

# БИОЛОГИЯ



МРНТИ 34.03.99

**А.А. Аленова, О.З. Ильдербаев**

*Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
(E-mail: oiz5@yandex.ru)*

## **Радиацияның кейінгі мерзімдегі әсерінен антиоксиданты жүйедегі өзгерістер**

**Аңдатпа:** Сублеталды дозадағы гамма-сәуленің кейінгі мерзімі әсерінде туындайтын иммунокомпетентті ағзалар мен жасушалардағы антиоксиданттық жүйесіндегі өзгерістерді зерттеу жұмыстың негізгі мақсаты болды. Зерттеу жұмысы 4 топқа бөлінген 40 егеуқұйрықтарға жасалды: I топ - интактілі, II топ – сәулеленуден 7 күн өткен соң зерттеу, III топ – сәулеленуден 30 күн өткен соң зерттеу және IV топ – сәулеленуден 90 күн өткен соң зерттеу. Жоғары дозалы  $\gamma$ -сәуле әсерінің 7-і және 30-ы күндерінде жануарлардың зерттеуге алынған ағзаларында антиоксидантты ферменттері белсенділігі күрт төмендегені тіркелсе, ал, 90-ы күнінде, яғни, сәуле әсерінің кейінгі мерзімінде әсіресе каталаза ферменті белсенділігінің тежелуі сақталғаны анықталды.

**Түйін сөздер:** кейінгі мерзім, сублеталды доза, антиоксидантты жүйе, иондаушы сәуле.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-127-2-8-16>

**Кіріспе.** Иондаушы сәулеленудің деструктивті әсерінің негізі, бос тізбекті радикалды реакциялар липидтердің асқын тотығуымен бірге жүруі болып табылады. Тотығу-тотықсыздану реакцияларын оңтайландырудың автотұрақты жүйе шарттарынаағзаның антиоксидантты жүйесі маңызды рөл атқарады, оның жағдайын көбінесе радиотөзімділік анықтайды. Табиғи тканьді антиоксиданттар еркін радикалдарды және басқа да алғашқы радиализ өнімдерін бұғаттау арқылы тірі ағзаларды табиғи фоннан және иондаушы радиацияның төмен дозасынан қорғауға қабілетті [1].

Енуші радиацияның жоғары дозалары кезінде тіндердегі табиғи антиоксиданттардың деңгейі бос радикалдардың өсу санын инактивациялау үшін жеткіліксіз болып табылады. Сәулеленген ағзада жинақталатын бос радикалдар сәулемен зақымдану кезінде дамитын токсиндік әсерді тудырады [2]. Иондаушы радиация, сондай-ақ асқын тотығу да, алмасу процестері ретінде – тірі жүйелерге әсер ететін биологиялық маңызды феномендер. Олардың өзара байланысы жасушаның, ағзаның сәулелік зақымдану процесінің мәнін құрап, тірі жүйенің сәулелік әсерге реакциясының көптеген механизмдерінің негізінде жатыр.

Липидтердің асқын тотығы реакциясы белсенуі антиоксидантты жүйенің күшеюін ынталандырушы болып табылады [3]. Прооксиданттар мен антиоксидантты заттар арасындағы баланс қатаң реттеледі және олардың жасушалық пен биохимиялық функцияларын қамтамасыз етуде маңыздылығы жоғары [4].

Ферментативті антиоксидантты заттардың ерекшелігі жоғары заттар қатарына жатады.  $H_2O_2$  суға және оттегіге дейін жылдам бейтараптайтын екінші фермент каталаза саналады. Жоғары белсенділігі ұзақ уақыт сақталатын жасуша ішілік фермент болып табылады, ал жасуша сыртындағы сұйықтықта өзінің белсенділігін тез жоғалтады. Тотығу стресі кезінде каталаза ферменті сутегінің асқын тотығын ыдыратуда басты ролді атқарады [5].

Сонымен, жоғарыда келтірілген мәліметтерді негізге ала отырып, сублеталды дозадағы гамма-сәуленің түрлі мерзімі аясында туындайтын иммуногенез ағзаларындағы антиоксиданттық жүйесіндегі өзгерістерді зерттеу жұмыстың негізгі мақсаты болды.

