

Г.А. Татенова, О.З. Ильдербаев, А.Ж. Нурсафина

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

Тірі ағзаға ауыр металдардың зиянды әсерлері бойынша сұрақтарға жалпы шолу

Аннотация: Мақалада тірі ағза жүйесіне байланысты ауыр металдардың зиянды әсерлері жайында сұрақтарға жалпы шолу жасалады. Ауыр металдар, қауіпті концентрацияларда ағзаға қатты әсер етеді. Биологиялық белсенділік пен улы қасиеттер тұрғысынан үлкен қауіп төндіреді, назар аударуды қажет етеді, әрі зерттеуге лайық көрсеткіштер қатарына жатады.

Түйін сөздер: ауыр металдар, адам ағзасына әсер ету, тірі ағза жүйесі.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2019-129-4-50-57>

Қоршаған ортаның аса қауіпті ластаушыларының бірі - ауыр металдар болып табылады. Қазіргі уақытта индустрия және өнеркәсіптік кешендердің қарқынды дамуымен қатар қоршаған ортаның зиянды факторлары, радиациялық және иондаушы сәулелердің әсер ету ауқымы ұлғайып, биосфераның ауыр металдармен ластану көздеріне байланысты тірі ағзаның негізгі өмірлік функцияларының қызметінің бұзылуына әкеп соғатыны анық. Тірі ағзаға кешенді түрде теріс әсер ететін көптеген факторлардың бірі – ауыр металдар. Ауыр металдар көптеген физиологиялық жүйелердің гомеостазында, әсіресе, иммундық жүйеде де өзгерістер тудырады. Оларға жоғары улылығы басым сынап, қорғасын, никель, мыс, кадмий, мырыш, қалайы, марганец, хром, алюминий, темір, селен, кремний және т.б. жатқызуға болады [1].

Қорғасын, сынап және кадмий сияқты ауыр металдар - табиғи түрінде қоршаған ортада кең таралған химиялық элементтер. Бұл элементтердің белсенділігі адамның қызметіне байланысты айтарлықтай ұлғайғандықтан, осы металдардың басқа деңгейлерін көптеген экожүйелерден табуға болады [2, 3].

Әртүрлі механизмдер арқылы ауыр металдардың жасушаларға зақым келтіруі жасуша мембранасы мен кейбір органеллаларға тікелей әсер етеді, яғни, бұл сигналдың берілуі ағзада өзгерістерді тудырып, жасушаның ферменттік жүйесіне әсер етеді, салдарынан иммунитетті төмендетіп, ағзаның стресстік күйін арттырады. Яғни, патологиялық иммундық реакцияларды тудыра отырып, аллергия, сезімталдық, аутоиммундық ауруларды бастамасына себеп болады. [4]. Кейбір жағдайларда ауыр металдардың улылық деңгейі иммундық жүйеге басқа көріністерді тудырмайтын дозаларда әсер етуі әбден мүмкін [5,6,7]. Тірі ағзаның иммундық жүйесі улы заттардың әсерінен иммундық реакцияның өзгеруіне жиі ұшырайды. Иммундық жүйе ағзаны жұқпалы агенттер мен ісіктерге қарсы қорғау үшін маңызды. Кез келген иммундық қызметтердің ұлғаюы немесе азаюы иммундық резистенция, ұлпалар мен ағзалардың зақымдануымен қатар, иммундық реттелу үшін қажетті тепе-теңдікті бұзуы мүмкін [8].

Тірі ағза жасушасына ауыр металдардың сіңуі ингаляциялық, пероральды және тері жамылғылары сияқты негізгі механизмдерден тұрады. Ауыр металдардың улылығы адамның жасына, даму сатысына, өмір салтына, ауыр металдардың спецификасына және ағзаның иммундық жүйесінің күйіне қарай бірнеше факторларға байланысты болады [9]. Негізгі метал мен улы металдың өзара әрекеттесуі улы металдардың негізгі металдарға ұқсас метаболизденуінде орын алады. Металл - ақуыздық кешендер улы ауыр металдардың детоксикациясына қатысады. Осылайша, металлотиндер мырыш пен мыс сияқты микроэлементтердің құрамындағы концентрацияны реттеуге қатысатын, сондай-ақ ауыр металдарды, мысалы, қорғасын, кадмий, сынап және басқаларын байланыстыратын кешендерді құрайды. Ауыр металдар өзінің улылығымен белгілі ластаушы заттардың арасындағы басты мәселелердің бірі болып табылады [10,11]. Ауыр металдар жасушаның иммундық қабілеттілігін әртүрлі механизмдер арқылы өзгертеді [12]. Ғалымдардың зерттеу жұмыстарында металдардың әсер ету дозалары зерттеуге алынған жануарлардың түріне байланысты әртүрлі болуы мүмкін. Қорғасынның, сынап және кадмийдің жоғары дозасы

гуморальды реакцияға иммуносупрессивті әсер етеді, ал төмен дозада тышқандар мен қояндарда осы гуморальды реакцияны арттыратындығы анықталған [13,14,15].

