

ӘОЖ 612.014.46 +547.9/612.014: 576.75/612.6

А.Т. Маматаева*, О. А. Зубова, А.Ж. Хамитов

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

*E-mail: mamataevabm1976@mail.ru

Атмосфералық ауаның сынаппен улануы кезіндегі организм төзімділігінің өзгеруі

Берілген мақалада сынаппен улану кезіндегі антиоксидантты каталаза ферментінің және эритроциттердің асқын тотығу резистенттілігінің зерттеу нәтижелері келтірілген. Алынған нәтижелерден антиоксидантты жүйенің негізгі кілті болып саналатын каталаза ферменті белсенділігінің азайғандығы және эритроциттердің асқын тотығу резистенттілігінің төмендейтіндігі анықталды, ол клетка мембранасындағы бос радикалдардың көбеюімен байланысты екендігі белгілі. Жалпы алғанда, бұл организм төзімділігін айтарлықтай төмендетеді.

Біршама қауіпті токсиканттардың бірі болып саналатын сынаптың адам және жануарлар организміне қолайсыз әсер ететіндігі белгілі. Сондықтан қоршаған ортаға сынаптың түсу жолдары көп болып саналады, демек адамдар сынаптың әсеріне күнделікті өмір тіршілігінде, кәсіби қызметте, сондай-ақ жазатайым апатты жағдайлардың себебінен ұшырасады. Тірі организмдердің сынаппен улану салдарын зерттейтін жұмыстардың көптігіне қарамастан, сынап қосылыстарының улы әсер етуінің механизмін зерттеу және оның тұрғындар денсаулығын қорғаудағы міндеттерін шешу үшін қажетті екендігі берілген мақаланың өзектілігін негіздейді.

Түйін сөздер: эритроцит, хлорлы сынап, гемолиз, асқын тотығу, төзімділік.

A.T. Mamataeva, O.A. Zubova, A.Zh. Khamitov

Change of resistance of an organism at mercury intoxication of atmospheric air

Researches of influence on peroxidation resistance of erythrocytes and activity of antioxidant enzyme of a catalase are given in article at mercury intoxication. It is shown that mercury reduces activity of one of key antioxidant enzymes – catalases and reduces peroxidation resistance of erythrocytes, and that, undoubtedly, is connected with an increase of concentration of free radicals in cellular membranes. It leads to decrease in resistency of an organism.

Mercury is one of the most dangerous toxic substances that have an adverse effect on the human body and animals as sources of mercury in the environment many people affected by mercury in their everyday life, professional activities, and emergency random effects. Despite numerous studies on the effects of mercury poisoning organisms, the study of mechanisms of toxic action of mercury and its compounds are needed to meet the challenges of public health, which leads to the relevance of this article.

Key words: erythrocyte, mercury, hemolysis, peroxidation oxidation, resistance.

А.Т. Маматаева, О.А. Зубова, А.Ж. Хамитов

Изменение резистентности организма при ртутной интоксикации атмосферного воздуха

В статье исследуется влияние ртутной интоксикации на перекисную резистентность эритроцитов и активность антиоксидантного фермента каталазы. Показано, что ртуть уменьшает активность одного из ключевых антиоксидантных ферментов – каталазы и снижает перекисную резистентность эритроцитов, и это, несомненно, связано с увеличением концентрации свободных радикалов в клеточных мембранах. Это приводит к снижению резистентности организма.

Известно, что ртуть является одним из наиболее опасных токсикантов, оказывающих неблагоприятное влияние на организм человека и животных, поскольку источников поступления ртути

в окружающей среде много, население подвергается влиянию ртути в повседневной жизни, в профессиональной деятельности и при случайных аварийных воздействиях. Несмотря на многочисленные исследования последствий ртутной интоксикации живых организмов, исследование механизмов токсического действия ртути и ее соединений необходимо для решения задач по охране здоровья населения, что обуславливает актуальность данной статьи.

Ключевые слова: эритроцит, ртуть, гемолиз, перекисное окисление, резистентность.