**Зерттеу материалдары және әдістері:** 4 сериядан тұратын егеуқұйрықтарға эксперимент жүргізілді: I топ – бақылау тобы (n=10), II топ – радиация әсерінің 7-ші күнінде зерттелген тәжірибелік топ (n=10), III топ – радиация әсерінің 30-шы күні (n=10) және IV топ – радиация әсерінің 90-шы күні (n=10). Жануарларды тәжірибелі сәулелендіру үшін алдын ала қажетті параметрлерді алу жағдайында топометриялық-дозиметриялық дайындық жүргізілді, кейін Чехиялық «Teagam» радиотерапевтік қондырғысымен тәжірибе сериясына сай межелі уақытта 6 Гр дозада сәуле берілді. Көзі ретінде  $Co^{60}$  радиобелсенді элементі қолданылды.

Барлық жануарларда антиоксидантты жүйенің глутатионредуктаза (ГлР) және глутатионпероксидаза (ГлП), каталаза (КТ) ферменттер белсенділігін шеткі қан лимфадиттерінде және бауыр, көкбауыр, шажырқай лимфа түйіндерінде, бүйрек үсті безі, айырша безі гомогенатында анықтадық. Алынған нәтижелер статистикалық өңдеуден өтіп, ерекшеліктері t-Стюдент критерийімен бағаланды.

**Нәтижелер және талдау:** Зерттеу нәтижелері бойынша (кесте 1), 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 7-ші күнінде (II топ) жануарлардың бауыр гомогенатында антиоксидантты жүйедегі глутатионредуктаза ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда  $24,24 \pm 2,01$ -ден  $14,98 \pm 1,03$ -ке дейін немесе  $38,20\%$ -ға ( $p < 0,01$ ) тежелгені анықталды. Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда  $9,26$  құрады. Осы бауыр ағзасындағы каталаза белсенділігіне келетін болсақ, оның белсенділігі I топпен салыстырғанда  $75,35 \pm 6,14$ -тен  $50,45 \pm 4,37$ -ге дейін немесе  $33,04\%$ -ға ( $p < 0,05$ ) тежелгендігі анықталды.

Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда  $24,9$  құрады. Ал, антиоксидантты жүйедегі келесі маңызды ферменттің бірі глутатионпероксидазаға келетін болсақ, белсенділігінде нақты болмаса да тежелу үрдісі жүргені тіркелді: ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда  $166,13 \pm 14,47$ -ден  $145,58 \pm 12,07$ -ге дейін немесе  $12,36\%$ -ға тежелгендігі анықталды ( $p > 0,05$ ). Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда  $20,55$  құрады.

Зерттеуге түскен келесі ағза көкбауыр гомогенатында антиоксидантты жүйе ферменттерінің белсенділігін I топпен салыстырғанда келесі сандық және пайыздық айырмашылықтар анықталды (кесте 1). Глутатионредуктаза ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда  $36,13 \pm 3,13$ -тен  $20,46 \pm 1,67$ -ге дейін немесе  $43,37\%$ -ға тежелгендігі анықталды. Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда  $15,67$  құрады. Зерттеуге түскен келесі фермент глутатионпероксидаза көкбауыр ағзасы гомогенатында белсенділігін I топпен салыстырғанда ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда  $256,35 \pm 21,12$ -ден  $163,33 \pm 11,23$ -ке дейін немесе  $36,28\%$ -ға тежелгендігі анықталды ( $p < 0,05$ ).

Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда  $93,02$  құрады. Зерттеуге түскен келесі фермент каталаза көкбауыр ағзасы гомогенатында белсенділігін I топпен салыстырғанда ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда  $60,16 \pm 4,77$ -ден  $26,46 \pm 2,24$ -ке дейін немесе  $56,02\%$ -ға тежелгендігі анықталды ( $p < 0,001$ ), яғни радиацияның жоғары дозада антиоксидантты жүйенің қызметін әлсіреткені байқалды. Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда  $33,7$  құрады.

