

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI**  
**A.İ.QARAYEV adına FİZİOLOGİYA İNSTİTUTU**

Əlyazması hüququnda

**AZƏR URŞAN OĞLU EMİNOV**

**AŞAĞI İNTENSİVLİKLİ ELEKTROMAQNİT  
DALĞALARININ QARACİYƏR TOXUMALARINDA MÜMKÜN  
RADIOPROTEKTOR XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ**

2406.02 - Biokimya

Biologiya üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiya işinin

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

**Bakı - 2014**

İş Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası A.İ.Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunun "Fizioloji aktiv maddələrin farmakologiyası" laboratoriyasında yerinə yetirilmişdir.

**Elmi rəhbər:**

Biologiya elmləri namizədi, b.e.i.

**X.F.Babayev**

**Rəsmi opponentlər:**

Fizika-Riyaziyyat elmləri doktoru, professor

**Ə.M.Hacıyev**

Biologiya elmləri doktoru, b.e.i.

**N.O.Qüdrətov**

**Aparıcı təşkilat:**

Ə.Əliyev adına Azərbaycan Dövlət Həkimləri

Təkmilləşdirmə İnstitutunun Mərkəzi Elmi-Tədqiqat Laboratoriyası

Müdafiə " 29 \_\_\_ " \_\_\_10\_\_\_ 2014-cü il saat \_\_\_ -də Azərbaycan MEA-nın A.İ.Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunun nəzdində elmlər doktoru və fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün fəaliyyət göstərən D 01.051 Dissertasiya Şurasının əsasında yaradılmış Birdəfəlik Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1100, Bakı şəhəri, Şərifzadə küçəsi, 2

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan MEA-nın A.İ.Qarayev adına Fiziologiya İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014-cü il tarixdə göndərilmişdir.

**Dissertasiya Şurasının elmi katibi,**

**Biologiya elmləri namizədi**

**Y.O.Bayramova**

## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı.** İonlaşdırıcı və qeyri-ionlaşdırıcı şüaların bütöv orqanizm səviyyəsində, həmçinin də hüceyrə və hüceyrədaxili subfraksiya səviyyələrində təsiri aktual məsələ olub, müasir dövrün ən çox öyrənilən sahələrindən biridir.

Müasir dövrdə sivilisasiyanın inkişafı ətraf mühitin elektromaqnit xarakteristikasının dramatik şəkildə dəyişilməsinə təsir göstərmişdir (Довгуша В.В. и др., 2008). Elektromaqnit şüa mənbələrinin məişətdə və istehsalatda geniş yayılması bu şüaların canlı orqanizmlərə necə təsir göstərməsi ilə bağlı tədqiqatların aparılmasına şərait yaratmışdır. Tərkibinə desimetr, santimetr və millimetr dalğa uzunluğuna malik şüalar daxil olan mikrodalğa diapazonlu elektromaqnit şüalar (EMŞ) böyük əhəmiyyətə malikdir. Məişətdə, hərbi sənayedə və tibbi diaqnostikada bu şüalardan geniş istifadə edilməsi ətraf mühitdə bu cür dalğaların sıxlığının artmasına səbəb olmuşdur.

İonlaşdırıcı şüalanma risklərinin artması, ilk növbədə kanserogen təsirinin yaranması böyük ərazilərin radiasiya çirklənməsi, atom elektrik stansiyalarının qəzaları, radioaktiv maddələrin itkisi və tullantısı, atom silahının və qeyri-mükəmməl texnologiyaların istifadə edilməsi nəticəsində baş verir. Son zamanlar atom energetikasının inkişafı daimi olaraq ionlaşdırıcı şüaların canlı orqanizmlərə təsirinin artmasına səbəb olmuş və milyonlarla insanların səhhəti üçün təhlükə mənbəyinə çevrilmişdir. İonlaşdırıcı şüalar ilə insanların şüalanmasının təhlükə dərəcəsi, həmçinin onların peşələri ilə də bağlıdır. Bu cür təsirə, xüsusilə rentgen aparatı ilə işləyən həkim rentgenoloqlar, stomatoloqlar, elmi-tədqiqat işləri ilə məşğul olan işçilər məruz qalırlar. Bunlarla əlaqədar olaraq, müasir dövrdə ionlaşdırıcı elektromaqnit şüalarının canlı orqanizmlərə zərərli təsirlərinin geniş araşdırılması və ionlaşdırıcı şüalanmadan müdafiənin yeni metod və vasitələrinin işlənilib hazırlanması aktual məsələ hesab edilir. Həmçinin son zamanlar canlı orqanizmlərə aşağı intensivlikli mikrodalğaların antioksidant təsirinin öyrənilməsi məsələsi öz aktuallığı ilə seçilir və buna görə də ionlaşdırıcı şüaların təsiri ilə baş verən zədələnmələrə qarşı bu şüalardan istifadə əlverişli hesab edilə bilər.

EMŞ-nin canlı orqanizmə zərərli təsiri bir çox tədqiqatlarda aşkar olunmasına baxmayaraq, aparılan müxtəlif təcrübələr nəticəsində aşağı intensivlikli mikrodalğaların antioksidant (Исмаилова Л.Ф. и др., 2005), radioprotector (Бабаев Х.Ф и др., 2011), iltihab əleyhinə (Гапеев А.Б. и др., 2011), immunostimulyator (Гойденко В.С. и др., 1984), reparativ,

məlumat-tənzimedicisi (Девятков Н.Д. и др., 1991) kimi bir çox müsbət effektlərə malik olması müəyyən edilmişdir. Aşağı intensivlikli EMŞ antioksidant təsiri sayəsində antioksidant sistemin (AOS) davamlılığını və funksional aktivliyini artırmaqla, lipid peroksidləşmə (LPO) proseslərinin intensivliyini aşağı salır (Кожокару А.Ф., 2008).

Rentgen şüaları isə məlum olduğu kimi, aşağı intensivlikli mikrodalğalardan fərqli olaraq prooksidant təsirə malik olub, sərbəstradikalı LPO proseslərini aktivləşdirir və antioksidantların fəallığını aşağı salır (Holliwel B. et al, 1999). İonlaşdırıcı şüaların təsiri nəticəsində orqanizmdə yaranan patoloji vəziyyət şüaların dozasından asılı olaraq dəyişilir (Климович М.А. и др., 2009).

Mövzunun aktuallığını və aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların stress faktorlara qarşı antioksidant xüsusiyyət daşdığını nəzərə alaraq, tədqiqatlarımızda qaraciyər toxumalarında rentgen şüalarının prooksidant təsiri nəticəsində baş verən dəyişiklikləri aşağı intensivlikli bu şüalar vasitəsilə aradan qaldırılmasının mümkünlüyü araşdırılmışdır.

**Tədqiqat işinin məqsəd və vəzifələri.** Aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların antioksidant və mümkün radioprotektor xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi üçün rentgen şüalarının müxtəlif dozalarından sonra ardıcıl olaraq aşağı intensivlikli desimetr EMŞ-nin tətbiq olunması ilə qaraciyər toxumalarında LPO proseslərində və antioksidant müdafiə sistemində baş verən dəyişikliklərin tədqiqi qarşımıza məqsəd qoyulmuşdur.

