, p. 605-613
228. **Jonak, C., Kiegerl, S., Ligterink, W., Siligan, C., Baudouin, E., Beyerly, J., Cardinale, F., Hausl, C., Zwerger, K., Meskiene, I and Hirt, H.**, "MAP kinases in plant signal transduction: versatile tools for signaling stress, cell cycle and more", In Cherry, JH, Ryther, A. and Locy, RD (eds.), *Plant Tolerance to Abiotic Stresses in Agriculture: Role of Genetic Engineering*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 2000, p. 67-76
229. **Jonak, C., Ligterink, W. and Hirt, H.**, MAP kinases in plant signal transduction // *Cell Mol. Life Sci.*, 1999, 55, p. 204-413
230. **Joshi CP, Nguyen HT.** Application of the random amplified polymorphic DNA technique for the detection of polymorphism among wild and cultivated tetraploid wheat // *Genome*, 1993, v. 36, p. 602-609

231. **Jung S.**, Variation antioxidant metabolism of young and mature leaves of *Arabidopsis thaliana* subjected to drought //Plant Sci., 2004, 166, p. 459-466

232. **Kaiser, W.M.**, Reversible inhibition of the Calvin cycle and activation of the oxidative pentose phosphate cycle in isolated intact chloroplasts by hydrogen peroxide // *Planta* , 1979,145, p. 377-382

233. **Kalefetoğlu T., Ekmekçi Y.** The effects of drought on plants and tolerance mechanisms // G.Ü. Bilimleri Dergisi, 2005, 18 (4), p. 723-740

234. **Kantety R.V., Zeng X., Bennetzen J.L., Zehr-Brent E.** Assessment of genetic diversity in dent and popcorn (*Zea mays* L.) inbred lines using inter-simple sequence repeat (ISSR) amplification // Mol. Breed., 1995, v.1, p.365-373

235. **Kerepesi I. and Galiba G.**, Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings // Crop Sci, 2000, 40, p.482-487

236. **Kessler B.** Nucleic acids as factors in drought resistance of higher plants // Recent Advan. Bot., 1961, p.1153-1159

237. **Kozłowski, T.T and Pallardy, S.G.**, Physiology of Woody Plants , Academic Press , San Diego, 1997, p.496-498

238. . **Kudryavtsev AM, Martynov SP, Broggio M, Pukhalskiy VA.** Relevance of RAPD analysis for revealing phylogenetic relationships between cultivars of durum wheat *Triticum durum* Desf // Russian Journal of Genetics 39, 2003, p. 1043-1051

239. **Kuhlemeier C, Green P.J., Chua N.H.** Regulation of gene expression in higher plants // Annu Rev. Plant Physiol, 1987, v.38, p.221-257

240. **Kulp K.** Handbook of Cereal Science and Technology. CRC, 2000, 790 p

241. **Kumar M.N.V., Kumar S.S., Ganesh M.** Combining ability studies for oil improvement in maize (*Zea mays* L.) // Crop Res., 1999, v.18, p. 93-99

242. **Lambers, H., Chapin, F.S., Pons, T.L.** Plant physiological ecology. Berlin: Springer Verlag, 1998, 540 p

243. **Lasa J.M., Iqartua e., Ciudad F.J.** et al. Morphological and agronomical diversity patterns in the Spanish barley core collection // *Herdity*, 2001, v. 13, p. 217-222

244. **Lauchli, A.** Salt exclusion, an adaptation of legumes for crops and pastures under saline conditions. New York: John Wiley Publishing, 1984, 187 p

245. **Lee Ho S., Shung Lu H.** Identification of heterotic patterns with inbred line testers in maize // *J. Agric. Res. China*, 1995, v.44, p. 242-250

246. **Lee Y., Choi Y.B., Suh J., Lee J. And Assmann S.M.**, Abscisic acid – induced phosphoinositide turn over in guard cell protoplasts of *Vicia faba* // *Plant Physiol*, 1996, 110, p. 987-996

247. **Legesse B.W., Myburg A.A., Pixley K.V., Botha A.M.** Genetic diversity of African maize inbred lines revealed by SSR markers // *Hered.*, 2006, v. 18, p. 415-423

248. **Levitt J.** Responses of plants to environmental stres. New York. Acad. Press. 1980, v.2, 607p

249. **Lichtenhaler, H.K.**, Vegetation stres: an introduction to the stres concept in plants // *J.Plant Physiol.*, 1996, 148, p.4 - 14

250. **Lima A.L.S., DaMatta, F.M., Pinheiro, H.A., Totola M.R. and Loureriro M.E.**, Photochemical responses and oxidative stres in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions // *Environ Exp. Bot*, 2002, 47, p. 239-247

251. **Lörz H., Wenzel G.** Molecular Marker Systems in Plant Breeding and Crop Improvement (Biotechnology in Agriculture and Forestry). Springer, 2007, p 478

252. **Lutts, S.** Exogenous glycine betaine reduces sodium accumulation in salt-stressed rice plants // *Rice Res. Notes*, 2000, No 25, p. 39-40

253. **Maas, E.V.**, Plant Growth Satges and Salinity, V.S. Salinity Lab., USDA, Glenwood Drive, Riverside, 1992, 321 p.

254. **Maccaferri M., Sanguineti M.C., Donini P., Tuberosa R.** Microsatellite analysis reveals a progressive widening of the genetic basis in the elite durum wheat germplasm // *Theor. Appl. Genet.*, 2003, v.107, p.783-797

255. **Mani, S., Van de Cotte , B., Montagu, M.V. and Verbruggen, N.,** Altered levels of praline dehydrogenase cause hypersensitivity to praline and its analogs in *Arabidopsis* // *Plant Physiol*, 2002, 128, p.73-83

256. **Mansour, M.M.F.,** Changes in growth, osmotic potential and cell permeability of wheat cultivars under salt stress. Literature Update On Wheat, barley and Triticale // *CIMMYT*, 1994, vol. 1, 1, p. 515

257. **Mansour, M.M.F., Salama, K.H.A.,** Al-Mutawa, M.M. Transport proteins and salt tolerance in plants // *Plant Sci.*, 2003, 164, p. 891-90

258. **Mansour, M.M.F., Stadelmann, O.Y.,** Solute Potential and Cytoplasmic Viscosity in *T. aestivum* and *H. vulgare* under Salt Stress. A comparison of Salt Resistant and Salt Sensitive Lines and Cultivars // *J. Plant Physiol.*, 1993, p.623-628

259. **Marcelis, L.F.M., Van Hooijdonk, J.** Effect of salinity on growth, water use and nutrient use in radish (*Raphanus sativus* L.) // *Plant Soil*, 1999, No 215, p. 57-64

260. **Martre P., Morillon R., Barrieu F., North G.B. Nobel P.S. and Chrispeels M.J.** "Plasma membrane aquaporins play a significant role during recovery from water deficit // *Plant Physiol*, 2002, 130, p. 2101-2110

261. **Maurel C. and Chrispeels M.J.** Aquaporins: a molecular entry into plant water relations // *Plant Physiol*, 2001, v. 125, p.135-138

262. **McKersie, B.D and Leshem, Y.,** Stress and Stress Coping in Cultivated Plants , Kluwer Academic Publishers , Netherlands, 1994

