

Жаратылыстану және техникалық ғылымдар
Естественные и технические науки
Natural and Technical Sciences

МРНТИ: 87.15.09

<https://doi.org/10.65247/3105-3432-2025-4.01>

**ДҮНИЕЖҮЗІНДЕ ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ УЫТТЫ МЕТАЛДАРМЕН ЛАСТАНУ
СИПАТЫ ЖӘНЕ БҰЛ МӘСЕЛЕМЕН МҮМКІН КҮРЕСУ ЖОЛДАРЫ**

^{*}¹Н.ҚАБАҚ^{id}, ¹А.Г.АЛМАБЕКОВА^{id}

¹*Химия биология бағытындағы Назарбаев Зияткерлік мектебі*

(Алматы, Қазақстан)

^{*}nazymkabak@gmail.com, almabekova_g@hbaln.nis.edu.kz

Аңдатпа

Бұл мақала соңғы уақытта өзектілігі жоғары - дүниежүзі бойынша уытты металдармен ластану мәселесін негізге ала отырып, уытты металдардың әрқайсысына тоқталу арқылы олардың ағзаға түсу жолдары мен денсаулыққа әсері жайлы ақпаратты қамтиды. Жұмыс уытты металдармен ластану мәселесін жан-жақты талдап, онымен күресу бойынша қолданылатын хелаттау және ионалмасу хроматография іс-шараларының артықшылықтары мен кемшіліктерін талдайды. Атап айтқанда, хелаттауда хелат агенттер металдармен тұрақты кешендер түзіп, ағзадан оларды шығаруға негізделсе, ионалмасу хроматографиясы - сорбенттерде иондар коспасын бөлудің сорбциялы динамикалық әдісі саналады. Хелаттауды үй жағдайында қолдану тиімді және оның ағзаға жанама әсері аз болса да, хелатты қосылыстардың сақтау мерзімінің аздығы және терапияның қымбаттылығы бұл әдістің кемшіліктеріне жатады. Ионалмасу хроматографиясының артықшылығы - әртүрлі иондарды талдау қабілеті болғанмен, бұл әдісті қолдануда да кейбір факторларға тәуелділік, арнайы жабдықтың қажеттілігі секілді қиыншылықтар кездеседі. Ластану мәселесін шешу жолында мемлекеттердің билік басшылары ғылыми салада білікті мамандармен біріге отыра жұмыс жасауда. Елдердің экология саласына үлкен өлшемде қаржының бөлінуі, халықты «қалдықсыз өңдеу» бағытына қосылуға шақыру, жанама энергия түрлерін қолданысқа енгізу секілді іс-шаралар ауыр металдардың қоршаған ортаға әсерін тежеуге септігін тигізеді. Сонымен қатар, осы мәселенің әртүрлі мемлекеттердегі сипаты аталып өтіледі. Соның ішінде, дүниежүзі бойынша Қытай, Бангладеш, Нигерия секілді мемлекеттерде ластану ахуал жағдайда екені анықталды. Бұл құбылыс елдердегі өнеркәсіп орындарының көптеп шоғырлануымен, оларда жұмыс барысында қауіпсіздік ережелерінің сақталмауымен және тағы басқа факторлармен түсіндіріледі. Уытты металдардың Қазақстандағы таралуын болжауда тәжірибелер жасалып, мақаланың соңында тақырыпқа сәйкес қорытынды ұсынылды.

Түйін сөздер: уытты металдар, хелаттау, ионалмасу хроматографиясы, аурулар белгілері, металдармен ластану мәселесі.

Кіріспе

Адам ағзасында тіршілікке қажет көптеген элементтер бар екені бәрімізге аян. Олар биогенді элементтер деп аталып, макро және микробиогенді болып екі топқа жіктелінеді. Мысалы: қызметі бойынша олардың ішінде селен антиоксиданттық процестерге жауап беріп, улы заттардың зиянды әсерін тежесе; йод өз кезегінде қалқанша безінің жұмысын реттейді. Дегенмен, ағзаға тек пайдасын тигізетін элементтерден бөлек табиғатта су, ауадан келіп жиналатын теріс әсері бар металдар да кездеседі. Мұндай металдар уытты металдар деп аталады.

Мақаланың өзектілігі - қазіргі таңда уытты металдармен ластану мәселесінің дүниежүзілік сипат алуы. Осыған байланысты бұл жұмыс осы мәселе бойынша елдердегі жағдай, онымен күресу үшін қолданылатын іс-шаралар, уытты металдардың денсаулыққа әсері және тақырыпқа қатысты басқа да сұрақтарға жауаптар іздеуді көздейді.

Негізгі бөлім

Уытты металдар - уытты әсері бар, аз мөлшерде де тірі ағзаларға зиян келтіріп, түрлі аурулар

белгілерін туғызатын, тығыздығы салыстырмалы түрде жоғары металдар. Оларды әдетте уыттылығына байланысты үш топқа жіктейді: әлсіз уытты, уытты және өте уытты металдар. Мысалы: әлсіз - барий, ванадий, стронций, вольфрам; уытты - хром, молибден, сурьма, мыс; ал өте уытты - кадмий, мышьяк, сынап, қорғасын және т.б. металдар болып табылады. Араларындағы үш ең ластаушы ауыр металдар - қорғасын, кадмий және сынап екені ғылым әлемінде бірнеше рет дәлелденген де болатын.

Ауыр металдардың жартылай ыдырау мерзімі ұзақ, мысалы: плутонийдікі (244 изотобы) 81 жыл, қорғасындыкі 1600 жыл, урандыкі 4,5 миллиард жылға дейін созылады. Уытты металдар периодтық кестеде әркелкі таралғанмен, атомдық массасы өскен сайын жартылай ыдырау периодының жылдамдығы қарқынды өседі. Сонымен қатар, кейбір металдар өзінің реакцияға тез түсу жылдамдығымен ерекшеленеді. Ең реактивті элементтер мен қосылыстар өздігінен немесе тіпті жарылғыш түрде тұтануы мүмкін және әдетте суда да, ауада да жану қабілетіне ие [Helmenstine A.M., 2019].