Bu məqsədlərə nail olmaq üçün qarşıya aşağıdakı vəzifələr qoyulmuşdur:

1. Rentgen şüalarının 2 Qr, 4 Qr və 6,9 Qr dozalarının və aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların təsiri ilə ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında LPO məhsullarının dəyişmə dinamikasını tədqiq etmək.
2. Antioksidant aktivliyin təyini üçün rentgen şüalarının 2 Qr, 4 Qr və 6,9 Qr dozalarının və aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında reduksiya olunmuş tiol qruplarına, qlutationa və katalaza fermentinin fəallığına təsirini müəyyən etmək.
3. Aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların mümkün radioprotektor xüsusiyyətlərini müəyyən etmək üçün rentgen şüalarının 2 Qr, 4 Qr və 6,9 Qr dozalarının təsirindən sonra aşağı intensivlikli mikrodalğaların ardıcıl təsiri ilə ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında LPO məhsullarının dəyişmə dinamikasını aşkar etmək.
4. Rentgen şüalarının prooksidant təsirindən sonra aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların antioksidant təsirə malik olmasını aşkar etmək məqsədi ilə rentgen şüalarının 2 Qr, 4 Qr və 6,9 Qr dozalarının təsirindən

sonra aşağı intensivlikli mikrodalğaların ardıcıl təsiri ilə ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında reduksiya olunmuş tiol qruplarının, qlutationun miqdarını və katalaza fermentinin aktivliyini tədqiq etmək.

5. Rentgen şüalarının 2 Qr, 4 Qr və 6,9 Qr dozalarının, aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların və hər iki şüalanmanın ardıcıl təsiri zamanı qaraciyər toxumalarında LPO məhsullarının və AOS göstəricilərinin korrelyativ qarşılıqlı əlaqəsini öyrənmək.

**Tədqiqat işinin elmi yeniliyi.** Aparılan tədqiqatlar nəticəsində aşkar edilmişdir ki, bütöv orqanizmə rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsiri zamanı tətbiq olunan dozanın artımından asılı olaraq ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında prooksidant təsir yüksəlmişdir. İonlaşdırıcı şüalardan fərqli olaraq, aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğalar qaraciyər toxumalarında antioksidant müdafiə sistemini gücləndirməklə, oksidləşmə proseslərinin intensivliyini aşağı salmışdır. Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsirindən sonra ardıcıl olaraq aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların tətbiq olunması zamanı isə ilk dəfə olaraq müəyyən olunmuşdur ki, qaraciyər toxumalarında yaranan prooksidant təsirin nəticələrini aşağı intensivlikli elektromaqnit dalğalar vasitəsilə aradan qaldırmaq mümkündür. Həmçinin aşkar edilmişdir ki, aşağı intensivlikli mikrodalğalar rentgen şüalarının dozalarının kiçikliyindən asılı olaraq qaraciyər toxumalarında daha yüksək radioprotektor xüsusiyyətlərə malik olur.

**Tədqiqat işinin praktiki əhəmiyyəti.** Son zamanlar ionlaşdırıcı radiasiyanın ətraf mühitə zərərli təsirinə artdığı bir vaxtda mənfi təsirlərin qarşısının alınması istiqamətində rentgen şüalarının təsirindən sonra ardıcıl olaraq aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların tətbiq olunması ilə alınan nəticələr radiobiologiya sahəsi üçün çox əhəmiyyətlidir. Tədqiqatların nəticələri rentgen şüalarının bioloji sistemlərə neqativ təsirlərinin səbəblərini aşkar etmək və yaranan zərərli təsirlərin aradan qaldırılması üsullarının işlənilib hazırlanması istiqamətində faydalı ola bilər. Həmçinin təcrübələrimiz zamanı istifadə olunan aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların mümkün olan radioprotektor təsirinə stasionar səviyyəsinin müəyyən olunması bu aspekt üzrə inkişafı səciyyələndirə bilər. Qeyd olunan hər iki şüalanmanın ardıcıl təsiri zamanı alınmış nəticələr fizioterapevtik praktikada aşağı intensivlikli bu şüalardan oksidləşmə stressinin yaranması ilə müşayiət olunan müxtəlif patoloji proseslərin, həmçinin də ionlaşdırıcı radiasiyanın təsirinə məruz qalmış xəstələrdə şüa xəstəliyinin müalicə və profilaktikasında istifadə olunmasının mümkünlüyünü şərtləndirir.

### **Müdafiyə təqdim olunan dissertasiya işinin əsas müddələri:**

1. Rentgen şüalarının 2 Qr, 4 Qr və 6,9 Qr dozalarında heyvanlara təsiri prooksidant xarakter daşıyır: LPO proseslərinin səviyyəsi və orqanizmin AOS-nun əsasını təşkil edən tiol qruplarının miqdarı, qlutation sistemi və katalaza fermentinin aktivliyi rentgen şüalarının dozasından asılı olaraq qaraciyər toxumalarında dəyişikliyə məruz qalır.
2. 460 MHs tezlikli aşağı intensivlikli elektromaqnit dalğaları qaraciyər toxumalarında antioksidant xüsusiyyətə malikdir: LPO proseslərinin intensivliyi, reduksiya olunmuş tiol qruplarının, qlutationun miqdarı və katalaza fermentinin aktivliyi dəyişilir.
3. Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsirindən sonra ardıcıl olaraq aşağı intensivlikli desimetr elektromaqnit dalğalarının heyvanlara təsiri zamanı qaraciyər toxumalarında yaranmış prooksidant-antioksidant disbalansın antioksidant istiqamətdə dəyişilməsi baş verir.
4. Aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğalar qaraciyər toxumalarında rentgen şüalarının dozalarından asılı olaraq müxtəlif dərəcədə dəyişilən radioprotektor və antioksidant təsirlərə malikdirlər.

**Tədqiqat işinin aprobasiyası.** Dissertasiya işinin nəticələri, elmi yeniliyi və əsas fikirləri məruzə olunmuşdur: Azərbaycan Fizioloqlar Cəmiyyətinin akad. A.İ.Qarayevin anadan olmasının 100 illiyinə həsr olunmuş IV qurultayında (Bakı, 2010); Akad. A.İ.Qarayevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş "XXI Əsrdə Biologiyanın Aktual Problemləri" mövzusunda Respublika Elmi Konfransında (Bakı, 2010); Конференция молодых ученых, посвященная 85-летию со дня основания Института физиологии им. И.П.Павлова РАН (Санкт-Петербург, Россия, 2010); The 1<sup>st</sup> International Conference on Radiation and Dosymetry in Various Fields of Research (Nis, Serbia, 2012); IV Spanish and Portuguese meeting on free radicals "Redox Signaling and Oxidative Stress in Health and Disease" (Valencia, Spain, 2012); III Конференция молодых ученых и студентов «Экспериментальная и Прикладная Физиология» (Москва, Россия, 2012); VII Международная научная конференция молодых учёных-медиков (Курск, Россия, 2013); IX Международный Междисциплинарный Конгресс «Нейронаука для Медицины и Психологии» (Судак, Украина, 2013)

**Dissertasiya materiallarının nəşri.** Dissertasiya məlumatları haqqında 9 məqalə və 8 tezis olmaqla 17 iş nəşr olunmuşdur.

**Dissertasiyanın quruluşu və həcmi.** Dissertasiya giriş, ədəbiyyat icmal, materiallar və tədqiqat üsulları, tədqiqatların nəticələri, alınmış

nəticələrin müzakirəsi, yekun, nəticələr, praktiki tövsiyələr və istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

İş 156 səhifədən, 9 cədvəl və 15 şəkildən ibarətdir. İstifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısı 2-si azərbaycan, 162-si rus, 95-i ingilis dillərində və 3-ü online material olan 262 mənbədən ibarətdir.

