

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
BOTANİKA İNSTİTUTU

Əlyazması hüququnda

BƏSTİ QOŞUN qızı ƏSƏDOVA

**DUZ STRESİNİN TƏSİRİNDƏN BƏZİ BİR- VƏ
İKİLƏPƏLİ BİTKİLƏRDƏ ƏSAS NADPH-ƏMƏLƏ
GƏTİRƏN FERMENTLƏRİN AKTİVLİKLƏRİNİN
TƏDQIQI**

2406.02 – Biokimya

Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

Bakı – 2017

Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin Biokimya və biotexnologiya kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: biologiya üzrə elmlər doktoru,
professor **Z. M. Məmmədov**

Rəsmi opponetlər: –kimya üzrə elmlər doktoru, professor,
əməkdar elm xadimi **S. V. Sərkərov**

–biologiya üzrə fəlsəfə doktoru,
dosent **T. İ. Allahverdiyev**

Aparıcı təşkilat: **Azərbaycan Tibb Universitetinin
Biokimya kafedrası**

Dissertasiya işinin müdafiəsi "____" _____ 2017-ci il tarixində saat ____ -da AMEA-nın Botanika İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən D 01.061 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ 1004, Bakı ş., Badamdar şosesi, 40

Dissertasiya ilə AMEA Botanika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat "____" _____ 2017-ci il tarixdə göndərilib.

**D 01.061 Dissertasiya
Şurasının elmi katibi,
biologiya üzrə elmlər
doktoru, professor**

İbadullayeva S.C.

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Müasir dövrdə ətraf mühitin ekstremal faktorları sırasında duzluluq stressi təbii resursların tükənməsində neqativ rol oynayan bir faktora çevrilmişdir (Munns, 2008; Flowers, 2011). Torpaq duzluluğunun bitkilərin böyüməsinə və məhsuldarlığına təsirinin qiymətləndirilməsi və duzluluq faktorunun təsirinin zəiflədilməsi qlobal əhəmiyyət kəsb edən problemlərdəndir. Son vaxtlar bitkilərin duzluluq stressinə qarşı reaksiyalarının mexanizminin öyrənilməsi üçün dərin elmi əsasları olan müxtəlif müasir üsullardan istifadə olunur. Bu üsullardan biri də müxtəlif ekoloji stresslərin tənzimlənməsində iştirak edən genlərin və zülalların tədqiq olunması, onların funksiyalarının aydınlaşdırılması, və bununla əlaqədar, stress şəraitində bitkilərin metabolizmində baş verən dəyişikliklərin müəyyənləşdirilməsidir (Ahmad et al., 2011). Bu problemlərin araşdırılması duzluluq şəraitində yüksək məhsuldarlığa malik bitki sortlarının alınmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edə bilər. Bitkilər müxtəlif xarici və daxili siqnalları qəbul edərək onlardan özlərinin inkişafı üçün lazım olan cavab reaksiyalarının tənzimlənməsi üçün istifadə edirlər. Bitkilərin duzadavamlılığında genlərin rolu, gen ekspresiyası və duzadavamlılığa cavabdeh olan genlər haqqında geniş elmi araşdırmalar aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, genetik effektlərin təsnifatına görə duz stressi quraqlıq stressi ilə demək olar ki, eynilik təşkil edir. Duzluluq stressinə qarşı davam gətirmək və onun neqativ təsirini aradan qaldırmaq üçün bitkilər təkamülün gedişində müxtəlif müdafiə mexanizmləri yaratmışdır. Bu cür müdafiə reaksiyalarına bitkilər tərəfindən müxtəlif osmolitlər və osmoprotektantların, müxtəlif tip fermentativ və qeyri-fermentativ antioksidantların sintezi və toplanması misal göstərilə bilər. Sadalanan prosesləri həyata keçirmək üçün isə bitkilər tərəfindən yüksəkenerjili universal reduksiyaedici agent hesab edilən və hüceyrənin reduksiyaedici potensialının əsasını təşkil edən NADPH tələb olunur (Mамедов, 2010, Liu et al., 2013). NADPH-ın hüceyrədə sintezini təmin edən bir sıra fermentlər mövcuddur. Bu fermentlər arasında mühüm əhəmiyyət kəsb edənlər sırasına qlükozo-6-fosfatdehidrogenaza (Q6PDH, EC 1.1.1.49) və dekarboksilləşdirici malatdehidrogenaza (DMDH, EC 1.1.1.40) fermentləri aiddir. Hər iki ferment canlı aləmdə, o cümlədən də, bitkilərdə geniş yayılmışdır. Son

illərdə Q6PDH fermenti ilə yanaşı DMDH fermentinin də bitkilərin ətraf mühitin ekstremal faktorlarının təsirinin aradan qaldırılmasına yönəldilmiş müdafiə reaksiyasında iştirak etməsi haqda fikirlər təsdiqini söylənir. Lakin onun duzluluq stressinin neytrallaşdırılmasında rolu bitkilərdə kifayət qədər yaxşı öyrənilməmişdir. Odur ki, Q6PDH və DMDH fermentlərinin müxtəlif bir- və ikiləpəli bitkilərin inkişafının ilk dövrlərində duzluluq stressinə qarşı müdafiə reaksiyalarında rolunu müəyyənləşdirmək və onların nə dərəcədə bu proseslərdə iştirak etməsini aydınlaşdırmaq aktual olan məsələlərdən biridir.

İşin məqsədi. Dissertasiya işində qarşıya qoyulan məqsəd birləpəli bitkilərdən buğda və arpa, ikiləpəli bitkilərdən isə lobya və noxud toxumları cücərtilərində inkişafının ilk dövrlərində Q6PDH və DMDH fermentlərinin duzluluq stressi şəraitində aktivlik dinamikalarının tədqiq edilməsi və bu prosesdə rolunun müəyyənləşdirməkdən ibarət olmuşdur.

Məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələlərin həlli qarşıya qoyulmuşdur:

- Buğda, arpa, lobya və noxud toxumları cücərtilərindən Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktiv preparatlarını almaq və onların aktivliklərinin təyin olunmasının optimal şəraitini müəyyənləşdirmək,

- NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzları məhlullarının müxtəlif qatılıqlarının buğda, arpa, lobya və noxud toxumlarının cücrmə xüsusiyyətinə və böyümə dinamikasına təsirini öyrənmək

- Duzluluq stressi şəraitində buğda, arpa, lobya və noxud cücərtilərində kök sistemində Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktivlik dinamikalarını müqayisəli şəkildə tədqiq edib onların duzluluq stressinə qarşı müdafiə reaksiyasında funksiyaları haqda məlumatlar əldə etmək.