Қорғасын(Pb)

Д.И.Менделеев периодтық кестесінде реттік номері – 82, XIV-тобындағы химиялық элемент. Ол бос күйінде оңай балқитын, жұмсақ, көкшіл-сұр түсті ауыр металл ретінде кездеседі. Қорғасын алтын, күміс, темір, мыс, қалайы, сынаппен адамзаттың ежелден қолданып келе жатқан металдардың қатарына жатады. Ол этилденген бензин, бояу, темекі, антиквариаттар, автокөлік аккумуляторлары құрамында кездесіп, адам ағзасына ауа, су және тамақпен түседі. Қоршаған ортаға іштен жану қозғалтқыштары және металдарды балқыту әрекеті нәтижесінен түсіп, сау адамда 1мг мөлшерінің өзі бас ауыру, жыныс мүшелерінің қызметінің бұзылуы, РНҚ жұмысының тежелуі секілді ауру белгілерін тудырады. ДДҰ басылымының жаңартылған «Химиялық заттардың халық денсаулығына әсері. Қорғасынның әсері: денсаулық сақтаудың күрделі мәселесі, 2-ші басылым» еңбегінде келтірілген бағалауларға сәйкес, 2019 жылы белгіленген химиялық заттардың әсерінен болған 2 миллион өлімнің жартысына жуығы осы қорғасынның әсерінен болды [Exposure to lead, 2021]. Оған қоса, бұл ғылыми мақалада қорғасынның әсіресе балалар (көбінесе 5 жастан аспаған) мен жүкті әйелдерге тигізетін әсері зор екені де айтылады.

Сынап (Hg)

Периодтық жүйенің XII-тобында орналасқан, бөлме температурасында сұйық күйде болатын жалғыз химиялық элемент. Оған жарқылдаған күміс түс және $13,52\text{г/см}^3$ тең тығыздық тән. Ол табиғатта бос күйінде сирек, дегенмен көбінесе суда еріген және газ қалпында кездеседі. Сынаптың табиғатта 7 тұрақты изотобы бар, олардың ішінде ең көп тарағандары - $\text{Hg}200$ (23,13%) және $\text{Hg}202$ (29,8%). Қоршаған түсу көздері - өнеркәсіп орындары және көмір жағатын электр станциялары саналса, ол құрамында болуы мүмкін заттарға әртүрлі балық түрлерін, сынапты шам, термометрді жатқыза аламыз. Сынап көрсеткіші адам ағзасында 0,4 мг асып кетсе, бұл бұлшықет дірілдеуіне, асқорыту және иммундық жүйе аурулары, өкпе, бүйрек, тері, ми ауруларына әкеліп соқтыруы мүмкін [Balali-Mood M. Et al., 2021]. Оған қоса, адамның жүйке жүйесіне зақым келуіне, яғни жүйке жасушалары мен нейрондық байланыстардың бұзылуына әкелуі мүмкін.

Кадмий (Cd)

Периодтық жүйенің он екінші тобының күміс - ақ түсті химиялық элементі. Кадмийдің коррозияға төзімділігі жоғары және балку температурасы салыстырмалы түрде аз (321 градус Цельсий). Кадмий қоршаған ортаға өнеркәсіп орындары шығарындыларынан (мысалы: металлургия зауыттары, қуатты аккумулятор өндірісі), көмір мен мұнайды жағу процестері, ауыл шаруашылығында кадмий тыңайтқыштарын пайдалану, қайта өңдеу секілді әрекеттер нәтижесінде түсуі мүмкін [Dutta A. et al., 2020]. Оған қоса, ол ластанған су мен табактың құрамында кездесіп, ағзаға ауыз су, топырақ, ауа арқылы енуі мүмкін. Ол тірі организмдер үшін аса улы болып табылатындықтан, бүйректің, сүйектің, өкпенің және жүйке жүйесінің зақымдануын қоса, денсаулыққа басқа да елеулі мәселелер тудыруы мүмкін. Атап айтқанда,

канцерогенді зат болғандықтан, қатерлі ісік ауруының даму қаупін арттыруы мүмкін [Grandjean P., Budtz-Jargensen E., 2022]. Оның жоғары уыттылығы мен адам денсаулығына қауіптілігіне байланысты бүгінде кадмийді пайдалану бірқатар мемлекеттерде шектеулі немесе тіпті, тиым салынған.

Адам денесінде уытты металдардың шектен тыс мөлшері түрлі ауруларға әкелуі мүмкін екенін білгеннен кейін, бүкіл дүниежүзі бойынша білікті мамандар бұл мәселені шешу үшін түрлі әдістерге жүгінуде. Сондай әдістердің бірі - хелаттау (орысша, хелатирование) ағзаны уытты металдардан тазартуға бағытталып, қазіргі таңда медицина саласында кең қолданысқа ене бастады. Бұл терапия түрі:

- қан плазмасынан ауруларды тудыратын бөгде заттарды жоюға;
- сырқатқа қарсы тұруға көмектесетін дене жасушаларын активизациялауға;
- рак ауруына және аутоиммунды ауруларға қарсы тұра алатын иммунитетті қалыптастыруға;
- ағзаның қышқылдық деңгейін одан токсиндер мен уытты металдардың тұздарын шығару арқылы өзгертуге бағытталған [Obzor metodov, 2022].

Сонымен қатар, мұндай әдістің басқа әдістерге қарағанда артықшылықтарының жеткілікті екенін айта өту керек (1-кесте).