## **TƏDQIQATLARIN MATERIAL VƏ METODLARI**

Tədqiqatlar Vistar xəttindən çəkisi  $180 \pm 20$  qr olan 4 qrupa ayrılmış 220 baş vizual baxımdan sağlam ağ siçovullar üzərində aparılmışdır. I qrup intakt heyvanlardan, II qrup rentgen şüalarının 2 Qr, 4 Qr və 6,9 Qr birdəfəlik dozaları ilə şüalandırılmış 3 yarımqrup kontrol heyvanlardan ibarət olmuşdur. Rentgen şüalanması «RUM-17» cihazında aparılmışdır və şüalanma dozasının gücü - 0,86 Qr/san təşkil etmişdir. III qrup aşağı intensivlikli desimetr EMŞ ilə şüalandırılmış kontrol qrup heyvanlardan ibarət olmuşdur. 460 MHz tezlikli aşağı intensivlikli (20Vt) EMŞ ilə şüalandırma «Volna-2» cihazında 10 gün müddətində hər dəfə 20 dəqiqə olmaqla aparılmışdır. IV qrupa aid olan heyvanlar isə 3 yarımqrupa ayrılmış təcrübi heyvanlardan ibarət olub, rentgen şüalarının 2 Qr, 4 Qr və 6,9 Qr birdəfəlik dozaları və sonra isə ardıcıl olaraq hər dəfə 20 dəqiqə olmaqla 10 gün müddətində aşağı intensivlikli desimetr EMŞ ilə şüalandırılmışdır. Göstəricilər II, III, IV qruplarda şüalanma qurtardıqdan 1 saat, 3 və 6 gün sonra qaraciyər toxumalarında təyin edilmişdir. Hər bir zaman kəsiyində göstəriciləri təyin etmək üçün şüalandırma 10 heyvan üzərində xüsusi silindrik kameralarda aparılmışdır. Beynəlxalq konvensiyaya uyğun olaraq bütün qruplarda eksperiment heyvanlar uretan narkozu vasitəsilə dekapitasiya olunmuş və göstəriciləri təyin etmək üçün qaraciyər ayrılmışdır.

Tədqiqatlar zamanı qaraciyər toxumalarında LPO məhsullarının miqdarı (Asakawa T., Matsushita S., 1980), reduksiya olunmuş müxtəlif sulfhidril qruplarının, qlutationun miqdarının dəyişməsi (Ellman G.L., 1959) və katalaza fermentinin fəallığı (Bergmeyer H.U., 1974) təyin edilmişdir.

Eksperimental məlumatların hesablanması üçün Studentin t-meyarı, eyni zamanda Vilkokson-Manna-Uitninin qeyri-parametrik U-meyarı tətbiq edilmişdir (Лакин Г.Ф., 1990). Tədqiq olunan göstəricilər arasında korrelyativ əlaqə Brave-Pirson üsulu ilə analiz edilmişdir. Nəticələr Microsoft Excel (Office-2007) statistik proqramın köməyi ilə işlənmişdir.

## TƏDQIQATIN NƏTİCƏLƏRİ VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

### *1. Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsirindən sonra aşağı intensivlikli desimetr EMŞ-nin qaraciyər toxumalarında oksidləşmə-reduksiya proseslərinə təsiri*

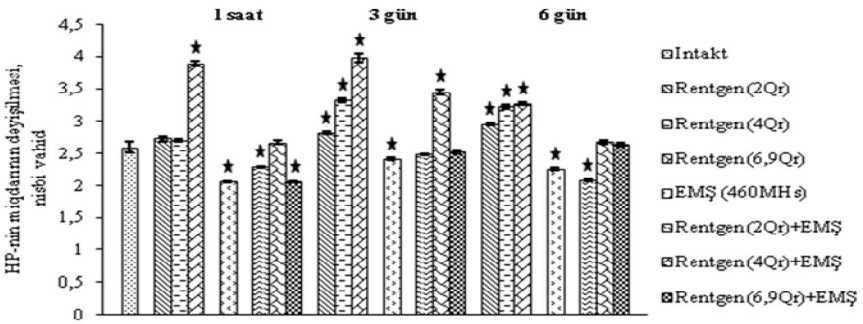
Rentgen şüalarının müxtəlif dozaları ilə apardığımız təcrübələrdə fərqli nəticələr alınmışdır. Aparılan tədqiqatların analizi göstərir ki, rentgen şüalarının 2 Qr dozası ilə təsir zamanı LPO proseslərində aktivləşmə və AOS-da zəifləmə qismən olmuşdur. Şüalanmadan sonra kontrol qrup heyvanların qaraciyər toxumalarında MDA-nın miqdarında dəyişiklik HP-yə nisbətən yüksək olmuş və hər iki göstəricinin miqdarı zaman ötdükcə cüzi şəkildə dəyişilmişdir (şək.1). LPO məhsullarından fərqli olaraq SY-SH qruplarının, GSH-ın miqdarları şüalanmadan 1 saat sonra intakt göstəriciyə nisbətən 19 % aşağı olmuş və zaman keçdikcə bərpa olunmağa başlamışdır (şək.2-3). Katalaza fermentinin aktivliyində də demək olar ki, analoji hal qeydə alınmışdır (şək.4). Bu doza ilə təsir zamanı SD-SH qruplarının miqdarında heç bir dəyişiklik olmamışdır. Bütün bunlar dozadan asılı olaraq oksidləşdirici təsirin zəif olması ilə zülal molekulalarının strukturunun pozulmaması ehtimalını mümkün edir (şək.2).

Rentgen şüalarının 4 Qr dozası ilə təsir zamanı qaraciyər toxumalarında LPO və AOS-da baş verən dəyişikliklərin 2 Qr dozadan fərqli daha güclü olduğu məlum olmuşdur. Bu zaman, yenə də MDA-nın miqdarında dəyişiklik HP-yə nisbətən yüksək olmuş və hər iki göstəricinin miqdarında zaman ötdükcə yüksəlmə baş vermişdir. Belə ki, şüalanmadan 6 gün sonra intakt göstərici ilə müqayisədə MDA və HP-nin miqdarı 40% və 24% yüksək olmuşdur (şək.1). 2 Qr dozada olduğu kimi, 4 Qr doza rentgen şüalarının təsiri zamanı da LPO məhsullarından fərqli olaraq SY-SH qruplarının, GSH-ın miqdarlarında və katalaza fermentinin aktivliyində azalma müşahidə olunmuş və zaman ötdükcə bu göstəricilər qismən artmağa başlamışdır. Buna baxmayaraq, yenə də hər üç göstəricinin miqdarı intakt göstəricidən aşağı olmuşdur (~17%) (şək.2-4). Bu doza ilə də təsir zamanı 2 Qr dozada olduğu kimi SD-SH qruplarının miqdarında nəzərəçarpan dəyişiklik olmamışdır. Ən aktiv dəyişiklik şüalanmadan 3 gün sonra qismən müşahidə olunmuşdur (şək.2).