Tədqiqat obyektləri olaraq birləpəlilər sinfinin nümayəndəsi olan buğda və arpa, ikiləpəlilərin nümayəndəsi kimi isə lobya və noxud bitkiləri seçilmişdir. Məlum olduğu kimi, buğda və arpa bitkilərin özlərinin nisbətən duza davamlı olmaları, lobya və noxud bitkiləri isə duza qarşı həssas olmaları ilə xarakterizə olunur. Eksperimentlər bu bitkilərin toxumları və cücərtiləri üzərində aparılmışdır.

İşin yeniliyi. İlk dəfə olaraq NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzları məhlullarının müxtəlif qatılıqlarından istifadə etməklə yaradılmış duz stressi şəraitində Q6PDH və DMDH fermentlərinin

aktivlik dinamikalarını müqayisəli şəkildə tədqiq olunmuş, hər iki fermentin duzluluq stressinin təsirinin aradan qaldırılmasında iştirak etməsi haqda məlumatlar əldə edilmiş, onların bu prosesə cəlb olunma dərəcəsi nisbətinin duzların anion tərkibi, qatılığı, bitkilərin növü və inkişaf mərhələsindən asılılığı göstərilmişdir.

İşin elmi-praktik əhəmiyyəti. Bitkilərin duzluluq stressinə qarşı müdafiə reaksiyasında individual fermentlərin rolunun müəyyənləşdirilməsi nəinki duzluluq stressi, ümumiyyətlə ətraf mühitin ekstremal amillərinin bitkilərdə gedən biokimyəvi-fizioloji proseslərin mexanizminə təsirinin başa düşülməsi və bu proseslərə müdaxilə etməklə ekstremal faktorlara qarşı nisbətən yüksək toleranlığa malik bitki sortlarının alınmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edə bilər.

Tədqiqatın nəticələrinin aprobeasiyası: Dissertasiya işinə daxil edilən tədqiqat nəticələri «Müasir Biologiyanın İnnovasiya Problemləri» Beynəlxalq Elmi konfransda (Bakı, 2012), Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Beynəlxalq Elmi konfransında (Bakı, 2012), Görkəmli Azərbaycan alimi, əməkdar elmi xadim akademik Həsən Əliyevin 105 illik yubileyinə həsr olunmuş «Ekologiya :Təbiət və cəmiyyət problemləri» mövzusunda II Beynəlxalq Elmi Konfransında (Bakı, 2012), Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVII Respublika Elmi Konfransında (Bakı, 2013), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş «Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri» adlı Beynəlxalq Elmi Konfransında (Gəncə, 2016), Azərbaycanda «Multikulturalizm ili» nə həsr olunmuş Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika Elmi Konfransında (Bakı, 2016), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş Gənc Alimlərin və Tədqiqatçıların «Müasir Biologiyanın İnnovasiya Problemləri» mövzusunda VI Beynəlxalq Elmi Konfransında (Bakı, 2016) məruzə və müzakirə edilib..

Nəşrlər. Dissertasiyanın mövzusunda 14 elmi əsər çap olunmuşdur. Onlardan 7 məqalə, 7-i isə konfrans materialıdır.

Dissertasiyanın quruluşu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, ədəbiyyat icmalından, tədqiqatın material və metodlarından, nəticələr və onların müzakirəsindən, yekun, nəticələr və istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından ibarət olmaqla 135 səhifədə şərh olunmuşdur. Ədəbiyyat siyahısında 256 elmi mənbəyə istinad edilmişdir ki, onlardan

12-si azərbaycan, 24-ü rus, qalanları isə xarici dildə olan ədəbiyyat mənbələridir. Dissertasiyanın nəticələri 12 cədvəldə və 10 şəkildə illüstrasiya olunmuşdur.

DİSSERTASIYA İŞİNİN QISA MƏZMUNU

I fəsil. Ədəbiyyat icmalı

Ədəbiyyat icmalında şoranlıq faktorunun kənd təsərrüfatı iqtisadiyyatına vurduğu zərər, bitkilərin duzadavamlılığı və duz stresinə adaptasiyasının mexanizmləri, duz stressi nəticəsində bitkilərdə baş verən morfoloji, fizioloji, genetik və biokimyəvi dəyişikliklər, bitkilərin ətraf mühitin ekstremal faktorlarının neqativ təsirinin aradan qaldırılmasında Q6PDH və DMDH fermentlərinin rolu haqda aparılan elmi tədqiqat işlərinin icmal xarakter daşıyan məlumatlarının analizi verilir.

II fəsil. Tədqiqatın materialı və metodları

Dissertasiya işində tədqiqat obyektini kimi birləpəli bitkilərdən buğda (*Triticum*, sort Bərəkətli) və arpa (*Hordeum vulgare L.* sort Qarabağ-2), ikiləpəli bitkilərdən isə lobya (*Phaseolus vulgaris*) və noxud (*Pisum sativum*) götürülmüşdür. Eksperimentlər bu bitkilərin cücərtiləri üzərində aparılmışdır.

Cücərmə faizinin təyin etmək üçün hər bir bitki üçün 100 toxum seçilmiş, kontrol toxumlar distillə suyu, eksperimental variantlar isə müvafiq duz məhlullarında 72 saat müddətində, otaq temperaturunda (25° C-də), 60-70 % rütubətli qaranlıq mühitdə cücərdilmiş, rüseyim köklərinin uzunluğu 1 sm çatmış toxumlar cücərmiş hesab olunmuş və cücərmiş toxumların sayına əsasən onların cücərmə faizi hesablanmışdır.

Duz stressinin cücərtilərin böyümə dinamikasına təsirini öyrənmək üçün kontrol variant kimi götürülmüş cücərdilmiş toxumlar distillə suyunda, eksperimental variantlar isə müvafiq duz məhlullarında 7 gün ərzində 25° C-də becərilmişdir. Becərilmənin 3, 5 və 7-ci günləri cücərtilərin kök və gövdə sistemlərinin yaş çəkilişi və ya ölçüləri təyin edilmişdir.

Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktiv preparatlarının hazırlanması üçün ekstraksiya məhlulu qismində tərkibində reduksiyaedici agent

kimi 0.01 M β -merkaptolanol və fenollu birləşmələri neytrallaşdırmaq üçün həllolan 1 %-li polivinilpirrolidon (24 kDa) olan 0.1 M tris-HCl bufer məhlulundan istifadə olunmuşdur. Cücərtilərin köklərindən Q6PDH preparatı hazırlamaq üçün pH-nın qiyməti 8.0, DMDH preparatı hazırlamaq üçün isə pH-nın qiyməti 7.0-a bərabər olan bufer məhlulları götürülmüş, toxuma/ ekstraksiya məhlulu nisbəti 1:2 bərabər olmuşdur. Toxumalar həvəng dəstədə buz hamamda əzilmiş, ikiqat kapron süzgecdən keçirilmiş, alınmış süzüntü 10 dəq müddətində 5.000 dövrə/dəq sürətilə fırladılmış və onun supernatant hissəsi götürülüb fermentlərin aktivliyin təyin olunması üçün istifadə edilmişdir.

Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktivliyi spektrofotometrik üsulla, 340 nm dalğa uzunluğunda, NADP-in reduksiya olunma sürətinə əsasən həyata keçirilmiş, ferment vahidi kimi $\Delta E_{340}^{10.3}$ /dəq/q yaş çəki götürülmüşdür. Alınan nəticələrin dəqiqlik göstəricisi 5 %-dən çox olmamışdır.

III fəsil. Nəticələr və onların müzakirəsi

3.1. Na-izokationlu duzlarının toxumların cücərmə qabiliyyətinə təsiri

Na-izokationlu duzu məhlullarının toxumların cücərmə qabiliyyətinə təsiri toxumların növündən, duz məhlullarının qatılığı və anion tərkibindən asılı olaraq fərqli şəkildə özünü büruzə vermişdir. Toxumlar arasında duz məhlullarının bu prosesə neqativ təsirinə nisbətən davamlıları arpa və buğda, həssasları isə lobya və noxud toxumları olmuşdur. Duzlar arasında toxumların cücərmə qabiliyyətinə nisbətən zəif neqativ təsir göstərənləri NaCl və Na₂SO₄, güclü təsir göstərənləri isə NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlulları olmuşdur.

Cücərmə prosesinə neqativ təsir, gözlənilmədiyi kimi, duz məhlullarının qatılığından əhəmiyyətli dərəcədə asılı olmuşdur. NaCl duzu məhlulu 25 mM qatılıqda buğda və arpa toxumlarının cücərmə qabiliyyətinə demək olar ki, təsir göstərməmiş, lobya və noxud toxumlarında isə bu prosesin gedişinə nəzərəcarpacaq dərəcədə ingibirləşdirici təsir göstərməyə başlamışdır. Duz məhlullarının qatılığını artması ilə əlaqədar toxumların cücərmə qabiliyyətinə neqativ təsir daha da güclənmiş, lobya və noxud toxumlarında xüsusən özünü daha kəskin şəkildə büruzə vermişdir.

Duz məhlullarının neqativ təsirindən toxumların bir qisminin cücər-

mə qabiliyyətini saxlaya bilməsi, digərlərinin isə saxlaya bilməməsi, görünür, toxumların həyatilik qabiliyyətinin müxtəlif olması ilə bağlı bir fenomendir. Yəqin ki, zəif həyatilik xüsusiyyətinə malik toxumlar cücərə bilməyib məhv olur, nisbətən yüksək həyatilik qabiliyyətinə malik olanlar isə cücərmə qabiliyyətini saxlaya bilir.

3.2. Na-izokationlu duzlarının cücərtilərin böyümə dinamikasına təsiri

Na-izokationlu duzlarının cücərtilərin böyümə dinamikasına təsiri bitkinin növündən, duz məhlullarının tipindən, onların qatılığından və təsiretmə müddətindən asılıdır. İnkubasiya mühitində duzun qatılığının və təsiretmə müddətinin artması cücərtilərin istər kök, istərsə də gövdə sisteminin inkişafına göstərdiyi neqativ təsirin kəskinləşməsinə səbəb olur. NaCl duzunun qatılığının inkubasiya mühitində 25 mM-dan 100 mM-a qədər artırılması kök sisteminin inkişafını kontrollu müqayisədə 5 günlük buğda cücərtilərində 25 %-dən, 50 %-ə, 7 günlük cücərtildə isə 64 %-ə qədər ingibirləşdirir. Oxşar təsir gövdə sisteminin böyüməsinə də müşahidə olunur. 100 mM qatılıqda 7 günlük cücərtildə kontrol və eksperimental variantlar arasındakı gövdə sisteminin çəki fərqləri 2.6 dəfəyə çatır. Na₂SO₄ duzu məhlulu üçün isə analogi rəqəm 4.8 dəfəyə bərabər olur. Ümumiyyətlə gətürdükdə, Na₂SO₄ duzu məhlulunun cücərtilərin inkişaf dinamikasına neqativ təsiri NaCl duzu məhluluna nisbətən daha tez başlayır və daha kəskin formada özünü büruzə verir. NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlulları da cücərtilərin inkişafına kəskin neqativ təsir göstərir, 100 mM qatılıqda bu halda cücərtilərin kök sisteminin inkişafı tam ingibirləşdirilir.

3.3. Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktiv preparatının alınması və aktivliklərinin təyini

Eksperimentlərin həyata keçirilməsi üçün məqsədəuyğun ekstraksiya məhlulu kimi tərkibində β-merkaptoetanol (0.1M) və polivinipirralidon (0.1 %) olan tris-HCl (0.1 M) məhlulu götürülmüşdür. DMDH fermentinin ekstraksiyası üçün məhlulun pH-ı 7.0, Q6PDH fermentinin ekstraksiyası üçün isə 8.0 götürülmüşdür. Bu məhlulla hazırlanmış bitki homogenatında Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktivliyi bir neçə saat ərzində stabil səviyyədə qalmış və ölçmələrin aparılması üçün problem yaranmamışdır.

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyənləşdirilmişdir ki, cücərti-

lərinin kök sisteminin DMDH fermentinin sitoplazmatik forması üçün tələb olunan optimal pH Tris-HCl buferində 7.0-7.2, Q6PDH fermenti üçün isə 8.3-8.5 intervalında yerləşir.

Məlumdur ki, bitki mənşəli Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktivliyi üçün mühitdə koferment kimi NADP molekulunun olmasını vacibdir və onu başqa bir kofermentlə əvəz etmək mümkün deyil. Bundan əlavə, ferment öz aktivlikləri üçün mühitdə ikivalentli metal ionlarının olmasını da tələb edir. Müəyyənləşdirilmişdir ki, cücərtilərin DMDH fermenti yüksək aktivliyə Mn ionlarının, Q6PDH fermenti isə Mg ionlarının olduğu mühitdə malik olur.