Кейбір сынап, қорғасын, кадмий сияқты ауыр металдар иммуносупрессивті қабілеттерге ие, олар иммундық жүйенің жасушаларында апоптоз немесе некроз индукциясы арқылы цитотоксикациялық әсерлерден пайда болатындығы, соның салдарынан инфекцияларға қарсылық төмендейтіндігі белгілі болған [16]. Ауыр металдардың иммуноулылығы екі негізгі тәсілмен жүзеге асырылады, ластағыштар иммунореактивтілікті тікелей спецификалық иммундық жасушаларға әсер ету арқылы немесе жанама түрде иммунорегуляцияға әсер ете отырып арттырады. Регуляцияға жанама әсер ету аллергиялық реакциялардың дамуына (аса жоғары сезімталдық) немесе аутоиммундық бұзылуларға әкеледі. Сонымен қатар, ауыр металдармен әсер ету иммундық қорғаныс механизмдерінің бұзылуын индукциялайды, бұл ағзаның инфекцияларға және обыр түзілімдерінің дамуына ықпал етеді [17,18,19].

Аутоиммунды аурулар өзіне қарсы бағытталған иммундық жауап арқылы ғана емес, сонымен қатар ластаушы заттарды тіндер немесе сарысулық ақуыздармен байланыстыру арқылы туындауы мүмкін. Ластағыш заттарды ақуыздармен байланыстыру арқылы ауыр металдар ағзаның сезімталдығын индукциялайтын ең ықтимал механизм болып табылады [20]. Көптеген зерттеулер ауыр металдар аутоиммунды аурулардың индукциясымен байланысты болғанын көрсетті. Адамда аутоиммунитет пайда болуы антигендердің босатуымен, Т-супрессорлар қызметінің төмендеуімен, Т-хелперлердің белсенділігінің артуымен түсіндіріледі [21,22,23].

Сынап, қорғасын және кадмий сияқты ауыр металдар тиол топтарына өте ұқсас, сондықтан жасушалардың метаболикалық функцияларын бұзуы мүмкін [24]. Яғни, металл иондары ферменттердің, ақуыздар мен рецепторлардың көптеген қызметтеріне қатысатын тиол ақуыздарымен реакцияға түсе алады [24].

Әдетте, жасушаішілік тиол ең кең тараған болып табылады, ол көптеген тікелей немесе жанама маңызды биологиялық үдерістерге, соның ішінде ақуыздар мен ДНҚ синтезі, ферментативті белсенділікке, метаболизмге, қорғанысқа және жасуша пролиферациясының модуляциясына қатысады. Глутатион жасушаларды тотығу стрессімен, бос радикалдармен және басқа түрлермен байланысты зақымданудан қорғайды [14, б. 5].

Ауыр металдар, глюкозаның жоғары концентрациясы, жылу соққысы, жасушаішілік құрамын өзгерте алады. Зерттеу мәліметтері көрсеткендей, глутатион өндірісі олармен бірге кешен құратын агенттердің, мысалы, сынап пен хинондардың болуымен қозғалады. Сонымен қатар, стресстік факторларға жасушаның жауабы көбінесе зиянды қосылыстарды жоюға бағытталған реакцияларда бірінші кезекте қолданылатын жасушаның ішіндегі глутатионның құрамындағы өзгерістерді қамтиды, содан кейін ферментативті қалпына келтіру жолымен немесе *de novo* синтезі арқылы ауыстырылады. Глутатионның жасушаішілік құрамы синтездеу мен утилизация арасындағы баланспен анықталады. Жалпы көлемнен глутатион деңгейінің 30-40% -дан төмендеуі жасушаның улы қосылыстардан қорғалуын әлсіретіп, осылайша жасушалардың зақымдалуы мен өліміне әкелуі мүмкін. Сынап пен кадмий иондарының жасуша сызықтарына негізгі әсері глутатион синтезінің күрт артуы болды [13,14]. Қоршаған ортаның аса қауіпті ластаушыларына сынап жатады. Ол ағзаның негізгі өмірлік функцияларының қызметінің бұзылуына зор әсер етеді. Кейбір статистикалық мәліметтер бойынша, жыл сайын әлемде адам денсаулығына кері әсер етуі мүмкін бірнеше мың жаңа химиялық қосылыстар өндіріледі. Кез келген ксенобиотиктер, атап айтқанда, сынап ағзаға түсіп, зат алмасуға қосылып, ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін. Сынап адамның ағзасына жоғары концентрацияда енген кезде, ол ішкі мүшелерде: бүйректе, бауырда, бас миында, қанда, омырау сүтінде, зәрде және пашта жинақталуы мүмкін. Интоксикация негізінен тыныс алу жолдары арқылы жүреді, бұл сынаптың жоғары ұшқыштығына байланысты. Жұтылатын қарапайым сынап және оның бейорганикалық қосылыстары 75-80%-ға ғана сіңеді. Адамның асқазан - ішек жолында қарапайым сынап іс жүзінде сіңірілмейді, ал бейорганикалық тұздар 8-15% - ға, метилсынап толығымен сіңіріледі. Қандағы тұздар мен оттегі сынаптың сіңуіне, оның тотығуына және сынап тұздарының түзілуіне ықпал етеді. Сынаптың көптеген түрлері адам ағзасына тері арқылы еніп алады.