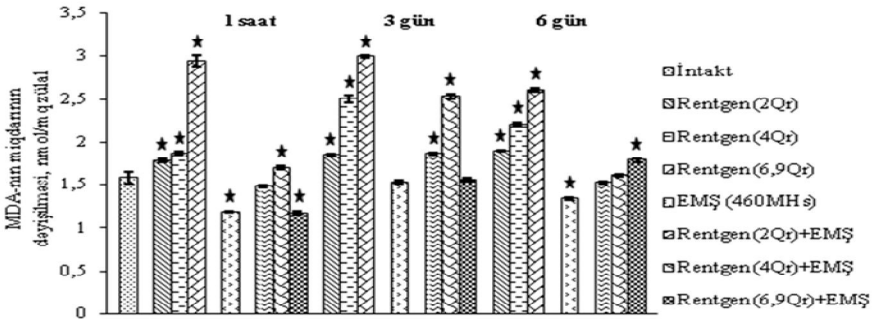
Apardığımız təcrübələrdə kontrol qrup ağ siçovullara 6,9 Qr dozalı rentgen şüalarının təsiri zamanı isə qaraciyər toxumalarında LPO məhsullarının, reduksiya olunmuş tiol qruplarının və katalaza fermentinin miqdarında kəskin dəyişikliklər müşahidə olunmuşdur. 2 Qr və 4 Qr doza



rentgen şüalarının təsiri zamanı olduğu kimi, 6,9 Qr doza ilə də təsir zamanı MDA-nın miqdarı HP-yə nisbətən daha çox dəyişilmiş və intakt göstərici ilə müqayisədə kəskin yüksələrək 2 dəfəyə qədər fərq yaranmışdır (şək.1). Eyni zamanda SY-SH, SD-SH qruplarının, GSH-ın miqdarlarında və katalaza fermentinin aktivliyində kəskin azalma müşahidə olunmuş və hətta 2 dəfəyə qədər aşağı enmə qeydə alınmışdır (şək. 2-4). Lakin digər dozalardan fərqli olaraq, bu doza ilə təsir zamanı reduksiya olunmuş sulfhidril qruplarının, qlutationun miqdarları və katalaza fermentinin aktivliyi zaman ötdükcə daha da azalmağa başlamışdır. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, istifadə olunan dozadan asılı olaraq rentgen şüaları toxumalara müxtəlif səviyyəli oksidləşdirici təsirlər edir və nəticədə sərbəstradikalı proseslər fərqli aktivləşir (Климович М.А. и др., 2009).



a)

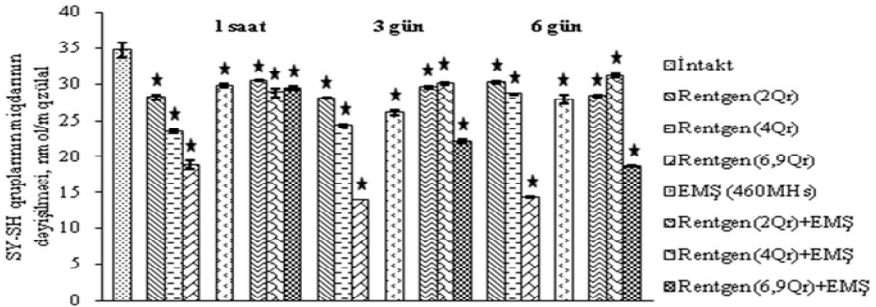


b)

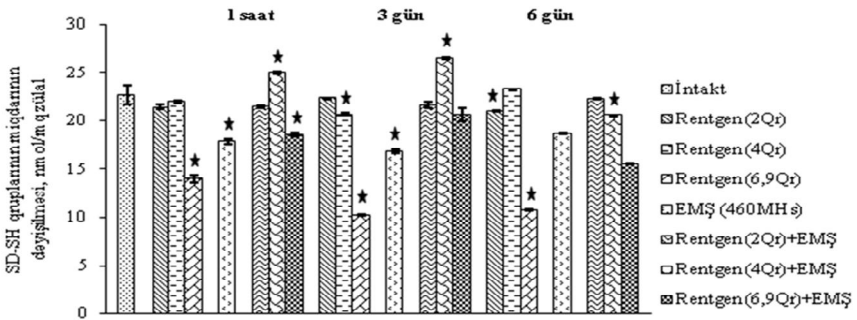
Şək.1. Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının və aşağı intensivlikli desimetr EMS-nin təsirindən sonra ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında HP-nin (a) və MDA-nın (b) miqdarının dəyişmə dinamikası.

Qeyd: burada və sonra intakt göstərici ilə müqayisədə \*-P<0,05.

İonlaşdırıcı radiasiyanın təsiri ilə orqanizmdə LPO proseslərinin aktivləşməsi, antioksidantların qatılığının azalması və bir sıra antioksidant fermentlərin inaktivləşməsi ilə AOS-un zəifləməsi, lipid və zülalların sərbəst radikallarının yaranması baş verir (Holliwel B. et al, 1999; Немцова Е.Р. и др., 2006). Qeyd olunduğu kimi, təcrübələrimizdə də ionlaşdırıcı rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsiri ilə LPO proseslərinin intensivləşməsi və nəticədə də toxumalarda oksidləşmə stressinin inkişaf etməsi ilə AOS-un zəifləməsinin baş verməsi ehtimal olunur.



a)

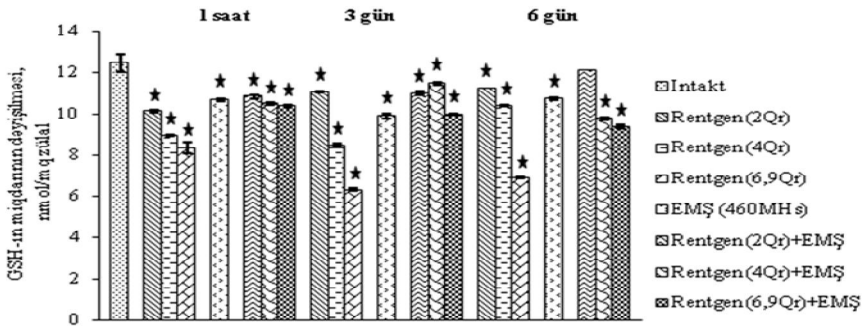


b)

Şək. 2. Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının və aşağı intensivlikli desimetr EMŞ-nin təsirindən sonra ağı şiçovulların qaraciyər toxumalarında SY-SH (a) və SD-SH (b) qruplarının miqdarının dəyişməsi.

Aparduğumuz tədqiqatlar nəticəsində aşağı intensivlikli desimetr EMŞ-nin qaraciyər toxumalarında antioksidant təsirə malik olduğu aşkar

edilmişdir. Məlumdur ki, aşağı intensivlikli desimetr EMŞ AOS-u stimule etmək və LPO məhsullarının aktivliyini sürətlə aşağı salmaq xüsusiyyətinə malikdir (Achudume A. et al., 2010). Uyğun olaraq təcrübələrimizdə aşağı intensivlikli mikrodalğalar qaraciyər toxumalarında LPO proseslərinin intensivliyini aşağı salır. Yəni HP və MDA-nın miqdarları şüalanmadan sonra etibarlı dərəcədə aşağı olmuşdur, xüsusilə də 1 saat və 6 gündən sonra təyin zamanı hər iki göstəricinin bu şəkildə dəyişməsi qeydə alınmışdır (şək.1). LPO proseslərinin intensivliyinin azalması ilə yanaşı olaraq, aşağı intensivlikli desimetr şüaların təsiri ilə reduksiya olunmuş tiol qruplarının və qlutationun miqdarında qismən əhəmiyyətsiz azalma müşahidə olunmuşdur (şək.2-3). Həmçinin bu şüaların təsirindən sonra qaraciyər toxumalarında katalaza fermentinin aktivliyinin təyini göstərmişdir ki, bu fermentin də fəallığında qismən azalma müşahidə olunur. Lakin sonra zaman ötdükcə onun miqdarı intakt göstərici səviyyəsinə qalxmışdır (şək.4).



