

**М.М. Даулетбаева[✉], А.К. Таныбаева[✉], Л.Н. Исмагулова^{*✉},
Г.А. Мұқанова[✉], А.А. Рысмагамбетова[✉]**

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

*e-mail: Lunara-98@mail.ru

АҚТӨБЕ ҚАЛАСЫНЫҢ ТОПЫРАҒЫ МЕН ӨСІМДІГІНЕ ХРОМНЫҢ ӘСЕРІН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

Урбандалған аймақтардың экологиялық жағдайының нашарлауының негізгі себебі – ауыр металдардың барлық тірі организмдерге, соның ішінде өсімдіктерге цитотоксикалық және мутагендік әсеріне байланысты ластануы. Ауыр металдар өсімдіктерге тікелей әсер етеді және оларға еніп, метаболизмді бұзады, олардың өнімділік сапасын төмендетеді. Соңғы онжылдықтарда антропогендік әсердің бірқатар түрлерінде ауыр металдардың арасында хромды пайдаланудың артуы және хром өндірісі, топырақ пен өсімдіктердің хроммен ластануы өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Зерттеу жұмысының негізгі мақсаты Ақтөбе облысының индустриялық, көліктік және әлеуметтік белсенділігінің орталығы ретінде Ақтөбе қаласының топырағы мен өсімдігіне хромның жинақталуына экологиялық бағалау жүргізу.

Ақтөбе қаласында ең көп таралған доминантты өсімдіктердің бірі қызғылт қалуен өсімдігі болып табылады. Бұл мақалада ең алғаш рет Ақтөбе қаласы бойынша хромды аккумуляциялайтын қызғылт қалуен өсімдігі анықталып, оның сабақ, тамыр, жапырақ органдарына зерттеу жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде қызғылт қалуен өсімдігін өнеркәсіптік, ауылшаруашылық және рекреациялық әсердің нәтижесінен ластанған аймақтарды қалпына келтірудің экологиялық және эстетикалық әдісі ретінде қолдануға мүмкіндік беретіні анықталды.

Топырақ пен өсімдік құрамындағы хром концентрациясын анықтау үшін атом-эмиссиялық әдіс қолданылды.

Бұл мақалада топырақ пен өсімдіктердің хромның жинақталу дәрежесі бойынша қалалық ортаның және өндірістік аймақтың жағдайын бағалау нәтижелері келтірілген. Зерттеу нәтижесінде қызғылт қалуен хромды өте жақсы сіңіретіні, сонымен қатар оны едәуір мөлшерде жинай алатын металдарға толерантты өсімдік екені анықталды. Ақтөбе қаласының өнеркәсіп орналасқан аймағынан алынған барлық топырақ және өсімдік үлгілерінде хром мөлшері ШРК-дан асқаны белгілі болды.

Кілт сөздері: урбандалу, хром, топырақ, атомды-эмиссиялық әдіс.

M.M. Dauletbaeva, A.K. Tanybaeva, L.N. Ismagulova,
G.A. Mukanova, A.A. Rysmagambetova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: Lunara-98@mail.ru

Ecological assessment of chromium influence on the soil and plant of Aktobe city

The main reason for the deterioration of the ecological state of urbanized territories is heavy metal pollution caused by cytotoxic and mutagenic effects on all living organisms, including plants. Heavy metals directly affect plants, penetrating into them, disrupt metabolism, reducing their productive qualities. In recent decades, one of the urgent problems is the increase in the use of chromium among heavy metals in a number of types of anthropogenic impact and the production of chromium, chromium contamination of soils and plants.

The main purpose of the research work is to conduct an environmental assessment of chromium accumulation in soils and plants of the city of Aktobe as a center of industrial, transport and social activity of the Aktobe region.

One of the most common dominant plants in the city of Aktobe is the creeping thistle. In this article, for the first time, a chromoaccumulating plant of the creeping thistle was identified, a study of its stem, root, leaf organs was carried out. As a result of the conducted research, it was found that the creeping thistle allows using it as an ecological and aesthetic method of recultivation of polluted territories as a result of industrial, agricultural and recreational impacts.

The atomic emission method was used to determine the concentration of chromium in soil and plants.

This article presents the results of an assessment of the state of the urban environment and the industrial zone by the degree of chromium accumulation by soils and plants. As a result of the study, it was found that the creeping thistle absorbs chromium very well, and is also a plant tolerant of metals, capable

of accumulating it in significant quantities. It became known that the chromium content in all soil and plant samples taken from the industrial zone of Aktobe exceeded the MPC.

Key words: urbanization, chrome, soil, atomic emission method.

М.М. Даулетбаева, А.К. Таныбаева, Л.Н. Исмагулова*,
Г.А. Мұқанова, А.А. Рысмагамбетова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

*e-mail: Lunara-98@mail.ru

Экологическая оценка влияния хрома на почву и растения города Актобе

Основной причиной ухудшения экологического состояния урбанизированных территории является загрязнение тяжелыми металлами, обусловленное цитотоксическим и мутагенным действием на все живые организмы, в том числе и на растения. Тяжелые металлы непосредственно воздействуют на растения, проникая в них, нарушают обмен веществ, снижая их продуктивные качества. В последние десятилетия одной из актуальных проблем является увеличение использования хрома среди тяжелых металлов в ряде видов антропогенного воздействия и производство хрома, загрязнение хромом почв и растений.

Основной целью исследовательской работы является проведение экологической оценки накопления хрома в почвах и растениях города Актобе как центра индустриальной, транспортной и социальной активности Актюбинской области.