263. **Mendoza M., Oyervides A., Lopez A.** New maize cultivars with agronomic potential for the humid tropics // *Agronomia Meso Americana*, 2000, v. 11, p. 83-88

264. **Messmer R., Stamp P.** Trends in drought research // Kasetsart J. Nat. Sci., 2010, v.44, p. 507 – 516
265. **Mian M.A.R., Nafziger E.D.** Seed size and water potential effects on germination and seedling growth of winter wheat // Crop Sci., 1994, v.34, p.169-171
266. **Michelmore RW, Paran I, Kesseli RV.** Identification of markers linked to disease resistance genes by bulked segregant analysis: a rapid method to detect markers in specific genomic using segregation population // Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 1991, v. 88, p. 9828-9832
267. **Mitsuya, S., Takeoka, Y., Miyake, H.** Effects of sodium chloride on foliar ultrastructure of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) plantlets grown under light and dark conditions in vitro // J. Plant Physiol., 2000, 157, p. 661-667
268. **Modarresi M., Assad M.T., Kheradnam, M.** Determining selection indices in corn hybrids (*Zea mays* l.) to increase grain // J.W.S.S.- Isfahan University of Technology, 2004, v.7, p.71-82
269. **Moons, A., Bauw, G., Prinsen, E., Van Montagu, M. and Straeten, D.V.D,** Molecular and physiological responses to abscisic acid and salts in roots of salt-sensitive and salt-tolerant Indica rice varieties // Plant Physiol , 1995, 107, p. 177-186
270. **Moghadam M., Mohammadi S.A. Aghaee-Sarbarzeh M.** Multivariate statistical methods a primer. Privar pub., Tabriz, Iran, 2010, 280 p
271. **Moghadam M., Amimiri-Oghan H.** Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Privar pub., Tabriz, Iran, 2011, 415p
272. **Moghaieb, R.E.A, Saneoka, H. and Fujita, K.,** Effect of salinity on osmotic adjustment glycinebetaine accumulation and the betain aldehyde dehydrogenase gene expression in two halophytic plants *Salicornia europaea* and *Suaeda maritima* // Plant Sci, 2004, 166, p. 1345-1349
273. **Mohammadi, M., Shibli, R., Ajouni, M., Nimri, L.** Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition // J. Plant Nutr., 1998, No 21, p. 1667-1680

274. **Mohammadi S.A.** Statistical methods in genetics / Proceedings of 6th Statistics International Conference, Tarbiat Mo-dares University, Tehran, Iran, 26-28 August, 2002, p.371-394

275. **Mohammadi S.A., Prasanna B.M.** Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations // Crop Sci., 2003, v.43, p.1235-1248

276. **Mohammadkhani N., Heidari R.** Drought-induced accumulation of soluble sugars and proline in two maize varieties // World Applied Sci. J., 2008, v.3, p. 448-453

277. **Morgan, J.M.** Osmotic Components and Properties Associated with Genotypic Differences in Osmoregulation in Wheat // Aust. J. Plant Physiol, 1992, 19, p. 67-76

278. **Morgan J.M.** Osmoregulation and water stres in higher plants // Annu. Rev. Plant Physiol, 2001, 35, p.299-319

279. **Moshner, H.** mineral Nutrition of Higher Plants. Institute of Hohenheim. Federal Republic of Germany. Typest and Printed by W. and G. Baird Ltd., The Grey Stone Pres, Antrim, Northorn Ireland, 1996

280. **Mukhtar MS, Rahman M, Zafar.** Assessment diversity among wheat (*T.aestivum* L.) cultivars from a range of localities across Pakistan using random amplified polymorphic DNA analysis // Euphytica, 2002, v. 128, p. 417-425

281. **Muller, J.E and Whitshitt, M.S.** Plant cellular responses to water deficit // Plant Growth Regul, 1996, 20, p. 41-46

282. **Mundree S.G. and Farrant J.M.** Some physiological and molecular insight into the mechanisms of desiccation tolerance in the resurrection plant *Xerophyta viscosa* Baker. In Cherry, J.H., Ryther A. and Locy R.D (eds), *Plant Tolerance to Abiotic Stresses in Agriculture: Role of genetic Engineering*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Netherlands, 2000, p. 201-222

283. **Mundree S.G., Baker B., Mowla S., Peters S., Marais S., Willigen C.V.** Govender K., Maredza A., Muyanga S., Farrant J.M. and Thomson J.A., Physiological and molecular insights into drought tolerance // Afr. J. Biotechnol., 2002, 1, p.23-38

284. **Munnik T. and Meijer H.J.G.** Osmotic stress activates distinct lipid and MAPK signaling pathways in plants // *FEBS Lett.* 2001, 498, p. 172-178
285. **Munns R.** Comparative physiology of salt and water stress // *Plant Cell Environ.*, 2002, 25, p.239-250
286. **Munns, R., Husain, S., Rivelli, A.R., et al.** Avenues for increasing salt tolerance of crops and the role of physiologically based selection traits // *Plant Soil*, 2002, 278, p. 93-105
287. **Munns, R., Schachtman, D.P., Condon, A.G.** The significance of a two-phase growth response to salinity in wheat and barley // *Aust. J. Plant Physiol.*, 1995, 22, p. 561-569
288. **Munns R.** Strategies for crop improvement in saline soils. Berlin: Springer Science+ Business Media B.V., 2009, 237 p.
289. **Murphy D.** Plant Breeding and Biotechnology: Societal Context and the Future of Agriculture. Cambridge University Press, 2007, 440 p.
290. **Nagaoka T, Ogihara Y.** Applicability of inter-simple sequence repeat polymorphisms in wheat for use as DNA markers in comparison to RFLP and RAPD markers // *Theoretical and Applied Genetics*, 1997, v. 94, p. 597-602.
291. **Naghavi M.R., Ghareyaie B., Hosseini Salekdeh G.** Molecular Markers. University of Tehran Press, 2008, 334 p
292. **Naghavi M.R., Ghareyazie B., Hosseini-Salekdeh G.** Molecular markers (3rd edition). Tehran University Pub., Tehran, Iran, 2009, 340 p
293. **Nagl W.** Nuclear organization // *Ann Rev Plant Physiol*, 1976, 27, p.39-63
294. **Nanjo, T., Fujita, M., Seki, M., et al.** Toxicity of free proline revealed in an Arabidopsis T-DNA-tagged mutant deficient in proline-dehydrogenase // *Plant Cell Physiol.*, 2003, No 44, p. 541-548
295. **Nayer, H., Walia, D.P.** Water stress induced proline accumulation in contrasting wheat genotypes as affected by calcium and abscisic acid // *Biol. Plant*, 2003, 46, p. 275-279

296. **Nei N. and Li W.** Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases // Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1979, v. 76, p. 5269-5273

297. **Nestares G., Frutos E., Eyherabide G.** Combining ability evaluation in orange flint lines of maize // Pesquisa Agropecua Yia Brasileira, 1999, v.34, p. 1399-1406

298. **Nevo, E., Krugman, T., and belies, A.,** Genetic Resources for Salt Tolerance in the Wild progenitor of Wheat (*T. dicoccoides*) and (*H. spontaneum*) in Israel // Plant Breeding, 1993, 110,4, p.388-341

299. **Newman R.K., Newman C.W.** Barley for Food and Health: Science, Technology and Products. Wiley-interscience, 2008, 246 p