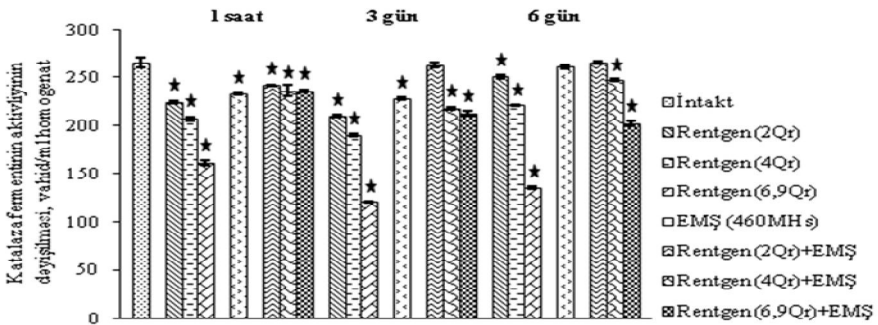
Şək. 3. Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının və aşağı intensivlikli desimetr EMŞ-nin təsirindən sonra ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında reduksiya olunmuş qlutationun miqdarının dəyişmə dinamikası.

Aşağı intensivlikli EMŞ sərbəst radikalların son dərəcədə kiçik konsentrasiyasının əmələ gəlməsini induksiya edir və bu zaman, hətta kimyəvi reaksiyaların zəif aktivləşməsi belə, oksidləşmə stressinin yaranması, hüceyrə və toxumaların oksidləşmə-reduksiya potensialının dəyişməsi, molekulların kovalent rabitələrinin modifikasiyası, AOS-un fermentlərinin aktivləşməsi, orqanizmdə biogen aminlərin miqdarının artması üçün kifayətdir. Buradan da ehtimal olunur ki, antioksidant fermentlərin fəallaşması yaranmış oksidləşmə stressinin qarşısının

alınmasına təsir edir və nəticədə LPO məhsullarının miqdarının və AOS-un fəallığı qismən zəifləyir (Кожокапы А.Ф., 2008).

Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsirindən sonra aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların ardıcıl təsiri zamanı təcrübi hevanların qaraciyər toxumalarında LPO məhsullarında və AOS göstəricilərində müsbət istiqamətdə əhəmiyyətli dəyişikliklər qeydə alınmışdır. Bütün hallarda, rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsirindən sonra LPO məhsullarında, reduksiya olunmuş tiol qruplarının miqdarında, qlutation sistemində və katalaza fermentinin aktivliyində baş verən mənfi dəyişikliklərin qarşısı aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğalar vasitəsilə mümkün olduğu qədər alınmışdır. Rentgen şüalarının 2 Qr dozasının təsiri ilə LPO və AOS-da nəzərəçarpacaq dərəcədə əhəmiyyətli dəyişikliklər olmadığı üçün aşağı intensivlikli mikrodalğaların antioksidant təsiri qabarıq şəkildə müşahidə olunmamışdır (şək.1-4). Bu hal rentgen şüalarının çox da böyük olmayan dozasının təsiri ilə qaraciyər toxumalarında dərin olmayan proseslərin baş verməsinin nəticəsi kimi izah oluna bilər. Lakin 4 Qr və 6,9 Qr dozalardan sonra aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların ardıcıl təsiri zamanı göstərilən istiqamətdə kifayət qədər yüksək müsbət nəticələr əldə olunmuşdur. 4 Qr doza ilə təsirdən sonra aşağı intensivlikli şüaların tətbiqi zamanı HP və MDA-nın miqdarında müsbət istiqamətdə ən əhəmiyyətli dəyişikliklər rentgen şüalarının təsirinə məruz qalmış kontrol qrup heyvanlarla müqayisədə şüalanmalardan 6 gün sonra qeydə alınmışdır (17% və 27%) (şək.1). SY-SH qruplarının miqdarında bərpa prosesi zaman ötdükcə artmağa başlamış və GSH-ın miqdarında isə müsbət istiqamətdə əhəmiyyətli dəyişikliklər rentgen qrup kontrol heyvanlarla müqayisədə hər iki şüalanmadan 1 saat və 3 gün sonra baş vermişdir (şək.2-3). Katalaza fermentinin aktivliyində də müsbət istiqamətli nəticələr qeydə alınmış və bütün təyin vaxtlarında rentgen qrup kontrol heyvanlarla müqayisədə təqribən 14% yüksəlmişdir (şək.4). Aşağı intensivlikli mikrodalğaların ən yüksək dinamik antioksidant effekti 6,9 Qr doza rentgen şüalarından sonra tətbiq edildikdə müşahidə olunmuşdur. 6,9 Qr rentgen şüalarına məruz qalmış kontrol qrupdan alınan nəticələr ilə müqayisədə bu doza rentgen şüalarının təsirindən sonra ardıcıl olaraq aşağı intensivlikli şüaların təsiri zamanı HP və MDA-nın miqdarlarında azalma ilk vaxtlarda 2 dəfəyə qədər olmuş və zaman keçdikcə göstəricilərin miqdarı nisbətən artmağa başlamışdır (şək.1). Reduksiya olunmuş tiollu birləşmələrin miqdarında (SY-SH, SD-SH və GSH) bərpa olunma ilk təyin vaxtlarında kifayət qədər yüksək olmuş, sonra isə nisbətən azalma müşahidə olunmuşdur (şək.2-3).

Bu göstəricilərin miqdarında rentgen qrup kontrol heyvanlarla müqayisədə şüalanmalardan sonra müxtəlif təyin vaxtlarında 25%-dən 100%-ə qədər yüksəlmə qeydə alınmışdır. Hər iki şüalanmadan sonra qaraciyər toxumalarında katalaza fermentinin aktivliyi də ilk vaxtlarda yüksək olmuş, sonra isə zəifləməyə başlamışdır. Lakin bütün hallarda rentgen şüalarının təsirinə məruz qalmış kontrol qrup heyvanlarla müqayisədə yüksək olmuşdur (şək.4). Müsbət istiqamətdə ən böyük dəyişiklik (75%) şüalanmalardan 3 gün sonra olmuşdur. Zaman ötdükcə bərpa proseslərinin zəifləməsi rentgen şüalarının 6,9 Qr dozasının təsirindən sonra zamandan asılı dönməz destruktiv dəyişikliklərin baş verməsi ilə izah oluna bilər.



Şək. 4. Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının və aşağı intensivlikli desimetr EMŞ-nin təsirindən sonra ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında katalaza fermentinin aktivliyinin dəyişməsi.

Desimetr diapazonlu elektromaqnit dalğaları ilə siçovullar üzərində aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, bu şüaların tətbiqi orqanizmin AOS-nun aktivliyinin yüksəlməsinə səbəb olur (Хиразова Е.Э. и др., 2012). Aşağı intensivlikli desimetr EMŞ membranların strukturuna nizamlayıcı təsir göstərərək, mitoxondrilərin tənəffüs zəncirinin normal fəaliyyətinə və öz antioksigen müdafiə funksiyasının yerinə yetirilməsinə zəmin yaradır. Beləliklə də, toxumalarda LPO-nun səviyyəsi zəifləyir. LPO səviyyəsinin azalması, həmçinin bu şüaların təsiri nəticəsində AOS-un güclənməsi ilə də bağlıdır (Шабанова А.Б., 2005). Bu məlumatlar rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsirindən sonra yüksəlmiş LPO məhsullarının miqdarının aşağı intensivlikli desimetr EMŞ-nin ardıcıl tətbiq olunması ilə AOS-u gücləndirməklə aşağı salınması faktını təsdiqləyir.