Одним из наиболее распространенных доминантных растений в городе Актобе является растение бодяк полевой. В этой статье впервые было выявлено хромоаккумулирующее растение бодяк полевой, проведено исследование его стеблевых, корневых, листовых органов. В результате проведенного исследования было установлено, что бодяк полевой позволяет использовать его в качестве эколого-эстетического метода рекультивации загрязненных территорий в результате промышленных, сельскохозяйственных и рекреационных воздействий.

Для определения концентрации хрома в почве и растениях был использован атомно-эмиссионный метод.

В данной статье представлены результаты оценки состояния городской среды и производственной зоны по степени накопления хрома почвами и растениями. В результате исследования было установлено, что бодяк полевой очень хорошо поглощает хром, а также является растением, толерантным к металлам, способным накапливать его в значительных количествах. Стало известно, что содержание хрома во всех почвенных и растительных образцах, отобранных из промышленной зоны городе Актобе превышало ПДК.

Ключевые слова: урбанизация, хром, почва, атомно-эмиссионный метод.

Кіріспе

Ауыр металдар басқада техногендік ластаушы заттар арасында маңызды орын алады, өйткені физикалық-химиялық немесе биологиялық деградацияға ұшырамай, топырақтың беткі қабатында жиналып, олардың қасиеттерін өзгертеді. Ол өсімдіктердің тамырында ұзақ уақыт сіңіріліп, трофикалық тізбектер арқылы миграция процесіне белсенді қатысады (Verpaу, 2008:763). Олардың арасында белгілі биологиялық функциялары бар және тірі организмдер үшін өмірлік маңызы бар элементтер де бар, бірақ биологиялық объектілерде олардың құрамының кейбір шектері жоғарылаған кезде улы заттар санатына айналады, сонымен қатар физиологиялық рөлі жеткіліксіз немесе белгісіз болып табылатын және салыстырмалы түрде аз концентрацияларда уытты әсер ететін элементтер бар. Ауыр металдардың қоршаған ортаның цикліне қосылуы (жауын-шашынмен еруі, топырақтың төменгі шөгінділерінде сіңірі-

луі және өсімдіктерде аккумуляциялануы) олардың трофикалық тізбектерде біртіндеп жинақталуына әкеледі (Suhanova, 2020:3).

Топырақтың тек миграция ортасы болып табылатын су мен атмосфералық ауадан өзгешелігі, ол техногендік ластанудың ең объективті және тұрақты индикаторы болып саналады, өйткені ол ластаушы заттардың эмиссиясын және олардың қала аймағында таралуын нақты көрсетеді (Suhanova, 2020:3).

Ауыр металдар арасында хром топырақ экологиясына әсер етеді, оның уыттылығы жоғары болғандықтан көптеген педобионттардың дамуы мен биологиялық белсенділігін тежейді. Хром (Cr) – жердің мантиясындағы 17-ші элемент және құрамында улы қосылыстары көп ауыр металл (Семенова, 2017:29). Табиғи түрде хромит түрінде ($FeCr_2O_4$) ультра негізді және серпентин жыныстарында немесе крокоит ($PbCrO_4$) және тарапакаит (K_2CrO_4) және басқа металдармен бірге кездеседі (Helyna Oliveira, 2012:8).

Хром бірнеше тотығу күйінде болады, бірақ ең тұрақты және көп таралған формалары – Cr (0), үш валентті Cr(III) және алты валентті Cr(VI). Cr (0) – бұл өнеркәсіпте өндірілген болат пен басқа қорытпаларды жасау үшін жиі қолданылатын жоғары балку температурасы бар қатты зат. Өсімдіктердегі хром уыттылығы оның валенттілігіне байланысты болады. Cr (VI) және Cr (III) әр түрлі химиялық, токсикологиялық және эпидемиологиялық сипаттамаларға ие. Cr (VI) – эпителийдің күшті қоздырғышы, сонымен бірге адам үшін канцероген болып саналады (Helyna Oliveira., 2012:8). Хром өнеркәсіпте жануарлардың терісін илеу, су коррозиясын тежеу, тоқыма бояғыштары мен ұлағыштар, пигменттер, керамикалық глазурь, отқа төзімді кірпіш және қысыммен өңделген ағаш жасауда кеңінен қолданылады (Семенова, 2017:29). Осындай кең антропогендік мақсатта пайдалануына байланысты хроммен қоршаған ортаның ластануы артып, соңғы жылдары біраз алаңдаушылық тудыруда.

Хром өсімдіктерге сульфат тәрізді негізгі иондардың тасымалдаушылары арқылы сіңеді. Оның сіңуі, транслокациясы және жинақталуы оның түріне байланысты, бұл оның өсімдіктерге уыттылығын анықтайды. МЕСТ 17.4.1.02-83 ластану қауіпі бойынша ауыр металдардың үш сыныбы бар. Олар қауіптің жоғары, орташа және төмен деңгейіне сәйкес келеді. Хром бұл топта орташа қауіпті ауыр металдарға жатады (Singh Jiwan., 2011:1). Алайда, соңғы зерттеулер бойынша оның канцерогенділігі мышьяқтың уыттылық деңгейіне жақындаған, сондықтан хромды ауыр металдардың жоғары қауіпті химиялық формаларының бірінші тобына орналастыруға болады.