Жасушаларды металды уыттылықтан қорғайтын молекула - металлотионеин, ол кейбір ауыр металдармен байланысатын цистеинге бай ақуыз болып табылады. Бұл ақуызды алғаш рет 1957 жылы жылқының бүйрегінің қабық заттарынан бөліп алып, құрамында кадмий мен мырыш бар қосылыс ретінде анықтаған. Оның құрамында 60-тан 70-ке дейін амин қышқылдары бар, соның ішінде 20 цистеин, молекулалық салмағы 500-ден 15- кДж-ға дейін болады. Эксперимент жүргізіліп зерттелген омыртқалы жануарлардың барлық тіндерінде МТ изоформалары табылған және бауырда, бүйректе және ішекте максималды концентрацияда кездескен. Металлотионеиндер цитоплазмалық ақуыздар болып табылады, бірақ олар бауыр және бүйрек жасушаларының ядроларында және де барлық жасушадан тыс кеңістікте плазмада, зәрде және өтте кездеседі [16, б.18].

Әдеби деректерге сәйкес, МТ-ның негізгі биологиялық рөлі құпия болып қала береді, бірақ олардың әртүрлі элементтермен, атап айтқанда ауыр металдармен синтезделуі көптеген зерттеушілерді қызықтыратын МТ қасиеттерінің бірі болып табылады. Сонымен қатар, МТ улы металдарға қатысты қорғаныштық қасиеті бұрыннан дәлелденген. Екі валентті металл иондары тетраэдрлік құрылымдардағы цистеиндермен байланысады және олардың МТ байланыстыратын орындарына жақындығы өзгереді. Мыспен байланыс тұрақтылығы кадмийге қарағанда 100 есе жоғары және мырышпен салыстырғанда 1000 есеге күшті. Сынап пен күмістің мысқа қарағанда МТ-ға жақындығы бар. Улы металдар жасуша ішіне енген кезде, барлық металл иондары арасында барлық жасушааралық металлопротеиндік бәсекелестік пайда болады, олардың арасында МТ көп немесе аз болуы мүмкін [16.17].

Сынап, хром, қорғасын, никель және кадмий сияқты кейбір металдар адамдар мен жануарларда ықтимал канцерогендік немесе улы реактивтер болып табылатындығы туралы белгілі. Сонымен қатар, бұл металдар ДНҚ-ны бұзады және липидтердің тотығуын *in vitro* және *in vivo* күйінде тудырады. Зерттеулерде көрсетілгендей, улы радикалдардың, мысалы реактивті оттегінің түрлері, улы әсерімен белгілі, кем дегенде ауыр металдардың канцерогенезі мен улылығына қатысады [12].

Ауыр металдар асқазан-ішекке сіңуі тыныс алу жолдары арқылы сіңірілуден гөрі төмен, бұл шамамен 5-8% құрайды. Ауыр металдардың қанда эритроциттермен байланысуы арқылы, альбумин, үлкен плазма ақуызы арқылы, ал қандағы кадмийдің аз ғана бөлігі металлотиондармен тасымалданады. Ауыл металдардың құрамы критикалық деңгейге жеткенде, металлотиониннің улы заттармен үйлесуі бұдан әрі қорғаныс бермейді, олар өте улы болады. Плацента эмбрионды аналық улы заттардан қорғау үшін металлотиониндерды синтездейді, бірақ көбейіп кету ұрыққа улы кері әсерін тигізуі мүмкін [6,7,18,19].

Халық көбінесе темекі түтіні, тамақ және су тұтыну арқылы улы әсерлерге бейім. Зерттеу мәліметтеріне сүйенсек улы, ауыр металдар адам ағзасындағы өкпе және қуықасты безі үшін канцероген болып табылады және зертханалық жануарлардың мүшелерінде әртүрлі ісіктерді туындатады [12]. Металлотионин жетіспеушілігі мақсатты мүшелердегі, мысалы, ұрық безі мен қуықасты бездерінде обыр ауруын тудырудың себебі болып табылады [16].

Тағы бір зерттеулерде ауыр металдар цитонинмен қоздырылған фагоциттерде, адам гранулоциттерінде немесе егеуқұйрықтардағы альвеолярлы макрофагтарда O₂ түзілуіне ықпал ететіндігін көрсетті [13]. Сонымен қатар, экспозицияның төмен деңгейінде гуморальды иммундық реакцияны күшейтетіндігі, айтарлықтай деңгейлер ешқандай әсер етпейтіндігі немесе антиденелер өндірісінің төмендеуіне әкелмейтіндігі және де иммунитеттің тұрақты төмендеуіне әкелетіндігі көрсетілген [20].

Сынап қоршаған ортаны ластайды және өте улы болып саналады. Сынапты үш түрлі формада табуға болады, яғни элементтік, органикалық немесе бейорганикалық. Бейорганикалық сынаптың тасымалдануы, биоаккумуляция және қайта құрылу сынап қосылыстарының метилсынапқа айналуынан туындайды. Металл сынап организмдегі Hg²⁺ ионына тез тотығады және бүйрек пен ми сияқты әртүрлі органдарда жиналады, дозаларға тәуелді неврологиялық және нефротоксикалық әсерге ие [21].