Radiasiya zədələnmələrinin patogenezinə toxuma və hüceyrələrdə sərbəstradikalı proseslərin sürətlənməsi ən mühüm yer tutur. Bu zaman hüceyrələrdə toplanmış peroksidli birləşmələr fiziki-kimyəvi və struktur-funksional xassələrin pozulmasında mühüm rol oynaya bilər. Aşağı intensivlikli desimetr EMŞ-nin antioksidant təsirə malik olması radiasiya zədələnməsi zamanı sərbəstradikalı prosesləri zəiflətməyə qadir olduğu ehtimalını artırır. Bu cür təsir mitoxondrilərin membranlarında modulyasiya olunan elektron nəqliyyat sistemi elementlərinin nizamlı quruluşu ilə bağlıdır və bu nizamlı quruluş dərəcəsi hüceyrə tənəffüsü ilə fosforlaşma arasında əlaqəni gücləndirməklə və ya zəiflətməklə oksigenin mənimsənilməsinin uyğun səviyyəsini təmin edir (Yurekli Aİ. et al., 2006).

Rentgen şüalarının təsiri ilə yaranan oksidləşmə stressinin zədələyici amillərinin qarşısının alınmasında tədqiqatlarımızda istifadə olunan aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların antioksidant təsirini melatonin nəzəriyyəsi ilə izah etmək olar. Bu nəzəriyyəyə əsasən elektromaqnit şüaları epifizdən melatoninin sekresiyasının akrofaza mərhələsini sürətləndirir (Aschoff J., 1985). Aşağı intensivlikli EMŞ-nin təsiri ilə melatoninin miqdarının yüksəlməsi epifizdə sekresiyanın artması ilə yanaşı immunokomptent hüceyrələrdən, trombositlərdən, leykositlərdən və s. onların xaric olması ilə də baş verir. Melatonin lipofil maddə olub, istənilən bioloji baryerdən keçmək qabiliyyətinə malik olmaqla güclü antioksidant aktivliyə malikdir. Sərbəst molekul kimi hüceyrələrə daxil olur və sərbəst radikallara öz elektronlarını verərək onları neytrallaşdırır, yəni demək olar ki, oksigenin bütün aktiv formalarını neytrallaşdırma bilir (Анисимов В.Н., 2007). Melatonin, həmçinin AOS-u stimula etməklə orqanizmi sərbəstradikalı zədələnmələrdən qoruyur. Xüsusilə oksidləşmə stressi zamanı mühitdə olan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-ni neytrallaşdıran QPO və katalaza fermentinin, SOD-un aktivliyini yüksəldir (Пикалова Л.В., 2012).

Müxtəlif dozalı rentgen şüalarından sonra aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların verilməsi tam etibarlı olaraq qaraciyər toxumalarında LPO proseslərinin intensivliyinin qarşısını alır. Beləliklə də, reduksiya olunmuş SH-gruplarının, qlutationun və katalaza fermentinin fəallığının normal səviyyəsini saxlamaqla tədqiq olunan göstəricilərin nisbətən bərpa olunmasını təmin edir. Apardığımız tədqiqatlar nəticəsində aşağı intensivlikli desimetr EMŞ-nin antioksidant və mümkün radioprotektor xüsusiyyətlərə malik olması aşkar şəkildə müşahidə olunur və aşağı intensivlikli şüaların LPO proseslərinin aktivləşməsi ilə müşayiət olunan müxtəlif xəstəliklərin və həmçinin də şüa xəstəliyinin müalicəsində effektiv vasitə kimi tətbiq olunması ehtimalını artırır.

*2. Rentgen şüalarının müxtəlif dozaları və aşağı intensivlikli mikrodalğaların təsirindən sonra qaraciyər toxumalarında LPO məhsullarının, reduksiya olunmuş tiol qruplarının, qlutationun və katalaza fermentinin qarşılıqlı korrelyasiyası*

Aparılan tədqiqatlardan məlum olduğu kimi, rentgen şüalarının müxtəlif dozaları və aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların təsirindən sonra ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında LPO məhsulları, reduksiya olunmuş tiol qrupları, qlutation və katalaza fermenti müxtəlif cür dəyişikliklərə məruz qalır. Baş verən dəyişikliklər ilə əlaqədar olaraq, LPO məhsulları və AOS göstəriciləri arasında aparılan korrelyativ analiz xüsusi əhəmiyyətə malikdir və bu zaman tədqiq olunan göstəricilər arasında müxtəlif korrelyasiya əlaqələri aşkar edilmişdir.

Həyata keçirilən korrelyativ analiz nəticəsində tədqiq olunan göstəricilər arasında müsbət və mənfi korrelyasiya əlaqələrinin mövcudluğu məlum olmuşdur. Aşağı intensivlikli mikrodalğaların və müxtəlif dozalı rentgen şüalarının təsiri ilə LPO məhsulları arasında bütün şüalanmalar zamanı müsbət korrelyasiyanın güclənməsi müşahidə olunmuşdur ( $r=0,54-0,95$ ). Nəticələrdən görüldüyü kimi şüalanmaların təsiri zamanı HP və MDA arasında yüksək və çox yüksək korrelyasiya əlaqəsi mövcuddur. Bundan başqa yüksək müsbət korrelyasiya əlaqəsi SD-SH qrupları ilə GSH arasında aşkar edilmişdir ( $r=0,39-0,91$ ). Şüalanmalardan sonra daha dayanıqlı müsbət korrelyativ əlaqə, həmçinin GSH ilə katalaza fermenti arasında da müşahidə olunmuşdur (ən yüksək  $r=0,83-0,86$ ). Aparılan təcrübələr zamanı aşağı intensivlikli mikrodalğalardan və hər iki şüalanmadan sonra AOS göstəriciləri arasında alınan müsbət korrelyasiya əmsalları aşağı intensivlikli mikrodalğaların terapevtik tənziməci və radioprotektor xüsusiyyətlərə malik olmasını izah edə bilər.

Hər iki şüalardan istifadə etdikdə korrelyativ analiz zamanı müsbət əlaqələr ilə yanaşı mənfi korrelyasiya əlaqələri də müəyyən olunmuşdur. Bu zaman HP ilə SD-SH qrupları arasında mülayim, orta xarakter daşıyan mənfi korrelyativ əlaqə müşahidə olunmuşdur (ən yüksək  $r=-0,44$ ). Həmçinin mənfi korrelyasiya əlaqəsi zəif, orta səviyyədə MDA ilə SD-SH qrupları arasında aşkar edilmişdir (ən yüksək  $r=-0,50$ ). MDA ilə katalaza fermenti arasında da korrelyativ əlaqənin öz xüsusiyyətləri vardır. Bu göstəricilər arasında daha dayanıqlı və güclü mənfi korrelyasiya əlaqəsi aşkar olunmuşdur (ən yüksək  $r=-0,90$ ). LPO məhsulları ilə AOS göstəriciləri arasında olan mənfi korrelyasiya əlaqəsi bir daha rentgen

şüalarının oksidləşdirici təsirə malik olduğunu göstərir. Rentgen şüalarından sonra aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların tətbiq olunması zamanı da mənfi korrelyasiya əlaqəsinin alınması təyin olunan göstəricilərin əks istiqamətdə dəyişildiyini göstərir və bu aşağı intensivlikli şüaların antioksidant təsirə malik olduğunu ehtimal etməyə əsas verir.

Alınan müsbət nəticələr ilə yanaşı LPO məhsulları ilə AOS göstəriciləri arasında korrelyativ əlaqənin aşkar pozulması hallarının olduğu da aşkar edilmişdir. Bu cür əlaqə HP ilə SY-SH qrupları və HP ilə GSH arasında mövcud olmuşdur. Əldə olunan nəticələr qaraciyərdə aparılan tədqiqatlar üçün mənfi nəticə hesab edilir.