Хром топыраққа құрамында хром бар шлактар және хром қосылыстарының әркелкі формалары бар металл қалдықтары түрінде енеді. Техногендік хром топыраққа кен үйінділерінен, феррохром қожынан, металлургия кәсіпорындарының ағынды суларынан және т.б. жолдармен еніп, су мен өсімдіктерге түсіп, хром адам мен жануарлардың денсаулығына зиянды әсер етеді. Бұл тұрғыда тағам ретінде қолданылатын өсімдіктерде хромның жиналуы жануарлар мен адамдарға қауіп төндіруі мүмкін. Хромның концентрациясы оның топырақтағы жиынтық құрамы және әртүрлі қосылыстарының мөлшері бойынша зерттеледі. Топырақтағы хромның жалпы құрамының мәні техногендік ауытқулардың қуаанын бағалауға мүмкіндік беретін

Кларк мөлшерімен көрінеді. Оның деңгейі оң (Кларктың асып кетуі) және теріс (Кларктан төмен) болуы мүмкін. Топырақтағы хромның жалпы мөлшері геохимиялық кедергілердің сыйымдылығы мен контрастын бағалауға мүмкіндік береді. Топырақтағы әртүрлі хром қосылыстарының пішіні мен құрамы бойынша олардың топырақтағы масштабын, сондай-ақ өсімдіктер мен ауыз суға түсу концентрациясын анықтауға болады.

Өсімдіктердің хромды жинақтау қабілеті әркелкі деңгейлерде жүзеге асырылады: жасуша, тін және орган, бұл, ең алдымен, өсімдіктердің әртүрлі ұлпалар мен мүшелер жасушаларының, жасуша мембраналарында және вакуоладарында металдарды сіңіру қабілетімен, сонымен қатар бінеше ауыр металдардың қозғалысын шектейтін тосқауыл тіндерінің болуымен байланысты. Өсімдіктерге артық хромның әсерінен, ең алдымен, тамырлардың зақымдануы мен олардың өсуін тежеу байқалады (Summers, 2012:24).

Қала аумағында топырақ химиялық, биологиялық және радиоактивті ластануға ұшырайды. Топырақтың химиялық ластануын бағалауда ауыр металдармен соның ішінде хроммен ластануына айрықша назар аударылады.

Қалалық топырақтарда ластанушы химиялық элементтердің жинақталуы көбінесе өнеркәсіптік кәсіпорындармен қалдықтармен, шығарындылармен және төгінділермен байланысты болады.

Топырақтың ауыр металдармен ластануының негізгі өнеркәсіптік көздері тау-кен және металлургия өнеркәсібі кәсіпорындары (шамамен 35%), жылу электр станциялары (27%), мұнай өңдеу кәсіпорындары (15%), көлік (13%) және құрылыс кәсіпорындары болып саналады (Немцев., 2017:274). Топырақ ауыр металдардың ішінде Cr-мен болат пен суперфасфат өндірістерінен және кәріздік ағынды сулардың тұнбасынан ластанады (Немцев, 2017:274).

Зерттеу материалдары және әдістері

Ақтөбе қаласының топырағы мен өсімдіктерінің құрамындағы хромға зерттеу жүргізілді. Қала аумағында топырақ қабатын атмосфера арқылы ластайтын техногендік шығарындылар көбінесе топырақтың жоғарғы беткі қабаттарында шоғырланады, сынамаларды іріктеу жер үсті және жер асты қабаттарынан жүргізілген. Біз зерттеу нысаны ретінде алып отырған Ақтөбе аумағы – Қазақстанның ірі

өнеркәсіптік кәсіпорындарымен дамыған өңірлерінің бірі. Өңір тау-кен металлургия, химия, мұнай өнеркәсібі мен аспап жасаудың қуатты базасы болып табылады. Өнеркәсіп өндірісіне 900-ден аса кәсіпорын тартылған. Ақтөбе облысының бірегей минералдық-шикізат базасы бар, оның шекараларында салыстырмалы түрде шағын территорияда кәсіпорындардың кең диапозонындағы экологиялық қауіпті нысандардың үлкен саны шоғырланған.

Ақтөбе облысының қоршаған ортасының негізгі ластану көзі хром және бор өндірістерінің техногендік әсерінен туындайды. Облыста хром кенін байыту үшін бор оксидін пайдаланатын хром қосылыстары мен феррокорытпалардың ірі зауыттары, әлемдегі көлемі бойынша екінші Оңтүстік Кемпирсай хром кен орны орналасқан. Зерттеу нысаны ретінде Ақтөбе қаласының топырақ үлгілері таңдалып, біз хромның (Cr) құрамына химиялық талдау жүргіздік. Сапаның негізгі критерийлері топырақтағы ластаушы заттардың шекті рұқсат етілетін концентрациясының (ШРК) мәні болып табылады. Ластануды бақылау бекеттері қаланың топырақ мониторингінде зерттелген келесі аймақтарда болды: 1 – Ақтөбе феррокорытпа зауыты (АФЗ) және Ақтөбе хром қосылыстары зауыты (АХҚЗ), 2 – 5-ші мөлтек ауданы (қала орталығы).

Қала аймағындағы өсімдіктердің құрамындағы хромды анықтау мақсатында зерттеу нысаны ретінде қызғылт қалуен өсімдігі алынды. Тыңайған жерлерде пайда болған бұл өсімдіктерде басым түрлер *Cirsium arvense*, ол көпжылдық арамшөп болып табылады. Бұл өсімдіктің жинақтау ерекшеліктеріне сүйене отырып, ауыр металдарды едәуір мөлшерде жинай алатын металдарға төзімді өсімдіктер ретінде таңдалды. Қызғылт қалуен өсімдігінің жапырақ, сабақ, тамырынан сынама алынып, зерттеу жұмысы жүргізілді.