Қазіргі уақытта көптеген ірі қалалардағы және жекелеген облыс көлемінде атмосфералық ауаның ластануына түсті металлургия және жылу-энергетика кәсіпорындарынан шығарылатын заттар әсер етеді. Сондай-ақ өндірістерден шығарылатын зиянды қалдықтардың қоршаған ортаға таралуы адам тіршілігіне бірқатар әсер ететіні белгілі және осыған байланысты табиғатты қорғау шараларын дұрыс ұйымдастырудың маңыздылығы жоғары болады. Улы қалдықтардың нәтижесінде табиғатқа түсетін әртүрлі зиянды заттардың тепе-теңдігі өзгеріп, қауіптілігі жоғары элементтер және олардың қосылыстары өзін-өзі реттейтін биологиялық жүйелерге таралады. Солардың бірі атмосфералық ауаның сынаппен ластануы болып табылады. Сынап қазіргі кезде барометр, термометр, жарық түсіру лампасында, электрлік ауыстырып қосу тетігінде, кварцты электр шамында, сүйек шірігін емдеуде қолданылатын амальгамда кеңінен қолданылады. Негізінен сынап құрамында ашық қызыл сынап сульфиді бар кен орындарында киноарды жағу арқылы алынады. Таза сынап ауаның қалыпты температурасында тотықпайды, бірақ қыздырғанда біртіндеп оттегімен тотығып Hg_2O оксидін түзеді. Сұйылтылған хлорсутекті қышқыл мен қойылтылған салқын күкірт қышқылында сынап өз қасиетін жоймайды, ал сұйылтылған азотты және қыздырып қойылтылған күкірт қышқылында ерітуге болады, сонымен бірге металдың артық болуынан сынап (I) қосылыстары, ал егер артық металда қышқыл бар болса онда сынап (II) қосылыстары түзіледі [1-2, 3]. Сынап (II) хлоридіне аммоний гидроксидін қосу арқылы амидхлорлы сынап HgNH_2Cl (ақ аморфты ұнтақ) алынады, оны қыздырғында балқымайды бірақ ашық қызыл түсті бу шығарады. Бұл қосылысты тері бөртпелерін және тітіркенулерді емдеуге қолданылады [4, 5]. Сондай-ақ сынапты катодтар жасау, күйдіретін сілтіні және хлорды электрохимиялық жолмен жасаған кезде, сынапты вентильдер жасау, газ разрядты жарық көздері (люминесценцияға негізделген және сынапты шам), жоғары вакуумдық насостар, бақылау-өлшегіш аспаптар (термометрлер, барометрлер, манометрлер) үшін пайдаланылады.

Сынаппен қоршаған ортаның ластануының тағы бір жолы сарқынды сулар және техногенді сынап (күйіктегі иіс, суда еритін тұздар, органикалық қосындылар) экологияға өте қауіпті болып саналады. Ол жауынмен шайылып, табиғат айналымына түседі яғни жерге сіңіріліп өсімдіктерге, жануарларға өтеді. Сынап буымен улану кен орындарындағы апаттармен және өнеркәсіп саласында қауіпсіздік қауіпсіздік ережесін дұрыс сақтамауға да тікелей байланысты. Осының салдарынан металды сынап ауа құрамында бу, ал бейорганикалық қосылыстары аэрозоль түрінде қалыптасып организмге ену арқылы денсаулыққа қауіп төндіреді [6, 7]. Хлор, кейбір пестицидтер, емдік препараттар, қағаз, бояу өндіруде, рентген түтікшелерінде, радиолампарларда, электрохимиялық процестерде катод ретінде пайдаланылатын сынап психика мен іс-қимылдағы ауытқулардың дамуына алып келетіндігі байқалған [8, 9]. Сынап клеткалық антиоксиданттарды яғни құрамында тиол тобы бар антиоксиданттар мен ферменттердің белсенділігін төмендететін металдардың біріне жатады [10]. Сонымен қатар, бұл улы химиялық зат гидроксилді радикалдарды және сутегінің асқын тотығының белсенді түрлерінің түзілуін арттырады [6, 7]. Демек сынаппен улану процесі басталады, жалпы алғанда улану бастың ауруы, жұтынған кездегі ауру сезімі, температураның көтерілуі, шаршағыштық, әлсіздік, ұйқышылдық, енжарлық және тыныс алу жолдарының қабыну құбылыстары түрінде білінеді де созылмалы улану дамиды және ұзақ уақыт аурудың айқын белгілері болмауы да мүмкін [11-13].

Сондықтан да, осы берілген мақалада хлорлы сынаппен уландарылған жануарлардың эритроциттер мембранасы төзімділігінің өзгерістері *in vivo* жағдайында зерттелді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

In vivo жағдайында 24 ересек зертханалық ақ егеуқұйрықтар тәжірибеге алынып, зерттеулер жасалды. Хлорлы сынап 100 гр дене салмағына шаққанда 0,2 мг құрсағына бір рет енгізілді.

