

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

RADIASIYA VƏ DUZ STRESLƏRİNİN LOBYA BITKISİNDƏ ENERGETİK MÜBADİLƏ FERMENTLƏRİNİN FƏALLIĞINA TƏSİRİ

İxtisas: 2418.01 – Radiobiologiya

Elm sahəsi: Biologiya

İddiaçı: **Nərmin Rafiq qızı Quliyeva**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş
dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2022

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Radiasiya Problemləri İnstitutunun Radiobiologiya laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbərlər:

Biologiya elmləri doktoru, professor
Elimxan Süleyman oğlu Cəfərov

Biologiya elmləri doktoru, dosent
Həsən Qərib oğlu Babayev

Rəsmi opponentlər: Biologiya elmləri doktoru, professor

Rövşən İbrahimxəlil oğlu Xəlilov

Biologiya elmləri doktoru, dosent
Hüseyn Əzizulla oğlu Abiyev

Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru
Aysel Kərim qızı Cəfərli

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Radiasiya Problemləri İnstitutunun nəzdində yaradılmış birdəfəlik BFD 3.07 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının sədri: Biologiya elmləri doktoru, professor
İradə Nurəddin qızı Əliyeva

Dissertasiya şurasının elmi
katibi: Biologiya elmləri doktoru

Sevil Akif qızı Məmmədli.

Elmi seminarın sədri:

Biologiya elmləri doktoru, professor
Tokay Məhəmməd oğlu Hüseynov

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı. Quraqlıq və şoranlıq kimi amillərin yaratdığı ekoloji problemlər, qlobal ekoloji problem olaraq, bizim ölkəmiz üçün də xarakterikdir. Bu baxımdan bu istiqamətdə aparılan tədqiqat işləri həmişə olduğu kimi bu gün də yüksək aktuallıq kəsb edir. Aparılmış tədqiqat işlərinin nəticələrindən aydın olur ki, Respublikamızda bu və ya digər dərəcədə şoranlaşmaya məruz qalmış torpaqların sahəsi 2007-ci ildə ümumi ərazimizin ~ 46,6%-i təşkil etmişdir ki, bu da ümimilikdə 661,9 min ha sahəni əhatə edir. Bu gün isə əkindən kənarda qalmış torpaqların sahəsi artaraq, ~50.0%-ə çatmışdır¹.

Hesablamalar 2025-ci ildə dünya əhalisinin sayının ~10 milyarda çatacağını göstərir. Əhali artımı ilə qida istehsalı arasında balansın birincilərin xeyrinə dəyişməsi təxirəsalınmaz tədbirlərin həyata keçirilməsini tələb edir. Qlobal miqyasda yarana biləcək belə bir təhlükədən sovuşmağın bir yolu seleksiya üsulu ilə şoranlığa və quraqlığa davamlı bitkilər almaqla, quraq və şoran torpaqları yüksək iqtisadi gəlir gətirə bilən kənd təsərrüfatı obyektlərinə çevirməkdən ibarətdir². Bunun üçün isə populyasiyadan tutmuş molekullara qədər müxtəlif səviyyələrdə bitkilərin ətraf mühitin şoranlıq və quraqlıq kimi ekstremal amillərinə davamlılığının biokimyəvi mexanizmlərini öyrənmək lazımdır³

Toxum maddələr və enerji mübadiləsinin sükunət halında olduğu orqan olmasına baxmayaraq, onlarda saxlanılan genetik inkişaf proqramı şərait yarandıqda fəallaşaraq toxumun inkişafına səbəb olur. Toxumlarının inkişafının stimullaşdırılması üçün kimyəvi, bioloji vasitələrlə müqayisədə ekoloji təmiz, təhlükəsiz və

¹ Məmmədov Q. Torpaqşünaslıq və torpaqların coğrafiyasının əsasları. Bakı: Elm, 2007, 664 s.

² Dyson, H.I.T. Population and food. Global trends and future prospects // European Journal of Population, - 1999, 15, - p. 203-204.

³ Bais, A.F. Environmental effects of ozone depletion, V radiation and interactions with climate change / A.F.Bais, R.M.Lucas, J.F. Bornman, [et al.] // Photochemical and Photobiological Sciences, - 2018, 12, - p. 127-179.

ucuz başa gələn fiziki vasitələrə üstünlük verilir. Bunun səbəbi γ -şüalanmanın kiçik dozalarda toxumların emalı zamanı onların zədələnməsinin qarşısının alınması, əkin materialının yüksək dərəcədə zərərsizləşdirilməsi, induksiya olunmuş mutasiyanın olmaması, stimullaşdırıcı effektin olması və enerji sərfinin azaldılması kimi üstünlüklərə malik olmasıdır.

Bitki toxumlarının səpindən əvvəl stimullaşdırıcı dozalarda γ -şüalarla işlənməsi genetik inkişaf proqramını dəyişdirməsə də onun enerjisi requlyator sistemlərinə təsir etməyə kifayət edə bilər. Bu isə, öz növbəsində, inkişaf proqramının reallaşmasını sürətləndirməklə ontogenezin ilkin fazalarının keçməsinə sürətləndirir, bitkinin yetişmə müddətini qısaldır, əlverişli şəraitlərdə məhsuldarlığı artırmaqla onun keyfiyyət göstəricilərini yaxşılaşdırır⁴.

Məlumdur ki, hüceyrə metabolizmində stressə uyğunlaşma əlamətlərinin yaranmasında C_4 üzvi dikarbon turşularının çevrilməsini təmin edən ferment sistemləri mühüm rol oynayır. Bunu nəzərə alaraq, təqdim olunan dissertasiya işində müxtəlif radiasiya dozalarında və duz qatılıqlarında becərilmiş lobya bitkisinin yarpaqlarında lipidlərin peroksidləşmə reaksiyalarının (LPO) məhsulu olan malondialdehidinin (MDA) miqdarı, H_2O_2 -nin zərərsizləşdirilməsi funksiyasını yerinə yetirən katalaza (KAT) fermentinin aktivliyi C_4 -dikarbon turşularının metabolizmində mühüm rolu olan piruvatkinaza (PK), oksalasetatdekarboksilaza (OAD), NAD-malatdehidrogenaza (NAD-MDH) fermentlərinin aktivliyi və kökdə H^+ -nasosların aktivliyi ilə birgə öyrənilmişdir.

İşin məqsədi və vəzifələri. İşin əsas məqsədi səpindən əvvəl stimullaşdırıcı dozalarda γ -şüallarla işlənmiş lobya toxumlarının duz stressi şəraitində becərməsindən alınan bitkilərin yarpaqlarında energetik mübadilə fermentlərinin, eyni zamanda kiçik və irimolekuly antioksidantların tədqiqi əsasında onların adaptiv proseslərdə rolunu öyrənməkdən ibarətdir.

Məqsədə çatmaq üçün qarşıya aşağıdakı vəzifələrin yerinə

⁴ Чурюкин Р.С., Гераськин С.А. Влияние облучения ^{60}Co семян ячменя на развитие растений на ранних этапах онтогенеза. Радиация и риск. 2013, т.22, №3, с. 80-92

yetirilməsi qoyulmuşdur:

- duz və radiasiyanın ayrılıqda və birgə təsiri şəraitində yetişən lobya cücərtilərində morfo-biometrik dəyişkənliklərin öyrənilməsi;

- duz və radiasiyanın ayrılıqda və birgə təsiri şəraitində yetişən lobya bitkisinin yarpaqlarında fotosintezin piqmentlərinin və MDA-nın miqdarının tədqiqi;

- duz və radiasiyanın ayrılıqda və birgə təsiri şəraitində yetişən lobya bitkisinin yarpaqlarında KAT, PK, NAD-MDH, OAD fermentlərinin aktivliyinin tədqiqi;

- duz və radiasiyanın ayrılıqda və birgə təsiri şəraitində yetişən lobya bitkisinin yarpaq toxumalarında adenin nukleotidlərinin və nikotin kofermentlərinin miqdarının tədqiqi;

- duz və radiasiyanın ayrılıqda və birgə təsiri şəraitində yetişən lobya bitkisinin yarpaqlarında mübadilə yollarının fermentləri ilə kök hüceyrələrində H^+ -nasosların aktivliyinin müqayisəli tədqiqi;

- duz stresi şəraitində şüalanmış toxumlardan inkişaf edən lobya bitkisinin yarpaqlarında energetik mübadilə fermentlərinin yüksək aktivliyini müəyyən edən radiasiya dozalarının və duz qatılıqlarının optimal həddlərinin müəyyənləşdirilməsi.

İşin elmi yenilikləri. İşdə, ilk dəfə olaraq, lobya bitkisində:

- vegetasiyanın ilkin dövrlərində, radiasiya, duz streslərinin ayrılıqda və birgə təsirləri şəraitində biometrik göstəricilərin, yarpaqlarda aralıq metabolitlərin, adenin nukleotidlərin və nikotin kofermentlərin, fotosintez piqmentlərinin miqdarının, antioksidant müdafiə sistemi və metabolik yolların fermentlərinin və kök sistemlərində H^+ -nasosun aktivliyinin dəyişməsinə əsasən bitkinin stres şəraitinə adaptiv reaksiyaları müqayisəli öyrənilmişdir;

- ontogenezin ilkin dövrlərində antioksidant sistemin və metabolik yolların fermentlərinin aktivliyinin dəyişməsinə əsasən fotosintez və tənəffüs kimi energetik proseslərin intensivliyinin ikili stres şəraitində dəyişməsinə dair fikir söylənilmişdir;

- duz stresi şəraitində kök hüceyrələri membranlarında lokalizasiya olunan H^+ -nasoslarının aktivliyi ilə yarpaqlarda

metabolik yolların fermentlərinin aktivliyinin dəyişməsi arasında korrelyasiyanın mövcudluğu aşkar olunmuşdur.

İşin nəzəri və praktik əhəmiyyəti. Alınmış nəticələrdən bitkilərin stresə adaptasiyası mexanizmlərinin tədqiqində məlumat bazası kimi istifadə edilə bilər. Alınan nəticələrdən toxumların səpindən əvvəl γ -şüalarla işlənməsinin duz stressi şəraitində bitkilərin böyümə və inkişafının stimullaşdırılması kimi praktiki işlərdə istifadə edilə bilər. Alınan nəticələrdən ətraf mühitin müxtəlif stres amillərinin təsirinə davamlı və məhsuldar bitki sortlarının yaradılması zamanı dəyərli nəzəri mənbə kimi istifadə edilə bilər. Nəticələrdən universitetlərdə biokimya, bitki fiziologiya üzrə ixtisas kurslarının tədrisində istifadə etmək olar.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar.