300. **Newton W.,** the Toxicity of D-alanine and L-alanine // Proc. Can. Phytopath. 1996, soc. 24, p. 21-28

301. **Ngaboyisonga C., Njoroge K., Kirubi D., Githiri S.M.** Effects of low nitrogen and drought on genetic parameters of grain yield and endosperm hardness of quality protein maize // Asian J. Agric. Res., 2009, v.3, p.1-10

302. **Noitsakis, B., Dimassi, K., Therios, I., Chartzoulakis, K.S.** Effects of NaCl induced salinity on growth, chemical composition and water relations of two almond (*Prunus amygdalus* B.) cultivars and the hybrid GF677 (*P. amygdalus* X *P. persica*) // Acta Hort., 1997, 449, p. 641-648

303. **Nylander M., Svensson J., Palva E.T. and Welin B.V.** Stres-induced accumulation and tissue-specific localization of dehydrins in *Arabidopsis thaliana* // Plant Mol. Biol, 2001, 45, p. 263-279

304. **Okamuro, J., Szeto, W., Lotys-Prass C. and Jofuku D.** “Photo and hormonal control of meristem identity in the Arabidopsis flower mutants *apetala2* and *apetala1* // *Plant Cell* ,1997, 9, p. 37-47

305. **Ottaviano E., Camussi A.** Phenotypic and genetic relationships between yield components in maize // Euphytica, 1981, v. 30, p.601-609

306. **Pabendona M.B., Mejayaa M.J., Koswarab J., Aswidinnoorb H.** SSR-based genetic diversities among maize inbred lines and their relationships with f_1 phenotypic data of MR4 and MR14 testcrosses // Indonesian J. Agric., 2009, v.2, p.41-48

307. **Pan Z.F., Deng G.B., Zhai X.G., Yu Q.** Genetic diversity of Acid-PAGE monomeric prolamins in cultivated hullless barley (*Hordeum vulgare* L.) from Qinghai- Tibet Plateau in China // Genet. Resour. Crop Evol., 2007, v. 35, p. 123-132

308. **Papageorgiou, G.C.** Chlorophyll a fluorescence: a signature of photosynthesis. Berlin: Springer Verlag, 2005, 241 p

309. **Paredes-Lopez O.** Molecular biotechnology for plant food production. CRC Press, 1999, 626 p

310. **Parida, A.K., Das, A.B.** Salt tolerance and salinity effects on plants // Ecotoxic. Environ. Safety, 2005, 60, p. 324-349

311. **Parks, G.E., Dietrich, M.A., Schumaker, K.S.** Increased vacuolar Na^+/H^+ exchange activity in *Salicornia bigelovii* Torr. in response to NaCl // J. Exp. Bot., 2002, No 53, p. 1055-1065

312. **Payne P.L., Holt L.M., Reader S.M., Miller T.E.** Chromosomal location of genes coding for endosperm proteins of *Hordeum chilense*, determined by two- dimensional electrophoresis of wheat-*H. chilense* chromosome addition lines // Biochem. Genet., 1987, v. 25, p. 53-65

313. **Pecetti L, Doust MA, Calcagno L, et al.** Variation of morphological and agronomical traits and protein composition in durum wheat germplasm from eastern Europe // Genetic Resources and Crop Evolution , 2001, v. 48, p. 609-620

314. **Pessarkli M.** Hand book of plant and crop stres. Marcel Dekker Inc, 1999, 697 p

315. **Pinheiro H.A., DaMatta F.M., Chaves A.R.M. et al.** Drought tolerance in relation to protection against oxidative stres in clones of *Coffea canephora* subjected to long- term drought // Plant Sci, 2004, v. 167, p.1307-1314

316. **Piqueras, A., Hernandez, J.M., Olmos, E., et al.** Changes in antioxidant enzymes and organic solutes associated with

adaptation of citrus cells to salt stress // Plant Cell Tiss. Org. Cult., 1996, No 45, p. 53-60

317. **Pitman MG, Lauchli A.** Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In Salinity: environment-plants-molecules. 2002, p.3-20

318. **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 (1), p.89-94

319. **Rahimli V.R., Axundova E.M., Aliyev R.T.** Changes caused by salinity and drought stress factors in barley (*Hordeum vulgare* L) genome / Достижения современной физиологии растений: Теоретические и прикладные аспекты, Изд. «Дониш», Душанбе-2008, с.152

320. **Ramachandra Reddy A., Chaitanya K.V., Jutur P.P. and Sumithra K.** Differential antioxidative responses to water stress among five mulberry (*Morus alba* L.) cultivars // Environ. Exp. Bot., 2004, v.52, p.33-42

321. **Rameeh V., Rezaei A.M., Arzani A.** Estimation of genetic parameters for yield and yield components in maize inbred lines by diallel method // J. Sci. Technol. Agric. Nat. Sci., Water and Soil Sci., 2000, v. 4, p.95-103

322. **Ramos M.L.G., Gordon, A.J., Minchin, F.R., Sprent, J.I. and Parsons, R.** Effect of water stress on nodule physiology and biochemistry of drought tolerant cultivar of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) // Ann.Bot. 1999, 83, p.57-63

323. **Ranjbarfardoei, A., Samson, R., Vandamme, P.** Chlorophyll fluorescence performance of sweet almond (*Prunus dulcis* Mill.) in response to salinity stress induced by NaCl // Photosynthetica, 2006, v. 44, 4, p. 513-522

324. **Rashidi-Monfared S., Mardi M., Hossienzadeh A., Naghavi M.R.** Association analysis of important agronomic traits to retrotransposon markers SSAPs in durum wheat accessions // Modern Genet. J., 2008, v.3, p. 29-36

325. **Reif F.C., Melchinger A.E., Xia X.C. et al.** Genetic distance based on simple sequence repeats and heterosis in tropical maize populations // *Crop Sci.*, 2003, v.43, p.1275-1282

326. **Rekika D. Kara Y. Nalhit M. et al.** The tolerance of SP to high temperatures in durum wheat (*T. turgidum conv. durum*) genetic variation and relationship with uield under heat stres // *Cereal res. Commun.*, 2000, 28, № 4, p. 395-402.

327. **Ribaut J.M., Jiang C., Gonzalez-de-Leon D. et al.** Identification of quantitative trait loci under drought conditions in tropical maize. II. Yield components and marker-assisted selection strategies // *Theor. Appl. Genet.*, 1997, v.94, p.887-896

328. **Ribaut J.M., Rago M.** Marker-assisted selection to improve drought adaptation in maize: The backcross approach, perspectives, limitations, and alternative // *J. Exper. Botany*, 2007, v.58, p. 351-360

329. **Riccardi F., Gazeau P., De Vienne D., Ziyv M.** Protein changes in response to progressive water deficit in maize // *Plant Physiol.*, 2000, v.11, p.1253-1263

330. **Richards, R.A.,** Increasing Salinity Tolerancce Of Grain cropsi Is It Worthwhile, *Field Crop Abstracts.*, 1993, 46 , 3082

331. **Pujar S.Tamhankar SA, Rao VS, Gupta VS, Naik S, Ranjekar PK** Arbitrarily primed PCR based diversity assessment reflects hierarchical grouping of Indian tetraploid wheat genotypes // *Theoretical and Applied Genetics*, 1999, v. 99, p.868-876