Сынап қоршаған ортаға табиғи көздерден, мысалы, вулкандық жарылыстан немесе пайдалы қазбаларды өндіру сияқты өнеркәсіптік көздерінен шығарылады. Металл немесе элементті сынап бөлме температурасында булануға қабілетті және металл сынаптың ағзаға

түсуінің негізгі жолы сынап буларының жұтылуы болып табылады. Сынаптың буы альвеол мембранасы арқылы өтеді, ол липофильді болып табылады және орталық жүйке жүйесінде эритроциттерге өте ұқсас. Сынаптың буының әсеріне ұшырайтын қызметкерлерде бүйрек түйнегінің эпителиалдық жасушаларының базальды мембранасында иммундық кешендердің түзілуінен дамуы мүмкін. Бұл иммундық шөгінділер IgG, IgM және C3 комплементтің молекуласымен қабыну реакциясын тудыра отырып, нефрит формаларының бірі ретінде сипатталуы мүмкін күрделі антигендік комплекстерден тұрады [8,20, 21].

Тұз түріндегі бейорганикалық сынап моно немесе дивалентті болуы мүмкін. Дихлоридтің, сынаптың үлкен дозаларының экспозициялары бүйрек каналдарының жасушаларына тікелей уытты әсер етеді, ал аз дозалары созылмалы әсер ету арқылы тірі ағзаның иммунологиялық ауруын тудырады [6].

Тышқандардың рационьнда бейорганикалық сынаптың тұз түрінде асқазан-ішек жолымен сіңуі шамамен 15%, ал адамдарда шамамен 7% құрайды, ал метилсынаптың сіңуі 90-95% құрайды. Метилсынап дегеніміз - уыттылық пен денсаулыққа қауіптіліктің ең маңызды түрі. Метилсынаптың әсері ересектер үшін нейротоксикалық болып табылады және жүктілік кезінде ұрыққа улы болып табылады [6]. Сонымен қатар, сынапқа экспозициялану иммундық жүйеге қатты әсер ететіндігі де көрсетілді. Метил-сынап эмбриональды даму кезінде және бірнеше жасқа дейін метилсынаппен экспозицияланған тышқандардағы бастапқы және қайталама иммундық жауаптарға ингибиторлық әсер етеді. Метилсынап эмбриональды даму кезінде және 9 аптаға дейінгі метилсынапқа экспозицияланған тышқандардағы бастапқы және қайталама иммундық реакцияларға ингибиторлық әсер етеді. Метилсынаптың субклиникалық концентрациясына ұзақ уақыт әсер еткенде тышқандардың вирусқа сезімталдығының жоғары екендігін көрсеткен. Органикалық және бейорганикалық сынап - бұл аутоиммундық бұзылыстарды тудыратын және аллергиялық реакциялардың көрінісінде маңызды рөл атқаратын IgE синтезін тудыратын агенттер [22]. Сынап, сонымен қатар I, II, III және IV типтегі жоғары сезімталдық реакциясының индукциясымен байланысты [8]. Сонымен қатар, бұл қатерлі ісік ауруы мен дамуына ықпал ететін иммундық дисфункциялар болуы мүмкін. Шынында да, органикалық және бейорганикалық сынап көптеген өзгерістердің, сондай-ақ ДНҚ-ның зақымдануы және сүтқоректілердің жасушалық хромосомаларында модификациясы болып табылады [4,12]. Жасушаларда сынап түрлі ферменттермен, соның ішінде микросомаларда болатын митохондриямен байланысады, осылайша спецификалық емес зақымдануды тудырады немесе жасуша өліміне әкеледі. Бауыр жасушаларында метилсынап еритін кешендерді түзеді, олар өтке бөлініп, асқазан-ішек жолымен сіңеді [6]. Бұдан басқа, бейорганикалық сынаптың иондары сутегінің асқын тотығы бар глутатионмен өзара әрекеттеседі [12]. Сынап метилденген емес түрде металлотииондердің синтездеп және бүйрек жасушаларында ғана болуы мүмкін, бірақ металлотиионин-кадмий кешенінен айырмашылығы жартылай ыдырау кезеңі салыстырмалы қысқа. Осылайша бүйрек жасушаларында сынап лизосомаларда оқшауланады [6].

Барлық металдар иммундық жүйеге зиян келтірмейді. Соның ішінде селен иммундық реакцияны тұтастай белсендіреді, бірақ тежемейді. Бұл бастапқы және екінші реакцияларды белсендіреді, сонымен қатар метилсынаппен өндірілетін гуморальды жауаптың төмендеуін болдырмайды, екі металл бір мезгілде тышқанның рационьна беріледі. Селен қатерлі ісік ауруынан болатын өлімді азайтуға көмектеседі. Зерттеу нәтижесі бойынша ғалымдар селен қорғаныштық әсерінің ықтимал механизмін ұсынды, яғни селен канцерогенді процесс болып табылатын пероксид арқылы тіндердің зақымдануының түзілуін тежейді [4,6].

Адам ағзасындағы селеннің экологиялық улылығы сирек, дегенмен, анемия мен лейкомияға әкелетін селеннің улы әсері тіркелген жағдайлар болған. Сонымен қатар, өнеркәсіп пен ауыл шаруашылығында селенді қолдану соңғы онжылдықта айтарлықтай өсті, селеннің қоршаған ортаға әсері анықталған жоқ, мұнда балықтар мен құстардың өлімі мен деформациясы селеннің улы әсерімен байланысты болды [23].