1. Radiasiya və duzun ayrılıqda və birləşmə təsiri ilə lobya bitkisinin tam və vegetativ orqanlar səviyyəsində biometrik göstəricilərində baş verən dəyişikliklərlə doza həddləri və şüalanma-duz rejimləri arasında müəyyən əlaqə vardır.

2. Ontogenezin ilkin mərhələlərində lobya bitkisinin radiasiya və duz stresslərinə adaptasiyasında antioksidant müdafiə sistemi ilə energetik mübadilə fermentləri uzlaşdırılmış fəaliyyət göstərir.

3. Radiasiya və duzun müxtəlif kombinasiyalarında lobya köklərində mineral qidalanma ilə yarpaqlarda baş verən fizioloji-biokimyəvi proseslər arasında adekvat qanunauyğunluq vardır.

4. Şüalanma dozası və NaCl-un 50 Qr + (10-50) mM kombinasiyasında yaratdığı stimullaşdırıcı təsir effekti lobya bitkisinde fotosintetik pigmentlər, adenin nukleotidləri, nikotin kofermentləri, MDA, zülalların miqdarı və KAT, PK, NAD-MDH, OAD, H^+ -nasosların aktivlikləri səviyyəsində induktiv mexanizmlər yaradır.

5. Şüalanmış toxumlardan yüksək duz qatılığında yetişən bitkilərdə fotosintezin intensivliyində baş verən dəyişikliklər xloroplastların miqdarının azalması, xlorofillazanın hidrolitik aktivliyinin artması və xlorofil-zülal kompleksinin parçalanması ilə əlaqədardır.

İşin aprobeiasiyası. Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıda

göstərilən bir neçə beynəlxalq və respublika konfranslarında müzakirə olunmuşdur: Akademik C.Ə.Əliyevin 90 illik yubileyinə həsr olunmuş “Innovations in Biology And Agriculture to Solve Global Challenges” konfransı (Bakı, 2018); Межд. Конф. “Эколог. Промыш. и Энергетич. безопасность” beynəlxalq konfransı (Sevastopol, 2019); VIII съезд по Радиобиологии (Moskva 2021); “Modern Information, Measurement And Control Systems: Problems And Perspectives” konfransı (Bakı, 2020), “Biologiyada elmi nəliyyətlər və çağırışlar” mövzusunda X Beynəlxalq konfrans (Bakı, 2021); International Scientific-Practical Conference “Soil-ecological problems of agrocenoses and ways to solve them” (Baku,2021), IV межд. научно-практ. Конф. «Совр. проблемы радиобиологии, радиоэкологии и агроэкологии» (Обнинск 2021). İş həmçinin də AMEA Radiasiya Problemləri və Genetik Ehtiyatlar İnstitutlarında keçirilən elmi seminarlarda müzakirə olunmuşdur.

İşin nəşri. Yerli və beynəlxalq jurnallarda dissertasiya işinin yekun nəticələrini özündə əks etdirən 12 elmi əsər nəşr olunmuşdur.

Dissertasiyanın quruluşu və həcmi. Dissertasiya işi giriş (17745), 3 fəsil (205479), yekun (9859), nəticələr (2894), tövsüyələr (1331), istifadə edilmiş ədəbiyyatların siyahısından, əlavələr və ixtisarların siyahısı da daxil olmaqla 178 çap səhifəsindən (237393) ibarətdir. İşdə 3 sxem, 7 şəkil, 4 qrafik, 17 cədvəl və 11 diaqram verilmiş, 8 azərbaycan, 74 rus və 207 xarici ədəbiyyat mənbəyinə istinad olunmaqla, 289 mənbədən istifadə edilmişdir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə mövzunun aktuallığı, işin məqsəd və vəzifələri, elmi yenilikləri, nəzəri və praktiki əhəmiyyəti, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar şərh edilmiş, həmçinin də işin müzakirə edildiyi konfranslar və nəticələrin nəşri haqqında məlumatlar verilmişdir.

Ədəbiyyat xülasəsində dissertasiya işinin mövzusunə dair ədəbiyyat məlumatları təhlil edilmiş və asan mənimsənilən formada sistəmləşdirilmişdir. Ali bitkilərdə radiasiya və uzun təsirinə qarşı yaranan adaptasiyanın müasir səviyyəsi antioksidant, energetik mübadilə fermentlərinin aktivliyinin tənzimlənməsi, ontogenezdə dəyişmə dinamikası, fizioloji funksiyaları, fiziki-kimyəvi və kinetik xassələri ədəbiyyat məlumatları əsasında müzakirə edilmişdir. Ədəbiyyat icmalının sonunda dissertasiyanın mövzusu və tədqiqatın əsas istiqamətləri müəyyən olunmuşdur.

TƏDQIQATIN MATERIAL VƏ METODLARI

Tədqiqat obyektı olaraq, paxlalılar fəsiləsinə (*Fabaceae* L.) aid olan lobyə cinsinin (*Phaseolus* L.) adı lobyə (*Phaseolus vulgaris* L.) növü götürülmüşdür. Yarpaq səthinin sahəsi $S = 0.66 \cdot l \cdot d$ düsturuna əsasən (l-uzunluq, d-isə en), toxumların cücərmə faizi $A = n/m \cdot 100\%$ (A-cücərmə %, n-cücərən toxumların sayı, m-toxumların ümumi sayı) düsturuna əsasən hesablanmışdır. H⁺-nasosların aktivliyi pH-metriya üsulu ilə ölçülmüşdür NAD-MDH aktivliyi⁵, KAT aktivliyi⁶, PK aktivliyi⁷, OAD aktivliyi⁸,

⁵ Scheibe, R. Comparison of NADP-MDH activation, OA reduction and O₂ evolution in spinach leaves / M.Stitt, // Plant Physiol. Biochem., - 1988, 26, - p. 473-481.

⁶ Kumar, C. Changes in lipid peroxidation and lipolytic and free-radical scavenging enzyme during aging and sprouting of potato (*Solanum tuberosum* L.) seed-tubers / N.Knowles, // Plant Physiol., - 1993, 102, - p. 115-124.

⁷ Романова, А. Биохим. мет. изучения автотрофии у мик-ов / М.: Наука, 1980, 160 с.

⁸ Иванишев, В. Биол. знач. мет-ма ОА в хлп С₃-раст. // Физ. раст., 1997, 44, с. 462.

fotosintez pigmentlərinin miqdarı⁹, prolinin miqdarı¹⁰, MDA-nın miqdarı¹¹, H₂O₂-nin miqdarı¹², zülalın miqdarı¹³, adenin nukleotidlərinin və nikotin kofermentlərinin miqdarı spektrofotometrik üsulla təyin olunmuşdur.

Tədqiqatın nəticələrinin analizi zamanı orta riyazi səhvlər və kənarlanmalar ($M \pm m$) nəzərə alınmış, $P < 0,05$ -nin səviyyəsi dürüstlük əmsalı kimi qəbul olunmuşdur.

ALINAN NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN ANALİZİ

3.1. Radiasiya və duz streslərinin lobya bitkisinin biometrik göstəricilərinə təsiri. Nəticələrdən aydın olmuşdur ki, lobyanın 1-3 günlük cücərtilərində toxumların cücərmə faizi bütün şüalanma dozalarında kontrolla müqayisədə ~1.6 dəfə yüksək olur. 5 günlük cücərtildə cücərmə faizi şüalanma dozasından, demək olar ki, asılı olmur və hər iki variantda təxminən eynidir. Müəyyən olunmuşdur ki, Co-60 radio izotopunun yaratdığı γ -şüalarla işlənmiş lobya toxumlarının cücərtilərində bitkinin inkişaf mərhələlərindən asılı olaraq radiasiya kiçik dozalarda (1-50 Qr) bitkinin böyümə və inkişafına stimullaşdırıcı, yuxarı dozalarda (100-300 Qr) isə, əksinə, inhibirləşdirici təsir edir. 5 günlük bitkilərdə 100 Qr şüalanma dozası bitkinin inkişafını əhəmiyyətli dərəcədə ləngidir, 200 Qr şüalanma dozasında bu ləngimə daha da

⁹ Sims, D. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages / J.Gamon, // Remote Sensing of Environment, - 2002, 81, - p. 337-354.

¹⁰ Bates, L.. et al. Rapid det-tion of free proline for water-stress studies // Plant and Soil, - 1973, 39, - p. 205-207.

¹¹ Hodges, D.M. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds / J.M.DeLong, C.F.Forney, [et al.] // Planta, - 1999, 207, - p. 604-611.

¹² Velikova, V. et al. Oxidative stress and some antioxidant sistems in acid rain-treated Bean plants: Protective role of exogenous polyamines // Plant Science, 2000, 151, p. 59-66

¹³ Sedmak, J.J. A rapid, sensitive, and versatile assay for protein using coomassie Brilliant Blue G-250 / S.E. Grossberg, // Annals of Biochem., - 1977, 79, - p. 544-552.

artır, 300 Qr-də isə toxumlar, demək olar ki, cücərmir. Daha dəqiq desək, 100 Qr-ə bərabər dozada yarpaqların uzunluğu kontrolla müqayisədə ~30%, 200 Qr dozada isə ~70% kiçilmiş olur. 10 günlük cücərtildə isə bitkinin böyümə və inkişafı 1-50 Qr şüalanma dozalarında sürətlənir, 15 günlük cücərtildə isə 5 Qr şüalanma dozasında inkişaf daha da intensivləşir. 5 Qr dozada yarpaqların çəkisi də kontrolla müqayisədə 10 günlük cücərtildə ~20% və 15 günlük cücərtildə ~30% artır, 100-200 Qr dozalarda isə, əksinə, azalma baş verir.

Böyük ehtimalla bu şüalanma dozası bitkinin böyümə və inkişafına cavabdeh olan genləri fəallaşdırmaq yolu ilə metabolizmi sürətləndirərək biokimyəvi göstəricilərin və bioloji məhsuldarlığının yüksəlməsinə səbəb olur. Deməli, alınan nəticələrə əsaslanmaqla, hesab etmək olar ki, bitkilərin toxumlarını seçilmiş optimal dozalarda şüalandırmaqla onların böyümə və inkişafını sürətləndirmək, məhsuldarlığı artırmaq, məhsulun keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq, vegetasiya müddətini isə qısaltmaq mümkündür.

