

TORPAQLARIN AĞIR METALLARLA ÇİRKƏNLMƏSİNİN EKOLOJİ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ



Sevdə Cəfərova,
Gəncə Dövlət Universitetinin
Ekologiya və təbiəti mühafizə kafedrasının dosent
əvəzi, aqrar elmləri üzrə fəlsəfə doktoru
e-mail: sevda-ceferova1971@mail.ru



Nəsimə Nəsirova,
Gəncə Dövlət Universitetinin
Ekologiya və təbiəti mühafizə kafedrasının
dosenti, biologiya üzrə fəlsəfə doktoru
e-mail: nasir.nasirova@rambler.ru

<https://doi.org/10.30546/2706-7858.8.1.2025.067>

UOT: 33; 63

Xülasə. Məqalədə torpaqları ağır metallarla çirkləndirən başlıca mənbə və proseslər müəyyən-
ləşdirilmiş, torpaqların ağır metallarla çirklənməsində metallurgiya sənayesinin, nəqliyyatın, kənd
təsərrüfatının rolu təhlil edilmiş, müvafiq nəticələr əldə olunmuşdur. Bu nöqtəyi-nəzərdən həm iqtisadi, həm də ekoloji cəhətdən sərfəli olan üsulların istifadəsi problemin həllini asanlaşdırır. Belə ki, torpağın təmizlənməsində əhəmiyyət kəsb edən fitoremediasiya metodunu tətbiq etməklə hiperakкумулятор bitkilərdən istifadə olunur.

Açar sözlər: fitoremediasiya, fitoekstraksiya, rizofiltrasiya, fitostabilizasiya, ekoloji tarazlıq, konsentrasiya, fitosenotik örtük.

Key words: phytoremediation, phytoextraction, rhizofiltration, phytostabilization, ecological balance, concentration, phytocenotic cover.

Ключевые слова: фиторемедиация, фитоэкстракция, ризофилтрация, фитостабилизация, экологическое равновесие, концентрация, фитоценотический покров.

İnkişaf etmiş ölkələrdə torpaq ehtiyatlarının mühafizəsi, münbitliyinin qorunub saxlanması, torpaqların rekultivasiyası və təkrar istifadəsi olduqca aktual məsələdir. Dünya əhalisinin fasiləsiz olaraq artması və məhsuldar torpaq ehtiyatlarının məhdudluğu onlardan səmərəli istifadə olunmasını daha da aktual edir. Torpaq ehtiyatlarının mühafizəsi bugünün kəskin global problemi olub, planetimizin

artan əhalisinin ərzaqla təmin olunması ilə bilavasitə əlaqədardır. Bir çox beynəlxalq proqram və sənədlərdə torpaqların əvəzolunmaz və cəmiyyətin ümumi sərvəti kimi mühüm rolu qeyd olunur, eləcə də indiki və gələcək nəsillərin rifahı naminə onların qorunub saxlanılmasının əhəmiyyəti də göstərilir. Bu baxımdan torpaq ehtiyatlarından düzgün istifadə, onun ekoloji təmliyinin qorunması və torpağa daxil olan çirkləndiricilər

üzərində nəzarətin düzgün təşkili nəinki torpaq ehtiyatlarının mühafizəsi, eyni zamanda canlı orqanizmlər, o cümlədən insan sağlamlığının qorunması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Məlum olduğu kimi, respublikamız məhsuldarlıq baxımından məhdud torpaq ehtiyatlarına malikdir. Torpağa müxtəlif antropogen təsirlər nəticəsində daxil olan tullantılar, üzvi və qeyri-üzvi çirkləndiricilər onun ekoloji təmliğini ciddi təhlükə altında qoyur. Torpağa daxil olan çirkləndiricilərin növündən və qatılığından asılı olaraq torpağın özünütəmizləmə qabiliyyəti qısa və uzunmüddətli olaraq müşahidə edilir. Müxtəlif antropogen fəaliyyətlər nəticəsində torpağa daxil olan sənaye, istehsalat tullantıları, kənd təsərrüfatında istifadə olunan kimyəvi maddələr torpaqda yığılaraq bir sıra problemlərin yaranmasına gətirib çıxarır və nəticədə torpağın özünütəmizləmə qabiliyyəti kəskin azalır. Torpaqda kimyəvi maddələrin yüksək miqdarda konsentrasiyası, ilk növbədə, bitki orqanizminə, daha sonra bu bitkilərlə qidalanan heyvan və insan orqanizmində bir çox problemlərin yaranmasına səbəb olur. Bununla əlaqədar torpaqlara daxil olan tullantıların tərkibinə düzgün nəzarət olunmalı və yüksək miqdarda çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda rekultivasiya işləri həyata keçirilməlidir. Bunları nəzərə alsaq görərik ki, tədqiq etdiyimiz torpaqlarda müxtəlif antropogen fəaliyyətlər nəticəsində ekoloji gərgin ocaqlar yaranmışdır. Belə ki, ərazinin torpaqları daha çox ağır metallarla çirklənməyə məruz qalmışdır. Bu da öz növbəsində, ətraf mühitin komponentlərinin pozulması ilə nəticələnir. Bu baxımdan “torpaqların ağır metallarla çirklənməsinin ekoloji qiymətləndirilməsi” müasir dövrün tələblərinə cavab verən bir sıra mühüm məsələləri və onların həlli istiqamətlərini özündə cəmləşdirir və mövzunu aktuallaşdırır.