332. **Roder M.S., Plaschke J., Konig S.U. et al.** Abundance, variability and chromosomal location of microsatellites in wheat // *Mol. Gen. Genet.*, 1995, v. 246, p.327-333

333. **Romeroaranda, R., Soria, T., Cuartero, J.** Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions // *Plant Sci.*, 2001, 160, p. 265-272

334. **Rosielle A.T. and J Hambelen.** Theoretical aspects of selection for yield in stres and non –stres environments // *Crop Sci.* 1981, v.21, p.943-945

335. **Rincon F., Johnson B., Crossa J., Traba S.** Cluster analysis, an approach to sampling variability in maize accessions // *Maydica*, 1996, v.41, p.307-316
336. **Rissi R.D., Hallauer A.R.** Evaluation of four testers evaluation maize (*Zea mays* L.) lines in a hybrid development program // *Revista Brasileira Genetica*, 1991, v.14, p.467-481
337. **Royo, A., and Aragues, R.** Effect of salinity on various morpho-physiological characters and grain yield in barley, investigacion Agraria // *Produccion –Y Vegetables*, 1995,10 (1), p.70-83
338. **Sach M.M., Ho T.H.** Alteration of gene expression during environmental stress in plants // *Annu Rev. Plant Physiol*, 1986, v.37, p. 363-376
339. **Sadat R.** Effects of water stress on yield, its components and some important agronomic traits in maize hybrid varieties: M.Sc. thesis on plant breeding, University of Orumieh, Iran, 2005, 143 p
340. **Sadigov S.T., Akbulut., and Ehmedov V.** Role of drought stress signaling in wheat seedlings. *Biochemistry (Moscow)*, 2002, v. 67, № 4, p. 491-497
341. **Sanchez J.J., Goodman M.M., Studer C.W.** Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico // *Economic Botany*, 2000, v. 54, p.43-59
342. **Sanches, F.J., de Andres, E.F., Tenorio, J.L. and Ayerbe, L.** Growth of epicotyls turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress // *Field Crops Res*, 2004, 86, p.81-90.
343. **Sanjari A., Aliyev R.T., Masjedlou B.** Evaluation of yield potential and stress adaptive trait in wheat genotypes under post anthesis drought stress conditions // *African Journal of Agricultural Research* 2010, vol. 5(20), p. 2829-2836
344. **Sanders D., Brownlee C. And Harper J.F.** Communicating with calcium // *Plant Cell*, 1999, 11, p. 691-706
345. **Schäffner, A.R.** Aquaporin function, structure, and expression: are there more surprises to surface in water relations? // *Planta*, 1998, 204, p. 131-139

346. **Schoffl E., Baumann G., Raschke E.** The expression of heat shock genes. A model for environmental stress response. Plant gene research / Eds. E.S. Cambera, B.H. Basel, New York . Acad. Press, 1988, p. 253-273
347. **Senior M.L., Mutphy J.P., Goodman M.M., Stuber C.W.** Utility of SSRs for determining genetic similarities and relationships in maize using an agarose gel system // Crop Sci., 1998, v.38, p.1088-1098
348. **Sgherry, C.L.M, Pinzino C. and Navari-Izzo, F.** Sunflower seedlings subjected to increasing water stress by water deficit: changes in O₂ -production related to the composition of thylakoid membranes // Physiol Plant ,1996, 96, p.446-452
349. **Shewry P.R.** Barley: Genetics, Biochemistry, Molecular Biology and Biotechnology. CABI; illustrated edition edition, 1992, 626 p
350. **Shewry P.R., Mitlin B.J.** Seed storage proteins of economically important cereals // Adv. Cer. Sci. Technol., 1985, v. 7, p. 1-83
351. **Shewry P.R., Tatham A.S.** The prolamine storage proteins of cereal seeds: Structure and evolution // Biochem. J., 1990, v. 267, p. 1-12
352. **Sherwin, H.W and Farrant J.M,** Protection mechanisms against excess light in the resurrection plants *Craterostigma wilmsii* and *Xerophyta viscosa* // Plant Growth Regul ., 1998, 24, p. 202-210
353. **Shi, H., Lee, B.H., Wu, S.J., Zhu, J.K.** Over-expressions of plasma membrane Na⁺/H⁺ antiporter gene improves salt tolerance in *Arabidopsis thaliana* // Nat. Biotech., 2003, 21, p. 81-85
354. **Shigehiro, Y., Toshiyuki, K., Tomsaki, K., and Hidemosa, I.,** A cDNA clone for Salt-Stress Induced Carbonic Anhydrase from *Nicotiana paniculato* (Accession No. ABD 12863), 1998
355. **Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki K.,** Molecular responses to drought and cold stress // Curr Opin Biotechnol , 1996, 7, p.161-167

356. **Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki K.**, Gene expression and signal transduction in water-stress response // *Plant Physiol.*, 1997, 115, p.327-334

357. **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

358. **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 Environment Sciences*, 2010, 4, p.75-84

359. **Shiri M., Aliyev R.T., Choukan R.** 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

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

361. **Shoae-Hosseini S.M., Farsi M., Khavari-Khorasani S.** Investigation of water deficit stress effects on yield and yield components using path analysis in some corn hybrids // *Agric. Sci.*, 1997, v.18, p.71-85

362. **Siefermann-Harms, D. and Angerhofer, A.** Evidence for an O₂ barrier in the light-harvesting chlorophyll- *a/b* -protein complex LHC II // *Photosynth Res.*, 1998, 55, p. 83-94

363. **Simane B., Peacock J.M., Struik, P.C.** Differences in development and growth rate among drought-resistant and susceptible cultivars of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) // *Plant Soil*, 1993, v.157, p.155-166

364. **Singh D.N., Singh I.S.** Line × tester analysis in maize (*Zea mays* L.) // *J. Res. Birsa Agri. Uni.*, 1998, v.10, p.177-182

365. **Slafer G.A., Andrade F.H.** Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world // *Euphytica*, 1991, v.58, p. 37-49

366. **Sleper D.A.** Breeding Field Crops. Wiley-Blackwell, 2006, 424 p.
367. **Smirnoff, N.** The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation // *New Phytol.*, 1993, 125, p. 27-58
368. **Smirnoff, N.** Plant resistance in environmental stresses // *Curr. Opin. Biotechnol.*, 1998, 9, p. 214-219
369. **Smith J.S.C., Chin E.C.L., Shu H., et al.** An evaluation of the utility of SSR loci as molecular markers in maize (*Zea mays* L.) comparisons with data from RFLPS and pedigree // *Theor. Appl. Genet.*, 1997, v. 95, p.163-173
370. **Soulages J.L., Kim Ki., Walters C. and Cushman J.C.** Temperature-induced extended helix/random coil transitions in a group 1 late embryogenesis abundant protein from soybean // *Plant Physiol.*, 2002, v. 128, p.822-832
371. **Srivalli, B., Sharma, G., and Khanna - Chopra, R.** Antioxidative defense system in upland rice cultivar subjected to increasing intensity of water stress followed by recovery // *Physiol Plant.*, 2003, 119, p. 503-512
372. **Storey, R., Walker, R.R.** Citrus and salinity // *Sci. Hort.*, 1999, 78, p. 39-81
373. **Strizhow, N., Abraham, E., Okrez, L., Blickling., and all.** Differential Expression of Two P5cs Genes Controlling Proline Accumulation During Salt Stress Requires ABA and is Regulated by ABA1, ABA1 and AXR2 in Arabidopsis, Max-Planck Institute für züchtungs forschung, Köln, Germany, 1977, p.563-567
374. **Stuhlfauth, T., Scheuermann, R. and Fock, H.P.** Light energy dissipation under water stress conditions // *Plant Physiol.*, 1990, 92, p. 1053-1061
375. **Sullivan S., Sims D., Trout K.** et.al. The his tone database // *Nucl. Acids Res.*, 2002, v.30, p. 341-342
376. **Sun G, Bond M, Nass H,** et al. RAPD polymorphisms in spring wheat cultivars and lines with different level of Fusarium resistance // *Theoretical and Applied Genetics*, 2003, v.106, p.1059-1067