DMDH fermentlərinin substratla doyma halı malatın mühitdə 3mM qatılığından, Q6PDH fermentlərininki isə qlükoza-6-fosfatın 5 mM qatılığından başlayır. Göstərilən parametrlər ferment preparatlarının hazırlanması və onların aktivliyinin təyin edilməsində istifadə olunmuşdur.

3.4. Na-izokationlu duzu məhlullarının cücərtilərinin inkişafı ilə əlaqədar Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktivlik dinamikasına təsiri

Dissertasiya işində qarşıda duran əsas məqsədlərdən biri Na-izokationlu duz məhlullarının müxtəlif qatılıqları tərəfindən yaradılmış stress şəraitində becərilmiş buğda, arpa, lobyə və noxud cücərtilərinin kök sisteminin inkişafı ilə əlaqədar Q6PDH və DMDH fermentlərinin sitoplazmatik formalarının aktivlik dinamikasının və onların aktivlik nisbəti göstəricisinin öyrənilməsi olmuşdur.

Müəyyənləşdirilmişdir ki, buğda cücərtilərinin inkişafı ilə bağlı (kontrol variant) onların kök sistemində Q6PDH fermentinin aktivliyi tədricən azalmağa, DMDH fermentinin aktivliyi isə yüksəlməyə doğru meyillidir. Bununla əlaqədar, fermentlərin aktivlik dinamikasının nisbəti 3.81-dən kiçilərək 1.49-a düşür (cədvəl 3.1). Yəni, buğda cücərtilərinin inkişafı ilə əlaqədar onların kök sistemində NADPH potensialının yaradılmasında DMDH fermentinin rolu artır.

Duzlar tərəfindən yaradılan qısamüddətli və nisbətən mülayim stress əsasən fermentlərin aktivliyinə nəzərəcarpacaq dərəcədə pozitiv, uzunmüddətli və kəskin stress isə neqativ təsir göstərir. Məsələn, NaCl duzu məhlulları 3 və 5 günlük cücərtilərdə bütün qatılıqlarda Q6PDH fermentinin aktivliyinin induksiyasına səbəb olur. 7-günlük cücərtilərdə isə duz məhlulunun nisbətən aşağı qatılıqları (25 və 50

mM) stimulyasiya effekti, nisbətən yuxarı qatılıqları (75, 100 mM) isə ingibirləşdirilmə effekti yaradır. DMDH fermentinin aktivliyi isə inkubasiyanın bütün dövrlərində və duz məhlulunun bütün qatılığında kontrollu müqayisədə bu və ya digər dərəcədə daha yüksək səviyyədə qalır. Nəticədə, duz məhlulu tərəfindən yaradılan stresin kəskinliyinə və müddətinə uyğun olaraq Q6PDH/DMDH göstəricisi 1.49-dan 1.03-ə qədər azalır, yəni, stresin kəskinləşməsi ilə əlaqədar NADPH potensialının yaranmasında DMDH fermentinin rolu yüksəlir, abiotik stressə qarşı müdafiə reaksiyasının və yeni mühitə adaptasiyanın həyata keçirilməsində əsas funksiyanı o öz üzərinə götürməyə başlayır.

Cədvəl 3.1. NaCl, Na₂SO₄, Na₂HCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlullarının buğda cücərtiləri köklərinin sitoplazmatik G6PDH və DMDH fermentlərini aktivlik dinamikasına və onların aktivlik nisbəti göstəricisinə təsiri

Variantlar	Q6PDH			DMDH aktivliyi			Q6PDH/ DMDH		
	3 gün	5 gün	7 gün	3 gün	5 gün	7 gün	3 gün	5 gün	7 gün
Kontrol	164	150	137	43	65	92	3.81	2.31	1.49
NaCl									
25 mM	185	170	161	48	76	121	3.85	2.24	1.33
50 mM	209	210	156	56	88	130	3.73	2.39	1.20
75 mM	235	208	131	59	92	126	3.98	2.26	1.04
100 mM	231	181	104	65	95	101	3.55	1.91	1.03
Na ₂ SO ₄									
25 mM	188	177	163	52	80	132	3.61	2.21	1.23
50 mM	220	222	159	65	82	163	3.38	2.71	0.98
75 mM	156	133	101	69	93	104	2.26	1.43	0.97
Na ₂ HCO ₃									
25 mM	190	160	151	50	71	110	3.80	2.25	1.37
50 mM	174	141	92	56	61	63	3.11	2.31	1.46
75 mM	153	114	88	53	45	36	2.89	2.53	2.44
Na ₂ CO ₃									
25 mM	185	165	156	47	67	103	3.94	2.46	1.51
50 mM	133	125	82	53	55	48	2.51	2.72	1.71
75 mM	130	102	71	49	43	35	2.65	2.37	2.03

Oxşar hal Na_2SO_4 duzu məhlulları üçün də xarakterikdir. Duz məhlullarının təsirləri arasında nəzərə çarpan fərq müvafiq stimulyasiya və ya ingibirləşdirmə effektinin Na_2SO_4 duzunun daha aşağı qatılığında alınmasıdır. Fermentin aktivliyinə göstərilən təsirlər arasında üzə çıxan bu fərq, görünür, duzların anion tərkibi ilə bağlıdır. Məlumdur ki, Na_2SO_4 duzu NaCl duzuna nisbətən daha yüksək osmotik stress yaradır. Bununla yanaşı istər Na , istər Cl , istərsə də SO_4 ionlarının yüksək qatılığı hüceyrələrə toksiki təsir göstərir, fizioloji və biokimyəvi proseslərin gedişində çətinliklər yaradır.

NaHCO_3 və Na_2CO_3 duzu məhlullarının buğda cücərtilərini köklərinin Q6PDH və DMDH fermentinin fəaliyyətinə təsiri, müəyyən nüanslar nəzərə alınmasa, demək olar ki, oxşardır. Bu duz məhlulları ilə yaradılan stress zamanı Q6PDH/ DMDH göstəricisi nisbətən yüksək olur ki, bu da Q6PDH fermentinin belə bir stress şəraitində daha mühüm rol oynadığını göstərir. Ümumiyyətlə götürdükdə NaHCO_3 və Na_2CO_3 duzu məhlulları tərəfindən yaradılan stress və hər iki fermentin aktivliyinə göstərilən neqativ effekt NaCl və Na_2SO_4 duzu məhlullarına nisbətən daha şiddətli şəkildə özünü büruzə verir.