Aparılan tədqiqat işi aşağıdakı mühüm məsələləri özündə birləşdirir:

– *torpaqlarda yayılan ağır metalların təhlükəlilik dərəcəsi*ndən asılı olaraq *təsnifləşdirilməsi, xarakterik xüsusiyyətlərinin araşdırılması*;

– *müxtəlif antropogen təsirlər nəticəsində torpağa daxil olan ağır metalların ekoloji qiymətləndirilməsi*;

– *ağır metalların yayılmasını intensivləşdirən*

mənbələrin araşdırılması, təbii və texnogen proseslərin torpaqda ağır metalların yayılmasındakı rolunun qiymətləndirilməsi;

– *torpaqda ağır metalların yüksək konsentrasiyasının yol açdığı problemlər, canlı orqanizmlərdə bu problemlərin yaratdığı nəticələrin dəyərləndirilməsi*;

– *dünya təcrübəsində torpaqların ağır metallardan təmizlənməsində istifadə olunan metod və texnologiyaların araşdırılması*.

Tədqiqat işinin yerinə yetirilməsi zamanı aşağıdakı metodlardan istifadə edilir:

• **Fiziki-kimyəvi metod** vasitəsilə tədqiq olunan ərazinin strukturu, torpaqların kimyəvi tərkibi, mikroelementlərin miqdarı, ağır metalların torpağın fiziki-kimyəvi və bioloji şəraitinə təsir xüsusiyyətləri müəyyənləşdirilmişdir.

• **Rizayi-statistik metod** vasitəsilə iqlim dəyişmələri, ətraf mühitdə temperatur, rütubət parametrləri, ağır metalların konsentrasiyasının buraxıla bilən hədd miqdarı müqayisəli şəkildə müəyyənləşdirilmişdir.

• **Müqayisəli-coğrafi metod** vasitəsilə isə torpaq ehtiyatlarının, bitki örtüyünün yayılma arealı müəyyənləşdirilmişdir.

Tədqiqat apardığımız torpaqlarda yayılan ağır metallar təhlükəlilik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq sistemləşdirilmişdir. Ağır metallarla çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda ekoloji qiymətləndirmə aparılmış, yol verilən qatılıq miqdarından kənaraçıxmalar müəyyən edilmişdir. Bu torpaqlarda ağır metalların yaratdığı çirklənməyə qarşı kompleks mübarizə üsulları təklif edilmiş və bu üsulların iqtisadi səmərəliliyi araşdırılmış, eləcə də torpağın ağır metallardan təmizlənməsində tətbiq olunan metod və texnologiyaların müsbət və mənfi cəhətləri sistemləşdirilmişdir. Belə ki, torpağın ağır metallardan təmizlənməsində tətbiq olunan fitoremediasiya üsulu geniş araşdırılmış və iqtisadi səmərəliliyi qiymətləndirilmişdir. Ərazinin torpaqlarını ağır metallarla çirkləndirən proseslər müəyyənləşdirilmiş, çirklənməyə qarşı kompleks mübarizə tədbirləri təklif edilmişdir. Dünya təcrübəsində uğurla sınaqdan keçirilmiş üsul və texnologiyalar, onların iqtisadi səmərəliliyi, müsbət və mənfi cəhətləri ətraflı tədqiq edildiyindən, elmi-tədqiqat işindən torpaqların ekoloji mühitinin yaxşılaşdırılması işlərində, tullantıların idarə edil-

məsi sahəsində, kənd təsərrüfatının, sənayenin, iqtisadiyyatın bərpası və inkişafı məqsədilə istifadə edilə bilər.