Radiasiyanın təsirinə uyğun olaraq 200, 300 mM duz bitkinin böyümə və inkişafını ləngitdiyi halda 1, 5, 10 mM NaCl yarpaq və gövdənin böyümə və inkişafını sürətləndirir, kökün inkişafını isə ləngidir. Bitkinin tam inkişafı vegetasiyanın 10-cu günü 5-ci günlə müqayisədə ~1,32, ~1,15 (kökdə) və ~1,22 (yarpaqda) dəfəyə, vegetasiyanın 15-ci günü isə 5-ci günlə müqayisədə, uyğun olaraq, ~1,3, ~1,64, və ~1,49 dəfə böyük olmuşdur. Alınan nəticələr göstərir ki, kökün və yarpağın böyüməsi inkişafın ilk 10 günü müddətində daha sürətlə getməsinə baxmayaraq inkişafın sonrakı 5 günü ərzində ~15% zəifləmişdir.

Məlum olmuşdur ki, 5 günlük cücərtildə kontrolda L_y/L_k nisbətinin 1.16-a, 50 mM NaCl variantında isə bu nisbət artıraraq 2.84-ə bərabər olması bu duz konsentrasiyasında yarpağın uzunluğunun kökün uzunluğundan daha intensiv inkişaf etməsini göstərir. Deməli, stres şəraitdə bitki metabolizmində yaranan modifikasiyalar, hər şeydən öncə onların morfo-biometrik göstəricilərinin dəyişmə dinamikasında özünü göstərir.

3.2. Lobyə yarpaqlarında zülalların miqdarının radiasiya və duz stresləri şəraitində tədqiqi. Lobyə yarpaqlarında radiasiya

dozaları və duz qatılıqlarından asılı olaraq, bitkinin inkişafının ilk 5 günü zülalların ümumi miqdarı 50-100 Qr dozalarda tədricən artmış və 10 günlük bitkilərdə 10 və 50 Qr, 15 günlük bitkilərdə isə 1 və 5 Qr radiasiya dozalarında artım daha da sürətlənmişdir. Alınan nəticələr bitkilərin yaşı ilə şüalanma dozaları arasında əks əlaqənin olmasını göstərir. Beləliklə daha yaşlı bitkilərdə aşağı radiasiya dozalarında zülalların sintezi intensiv olur. Duz qatılıqlarında buna oxşar nəticələr alınmışdır.

3.3. Lobyə yarpaqlarında piqmentlərin miqdarının radiasiya və duz stresləri şəraitində tədqiqi. Müəyyən olunmuşdur ki, lobyə yarpaqlarında xlorofillərin cəmi 50 mM NaCl qatılığında inkişafın 10-cu günü 5-ci günlə müqayisədə 2,73, 15-ci günü 5-ci günlə müqayisədə isə 2,9 dəfə artmış, 100 mM NaCl-da isə azalmışdır. Xlorofil *a/b* nisbəti isə kontrol variantlarda 5, 10 və 15-ci günlər, uyğun olaraq, 1,06, 1,77 və 1,65 dəfəyə bərabər olmuşdur. Bu nisbət inkişafın ilk 5 günü ərzində 1-100 mM NaCl qatılıqlarında vahiddən böyük olması lobyə yarpaqlarında xl *a*-nın miqdarca xl *b*-dən yüksək olduğunu göstərir. Bu nisbətin yüksək olması daha çox 10-50 mM NaCl qatılıqlarında müşahidə olunmuşdur. Xl *a/b* nisbətinin yüksək olduğu variantlarda fotosintezin sürəti və energetik mübadilənin fermentlərinin aktivliyi də yüksək olur. Bizim təcrübələrimizdə stressorun təsirindən xl *a*-nın miqdarının xl *b*-yə nisbətən azalmasını xl *b*-nin toplanması ilə izah etmək və bunu FS II-nin piqment tərkibi ilə əlaqələndirmək olar. Məlumdur ki, xl *b* udulan işıq enerjisini FS II-nin reaksiya mərkəzinə ötürən II işıq toplayan kompleksin tərkibinə daxildir. Xl *b*-nin az bir hissəsi isə FS I və FS II-nin reaksiya mərkəzini təşkil edən kompleksə daxildir. Xl *b* və II işıq toplayan kompleksdən ibarət olan kompleks FS I, FS II -nin RM-nə daxil olan işıq enerjisi axınının tənzimlənməsində və fotosintetik aparatın xarici şəraitə adaptasiyasında mühüm rol oynayır¹⁴. Duzun qatılığının 100 mM-dək artması və stresin təsir müddətinin uzanması (10-15 gün) Kar-in miqdarının artmasına, MDA-nın miqdarını isə azalmasına səbəb olur. Xl $(a+b)/kar$

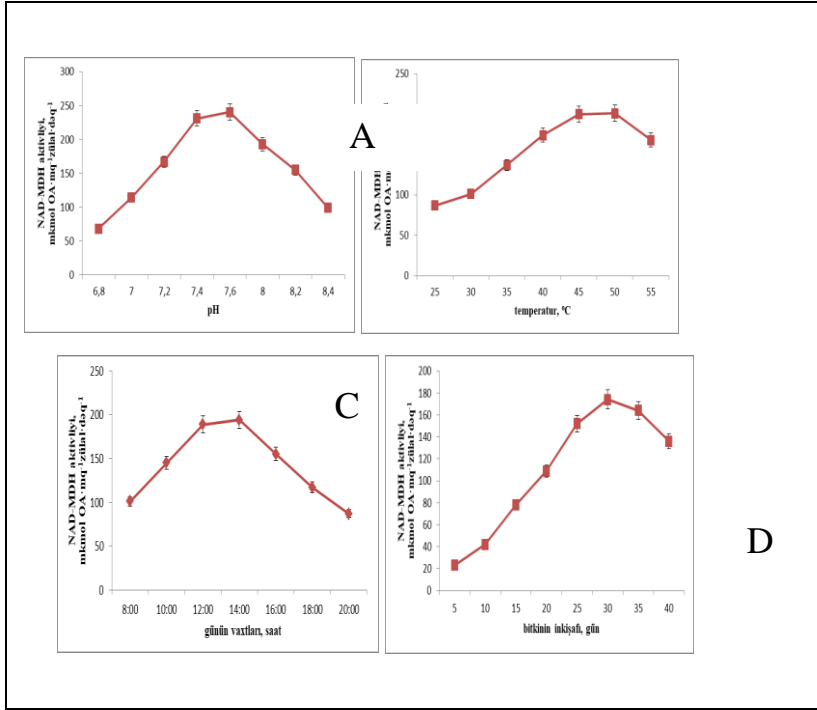
¹⁴ Bassi, R. Chlorophyll binding proteins with antenna function in higher plants and green algae / R.Bassi, F.Rigoni, G.M.Giacometti // Photochem. Photobiol., - 1990, 52, - p. 1187-1206.

nisbətinin azalması karotinoidlərin miqdarının artması hesabına baş vermişdir ki, bu vəziyyətlə bitki stresə qarşı davamlı olur.

Alınan nəticələrə əsasən hesab etmək olar ki, kontrol və təcrübə bitkilərinin yarpaqlarında radiasiyanın təsiri ilə xlorofillərin molekul strukturunda baş verən dəyişikliklər, duz stresində isə osmotik şok altında yarpaqlarda xloroplastların parçalanması fotosintez və tənəffüs proseslərində müəyyən fərqlərin yaranmasına gətirib çıxarır. Bu nəticələr və ədəbiyyatda olan məlumatlar “duz mühitində fotosintezin intensivliyinin zəifləməsi yaşıl pigmentlərin miqdarının azalması, xlorofillərin aktivliyinin artması və xlorofil-zülal kompleksinin dağılması hesabına baş verir” fikrini söyləməyə əsas verir.

3.4. Lobyə yarpaqlarında fermentlərinin aktivliyinin tədqiqi üçün optimal şəraitin seçilməsi. Enzimologiyada hər bir fermentin tədqiqi, ilk növbədə, onun aktivliyinin təyini üçün optimal şəraitin seçilməsi ilə başlayır. Bu nöqtəyi-nəzərdən, şəkil 3.1-dən də görüldüyü kimi, NAD-MDH aktivliyi bitkinin inkişafının çiçəkləmə fazasında yarpaqlarda ən yüksək olmuş və yarpaqlar köklə birlikdə vegetasiyanın sonunadək bu aktivliyin müəyyən hissəsini qoruyub saxlaya bilmişdir (şək. 3.1 D).

NAD-MDH mühitin pH-ı 7.5-8.0 (şək. 3.1A), havanın temperatur 45-50°C olanda (şək. 3.1 B) günorta saat 12.⁰⁰-14.⁰⁰ arası (şək. 3.1 C) optimal aktivliyə malik olur. Digər fermentlər üçün bu göstəricilər cədvəl 3.1-də verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi, öyrəndiyimiz fermentlər kataliz proseslərini həyata keçirmək üçün müxtəlif miqdarda substrat (K_m) xərcləyirlər. Onların müxtəlif miqdarda substrat istifadə etmələrinə baxmayaraq, PK istisna olmaqla, V_{max} -ləri təqribən bir-birinə yaxındır. NAD-MDH reaksiyasının məhsulu olan OA OAD reaksiyasının substratı olduğu üçün hər iki fermentin aktivliyi oxşar formada dəyişir.



Şəkil 3.1. Lobyə yarpaqlarında NAD-MDH aktivliyinin homogenizasiya mühitinin pH-ından (A) və havanın temperaturundan (B), günün vaxtlarından (C) və bitkinin inkişaf fazalarından (D) asılılığı.

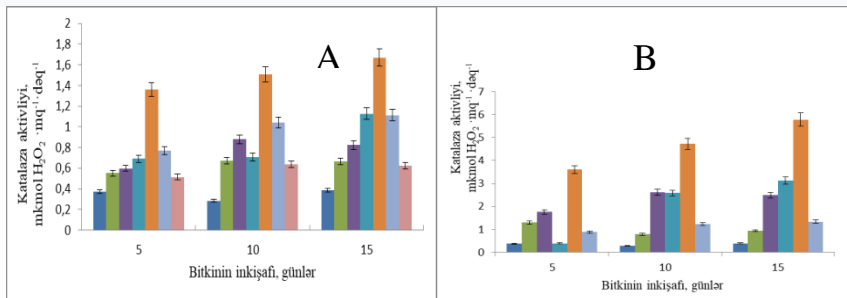
Qeyd edək ki, fermenti fenollu birləşmələrin oksidləşdirici təsirindən qorumaq üçün homogenizasiya mühitinə PV, DTT, merkaptotanol, membranla bağlı zülalların ayrılması üçün 0,5% Triton X-100, ağır metal ionlarının fermentə inaktivləşdirici təsirinin qarşısını almaq üçün 1 mM qatılıqda EDTA əlavə olunmuşdur.