Buğda cücərtiləri ilə müqayisədə arpa cücərtilərində Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktivlik səviyyəsi daha yüksəkdir (cədvəl 3.2). Bu fərq özünü Q6PDH fermentinin aktivliyində özünü daha aydın şəkildə büruzə verir. Ola bilsin ki, belə bir xüsusiyyət arpa bitkisinin ətraf mühitin ekstremal şəraitinə, o cümlədən də, duz stresinə qarşı adaptasiya reaksiyasının buğda bitkisinə nisbətən genotipcə daha güclü olması ilə bağlıdır. Adaptasiya reaksiyası, görünür, hüceyrənin reduksiyaedici potensialının daha yüksək olmasını tələb edir.

Cədvəl 3.2-də təqdim olunmuş rəqəmlərdən göründüyü kimi, NaHCO_3 və Na_2CO_3 duzu məhlullarının 5 və 7 günlük cücərtilərdə yüksək qatılığı istisna olmaqla, duz məhlulları bütün variantlarda, inkubasiyanın bütün dövrlərində istər Q6PDH, istərsə də DMDH aktivliyini bu və ya digər dərəcədə induksiya edir. Aktivliklər nisbətinin analizindən belə bir nəticəyə gəlmək olur ki, cücərtilərin inkişafı və duz stressinin təsirindən DMDH aktivliyi, daha çox induksiya olunur, yəni NADPH potensialının formalaşmasında daha mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Alınmış nəticələr, həmçinin, müxtəlif duz məhlulları tərəfindən yaradılmış induksiya signalının fərqli mexanizmlərlə həyata keçirilməsi haqda mülahizələr söyləməyə də imkan verir.

Buğda və arpa cücərtilərindən fərqli olaraq lobya cücərtilərini bö-

yüməsi ilə əlaqədar onların sitoplazmatik Q6PDH fermentinin aktivliyi əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlir, 3 günlük cücərtilərlə müqayisədə 5 günlük cücərtilərdə aktivlik 33.9 %, 7 günlük cücərtilərdə isə 62.9 % yüksəlir (cədvəl 3.3). Analoji rəqəmlər DMDH fermenti üçün 22.6 və 38.7 % təşkil edir. Aktivliyin bu cür dəyişməsi öz əksini Q6PDH/DMDH nisbətində də tapır. 3 günlük cücərtilərdə bu rəqəm 2.00, 5 günlük cücərtilərdə 2.18, 7 günlük cücərtilərdə isə 2.35 rəqəmləri ilə xarakterizə olunur. Yəni, lobya bitkisi cücərtilərinin 7 günlük inkişafının bütün dövrlərində kök sistemi toxumalarında NADPH pulunun formalaşmasında Q6PDH daha mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

DMDH fermentinin aktivliyi bütün variantlarda kontrollə müqayisədə

Cədvəl 3.2. NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlullarının arpa toxumları cücərtiləri köklərinin sitoplazmatik G6PDH və DMDH fermentlərini aktivlik dinamikasına və onların aktivlik nisbəti göstəricisinə təsiri

Variantlar	Q6PDH			DMDH			Q6PDH/DMDH		
	3 gün	5 gün	7 gün	3 gün	5 gün	7 gün	3 gün	5 gün	7 gün
Kontrol	261	255	230	56	75	102	4.7	3.4	2.3
NaCl									
25 mM	278	270	253	70	92	133	4.0	2.9	1.9
50 mM	305	311	250	73	108	142	4.2	2.9	1.8
75 mM	322	289	248	82	119	150	3.9	2.4	1.7
100 mM	326	281	240	86	128	161	3.8	2.2	1.5
Na ₂ SO ₄									
25 mM	282	298	300	77	99	120	3.7	3.0	2.5
50 mM	302	313	308	84	111	128	3.6	2.8	2.4
75 mM	310	311	298	93	117	129	3.3	2.7	2.3
NaHCO ₃									
25 mM	283	260	253	73	107	127	3.9	2.4	2.0
50 mM	311	265	255	75	110	136	4.1	2.4	1.9
75 mM	315	240	235	89	112	133	3.5	2.1	1.8
Na ₂ CO ₃									
25 mM	281	257	249	68	108	125	4.1	2.4	1.9
50 mM	291	248	237	76	112	121	3.8	2.2	2.0
75 mM	285	211	208	85	101	98	3.4	2.1	2.1

Cədvəl 3.3. NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlullarının lobya cücərtiləri köklərinin sitoplazmatik Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktivlik dinamikasına və onların aktivlik nisbəti göstəricisinə təsiri

Variantlar	Q6PDH			DMDH			Q6PDH/DMDH		
	3 gün	5 gün	7 gün	3 gün	5 gün	7 gün	3 gün	5 gün	7 gün
Kontrol	62	83	101	31	38	43	2.00	2.18	2.35
NaCl									
25 mM	75	99	137	36	47	59	2.08	2.11	2.32
50 mM	81	108	149	42	55	61	1.93	1.96	2.44
100 mM	85	93	98	47	56	68	1.81	1.69	1.44
Na ₂ SO ₄									
25 mM	83	107	148	39	51	67	2.13	2.10	2.21
50 mM	94	115	123	48	57	61	1.96	2.02	2.02
100 mM	70	73	61	51	61	53	1.37	1.20	1.15
NaHCO ₃									
25 mM	70	83	98	47	63	72	1.49	1.32	1.36
50 mM	75	88	85	59	71	75	1.27	1.24	1.13
100 mM	69	60	59	61	60	55	1.13	1.00	1.07
Na ₂ CO ₃									
25 mM	73	85	96	51	65	68	1.43	1.31	1.41
50 mM	81	77	65	63	76	50	1.29	1.01	1.30
100 mM	--	--	--	--	--	--	--	--	--

yüksəlir. Yəni kəskin stress şəraitində DMDH-ın rolu daha da artır. Bunu fermentlərin aktivlik nisbətləri də sübut edir: 7 günlük cücərtildə NaCl duzu variantında onun qiyməti 2.35 dən 1.44, Na₂SO₄ variantında 1.15, NaHCO₃ variantında 1.07, Na₂CO₃ variantında isə 1.30-ya qədər düşür. Alınmış nəticələrin təhlili belə bir mülahizə söyləməyə imkan verir ki, lobya cücərtilərinin kök sistemində zəif duz stressi şəraitində əsas rol Q6PDH, kəskin stress şəraitində isə əsas rol DMDH fermentinin üzərinə düşür.