Torpaq əmələgəlmə prosesində bioloji amillər, xüsusən bitki örtüyü başlıca rol oynayır. Bitki torpağa daxil olan və torpaqda humusa çevrilən üzvi maddələrin əsas mənbələrindən biridir. Eyni zamanda bitki örtüyü torpağı yuyulmaqdan qoruyan və münbitliyinin saxlanılmasında iştirak edən başlıca amillərdəndir. Tədqiq etdiyimiz ərazinin torpaq ehtiyatları yüksək dərəcədə mənim-sənildiyindən təbii bitki örtüyü məhdud şəkildə qorunub saxlanılmışdır. Buna baxmayaraq ərazinin iqlimi, relyefi, torpaq örtüyü və torpaq əmələgətirən süxurların müxtəlifliyi orada bitən meşə bitkilərinin rəngarəng olmasına səbəb olmuşdur.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq yamacında bitki örtüyü şaquli zonallıq qanununa əsasən formalaşmışdır və bitki örtüyünün müxtəlifliyi qurşaqlarla əlaqədardır. Ərazinin dağlıq zonasından aşağı endikcə bitki formasiyalarında dəyişiklik müşahidə edilir. Bu zonada torpaqda rütubətin çatışmazlığı, yay aylarında temperaturun yüksək olması, rütubətin buxarlanması və torpağın şoranlaşması bitki örtüyünün dəyişməsinə təsir edən əsas amillərdəndir. Ərazidə yarımsəhra bitkilərindən yarımcöl şəkilli Meyer yovşanı (*Artemisia Meyeriana* L.), soğanaqlı qırtıclı efemerlər, dənli bitkilər, xaççiçəklilər, paxlalılar və qaymaqçiçəklilər fəsiləsindən ibarət birillik efemerlər yayılmışdır. Yağıntılardan qeyri-bərabər paylanması yarımsəhra formasiyasının inkişafına şərait yaratmışdır. Belə ki, yazın əvvəlində yağışların intensivliyi ilə əlaqədar olaraq efemer bitkilər sürətlə böyüyüb yaşıllaşırlar. Aprel ayının sonu və may ayının əvvəllərində isə vegetasiya dövrlərini başa vurub tələf olur, payızda yenidən canlanırlar.

Tədqiq etdiyimiz ərazidə 500-700 m hündürlüklərə qədər çöl formasiyası fonunda qarışıq tərkibli bitkilər zonasına rast gəlmək olur. Bu qurşaq alçaq dağlıq ilə dağətəyi sahələrdə yarımsəhra qurşağı ilə birləşib qarışıq bitkilər qrupu əmələ gətirir. Ərazidə dağ kserofit bitkiləri geniş yayılmışdır. Dağ kserofitlərinin qarışıq qrupları əmələ gətirməsi ərazinin torpaq örtüyü, yamaclarının quruluşu, relyefi və s. ilə sıx surətdə əlaqədardır. Burada dağ kserofitləri yarımsəhra bit-

kilərinə nisbətən çox zəngindir. Bu bitkilərdən gəvən, südlübiyan, kəklikotu, ağ ot, murdarça və s. geniş yayılmışdır. Dağlıq sahələrə yaxınlaşdıqca şiyav, şırımlı topa (*Festuca Sulcata* E.), daşdayan (*Antropogon* L.) və başqa dənli bitki növləri artır. Dəniz səviyyəsindən 600-700 m yüksəklikdən meşələr başlanır. Kiçik Qafqazın ayrı-ayrı hissələrində əsas meşə əmələgətirən ağaclardan fıstıq, ağcaqayın, palıd, vələs və bəzi ağac növləri üstünlük təşkil edir. Bunlardan başqa meşələrdə göyrüş, Kox şamı (Göygöl ətrafında) ağacları, kol bitkilərindən zoğal, göyəm, itburnu, alça, fındıq, yemişan, əzgil və s. geniş yayılmışdır. Meşənin aşağı qurşağında olan ağacların boyu qısa və sıxlığı zəif olur. Dağ yamacı ilə yüksəkliyə qalxdıqca bu ağaclar sıxlaşmaqla yanaşı, hündürboylu və çoxnövlü meşələrə çevrilir. Eyni zamanda quraqlıqadavamlı olan meşə ağacları yüksəkliyə qalxdıqca rütubətsevən ağac növləri ilə əvəz olunur.