Жоғары дозалы гамма радиацияның шажырқай лимфа түйіндері гомогенатында антиоксидантты жүйеге тежегішті әсерін көрсеткендігі анықталды (кесте 1), яғни глутатионредуктаза ферменті бойынша сараптамаға келсек, бұл ферменттің белсенділігі  $26,09 \pm 2,14$ -тен  $18,37 \pm 1,28$ -ге дейін немесе  $29,58\%$ -ға нақты тежелгендігі анықталды ( $p < 0,05$ ). Шажырқай лимфа түйініндегі антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты

топта фермент белсенділігі  $51,24 \pm 4,26$  болса, тәжірибелік II топта  $32,58 \pm 2,36$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі  $36,42$  %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,05$ ). Шажырқай лимфа түйініндегі келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі  $223,28 \pm 19,13$  болса, тәжірибелік II топта  $191,13 \pm 16,22$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі  $14,39$  %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ).

Зерттеу нәтижелері бойынша (кесте 1), 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 7-ші күнінде айырша безі гомогенатында шажырқай лимфа түйіндері гомогенатындағы сияқты тежегішті әсері болғаны анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта  $30,24 \pm 2,54$  болса, тәжірибелік II топта  $22,35 \pm 1,64$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі  $26,09$  %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,05$ ). Айырша безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі  $54,46 \pm 4,05$  болса, тәжірибелік II топта  $26,07 \pm 2,32$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі  $52,13$  %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,001$ ). Айырша безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі  $117,68 \pm 8,57$  болса, тәжірибелік II топта  $98,90 \pm 8,65$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі  $15,95$  %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 7-ші күнінде (кесте 1) бүйрек үсті безі гомогенатында нақты болмаса да тежелу үрдісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта  $23,13 \pm 1,89$  болса, тәжірибелік II топта  $19,97 \pm 1,57$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі  $13,66$  %-ға тежелуі жүрген ( $p > 0,05$ ). Бүйрек үсті безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі  $62,36 \pm 5,24$  болса, тәжірибелік II топта  $51,89 \pm 4,65$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі  $16,78$  %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ). Бүйрек үсті безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі  $167,45 \pm 11,33$  болса, тәжірибелік II топта  $139,81 \pm 10,24$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі  $16,51$  %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 1), 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 7-ші күнінде зерттеуге түскен келесі нысана шеткі қан лимфоциттерінде антиоксидантты жүйе ферменттерінің белсенділігін I топпен салыстырғанда келесі мәліметтер анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта  $9,31 \pm 0,83$  болса, тәжірибелік II топта  $3,17 \pm 0,26$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі  $65,95$  %-ға нақты тежелуі жүрген ( $p < 0,001$ ). Шеткі қан лимфоциттерінде антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі  $90,13 \pm 8,34$  болса, тәжірибелік II топта  $80,18 \pm 7,06$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі  $11,04$  %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ). Шеткі қан лимфоциттеріндегі келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі  $431,82 \pm 37,23$  болса, тәжірибелік II топта  $322,92 \pm 27,23$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі  $25,21$  %-ға тежелгендігі жүрген ( $p < 0,05$ ).

	Зерттеу нысаны	Бақылау тобы (I топ)	Тәжірибе тобы (II топ)
ГлР	Бауыр	24,24±2,01	14,98±1,03 **
	Көкбауыр	36,13±3,13	20,46±1,67 **
	Л/түйіндер	26,09±2,14	18,37±1,28 *
	Айырша без	30,24±2,54	22,35±1,64 *
	Бүйрекүсті без	23,13±1,89	19,97±1,57
	Лимфоцит	9,31±0,83	3,17±0,26 ***
ГлП	Бауыр	166,13±14,47	145,58±12,07
	Көкбауыр	256,35±21,12	163,33±11,23 *
	Л/түйіндер	223,28±19,13	191,13±16,22
	Айырша без	117,68±8,57	98,90±8,65
	Бүйрекүсті без	167,45±11,33	139,81±10,24
	Лимфоцит	431,82±37,23	322,92±27,23 *
КТ	Бауыр	75,35±6,14	50,45±4,37 *
	Көкбауыр	60,16±4,77	26,46±2,24 ***
	Л/түйіндер	51,24±4,26	32,58±2,36 *
	Айырша без	54,46±4,05	26,07±2,32 ***
	Бүйрекүсті без	62,36±5,24	51,89±4,65
	Лимфоцит	90,13±8,34	80,18±7,06
Ескерту: Бақылау тобымен салыстырудағы айырмашылық нақтылығы: *-p<0,05, ** - p<0,01, *** - p<0,001.			