Қызғылт қалуен – *Asteraceae* тұқымдасынан шыққан көпжылдық арамшөп шөпті өсімдік. Латынша атауы: *Cirsium arvense* L. Биіктігі 120 см, күшті өзек тамыры бар, тіршілігінің бірінші жылы топыраққа 2 м тереңдікке енеді, үшінші жылы – 4 м дейін, жапырақтары қарапайым. Маусым-қазан айларында гүлдейді. Өсімдік вегетативті жолмен таралады. Кез-келген топырақта, соның ішінде құрғақ және тұзды жерлерде өмір сүре алады. Ауыр металдарға қатынасы: Сг және Мп гипераккумуляторы, Ni 10 ШРК және Pb 50 ШРК дейін төзімді. Сонымен қатар Fe, N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn ауыр металдарын да өзіне жинақтайды (Нуржанова, 2019:227).

Жергілікті деңгейдің техногендік әсері кейде фондық деңгейден және максималды мөлшері шегінен бірнеше есе асатын хромның жинақталуына әкеледі. Хроммен жергілікті ластану негізінен өнеркәсіптік кәсіпорындардың, ЖЭО және т.б. шығарындыларымен байланысты болғандықтан, көп жағдайда бұл кәсіпорындардың шығарындыларының қарқындылығын және топырақтағы хромның жалпы және жылжымалы формалары негізінде олардың уақыт пен кеңістікте таралуын бағалау керек (Wiatrowska, 2015:20). Әдетте, топырақтың хроммен техногендік ластануын бақылау қажет болған жағдайда металдың жылжымалы құрамын анықтауға болады. Топырақтардағы хромның жылжымалы құрамын анықтау атомдық-эмиссиялық спектроскопия әдістерімен жүргізілген.

Топырақ мониторингін жүргізу үшін сынамаларды іріктеудің жалпы қабылданған әдіс-тәсіліне сәйкес топырақ үлгілері «конверт» әдісімен 0-20, 20-40 см тереңдікте алынды. Конверт әдісі зерттелетін аумақтың объективті сипаттамасын алуға мүмкіндік береді. Қала топырақтары алуан түрлі, өйткені олардың құрамы мен қасиеттерін анықтайтын көптеген факторлары болады. Бір нүктеде ауыр металдың жоғары концентрациясы анықталса, ал үш метр қашықтықта олар мүлдем өзгеше болады және алынған аймақтың объективті сипаттамасын алу үшін бірнеше сынамалар алынып, оларды араластыруымыз керек (Калиева, 2018:129).

Топырақтың құрамынан хромды анықтаудың ең көп таралған әдістерінің бірі жалынмен атомдық эмиссиялық талдау әдісі немесе сынаманы атомизациялаудың электротермиялық тәсілімен анықтау.

Топырақ құрамындағы хромды РИ-005 Analyt-200 атомдық-эмиссиялық спектрометрінде анықтадық.

Топырақтың зиянды заттармен ластану қаупін гигиеналық бағалаудың негізгі критерийі топырақтағы химиялық заттардың шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШРК) болып табылады (Suhanova, 2020:3). ШРК – бұл топырақтағы химиялық заттардың адам үшін зиянсыз құрамының кешенді көрсеткіші, өйткені оларды ғылыми негіздеуде пайдаланатын критерийлер ластаушы заттардың байланыс ортасына, топырақтың биологиялық активтілігіне және оны өзін-өзі тазарту үдерістеріне жанама әсерінің барлық мүмкін амалдарын көрсетеді. Бұл ретте әсер ету жолдары зияндылықтың әрбір көрсеткіші бойынша заттар құрамының рұқсат етілген деңгейін

негіздей отырып, сандық бағаланады. «ҚР Денсаулық сақтау министрлігінің 30.01.2004 ж. №99 және ҚР Қоршаған ортаны қорғау министрлігінің 27.01.2004 ж. №21-п бірлескен бұйрығы» бойынша топырақта жылжымалы хром 6,0 мг/кг және хром⁺⁶ түрінің 0,05 мг/кг рұқсат етілген шекті концентрациясы (СанПиН 2.1.7.1287-03).

Өсімдік құрамындағы хром атомдық-эмиссиялық спектрометрде анықталды. Зерттелген өсімдік үлгілерінде сабағы, тамыры, жапырағында хромның құрамы зерттелді.

Хромның тірі зат пен абиотикалық орта арасында таралуын сипаттау үшін жинақталу коэффициенті (Кс) есептелді – химиялық элементтің топырақтан өсімдікке ауысуының сандық көрсеткіші, яғни өсімдіктердің ауа-құрғақ массасындағы хром концентрациясының (мг/кг) топырақтағы хром қосылыстарының жалпы және жылжымалы формаларының концентрациясына қатынасы (мг/кг). Егер Кс 1-ден аз болса, онда топырақтан өсімдіктердің ластануы жоғары болады, егер 1-ден көп болса, онда топырақтан хромның өсімдіктерге енуінен басқа, атмосферадан ластануда орын алады.