1-кесте

Хелаттау әдісінің артықшылықтары мен кемшіліктерін салыстырмалы талдау

Хелаттау әдісінің артықшылықтары	Хелаттау әдісінің кемшіліктері
Біріншіден, хелаттау - денеден ауыр металдар мен басқа зиянды заттарды кетірудің ең тиімді әдістерінің бірі. Яғни, хелат агенттер металдармен тұрақты кешендер түзіп, бұл оларды тіндер мен мүшелерден тиімді шығаруға мүмкіндік береді.	Біріншіден, әдіс арнайы химиялық қосылыстарды талап еткеннен кейін, терапия жоғары бағада түсуі анық. Әдетте бір сеансқа 33 доллардан 55 долларға дейінгі баға қойылады.
Екіншіден, EDTA (этилендиаминтетрацет) немесе DMPS (димиро-2-пропансульфонат) сияқты хелат агенттерінің әдетте ағзаға тез бейімделу қасиетіне байланысты оған жанама әсері аз болады. Алайда, кез-келген медициналық процедура сияқты, аллергиялық реакциялардың немесе басқа күтпеген жанама әсерлердің сирек жағдайлары кездесуі де мүмкін.	Екіншіден, хелатты қосылыстардың сақтау мерзімі аз болғандықтан кейін, оларды дайындаған сәттен кейін бірден қолданып тастауға кеңес беріледі. Бұл өз кезегінде дәрі-дәрмектің үнемі бақылауда болу қажеттілігін көрсетеді.
Үшіншіден, хелат агенттерін білікті дәрігер науқастың қанына тамыр арқылы енгізе алады немесе тіпті дәрігердің нұсқауы бойынша, керек дәрі-дәрмегін науқастың өзі капсула немесе таблетка түрінде қабылдай алады. Бұл хелаттау әдісін науқастар үшін жеткілікті дәрежеде ыңғайлы етеді, өйткені дәрі енгізуді тіпті үй жағдайында да жүзеге асыруға болады.	Үшіншіден, аталған қосылыстар топырақта немесе судағы басқа иондармен реакцияға түсіп кетуі мүмкін.
Төртіншіден, хелаттау әдісі бірқатар ауруларды емдеу үшін қолданылуы мүмкін. Мысалы: атеросклероз, артрит, ишемиялық инсульт, өкпенің созылмалы обструктивті ауруы және тағы басқа. Атеросклероз емдеуде хелат әдісі қан тамырларының жағдайын жақсартса, оның ауырсынуды басу қабілеті артриттың белгілерін жеңілдетуге мүмкіндік береді.	Төртіншіден, хелаттау әдісі кейбір жағдайларда тиімді болмауы мүмкін. Мысалы, топырақтың жоғары рН деңгейі немесе ода хелаттау үшін керек иондардың әсерін төмендететін басқа химиялық қосылыстардың болуы.

Айта кетерлігі, хелаттауды үлкен ауқымда енгізу күрделі болуы ықтимал. Себебі, бұл хелатталған қосылыстарды әзірлеуде көп мөлшердегі сапалы шикізат пен оларды алу үшін арнайы жабдықты қажет етеді.

Сонымен қоса, дәрі-дәрмекке негізгі компоненттерінен бөлек басқа белсенді элементтер қосылуы мүмкін, олардың қатарында: магний, В дәрумендері, С дәрумені, калий және гепарин.

Бұл қосымша компоненттердің әрқайсысы дәрі-дәрмекке пайдалыс қасиетін береді. Мысалыға, С дәрумені антиоксиданттық белсенділікті арттырады, ТТЛП (бауырдан холестеринді басқа мүшелерге тасымалдаушы тығыздығы төмен липопротеидтер) тотығуының алдын алады, атероманың (эпидермальды немесе фолликулярлық киста) өсуіне жол бермейді. Солайша, қосымша компоненттердің болуы – хелаттау әдісін басқа әдістерге қарағанда ерекше қылады.

Хелаттаудан басқа, улы металдарды ағзадан шығарудың басқа да әдістер бар екенін айта кеткен жөн. Мысалы: ионалмасу хроматографиясы.

Ионалмасу хроматографиясы - иондарды алмастырғыштар деп аталатын сорбенттерде иондар қоспасын бөлудің сорбциялы динамикалық әдісі. Ол ионалмастырғыштар құрамына енетін иондарды ерітіндідегі иондарды стехиометрлік қайтымды ауыстыруға негізделген (2-кесте).

2-кесте

Екі әдіс арасындағы айырмашылықтар

Ионалмасу хроматографиясының артықшылықтары	Ионалмасу хроматографиясының кемшіліктері
Ионалмасу хроматографиясы иондардың ионалмасу сорбенттеріне қатысты әртүрлі аффиндік қасиетіне негізделген.	Хелаттау болса белгілі бір металл иондарымен берік байланысы үшін арнайы функционалдық топтары бар хелатталған сорбенттерді пайдаланады.
Ионалмасу сорбенттері әдетте ионоселективтіліктің жоғары дәрежесіне ие, яғни олар әртүрлі зарядтары немесе өлшемдері бар иондарды бөле алады.	Хелатталған сорбенттер белгілі бір металл иондарына ғана тән болуы мүмкін.
Ионалмасу хроматографиясы бөлінуі қажет иондардың түріне байланысты катиониттік және аниондық режимде жүзеге асырылуы мүмкін.	Хелаттау өз кезегінде металдар мен хелатталған сорбенттер арасында кешендер түзу арқылы жүзеге асырылады.
Ионалмасу хроматографиясы әртүрлі үлгілердегі көптеген иондарды, соның ішінде тамақ өнімдерін, медициналық препараттарды, суды және т.б. талдау үшін кеңінен қолданылады.	Хелаттау көбінесе биологиялық үлгілерде, биотехнологиялық процестерде және дәрі-дәрмек өндірісінде металл иондарын тазарту және шоғырландыру үшін қолданылады.
Біріншіден, әдіс төмен концентрацияланған иондарды анықтауға мүмкіндік береді, бұл оны металл (элемент) іздерін талдауға пайдалы етеді.	Біріншіден, ионалмасу хроматографиясындағы иондарды бөлу қабілеті ерітіндінің рН-ына байланысты болып келеді. Әртүрлі иондарды бөлу үшін рН өзгерісі қажет болуы мүмкін, бұл ыңғайсыздық туғызады себебі, уақыт пен қосымша ресурстарды қажет етеді.
Екіншіден, ионалмасу хроматографиясы ерітіндідегі иондардың жақсы бөлінуін қамтамасыз етеді, бұл олардың құрамын тиянақты талдауға мүмкіндік береді.	Екіншіден, ионалмасу хроматографиясы органикалық иондар секілді иондардың кейбір түрлерін бөлу қабілетімен шектелуі мүмкін.
Үшіншіден, бұл әдісті иондардың әртүрлі түрлерін, соның ішінде көптеген бейорганикалық иондарды талдау үшін пайдалануға болады.	Үшіншіден, ионалмасу хроматографиясын жүргізу үшін арнайы қымбат жабдық қажет, оның ішінде: ионалмасу шайыры бар баған және ерітінді ағынын басқару жүйесі.