Lobya cücərtilərində olduğu kimi, noxud cücərtilərində də kök sisteminin inkişafı ilə əlaqədar Q6PDH fermentinin aktivliyi tədricən artır və 7 günlük cücərtildə maksimal həddə çatır (cədvəl 3.4). Bu müddət ərzində 3 günlük cücərtilərlə müqayisədə fermentin aktivliyi 36.6 % artır. DMDH fermenti üçün analogi artım 14.8 % təşkil edir.

Cədvəl 3.4. NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlullarının noxud toxumları cücərtiləri köklərinin sitoplazmatik Q6PDH və DMDH fermentlərini aktivlik dinamikasına və onların aktivlik nisbəti göstəricisinə təsiri

Variantlar	Q6PDH			DMDH			Q6PDH/DMDH		
	3 gün	5 gün	7 gün	3 gün	5 gün	7 gün	3 gün	5 gün	7 gün
Kontrol	78	99	113	53	59	67	1.47	1.68	1.69
NaCl									
25 mM	93	118	127	61	66	70	1.52	1.79	1.81
50 mM	107	127	137	65	71	75	1.65	1.79	1.83
100 mM	116	121	110	71	76	83	1.63	1.59	1.33
Na ₂ SO ₄									
25 mM	99	131	145	66	69	75	1.50	1.90	1.93
50 mM	113	135	122	70	73	87	1.61	1.85	1.40
100 mM	121	116	101	77	81	96	1.57	1.43	1.05
NaHCO ₃									
25 mM	86	109	112	77	98	109	1.12	1.11	1.03
50 mM	91	110	93	91	86	99	1.00	1.28	0.94
100 mM	103	91	78	99	85	68	1.04	1.07	1.15
Na ₂ CO ₃									
25 mM	89	112	105	81	96	91	1.10	1.17	1.15
50 mM	93	85	89	85	81	75	1.09	1.05	1.19
100 mM	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Lobyə cücərtilərində də duzlar tərəfindən yaradılan nisbətən mülayim stress hər iki fermentin aktivliyinin induksiyasına səbəb olur. Kəskin stress şəraitində isə Q6PDH fermentinin təsiretmə müddəti ilə əlaqədar aktivliyinin induksiyası ya zəifləyir, ya da ingibirləşdirilir.

Cücərtilərin kök sisteminin inkişafı ilə əlaqədar digər hallardan fərqli olaraq Q6PDH/ DMDH göstəricisinin qiyməti nəinki azalmır, əksinə, bir qədər artır.

NaCl, Na₂SO₄ duz məhlulları tərəfindən yaradılan nisbətən zəif stresslə əlaqədar bu göstərici daha da artır, kəskin stress şəraitində isə azalır. Yəni, bu duz məhlulları ilə yaradılan stressə cavab reaksiyasında

hər iki ferment iştirak edir. Nisbətən mülayim stress şəraitində əsasən Q6PDH, nisbətən kəskin stress şəraitində isə DMDH fermentinin aktivliyi induksiya olunur. NaHCO_3 və Na_2CO_3 duz məhlulları ilə yaradılan stress zamanı fermentlərin aktivlik nisbəti göstəricisinin qiyməti vahidə yaxın bir intervalda yerləşir, yəni mühitin qələvililiyini artırmaqla xarakterizə olunan bu duz məhlulları DMDH fermentinin aktivliyini daha güclü induksiya edir.

Bu müddət ərzində 3 günlük cücərtilərlə müqayisədə fermentin aktivliyi 36.6 % artır. Kök sisteminin inkişafı bağlı Q6PDH fermentinə nisbətən zəif də olsa, DMDH fermentinin də aktivlik səviyyəsində də yüksəliş müşahidə olunur. Bu halda, analogi artım 14.8 % təşkil edir. Cücərtilərin kök sisteminin inkişafı ilə əlaqədar digər hallardan fərqli olaraq Q6PDH/ DMDH göstəricisinin qiyməti nəinki azalmır, əksinə, bir qədər artır. NaCl , Na_2SO_4 duz məhlulları tərəfindən yaradılan nisbətən zəif stress şəraiti ilə əlaqədar bu göstərici daha da artır, kəskin stress şəraitində isə azalır. Yəni, bu duz məhlulları ilə yaradılan stressə cavab reaksiyasında hər iki ferment iştirak edir. Nisbətən mülayim stress şəraitində əsasən cücərtilərin kök sisteminin Q6PDH, nisbətən kəskin stress şəraitində isə DMDH fermentinin aktivliyi induksiya olunur. NaHCO_3 və Na_2CO_3 duz məhlulları vasitəsi ilə yaradılan stress zamanı fermentlərin aktivlik nisbəti göstəricisinin qiyməti vahidə yaxın bir intervalda yerləşir, yəni mühitin qələvililiyini artırmaqla xarakterizə olunan bu duz məhlulları DMDH fermentinin aktivliyini daha güclü induksiya edirlər.

Fermentlərin aktivliyi ilə əlaqədar bir- və ikiləpəlilər üçün alınmış rəqəmləri müqayisə etdikdə asanlıqla belə bir nəticəyə də gəlmək olur ki, ikiləpəlilər sinfinə aid olan və duz stresinə qarşı nisbətən həssas sayılan lobya və noxud bitkisi cücərtilərinin kök sistemi toxumalarında istər G6PDH, istərsə də DMDH fermentlərinin aktivlik səviyyəsi buğda və arpa bitkisi cücərtilərinin kök sistemi toxumalarına nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə aşağı səviyyədədir. Ola bilsin ki, bu fermentlərin aktivlik səviyyələri ilə onların duza davamlılığı arasında müəyyən bağlılıq mövcuddur.