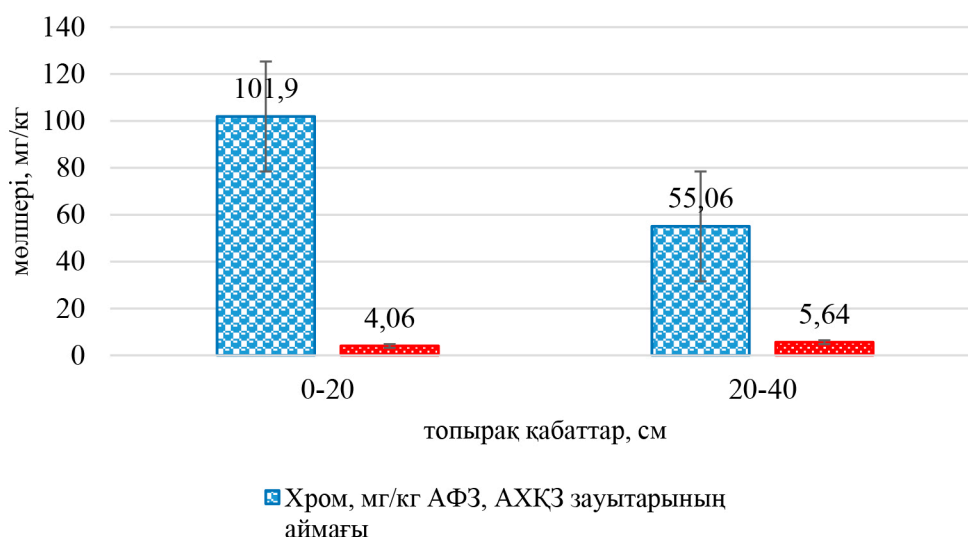
Нәтижелер мен талқылаулар

Ақтөбе облысы топырағының ауыр металдармен ластану жағдайы 2021 жылғы маусым-

тамыз айларында Ақтөбе қаласында зауыт маңында іріктеп алынған топырақ сынамаларында хром мөлшері топырақтың 0-20 см қабатында 101,9 мг/кг, ал 20-40 см тереңдікте 55,06 мг/кг шамасында жинақталған. Талдау нәтижелерінің көрсеткіштері бойынша өнеркәсіп маңындағы топырақтағы хромның шекті жол берілетін концентрациялары артық мөлшерде жинақталғаны байқалады. Сондай-ақ өнеркәсіп территориясының топырағының жоғарғы 20 см-ге дейінгі қабатында өте көп мөлшерде, 40 см-ге дейінгі қабатында да мол аккумуляцияланған. Топырақтың тереңдікке байланысты хромның мөлшері азаятыны байқалады.

Қаланың орталығындағы топырақтың сынамаларында 0-20 см қабатта – 4,06 мг/кг, 20-40 см – 5,64 мг/кг шегінде болды. Қала ішіндегі хромның топырақта жиналу шамасы топырақтың төменгі 40 см-ге дейінгі аумағында көп шоғырланатыны анықталды. Ақтөбе қаласының топырағының құрамындағы хромның көрсеткіші 1 суретте көрсетілген.

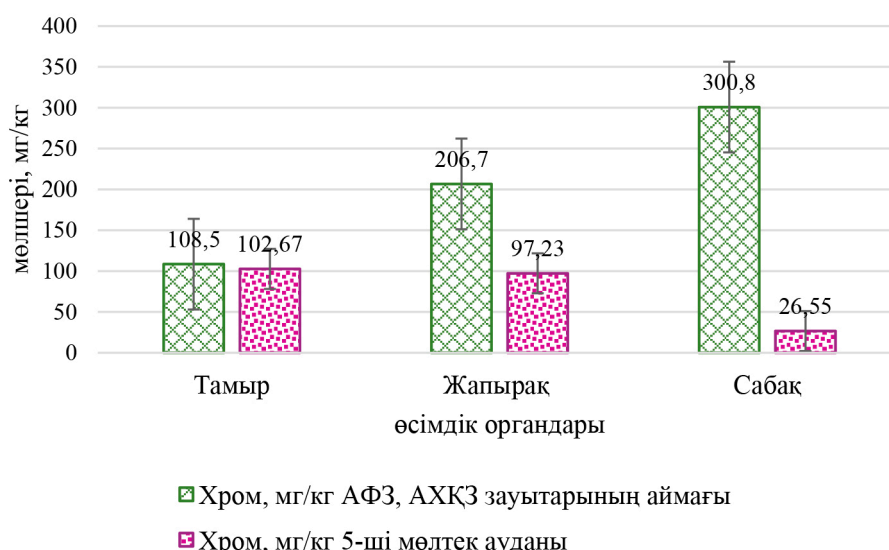
2021 жылдың маусым-тамыз айларында Ақтөбе қаласында зауыт маңында, жүргізілген қызғылт қалуен өсімдігінің сынамаларында хром мөлшері сабағында – 300,8 мг/кг, тамырында – 108,5 мг/кг, жапырағында – 206,7 мг/кг шегінде, ал қала орталығы орналасқан аймақта хром концентрациясы сабағы – 26,55 мг/кг, тамыры – 102,6 мг/кг,



1-сурет – Ақтөбе қаласындағы хромның топырақтағы мөлшері

жапырағы – 97,23 мг/кг шегінде болды. Ақтөбе қаласының топырағы мен өсімдіктеріне мониторинг жүргізу барысында көптеген деректерде зауыт маңы топырағындағы хромның концентрациясы рұқсат етілген деңгейден артып отыр. Хроммен ластанған аймақтар көлік қозғалысы

көп автомагистральдар және өндіріс ауданында шоғырланған. Барлық талданған сынамаларда хромның жылжымалы формасының жоғары концентрациясын атап өткен жөн. Сурет 2 хромның өсімдіктің тамыры, жапырағы және сабағында аккумуляциялануы сипатталады.