Біздің ойымызша, жоғары аталған екі әдіс те улы металдармен күресу үшін тиімді болып келеді. Екі әдістің біреуін таңдағанда, металдың түрін, матрицадағы металл концентрациясын, сондай-ақ металды жоюдың қажетті деңгейін ескеру қажет. Егер металл концентрациясы төмен болса және белгілі бір металдарды оқшаулау қажет болса, онда хелаттау әдісі қолайлырақ болуы мүмкін. Алайда, егер түрі мен матрицасына қарамастан металдардан кеңірек және толық тазарту қажет болса, онда ионалмасу хроматографиясына жүгінген жөн болады.

Уытты металдармен ластану мәселесі бүкіл дүниежүзі бойынша өзекті болғанмен, ғаламшарымыздың кейбір аймақтарында ол мәселе ахуал жағдайға жеткені айқын байқалады. Бұндай елдердің қатарына Қытай, Үндістан, Нигерия, Бангладеш, Батыс Африка аймақтары жатады.

Қытайдың көптеген қалаларында қорғасын, сынап және кадмий сияқты улы металдармен

ластану қарқынды өндіріске және улы заттардың қалдықтарын бақылаудың жеткіліксіздігіне байланысты деп ойлаймыз. Жылдан жылға қоршаған ортада уытты металдар концентрациясы өсіп, бұл өз кезегінде жергілікті халықтың денсаулығына зардап әкелуде. «Қытай экономикасы» апталығына сүйінсек, жақында Хунань провинциясының экологтарының халықтық ұйымы провинцияның жағалау аймақтарындағы жердің жай-күйі туралы 500 күн (16 ай) бақылау жүргізіп, көңіл көншітпейтін нәтижелерге қол жеткізген. Осы нәтижелерге сәйкес, шахталар шоғырланған Чэнчжоу қаласының 36 ауданының өзендерінің түбіндегі мышықтың мөлшері нормадан 715 есе артық; осы аудандардағы күріш алқаптарындағы кадмий мөлшері нормадан 206 есе жоғары; Юэян қаласының маңындағы мырыш және қорғасын кеніштері ауданындағы күріш алқаптарындағы топырақта қорғасын мөлшері нормадан 5 есе жоғары екені анықталды [Epoch Time, 2021]. Әрине, бұл мәселені шешу үшін Қытайға шұғыл шаралар қабылдау қажеттілігі туындады. 2017 жылдың наурыз айында қоқыс пен тұрмыстық қалдықтарды міндетті түрде сұрыптау жүйесін енгізетін жоспар жарияланды. Бұл ҚХР-ның барлық министрліктері бірлесіп, әзірлеген жобасына айналды. Бастапқыда істің баяу жүруі – азаматтардың мәселе жайлы сауатсыз болуы және қоқысты бөліп жинау және оны одан әрі қайта өңдеу процесінің логистикасының жеткіліксіз болуымен түсіндірілді. Әрине, бұл мемлекетке айтарлықтай инвестиция тұрғаны анық. 2017-2020 жылдар аралығында мемлекеттік бюджет шығындары шамамен 25 миллиард еуроны құрап, оның 17 миллиарды - қайта өңдеу және тазарту құрылыстарын салуға жұмсалса, қалдықтарды бөліп жинау жүйесін әзірлеу мен енгізуге 2,5 миллиард қаржы жұмсалды [НЕТМУС, 2022]. Ластану мәселесін шешуде бұл әдістің тиімділігі жоғары деп есептейміз, себебі бұл халық арасында «қалдықсыз өңдеу» қозғалысын дамытып, процесс барысында бағалы материалдарды алу арқылы улы металдардың қоршаған ортаға әсерін азайтуға ықпалын тигізеді.

Сонымен қатар, Қытай басшылығы елдің ластанған жерлерінде суды, топырақты және ауаны өңдеу үшін тұндыру, сүзу, ионалмасу және белсендірілген көмір сияқты улы металдарды жоюдың озық технологияларын қолдануды қолға алды.

«Синьхуа» агенттігі хабарламасы бойынша, Пекин қаласында қытай ғалымдары суды ауыр металдардан тазарту үшін картон қалдықтарынан наноматериал жасап шығарды. Бұл материал - ҚХР Ғылым Академиясының жанындағы Хэфэй қаласының жаратылыстану ғылымдары институтының (Аньхой провинциясы, Шығыс Қытай) эксперименттік зерттеулерінің нәтижесі. Агенттік түсіндіргендей, жоғары қысымды және температуралы картон қалдықтарынан алынған наноматериал ең жақсы металл қабатымен жабылған. Бұл улы заттарды бөліп алуға, олардың сұйықтықпен араласуына және судағы тірі организмдер мен өсімдіктерге сінуіне жол бермейді [СМИ, 2018].