Araşdırma zamanı müəyyən edilmişdir ki, meşə bitki formasiyasının şaquli zonallıq üzrə dəyişməsi torpaq tiplərinin dəyişməsinə də böyük təsir göstərir. Belə ki, alçaq dağlıq zonada inkişaf etmiş palıd meşəsi altında qəhvəyi dağ-meşə torpaqları, orta dağlıq qurşaqda fıstıq meşəsi altında tünd qonur dağ-meşə torpaqları, yüksək dağlıq qurşaqda isə açıq qonur dağ-meşə torpaqları inkişaf etmişdir. Dağ meşələri xüsusilə meylli yamaclarda torpağı yuyulmadan mühafizə edib, dağ çaylarında su rejimini nizama salır, qarın tədricən əriməsinə səbəb olmaqla suyun torpağa hopmasını təmin edir və buxarlanmanın qarşısını alır. Alçaqdağ meşələri 600-700 m yüksəkliklərdən başlanır. Əksər ərazilərdə (Qazax, Ağstafa, Tovuz, Şəmkir, Göygöl, Goranboy rayonları ərazisində) 800-1000 m yüksəkliklərə qədər meşələr tamamilə qırılmış, onların yerində törəmə bitki formasiyaları inkişaf etmişdir. Bunlara alçaqdağ və dağətəyi zona çölləri, çöl-kol formasiyası və kolluqlar daxildir. Tovuz və Göygöl rayonları alçaqdağlığında meşədən sonrakı çöl və çöl-kol formasiyası, Şəmkir rayonu alçaqdağlığında isə kol formasiyası üstünlük təşkil edir. 900-1000 m yüksəkliyə qədər olan yamaclarda meşələr seyrək və qarışıqdır. Aşağı qurşaqda meşələr əsasən, İberiya palıdından (*Quercus İberica*) ibarətdirsə, yuxarı hissələrdə ona vələs, 800-900 m-dən yuxarı isə fıstıq

ağacları qarışır. Dağ-meşə qurşağının fıstıq meşələri zonasında təmiz və qarışıq fıstıq meşələri, əsasən dağların daha rütubətli və kölgəli şimal yamaclarında yayılmışdır. Aşağı qurşaqdakı meşəaltı bitkilər, əsasən yemişan, zoğal, murdarça kolları, palıd, vələs pöhrələrindən ibarətdir. Orta dağlıq qurşaqda (1000 m-dən 1700 m-ə qədər) başlıca olaraq fıstıq meşələri yayılmışdır. 1400 m-lə 1600 m yüksəkliklər arasında Şərq fıstığı (*Fagus orientalis*) üstünlük təşkil edir. Dağlara qalxdıqca aşağı qurşağın quraqlıqsevən ağac növləri rütubətsevən növlərlə əvəz olunur. Bu qurşağın şimal yamacları fıstıq, şərq və qərb yamacları isə fıstıq-vələs, palıd-vələs meşələri ilə örtülüdür. Burada 3-5 sm qalınlığında meşə döşənəyi əmələ gəlir, ot bitkisi isə inkişaf edə bilmir. Yüksək dağlıq qurşaqda (1700 m-dən 2100 m-ə qədər) Şərq palıdı (*Quercus marienthera*) üstünlük təşkil edir. Meşə ağacları bir qədər xırdaboylu və seyrək olduğu üçün ot örtüyünün inkişafına şərait yaranır. Bu qurşaqda ən çox işıqsevən Şərq palıdına, şimal yamaclarda isə palıd ilə qarışıq Şərq fıstığına rast gəlinir. Daha yüksəkliyə qalxdıqca palıdın sayı çoxalır. Fıstığa yalnız şimal səmtli yamaclarda rast gəlinir. Yüksəklik artdıqca fıstıq tamamilə sıradan çıxır, bəzi sahələrdə bu, tozağacı ilə əvəz olunur. Tədqiq etdiyimiz ərazinin bütün yüksək qurşaqlarında ardıc ağacına da rast gəlmək mümkündür. Lakin burada da ardıc meşələri geniş sahələri tutmayıb, kiçik ləkələr, yəni dar zolaqlar şəklində yayılmışdır. Antropogen təsirlərin intensivliyi nəticəsində kiçik sahələrdə əsaslı şəkildə qorunmuş fıstıq və palıd ağac cinslərindən ibarət meşə örtüyü qalmışdır. Bölgədə əkinçilik və maldarlığın inkişafı nəticəsində meşə örtüyü demək olar ki, heç bir yerdə öz təbii sərhədində qalmamış, bir çox yerlərdə tamamilə sıradan çıxmış və ərazini şiddətli eroziyaya uğramış çılpaq sahələr əvəz etmişdir. Bununla əlaqədar bölgədə meşə ilə örtülü sahələrin faizi xüsusilə son 10-15 ildə əsaslı şəkildə aşağı düşmüşdür. Əkinçilik məqsədi ilə istismar olunan meşələrin təbii yolla bərpası artıq mümkün deyil. Bu sahələrdən əsasən kartof və taxıl bitkiləri yetişdirmək məqsədi ilə istifadə edilir. Kol formasıyları yayılmış sahələrdən isə örüş kimi istifadə edilməsi palıd, vələs pöhrələrinin böyüməsinə ciddi maneə törədir. Alp çəmənlerinde