2-сурет – Ақтөбе қаласындағы хромның құрамына қызғылт қалуен өсімдігінің талдауы

Өсімдіктің бойында жинақталатын хром өнеркәсіп маңындағы өсімдіктің сабағында жиналатыны анықталды. Ал қала аумағындағы 5 мөлтек ауданда өсетін қалуен өсімдігінің тамыр жүйесінде аккумуляцияланатыны белгілі болды.

Топырақтағы ауыр металдардың шекті рұқсат етілген концентрациясын салыстыру ШРК нормативтеріне сәйкес белгіленді. Кс қауіптілік коэффициенті мына формула бойынша анықталды:

$$K_c = \frac{C_i}{C_{\phi i}} \quad (1)$$

C_i – топырақтағы элементтің концентрациясы;
 $C_{\phi i}$ – топырақтағы элементтің ШРК-сы.

C_{Γ} жоғары концентрациясы, ең алдымен өндіріс шығарындыларымен байланысты. Мысалы, АФЗ, АХҚЗ зауыттары маңынан алынған топырақтың хром мөлшері 0-20 см – 101,9, ал 20-40 см – 55,06. Сондықтан формула бойынша K_c (0-20 см) = 101,9/6 = 17, K_c (20-40 см) = 55,06/6

= 9,1. Топырақтың ластану қаупі неғұрлым жоғары болса, K_c мәні 1-ден асады. Топырақты талдамалық зерттеу деректері хром (Cr) бойынша ШРК – дан (топырақ қабатында 0-20 см-ден 17-ге дейін және 20-40см қабатында 9,1-ге дейін) айтарлықтай асып түскенін көрсетеді (1-кесте).

Өсімдіктер элементтерінің биологиялық сіңу қарқындылығын бағалау әдісі олардың өсімдік күліндегі құрамын және қоректік орта-топырақтағы құрамымен салыстыру болып табылады. Биологиялық сіңіру коэффициенті (A_x) мына формула бойынша анықталды:

$$A_x = I_x / n_x,$$

мұндағы I_x – өсімдіктегі ауыр металдың мөлшері, n_x топырақтағы ауыр металдың мөлшері. Өсімдіктің бір түріне арналған микроэлементтер 100-1000 есе өзгеруі мүмкін. $A_x > 1$ – де элементтер өсімдіктерде жиналады, ал $A_x < 1$ -де олар тек ұсталады. Ең қарқынды элементтер газ фазасынан, әлсіз – ерітіндіден және әлсіз – қатты фазадан сіңеді. Алайда, өсімдіктер үшін

элементтердің негізгі көзі топырақтың қатты фазасы болып табылады. Мысалы, АФЗ, АХҚЗ зауыттары маңынан алынған өсімдіктегі хром мөлшерінің орташа мөлшері – $205,3/78,5 = 2,6$, қала орталығынан алынған өсімдікте – $75,4/4,85 = 15,5$

Көбінесе топырақ бірден бірнеше элементтермен ластанғандықтан, олар үшін элементтер тобының әсерін көрсететін ластанудың жалпы көрсеткіші есептеледі:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n-1) \quad (2)$$

K_{ci} – Сынамадағы І-ші элементтің шоғырлану коэффициенті;

n – есепке алынатын элементтер саны.

1-кесте – Қала топырағының ластану деңгейі мен халық үшін қауіптілік дәрежесі

Топырақтың ластану санаты	Z_c	Халық денсаулығы көрсеткіштерінің өзгеруі
Рұқсат етілген	<16	Балалар ауруының және функционалдық ауытқулардың ең аз деңгейі
Орташа қауіпті	16-32	Сырқаттанушылықтың жалпы деңгейінің артуы
Қауіпті	32-128	Сырқаттанушылықтың жалпы деңгейінің артуы, сонымен бірге созылмалы аурулары бар балалар санының көбеюі, жүрек-тамыр жүйесі бұзылыстарының көбеюі
Өте қауіпті	>128	Балалардың аурушандығының артуы, әйелдердің репродуктивтік функциясының бұзылуы

Қорытынды

Зерттелетін аумақтың топырағын талдамалық зерттеу деректері хромның топырақ қабатында 0-20 см-ден 17 ге дейін және 20-40 см қабатында 9,1-ге дейін бойынша шекті жол берілетін концентрациялардан артуын көрсетіп тұр. Топырақтың ластану санаты 16-дан жоғары көрсеткіш халық денсаулығы бойынша сырқаттанушылықтың жалпы деңгейінің артуын көрсетеді. Осыған сәйкес Ақтөбе қаласын топырақтың ластануы бойынша орташа қауіпті аймаққа жатқызуға болады (1-кесте). Өсімдік сынамаларында қаралатын элементтердің ең көп шоғырлануы негізінен Ақтөбе қаласының өнеркәсіптік кәсіпорын-

дарынан 1-5 км қашықтықта табылды. Зерттелетін өсімдік түрлерінде Cr белсенді түрде жиналады. Мәселен, *Cirsium arvense* үшін орташа мәні зауыт маңында – $A_x = 2,6$, қала орталығы – $A_x = 15,5$.

Адам мен жануарлардың ауыр металдармен соның ішінде хроммен ластануының негізгі көзі өсімдіктер болып табылады. Көптеген деректерге сәйкес, тамақпен бірге ауыр металдардың 40-80% – ы және тек 20-40% – ы ауамен және сумен бірге ағзаға түседі. Сондықтан халықтың денсаулығы көбінесе тамақ үшін пайдаланылатын өсімдіктерде ауыр металдардың жинақталу деңгейіне байланысты (Shiyab, 2019:829).