Бангладештің кейбір аудандарында, әсіресе тері илеу зауыттарының маңында топырақ пен суда хром мен басқа да улы металдардың жоғары концентрациясы кездеседі. Бангладешті жалпы, әлемдегі ең лас мемлекет атау себебі де осында. Экологиялық ұйымдардың айтуы бойынша, оның астанасы – Дакканың батысында орналасқан қалалық аймақ – жер шарындағы ең ластанған жерлердің бірі. 17 миллионнан астам халқы бар Дакка қаласы Буриганга өзенінің бойында орналасқан және оның суы тазарту жүйелерінің болмауына байланысты Хазарибаг ауданындағы тері өңдеу зауыттарының улы төгінділерімен уланған. Бангладештің кірпіш өндірушілері қауымдастығының мәліметтері бойынша, елде 7000 зауыт бар, олар миллионға жуық адамды жұмыспен қамтып, жылына 23 миллиард кірпіш шығарады. Ауаның ластануы соншалықты қауіпті деңгейге жеткенін Дакка тұрғындарында тыныс алу және тері ауруларының күрт өсуінен байқай аламыз. Жағдайдың күрделенгені соншалық, үкімет 2017 жылдан 2019 жылға дейін 3 жыл ішінде 150-ден астам былғары зауыттарын көшіруге мәжбүр болды, олар атап өткен қиындықтардан басқа, балалар еңбегін де пайдаланды [Bozorg-Haddad O. et al., 2021].

Батыс Африка аймағында аккумуляторларды өндіру мен кәдеге жаратудың қанағаттанарлықсыз технологияларын қолданудан туындаған қорғасынмен ластанудың жоғары деңгейі байқалады. Нигер-Дельта аймағы мұнай өнеркәсібімен және су мен топырақ

ресурстарының сынап пен қорғасын сияқты улы металдармен қатар ластануымен танымал [Bozorg-Haddad et al., 2021].

Қазақстанда улы металдармен ластану халықтың денсаулығы мен қоршаған ортаға елеулі әсер ететін мәселе болып табылады. Елде мұндай ластанудың бірнеше көздері бар және олар өнеркәсіптік қызметі пен экологиялық стандарттарды сақтамаудың нәтижесі саналады. Бұл аймақтағы улы металдармен ластанудың негізгі көздерінің бірі-қара және түсті металлургияны қоса алғанда, тау-кен өндіру саласының кәсіпорындары. Мысалы: болатты шығаратын Теміртау қаласында орналасқан Қарағанды металлургия комбинаты, Ақтаудағы ЕвразКаспианСталь зауыты, 1965 жылы ашылған АрселорМиттал Теміртау, «Ақтөбе Ферроқорытпа зауыты». Бұл кәсіпорындар атмосфераға және су көздеріне қорғасын, сынап, кадмий және мыс сияқты ауыр металдардың көп мөлшерін шығарады. Нәтижесінде ластану топыраққа, өсімдіктерге және су жүйелеріне еніп, ауыз судың сапасыздығына және топырақтың құнарсыздануына әкеледі. Жылдан жылға өткен «қалдық үйіндісі» орта есеппен 1 миллиард тоннаға өсіп отыруда. Зиянды қалдықтардың ең көп бөлігі (89%) арнаулы жерүсті қоймаларында орналасқан. Негізгі уытты өнеркәсіптің қалдықтарының 29,4% - Жезқазған, 25,7% - Шығыс Қазақстан, 17% - Қостанай, 14,6% - Павлодар облыстарында орналасқан. Аталған облыстар әрқашан республика мақтанышы еді: мұнда өндіріс алпауыттары жұмыс жасаған.

Улы металдармен ластану мәселесі өнеркәсіптік зауыттардағы экологиялық ережелерді сақтамаумен де байланысты. Жұмыс орындарындағы мамандар көбінесе зиянды заттардың шығарылуын тиісті бақылауда жүзеге асырмай, қоршаған ортаның ластану деңгейін анықтау үшін мерзімді талдаулар жүргізбейді. Қазақстанда улы металдармен ластанудың зиянды салдарына тыныс алу жолдарының, жүйке жүйесінің, бүйректің созылмалы аурулары сондай-ақ онкологиялық аурулар жатады. Сонымен қатар, металдармен ластану жабайы табиғат пен өсімдіктер популяциясының азаюына әкелуі мүмкін. Расында, улы металдармен ластану мәселесін шешу үшін Қазақстанда бірқатар шаралар қабылдануы қажет. Ең алдымен, өнеркәсіп орындарының қызметін қатал бақылау және зиянды заттар шығарылымдарының көлемін белгілеу қажет. Сондай-ақ, тау-кен және металлургия өнеркәсібін қоса алғанда, қызметтің әртүрлі салаларында экологиялық бақылау, яғни мониторинг шараларын енгізу қажет.

Әдеби шолу

Кейбір ауыр металдар тотығу стрессіне әкелетін және жасушалардың зақымдалуына әкелетін бос радикалдарды тудыратыны анықталды. Бос радикалдардың пайда болу механизмі әр ауыр металл түріне тән [Engwa G.A. et al., 2018].

Нуклеин негіздерімен және электростатикалық түрде ДНҚ омыртқасының теріс фосфат топтарымен әрекеттесетін улы металл иондары ДНҚ қос спиралының құрылымында өзгерістер тудырып, бір немесе қос тізбектердің үзілуіне әкелетіні расталды. Бұл құбылыс денедегі қорғаныс жүйелеріне әсер етіп, мутация тудырып, нәтижесінде түрлі аурулар пайда болатыны хабарланды [The effects, 2017].