Кесте 1 – Антиоксидантты жүйеге гамма-сәуленің жетінші күніндегі ықпалы

Зерттеудің келесі сериясында (III топ), яғни 6 Гр сәулеленудің 30 күніндегі зерттелген нысаналардағы (кесте 2) АОЖ ферменттерінің белсенділігі жұмыстың мақсаты бойынша қарастырылды. Алынған нәтижелердің өзгерістеріне келсек негізінен алғанда 30 күнінде АОЖ ферменттерінің белсенділігінің тежелгені анықталды. Жануарлардың бауыр гомогенатында антиоксидантты жүйедегі глутатионредуктаза ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда  $24,24 \pm 2,01$ -ден  $13,23 \pm 1,21$ -ге дейін ( $p < 0,01$ ) немесе 45,42 %-ға тежелгендігі анықталды. Экспериментті III топтағы жануарлардың бауыр гомогенатында глутатионпероксидаза ферменті белсенділігі бірінші топта  $166,13 \pm 14,47$  шамасында болса, тәжірибе тобында  $137,69 \pm 8,58$  шаманы анықтадық немесе 17,12 %-ға нақты болмаса да ( $p > 0,05$ ) тежелгендігі анықталды. Осы топтағы жануарлардың бауыр ағзасындағы каталаза белсенділігіне келетін болсақ, оның белсенділігі I топпен салыстырғанда  $75,35 \pm 6,14$ -тен  $46,57 \pm 3,58$ -ге дейін немесе 38,19 %-ға ( $p < 0,01$ ) тежелгендігі анықталды. Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда 28,78 құрады.

Зерттеу нәтижелері бойынша (кесте 2), 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 30-шы күнінде көкбауыр гомогенатында глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта  $36,13 \pm 3,13$  болса, тәжірибелік III топта  $24,38 \pm 2,34$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 32,52 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,05$ ). Экспериментті жануарлардың көкбауыр гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі  $60,16 \pm 4,77$  болса, тәжірибелік III топта  $28,63 \pm 2,46$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 52,41 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,001$ ). Көкбауыр гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі  $256,35 \pm 21,12$  болса, тәжірибелік III топта  $153,95 \pm 10,34$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 39,95 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,01$ ).

Жоғары дозалы гамма радиацияның шажырқай лимфа түйіндері гомогенатында антиоксидантты жүйеге тежегішті әсерін көрсеткендігі анықталды (кесте 2), яғни

глутатиопероксидаза ферменті бойынша сараптамаға келсек, бұл ферменттің белсенділігі  $223,28 \pm 19,13$ -тен  $177,28 \pm 12,16$ -ға дейін немесе 20,60 %-ға нақты тежелгендігі анықталды ( $p < 0,05$ ). Тәжірибедегі (III топ) жануарлардың шажырқай лимфа түйініндегі антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі  $51,24 \pm 4,26$  болса, тәжірибелік III топта  $28,77 \pm 3,25$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 44,28 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,01$ ). Шажырқай лимфа түйініндегі келесі фермент глутатионредуктазаға келетін болсақ, мынадай шамаларды алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі  $26,09 \pm 2,14$  болса, тәжірибелік III топта  $22,65 \pm 2,04$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 13,19 %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 2), 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің 30-шы күнінде айырша безі гомогенатында нақты түрде тежелу үдерісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта  $30,24 \pm 2,54$  болса, тәжірибелік III топта  $22,66 \pm 1,87$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 25,07 %-ға тежелуі жүрген ( $p < 0,05$ ). Осы сериядағы жануарлардың айырша безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі  $54,46 \pm 4,05$  болса, тәжірибелік III топта  $24,38 \pm 2,04$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 55,23 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,001$ ). Айырша безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі  $117,68 \pm 8,57$  болса, тәжірибелік III топта  $86,33 \pm 5,27$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 26,64 %-ға нақты түрде тежелгендігі жүрген ( $p < 0,05$ ).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 2), 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің 30-шы күнінде бүйрек үсті безі гомогенатында нақты болмаса да тежелу үрдісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта  $23,13 \pm 1,89$  болса, тәжірибелік III топта  $20,36 \pm 1,75$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 11,97 %-ға тежелуі жүрген ( $p > 0,05$ ). Бүйрек үсті безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі  $62,36 \pm 5,24$  болса, тәжірибелік III топта  $55,76 \pm 5,33$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 10,58 %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ). Ал, бүйрек үсті безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі  $167,45 \pm 11,33$  болса, тәжірибелік III топта  $130,63 \pm 8,55$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 21,99 %-ға нақты түрде тежелгендігі жүрген ( $p < 0,05$ ).