pişikquyruğu, tarlaotu, qırtıc, yonca, zəngçiçəyi, qaymaqçiçəyi və bir çox başqa ot bitkiləri geniş yayılmışdır. Daşlı-kəsəkli sahələrdə dağ-bozqır bitkilərindən total, dovşantopalı və s. seyrək bitki qatı əmələ gətirir. Bu bitkilər nəmlənmə dərəcəsi və substratın səciyyəsiindən asılı olaraq qapalı, yaxud açıq areallar təşkil edir. Aparılan tədqiqatlar nəticəsində bu zonada yayılan bitkilərin növ sayının az olması və bitki örtüyünün seyrək inkişaf etməsi müəyyən olmuşdur. Belə sahələrdə mal-qaranın systemsiz və intensiv otarılması bitki örtüyünün daha da seyrəkləşməsinə və bəzi sahələrin bitki örtüyündən məhrum olmasına səbəb olur ki, nəticədə eroziya prosesi geniş inkişaf edərək torpaqların deqradasiyasına şərait yaradır.

Ərazidə yayılan ağır metalların xarakterik xüsusiyyətləri

Tədqiq etdiyimiz ərazidə bioloji obyektlərə təsirinə və çirklənmə miqyasına görə çirkləndirici maddələr arasında ağır metallar xüsusi yer tutur. Bununla əlaqədar hazırda torpaqların ağır metallarla çirklənməsi toksikoloji-təhlükəli hallardan hesab olunur. Ağır metalların xüsusi çəkisi 4,5 q/sm³-dan artıq olub, 40-dan artıq kimyəvi elementi özündə birləşdirir. Bu elementlərə təbiətdə karbonatlar, silikatlar, sulfatlar kimi stabil birləşmələr təsadüf edilir. Ətraf mühitdə müşahidə edilən əsas ağır metallara Pb, Hg, Cd, As, Ni, Cu, Zn, Mn, Cr, Sb, Bi, Ba aiddir.

Ağır metallardan bəziləri aşağı qatılıqda normal həyat fəaliyyəti üçün lazımlı elementlərdir. Odur ki, bəzi maddələrin əhəmiyyətli və zərərli xassələrini müəyyən edən dəqiq sərhəd yoxdur. Ağır metalların tərkibində insan həyatı üçün vacib olan metallarla (sink, dəmir, molibden, mis, selen, manqan və s.) yanaşı, orqanizm üçün toksiki təsirli maddələr də (kadmium, cıvə, qurğuşun, nikel, xrom, arsen və s.) vardır. Bu metallar yüksək konsentrasiyada bitkilərə və canlı orqanizmlərə ciddi təsir göstərərək, bir çox problemlərin yaranmasına gətirib çıxarır. Belə ki, bu elementlər hətta birləşmələr halında orqanizmə daxil olduqda güclü zəhərlənmələr baş verir. Onlar qanda olan amin turşularla, fermentlərlə və vitaminlərlə kompleks birləşmə əmələ gətirərək, orqanizmin həyat fəaliyyətinə ciddi təsir göstərir. Ağır metallarla çirklənmə zamanı torpaqda toplanan yüksək konsentrasiya

bitkilər vasitəsilə qida zəncirinə keçir və nəticədə heyvan və insan orqanizmində müxtəlif patoloji halların yaranmasına səbəb olur. Bu baxımdan ağır metalların yaratdığı çirklənməni qiymətləndirməli olsaq, heç bir iqtisadi göstərici ilə bu ziyanı ifadə etmək olmaz və son nəticədə vəziyyətin belə davam etməsi torpağın üzvi aləminin məhv olmasına gətirib çıxara bilər.

Bəzi sistemlərdə ağır metalların təsir mexanizmi konsentrasiyaya bağlı olaraq da dəyişir. Bu cür orqanizmlərdə metalların konsentrasiyası nəzərə alınmalıdır. Ağır metalların həddindən artıq yol verilən konsentrasiyası toksiki təsir göstərir. Bu, ümumi prosesin əksinə ağır metallar yalnız konsentrasiyadan asılı olaraq təsir göstərmirlər, təsir eyni zamanda canlının növünə və metal ionunun quruluşuna da bağlıdır. Bu maddələr qlobal çirklilik faktoru olaraq insanın və bütün canlıların həyatında təhlükə və risk meydana gətirir. Ağır metallar bioloji proseslərdə iştirak dərəcələrinə görə həyati və qeyri-həyati olaraq təsnif olunur. Həyati olaraq qeyd olunan ağır metalların orqanizmdə müəyyən bir konsentrasiyada olması tələb olunur və bu metallar bioloji reaksiyalarda iştirak etdiklərinə görə nizamlı olaraq qida vasitəsilə qəbulu da məcburidir. Məsələn, mis heyvanlarda və insanlarda qırmızı qan hüceyrələrinin və bir çox oksidləşmə və reduksiya prosesinin ayrılmaz parçasıdır. Bununla müqayisədə qeyri-həyati ağır metallar çox aşağı konsentrasiyada belə, orqanizmə ciddi təhlükə törədərək sağlamlıq problemlərinə gətirib çıxarır.