377. **Sun Q, Ni Z, Liu Z, et al.** Genetic relationships and diversity among Tebetan wheat, Common wheat and European spelt wheat revealed by RAPD markers // *Euphytica*, 1998, v.99, p.205-211

378. **Takahashi S., Katagiri T., Hirayama T., Yamaguchi-Shinozaki K. and Shinozaki K.** Hyperosmotic stres induced a rapid and transient increase in inositol 1,4,5- trisphosphate independent of abscisic acid in *Arabidopsis* cell culture // *Plant Cell Physiol*, 2001, 42, p. 214-222

379. **Tambussi E.A., Bartoli, C.G., Beltrano, J., Guiamet, J.J. and Araus J.L.** Oxidative damage to thylakoid proteins in water stressed leaves of wheat (*Triticum aestivum*) // *Plant Physiol*, 2000, 108, p.398-404

380. **Tari, L,** et al., Acclimation of Tomato Plants to Salinity After a Salicylic Acid Pre-treatment // *Acta Biologica Szegediensis*, 2002, 46 (3-4), p. 55-56

381. **Teiz L. and Zeiger S.C.E.,** *Plant Physiol*, University of California, Los Angeles Sinauer Associates, Inc., Publisher, 1998, p. 726-735

382. **Tercero J.A., Bernardo A., Jouve N.** Encoding genes for endosperm proteins in *Hordeum chilense* // *Theor. Appl. Genet.*, 1991, v. 81 p. 127-132

383. **Tsonev T., Simidjiev L, Georgieva K.** et. al. Heat –induced changes in the chlorophyll fluorecence of pea chloroplasts // *Rep. Bulg. AS*, 2000, v.53, No 6, p. 99-102

384. **Turner N.C.** Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. In: *Stres Physiology in Crop Plants*, Mussel H and Staples R.C. (eds) // *Wileyinterscience*, New-York, 2001, p.181-194

385. **Turner, N.C., and Jones, M.M.,** Turgor maintenance by osmotic adjustment: A review and evaluation, In: *Adaptation of plants to Water and High Temperature Stres*, New-York, 1980, p. 87-103

386. **Udovenko, G.V., Redman, R.E., Harvey, B.L., and Cipywnyk, A.L.** Comparative response of cultivated and wild barley species to salinity stres and calcium supply // *Field Crops Abs.*, 1992, 45, 3456

387. **Unyayar S., Keles Y., Unal E.** Prolin and ABA levels in two sunflower genotypes subjected to water stres // *Bulgarian J. Plant Physiol.*, 2004, v.30, p. 34-47
388. **Upadyayula N., Dasilva H.S., Bohn M.O. Rocheford T.R.** Genetic and QTL analysis of maize tassel and ear inflorescence architecture // *Theor. Appl. Genet.*, 2005, v.10, p.122-133
389. **Vander Willigen C., Mundree S.G. and Farrant J.M.** Tonoplast intrinsic proteins in the resurrection grass, *Eragrostis nindensis* // Gordon Conference, Oxford, UK, 2002, 18, 4, p. 723-740
390. **Vander Willigen C., Pammenter N.W., Mundree S.G. and Farrant J.M.** Some physiological comparison between the resurrection grass, *Eragrostis nindensis* and the related desiccation – sensitive species, *Eragrostis curvula* // *Plant growth regul.*, 2001, 35, p. 121-129
391. **Venkatesh V., Singh N.N., Gupta N.P.** Early generation identification and utilization // *Indian J. Genet. Plant Breed.*, 2001, v. 61, p.309-313
392. **Voetberg G., Sharp R.E.** Growth of the maize primary root at low water potential // *Plant Physiol.*, 1991, v.96, p.1125-1130
393. **Vicre M., Sherwin H.W., Driouich A., Jaffer M. Jauneau A. and Farrant J.M.** Cell wall properties of hydrated and dry leaves of the resurrection plant *Craterostigma wilmsii* // *Plant Physiol.*, 1999, 155, p.719-726
394. **Vierling R.A. and Nguyen H.T.** Use of RAPD markers to determine the genetic diversity of diploid wheat genotypes // *Theor. Appl. Genet.*, 1992, v.84, p.835-838
395. **Vinson, C.R, Sigler, P.B and MacKnight, S.L.** Scissors-grip model for DNA recognition by a family of leucine zipper proteins // *Science* 1989, 246, p.911-916
396. **Virk P.S., Ford-Lloyd B.V., Jachson M.T., Newbury H.J.** Use of RAPD for the study of diversity within plant germplasm collections // *Heredity*, 1995, v.74, p.170-179
397. **Wang, H.L., Lee P.D., Chen, W.L., Huang, D.J., and Su, J.C.** Osmotic stres-induced changes of sucrose metabolism in cultured sweet potato cells // *J. Exp. Bot.*, 2000, 51, p.1991-1999

398. **Wang, Y., Nil, N.** Changes in chlorophyll, ribulosebiphosphate-carboxylase/oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress // J. Hort. Sci. Biotech., 2000, 75, p. 623-627

399. **Wang Ren-lei., Hua Chun., Liu You-liang.** Nanjing nongye daxue xuebao // J. Nanjing Agr. Univ, 2002, v.25, № 4, p. 11-14

400. **Wang W.X., Vinocur B., Altman A.** Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance // Planta, 2003, 218, p.1-14

401. **White, P.J., Broadley, M.R.** Chloride in soils and its uptake and movement within the plant // Ann. Bot., 2001, 88, p. 967-988

402. **Whitsitt, M.S., Kollins, R.G. and Mullet, J.E.** Modulation of dehydration tolerance in soybean seedlings // Plant Physiol, 1997, 114, p. 917-925

403. **Westgate M.E., Boyer J.S.** Carbohydrate reserves and reserves and reproductive development at low leaf water potentials in maize // Crop Sci., 1995, v.25, p.762-769

404. **Witcombe J.R., Hollington P.A., Howarth C.J.** et al. Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture // Trans. Res. Soc., 2008, v. 363, p.703-716

405. **Wilkinson, J.Q., Lanahan, M.B., Yen, H.c., Giovannoni, J.J., Klee, H.J.** An ethylene-inducible component of signal transduction encoded by never ripe, Science., 1995, 270, p. 1807-1809

406. **Wu Y., Kuzma J., Marechal E., Graeff R. and Lee H.C.** Abscisic acid signaling through cyclic ADP-ribose in plants // Science, 1997, 278, p. 2126-2130