Cədvəl 3.1. Lobyə yarpaqlarında KAT, PK, NAD-MDH və OAD fermentlərinin optimal aktivlik göstəriciləri, kataliz etdikləri reaksiyaların K_m V_{max-1}

Ferment	Dövr, günlər	Günün çağları	pH	T, °C	Kinetik parametrlər	
					K_m	V_{max}
KAT	25-30	11 ⁰⁰ -17 ⁰⁰	7.0-7.2	35-45	7.2	2.5
PK	20-30	15 ⁰⁰	7.4-7.6	30-40	3.3	0.5
NAD-MDH	25-35	13 ⁰⁰ -14 ⁰⁰	7.5-8.0	45-50	22.0	2.0
OAD	30-35	14 ⁰⁰ -16 ⁰⁰	7.0-7.2	35-45	4.0	1.9

Qeyd: K_m -Mixaelis-Menten əmsalıdır-mM, V_{max} -maksimal sürətdir-EU/mq

3.5. Radiasiya və duz streslərinin lobyə yarpaqlarında KAT aktivliyinə təsiri. Növbəti mərhələdə kontrol, 1, 5, 10, 50, 100, 200 və 300 Qr dozalarda şüalandırılmış toxumların və şüalandırılmamış toxumların kontrol, 1, 5, 10, 50, 100 və 200 mM NaCl qatılığında əkilməsindən alınan lobyə bitkisinin yarpaqlarda vegetasiyanın əvvəlində KAT aktivliyi müqayisəli öyrənilmişdir (şək. 3.2).



Şəkil 3.2. Lobyə bitkisinin inkişafının ilk dövrlərində radiasiyanın (A) və duzun (B) KAT aktivliyinin dəyişmə dinamikasına təsiri.

■ -K, ■ -1 Qr, ■ -5 Qr, ■ -10 Qr, ■ -50 Qr, ■ -100 Qr, ■ -200 Qr
 ■ -K, ■ -1 mM, ■ -5 mM, ■ -10 mM, ■ -50 mM, ■ -100 mM

KAT-a dair aldığımız nəticələrə aydınlıq gətirək. Aldığımız nəticələr zaman keçdikcə kontrol bitkilərin yarpaqlarında MDA-nın miqdarının inkişafın 10-cu günü 5-ci günlə müqayisədə 10%, 15-ci günü isə 5-ci günlə müqayisədə 20% azaldığını göstərir. Bu zaman zülalların miqdarı isə bitkinin inkişafının 10-cu günü 5-ci günlə müqayisədə ~2% artsa da, 15-ci günü 5-ci günlə müqayisədə ~2%,

10-cu günlə müqayisədə isə ~4% azalmış olur. H₂O₂-nin miqdarına dair əldə etdiyimiz nəticələrə gəldikdə isə onu qeyd edək ki, bitkinin inkişafının 10-cu günü bu miqdar təxminən sabit qalsa da, 15-ci günü 5-ci günlə müqayisədə ~7% artmış olur. Belə şəraitdə KAT inkişafının 15-ci günü 5 və 10-cu günlə müqayisədə 50 Qr şüalanma dozasında (şəkl. 3.2 A,B) 200 mM NaCl qatılığında ən yüksək qiymət alır.

3.6. Radiasiya və duz streslərinin lobyə bitkisinin yarpaqlarında metabolik yolların fermentlərinin aktivliyinə təsiri. Müəyyən olunmuşdur ki, orqanizmin energetik balansının tənzim edilməsində anaerob oksidləşmənin son məhsulu olan piruvat vacib rol oynayır. Piruvatın metabolizmində OAD, PK, NAD-MDH və s. malat metabolizmi fermentləri birbaşa və dolaylı yolla iştirak etməsi və bu fermentlərin funksiyalarının, bir çox hallarda, oxşar olması piruvatın ətrafında ciddi biokimyəvi mühitin olduğunu göstərir.

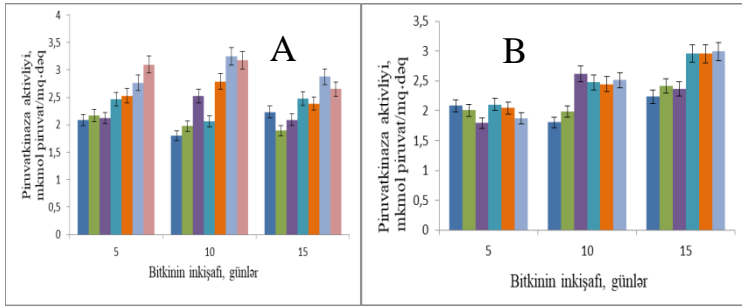
3.7. Lobyə yarpaqlarında PK fermentinin aktivliyinin tədqiqi. Məlum olduğu kimi, bitki toxumalarında enerjinin yaranmasına cavabdeh olan piruvatın əsas hissəsi PK-nın iştirakı ilə FEP-dən sintez edilir. Şəkil 3.3A-dan görüldüyü kimi, PK aktivliyi 5 günlük bitkilərin yarpaqlarında radiasiya fonu yüksəldikcə, tədricən artmış və 200 Qr radiasiya dozasında kontroldan ~1,6 dəbə yüksək olmuşdur. Vegetasiyanın 10-cu günü PK aktivliyinin radiasiya dozalarından asılı olaraq dəyişməsinin kinetikasi 2 piklə xarakterizə olunan siqmoidal əyriyə oxşayır. Bu piklərdən biri PK aktivliyinin 5 Qr, ikincisi isə 100 Qr şüalanma dozasına uyğun gəlir. Bitkinin inkişafının 15-ci günü PK aktivliyinin ümumi spektri az fərqlə 10 günlük cücərilərin yarpaqlarında olan PK aktivliyinin spektrinə uyğun olmuşdur (şəkl. 3.3A).

Bütün bunlar onu deməyə əsas verir ki, radiasiyanın müxtəlif dozaları ilə şüalandırılmış lobyə toxumlarından alınmış cücərilərin ontogenezinin başlanğıc dövrlərində PK aktivliyi 5 günlük bitkilərin yarpaqlarında hiperbola, 10 günlük yarpaqlarda 2 piklə xarakterizə olunan siqmoidal əyri, 15 günlük bitkilərin yarpaqlarında isə 1 piklə xarakterizə olunan parabolik əyri şəklində olur.

Nəticələrdən aydın olur ki, radioaktiv şüalanma bütün dozalarda ilk cücərilərdə PK aktivliyinə stimullaşdırıcı təsir etmişdir

və nəticədə 10 günlük bitkilərdə 5-10 və 100-200 Qr şüalanma dozasında PK kifayət qədər yüksək aktivliyə malik olmuşdur. İnkişafın sonrakı dövrlərində isə sinxron azalma baş vermişdir. PK aktivliyində baş verən bu dəyişmələri radiasiyanın təsirindən toxumların rüşeymində baş verən genetik zədələnmələrlə izah etmək olar.

Şəkil 3.3B-dən 1, 10 və 50 mM NaCl qatılığında təcrübənin ilk günü PK aktivliyi ən yüksək və nisbi bərabər olsa da qalan qatılıqlarda zəif azalma müşahidə olunmuşdur.



Şəkil 3.3..Loby bitkisinin inkişafının ilkin dövrlərində radiasiyanın (A) və duzun (B) PK aktivliyinin dəyişmə dinamikasına təsir

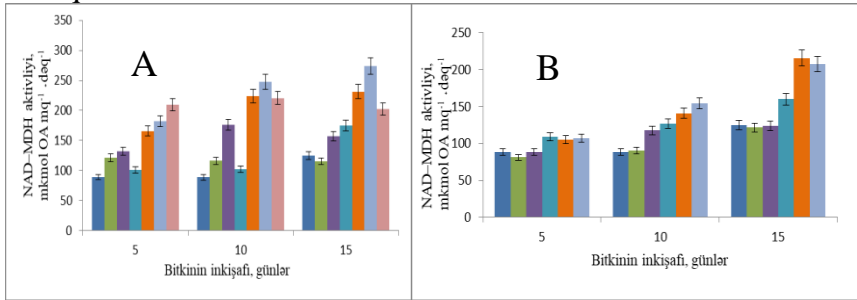
■ -K, ■ -1 Qr, ■ -5 Qr, ■ -10 Qr, ■ -50 Qr, ■ -100 Qr, ■ -200 Qr
 ■ -K, ■ -1mM, ■ -5 mM, ■ -10 mM, ■ -50 mM, ■ -100 mM

PK aktivliyi 10 günlük duz ekspozisiyalarında isə kontrollə müqayisədə tədricən artmış, 5 mM duz qatılığında ən yüksək olmuş və duzun qatılığının sonrakı artımı zamanı isə zəif azalmaqla nisbi bərabər qalmışdır. 15 günlük duz ekspozisiyalarında duzun qatılığının artmasına adekvat olaraq PK aktivliyi də 0,6 dəfə artmışdır. Verilən şəraitdə fermentin aktivliyinin dəyişmə spektri 5 günlük bitkilərin yarpaqlarında siqmoidal əyri ilə, 10 günlük bitkilərin yarpaq hüceyrələrində bir piklə xarakterizə olunan parabola, 15 günlük bitkilərin yarpaqlarında isə hiperbola ilə xarakterizə olunur ki, bu da duzun müxtəlif qatılıqlarının loby toxumlarının rüşeyminə fərqli təsir etdiyini göstərir.

3.8. Loby yarpaqlarında NAD-MDH aktivliyinin tədqiqi.

Məlum olduğu kimi, OA-ın əmələ gəlməsi və çevrilməsi OAD və NAD-MDH fermentlərinin aktivliyi ilə birbaşa bağlıdır. Şəkil 3.4,A-

da təqdim olunan nəticələr radiasiya dozasının (A) dəyişdiyi şəraitdə lobya bitkisinin inkişafının ilk 15 günü ərzində NAD-MDH aktivliyinin fərqli dəyişdiyini göstərir. Başqa sözlə, NAD-MDH aktivliyi bütün şüalanma dozalarında oxşar dəyişmiş, yalnız 200 Qr dozada 10 və 15-ci günlərdə bir qədər azalmışdır. Duz stresi şəraitində də (Şəkil 3.4,B) oxşar dinamika alınmışdır. Belə ki, inkişafının 5, 10 və 15-ci günləri duzların qatılığı artdıqca, fermentin aktivliyi də tədricən artmışdır. Zaman keçdikcə NAD-MDH aktivliyi 15-ci gün 10-cu günlə müqayisədə ~30%, 5-ci günlə müqayisədə isə 43% artmışdır. Əldə olunan nəticələri fermentin katalitik funksiyaları ilə əlaqələndirmək olar.