Қысқа мерзімді уландырылған жануарлардың қаны центрифугада 1000 g жылдамдықпен

10 минут айналдырылып, эритроциттер бөлініп алынды. Қан плазма мен қанның ақ клеткаларынан бөліп, эритроциттер құрамында 150 mM NaCl, 5 mM Na_2HPO_4 (pH-7.4) бар инкубация ерітіндісімен екі қайтара шайылды.

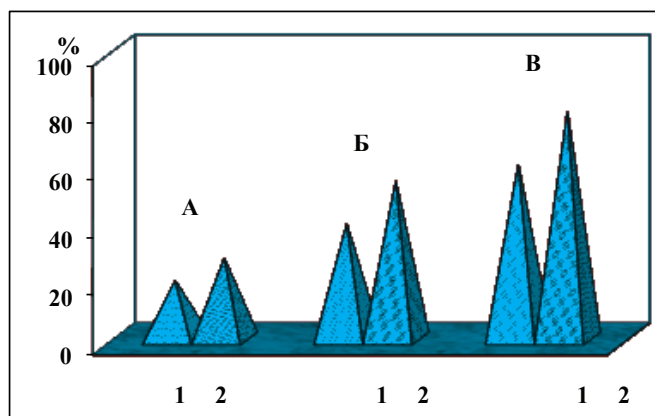
Эритроциттердің асқын тотықтық гемолизі Покровский мен Аббарованың әдісімен анықталды [14]. Эритроциттердің каталаза белсенділігі бұрыннан белгілі әдіспен анықталды [15]. Эритроциттер суспензиясына сутегі асқын тотығының 1 mM ерітіндісі, 10 минуттан кейін 1 мл 4%-тік молибдат аммоний ерітіндісі қосылып, ерітіндінің оптикалық тығыздығы 410 нм толқын ұзындығында тіркелді. Каталаза белсенділігін сутегі асқын тотығының зақымдалған саны бойынша пайыздық қатынаста есептелді.

Алынған нәтижелердің арифметикалық ортақ көрсеткіші, ортақ квадраттық ауытқуы, ортақ арифметикалық қатесі есептелініп, Microsoft Excel бағдарламасымен өңделді. Фишер-Стьюденттің критерийі ескерілді, параметрлер сенімділігі $P \leq 0.05$.

Зерттеу нәтижелері және оны талқылау

Жүргізілген тәжірибелерде сынап иондарының егеуқұйрықтар эритроциттерінің мембранасының төзімділігіне әсері қарастырылды және сутегі асқын тотығының 2,7 mM; 10,76 mM және 86,1 mM ерітіндісіндегі бақылау және тәжірибелік топ жануарларының гемолиз деңгейлері анықталды (1-сурет).

Суретте келтірілгендей сутегі асқын тотығының концентрациясы артқан сайын барлық тәжірибелік топтардың эритроциттерінің гемолизі артты, сутегі асқын тотығының пайдаланылған ерітінділерінің барлығында да бақылау тобымен салыстырып қарағанда сынаппен бір рет уландырылған жануарлар эритроциттерінің гемолиз шамасы біршама жоғары болғаны анықталды. Берілген көрсеткіштердің қорытындысы бойынша адам тіршілігіне айтарлықтай қауіпті болып саналатын сынаптың улылық әсері айқын байқалды.



Ординат өсі: гемолиз деңгейі, %; Абсцисс өсі: 1-бақылау, 2-тәжірибе. А – 2,7 mM H_2O_2 , Б – 10,76 mM H_2O_2 , В – 86,1 mM H_2O_2 .

1-сурет – Сынаппен уланған жануарлар эритроциттерінің асқын тотығу гемолизі

Сынаптың әсерінен эритроциттердің асқын тотығу гемолизі тәжірибелік жануарларда сутегі асқын тотығының 2,7 mM ерітіндісінде 4,52%, 10,76 mM ерітіндісінде 12,89%, 86,1 mM ерітіндісінде 25,32% эритроциттердің гемолиз дәрежесі жоғары болды. Жасалған тәжірибелерден сутегі асқын тотығының барлық ерітінділерінде де бүлінген эритроциттер санының артқандығын байқауға болады ($p \leq 0.001$).

Бұл көрсеткіштерден байқағанымыздай, тәжірибеге алынған егеуқұйрықтар эритроциттерінің асқын тотығу гемолизінің деңгейін бақылай отырып сутегі асқын тотығының зерттелген

концентрацияларының барлығында да егеуқұйрықтар эритроциттерінің асқын тотығу гемолиз деңгейінің басымдығының дәлелі бола алады.