NƏTİCƏLƏR

1. Tris-HCl buferi əsasında hazırlanmış xüsusi məhlullardan istifadə edərək buğda, arpa, lobya və noxud cücərtiləri kök sistemi toxumalarından Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktiv preparatlarının alınması və onların aktivliyinin təyin olunmasının optimal şəraiti seçilmişdir.
2. NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlulları buğda, arpa, lobya və noxud bitkisi toxumlarının cücərməsinə mənfi təsir göstərir. Prosesin gedişinə neqativ təsir xüsusiyyətinə duzları NaCl < Na₂SO₄ < NaHCO₃ ≤ Na₂CO₃ ardıcılıqda yerləşdirmək olar.
3. Göstərilmişdir ki, NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlullarının qatılığı və təsiretmə müddəti ilə buğda, arpa, lobya və noxud cücərtilərinin böyümə dinamikasına təsiri neqativ təsiri arasında pozitiv asılılıq mövcuddur. Bu təsir analogi qatılıqlarda NaHCO₃ və Na₂CO₃ məhlullarında NaCl, Na₂SO₄, məhlullarına nisbətən daha kəskin şəkildə özünü büruzə verir.
4. Müəyyən edilmişdir ki, nisbətən duzadavamlı bitkilər sayılan birləpəli buğda və arpa cücərtilərinin kök sisteminə Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktivlik səviyyəsi duzadavamlılığa həssas ikiləpəli lobya və noxud cücərtilərinə nisbətən daha yüksəkdir.
5. Göstərilmişdir ki, NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlullarının nisbətən aşağı qatılıqları bir qayda olaraq buğda, arpa, lobya və noxud cücərtilərinin kök sisteminin Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktivliyinin induksiyasına, nisbətən yüksək qatılıqları isə təsiretmə müddətindən asılı olaraq induksiya dərəcəsinin zəifləməsinə, və ya fermentlərin aktivliyinin ingibirləşdirilməsinə səbəb olur.
6. Müəyyən olunmuşdur ki, NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlulları tərəfindən yaradılan mülayim stress əsasən Q6PDH, nisbətən kəskin stress isə DMDH fermentinin induksiyasına gətirib çıxarır.
7. NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlulları tərəfindən yaradılan stress zamanı Q6PDH və DMDH fermentlərinin aktivlik dinamikasında baş verən dəyişikliklər bu fermentlərin cücərtilərin stresin neqativ təsirinin aradan qaldırılmasında və stress şəraitinə

adaptasiyasında mühüm rol oynayır.

**Dissertasiya işinin mövzusu üzrə çap olunmuş
elmi əsərlərin siyahısı:**

1. Məmmədov Z.M., Mirzəyeva B.Q. Duz stresinin arpa cücərtilərinin köklərində qlükozo-6-fosfatdehid-rogenaza fermentinin aktivliyinə təsiri // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Botanika İnstitutunun elmi əsərləri. 2011, XXXI cild, s. 377-380.
2. Məmmədov Z.M., Mirzəyeva B.Q. Duzluluq stresinin buğda cücərtiləri köklərinin dekarboksilləşdirici malatde-hidrogenaza fermentinin aktivliyinə təsiri // Azərbaycan MEA Gəncə Regional Elmi Mərkəzi, Xəbərlər məcmuəsi, 49, 2012, s.9-13.
3. Məmmədov Z.M., Abdiyev V.B., Mirzəyeva B.Q. Na-izokationlu duz məhlullarının buğda toxumlarının cücməsi, köklərinin böyüməsi və sitoplazmatik qlükozo-6-fosfatdehidrogenaza fermentinin aktivliyinə təsiri // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Botanika İnstitutunun elmi əsərləri. 2012, XXXII cild, s.270-273.
4. Mirzəyeva B.Q. Duzluluq şəraitində izokation duzların buğda cücərtiləri köklərinin malik fermentinin aktivliyinə təsiri // «Müasir Biologiyanın İnnovasiya Problemləri» mövzusunda Beynəlxalq Elmi konfrans. Bakı, 2012, s.22-25.
5. Məmmədov Z.M., Mirzəyeva B.Q. Duzluq stresinin arpa cücərtiləri köklərinin malik-fermentinin aktivliyinə təsiri // Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Beynəlxalq Elmi konfransı. Bakı, 2012, s.357-360.
6. Mirzəyeva B.Q. Na-izokationlu duzların müxtəlif qatlıqlarının noxud cücərtilərinin inkişafına və onlarda əsas NADPH-əmələgətirən fermentlərin aktivliyinə təsiri // Görkəmli Azərbaycan alimi, əməkdar elmi xadim akademik Həsən Əliyevin 105 illik yubileyinə həsr olunmuş «Ekologiya: Təbiət və cəmiyyət problemləri» mövzusunda II Beynəlxalq Elmi Konfrans. Bakı, 2012, s.356-357.
7. Mirzəyeva B.Q. Duzluq stresinin lobya cücərtilərinin inkişafına və onlarda əsas NADPH-əmələgətirən fermentlərin aktivliyinə təsiri // Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVII Respublika Elmi Konfransı. Bakı, 2013, s.56-57
8. Мамедов З.М., Мирзаева Б.Г. Влияние изокатионных солей натрия на интенсивность роста и на динамику активности

- глюкозо-6-фосфатдегидро-геназы и малатдегидрогеназы (декарбоксилирующей) проростков фасоли // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки», 2013, №2, с. 58-62.
9. Mirzəyeva B.Q. Duz stresinin buğda toxumları cücərtiləri kök sisteminin qlükoza-6-fosfatdehidro-genaza və dekarboksilləşdirici malatde-hidrogenaza fermentlərinin aktivlik dina-mikasına təsirinin müqayisəli öyrənilməsi // Naxçıvan Dövlət Universitetinin elmi əsərləri, №7 (80), 2016, s. 49-54.
 10. Məmmədov Z.M., Mirzəyeva B.Q., Bədirova A.İ. Ağır metal ionlarının buğda toxumlarının böyümə və inkişafı ilə əlaqədar malik-fermentinin aktivlik dinamikasına təsiri // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş «Müasir kimya və biologiyanın aktual problemləri» adlı Beynəlxalq Elmi Konfransı. Gəncə, 2016, s.324-327.
 11. Mirzəyeva B.Q. Arpa cücərtilərinin köklərində qlükozo-6-fosfat-dehidrogenaza fermentinin aktivliyinə NaCl və Na₂SO₄ duzlarının təsiri ilə yaradılmış duzluluq stresinin təsiri // Azərbaycanca «Multi-kultralizm ili» nə həsr olunmuş Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XX Respublika Elmi Konfransı. Bakı, 2016, s.94-97.
 12. Mirzəyeva B.Q., Bədirova A.İ., Əmrahov N.R. Ağır metal ionlarının buğda və arpa cücərtilərinin malik-fermentinin aktivlik dinamikasına təsiri // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş Gənc Alimlərin və Tədqiqatçıların «Müasir Biologiyanın İnnovasiya Problemləri» mövzusunda VI Beynəlxalq Elmi Konfransı. Bakı, 2016, s.21-22.
 13. Mirzoeva B.G. Influence of Na Salt Solutions on the Germination, Development and Dynamics of the Activity of Nadp-Enzyme of Barley Seeds // International Journal of Sciences. Israil, volume 6, April 2017 (04), p.42-47.
 14. Əsədova B.Q. NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ və Na₂CO₃ duzu məhlullarının noxud toxumları cücərtiləri köklərinin sitoplazmatik Q6PDH və DMDH fermentlərini aktivlik dinamikasına və onların aktivliklərinin nisbəti göstəricisinə təsiri // Naxçıvan Dövlət Universitetinin elmi əsərləri, №3 (84), 2017, s. 155-159.