Мырыш маңызды элемент болып табылады және жасушалық функцияларды реттеуде және иммундық функцияны ұстап тұруда орталық рөл атқарады. Мырыш-кофактор. Ол сондай-ақ түрлі ақуыздар үшін және жасушалардың қалыпты функциясы үшін қажет .

Мырыш ақуыздардың, нуклеин қышқылдарының, көмірсулар мен липидтердің метаболизміне қатысады. Ол сондай-ақ гендердің транскрипциясын және басқа да негізгі биологиялық процестерді бақылауға қатысады [1,4].

Мырыш тапшылығы иммунитеттің төмендеуі, сезім мүшелерінің дисфункциясы, есте сақтау сәтсіздігі, ерлердегі сперматогенездің төмендеуі сияқты бірқатар маңызды клиникалық көріністерге әкелуі мүмкін. Мырыш жетіспеушілігі тамақтанудың жеткіліксіздігімен, шығарылуының жоғарылауымен немесе генетикалық себептермен туындауы мүмкін. Керісінше, мырыштың шамадан тыс әсері сирек кездеседі және өте ұзақ экспозицияны талап етеді. Мырыш үздіксіз әсер ету кезінде жинақталмайды, оның ағзадағы құрамына гомеостатикалық механизмдермен модуляцияланады, олар негізінен абсорбцияға және бауырдағы мырыш деңгейіне әсер етеді [1,6].

Оның енгізілуін реттейтін гомеостатикалық механизмдер, жасушалар мен ұлпаларда бөлу және шығару соншалықты тиімді болып табылады, ешқандай бұзылыс немесе зақым темір, мыс, сынап және басқа да металдарға қарағанда мырыштың шамадан тыс жиналуына байланысты емес. Төменгі молекулалық массасы бар шағын пептидтердің индукциясы тионин молекуласына мырыштың 7 молекуласы көлемінде мырышпен байланыстыруы мүмкін [11,16].

Мырыш ферменттер мен басқа ақуыздармен байланысқан кезде бөлінетін катион түрінде болады. Бұл химиялық қасиеттер көптеген өзара әрекеттесулер үшін қолайлы, өйткені физиологиялық жағдайларда мырыш қалпына келмейді және тотықпайды, бұл оны биологиялық ортада өте тұрақты етеді [4,6].

Шын мәнінде, мырыш антиоксидантты агент болып табылады, ол иммундық жүйені белсендіру кезінде пайда болатын бос радикалдармен байланысты жасушаларды қорғайды. Сонымен қатар, мырыш, кадмий сияқты металдардан және тотығу стресін тудыратын белсенді оттегі түрлерінен қорғауда маңызды рөл атқарады [24].

Мырыш қоршаған ортада кең таралған, ол тағамда, суда және ауада кездеседі. Теңіз өнімдері, ет, жарма және сүт өнімдері құрамында мырыштың жоғары деңгейі бар, ал көкөністердің құрамына мырыш топырақтан сіңірілетініне қарамастан мөлшері аз болып келеді [6].

Мырыш иммундық жүйеде өзінің рөлімен белгілі және мырыш жетіспеушілігі бар адамдар әртүрлі қоздырғыштарға жоғары сезімталдыққа ие [22]. Көптеген зерттеулер көрсеткендей, мырыш тері кедергісінен бастап лимфоциттердегі гендердің реттелуіне дейін иммундық жүйенің көптеген аспектілеріне әсер етеді. Мырыш нейтрофилдер және табиғи жасуша-киллер сияқты арнайы емес иммунитетке қатысатын жасушалардың қалыпты дамуы мен жұмыс істеуі үшін негізгі кілті болып табылады. Мырыш тапшылығы, сондай-ақ Т-жасушаларының цитокиндерді шығаруды белсендіру сияқты белгілі бір функцияларын және В-лимфоциттердің, атап айтқанда G иммунноглобулинді дамыту және өндіру сияқты функцияларын өзгерту жолымен жүре пайда болған иммунитеттің дамуына әсер етеді. Макрофагтар бірнеше иммундық функцияларға қатысады және мырыш тапшылығы жағдайында қолайсыз әсер етеді. Бұл цитокиндер мен фагоцитоздың өндірілуін бейтараптандыруға қызмет ететін макрофагтардың жасушаішілік тетіктерін бұзуы мүмкін. Сонымен қатар, көптеген зерттеулердің мәліметтері бойынша, мырыштың жетіспеушілігі иммундық жадыға әсер етеді және инфекцияларға төзімділікті төмендетеді. Сондай-ақ, тағамдық қоспалар түрінде мырыш қабылдаудың жоғарылауы иммундық реакцияны жақсартады, бірнеше жасушаларда цитокиндердің өндірілуін және иммундық функцияны модуляциялайды. Шын мәнінде, мырышпен өңделген тышқандардағы зерттеулер қоспалар ретінде Т-лимфоциттер мен макрофагтардың жоғарылауын көрсетті, ал тышқандар токсиндерге де төзімді болды [4,6,24].