Şəkil 3.4. Lobya bitkisinin inkişafının ilk dövrlərində radiasiyanın (A) və duzun (B) NAD-MDH aktivliyinin dəyişmə dinamikasına təsiri

■ -K, ■ -1 Qr, ■ -5 Qr, ■ -10 Qr, ■ -50 Qr, ■ -100 Qr, ■ -200 Qr
 ■ -K, ■ -1 mM, ■ -5 mM, ■ -10 mM, ■ -50 mM, ■ -100 mM

3.9. Lobyə yarpaqlarında OAD aktivliyinin tədqiqi.

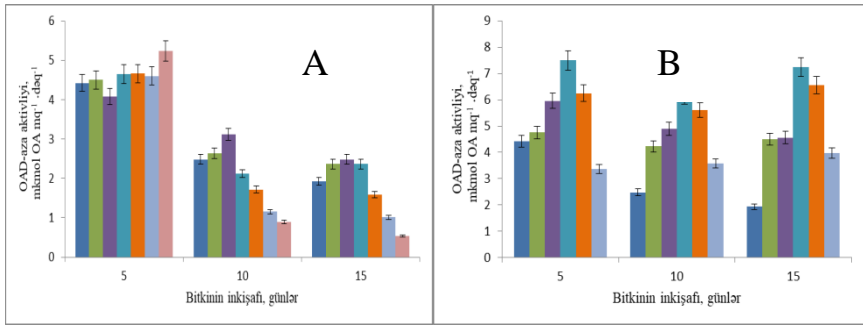
Məlumdur ki, piruvat orqanizmdə lipid, karbohidrat və zülallardan, malat və OA kimi üzvi turşuların, o cümlədən OA, asetil-KoA, malat, qlükoza, laktat və s. kimi maddələrin sintezinə yol açmaqla enerjियaranma prosesində iştirak edir. Piruvat dekarboksilləşərkən asetil-KoA, karboksilləşərkən OA, transaminləşərkən alanin, reduksiya olunarkən isə laktat əmələ gəlir¹⁵.

Bu əlamətlərinə görə piruvatın metabolizmində fəal rol oynayan OAD ilə əlaqədar alınan nəticələr 3.5-cı şəkildə verilmişdir. Şəkil 3.5,A-dan görüldüyü kimi, kontrol və təcrübə variantlarında

¹⁵ Lehninger, A. Principles of Biochemistry / -New York, NY: W.H. Freeman and Company. - 2008, - p. 528.

bitkinin inkişafının ilk 5 günündə 200 Qr dozada OAD ən yüksək aktivlik göstərir. 10 günlük bitkilərin yarpaqlarında OAD aktivliyi 5 günlük bitkilərlə müqayisədə 80-90%, 15 günlük bitkilərdə isə 10 günlük bitkilərlə müqayisədə daha da azalır. Bitkinin inkişafının 15-ci günü isə bütün variantlarda ferment oxşar aktivlik nümayiş etdirmişdir.

Şəkil 3.5B-dən duzun qatılığından və stresin təsir müddətindən asılı olaraq OAD aktivliyinin dəyişməsinin də bütün variantlar üzrə oxşar olması görünür. Bu zaman ən yüksək OAD aktivliyi 5, 10 və 50 mM duz qatılıqlarında qeydə alınmış, 10 mM qatılıqda bu aktivlik cüzi dəyişməklə sonadək dəyişməz qalmışdır.



Şəkil 3.5. Lobyə bitkisinin inkişafının ilkin dövrlərində radiasiyanın (A) və duzun (B) OAD aktivliyinin dəyişmə dinamikasına təsiri

■ -K, ■ -1 Qr, ■ -5 Qr, ■ -10 Qr, ■ -50 Qr, ■ -100 Qr, ■ -200 Qr
 ■ -K, ■ -1 mM, ■ -5 mM, ■ -10 mM, ■ -50 mM, ■ -100 mM

NaCl isə OAD aktivliyinə bitkinin inkişafının ilk günlərindən etibarən təsir etməyə başlayır. Radiasiyanın təsirindən fərqli olaraq, duz stressi zamanı bütün inkişaf mərhələlərində OAD yüksək aktivliyə malik olur ki, bunu da energetik proseslərdə universal substrat kimi piruvata olan ehtiyacla izah etmək olar.

Nəhayət qeyd etmək olar ki, OAD radiasiyanın təsirinə qarşı daha çox həssasdır. NaCl-un müxtəlif qatılıqları şəraitində becərilən bitkilərdə adaptiv proseslər tədricən getdiyindən bitki stres amillərinin təsirinə qarşı daha çox davamlı olur. Hər iki vəziyyətdə OAD energetik məkanda mərkəzi mövqələrdən birini tutmaqla bir-biri ilə bağlı olan metabolik proseslərin qarşılıqlı əlaqəsini təmin edir

və orqanizmin energetik balansının koordinasiya edilməsində əsas rollardan birini oynayır.

3.10. Radiasiya və duz streslərinin lobyə yarpaqlarında adenin nukleotidlərinin və nikotin kofermentlərinin miqdarına təsiri. Energetik proseslərin tənzimində adenin nukleotidlərinin və nikotin kofermentlərinin əhəmiyyətini göstərən nəticələrdən görünür ki, ATF-in miqdarı kontrol variantlarda və 1-100 Qr radiasiya dozalarında zaman keçdikcə tədricən artmışdır. ADF-in miqdarı isə ATF-dən fərqli olaraq, bütün variantlarda kontrol və 1-50 Qr şüalanma dozalarında azalmış, 100 Qr şüalanma dozasında 5, 10 və 15 günlük bitkilərdə nisbi bərabərləşmiş, 200 Qr dozada isə az da olsa, artmışdır. Bununla yanaşı, lobyə yarpaqlarında radiasiya və duz streslərinin təsirindən nikotin kofermentlərinin miqdarı ATF-in miqdarı ilə müqayisədə azalmışdır. Bununla da ADF-in miqdarı ilə NAD^+ , $NADP^+$ -in miqdarının stresin təsirindən dəyişməsində oxşarlıq müşahidə olunmuşdur. Alınan nəticələrə əsasən hesab etmək olar ki, radiasiya və duz streslərində qlikolizin inhibirləşməsi Krebs dövrəsinə ATF-in sintezinin zəifləməsinə səbəb olur ki, bu da toxumaların enerji təminatını azaldır (cədv.3.2).

Radiasiyanın təsirindən fərqli olaraq, NaCl-un müxtəlif qatılıqlarında 5, 10 və 15 günlük bitkilərin yarpaqlarında kontrol və 1-50 mM NaCl qatılıqlarında ATF-in miqdarı tədricən artmış, 100 mM NaCl qatılığında isə təxminən sabit qalmışdır. Bu zaman ADF-in miqdarı duz stressi şəraitində radiasiyanın təsirindən fərqli olaraq, kontrol və 100 mM NaCl variantlarında artmış, duzun 1-50 mM qatılığında isə əvvəlcə artmış, sonra isə azalmışdır.

Cədvəl 3.2. Radiasiya və duz streslərinin lobyə bitkisinin yarpaqlarında adenin nukleotidlərinin və nikotin kofermentlərinin miqdarına təsiri

Variant	Adenine nukleotidinin miqdarı, mkq						Nikotin kofermentlərinin miqdarı, mkq					
	5 gün		10 gün		15 gün		5 gün		10 gün		15 gün	
	ATF	ADF	ATF	ADF	ATF	ADF	NAD^+	$NADP^+$	NAD^+	$NADP^+$	NAD^+	$NADP^+$
	Radiasiya, Qr											
K	58	30	66,5	19,5	76,0	14,0	182	106	180	104	149	76
1	65	29	75,0	25,0	83,0	24,0	183	102	182	101	152	69
5	66	36	67,0	33,0	79,0	26,0	185	103	182	100	152	67
10	64	31	65,0	30,0	67,0	28,0	185	102	184	98	154	64

50	58	17	64,0	15,0	71,0	10,0	200	101	189	96	156	62
100	50	16	57,0	18,0	59,0	13,0	201	89	188	86	156	59
200	40	10	50,0	8,0	50,0	12,0	177	88	173	85	147	58
NaCl, mM												
K	43	15	44,0	16,0	50,0	20,6	154	88	144	84	133	78
1	35	12	45,0	17,0	51,0	17,0	140	85	139	83	131	72
5	39	13	40,0	18,0	48,0	14,0	140	84	136	80	126	69
10	35	8	36,0	17,0	39,0	12,0	144	82	143	78	126	67
50	28	3	29,0	18,0	38,0	12,0	146	83	144	76	125	65
100	26	3	28,0	11,0	33,0	10,0	143	80	142	74	123	62

Qeyd: ATF - adenzintrifosfat turşusu; ADF - adenzindifosfat turşusu; NAD - nikotinamid-adenin dinukleotid; NADF – nikotinamidadenin dinukleotidfosfat. Dəqiqlik göstəricisi 3%-dən aşağıdır.

Alınan nəticələrə göstərir ki, enerjetik proseslər üçün vacib olan ATF, ADF, NAD^+ , NADFH-ın miqdarca dəyişməsi oxşar baş verir. NAD^+ oksidləşərkən enerjinin ayrılması, reduksiyası edərkən isə enerjinin udulması baş verir. Əmələ gələn NADH-lar isə sonradan enerjetik proseslərdə iştirak edirlər. Stresdə NAD^+ və NADF⁺-un molyar miqdarları xeyli dərəcədə artır ki, bu da onların stres şəraitində oksidləşdiyini, NADH və NADFH-ın isə reduksiya olunduğunu göstərir. Bu da adenin nukleotidləri və nikotin kofermentlərinin fəaliyyətində qarşılıqlı uzlaşmanın olduğunu göstərir. Bu nəticələrə əsaslanmaqla hesab etmək olar ki, adenin nukleotidləri və nikotin kofermentləri piqmentlərlə birlikdə radiasiya və duz stresləri şəraitində piruvatın biosintezini həyata keçirən OAD aktivliyini yüksək səviyyədə saxlamaqla, hüceyrədə enerjetik mübadilənin tənzim olunmasında, həmçinin də adaptasiya prosesində iştirak edə bilirlər

3.11. Duz və radiasiya streslərinin lobyə yarpaqlarında KAT, metabolik yolların bəzi fermentlərinin aktivliyinə və kökdə ion mübadiləsinə təsiri. Cədvəl 3.3-də təqdim olunan nəticələrdən aydın olur ki, vegetasiyanın əvvəlində 5, 10 və 50 mM NaCl qatılıqlarında KAT aktivliyi ilə H_2O_2 -nin miqdarı arasında əks əlaqə mövcuddur. 100 mM duz qatılığında isə KAT aktivliyi azalması həm H_2O_2 -nin, həm də MDA-nın miqdarlarının artması fonunda baş verir.