Beləliklə, aparılan korrelyativ analiz nəticəsində məlum olmuşdur ki, aşağı intensivlikli desimetr EMŞ antioksidant təsiri sayəsində qaraciyər toxumalarına tənzimedicu təsir göstərməklə həm LPO məhsulları ilə AOS göstəriciləri arasında, həm də bu göstəricilərin ayrı-ayrılıqda öz aralarında olan korrelyasiya əlaqələrini gücləndirir. Aşağı intensivlikli mikrodalğalar bu cür təsirə malik olduğuna görə onlardan rentgen şüalarının prooksidant təsirinə qarşı korreksiya məqsədilə istifadə edilməsi faydalı hesab edilə bilər.

## NƏTİCƏLƏR

1. Rentgen şüalarının zədələyici xüsusiyyətləri və dərəcəsi, şüalanmanın dozasından asılı olaraq 2 Qr→4 Qr→6,9 Qr istiqamətdə ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında sərbəstradikalı LPO proseslərinin aktivləşməsi, orqanizmin endogen antioksidant ehtiyatlarının tükənməsi və antioksidant müdafiə fermentlərinin inaktivləşməsi kimi xüsusiyyətlərlə xarakterizə olunur.

2. Rentgen şüalarının 6,9 Qr dozası ilə təsir zamanı digər dozalardan fərqli olaraq, qaraciyər toxumalarında LPO məhsullarının intensivliyinin kəskin yüksəlməsi, TDS (qlutation sistemi) və katalaza fermentinin aktivliyinin kəskin dərəcədə aşağı düşməsi qeydə alınmışdır. 2 Qr və 4 Qr doza ilə təsir zamanı dəyişikliklər nisbətən zəif olmuşdur, SD-SH qrupları isə bu təsirlərə daha davamlı olmaqla nəzərəçarpan dəyişikliklərə məruz qalmamışdır.

3. Aşağı intensivlikli (qeyri-istilik təsir) desimetr EMŞ antioksidant xüsusiyyətə malik olub, qaraciyər toxumalarında LPO proseslərini zəiflətməklə, orqanizmin AOS-nun davamlılığının və reaktivliyinin güclənməsinə, funksional aktivliyinin artmasına təsir göstərir.



4. Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsirindən sonra ardıcıl olaraq aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların tətbiqi zamanı ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında LPO intensivliyində, antioksidant müdafiə sistemində əhəmiyyətli müsbət dəyişikliklər qeydə alınmış və rentgen şüalarının dozalarından asılı olaraq  $2 \text{ Qr} \rightarrow 4 \text{ Qr} \rightarrow 6,9 \text{ Qr}$  istiqamətdə daha dinamik olmuşdur.

5. Aşağı intensivlikli mikrodalğaların orqanizmə verilməsi rentgen şüaları ilə zədələnmiş antioksidant müdafiə sistemində TDS tarazlığı, qlutation ehtiyatı və katalaza fermenti aktivliyinin zamandan asılı olaraq bərpası və nəticədə də LPO məhsullarının miqdarının azalması aşkar olunmuşdur.

6,9 Qr doza rentgen şüalarının tətbiqi zamanı alınan nəticələr, 2 Qr və 4 Qr doza rentgen şüalarından fərqli olaraq zaman ötdükcə destruktiv proseslərin daha da dərinləşməsini və bərpa proseslərinin getdikcə zəifləməsini göstərir.

6. Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının, aşağı intensivlikli desimetr EMŞ-nin və hər iki şüalanmanın ağ siçovullara ardıcıl təsiri zamanı qaraciyər toxumalarında tədqiq olunan biokimyəvi göstəricilər arasında korrelyativ əlaqənin analizi zamanı məlum olmuşdur ki, aşağı intensivlikli mikrodalğalar həm LPO məhsulları və AOS göstəriciləri arasında, həm də bu göstəricilərin ayrı-ayrılıqda öz aralarında olan korrelyasiya qarşılıqlı əlaqələrini gücləndirir.

7. Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsirindən sonra ardıcıl olaraq aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların tətbiq olunması zamanı alınan nəticələr aşağı intensivlikli desimetr şüaların qaraciyər toxumalarında antioksidant və mümkün radioprotektor xüsusiyyətlərə malik olduğunu göstərir.

### **Dissertasiyanın mövzusu üzrə çap olunmuş elmi əsərlərin siyahısı:**

1. Ağayev T.M., Babayev X.F., Eminov A.U. Aşağı dozada rentgenlə şüalanmış ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında aşağı intensivlikli elektromaqnit dalğalarının oksidləşmə proseslərinə təsiri // AMEA-nın xəbərləri, Biologiya elmləri, 2008, c. 63, № 5-6, s. 146-150

2. Ağayev T.M., Babayev X.F., Eminov A.U. Rentgen şüalanmasının letal dozasından sonra qaraciyər toxumalarında lipid peroksidləşməsi məhsullarının miqdarına aşağı intensivlikli mikrodalğaların təsiri / AMEA-nın A.İ.Qarayev adına Fizioloq. ins. və Azərb. fizioloqlar cəm. elmi əsər. külliyyatı: Fiziologiya və Biokimyayın problemləri. Bakı, 2009, c. XXVII, s. 40-44

3. Eminov A.U. Rentgen şüalanmasının müxtəlif dozalarından sonra qaraciyər toxumalarında katalaza fermentinin aktivliyinə aşağı intensivlikli elektromaqnit dalğalarının təsiri // AMEA-nın Xəbərləri, Biologiya elmləri, 2010, c. 65, № 3-4, s. 60-65
4. Eminov A.U. Aşağı intensivlikli elektromaqnit dalğalarının rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsirindən sonra lipid peroksidləşməsi proseslərinə təsirinin müqayisəli xarakteristikası / AMEA-nın A.İ.Qarayev adına Fiziol. ins. və Azərb. fizioloqlar cəmiyyəti elmi əsər. külliyyatı: Fiziologiya və Biokimyanın problemləri. Bakı, 2010, c. XXVIII, s. 30-37
5. Eminov A.U. Rentgen şüalanmasının orta dozəsindən sonra qaraciyər toxumalarında lipid peroksidləşməsi məhsullarının miqdarına aşağı intensivlikli elektromaqnit dalğalarının təsiri / AMEA, Azərbaycan fizioloqlar cəmiyyətinin akademik A.İ. Qarayevin anadan olmasının 100 illiyinə həsr olunmuş IV qurultay. Bakı, 2010, s. 37-40
6. Eminov A.U. Orta dozada rentgenlə şüalanmış ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında tiolların və qlutationun miqdarına aşağı intensivlikli elektromaqnit dalğalarının təsiri / Akad. A.İ.Qarayevin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş respublika elmi konfransı: XXI əsrdə biologiyanın aktual problemləri. Bakı, 2010, s. 33-35
7. Эминов А.У. Воздействие электромагнитных волн низкой интенсивности на уровень тиолов в тканях печени белых крыс, облученных рентгеновским излучением низкой дозы / Конференция молодых ученых: Механизмы адаптации физиологических систем организма к факторам среды. Санкт-Петербург: РАН Инс. Физиол. им. И.П.Павлова, 2010, с. 120-121
8. Эминов А.У. Влияние дециметрового электромагнитного излучения на содержание восстановленных тиолов в печени у крыс после воздействия летальной дозы рентгеновского излучения // Известия Дагестанского государственного педагогического университета, Естественные и точные науки, 2011, № 4(17), с. 59-65
9. Eminov A.U. Rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının və desimetr elektromaqnit dalğalarının qaraciyər toxumalarında tiol qruplarının miqdarına təsiri // AMEA-nın A.İ.Qarayev adına Fiziol. ins. və Azərb. fizioloqlar cəmiyyəti elmi əsər. külliyyatı: Fiziologiya və Biokimyanın problemləri. Bakı, 2012, c. XXX, s. 48-54
10. Eminov A.U. Combined effects of x-ray and electromagnetic radiation on the activity of catalase enzyme in liver tissues / The First International Conference on Radiation and Dosymetry in Various Fields of Research. Serbia, 2012, p. 199