Қорытындылай келе, осы саладағы зерттеулер тірі ағза мен иммундық жүйе салалары үшін үлкен маңызға ие әрі өзекті мәселелердің бірі екенін атап өткен жөн, өйткені көптеген аурулар иммундық жүйенің бұзылуымен байланысты болады. Қауіпті концентрациядағы ауыр металдар тірі ағзаға зиянды әсер етеді, алайда олардың жетіспеуі немесе толық болмауы тірі ағзаның дамуына кері әсер етуі мүмкін. Сондықтан, осы саладағы биологиялық зерттеу жұмыстарын басты назарға ала отырып, әлі де зерттеуді қажет ететін басты мәселелердің қатарына жатқызып, бүгінгі таңда зерттеу жұмыстарын жалғастыру өзектілік танытып отыр.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Веницианов, Е. В. Экологический мониторинг: шаг за шагом / Е. В. Веницианов и др.; под ред. Е. А. Заика. - М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. - 252 с
- 2 Курамшина Н.Г., Латыпов А.Б. Содержание тяжёлых металлов в биоресурсах природно-сельскохозяйственных зон Башкортостана и их влияние на экологическую безопасность продукции коневодства // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 3(11). С. 46- 51.
- 3 Гаврилов Ю.А., Макаров Ю.А. Токсическое действие тяжёлых металлов на организм КРС // Вестник РАСХН. 2006. № 5. С. 81-83.
- 4 Водяницкая О.В. Анализ содержания тяжёлых металлов в пищевых продуктах // Биоэлементы: материалы II междунар. науч.-практ. конф. Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2007. С. 308-311.
- 5 Мартин, Р. Бионеорганическая химия токсичных ионов металлов / Р. Мартин // Некоторые вопросы ионов металлов. - М.: Мир, 1993. - С.25-61.
- 6 Wilke R. Konzentrationen von BUI und Cadmium beim schalenmilch in antobohunaten Kerieren in Raum Cudow, schlesuig- Hols / R. Wilke, K. Potlmeyer, K. -H. f Lotthammer. Lein. Z. Zagdusisi. - 2000. - Bol. 46, №1. - P. 31-44.
- 7 Sevaljevic M. Ispitivanje kontaminacije zemljišta, pšenice i vazduha sa područja Srednjeg Banata olovom i kadmijumom / M. Sevaljevic, M. Milovac, K. Zavko, B. Kladija // Zdvavstveno bezbedna hrana, Movi Sad. - 2000. - №1. - S. 51 -56. 46.
- 8 Stec J. Inhibition of DNA repair by cadmium and lead in sheep lymphocytes: protective interaction of magnesium / J. Stec. // Bull. Veter. Inst, in Pulawy. -2000. - Vol. 44, №2. - P. 221-226.
- 9 Roch, M. Determination of no effect levels of heavy metals for rainbow trout using hepatic metallothionein /M. Roch, P. Noonan, J.A. Maccarter // Water, Res. - 1986. - Vol. 6. - P. 771-774.
- 10 Донник И.М. Оценка здоровья животных в территориях химического и радиоактивного загрязнения. Зоотехния. 2003. №10. С. 20-23. 34.
- 11 Последствия антропогенного загрязнения для скота и их профилактика / В. Иванов, М. Лебедева, В. Каменчук и др. // Молочное и мясное скотоводство. 2004. №1. С. 27-30. 35.
- 12 Ларский, Э.Г. Методы определения и метаболизм металло-белковых комплексов / Э.Г. Ларский // Итоги науки и техники: биол. химия. - 1990. - Т. 42. - 198 с
- 13 Hultberg B., Andersson A., Isaksson A. Interaction of metals and thiols in cell damage and glutathione distribution: potentiation of mercury toxicity by dithiothreitol // Toxicology, 2001. - №156(2). - P. 93-100.
- 14 Demoor J.M., Koropatnick D. J. Metals and cellular signaling in mammalian cells // Cellular and Molecular Biology. - 2000. - №46(2). - P. 367,381
- 15 Miles A.T., Hawksworth G.M., Beatty J.H., Rodilla V. Induction, regulation, degradation. and biological significance of mammalian metallothioneins // Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology. - 2000. - №35(1). - P. 35-70.
- 16 Dickinson D. A. Forman H. J. Glutathione in defense and signaling: lessons from a small thiol // Annals of the New York Academy of Sciences, - 2973. - P. 188-504.
- 17 Coyle P. Philoos J.C., Carey L.C., Rofe A. M. Metallothionein: the multipurpose protein Cell. Mol. Life Sei. - 2002. - - 627-617.
- 18 Leffel E. K. Wolf C., Poklis A., White K. L. Drinking water exposure to cadmium, an environmental contaminant, results in the exacerbation of autoimmune disease in the murine model Toxieblogy. - 2003. - №188. - P. 233-250.
- 19 Содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути в продуктах питания Оренбургской области / Н.Н. Верещагин, Н.А. Лесцова, В.М. Боев, Т.М. Макарова, Г.В. Сизова // Биоэлементы: науч. тр. I междунар. науч.-практ. конф.- Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2004. С. 256-258. 36.
- 20 Водяницкая О.В. Анализ содержания тяжёлых металлов в пищевых продуктах // Биоэлементы: материалы II междунар. науч.-практ. конф. Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2007. С. 308-311.
- 21 Система экологической безопасности получаемой продукции / А.Г. Зелепухин, Ж.А. Журкина, Г.Б. Родионова, С.А. Мирошников, В.И. Корнейченко, А.М. Сергеев, Е.А. Бондарь // Биоэлементы: материалы II междунар. науч.-практ. конф.- Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2007. С. 128-132.
- 22 Шешунов И. В. Зависимость заболеваемости населения от специфических промышленных выбросов / И. В. Шешунов, Ф. Н. Гильмиярова, Н. И. Гергель [и др.] // Гигиена и санитария. - 1999. - №3. - С. 5-9. 40.
- 23 Candelaria L. M. Medsu ring cadmium ion activities in Sludge-amended soils, soil Sc / L. M. Candelaria, A. C. Chang, C. // Amrhein. - 1995. - Vol. 159, №3, - P. 162-175.
- 24 Трахтенберг, И. М. Тяжелые металлы во внешней среде / И. М. Трахтенберг, В. С. Колесников, В. П. Луковенков. - Минск:Наука и техника, 1994. -285 с.