Cədvəl 3.3. NaCl-un müxtəlif qatılıqlarının lobya yarpaqlarında KAT, NAD-MDH, PK, OAD və kök hüceyrələrində H⁺-nasosların aktivliyinə təsiri

NaCl, mM	MDA	H ₂ O ₂	KAT	NAD-MDH	PK	OAD	C _H ⁺
5 günlük cücutilər							
K	132.0±14.3	199,0	0.371±0.14	88.8±9.44	2.1±1.20	4.4±0.65	0,14·10 ⁻⁶
1	129.6±12.7	198,0	1.29±0.37	91.1±11.3	2.5±0.89	4.7±0.81	0,4·10 ⁻⁵
5	147.0±20.8	184,5	1.75±0.81	98.1±14.2	2.8±0.78	5.9±1.16	0,71·10 ⁻⁵
10	162.0±16.7	143,5	2.38±0.16	109.2±15.1	2.1±1.22	7.5±3.39	0,76·10 ⁻⁵
50	172.0±19.1	142,0	3.59±1.01	115.4±18.6	2.1±1.11	6.3±2.43	0,86·10 ⁻⁵
100	177.0±17.8	172,0	0.88±0.92	136.8±20.3	1.9±0.65	3.4±1.77	0,43·10 ⁻⁵
10 günlük cücutilər							
K	130.0±10.3	00,0	0.38±0.07	98.6±14.7	1.8±0.99	2.5±0.92	0,12·10 ⁻⁵
1	132.0±9.82	190,0	1.78±0.28	99.6±15.1	1.9±0.87	4.2±1.18	0,23·10 ⁻⁴
5	134.0±8.78	172,8	2.62±1.08	117.6±21.7	2.6±0.11	4.9±1.15	0,55·10 ⁻⁴
10	146.0±8.98	132,5	2.58±0.98	127.1±20.2	2.5±0.39	6.1±1.47	0,66·10 ⁻⁴
50	151.0±9.76	102,3	4.72±1.76	141.0±23.0	2.5±0.76	5.6±2.41	0,56·10 ⁻⁴
100	139.8±12.9	163,5	1.23±0.11	154.5±19.8	2.5±1.31	3.6±1.23	0,46·10 ⁻⁴
15 günlük cücutilər							
K	129.0±12.4	12,0	0.48±0.31	125.0±17.1	2.2±1.00	1.9±0.59	0,24·10 ⁻⁵
1	148.0±9.32	193,5	1.94±0.32	121.5±14.3	2.4±0.34	4.5±2.11	0,62·10 ⁻³
5	123.0±8.73	158,5	2.89±1.22	123.9±12.9	2.36±1.03	4.6±2.34	0,65·10 ⁻³
10	105.0±9.11	161,0	3.13±1.12	159.9±26.5	2.9±1.12	7.2±2.25	0,79·10 ⁻³
50	105.0±9.13	189,6	5.78±2.43	215.8±25.9	2.9±2.11	6.6±2.24	0,89·10 ⁻³
100	98.5±11.92	154,7	1.34±0.86	247.7±22.2	2.9±0.92	3.9±1.45	0,78·10 ⁻³

Qeyd: KAT - mkmol H₂O₂·mq⁻¹zülal·dəq⁻¹; NAD-MDH - mkmol OA·mq⁻¹zülal·dəq⁻¹; PK - mkmol piruvat·mq⁻¹zülal·dəq⁻¹; OAD - mkmol OA mq⁻¹zülal·dəq⁻¹; C_H⁺ - mkekv/saat, MDA - mM/ml; H₂O₂-mkM/ml; K – kontrol

Bir faktı da qeyd etməyi vacib sayırıq. Belə ki, bitkinin kontrol variantında lobya bitkisinin yerüsrü orqanlarının bioloji göstəriciləri ilə onların kök sistemlərində ion mübadiləsi prosesləri arasında müsbət korrelyasiya olduğu halda, təcrübə variantlarında fərqli mənzərə alınır.

KAT-dan fərqli olaraq, NAD-MDH və PK fermentlərinin aktivlikləri, cədvəldən də görüldüyü kimi, kontroldan başlayaraq, 1-100 mM NaCl qatılıqlarında tədricən artmış və sonda ən yüksək həddə çatmışdır. OAD aktivliyi isə 5, 10 və 15 günlük bitkilərin yarpaqlarında kontroldan başlamış, 100 mM NaCl qatılığı istiqamətində uzun qatılığı artdıqca, tədricən azalmışdır.

Nəticələr radiasiyanın təsirindən MDA-nın miqdarının yüksək radiasiya dozalarında bitkinin inkişaf dövrü uzandıqca, artmasını, H₂O₂-nin miqdarının kontrolda və bütün şüalanma dozalarında

zaman keçdikcə azalmasını, KAT-ın aktivliyinin, kiçik kənaraxımları nəzərə almasaq, artmasını, NAD-MDH aktivliyinin yüksək radiasiya dozalarında daha çox artmasını, PK aktivliyinin isə bitkinin inkişafının 15-ci günü bütün radiasiya dozalarında 5 və 10-cu günlə müqayisədə yüksək olmasını göstərir (cədvəl 3.4).

Bunlardan fərqli olaraq, OAD aktivliyi zaman keçdikcə bütün radiasiya dozalarında 5-ci günlə müqayisədə azalmışdır. Bütün bunların fonunda köklərdə H^+ -nasosların aktivləşməsi nəticəsində rizosfer turşulaşmışdır. Burada radiasiyanın təsirinin stimullaşdırıcı dozası kimi, 10-100 Qr götürülə bilər. Bütün bunların fonunda lobyanın kök hüceyrələrində H^+ -nasoslarının aktivliyi NaCl-un 10-50 mM qatılıqlarında zaman keçdikcə digər variantlarla müqayisədə xeyli dərəcədə artmışdır (cədv. 3.3). Bu nəticələrin əsasında kontrolda lobya bitkisinin yarpaqlarında piruvatın metabolizmində iştirak edən fermentlərlə vegetativ orqanların bioloji göstəriciləri və köklərdə ion mübadiləsi prosesləri arasında müsbət korrelyasiyanın olduğunu söyləyə bilərik. Deməli, lobya bitkisində NaCl-un artan qatılıqlarında vegetativ orqanların inkişafı, fotosintez, tənəffüs, qlikoliz və antioksidant müdafiə sisteminin bəzi fermentləri, aralıq metabolitlər, zülallar, fotosintezin piqmentləri və mineral qidalanma səviyyələrində bir-biri ilə "uzlaşdırılmış" fəaliyyət göstərməklə, stresə qarşı davamlılığın yaranmasına səbəb olurlar.

Cədvəl 3.4. Radiasiyanın müxtəlif dozalarının lobyə yarpaqlarında KAT, NAD-MDH, PK, OAD və kök hüceyrələrində H⁺-nasosların aktivliyinə təsiri

Radia, Qr	MDA	H ₂ O ₂	KAT	NAD- MDH	PK	OA D	C _H ⁺
5 günlük cücərtilər							
K	0.36	109.0	0.37	88.8	2.08	4.43	0,14·10 ⁻⁶
1	0.12	88.5	0.55	121.3	2.17	4.50	0,20·10 ⁻⁵
5	0.11	88.5	0.59	131.9	2.12	4.08	0,32·10 ⁻⁵
10	0.13	72.0	0.69	101.2	2.46	4.65	0,65·10 ⁻⁵
50	0.18	67.5	1.36	165.7	2.53	4.66	0,98·10 ⁻⁵
100	0.14	67.5	0.77	181.8	2.77	4.60	0,44·10 ⁻⁵
200	0.17	65.6	0.51	209.7	3.09	5.24	0,35·10 ⁻⁵
10 günlük cücərtilər							
K	0.33	87.5	0.28	88.6	1.80	2.48	0,12·10 ⁻⁵
1	0.15	75.5	0.67	116.0	1.98	2.64	0,19·10 ⁻⁴
5	0.17	74.5	0.88	176.5	2.52	3.12	0,38·10 ⁻⁴
10	0.54	72.7	0.71	102.5	2.06	2.12	0,48·10 ⁻⁴
50	0.79	66.0	1.51	223.8	2.79	1.72	0,60·10 ⁻⁴
100	0.27	63.0	1.04	247.3	3.25	1.15	0,18·10 ⁻⁴
200	0.19	59.0	0.64	220.8	3.18	0.89	0,12·10 ⁻⁴
15 günlük cücərtilər							
K	0,29	41.0	0.39	124.9	2.23	1.93	0,24·10 ⁻⁵
1	0,44	41.0	0.66	115.4	2.19	2.36	0,30·10 ⁻³
5	0,69	53.0	0.82	157.1	2.09	2.49	0,35·10 ⁻³
10	1,41	51.0	1.13	174.7	2.48	2.36	0,39·10 ⁻³
50	1,15	52.5	1.67	231.4	3.39	1.58	0,43·10 ⁻³
100	1,18	53.0	1.11	274.1	3.88	1.01	0,20·10 ⁻³
200	1.03	54.0	0.63	202.1	2.65	0.54	0,17·10 ⁻³

Qeyd: Dəqiqlik göstəricisi 3%-dən azdır.

3.12. Radiasiya dozalarının və NaCl qatılıqlarının kombinativ təsiri şəraitində lobyə yarpaqlarında fermentlərin aktivliyinin dəyişmə dinamikası. Cədvəl 3.5-də seçilmiş 3 optimal doza (5, 10, 50 Qr) və NaCl qatılıqlarında (1, 5, 10 və 50 mM) ayrı-ayrılıqda əkilmiş və əmələ gələn cücərtilərdə vegetasiyanın ilkin dövrlərinə uyğun nəticələr öz əksini tapmışdır. Aydın olunmuşdur ki, kontrol nümunələrində zülalların ümumi miqdarı 50 Qr + duz kombinasiyalarında ən yüksək olmuş və stresin təsir müddəti uzandıqca azalmışdır. 5 və 10 Qr + duz kombinasiyalarında isə zülalların ümumi miqdarı zaman keçdikcə, artmışdır. H⁺-nasoslarının aktivliyi də 5 və 10 Qr + duz

kombinasiyalarında ən çox olmuşdur. Daha dəqiq desək, H^+ -nasoslarının aktivliyi inkişafın 10-cu günü 5-ci günlə müqayisədə ~25 dəfə, 15-ci günü 5-ci günlə müqayisədə ~30 dəfəyədək artmışdır. 50 Qr + kombinasiyalarında isə 5 və 10 Qr + duz kombinasiyaları ilə müqayisədə təqribən 10 dəfə azalmışdır.