407. **Wu K.S., Tanksley S.D.** Abundance, polymorphism and genetic mapping of microsatellites in rice landraces from Wu ling mountain region in China // Mol. Gen. Genet., 1993, v.241, p. 225-235

408. WWW.primalseeds.org/bioloss.htm

409. **Xiao Y.N., Li X.H., George M.L. et al.** Quantitative trait locus analysis of drought tolerance and yield in maize in China // *Plant Mol. Biol. Reporter*, 2005, v.23, p.155-165
410. **Xiong L., Lee B.H., Ishitani M., Lee. H., Zhang C. and Zhu J.K.** FIERY1 encoding an inositol polyphosphate 1-phosphatase is a neqative regulator of abscisic acid and stres signaling in *Arabidopsis* // *Genes Dev*, 2001, 15, p.1971-1984
411. **Xiong L., Schumaker K.S. and Zhu J.K.** Cell signaling during cold, drought and salt stres // *Plant Cell*, 2002, 14, p.165-183
412. **Xiong L. and Zhu J.K.** Molecular and genetic aspect of plant responses to osmotic streses // *Plant Cell Environ.*, 2002, 25, p.131-139
413. **Yadav, R.S.** Genetic Variability in barley (*Hordeum vulgare L.*) under saline conditrons // *Indian J. of Agricultural Sci*, 1993, 63 (2), p. 88-91.
414. **Yan, H., Gang, L.Z., Zhao, C.Y., Guo, W.Y.** Effects of exogenous proline on the physiology of soybean plantlets regenerated from embryos in vitro and on the ultrastructure of their mitochondria under NaCl stres // *Soybean Sci.*, 2000, 19, 314-319
415. **Yang X., Quiros C.** Identification and classification of celery cultivars with RAPD markers // *Theoretical and Applied Genetics*, 1993, v.86, p.205-212
416. **Yao Q.L., Fang P., Kang K.C., Pan G.T.** Genetic diversity based on SSR markers in maize (*Zea mays L.*) // *J. Genet.*, 2008, v.87, p.287-291
417. **Yazdandoost-Hamedani M., Rezai A. A.** Study of morphological and physiological basis of corn yield through path analysis // *Iranian J. Agric. Sci.*, 2001, v.32, p.671-680
418. **Yazdi-Samadi B., Abd-Mishani C.** Breeding field crops. Tehran University Pub., Tehran, Iran, 2004, 283 p
419. **Zamarud S., Iqbal M., Shahid A. et al.** Genetic diversity of Pakistani maize genotypes using chromosome specific

simple sequence repeat (SSR) primer sets // *Afr. J. Biotech.*, 2009, v.8, p.375-379

420. **Zhien, R.G., Kim, E., Rea, P.A.** The molecular and biochemical basis of pyrophosphate-energized ion translocation at the vacuolar membrane // *Adv. Bot. Res.*, 1997, 27, p. 297-337

421. **Zhu J.K.** Salt and drought stress signal transduction in plants // *Annu. Rev. Plant Biol.*, 2002, 53, p.247-273

422. **Zhu, J.K., Hasegawa, P. M., Bressan, R.A.** Molecular aspects of osmotic stress in plants // *CRC Crit Rev Plant Sci*, 1997, 16, p. 253-277

İXTİSARLAR

- ABT – absis turşusu
ADP- adenzin difosfat
AFLPs - amplifikasiya olunmuş fraqmentlərin uzunluq polimorfizmi
ANOVA-statistik variyasiya analizi
A-PAGE – Ap2/EREBP-transkripsiya faktoru
APX-askorbat peroksodaza
ATP-adenozin trifosfat
A_tP₅CS – arabidopsis deltal-prolin-5 geni
bZİP – transkripsiya faktoru
C – fosfolipaza proteinləri
Ca²⁺ - kalsium ionu
CAT – katalaza
CDPK – protein kinaz
COV – dəyişkənlik mənbəyi
CV- variyasiya əmsalı
DDS – natrium dodesilsulfat
Df – sərbəstlik dərəcəsi
Dij – iki genotip arasındakı məsafə
DMSP – dimetilsulfonioprop ionat
DH – ikiqat haploid
DNT – dezoksiribonuklein turşusu
EDTA – etilendiamintetrasirkə turşusu
eFF- elenqasiya faktoru
FAO- BMT-nin Ərzaq və Kənd Təsərrüfatı Təşkilatı
F₁- birinci nəsil
F₂- ikinci nəsil
GB- qlisin betain
GCV – genetik variyasiya əmsalı
Gli-H^{eh}, Gli-5H^{ch}-gen lokusları
GR – qlütation reduktaza
G_{sig}- iki genotipin oxşarlıq dərəcəsi

İP₃- inositol- 1,4,5 – tri fosfat diasilgliserol
İŞP- istilik şoku proteinləri
İTK – işıq toplayan kompleks
Hib.(GA₃)- hibberellin turşusu (fitohormon)
H₂O₂- hidrogen peroksid
XKQ – xüsusi kombinasiya qabiliyyəti
Kin – kinetin (fitohormon)
QTL – kəmiyyət əlamətinin lokusu
LEA – gecikmiş embriogeneza proteinləri
MAP – mitogenaktivləşdirilmiş protein kinaz
MAPK – mikrotübüllərə bağlı protein kinaz
MAPKK – MAP kinaz-kinaz
MAPKKK- MAP kinaz-kinaz-kinaz
MİP - əsas integral proteinləri
mM – milli molyar
MP – orta məhsuldarlıq indeksi
mRNT – məlumat RNT-si
MYB, MYC – transkripsiya faktorları
NADP – nikotinamid adenin dinukleotid fosfat
NADPH - reduksiya olunan nikotinamid adenin dinukleotid fosfat

fosfat

NST – nisbi su tutumu
PASK – paraminoasetat
PEQ – polietilenqlikol
P5CS – prolin 5 karboksilat sintetaz
PİC – polimorfik indeksi
PİP - fosfatidilinozitol bifosfat (plazma membranı integral proteinləri)

PP-aza – pirofosfataza fermenti
PS1, PS2- fotosistem 1 və fotosistem 2
POD – peroksidaza
PZR – polimeraza zəncirvari reaksiyası
RAPD – təsadüfi amplifikasiya edilmiş polimorf DNT
RFLP – restriktaza fragmenlərinin uzunluq polimorfizmi

RİL – rekombinat xalis xətt
RNT – ribonuklein turşusu
rRNT – ribosom RNT-si
SM- sadə uzunluq
SOD – superoksid dismutaza
SOS3-gen lokusu
SSR – sadə təkrarlanan ardıcılıqlar
SSİ – stresə həssaslıq indeksi
STİ- stresə tolerantlıq indeksi
STS – nişanlanmış ardıcılıq sahəsi
TİP – tonoplast integral proteinləri
TOL – tolerantlıq indeksi
tRNT –nəqliyyat RNT-si
UPGMA – klaster analiz metodu
ÜKQ- ümumi kombinasiya qabiliyyəti
ÜXS – üçxlorsirkə turşusu
VİF – variasiya infilyasiya faktoru