Әдістер

Қорғасын, мыс, сынап, күміс және басқа да ауыр металдардың тұздарымен әрекеттескен кезде ақуыздар денатурациялап, тұнбаға түседі. Бұл теорияны дәлелдеу үшін тәжірибе жүргізілген болатын. Алматының түкпір-түкпірінен топырақ үлгілері жиналды. Атап айтқанда - Алматы қаласы НЗМ ХББ ауласы, қала ортасында орналасқан ойын-сауық орталығы, өнеркәсіп орындары бар қала шеті және айналасы жасыл ағаштарға толы өз үйімнің жаңы. Осы үлгілер бірдей мөлшерде 4 пробиркаға салынды. Процесс барысында төмендегідей заттар қолданылды:

- дистилденген су;
- тамшуыр;

- жұмыртқаның ақуызы;
- натрий хлориді;
- мыс (II) хлориді;
- темір (II) хлориді ерітінділері.

Ең алдымен, әр пробиркаға 1-2 мл тамшы ақуыз қосылды. Яғни, 1-пробиркаға дистилденген су, 2-шісіне натрий хлориді, 3-шісіне мыс (II) хлориді, 4-шісіне қалған темір (II) хлориді құйылды.

Сонымен қатар, кейбіріміз күнделікті өмірде тұтынатын консервінің беті құрамындағы қорғасынды анықтауға да тәжірибе жасалды. Ең алдымен, консерві қақпағы эфирге малынған мақта бөлігімен майсыздандырылды. Содан кейін сірке қышқылының ерітіндісіне малынған тағы бір мақта консервінің бетіне жағылып, солайша залалсыздандырылды. Кейін, калий йодидінің ерітіндісіне малынған мақта шары консервінің өңделген орнына қойылды.

Нәтижелер

Арада уақыт өткенін күткеннен соң, келесідей нәтижелерге қол жеткіздік.

Ақуыз ауыр металдардың тұздары бар: үшінші және төртінші пробиркаларда денатурацияға ұшырады. Дегенмен, қала шетінен жиналған топырақ үлгісі бар 3 пробиркада денатурация процесінің тезірек жүргені байқалды. Бұл қала шетіндегі орналасқан өнеркәсіп орындарының қоршаған ортаға уытты заттарды шығарып, жұмысшылардың өндірістен кейінгі қалдыққа қатысты қауіпсіздік шараларына немқұрайлы қарауына байланысты деп есептейміз. Қалған 1 және 2 пробиркаларда бұндай өзгерістер байқалған жоқ.

Екінші тәжірибедегі бақылауларға келсек, мақта қорғасын (II) йодидінің әсерінен тез сарыға айналады, бұл консервті банканы жасауда қорғасын қоспасы қолданылғанын көрсетеді. Солайша, консервті банка қалайы мен қорғасынның қорытпасы болғандықтан, банка ашылған кезде, тігістің тұтастығы бұзылады және қорғасын тамаққа түсуі мүмкін. Сондықтан да консервілерді ұзақ сақтауға кеңес етілмейді.

Пікір алмасу

Жоғарыда аталған деректер мен фактілерге сәйкес уытты металдармен ластану мәселесінің қазіргі таңдағы ауқымдылығын байқай аламыз. Хелаттау және ионалмасу хроматографиясының артықшылықтары мен кемшіліктерін ескере отырып, уытты металдармен салыстырмалы түрде аз ластанған Қазақстанда және оған көршілес елдерде бірінші әдісті енгізу тиімді болмақ деген қорытындыға келеміз. Себебі, жабдықтың қымбаттылығы мен кейбір факторларға тәуелділігін ескермесек, ол - науқасқа қолдануға ыңғайлы, түрлі ауруларды емдеу қабілетіне ие және ағзаға жанама әсері аз. Болашақта Қазақстанда хелаттау әдісі енгізілуі жүзеге асырылса, әдістің жергілікті науқастардың денсаулығына әсерін талдап қана қоймай, кейін осы әдістің септігімен жазылған олардың санына қатысты зерттеу ұсынғымыз келеді.

Қорытынды

Біздің ағзамызда тіршілігімізге қажет биогенді элементтерден басқа, тиісті мөлшерден асып кетсе, түрлі аурулар белгілерін тудыратын ауыр сәтталдар кездесетінін білу жүргеніміз маңызды. Олар қоршаған ортаға жергілікті өндіріс орындарынан және көліктерден шығатын улы газдармен бірге түсіп, адам ағзасына су, тамақ, ауа арқылы енеді.

«Улы металдармен ластануы адам денсаулығы мен қоршаған ортаға үлкен қауіп төндіреді және біз ғаламшарымызды қорғау және қалпына келтіру үшін жеде шаралар қабылдауымыз қажет» - приматолог және қоршаған ортаны қорғаудағы активист Джейн Гудолл айтқандай, уытты металдармен ластану мәселесі ХХІ ғасырдағы жаһандық жылыну, озон қабатының жұқаруы секілді басқа да өзекті мәселелердің қатарында. Бұл мәселені шешуде әр мемлекеттің басшылары жергілікті ғалымдармен бірлесе отыра қадамдар жасауға тырысуда. Мысалы: ионалмасу хроматографиясы және хелаттау әдістері әсіресе, кеңінен қолданысқа ене бастады.