Ağır metallarla çirklənmənin yaratdığı problemlər

Tədqiq etdiyimiz ərazidə ağır metalların yol verilən qatılığının həddindən çox olması bir çox problemləri qaçılmaz edir. Ağır metallar hidrosferə, litosferə, atmosfərə yayılmaqla canlı orqanizmlərin sağlamlığında bir sıra ciddi problemlərə gətirib çıxarır.

Bitkilər fizioloji inkişaflarını tamamlamaqda ehtiyac duyduqları maddələri torpaqdan asanlıqla mənimsəyirlər. Bu maddələr bitkilərdə mövcud olduğu formada torpaqda da vardır. Bitkinin qidalanmasında hər bir qida elementinin rolu olduqca müxtəlifdir. Torpaqda ağır metalların konsentrasiyası artdıqca bitkilər bu elementləri passiv şəkildə mənimsəyərək qida

zəncirinə daxil edir. Bunun nəticəsində ağır metallar bitkilərə və bitki ilə qidalanan insan və heyvanlara toksiki təsir göstərir. Bu onunla əlaqədardır ki, bitkilər yetişdikləri torpaqda özləri üçün lazım olan və ya olmayan elementləri az miqdar olsa belə öz orqanizmlərində depolaya bilirlər. Bitkilərin inkişafı üçün mütləq lazımlı element olub olmamasından asılı olmayaraq ağır metalların toxuma və orqanlardakı həddindən artıq konsentrasiyası bitkilərin vegetativ və generativ orqanlarının inkişafına mənfi təsir edir. Ağır metallar toksiki təsirləri səbəbi ilə bitkilərdə transpirasiya, su qəbulu, fotosintez, ferment fəaliyyəti, cücərmə, zülal sintezi, membran stabilizasiyası, hormonal tarazlıq kimi bir çox fizioloji proseslərin pozulmasına səbəb olur. Toksiklik metaldan metala dəyişə bildiyi kimi, orqanizmdən orqanizmə də dəyişə bilər. Müsbət və ya mənfi (toksik) təsir yalnız elementin tipi və konsentrasiyasından asılı olmayıb, müxtəlif növlərin genetikəsaslı fizioloji davranışları ilə də əlaqədardır. Bitkilərin ekoloji stress faktorlarına qarşı dözümlülükləri bitkinin növünə, stress faktoruna, stressə məruz qalma müddətinə və stressə məruz qalan toxuma və ya orqanının quruluşuna bağlı olaraq dəyişir. Bu səbəblə bitkilərin stress şərtlərinə reaksiyalarının və inkişaf etdirdikləri uyğunlaşma mexanizmlərinin bilinməsi zəruridir. Bitkilərin ağır metallara qarşı toksiki dözümlülük sərhədlərinin bilinməsi üçün metalın növü və miqdarı, zəruriliyi, zərərin müddəti və növü, eyni zamanda zərərin meydana gəlmə müddəti nəzərə alınmalıdır. Bu xüsusiyyətlərin bilinməsi bitkilərin inkişafı və məhsuldarlığı baxımından olduqca əhəmiyyətlidir.

Ağır metalların yaratdığı çirklənməyə qarşı mübarizə tədbirləri

Ağır metallarla çirklənmiş torpaqların təmizlənməsi olduqca aktual məsələdir. Ağır metal çirkliliyi bu tip torpaqlar üzərində yaşayan bitkilər üçün böyük bir potensial təhlükədir. Ona görə də bu cür ağır metal çirkliliyi görülməyən torpaqlar üzərində təmizləmə metodları tətbiq olunaraq məhsuldarlığın artırılmasına yönəldilmiş işlər aparılmalıdır. Ağır metalların torpaqda yüksək konsentrasiyası təkcə torpağı məhsuldarlığı və ekosistem funksiyalarına deyil, eyni zamanda insan və heyvan sağlamlığına da ciddi təsir edir. Torpaqların ağır metallarla çirklənməsi

metallurgiyanın, dağ-mədən sənayesinin inkişafında və tullantı suların axıdılmasında olduqca ciddi problemə çevrilmişdir. Bununla əlaqədar torpaqların ağır metallardan təmizlənməsində iqtisadi cəhətdən səmərəli və yüksək effektiv texnologiyaların tətbiqinə ehtiyac vardır.