Г.А.Татенова, О.З.Ильдербаев, А.Ж.Нурсафина

Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казхстан

Общий обзор вопросов по вредным воздействиям тяжелых металлов на живой организм

Аннотация. В статье дается общее исследование вопросов по вредным воздействиям тяжелых металлов, связанных с системой живого организма. Тяжелые металлы оказывают сильное воздействие на организм при опасных концентрациях. С точки зрения биологической активности и токсичных свойств, они представляют большую опасность, относятся к числу показателей, заслуживающих внимания и исследования.

Ключевые слова: тяжелые металлы, воздействие на организм человека, система живого организма.

G.A. Tatenova, O.Z. Ilderbayev, A.Zh. Nursafina

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

General review of questions on the harmful effects of heavy metals on a living organism

Abstract. The article provides a General study of questions on the harmful effects of heavy metals associated with the system of a living organism. Heavy metals have a strong effect on the body at dangerous concentrations. From the point of view of biological activity and toxic properties, it is a great danger and is one of the indicators that deserve attention and research.

Keywords: heavy metals, effects on the human body, the system of a living organism.

References

- 1 Venitsianov, E.V. Ekologicheskii monitoring: shag za shagom [Environmental monitoring: step by step] , E.V. Venitsianov et al.; under the editorship of E.A. Zaika. - M.: RCTU them. D.I. Mendeleev, 2003.– 252 s. [in Russian].
- 2 Kuramshina N.G., Latypov A.B. Soderzhaniye tyazholykh metallov v bioresursakh prirodno sel'skokhozyaystvennykh zon Bashkortostana i ikh vliyaniye na ekologicheskuyu bezopasnost' produktsii konevodstva [The content of heavy metals in the biological resources of natural agricultural zones of Bashkortostan and their impact on the environmental safety of horse breeding], *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg State Agrarian University]. 2006. No. 3 (11). S. 46-51. [in Russian].
- 3 Gavrilov Yu.A., Makarov Yu.A. Toksicheskoye deystviye tyazholykh metallov na organizm KRS [The toxic effect of heavy metals on the body of cattle], *Vestnik RASKHN* [Bulletin of RAAS]. 2006. No. 5. P. 81-83. [in Russian]
- 4 Vodyanitskaya O.V. Analiz soderzhaniya tyazholykh metallov v pishchevykh produktakh [Analysis of the content of heavy metals in food products], *Bioelementy: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Orenburg, IPK GOU OGU* [Bioelements: materials of the II international scientific-practical conf. Orenburg, IPK GOU OGU], 2007.S. 308-311. [in Russian].
- 5 Martin, R. Bioneorganicheskaya khimiya toksichnykh ionov metallov [Bioorganic chemistry of toxic metal ions], Martin, R. Nekotoryye voprosy ionov metallov [Some questions of metal ions]. - M.: Mir, 1993. - S.25-61. [in Russian].
- 6 Wilke R. Konzentrationen von BUI und Cadmium beim schalenmilch in antobo - hunaten Kerieren in Raum Cudow, schleswig - Hols / R. Wilke, K. Potlmeyer, K. -H. f Lotthammer. *Lein. Z. Zagdusisi*. - 2000. - Bol. 46, No. 1. - P. 31-44.
- 7 Sevaljevic M. Ispitivanje kontaminacije zemljišta, pšenice i vazduha sa područja Srednjeg Banata olovom i kadmijumom, M. Sevaljevic, M. Milovac, K. Zavko, B. Klauđija, *Zdjavstveno bezbedna hvana*. - 2000. - No. 1. - S. 51-56. 46.
- 8 Stec J. Inhibition of DNA repair by cadmium and lead in sheep lymphocytes: protective interaction of magnesium, J. Stec., *Bull. Veter. Inst, in Pulawy*. -2000. - Vol. 44, No. 2. - P. 221-226.
- 9 Roch, M. Determination of no effect levels of heavy metals for rainbow trout using hepatic metallothionein / M. Roch, P. Noonan, J.A. Maccarter, *Water, Res.* - 1986. - Vol. 6. - P. 771-774.
- 10 Donnik I.M. Otsenka zdorov'ya zhivotnykh v territoriyakh khimicheskogo i radioaktivnogo zagryazneniya [Assessment of animal health in areas of chemical and radioactive contamination]. *Zootekhniya* [Zootechnics]. 2003. No. 10. S. 20-23. 34. [in Russian].
- 11 Posledstviya antropogennogo zagryazneniya dlya skota i ikh profilaktika [Consequences of anthropogenic pollution for livestock and their prevention], V. Ivanov, M. Lebedeva, V. Kamenchuk and others, *Molochnoye i myasnoye skotovodstvo* [Dairy and beef cattle breeding]. 2004. No.1. S. 27-30. 35. [in Russian].
- 12 Larsky, E.G. Metody opredeleniya i metabolism metallo-belkovykh kompleksov [Methods of determination and metabolism of metal-protein complexes], E.G. Larsky, *Itogi nauki i tekhniki: biol. khimiya* [Results of science and technology: biol. chemistry]. - 1990. - T. 42. - 198 s [in Russian].
- 13 Hultberg B., Andersson A., Isaksson A. Interaction of metals and thiols in cell damage and glutathione distribution: potentiation of mercury toxicity by dithiothreitol, *Toxicology*, 2001. - No. 156 (2). - R. 93-100.
- 14 Demoor J.M., Koropatnick D. J. Metals and cellular signaling in mammalian cells, *Cellular and Molecular Biology*. - 2000. - No. 46 (2). - R. 367,381
- 15 Miles A.T., Hawksworth G.M., Beatty J.H., Rodilla V. Induction, regulation, degradation. and biological significance of mammalian metallothioneins, *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*. - 2000. - No. 35 (1). - R. 35-70.