Әр әдістің артықшылықтары мен кемшіліктерін ескеріп, экономикасы жағынан артта қалып келе жатқан мемлекеттерге де енгізу мүмкіндігін қарастыру қажет. Солайша, мақалада кіріспеде айтылған бүкіл сұрақтарға жауап табылды.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- Helmenstine A.M. (2019) *The Most Toxic Elements in the Periodic Table* [Электрондық ресурс]: URL: <https://www.thoughtco.com/worst-elements-on-the-periodic-table-3989077> (өтінім берілген күні: 01.12.2023).
- Exposure to lead: a major public health concern, second edition. Preventing disease through healthy environments (2021) *World Health Organization, second edition* [Электрондық ресурс]: URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346775/9789240037656-eng.pdf?sequence=1> (өтінім берілген күні: 02.12.2023).
- Balali-Mood M., Naseri K., Tahergorabi Z., Khazdair M.R., Sadeghi M. (2021) Toxic Mechanisms of Five Heavy Metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium and Arsenic. *Front. Pharmacol.* 12:643972 [Электрондық ресурс]: DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.643972> (өтінім берілген күні: 01.12.2023).
- Dutta A., Patra A., Jatav H.S., Jatav S.S., Singh S.K., Sathyanarayana E., Vopma S., Singh P. (2020) *Toxicity of Cadmium in Soil-Plant-Human Continuum and Its Bioremediation Techniques* [Электрондық ресурс]: URL: <https://www.intechopen.com/chapters/73767> (өтінім берілген күні: 04.12.2023).
- Grandjean P., Budtz-Jørgensen E. (2022) *Handbook on the Toxicology of Metals* (Fifth Edition), 1, 369-383 [Электрондық ресурс]: DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823292-7.00024-3> (өтінім берілген күні: 03.01.2024).
- Обзор методов хелатиروvanия в терапии пациентов с атеросклерозом (2022) Россия, 4 июля [Электрондық ресурс]: URL: <https://medsi.ru/about/press-centr/news/obzor-metodov-khelatirovaniya-v-terapii-patsientov-s-aterosklerozom/?ysclid=lrn5ezlsp929845476> (өтінім берілген күні: 16.12.2023).
- Epoch Time (2021) Загрязнение почвы в Китае: содержание мышьяка в 700 раз превышает норму. *The Epoch Times*, 14 October [Электрондық ресурс]: URL: <https://www.epochtimes.ru/zagryaznenie-pochvy-v-kitae-soderzhanie-myshyaka-v-700-raz-prevyshaet-normu-98957935/?ysclid=lrbq4rer21471679870> (өтінім берілген күні: 28.12.2023).
- НЕТМУС (2022) Переработка и сортировка мусора в Китае: какие нам уроки преподносит Поднебесная. *НЕТМУС*, 7 июня [Электрондық ресурс]: URL: <https://netmus.ru/press-center/articles/pererabotka-i-sortirovka-musora-v-kitae-kakie-uroki-nam-prepodnosit-podnebesnaya/> (өтінім берілген күні: 03.01.2024).
- СМИ (2018) Ученые разработали наноматериал для очищения воды от тяжелых металлов. Пекин, 18 мая [Электрондық ресурс]: URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/5211525?ysclid=lrd401gjzw346571095> (өтінім берілген күні: 04.01.2024).
- Bozorg-Haddad O., Delpasand M., Loaiciga H.A. (2021) Water quality, hygiene, and health. *Economical, Political, and Social Issues in Water Resources*, 217-257 [Электрондық ресурс]: DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90567-1.00008-5> (өтінім берілген күні: 02.12.2023).
- Engwa G.A., Ferdinand P.U., Nwalo F.N., Unachukwu M.N. (2018) *Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans* [Электрондық ресурс]: URL: <https://www.intechopen.com/chapters/64762> (өтінім берілген күні: 15.01.2024).
- The effects of metal ion contaminants on the double stranded DNA helix and diseases (2017) *National library of Medicine* [Электрондық ресурс]: URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28758877/> (өтінім берілген күні: 15.01.2024).

Referehces

- Helmenstine A.M. (2019) *The Most Toxic Elements in the Periodic Table* [Elektrondyk resurs]: URL:

- <https://www.thoughtco.com/worst-elements-on-the-periodic-table-3989077> (otininim berilgen kuni: 01.12.2023).
- Exposure to lead: a major public health concern, second edition. Preventing disease through healthy environments (2021) *World Health Organization, second edition* [Elektrondyk resurs]: URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346775/9789240037656-eng.pdf?sequence=1> (otininim berilgen kuni: 02.12.2023).
- Balali-Mood M., Naseri K., Tahergorabi Z., Khazdair M.R., Sadeghi M. (2021) Toxic Mechanisms of Five Heavy Metals: Mercury, Lead, Chromium, Cadmium and Arsenic. *Front. Pharmacol.* 12:643972 [Elektrondyk resurs]: DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.643972> (otininim berilgen kuni: 01.12.2023).
- Dutta A., Patra A., Jatav H.S., Jatav S.S., Singh S.K., Sathyanarayana E., Vopma S., Singh P. (2020) *Toxicity of Cadmium in Soil-Plant-Human Continuum and Its Bioremediation Techniques* [Elektrondyk resurs]: URL: <https://www.intechopen.com/chapters/73767> (otininim berilgen kuni: 04.12.2023).
- Grandjean P., Budtz-Jørgensen E. (2022) *Handbook on the Toxicology of Metals* (Fifth Edition), 1, 369-383 [Elektrondyk resurs]: DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823292-7.00024-3> (otininim berilgen kuni: 03.01.2024).
- Obzor metodov helatirovaniya v terapii pacientov s aterosklerozom (2022) Rossiya, 4 iyulya [Elektrondyk resurs]: URL: <https://medsi.ru/about/press-centr/news/obzor-metodov-khelatirovaniya-v-terapii-patsientov-s-aterosklerozom/?ysclid=lrn5ezlsp929845476> (otininim berilgen kuni: 16.12.2023).
- Epoch Time (2021) Zagryaznenie pochvy v Kitae: sodержanie mysh'yaka v 700 raz prevyshaet normu. *The Epoch Times*, 14 October [Elektrondyk resurs]: URL: <https://www.epochtimes.ru/zagryaznenie-pochvy-v-kitae-soderzhanie-myshyaka-v-700-raz-prevyshaet-normu-98957935/?ysclid=lrbq4rer21471679870> (otininim berilgen kuni: 28.12.2023).
- NETMUS (2022) Pererabotka i sortirovka musora v Kitae: kakie nam uroki prepodnosit Podnebesnaya. *NETMUS*, 7 iyunya [Elektrondyk resurs]: URL: <https://netmus.ru/press-center/articles/pererabotka-i-sortirovka-musora-v-kitae-kakie-uroki-nam-prepodnosit-podnebesnaya/> (otininim berilgen kuni: 03.01.2024).
- SMI (2018) *Uchenye razrabotali nanomaterial dlya ochishcheniya vody ot tyazhelykh metallov*. Pekin, 18 maya [Elektrondyk resurs]: URL: <https://nauka.tass.ru/nauka/5211525?ysclid=lrd401gizw346571095> (otininim berilgen kuni: 04.01.2024).
- Bozorg-Haddad O., Delpasand M., Loaiciga H.A. (2021) Water quality, hygiene, and health. *Economical, Political, and Social Issues in Water Resources*, 217-257 [Elektrondyk resurs]: DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90567-1.00008-5> (otininim berilgen kuni: 02.12.2023).
- Engwa G.A., Ferdinand P.U., Nwalo F.N., Unachukwu M.N. (2018) *Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans* [Elektrondyk resurs]: URL: <https://www.intechopen.com/chapters/64762> (otininim berilgen kuni: 15.01.2024).
- The effects of metal ion contaminants on the double stranded DNA helix and diseases (2017) *National library of Medicine* [Elektrondyk resurs]: URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28758877/> (otininim berilgen kuni: 15.01.2024).