Torpağın təmizlənməsində izolyasiya, immobilizasiya, toksikiliyin azaldılması, fiziki ayırma və ekstraksiya əsas üsullar kimi qiymətləndirilir. Həmçinin ağır metallarla çirklənmiş torpaqların təmizlənməsində ərazinin xarakteristikası, metalın növü, konsentrasiyası, çirklənmiş torpağın sonrakı istifadəsi kimi mühüm faktorlarda diqqətdə saxlanılmalıdır.

Dünya təcrübəsində ağır metallarla çirklənmiş ərazilərin təmizlənməsində tətbiq olunan bahalı və ənənəvi mühəndislik texnologiyaları yerinə son illərdə iqtisadi cəhətdən daha səmərəli **“yaşıl texnologiya” (fitoremediasiya)** metodu tətbiq edilir. Bu metodun tətbiqində, adətən hiperakkumulyator bitkilərdən istifadə olunur. Bu bitkilər yarpaq, budaq və gövdələrində torpaqdakı metalın konsentrasiyasından 50-500 dəfə daha çox metal toplamaq xüsusiyyətinə malikdir. Çiçəkli bitkilərin 0,2%-ni təşkil edən hiperakkumulyator bitkilərin sayı 450-ə qədərdir. Hiperakkumulyator bitkilər fitoremediasiya metodunda ağır metalları absorbsiya edən, toxumalarında yüksək konsentrasiyada depolayan və müəyyən müddət sonra təsirsiz hala gətirən vasitəsidir.

Son illər bir çox ölkələrdə tətbiq olunan fitoremediasiya metodu ağır metalların təmizlənməsində passiv texnologiya kimi qiymətləndirilir. Müxtəlif təmizləmə metodları ilə müqayisə edildiyində bu metodun iqtisadi cəhətdən səmərəli olması, asan tətbiq edilməsi və estetikliyi baxımından seçilir. Fitoremediasiya orta və aşağı dərəcədə ağır metallarla çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda genetik cəhətdən seçilmiş bitkilərin istifadəsini nəzərdə tutur. Bu metod digərləri ilə birgə tamamlayıcı alternativ metod kimi tətbiq olunur. Qeyd edək ki, ağır metallar torpağa təbii və texnogen proseslərin nəticəsində daxil olur. Bu baxımdan fitoremediasiya metodu çirkləndiricinin təbiətinə görə qruplaşdırılır.

Bu metodun müxtəlif növlərinin tətbiqi üçün bir sıra bitki növləri mövcuddur ki, bu bitkilərin hər biri müxtəlif kimyəvi elementlərin udulma-

sına qarşı daha həssasdırlar.

Fitoekstraksiya torpağı çirkləndirən ağır metalların bitkinin kökləri vasitəsilə alınması üsuludur. Bitkilər torpaqdakı zərərli maddələri mənimsəməkdə müxtəlif xüsusiyyətlərə malikdirlər. Bununla əlaqədar çirkləndiricilərin yüksək konsentrasiyasına dözümlülük göstərən bitkilərdən istifadə olunmalıdır. Bu üsul yüksək konsentrasiyada ağır metallarla çirklənmiş torpaqlarda mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Yüksək miqdarda çirklənməyə məruz qalmış torpaqlarda absorbsiya səviyyəsinin yüksək olması ilə əlaqədar hiperakkumulyator bitkilərdən istifadə olunur. Çirklənməni müəyyən səviyyəyə endirmək üçün bu üsul tez-tez təkrarlanmalıdır. Bəzi hallarda “fitomining” adlandırılan üsulun köməyi ilə bəzi metalların yenidən işlənərək istifadəyə yararlılığı təmin olunur.

Sink, mis və nikel kimi ağır metal tərkibli birləşmələr fitoekstraksiya metodu vasitəsilə təmizlənir. Bitkilər bu metalların yüksək konsentrasiyasını kökləri vasitəsilə torpaqdan alaraq vegetativ orqanlarında depolayırlar. Bu səbəbdən fitoekstraksiya üsulunun tətbiqində yararlı hiperakkumulyator bitkilərdən istifadə olunur. Daha sonra bu bitkilər yığılaraq yandırılır və ya başqa metodlar vasitəsilə zərərsizləşdirilir. Fitoekstraksiya metodunun effektivliyi bitkinin biokütlə hazırlama sürətinə və ağır metalları gövdə hissəsində absorbsiya edə bilməsinə əsaslanır. Bu metoda uyğun hiperakkumulyator bitkilərin seçilməsi, genetik tədqiqatlar əsasında bitkilərin təkmilləşməsi fitoremediasiya texnologiyasının əsas istiqamətlərindəndir.