Басти Гошун гызы Асадова

**ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ
НАДФН-ОБРАЗУЮЩИХ ФЕРМЕНТОВ В НЕКОТОРЫХ
ОДНО- И ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЯХ УСЛОВИЯХ
СОЛЕВОГО СТРЕССА**

Резюме

В представленной диссертационной работе были исследованы влияние растворов солей NaCl, NaSO₄, NaHCO₃ и Na₂CO₃ на прорастание семян, на динамику роста проростков и на активность Г6ФДГ и МДГД корневой системы проростков пшеницы, ячменя, фасоли и нута. Выбор ферментов было связано в связи с их ведущей роли в синтезе НАДФН, высокоэнергетического метаболита, необходимого для многих физиолого-биохимических процессов, в том числе, и, в адаптации растений к солевому стрессу.

Действие растворов солей на вышеперечисленные показатели растений зависело от видовой специфичности, концентрации, состава и продолжительности действия солей. Среди исследованных растений наиболее устойчивыми к действию солевого стресса оказались семена и проростки пшеницы и ячменя, а наиболее чувствительными – фасоли и нута.

Ингибирующее действие на прорастание семян коррелировало с концентрацией применяемых солей и в меньшей степени проявилось с NaCl, NaSO₄, а в большей степени с NaHCO₃ и Na₂CO₃.

По степени негативного влияния на динамику роста проростков соли можно распределить как NaCl < Na₂SO₄ < NaHCO₃ ≤ Na₂CO₃. Имеется позитивная взаимозависимость между концентрацией и временем действия солей с одной стороны, интенсивности торможения и ингибирования роста проростков, с другой. Ингибирующее действие солей в более резкой форме проявляется в проростках фасоли и нута, чем в проростках пшеницы и ячменя.

Установлено, что уровень активности обоих НАДФН-образующих ферментов в проростках пшеницы и ячменя, которые несколько устойчивы к растворам изокатионных солей Na значительно выше, чем в проростках фасоли и нута, которые чувствительны к аналогичным средам. Относительно низкие концентрации солей

Na, как правило, ингибируют активность Г6ФДГ и МДГД, а высокие, в зависимости от продолжительности действия приводит или к ослаблению степени индукции, или же к ингибированию активности ферментов. Более того, при умеренном стрессе, в основном, индуцируется активность Г6ФДГ, а при резком, МДГД.

Характер изменения в динамике активности Г6ФДГ и МДГД проростков пшеницы, ячменя, фасоли и нута при инкубации их в различных концентрациях растворов изокатионных солей Na дает основание полагать, что оба фермента играют важную роль в адаптации проростков к солевому стрессу.

**INVESTIGATION OF THE MAIN NADPH-FORMING
ENZYMES IN SOME MONO- AND DICOTYLEDON
PLANTS UNDER SALINITY STRESS CONDITIONS**

Summary

Influence of NaCl, Na₂SO₄, NaHCO₃ and Na₂CO₃ salt solutions on germination of seeds, on the growth dynamics of sprouts and on activity of G6PDH and MDHD of root system of wheat, barley, haricot and chick-pea sprouts was investigated. The choice of the enzymes has been related to their connection with their leading role in synthesis of NADPH, a high-energy metabolite which is necessary for many physiological and biochemical processes, as well as for the adaptation of plants to salinity stress.

Effect of the salt solutions on above-mentioned indicators of plants depended on species specificity, concentration, composition and duration of the effects of salts. Among the studied plants, the most resistant ones against the action salinity stress were seeds and sprouts of wheat and barley, and the most sensitive ones were haricot and chick-pea.

The inhibiting effect on germination of seeds positively correlated with the concentration of the applied salts: to a lesser extend with NaCl and Na₂SO₄, and more with NaHCO₃ and Na₂CO₃.

In relation to the degree of a negative impact on the dynamic growth of sprouts, the isocationic Na salts could be arranged as NaCl < Na₂SO₄ < NaHCO₃ ≤ Na₂CO₃. There was a positive interrelation between the concentration and the duration of impact of the salts from one side, and braking growth intensity and inhibiting of the sprouts, from the other side. The inhibiting effect of the salts solutions on growth are more sharply seen in the haricot and chick-pea sprouts than that on the sprouts of the wheat and barley.

It was established that the level of the both NADPH-forming enzymes activity in sprouts of wheat and barley, which were more resistant against solutions of isocationic Na salts were much higher than in sprouts of haricot and chick-pea which were sensitive to similar environments. Rather, low concentration of Na salts, as a rule, induced the activity of G6PDH and MDHD, but higher concentrations, depending

on duration of the effect, lead to weakening of the degree of induction or inhibited the activity of enzymes. Moreover, moderate stresses generally induced the activity of G6PDH, and sharp stresses induced MDHD activity.

The nature of change in dynamics of the activity of G6PDH and MDHD of sprouts of wheat, barley, haricot and chick-pea at their incubation in various concentrations of isocationic Na salt solutions suggests that both enzymes play an important role in adaptation of sprouts to a salinity stress.

Format 60x84 1/16. Tiraj 100 nüsxə

© Bakı Universiteti nəşriyyatı
Bakı, AZ 1148, Z.Xəlilov, 23

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ БОТАНИКИ

На правах рукописи

БАСТИ ГОШУН ГЫЗЫ АСАДОВА

**ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ
НАДФН-ОБРАЗУЮЩИХ ФЕРМЕНТОВ
В НЕКОТОРЫХ ОДНО- И ДВУДОЛЬНЫХ
РАСТЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ СОЛЕВОГО СТРЕССА**

2406.02 – Биохимия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации представленной на соискание
ученой степени доктора философии по биологии

Баку – 2017