Өсімдіктердің құрамында ауыр металдардың шамадан тыс мөлшерде жинақталуы, ең алдымен, олардың топырақтағы жоғары концентрациясына байланысты. Зерттелетін аумақтағы топырақтағы және өсімдіктердегі хромның жалпы мөлшері үшін шекті мәнінен асады. Біздің статистикалық талдауларымызға сүйене отырып, *Cirsium arvense* көп хром жинақтайтындығы және оны хроммен ластану индикаторы ретінде пайдалану ұсынылады деп қорытынды жасауға болады. Топырақтағы хром құрамының жоғарылауымен оның жалпы биологиялық белсенділігі бұзылады және бұл өсімдіктердің өсуіне және дамуына күрт әсерін тигізеді. Хром өсімдік органдарына біркелкі бөлінбейді. Біздің талдаулар бойынша хром өсімдік тамыры мен сабақтарында көп мөлшерде жиналған. Қоршаған ортаның хроммен бақылаусыз ластануы адам денсаулығына үлкен қауіп төндіреді. Уытты заттарды қабылдау адам организміндегі ішкі ағзалардың қайтымсыз өзгеруіне әкеледі. Нәтижесінде емделмейтін аурулардың дамуына әкеп соғады: асқазан-ішек жолдарының бұзылуы, бүйрек және бауыр коликасы, паралич. Осыған сәйкес адам ағзасына хромның түсу деңгейін барынша азайту қажет. Өсімдіктерге хромның енуінің негізгі жолы – тамырлар арқылы сіңірілуі. Сондықтан топырақ ортасы өсімдіктер үшін ауыр металдардың негізгі көзі болып табылады, олардың тамыр жүйесі хромды белсенді (метаболикалық) және пассивті (метаболикалық емес) сіңіре алады. Көп жағдайда элементтердің сіңу жылдамдығы олардың қол жетімді формаларының мазмұнымен байланысты болады. Бұл негізгі заңдылыққа бірнеше факторлар әсер етеді: 1) ортаның реакциясы, 2) кальций, магний және басқа иондардың концентрациясы, 3) топырақ ортасының температура, аэрация, тотығу потенциалы сияқты қасиеттері, 4) өсімдік түрі және оның даму кезеңі (Yeboah, 2021:137).

Хром негізінен тамырлар мен сабақтарда жинақталған. Өсімдіктің әртүрлі бөліктерінде хром жиналуы келесі ретпен жүрді: қала орталығында – тамыр > жапырақ > сабақ, зауыт маңында – сабақ > жапырақ > тамыр. Хром өсімдіктердегі бірнеше процестерге, атап айтқанда тұқымның өнуіне, өсуіне, өнімділігінің азаюына, сонымен қатар

фотосинтездің бұзылуы және қоректік заттар мен тотығу теңгерімсіздігі сияқты физиологиялық процестерге әсер етеді. Нәтижелер бойынша хром негізінен тамырларда, содан кейін сабақтар мен жапырақтарда жиналады деген қорытынды жасауға болады. Қалуен өсімдігі хромды аккумуляциялайтын өсімдік болатыны анықталды.

Әдебиеттер

- Калиева Ж.К., Пивина Л.М., Танышева Г.А., Юрковская О.А. О влиянии антропогенных химических факторов и курения на развитие синдрома задержки развития плода. обзор литературы // Наука и Здравоохранение. – 2018. № 2. – С. 129-147.
- Немцев С.Н. Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почве // Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А.Тимирязева. – 2017. – С. 274–279.
- Нуржанова А.А. Растения-фиторемидианты. – Алматы, 2019. – 227 с.
- Helena Oliveira, Chromium as an Environmental Pollutant: Insights on Induced Plant Toxicity // Journal of Botany. – 2012. – Vol. 2012. – P. 8.
- P.Vernay, C. Gauthier-Moussard, L. Jean et al. Effect of chromium species on phytochemical and physiological parameters in *Datura innoxia* // Chemosphere. -2008. – Vol. 72. no. 5. -P. 763–771.
- Singh Jiwan., Kalamdhad Ajay S. International Journal of Research in Chemistry and Environment // Singh et al. Int. J. Res. Chemistry and Environment. – 2011, – Vol. 1. – P.1.
- Summers J.K., Smith L.M., Case J.L., Linthurst R.A. A Review of the Elements of Human Well-Being with an Emphasis on the Contribution of Ecosystem Services. – 2012, – Vol. 12 – P. 23-30.
- Suhanova I. P., Sonko S. P., Vasylenko O. V., Shchetyna M. A., Nikitina O. V., Nechyporenko N. V., Balabak A. V., Soroka L. V., Shevchenko N. O., Hurskyi I. M. // Effect of heavy metals contamination in soil on the level of oncological diseases. Ukrainian Journal of Ecology. – 2020 – Vol.10(6). -P. 1-5.
- СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы.
- Shiyab, S. Morphophysiological Effects of Chromium in Sour Orange (*Citrus aurantium* L.). HortScience 2019, 54, 829–834.
- Suhanova I. P., Sonko S. P., Vasylenko O. V., Shchetyna M. A., Nikitina O. V., Nechyporenko N. V., Balabak A. V., Soroka L. V., Shevchenko N. O., Hurskyi I. M. Effect of heavy metals contamination in soil on the level of oncological diseases. // Ukrainian Journal of Ecology, – 2020, – Vol. 10(6), – P.1-5.
- Семенова Ю.М., Манатова А.М., Чайжунусова Н.Ж. Методологические основы организации медико-экологических исследований по оценке состояния здоровья населения экологически неблагоприятных территорий республики казахстан // Наука и Здравоохранение. – 2017. №5. – С. 29-41.
- Топырақты санитарлық-химиялық зерттеу бойынша нұсқаулық (нормативтік материалдар) // Ресейдің санитарлық-эпидемиологиялық қадағалау жөніндегі мемлекеттік комитеті. – М.: ЦНИИ “Электроника”, 1993. – 129с.
- Wiatrowska, K., Komisarek, J., Dluzewski, P. (2015). Effects of Heavy Metals on the Activity of Dehydrogenases, Phosphatases and Urease in Naturally and Artificially Contaminated Soils // Journal of Elementology, -2015. – P.20.
- Yeboah, J., Shi, G. and Shi, W. Effect of Heavy Metal Contamination on Soil Enzymes Activities // Journal of Geoscience and Environment Protection, – 2021, -Vol.9, P.135-154. doi: 10.4236/gep.2021.96008.