Göründüyü kimi, 50 Qr + 50 mM duz kombinasiyasında H^+ -nasos daha çox aktivləşmiş, prolinin və sintez olunan zülalın ümumi miqdarı artmış, MDA-nın miqdarı isə daha çox azalmışdır. Bu nəticələrə əsasən hesab etmək olar ki, nasosun aktivləşməsi köklərdə ion mübadiləsini sürətləndirməklə, qoruyucu zülalların miqdarını artırır. LPO-nun zəifləməsi və prolinin miqdarca artması isə bitkidə ikili stres şəraitində digər metabolik reaksiyaların optimallaşmasına səbəb olur.

50 Qr + 5 mM NaCl variantında yarpaqlarda karotinoidlərin miqdarı da zaman keçdikcə digər variantlarla müqayisədə daha çox artır. Bu variantlarda, cədvəldən də göründüyü kimi, xl $(a+b)/kar$ nisbəti bitkinin inkişafının 5 günündə ən yüksək (3.37), 15-ci gün isə ən aşağı (0.3) qiymət almışdır. Bu da, xl $(a+b)$ -nin getdikcə azalması, karotinoidlərin miqdarca artması hesabına baş vermişdir. Burada da 50 Qr + 5-50 mM kombinasiyaları optimallaşdırıcı rol oynamışdır. 50 Qr+duz kombinasiyalarında ATF və ADF-in miqdarı 15 günlük bitkilərdə ən yüksək olsa da NAD^+ və NADFH-in miqdarı bütün kombinasiyalarda zaman keçdikcə azalır. Bu, bitkinin streslə mübarizə apararkən enerjinin sintezində mühüm rolu olan NAD^+ və NADFH-in miqdarını optimal saxlamağa çalışmasını göstərir.

İşdə həm də KAT, PK, NAD-MDH və OAD aktivliyinin zamandan asılı olaraq dəyişməsinə baxılmışdır (cədv. 3.6). Cədvəldən göründüyü kimi, KAT aktivliyi ikili stresin təsirinin başlanğıcında 50 Qr + 50 mM duz kombinasiyalarında müəyyən qədər azalsa da, sonra artmışdır. PK aktivliyi isə 5 və 10 Qr + duz kombinasiyalarında zaman keçdikcə azalmış, 50 Qr + duz variantlarında isə artmışdır. OAD aktivliyi bütün radiasiya + duz kombinasiyalarında stresin təsir müddəti uzandıqca, tədricən azalmış, NAD-MDH aktivliyi isə 50 Qr + duz kombinasiyalarında zaman keçdikcə artmışdır.

Cədvəl 3.5. Lobyə bitkisinin ontogenezinin ilkin vaxtlarında yarpaqlarda adenine və nikotin köfermentlərinin miqdarının radiasiyanın müxtəlif dozalarının və duz qatılıqlarının kombinativ təsiri şəraitində dəyişmə dinamikasının tədqiqi

Variant	5 günlük bitki			10 günlük bitki			15 günlük bitki					
	H ⁺ -ATF-aza	C zülal,	MDA Prolin	H ⁺ -ATF-aza	C zülal,	MDA Prolin	H ⁺ -ATF-aza	C zülal,	MDA Prolin			
Kontrol	0.19·10 ⁻⁶	14.78	0.298	19.6	0.32·10 ⁻⁵	15.56	0.25	14.2	0.31·10 ⁻⁵	16.9	0.27	14.9
5 Qr+1 mM	0.09·10 ⁻⁵	13.03	0.095	21.3	0.35·10 ⁻⁴	14.58	0.13	20.2	0.1·10 ⁻³	15.2	0.17	21.3
5 Qr+5 mM	0.22·10 ⁻⁵	13.58	0.143	21.6	0.43·10 ⁻⁴	12.12	0.24	23.7	0.22·10 ⁻³	15.8	0.23	24.8
5 Qr+10 mM	0.62·10 ⁻⁵	13.12	0.166	22.0	0.28·10 ⁻⁴	12.09	0.17	26.9	0.19·10 ⁻³	14.9	0.17	28.1
5 Qr+50 mM	0.71·10 ⁻⁵	14.51	0.169	22.0	0.14·10 ⁻⁴	14.92	0.17	26.8	0.1·10 ⁻³	15.1	0.17	28.8
Kontrol	0.19·10 ⁻⁶	14.78	0.298	19.6	0.32·10 ⁻⁵	15.56	0.25	14.2	0.31·10 ⁻⁵	16.9	0.27	14.9
10 Qr+1 mM	0.65·10 ⁻⁵	14.21	0.127	17.0	0.86·10 ⁻⁵	15.41	0.16	16.8	0.38·10 ⁻³	16.2	0.13	18.2
10 Qr+5 mM	0.71·10 ⁻⁵	14.21	0.162	16.5	0.23·10 ⁻⁵	15.62	0.17	17.1	0.27·10 ⁻³	15.5	0.15	18.1
10 Qr+10 mM	0.86·10 ⁻⁵	14.44	0.177	16.0	0.55·10 ⁻⁴	14.93	0.2	17.6	0.41·10 ⁻³	15.1	0.13	18.8
10 Qr+50 mM	0.88·10 ⁻⁵	14.51	0.181	16.6	0.48·10 ⁻⁴	14.90	0.18	17.6	0.07·10 ⁻³	14.9	0.16	19.4
Kontrol	0.19·10 ⁻⁶	14.78	0.298	19.6	0.32·10 ⁻⁵	15.56	0.25	14.2	0.31·10 ⁻⁵	16.9	0.27	14.9
50 Qr+1 mM	0.91·10 ⁻⁶	17.22	0.223	19.11	0.6·10 ⁻⁴	16.11	0.28	19.6	0.39·10 ⁻³	14.5	0.23	20.7
50 Qr+5 mM	0.81·10 ⁻⁶	17.1	0.247	19.12	0.66·10 ⁻⁴	15.53	0.24	18.7	0.08·10 ⁻³	14.1	0.19	19.9
50 Qr+10 mM	0.86·10 ⁻⁶	16.83	0.279	18.61	0.78·10 ⁻⁴	15.04	0.23	18.4	0.08·10 ⁻³	13.9	0.19	21.7
50 Qr+50 mM	0.86·10 ⁻⁶	16.47	0.296	19.2	0.66·10 ⁻⁴	16.72	0.24	19.2	0.89·10 ⁻³	16.2	0.13	22.1

Qeyd; C_H⁺ - mkekv/saat, H₂O₂-mkM/ml; K – kontrol, MDA-malondialdehid-mM/ml; Dəqiqlik göstəricisi 3%-dən azdır

Cədvəl 3.6 . Lobyə bitkisinin ontogenezinin ilkin vaxtlarında yarpaqlarda KAT, PK, OAD və NAD-MDH fermentlərinin aktivliyinin radiasiyanın müxtəlif

dozalarının və NaCl-un müxtəlif qatılıqlarının kombinativ təsiri şəraitində dəyişmə dinamikasının tədqiqi

Variant	5 günlük bitki				10 günlük bitki				15 günlük bitki			
	KAT	PK	OAD	NAD-MDH	KAT	PK	OAD	NAD-MDH	KAT	PK	OA	NAD-MDH
Kontrol	0.50	2.69	5.63	1.01	0.43	3.02	4.16	0.63	0.59	2.54	2.89	1.16
5 Qr+1 mM	1.28	3.53	8.65	2.32	1.14	3.26	5.83	1.74	1.51	3.08	4.71	1.65
5 Qr+5 mM	2.26	3.66	8.90	2.28	2.31	3.52	7.07	2.60	2.80	3.33	5.16	1.66
5 Qr+10 mM	2.39	3.96	9.50	2.59	2.59	3.84	8.42	2.92	3.31	3.64	7.41	1.94
5 Qr+50 mM	6.42	6.07	14.8	4.26	5.40	5.0	11.63	3.58	6.56	3.87	7.49	2.08
Kontrol	0.50	2.69	5.63	1.01	0.43	3.02	4.16	0.63	0.59	2.54	2.89	1.16
10 Qr+1 mM	1.62	3.76	8.98	1.52	1.33	3.67	3.76	1.56	1.40	3.31	2.97	1.56
10 Qr+5 mM	3.90	4.12	9.23	1.67	3.02	3.58	3.73	1.66	3.20	3.54	3.30	1.83
10 Qr+10 mM	2.69	4.19	9.23	1.78	3.37	3.91	7.49	1.48	3.41	3.87	3.50	2.06
10 Qr+50 mM	5.64	4.29	9.23	1.90	5.84	3.98	7.60	2.15	6.22	3.78	3.56	2.55
Kontrol	0.50	2.69	5.63	1.01	0.43	3.02	4.16	0.63	0.59	2.54	2.89	1.16
50 Qr+1 mM	1.76	2.71	7.18	1.95	1.99	3.40	4.83	2.48	2.47	3.60	4.59	3.18
50 Qr+5 mM	2.56	2.91	8.44	2.12	2.93	3.68	5.0	2.76	3.31	3.78	4.79	3.61
50 Qr+10 mM	2.91	3.15	8.62	2.35	3.42	3.91	6.19	3.13	3.9	4.18	6.06	4.22
50 Qr+50 mM	5.81	3.58	8.93	2.58	6.96	4.07	6.33	3.58	7.15	3.75	5.44	4.44

Qeyd: KAT - mkmol $H_2O_2 \cdot mq^{-1} \cdot zülal \cdot d\acute{e}q^{-1}$; NAD-MDH mkmol $OA \cdot mq^{-1} \cdot zülal \cdot d\acute{e}q^{-1}$; PK-aza - mkmol piruvat $\cdot mq^{-1} \cdot zülal \cdot d\acute{e}q^{-1}$; OAD-aza - mkmol $OA \cdot mq^{-1} \cdot zülal \cdot d\acute{e}q^{-1}$; Dəqiqlik göstəricisi 3%-dən azdır.