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 2), 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің 30-шы күнінде шеткі қан лимфоциттерінде нақты түрде тежелу үдерісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта  $9,31 \pm 0,83$  болса, тәжірибелік III топта  $6,33 \pm 0,42$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 32,01 %-ға тежелуі жүрген ( $p < 0,05$ ). Осы сериядағы жануарлардың шеткі қан лимфоциттерінде антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі  $90,13 \pm 8,34$  болса, тәжірибелік III топта  $76,46 \pm 6,35$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 15,17 %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ). Шеткі қан лимфоциттеріндегі келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі  $431,82 \pm 37,23$  болса, тәжірибелік III топта  $315,22 \pm 22,18$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 27,0 %-ға нақты түрде тежелгендігі жүрген ( $p < 0,05$ ).

	Зерттеу нысаны	Бақылау тобы (I топ)	Тәжірибе тобы (III топ)
ГЛР	Бауыр	24,24±2,01	13,23±1,21 **
	Көкбауыр	36,13±3,13	24,38±2,34 *
	Л/түйіндер	26,09±2,14	22,65±2,04
	Айырша без	30,24±2,54	22,66±1,87 *
	Бүйрекүсті без	23,13±1,89	20,36±1,75
	Лимфоцит	9,31±0,83	6,33±0,42 *
ГЛП	Бауыр	166,13±14,47	137,69±8,58
	Көкбауыр	256,35±21,12	153,95±10,34**
	Л/түйіндер	223,28±19,13	177,28±12,16 *
	Айырша без	117,68±8,57	86,33±5,27 *
	Бүйрекүсті без	167,45±11,33	130,63±8,55 *
	Лимфоцит	431,82±37,23	315,22±22,18 *
КТ	Бауыр	75,35±6,14	46,57±3,58 **
	Көкбауыр	60,16±4,77	28,63±2,46 ***
	Л/түйіндер	51,24±4,26	28,77±3,25 **
	Айырша без	54,46±4,05	24,38±2,04 ***
	Бүйрекүсті без	62,36±5,24	55,76±5,33
	Лимфоцит	90,13±8,34	76,46±6,35
Ескерту: Бақылау тобымен салыстырудағы айырмашылық нақтылығы: * - p<0,05, ** - p<0,01, *** - p<0,001.			