Сонымен, зерттеу нәтижелерінен байқағанымыздай хлорлы сынап эритроциттер мембранасының асқын тотығу төзімділігін төмендететін және капиллярлы деңгейде әсер ете отырып, тамырлар жүйесін зақымдайтын яғни гематозэнцефалиялық бөгет тамырлардың өткізгіштігін жоғарылатуға қабілетті, организм үшін улылығы өте жоғары металдардың қатарынан екендігі анықталды.

Сутегі асқын тотығы оттегінің белсенді түріне жатады, ол каталаза ферментінің әсерінен

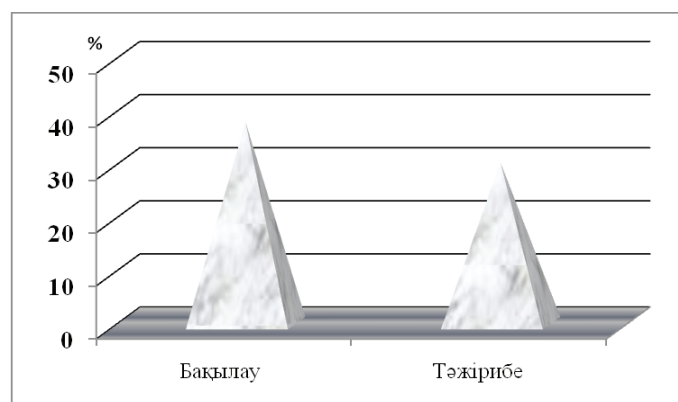
ыдырайды. Каталаза ферменті адам және жануарлар организмінде бауырда, бүйректе, эритроциттерде көп мөлшерде кездеседі сондай-ақ бұл фермент оттегінің белсенді формасын тежей алатын бірден бір фермент яғни организмнің қорғаныс жүйесіндегі негізгі біріншілік антиоксидант болып саналады.

Сонымен қатар сутегі асқын тотығын суға дейін ыдырату реакциясын тудыра отырып өзінің белсенділігін ұзақ уақыт сақтай алатын каталаза ферментінің негізгі қызметі супероксидті анион дисмутациясы кезінде түзілетін сутегі асқын тотығының жинақталуына кедергі келтіреді. Сол себепті де сынаппен уландырылған

жануарлар эритроциттеріндегі каталаза ферментінің белсенділігін зерттеуге көңіл бөлінді.

Сынаппен уландырылған егеуқұйрық эритроциттерінің каталаза белсенділігін зерттеудің қорытындысы 2-суретте көрсетілген.

Тәжірибе нәтижелері көрсеткендей бақылау тобындағы жануарларымен салыстырғанда эритроциттердің каталаза белсенділігі тәжірибеге алынған егеуқұйрықтарда біршама төмендегендігі байқалады. Ферменттің белсенділігі тәжірибелік топтағы барлық жануарларда төмен болды. Оңайшылықпен ыдырай қоймайтын улы сынаптың әсерінен каталаза белсенділігі төмендеді ($p \leq 0.01$).



Каталаза белсенділігінің төмендеуі салдарынан ұлпаларда сутегі асқын тотығы жинақталады. Сутегі асқын тотығы өз кезегінде клеткаға улы әсер ете отырып химиялық белсенділігі жоғары $\cdot\text{OH}$ радикалының негізгі көзі деуге болады.

Демек, алынған нәтижелерден организмге бір рет түскен Hg^{2+} ионының зақымдаушы әсері

мембрана липидтерінің бос радикалды тотығу процесіне тікелей байланысты және мембрана липидтерінің асқын тотығуының қарқын алуы нәтижесінде каталаза ферментінің белсенділігі төмендейді. Сонымен, жүргізілген тәжірибе нәтижелерінен организмге енген сынаптың зиянды әсері клеткалық дейгейде мембрананың зақымдалуын тудырады деп айтуға болады.

Әдебиеттер

- 1 Козин Л.Ф. Физикохимия и металлургия высокочистой ртути и ее сплавов. – Киев, 1992.
- 2 Захаров Л.Н. Техника безопасности в химических лабораториях. – Л.: Химия, 1991.
- 3 Балашов В.Е. Токсиколого-гигиеническая оценка инсектофунгицида меркура: автореф. дисс....канд. мед. наук. – Киев, 1990. – С. 195.
- 4 Мельников С.М. Металлургия ртути. – М., 1971.
- 5 Трахтенберг Т.М., Коршун М.Н. Ртуть и ее соединения в окружающей среде. – Киев, 1990.
- 6 Saric M. Health effects studies related to occupational and environmental exposure // Arh Hig Rada Toksikol. – 1999. – Vol. 50, № 3. – P. 309-326.