11. Eminov A.U. Effects of non-ionizing radiation on the content of lipid peroxidation after exposure to ionizing radiation / International symposium redox signaling and oxidative stress in health and disease. Valencia, 2012, p. 148
12. Эминов А.У., Бабаев Х.Ф. Воздействие дециметровых микроволн низкой интенсивности на уровень восстановленных глутатионов в тканях печени белых крыс облученных рентгеновским излучением разных доз / III Научная конференция молодых ученых и студентов: Экспериментальная и прикладная физиология. Москва: ФГБУ НИИ НФ им. П.К.Анохина РАМН, 2012, с. 50-51
13. Eminov A.U., Babayev X.F. Aşağı intensivlikli desimetr mikrodalğaların ağ siçovulların qaraciyər toxumalarında oksidləşmə proseslərinə radioprotektor təsiri // Sağlamlıq elmi-praktik jurnal, 2012, № 5, s. 128-132
14. Eminov A.U., Babayev X.F. Aşağı intensivlikli mikrodalğalar və rentgen şüalarının müxtəlif dozalarının təsirindən qaraciyərdə prooksidant-antioksidant sistemi göstəricilərinin korrelyasiya analizi // AMEA-nın A.İ.Qarayev adına Fizioloq. ins. və Azərbaycan fizioloqlar cəmiyyətinin elmi əsərləri külliyyatı: Fiziologiya və Biokimyayın problemləri. Bakı, 2013, c. XXXI, s. 47-54
15. Эминов А.У., Бабаев Х.Ф. Последовательные воздействия рентгеновского излучения и микроволн низкой интенсивности на уровень ПОЛ и содержание восстановленных тиолов в печени у крыс / VII международная научная конференция молодых учёных-медиков. Курск, 2013, т. 3, с. 477-481
16. Эминов А.У., Бабаев Х.Ф. Влияние микроволн низкой интенсивности на прооксидантно-антиоксидантное состояние печени у крыс после воздействия рентгеновского излучения // Вестник МГОУ, Серия «Естественные науки». 2013, № 2, с. 80-82
17. Эминов А.У., Бабаев Х.Ф. Влияние дециметровых микроволн низкой интенсивности на уровень ПОЛ и активность каталазы у печени крыс после воздействия рентгеновского излучения / IX Международный междисциплинарный Конгресс: Нейронаука для медицины и психологии, Судак, Крым, 2013, с. 379

**Изучение возможных радиопротекторных свойств  
электромагнитных волн низкой интенсивности в тканях печени**

**Резюме**

В диссертации были изучены изменения интенсивности продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) и содержания показателей антиоксидантной системы (АОС) после воздействия 2 Гр, 4 Гр и 6,9 Гр доз рентгеновского излучения, электромагнитных излучений (ЭМИ) (460 МГц) низкой интенсивности и последовательно обоих излучений в тканях печени белых крыс.

В результате наших исследований было выявлено, что после прооксидантного воздействия рентгеновского излучения разных доз увеличивается интенсивность ПОЛ и снижаются активности показателей АОС. Происходящие процессы активизируются при повышении доз рентгеновского излучения. А применение дециметровых ЭМИ низкой интенсивности, повышая антиоксидантное воздействие на клетки печени, понижает интенсивность процессов ПОЛ.

При последовательном влиянии дециметровых ЭМИ низкой интенсивности после воздействия рентгеновского излучения разных доз содержание восстановленных тиоловых групп и глутатиона, а также активность фермента каталазы увеличиваются, а интенсивность ПОЛ уменьшается. Самые высокие изменения в пользу антиоксидантной стороны наблюдаются после воздействия 6,9 Гр дозы рентгеновского излучения.

Корреляционный анализ показывает, что дециметровые ЭМИ низкой интенсивности, благодаря антиоксидантному действию, оказывают регулирующие влияния на ткани печени и этот процесс усиливают корреляционные взаимосвязи между продуктами ПОЛ и показателями АОС и по отдельности между собой этих показателей.

Таким образом, были выявлены антиоксидантные и допустимые радиопротекторные свойства дециметровых ЭМИ низкой интенсивности. На основании этих полученных результатов можно предположить возможность применения дециметровых ЭМИ низкой интенсивности для лечения болезней, повышающих продукты ПОЛ и лучевой болезни.

**A.U. Eminov**

**Study of possible radioprotective properties of low intensity electromagnetic waves in liver tissues**

**Summary**

In this thesis, we investigated changes in the intensity of lipid peroxidation (LPO) products and the content of the indicators of the antioxidant system (AOS) in liver tissues of white rats after exposure to 2 Gy, 4 Gy and 6,9 Gy doses of X-ray radiation, low intensity electromagnetic radiation (EMR) (460 MHz) and successive exposure to both types of radiation.

It was revealed that the intensity of LPO increases and the activity of AOS indicators drop after prooxidant exposure to different doses of X-ray radiation. The processes are triggered by increasing doses of X-ray radiation. Meanwhile, application of low intensity decimeter EMR reduces the intensity of LPO processes, increasing the antioxidant effects on liver cells.

Due to successive effects of low intensity decimeter EMR after exposure to different doses of X-ray radiation, content of reduced thiol groups and glutathione, activity of catalase enzyme increase and the intensity of LPO decrease. The biggest change in favor of antioxidation is observed after exposure to 6,9 Gy dose of X-ray radiation.

Correlation analysis demonstrates that a low intensity decimeter EMR has regulating effects on live tissues due to the antioxidant effects and this process strengthens the correlation relationship between LPO products and AOS indicators and among these indicators themselves.

Thus, antioxidant and allowable radioprotective properties of low intensity decimeter EMR were revealed. Based on these results obtained, one can assume the possibility of using low intensity decimeter EMR for treating radiation sickness and diseases increasing LPO products.

## İXTİSARLARIN SİYAHISI

- AOS - antioksidant sistem
- EMŞ - elektromaqnit şüaları
- GSH - reduksiya olunmuş qlutation
- HP - hidroperoksidlər
- QPO - qlutationperoksidaza
- LPO - lipid peroksidləşmə
- MDA - malondialdehid
- SD-SH - strukturdaxili yerləşmiş zülal SH-qruplar
- SOD - superoksiddismutaza
- SY-SH - səthi yerləşmiş zülal SH-qruplar
- TDS - tioldisulfid sistemi

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА**  
**ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ им. А.И. КАРАЕВА**

На правах рукописи

**АЗЕР УРШАН оглы ЭМИНОВ**

**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ РАДИОПРОТЕКТОРНЫХ  
СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НИЗКОЙ  
ИНТЕНСИВНОСТИ В ТКАНЯХ ПЕЧЕНИ**

2406.02 – Биохимия

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

Диссертация на соискание ученой степени  
доктора философии по биологии

**БАКУ - 2014**