- 16 Dickinson D. A. Forman H. J. Glutathione in defense and signaling: lessons from a small thiol, *Annals of the New York Academy of Sciences*, - 2973. - P. 188-504.
- 17 Coyle P. Philoos J.C., Carey L.C., Rofe A. M. Metallothionein: the multipurpose protein *Cell. Mol. Life Sci.* - 2002. - - 627-617.
- 18 Leffel E. K. Wolf C., Poklis A., White K. L. Drinking water exposure to cadmium, an environmental contaminant, results in the exacerbation of autoimmune disease in the murine model *Toxicology*. - 2003. - No. 188. - R. 233-250.
- 19 Soderzhaniye svintsa, kadmiya, mysh'yaka i rtuti v produktakh pitaniya Orenburgskoy oblasti [The content of lead, cadmium, arsenic and mercury in food products of the Orenburg region], N.N. Vereshchagin, N.A. Lestsova, V.M. Boev, T.M. Makarova, G.V. Sizova, *Bioelementy: nauch. tr. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Orenburg: RIK GOU OGU [Bioelements: scientific. tr I international scientific-practical conf. Orenburg: RIC GOU OGU]*, 2004.S. 256-258. 36. [in Russian].
- 20 Vodyanitskaya O.V. Analiz sodержaniya tyazholykh metallov v pishchevykh produktakh [Analysis of the content of heavy metals in food products], *Bioelementy: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Orenburg, IPK GOU OGU [Bioelements: materials of the II international scientific-practical conf. Orenburg, IPK GOU OGU]*, 2007.S. 308-311. [in Russian].
- 21 Sistema ekologicheskoy bezopasnosti poluchayemoy produktsii [The system of environmental safety of the products], A.G. Zelepukhin, J.A. Zhurkina, G.B. Rodionova, S.A. Miroshnikov, V.I. Korneychenko, A.M. Sergeev, E.A. Cooper, *Bioelementy: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Orenburg, IPK GOU OGU [Bioelements: Materials of the Second International. scientific-practical conf. Orenburg: IPK GOU OGU]*, 2007.S. 128-132. [in Russian].
- 22 Sheshunov I. V. Zavisimost' zabolovayemosti naseleniya ot spetsificheskikh promyshlennykh vybrosov [Dependence of the incidence of the population on specific industrial emissions], I. V. Sheshunov, F. N. Gilmiyarova, N. I. Gergel [et al.], *Gigiyena i sanitariya [Hygiene and sanitation]*. - 1999. - No. 3. - S. 5-9. 40. [in Russian].
- 23 Candelaria L. M. Medsu ring cadmium ion activities in Sludge - amended soils, *soil Sc*, L. M. Candelaria, A. C. Chang, C., *Amrhein*. - 1995. - Vol. 159, No. 3, - P. 162-175.
- 24 Trakhtenberg, I. M. Tyazhelyye metally vo vneshney srede [Heavy metals in the external environment], I. M. Trakhtenberg, V. S. Kolesnikov, V. P. Lukovenkov. - Minsk: Nauka i tekhnika [Science and Technology], 1994. -285 p. [in Russian].

Сведения об авторах:

Татенова Г.А. - PhD докторант 1 курса кафедры общей биологии и геномики Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.

Ильдербаев О.З. - доктор медицинских наук, профессор кафедры общей биологии и геномики Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.

Нурсафина А.Ж. - PhD, старший преподаватель кафедры общей биологии и геномики Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.

Tatenova G.A. - PhD first-year doctoral student of the Department of General Biology and Genomics of the Eurasian National University, L.N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan .

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

Nursafina A. Zh. - PhD doctor, senior lecturer of the Department of General Biology and Genomics of the Eurasian National University , L.N. Gumilyov, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Редакцияга 17.12.2019 қабылданды