Кесте 2 – Антиоксидантты жүйеге гамма-сәуленің отызыншы күніндегі ықпалы

Зерттеудің келесі сериясында (IV топ), яғни 6 Гр сәулеленудің 90 күніндегі зерттелген нысаналардағы (кесте 3) АОЖ ферменттерінің белсенділігі жұмыстың мақсаты бойынша қарастырылды. Алынған нәтижелердің өзгерістеріне келсек негізінен алғанда 90 күнінде АОЖ ферменттері белсенділігінің тежелгені тіркелді. Жануарлардың бауыр гомогенатында антиоксидантты жүйедегі глутатионредуктаза ферментінің белсенділігі I топпен салыстырғанда  $24,24 \pm 2,01$ -ден  $17,18 \pm 1,43$ -ке дейін ( $p < 0,05$ ) немесе 29,13 %-ға тежелгендігі анықталды. Экспериментті IV топтағы жануарлардың бауыр гомогенатында глутатионпероксидаза ферменті белсенділігі бірінші топта  $166,13 \pm 14,47$  шамасында болса, тәжірибе тобында  $151,32 \pm 11,27$  шаманы анықтадық немесе 8,91 %-ға нақты болмаса да ( $p > 0,05$ ) тежелгендігі анықталды. Осы топтағы жануарлардың бауыр ағзасындағы каталаза белсенділігіне келетін болсақ, оның белсенділігі I топпен салыстырғанда  $75,35 \pm 6,14$ -тен  $52,58 \pm 3,26$ -ға дейін немесе 30,21 %-ға ( $p < 0,05$ ) тежелгендігі анықталды. Зерттеуде анықталған көрсеткішіміздің шамасын қалыпты топтағымен салыстырғандағы ауытқу шамасы тәжірибелі жануарларда 22,77 құрады. Зерттеу нәтижелері бойынша (кесте 3), 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің жедел кезінде, яғни сәулеленуден кейін 90-шы күнінде көкбауыр гомогенатында глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта  $36,13 \pm 3,13$  болса, тәжірибелік IV топта  $29,36 \pm 1,31$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 17,35 %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ). Экспериментті жануарлардың көкбауыр гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі  $60,16 \pm 4,77$  болса, тәжірибелік IV топта  $32,52 \pm 2,17$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 45,94 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,001$ ). Көкбауыр гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі  $256,35 \pm 21,12$  болса, тәжірибелік IV топта  $176,48 \pm 10,64$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 31,16 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,05$ ). Жоғары дозалы гамма радиацияның шажырқай лимфа түйіндері гомогенатында антиоксидантты жүйеге тежегішті әсерін көрсеткендігі анықталды (кесте 3), яғни глутатионпероксидаза ферменті бойынша

сараптамаға келсек, бұл ферменттің белсенділігі  $223,28 \pm 19,13$ -тен  $198,26 \pm 12,16$ -ға дейін немесе 11,21 %-ға нақты болмаса да тежелгендігі анықталды ( $p > 0,05$ ). Тәжірибедегі (IV топ) жануарлардың шажырқай лимфа түйініндегі антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі  $51,24 \pm 4,26$  болса, тәжірибелік IV топта  $34,63 \pm 2,54$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 32,42 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,05$ ). Шажырқай лимфа түйініндегі келесі фермент глутатионредуктазаға келетін болсақ, мынадай шамаларды алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі  $26,09 \pm 2,14$  болса, тәжірибелік IV топта  $20,34 \pm 1,87$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 22,04 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,05$ ). Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 3), 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің 90-шы күнінде айырша безі гомогенатында нақты түрде болмаса да тежелу үдерісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта  $30,24 \pm 2,54$  болса, тәжірибелік IV топта  $26,63 \pm 2,03$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 11,93 %-ға тежелуі жүрген ( $p > 0,05$ ). Осы сериядағы жануарлардың айырша безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі  $54,46 \pm 4,05$  болса, тәжірибелік IV топта  $29,86 \pm 2,24$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 45,17 %-ға нақты тежелгендігі жүрген ( $p < 0,001$ ). Айырша безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі  $117,68 \pm 8,57$  болса, тәжірибелік IV топта  $109,24 \pm 8,37$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 7,17 %-ға нақты түрде болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ). Зерттеу нәтижелері көрсеткендей (кесте 3), 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің 90-шы күнінде бүйрек үсті безі гомогенатында нақты болмаса да тежелу үрдісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта  $23,13 \pm 1,89$  болса, тәжірибелік IV топта  $22,55 \pm 1,78$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 2,50 %-ға тежелуі жүрген ( $p > 0,05$ ). Бүйрек үсті безі гомогенатында антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі берді: қалыпты топта фермент белсенділігі  $62,36 \pm 5,24$  болса, тәжірибелік IV топта  $54,12 \pm 3,37$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 13,21 %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ). Ал, бүйрек үсті безі гомогенатындағы келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі  $167,45 \pm 11,33$  болса, тәжірибелік IV топта  $150,22 \pm 9,23$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 10,28 %-ға нақты түрде болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ). Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, 6 Гр  $\gamma$ -сәуле әсерінің 90-шы күнінде шеткі қан лимфоциттерінде нақты түрде тежелу үдерісі жүргені анықталды, атап айтқанда глутатионредуктаза ферменті белсенділігі қалыпты топта  $9,31 \pm 0,83$  болса, тәжірибелік IV топта  $5,64 \pm 0,33$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 39,41 %-ға тежелуі жүрген ( $p < 0,01$ ). Осы сериядағы жануарлардың шеткі қан лимфоциттерінде антиоксидантты жүйедегі маңызды ферменттердің бірі каталазаға келетін болсақ, тәжірибе сараптамасында мынадай көріністі алдық: қалыпты топта фермент белсенділігі  $90,13 \pm 8,34$  болса, тәжірибелік IV топта  $82,03 \pm 4,38$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 8,98 %-ға нақты болмаса да тежелгендігі жүрген ( $p > 0,05$ ). Шеткі қан лимфоциттеріндегі келесі фермент глутатионпероксидазаға келетін болсақ, қалыпты топта фермент белсенділігі  $431,82 \pm 37,23$  болса, тәжірибелік IV топта  $335,07 \pm 24,24$  шамасында болған, яғни бұл ферменттің белсенділігі 22,40 %-ға нақты түрде тежелгендігі жүрген ( $p < 0,05$ ).