Alınan nəticələri ümumiləşdirməklə belə bir yekun nəticəyə gəlmək olar: radioaktiv şüalanma və duzun 50 Qr + 10-50 mM qiymətlərində kombinasiyası stimullaşdırıcı təsir göstərməklə, aralıq metabolitlər, zülallar, pıuqmentlər, adenin nukleotidləri və nikotin kofermentlərinin miqdarı, KAT, PK, NAD-MDH, OAD və H⁺-nasosların aktivliyi səviyyəsində induktiv mexanizmlər formalaşdırır. Bunun nəticəsində isə 5 metabolik yolun kəsişdiyi məkanda funksiyalarını bir-biri ilə uzlaşdırmaqla, onları substratlar və aralıq metabolitlər səviyyəsində əlaqələndirərək müvəqqəti və ya daimi davamlılıq əlamətləri formalaşdırır

NƏTİCƏLƏR

1. Müəyyən edilmişdir ki, lobya bitkisinin inkişafının ilk 10 günü ərzində nisbətən kiçik şüalanma dozaları və duz qatılıqlarında (1, 5, 10, 50 Qr və 1, 5, 10, 50 mM NaCl) xlorofilin miqdarı, yüksək şüalanma dozaları və duz qatılıqlarında (100, 200 Qr və 100, 200 mM) isə karotinoidlərin miqdarı yüksək olur ki, bu da göstərilən piqmentlərin həmin şəraitlərdə qoruyucu funksiyası ilə əlaqədardır.
2. Yüksək şüalanma dozalarında (100-200 Qr) və yüksək duz qatılıqlarında (10-100 mM) PK-nın aktivliyinin stresin təsir müddətindən asılı olaraq artmasının səbəbi stres şəraitində bitkinin piruvata olan ehtiyacının ödənilməsi ilə bağlıdır.
3. Yüksək şüalanma dozalarının (50-200 Qr) və NaCl-un yüksək qatılıqlarının (50-100 mM) stresin təsir müddətindən asılı olaraq NAD-MDH fermentinin aktivliyinə daha çox stimullaşdırıcı təsir göstərməsi aşkar olunmuşdur.
4. Lobyə yarpaqlarında OAD aktivliyinin vegetasiyanın əvvəlində daha yüksək olmasına baxmayaraq, γ -radiasiyanın təsirindən xloroplastların parçalanması nəticəsində zaman keçdikcə zəifləməsi müəyyən olunmuşdur. Duzun təsirinin isə tədricən baş verməsi OAD aktivliyinin uzun müddət yüksək səviyyədə saxlanmasını təmin edir.
5. Yuxarı radiasiya dozalarında (100-200 Qr) və duz qatılıqlarında (10-100 mM NaCl) PK və NAD-MDH aktivliyinin zamandan asılı olaraq artması, OAD aktivliyinin isə radiasiyanın təsiri zamanı yalnız vegetasiyanın əvvəlində, duz qatılıqlarının təsirindən isə uzun müddət yüksək səviyyədə saxlanması ilə köklərdəki H^+ -nasoslarının aktivliyi arasında korrelyativ əlaqə tapılmışdır ki, bu da energetik mübadilə, antioksidant sistem səviyyəsində lobyanın stressə qarşı davamlılıq əlamətlərinin yaranmasına kömək edir.
6. Müəyyən olunmuşdur ki, stres şəraitlərində energetik mübadilə fermentlərinin aktivlikləri nikotin kofermentlərinin miqdarının artması ilə artır ki, bu da enerji balansının tənzim

olunmasında effektiv rola malik olur.

7. Müəyyən edilmişdir ki, radiasiya və duzun 50 Qr + 10-50 mM NaCl tərkibdə kombinativ təsiri lobya bitkisinə stimullaşdırıcı təsir effekti yaradır ki, bu da aralıq metabolitlər, zülallar, pigmentlər, adenin nukleotidləri və nikotin kofermentlərinin miqdarı, KAT, PK, NAD-MDH, OAD və H⁺-nasosların aktivliyi səviyyəsində induktiv mexanizmlər formalaşdırır.

TÖVSÜYƏLƏR

1. Radiasiya və duzadavamlı bitki sortlarının seleksiyası zamanı energetik mübadilə yollarının və antioksidant müdafiə sistemi fermentlərinin aktivliyinin dəyişmə dinamikasına dair nəticələrdən marker əlamət kimi istifadə edilməsi müsbət nəticələrə səbəb ola bilər.
2. Ali mədəni bitkilərdə duz stresinə davamlılığı və məhsuldarlığı artırmaq üçün radiasiya və duzun 50 Qr + 50 mM NaCl kombinativ təsirindən alınan cücərtildən istifadə effektiv nəticələrə səbəb ola bilər.
3. Seleksiyaçı alimlər sortu xarakterizə edərkən aşağıdakı nəticələri müsbət əlamət kimi nəzərə almaları məsləhət görülür:
 - yeni sortun yarpaqlarında karotinoidlərin miqdarının dəfələrlə artmasını və xl (a+b)/kar nisbətinin isə dəfələrlə azalmasını;
 - vegetasiyanın əvvəlində H⁺-nasosun aktivliyinin 10 dəfəyədək artmasını və sonra nisbi sabit qalmasını;
 - zülalların ümumi miqdarının 50 Qr+duz kombinasiyalarında artmasını;
 - MDA-nın miqdarının stresin şiddətindən və zamandan asılı olaraq azalmasını, prolinin isə artmasını;
 - ikili stres şəraitində (50 Qr + 50 mM) KAT və PK aktivliklərinin zaman keçdikcə, artmasını, OAD aktivliyinin isə həmin şəraitdə vegetasiyanın əvvəllərində yüksək olmasını, zaman keçdikcə azalmasını, NAD-MDH aktivliyinin isə zaman keçdikcə tədricən artmasını.

Müəllif tərəfindən dərc olunan elmi əsərlərin siyahısı

1. Guliyeva N.R., Orucova J.R., Babayev H.G. The study of biometric indicators of the Bean plant in the condition of salt and radiation stress // Journal of Radiation Researches of ANAS, v. 6, № 1, 2019, p. 70-75
2. Guliyeva N.R., Jafarov E.S., Babayev H.G. Comparative study of catalase, pyruvate kinase, oxaloacetate decarboxylase, NAD-Malate dehydrogenase activities in leaves and activity of H⁺ pumps in roots of *Common bean* plants exposed to salt stress // Advanced Studies in Biology, 2020, v. 12, № 1, p. 1-7 Bolqarıstan
3. Guliyeva N.R., Jafarov E.S., Babayev H.G. Comparative study of the effects of radiation and salt stresses on the activity of oxaloacetate decarboxylase in leaves of *Common bean* // International Journal of Botany Studies. 2020, v. 5, Issue 3, p. 269-273. Hindistan
4. Guliyeva N.R. The effect of various γ -ray doses on the development dynamics of Bean (*Phaseolus*) plants grown from seeds exposed to presowing irradiation // Journal of Radiation Researches of ANAS, 2020, v. 7, № 1, p. 17-26
5. Jafarov E.S., Guliyeva N.R., Babayev H.G., Gojaeva G.A., Mamedova G.A. Role of pre-sowing gamma-irradiation of seeds in the salt-resistance of *Phaseolus vulgaris* L. // Journal of Stress Physiology and Biochemistry, 2020, v. 16, № 3, p. 116-125, Russia
6. Guliyeva N.R. Toxumların qamma şüalanmasının lobya cücərtilərində Piruvatkinaza fermentinin aktivliyinə təsiri. //Gənc tədqiqatçı, 2020, VI cild, № 2, s. 84-91, . Bakı, Azərbaycan,
7. Guliyeva N.R., Jafarov E.S., Babayev H.G. Effect of various radiation doses on the pyruvate kinase activity in *Common bean* Leaves // AMEA-nın Məruzələri, 2020, V. LXXVI, №3-4, s.79-83
8. Guliyeva N.R., Babayev H.G., Jafarov E.S.,. Comparative study of some pyruvate and oxalacetate metabolism enzymes in common bean leaves under combined effect of radiation and salt // International Journal of Botany Studies. 2021, v. 6, Issue 3, p. 485-488. Hindistan
9. Guliyeva N.R. Study of the biometric indicators of Bean with gamma-irradiated seeds. Conference of young scientists and students “Innovations in Biology and Agriculture to Solve Global Challenges” Dedicated to the 90th anniversary of academician Jalal A. Aliyev. Baku, 2018, p.152
10. Кулиева Н.Р., Оруджева Дж.Р. Содержание фотосинтетических пигментов в *Phaseolus vulgaris* L., семена которой подверглись предпосевному γ -облучению // Экологическая, промышленная и

- энергетическая безопасность // Международной научно-практической конференции, 2019, с.900-901, Севастополь.
11. Guliyeva N.R., Jafarov E.S., Babayev H.G. Влияние предпосевного облучения семян на биоморфологические особенности *Phaseolus vulgaris* L., произрастающей в условиях солевого стресса // VIII Beynəlxalq Radiobiologiya Qrultayı, 2021 s.98, Moskva.
 12. Guliyeva N.R., Jafarov E.S., Babayev H.G. Dynamics of the content of photosynthetic pigments in Common bean leaves after pre-sowing treatment of seeds with various doses of γ -radiation. // II Beynəlxalq elmi-praktik konfrans “Modern Information, measurement and control systems: problems and perspectives” 100th anniversary of ASOIU., 2020, s.136-137, Baku.
 13. Кулиева Н. Р., Мамедова Г.А. Сравнительное исследование активности Н⁺- насосов в корнях фасоли в условиях солевого стресса // “Biologiyada elmi nəaliyyətlər və çağırışlar” mövzusunda X Beynəlxalq elmi konfrans. Baku. 2021. s.312-313.
 14. Кулиева Н.Р., Аллахвердиева Л.В., Мамедова Г.А., Гусейнова Ш.А. Зависимости фотосинтетических пигментов от концентрации NaCl и от дозы облучения семян // Современные проблемы радиобиологии, Радиоэкологии и агроэкологии Сборник докладов IV международной научно-практической конференции. Обнинск 2021.с. 54-57
 15. Quliyeva N.R. Duz streslərinin lobya yarpaqlarında oksalasetatdekarboksilaza fermentinin aktivliyinə təsirinin öyrənilməsi //International Scientific- Practical Conference “Soil-ecological problems of agrocenoses and ways to solve them” Baku. 2021,s.59-62.

Dissertasiyanın müdafiəsi 03 iyun 2022-ci il tarixində saat 11-00-da AMEA-nın Radiasiya Problemləri İnstitutunun nəzdində yaradılmış birdəfəlik BFD 3.07 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ1073, Bakı şəh., AZ1143, Bəxtiyar Vahabzadə küçəsi, 9

Dissertasiya ilə AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutunun İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Radiasiya Problemləri İnstitutunun rəsmi internet saytında (<https://www.irp.science.az/>) yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 29 aprel 2022-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 28.04.2022

Kağızın formatı: A5

Həcm: 42191

Tiraj: 100