Характер загрязнения окружающей среды токсичными металлами во всем мире и возможные пути борьбы с этой проблемой

¹Н.Кабак, ¹А.Г.Алмабекова

¹Назарбаев Интеллектуальная школа химико-биологического направления (Алматы, Казахстан)

Аннотация

Данная статья поднимает весьма актуальную в последнее время проблему загрязнения токсичными металлами по всему миру и содержит информацию о путях попадания токсичных металлов в организм

и их влиянии на здоровье, отдельно остановившись на каждом из них. Работа всесторонне анализирует проблему загрязнения токсичными металлами и анализирует преимущества и недостатки применяемых мероприятий против нее, таких как хелатирование и ионообменная хроматография. В частности, в хелатировании хелатирующие агенты основаны на образовании стабильных комплексов с металлами и выведении их из организма, в то время как ионообменная хроматография-сорбционный динамический метод разделения смеси ионов в сорбентах. Несмотря на то, что хелатирование эффективно в домашних условиях и имеет мало побочных эффектов для организма, небольшой срок хранения хелатных соединений и высокая стоимость терапии являются недостатками этого метода. Хотя и преимуществом ионообменной хроматографии является способность анализировать различные ионы, несмотря на это, проведение данного метода также зависит от некоторых факторов. На пути к решению выше упомянутой проблемы главы государств работают сообща с квалифицированными специалистами. Такие меры, как выделение государственных средств на экологическую отрасль стран в больших масштабах, призыв населения присоединиться к направлению безотходной переработки, внедрение альтернативных видов энергии будут способствовать сдерживанию воздействия тяжелых металлов на окружающую среду. Кроме того, отмечается характер этой проблемы в разных государствах. Отмечается, что в таких государствах, как Китай, Бангладеш, Нигерия, Западная Африка загрязнение находится в критическом состоянии. Это явление объясняется высокой концентрацией промышленных предприятий в странах, пренебрежением правил безопасности при работе и другими факторами. Также, проводились опыты по прогнозированию распространения токсичных металлов в Казахстане, а в конце статьи дается заключение в соответствии с темой.

Ключевые слова: токсичные металлы, хелатирование, ионообменная хроматография, симптомы болезней, проблема загрязнения металлами.

Nature of pollution with toxic metals worldwide and possible ways to fight with the problem

¹N.Kabak, ¹A.G.Almabekova

¹Nazarbayev Intellectual school of Chemistry and Biology (Almaty, Kazakhstan)

Abstract

The article contains information about the ways of toxic metals entering the body and their impact on health, paying attention to each of them separately, based on the problem of environmental pollution with toxic metals, which is very relevant at present. The paper comprehensively analyzes the advantages and disadvantages of chelation and ion exchange chromatography, measures that are used to combat this problem. Chelation is based on the formation of stable complexes with metals under the action of chelating agents and their excretion from the body, and ion exchange chromatography is considered as a sorption-dynamic method of separating a mixture of ions and sorbents. Although the use of chelation at home is effective and has few side effects on the body, the disadvantages of this method include the short shelf life of chelated compounds and the high cost of therapy. Although the advantage of ion exchange chromatography is the ability to analyze various ions, there are also difficulties in using the method, such as dependence on certain factors and the need for special equipment. In order to solve the problem, the leaders of the countries are working together with qualified specialists in the scientific field. Allocation of large public funds to the environmental sector of the countries, inviting population to the direction of "zero-waste recycling", introduction of alternative energies, etc. will help to reduce the impact of heavy metals on the environment. In addition, the nature of the problem in different countries is stated. It was revealed that pollution in countries such as China, Bangladesh and Nigeria are in a deplorable state. This phenomenon is attributed the large concentration of industrial plants in these countries, failure to observe safety rules during operation and other factors. Experiments are conducted to predict the spread of toxic metals in Kazakhstan, and at the end of the article there is a conclusion related to the topic.

Keywords: toxic metals, chelation, ion exchange chromatography, symptoms of the diseases, problem of metal pollution.

Поступила в редакцию: 07.02.2024

Одобрена: 12.03.2024

Первая публикация на сайте: 24.10.2024