Сонымен, алынған нәтижелер негізінде иондағыш сәуленің кейінгі мерзімі әсеріне ұшыраған жануарлардың иммунокомпетентті ағзаларында антиоксидантты жүйедегі ферменттер белсенділігінің тежелгені жүрген. Жоғары дозалы  $\gamma$ -сәуле әсерінің 7-і және 30-ы күндерінде жануарлардың зерттеуге алынған ағзаларында АОЖ ферменттері белсенділігі күрт төмендегені тіркелсе, ал, 90-ы күнінде, яғни, сәуле әсерінің кейінгі мерзімінде әсіресе каталаза ферменті белсенділігінің тежелуі сақталғаны анықталды.

	Зерттеу нысаны	Бақылау тобы (I топ)	Тәжірибе тобы (IV топ)
ГЛР	Бауыр	24,24±2,01	17,18±1,43 *
	Көкбауыр	36,13±3,13	29,86±1,31
	Л/түйіндер	26,09±2,14	20,34±1,87 *
	Айырша без	30,24±2,54	26,63±2,03
	Бүйрекүсті без	23,13±1,89	22,55±1,78
	Лимфоцит	9,31±0,83	5,64±0,33 **
ГЛП	Бауыр	166,13±14,47	151,32±11,27
	Көкбауыр	256,35±21,12	176,48±10,64 *
	Л/түйіндер	223,28±19,13	198,26±12,16
	Айырша без	117,68±8,57	109,24±8,37
	Бүйрекүсті без	167,45±11,33	150,22±9,23
	Лимфоцит	431,82±37,23	335,07±24,24 *
КТ	Бауыр	75,35±6,14	52,58±3,26 *
	Көкбауыр	60,16±4,77	32,52±2,17 ***
	Л/түйіндер	51,24±4,26	34,63±2,54 *
	Айырша без	54,46±4,05	29,86±2,24 ***
	Бүйрекүсті без	62,36±5,24	54,12±3,37
	Лимфоцит	90,13±8,34	82,03±4,38
Ескерту: Бақылау тобымен салыстырудағы айырмашылық нақтылығы: *-p<0,05, ** - p<0,01, *** - p<0,001.			

Кесте 3 – Антиоксидантты жүйеге гамма-сәуленің тоқсаныншы күніндегі ықпалы

## Әдебиеттер тізімі

- 1 Абдрахманов Ж.Н., Ермекова С.А. Отдаленные последствия действия радиации на организм человека // Клиницист. - 1995. - № 3.- С. 20-27.
- 2 Гуськова А.К. Рец. на книгу Кудряшова Ю.Б.: «Радиационная биофизика (ионизирующие излучения)» // Мед. радиология и рад. безопасность. - 2005. – Т. 50. № 2 - С. 62-64.
- 3 Marjani A. Lipid peroxidation alterations in type 2 diabetic patients // Pakistan journal of biological sciences. – 2010. – Vol. 13, № 15. – P. 723-730.
- 4 Carletti G., Nervo G., Cattivelli L. Flavonoids and Melanins: A Common Strategy across Two Kingdoms // International Journal of Biological Sciences. – 2014. – Vol. 10, № 10. – P. 1159-1170.
- 5 Fouad A.A., Qureshi H.A., Yacoubi M.T., Al- Melhim W.N. Protective role of carnosine in mice with cadmium-induced acute hepatotoxicity // Food and Chemical Toxicology. – 2009. – Vol. 47, № 11. – P. 2863-2870.