- 7 Efroymsen R.A., Murphy D.L. Ecological risk assessment of multimedia hazardous air pollutants: estimating exposure and effects // *Sci. Total Environ.* – 2001. – Vol.274. – № 37. – P. 219-230.
- 8 Мудрый И.В. Эколого-гигиенические аспекты загрязнения почвы кадмием // *Гигиена и санитария.* – 2003. – №1. – С. 32-35.
- 9 Ершов Ю.А., Плетенева Т.В. Механизмы токсического действия неорганических соединений. – М.: Медицина, 1989. – 272 с.
- 10 Оксенгендлер Г.И. Яды и организм. – СПб., 1991. – 320 с.
- 11 Ким А.М. Органическая химия. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2002. – 972 с.
- 12 Руководство по классификациям заболеваний / под общей редакцией И.Р. Кулмагамбетова, К.А. Алихановой. – Караганда, 2009. – 2 т.
- 13 Артомонова В.Г., Мухин Н.А. Профессиональные болезни: учебник. – 4-е изд. – М.: Медицина. 2004. – 480 с.
- 14 Абдрасилов Б.С. Молекулярные механизмы действия тритерпеновых гликозидов даммаранового ряда на структурно-функциональное состояние мембран и клеток: автореф. дисс....докт. биол. наук: 14.00.31., 03.00.02. – М., 1997. – 44 с.
- 15 Покровский А.А., Абрамова А.А. К вопросу перекисной резистентности эритроцитов // *Вопр. Питания.* – 1964. – № 16. – С. 44-49.

References

- 1 Kozin L.F. Fizikohimija i metallurgija vysokochistoj rtuti i ee splavov. – Kiev, 1992.
- 2 Zaharov L.N. Tehnika bezopasnosti v himicheskix laboratorijah. – L.: Himija, 1991.
- 3 Balashov V.E. Toksikologo-gigienicheskaja ocenka insektofungicida merkurana: avtoref. diss....kand. med. nauk. – Kiev, 1990. – S. 195.
- 4 Mel'nikov S.M. Metallurgija rtuti. – M., 1971.
- 5 Trahtenberg T.M., Korshun M.N. Rtut' i ee soedinenija v okruzhajushhej srede. –Kiev, 1990.
- 6 Saric M. Health effects studies related to occupational and environmental exposure // *Arh Hig Rada Toksikol.* – 1999. – Vol. 50, № 3. – P. 309-326.
- 7 Efroymsen R.A., Murphy D.L. Ecological risk assessment of multimedia hazardous air pollutants: estimating exposure and effects // *Sci. Total Environ.* – 2001. – Vol.274. – № 37. – R. 219-230.
- 8 Mudryj I.V. Jekologo-gigienicheskie aspekty zagrjaznenija pochvy kadmiem // *Gigiena i sanitarija.* – 2003. – №1. – S. 32-35.
- 9 Ershov Ju.A., Pleteneva T.V. Mehanizmy toksicheskogo dejstvija neorganicheskix soedinenij. – M.: Medicina, 1989. – 272 s.
- 10 Oksengendler G.I. Jady i organizm. – SPb., 1991. – 320 с.
- 11 Kim A.M. Organicheskaja himija. – Novosibirsk: Sibirskoe universitetskoe izdatel'stvo, 2002. – 972 s.
- 12 Rukovodstvo po klassifikacijam zabojevanij / pod obshej redakciej I.R. Kullmagambetova, K.A. Alihanovoj. – Karaganda, 2009. – 2 t.
- 13 Artomonova V.G., Muhin N.A. Professional'nye bolezni: uchebnik. – 4-e izd. – M.: Medicina. 2004. – 480 s.
- 14 Abdrasilov B.S. Molekuljarnye mehanizmy dejstvija triterpenovyh glikozidov dammaranovogo rjada na strukturno-funkcional'noe sostojanie membran i kletok: avtoref. diss....dokt. biol. nauk: 14.00.31., 03.00.02. – M., 1997. – 44 s.
- 15 Pokrovskij A.A., Abrarova A.A. K voprosu perekisnoj rezistentnosti jeritrocitov // *Vopr. Pitaniya.* – 1964. – № 16. – S. 44-49.