Rizofiltrasiya üsulunun tətbiqində bitkilərdə filtr funksiyasını yerinə yetirən güclü kök sisteminin olması zəruridir. Bu üsuldən daha çox ağır metallarla çirklənmiş suların təmizlənməsində istifadə olunur. Çirkləndirici ya bitkinin kök səthində absorbsiya olunur, ya da köklər vasitəsilə udularaq bitkinin digər orqanlarına nəql olunur. Rizofiltrasiya metodu üçün istifadə ediləcək hiperakkumulyator bitkilər əvvəlcədən başqa bir çirkləndirici mühitə adaptasiya olunur.

Fitostabilizasiya metodu, adətən eroziya baş verən ərazilərdə eroziyanın yayılmasını və yeraltı sulara çirkləndiricilərin keçməsinin qarşısını almaq məqsədi ilə tətbiq olunur. Bu metodda bitkilər kökləri vasitəsilə çirkləndiriciləri fiziki

və kimyəvi yolla immobilizə edir. Fitostabilizasiya texnologiyasının tətbiqi ağır metallarla çirklənmiş torpaqlarda böyüyə bilən və torpağın fiziki, kimyəvi, bioloji xüsusiyyətlərini daha az dəyişən bitkilərin istifadəsinə əsaslanır. Bu metod üçün istifadə olunacaq bitkilər güclü kök sisteminə malik olmalı, ağır metalların yüksək konsentrasiyası şəraitində yüksək miqdarda biokütlə hazırlaya bilməlidir.

İzolyasiya və immobilizasiya texnologiyası vasitəsilə edilən metod torpaqdakı çirkləndiricilərin hərəkətlərinin, tullantının torpaq içərisindəki keçiriciliyinin azalması üçün tətbiq olunur. Polad, sement, bentonit və divarlardan hazırlanan fiziki maneələrlə çirklənmiş bölgənin üzərini örtmək və çirkləndiricinin torpaq profilində üfüqi və şaquli istiqamətdəki hərəkətini məhdudlaşdırmaq üçün geniş şəkildə istifadə edilir.

Nəticə. Götürülmüş torpaq nümunələrinin analizi göstərir ki, torpağın tərkibində mikroelementlərin və ağır metalların miqdarı təbii landşaftlara nisbətən xeyli yüksəkdir. Tullantı süxurlarının səth suları ilə yuyulması zamanı, habelə filtrasiya nəticəsində aktiv kimyəvi elementlər miqrasiya edərək torpağa çökür və onu çirkləndirir. Beləliklə, torpaqda ağır metalların konsentrasiyası artdıqca bitkilər bu elementləri passiv şəkildə mənimsəyərək qida zəncirinə daxil edir. Bunun nəticəsində ağır metallar bitkilərə və bitki ilə qidalanan insan və heyvanlara toksiki təsir göstərir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Hübətov Z.İ., Nəsirova N.V. Təbii sərvətlərdən istifadənin ekoloji problemləri. Gəncə, 2016.
2. Əhmədova S.Z. Qlobal ekoloji problemlər və proqnozlaşdırma. Bakı, 2016.
3. Xəlilov T., Zeynalova M. Qlobal ekoloji problemləri (ali məktəblər üçün dərs vəsaiti).

Bakı, 2014.

4. Babayev A. Torpaq keyfiyyətinin monitorinqi və ekoloji nəzarət (ali məktəblər üçün dərslik). Bakı, 2011.

5. Səfərov E.İ. Kiçik Qafqazın faydalı qazıntı yataqları. Bakı, 2012, 120 s.

S.Jafarova, N.Nasirova

Ecological assessment of soil pollution with heavy metals

Abstract

The main sources and processes polluting soil with heavy metals have been identified in the article, as well as the role of the metallurgical industry, transport, and agriculture in soil pollution with heavy metals have been analyzed, and relevant conclusions have been obtained. So, the use of methods that are both economically and environmentally beneficial, facilitates the problem solution. Thus, hyperaccumulator plants are used by applying the phytoremediation method which is important in soil purification.

С.Джафарова, Н.Насирова,

Экологическая оценка загрязнения почв тяжелыми металлами

Аннотация

В статье определены основные источники и процессы загрязнения почв тяжелыми металлами, проанализирована роль металлургической промышленности, транспорта и сельского хозяйства в загрязнении почв тяжелыми металлами и сделаны соответствующие выводы. С этой точки зрения использование методов, которые являются как экономически, так и экологически выгодными, способствует решению проблемы. Таким образом, растения-гипераккумуляторы используются с применением метода фиторемедиации, что имеет важное значение при очистке почв.