А.А. Аленова, О.З. Ильдербаев

*Евразийский национальный университет и.м. Л.Н.Гумилев, Нур-Султан, Казахстан*

### Изменения в антиоксидантной системе при действии радиации в отдаленном периоде

**Аннотация:** Целью исследования являлось изучение изменений в антиоксидантной системе иммунокомпетентных органов и клеток в отдаленном периоде при воздействии сублетальной дозы гамма-излучения. Исследование проведено на 40 крысах самцах, разделенных на 4 группы: I группа - интактные, II группа – исследование через семь дней после облучения, III группа – исследование через тридцать дней после облучения и IV группа – исследование через девяносто дней после облучения. На 7-й и 30-й дни исследования после высокодозного  $\gamma$ -излучения в исследуемых органах отмечено резкое снижение активности ферментов антиоксидантной системы, а в 90-й день, т. е. в отдаленном периоде облучения, сохраняется торможение активности большей степени фермента каталазы.

**Ключевые слова:** отдаленный период, сублетальная доза, антиоксидантная система, ионизирующее излучение.

А.А. Alenova, O.Z. Ilderbayev

*L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

### Changes in the antioxidant system under the action of radiation in the long term period

**Abstract:** The aim of the study was to study changes in the antioxidant system of immunocompetent organs and cells when exposed to sublethal doses of gamma radiation in the long term. The study was conducted on 40 male rats divided into 4 groups: group I - intact, group II – research after seven days of irradiation, group III – research after thirty days of irradiation

and group IV – research after ninety days of irradiation. On the 7th and 30th days of the study, after high-dose  $\gamma$ -radiation in the studied organs, a sharp decrease in the activity of enzymes of the antioxidant system was noted, and on the 90th day, i.e. in the remote period of irradiation, inhibition of the activity of a greater degree of the catalase enzyme remains.

**Keywords:** long-term period, sublethal dose, antioxidant system, ionizing radiation.

## References

- 1 Abdrakhmanov Zh.N., Ermekova S.A. Otdalennyye posledstviya deystviya radiatsii na organizm cheloveka [Long-term effects of radiation on the human body], *Klinitsist [Clinician]*, **3**, 20-27 (1995). [in Russian]
- 2 Guskova A.K. Retsenziya na knigu Kudryashova Yu.B.: «Radiatsionnaya biofizika (ioniziruyushchiye izlucheniya)» [Book review Kudryashov Y. B.: "Radiation Biophysics (ionizing radiation)"], *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost [Medical radiology and radiation safety]*, **2** (50), 62-64 (2005). [in Russian]
- 3 Marjani A. Lipid peroxidation alterations in type 2 diabetic patients, *Pakistan journal of biological sciences*, **15** (13), 723-730 (2010).
- 4 Carletti G., Nervo G., Cattivelli L. Flavonoids and Melanins: A Common Strategy across Two Kingdoms, *International Journal of Biological Sciences*, **10** (10), 1159-1170 (2014).
- 5 Fouad A.A., Qureshi H.A., Yacoubi M.T., Al-Melhim W.N. Protective role of carnosine in mice with cadmium-induced acute hepatotoxicity, *Food and Chemical Toxicology*, **11** (47), 2863-2870 (2009).

### Сведения об авторах:

*Аленова А.А.* – Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, жалпы биология және геномика кафедрасының магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

*Ильдербаев О.З.* - м.ғ.д., Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, жалпы биология және геномика кафедрасының профессоры, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

*Alenova A.A.* - Undergraduate of the Department of General Biology and Genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Ilderbayev O.Z.* - Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of General Biology and Genomics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Редакцияға 15.03.2019 қабылданды*