M Ü N D Ə R İ C A T

GİRİŞ 3

I FƏSİL. ƏDƏBİYYAT İCMALI 7

1. Bitkilərin əlverişsiz ətraf mühit şəraitinə davamlılığı 7

1.1. Quraqlıq stresi 9

1.2. Bitkilərin quraqlıq stresinə davamlılığı 10

1.2.1. Quraqlıq stresinin təsirindən bitkilərdə
baş verən morfoloji və fizioloji dəyişmələr 14

1.3. Quraqlıq stresinin bitkilərə təsiri və davamlılıq
mexanizmləri 20

1.3.1. Quraqlığın fotosintezə təsiri 23

1.3.2. Quraqlıq stresinin təsirinə qarşı genomun reaksiyası 26

1.3.3. Quraqlıq stresindən müdafiə mexanizmləri 26

1.3.4. Quraqlıq stresinə qarşı cavab reaksiyaları 28

1.3.5. Stresin hüceyrə səviyyəsində qəbulu 29

1.3.6. Quraqlıq stresi altında fəallaşan genlərin funksiyaları 30

1.3.7. Quraqlıq stresinə qarşı cavabda rol oynayan
funksional zülalər 32

1.3.8. Quraqlıq stresinə cavabda rol oynayan tənzimləyici
proteinlər 35

1.4. Bitkilərin yüksək hərarət stresinə davamlılığı 37

1.5. Bitkilərin quraqlıq və yüksək hərarət streslərinə
davamlılığının molekulyar- genetik əsasları 40

1.6. Bitkilərin duzluluq stresinə davamlılığı 48

1.6.1. Duzluluq stresinin təsirindən bitkilərdə baş verən
morfoloji, fizioloji və biokimyəvi dəyişikliklər 49

1.6.2. Duzluluq stresi nəticəsində bitki genomunun quruluşu
və funksional fəallığında baş verən dəyişikliklər 60

1.7. Duzluluq stresinə davamlılıq mexanizmləri 64

1.7.1. Bütöv bitkidə duzun miqdarına nəzarət	65
1.7.2. Hüceyrələrdə duzun miqdarına nəzarət	68
1.7.3. Duzun miqdarına molekulyar səviyyədə nəzarət	69
1.8. Duza davamlılığın yoxlanılması	71

II FƏSİL. BİTKİLƏRİN STRES AMİLLƏRƏ DAVAMLILIĞININ FİZİOLOJİ PARAMETRLƏR ƏSASINDA DİAQNOSTİKASI..... 74

2.1. Toxumların cücərmə qabiliyyətinə görə arpa sortnünmələrinin quraqlıq və yüksək hərərət streslərinə davamlılığının təyini.....	75
2.2. Toxumların cücərmə qabiliyyətlərinə görə arpa genotiplərinin duzluluq stresinə davamlılığının qiymətləndirilməsi.....	79
2.3. Buğda toxumlarının cücərmə qabiliyyətinə görə quraqlıq və duzluluq streslərinə davamlılığının müəyyən edilməsi.....	82
2.3.1. Stres amillərin yabanı və mədəni buğda növləri toxumlarının cücərmə qabiliyyətinə təsiri.....	83
2.3.2. Təsərrüfat əhəmiyyətli bərk buğda (<i>T.durum</i> Desf.) sortlarının stresə davamlılığının toxumların cücərmə qabiliyyətinə görə dəyərləndirilməsi	85
2.4. Quraqlıq stresinin arpa bitkisi yarpaqlarında xlorofilin sintezinin depressiya dərəcəsinə təsiri	91
2.5. Duzluluq stresinin arpa bitkisi yarpaqlarında xlorofilin miqdarında əmələ gətirdiyi dəyişmələr.....	98
2.6. Quraqlıq və duzluluq streslərinin buğda bitkisi yarpaqlarında xlorofilin miqdarına təsiri	104
2.6.1. Stres amillərin təsirindən müxtəlif buğda növlərinin yarpaqlarında xlorofilin miqdarındakı dəyişmələr	105
2.6.2. Quraqlığın təsirindən bərk buğda (<i>T.durum</i> Desf.) sortlarının yarpaqlarında xlorofilin miqdarının dəyişməsi ...	109

2.7. Toxumların cücərmə qabiliyyətinə və yarpaqlarda xlorofilin miqdarına görə qarğıdalı hibridlərinin quraqlıq stresinə davamlılığının qiymətləndirilməsi.....	112
2.8. Qarğıdalı hibridlərinin quraqlığa tolerantlıq indeksləri ilə diaqnostik metodlarla əldə edilən nəticələrin müqayisəsi....	116
2.9. Quraqlıq stresinin qarğıdalı bitkisi yarpaqlarında prolin amin turşusunun miqdarına təsiri.....	118
2.10. Quraqlıq stresinin qarğıdalı bitkisi yarpaqlarında həll olan karbohidratların miqdarına təsiri.....	122

III FƏSİL. BİTKİLƏRİN STRES AMİLLƏRƏ DAVAMLILIĞININ TARLA ŞƏRAİTİNDƏ ÖYRƏNİLMƏSİ

124

3.1. İki cərgəli və çox cərgəli arpa sortnünunələrinin normal şəraitdə məhsuldarlıq elementlərinə görə analizi.....	126
3.2. Arpa sortnünunələrinin suvarılan və dəmyə şəraitlərində məhsuldarlıq elementlərinə görə müqayisəli analizi.....	130
3.3. Duzluluq stresinin iki cərgəli və çox cərgəli arpa sortnünunələrinin məhsuldarlıq elementlərinə təsiri.....	132
3.4. Tolerantlıq indeksinə görə arpa nümunələrinin qruplaşdırılması.....	135
3.5. Diploid və tetraploid buğda növ və növmüxtəlifliklərinin suvarılan və dəmyə şəraitində məhsuldarlıq elementlərinin müqayisəli təhlili.....	141
3.6. Təsərrüfat əhəmiyyətli bərk buğda (<i>T.durum</i> Desf.) sortlarının tarla şəraitində quraqlıq və duzluluq stresinə davamlılığının öyrənilməsi.....	145
3.6.1. Bərk buğda (<i>T.durum</i> Desf.) sort nümunələrinin normal və quraqlıq şəraitində məhsuldarlıq elementlərinə görə müqayisəli təhlili.....	146
3.6.2. Bərk buğda (<i>T.durum</i> Desf.) sortlarının normal və duzluluq şəraitində məhsuldarlıq elementlərinə görə müqayisəli təhlili.....	151
3.7. Alınan təcrübə nəticələrinin statistik analizi.....	156

3.7.1. Diploid və tetraploid buğda növ və növmüxtəlifliklərinin quraqlıq və suvarılan şəraitdə məhsuldarlıq elementlərində əmələ gəlmiş fərqliliklərinin statistik analizi	156
3.7.2. Bərk buğda (<i>T.durum</i> Desf.) sortlarının quraqlıq və normal şəraitdə məhsuldarlıq elementlərində əmələ gəlmiş fərqliliklərin statistik analizi.....	158
3.7.3. Məhsuldarlığa birbaşa təsir edən məhsuldarlıq elementlərin reqresiya metodu ilə təyini.....	160
3.7.4. Məhsuldarlıq elementləri arasında korrelyasiya	161
3.8. Suvarılan və quraqlıq şəraitlərində becərilən qarğıdalı hibridlərində dən məhsuldarlığı ilə əlaqədar əlamətlərin müəyyən edilməsi.....	164