References

- Kalieve Zh.K., Pivina L.M., Tanysheva G.A., Yurkovskaya O.A. (2018). O vliyaniy antropogennykh himicheskikh faktorov i kureniya na razvitiye sindroma zaderzhki razvitiya ploda. obzor literatury [On the contribution of anthropogenic chemical factors and smoking to the development of fetal development delay syndrome. literature review // Science and healthy nutrition] Nauka i Zdravooхранenie. № 2. P. 129-147.
- Helena Oliveira, (2012). Chromium as an Environmental Pollutant: Insights on Induced Plant Toxicity // Journal of Botany, – Vol. 2012- P. 8.
- Nemcev S.N. (2017). Soderzhanie valovyh i podvizhnyh form tyazhyolyh metallov v pochve // Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet [The content of gross and mobile forms of heavy metals in the soil // Russian State Agrarian University – MSHA named after X and also.Timiryazev.] – MSKHA im. K.A.Timiryazeva. – P. 274–279.
- Nurzhanova A.A. Rasteniya-fitoremidianty. (2019). [Plants-phytoremediants.] – Almaty, – P.227
- P. Vernay, C. Gauthier-Moussard, L. Jean et al. (2008). Effect of chromium species on phytochemical and physiological parameters in *Datura innoxia* // Chemosphere, – Vol. 72, no. 5, -P. 763–771.
- Suhanova I. P., Sonko S. P., Vasylenko O. V., Shchetyna M. A., Nikitina O. V., Nechyporenko N. V., Balabak A. V., Soroka L. V., Shevchenko N. O., Hurskyi I. M. (2020). Effect of heavy metals contamination in soil on the level of oncological diseases. // Ukrainian Journal of Ecology, – Vol. 10(6), – P.1-5.
- Semenova YU.M., Manatova A.M., Chajzhunusova N.Zh. (2017). Metodologicheskie osnovy organizacii mediko-ekologicheskikh issledovaniy po ocenke sostoyaniya zdorov’ya naseleniya ekologicheskii neblagopriyatnyh territorij respublikii kazahstan [Methodological foundations of the organization of medical and ecological research on the assessment of the health status of the population of ecological unfavorable territories of the Republic of Kazakhstan // Science and Healthcare] Nauka i Zdravooхранenie. №5. P. 29-41.

Singh Jiwan., Kalamdhad Ajay S. (2011). International Journal of Research in Chemistry and Environment // Singh et al. Int. J. Res. Chemistry and Environment. – Vol. 1, – P.1.

Summers J.K., Smith L.M., Case J.L., Linthurst R.A. (2012). A Review of the Elements of Human Well-Being with an Emphasis on the Contribution of Ecosystem Services. – Vol. 12 – P. 23-30.

Suhanova I. P., Sonko S. P., Vasylenko O. V., Shchetyna M. A., Nikitina O. V., Nechyporenko N. V., Balabak A. V., Soroka L. V., Shevchenko N. O., Hurskyi I. M. (2020). // Effect of heavy metals contamination in soil on the level of oncological diseases. Ukrainian Journal of Ecology, - Vol.10(6), -P. 1-5.

SanPiN 2.1.7.1287-03. Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k kachestvu pochvy. [SanPiN 2.1.7.1287-03. Sanitary and epidemiological requirements for soil quality.]

Shiyab, S. (2019). Morphophysiological Effects of Chromium in Sour Orange (*Citrus aurantium* L.). HortScience P.829–834.

Topyrakty sanitarlyk-himiyalyk zertteu bojnynsha nyskaulyk (normativtik materialdar) // Resejdin sanitarlyk-epidemiologiyalyk kadagalay zhonindegi memlekettik komiteti. [Instructions for sanitary and chemical soil research (normative materials) // State Committee of Russia for Sanitary and Epidemiological Supervision. M.:CNII “Elektronika”] M.: CNII “Elektronika”, 1993. 129p.

Wiatrowska, K., Komisarek, J., Dluzewski, P. (2015). Effects of Heavy Metals on the Activity of Dehydrogenases, Phosphatases and Urease in Naturally and Artificially Contaminated Soils // Journal of Elementology, – P.20.

Yeboah, J., Shi, G. and Shi, W. (2021). Effect of Heavy Metal Contamination on Soil Enzymes Activities // Journal of Geoscience and Environment Protection, -Vol.9, P.135-154. doi: 10.4236/gep.2021.96008.