IV FƏSİL. STRES AMİLLƏRİN BİTKİ GENETİK SİSTEMLƏRİNİN QURULUŞ VƏZİYYƏTİNƏ VƏ FUNKSIONAL FƏALLIĞINA TƏSİRİ 176

4.1. DNT fraksiyaları, RNT-nin ayrılması və miqdarının təyini	178
4.1.1. Labil DNT-nin ayrılması	178
4.1.2. Stəbil DNT-nin ayrılması	179
4.1.3. Qalıq DNT-nin ayrılması.....	179
4.2. Quraqlıq stresinin iki cərgəli və çox cərgəli arpa genomunda əmələ gətirdiyi dəyişikliklər və onlara fitohormonların təsiri.....	181
4.3. Duzluluq stresinin və fitohormonların arpa bitkisinin hüceyrə xromatininin quruluş vəziyyətinə və funksional fəallığına təsiri.....	189
4.4. Quraqlıq və duzluluq streslərinin arpa sortnünmələrinin xloroplast və mitoxondri genetik sistemlərinə təsiri	200
4.5. Stres amillərin diploid və tetraploid buğda nümunələrinin genomunda əmələ gətirdiyi dəyişmələr	208
4.5.1. Quraqlıq və duzluluq stresinin təsirindən buğda yarpaqlarının hüceyrə xromatininin quruluş vəziyyətində baş verən dəyişikliklər və bu onlara fitohormonların təsiri.....	209

4.6. Quraqlıq stresinin qarğıdalı yarpaqlarının hüceyrə xromatininin quruluş vəziyyətində əmələ gətirdiyi dəyişikliklər və onların bərpa yolları	215
--	-----

V FƏSİL. BİTKİLƏRDƏ GENETİK MÜXTƏLİFLİYİN MOLEKULAR MARKERLƏR ƏSASINDA QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ..... 219

5.1. Diploid və tetraploid buğda növ və növmüxtəlifliklərində genetik müxtəlifliyin RAPD markerləri ilə öyrənilməsi.....	220
5.1.1. DNT marker metodlarının buğdanın identifikasiyasında tətbiqi.....	222
5.1.2. RAPD praymerləri	222
5.1.3. Genetik oxşarlıq.....	225
5.1.4. RAPD markerlərinin təkrarlanma qabiliyyəti	230
5.1.5. Genetik müxtəliflik üçün nümunələrin seçilməsi	231
5.1.6. DNT polimorfizm və genetik müxtəliflik.....	232
5.2. İki cərgəli və çox cərgəli arpa nümunələrinin genetik müxtəlifliyinin monomer prolamin ehtiyat zülalları əsasında tədqiqi	233
5.3. Qarğıdalıda hibridlərarası müxtəliflik dərəcəsinin tədqiqi	252
5.3.1. Hibridlərarası müxtəliflik dərəcəsinin morfoloji əlamətlər əsasında qiymətləndirilməsi.....	252
5.3.2. SSR markeri vasitəsilə hibridlərarası müxtəliflik dərəcəsinin qiymətləndirilməsi	260
5.3.3. Qarğıdalı hibridlərinin molekulyar markerlər əsasında qruplaşdırılması.....	267
5.3.4. Molekulyar və morfoloji qiymətlər əsasında qurulmuş dendroqramların müqayisəli analizi.....	271
5.4. Qarğıdalı xətlərinin kombinasiya qabiliyyətlərinin və genlərin təsirinin suvarılan və quraqlıq şəraitində qiymətləndirilməsi.....	274
5.4.1. Müxtəlif əlamətlərin idarə olunmasında genin təsir növünün qiymətləndirilməsi və genlərin fəaliyyətinə quraqlıq stresinin təsiri.....	275

5.5. Suvarılan və quraqlıq stresi şəraitində xətlərin ümumi və xüsusi kombinasiya qabiliyyətinin qiymətləndirilməsi	281
5.6. Qarğıdalı hibridlərində quraqlığa tolerantlıq indeksləri və digər əlamətlərlə əlaqədar xromosom hissələrinin və informativ SSR markerlərin müəyyənləşdirilməsi	286
ƏDƏBİYYAT	295
İXTİSARLAR.....	336

**R.T. ƏLİYEV, M.Ə. ABBASOV,
V.R. RƏHİMLİ**

**STRES VƏ BİTKİLƏRİN
ADAPTASIYASI**

Bakı – “Elm” – 2014

«ELM» REDAKSIYA-NƏŞRİYYAT
VƏ POLİQRAFİYA MƏRKƏZİ

Direktor: **H. Abiyev**
Texniki redaktor: **X. Nəbiyev**
Kompüter tərtibçisi: **N. Alışanlı**

Formatı: 60x84 ¹/16. Həcmi: 21,75 ç.v.

Tirajı: 300. Sifariş № 36.

Qiyməti müqavilə əsasında.

«Elm» RNPM-in mətbəəsində çap edilmişdir
(İstiqlaliyyət, 28) .



Ramiz Tağı oğlu Əliyev biologiya elmləri doktoru, professor. 1961-ci ildə ADU-ni (indiki BDU) bitirmişdir. 1963-cü ildən Azərbaycan EA Genetika və Seleksiya (indiki Genetik Ehtiyatlar) İnstitutunda çalışır. Bitki Fiziologiyası şöbəsinin müdürüdür. Elmi fəaliyyəti, bitkilərin stres amillərə davamlılığı və heterozis hadisəsinin molekulyar genetik əsas-

larının öyrənilməsinə həsr olunmuşdur. 1993-2003-cü illər arası Türkiyə Universitetlərində - Qaradəniz Texnik Universiteti və Erciyes Universitetində elmi-pedaqoji fəaliyyətlə məşğul olmuşdur. 190-dan çox elmi əsərin müəllifidir. 9 fəlsəfə doktoru və bir elmlər doktoru yetişdirmişdir.



Mehrac Əli oğlu Abbasov 2008-ci ildə “Genetika” ixtisası üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almışdır. 2009-cu ildən İnstitutun “Dənli-taxıl və paxlalı bitkilər” laboratoriyasına rəhbərlik edir və 2013-cü ildən İnstitutun elmi işlər üzrə direktor müavini-dir. M.Ə.Abbasov müxtəlif beynəlxalq əməkdaşlıq və

qrant proqramları çərçivəsində Avstraliya (6 ay), Yunanıstan (6 ay), ABŞ (3 ay), Fransa (3 ay), Suriya (1 ay) və Türkiyənin (1 ay) universitet və elmi mərkəzlərində tədqiqat işi aparmış, biotexnologiya və molekulyar genetik sahəsində ən müasir metodları dərindən mənimsəmişdir.



Validə Ramiz qızı Rəhimli 1996-cı ildə Bakı Dövlət Universitetinin biologiya fakültəsini fərqlənmə diplomu ilə bitirmişdir. 2011-ci ildə dissertasiya müdafiə edərək “Genetika” ixtisası üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almışdır. 14 elmi məqalənin müəllifidir ki, bunlardan biri Amerikanın nüfuzlu nəşrlərindən sayılan “Trends in Applied Sciences

Research” (2011) jurnalında dərc olunmuşdur. Həcmnin böyüklüyünə (17 səh.) və maraq dairəsinin genişliyinə görə diqqət çəkən digər bir məqaləsi isə “Bioloji proseslər, onların təsnifatı və həyatın tərifı problemi”-nin tədqiqinə həsr olunmuşdur.