

ПРИСУСТВО ТЕШКИХ МЕТАЛА У ЗЕМЉИШТУ И БИЉКАМА

Даница Димитријевић¹ Душан Пауновић² Јована Крстић³ Кристина Филиповић⁴

Резиме: Као последице контаминације екосистема могу се јавити фитотоксично деловање и негативан утицај тешких метала на квалитет биљних производа. Порекло тешких метала у земљишту првенствено је геохемијско, што значи да потичу из литосфере и њихова концентрација у земљишту зависи од садржаја у стенама из којих је потекао матични супстрат. Међутим, у последње време развојем индустрије и интензификацијом пољопривреде дошло је до примене разних материја које контаминирају земљиште, тако да је на неким површинама повећана концентрација тешких метала услед антропогеног утицаја. Новија истраживања указују на све веће присуство тешких метала и у пољопривредним земљиштима, које је додатно угрожено све већом и неадекватном применом хемијских средстава, отпадних и комуналних вода и муљева, као и минералних ђубрива. Овај рад има за циљ да прикаже штетност присуства тешких метала у земљишту као и њихов утицај на биљке.

Кључне речи: животна средина; земљиште; тешки метали

THE PRESENCE OF HEAVY METALS IN THE SOIL AND PLANTS

Abstract: As a consequence of ecosystem contamination, phytotoxic effects and the negative impact of heavy metals on the quality of plant products can occur. The origin of heavy metals in the soil is primarily geochemical, which means that they originate from the lithosphere and their concentration in the soil depends on the content in the rocks from which the parent substrate originated. However, recently, with the development of industry and intensification of agriculture, various substances that contaminate the soil have been used, so that in some areas the concentration of heavy metals has increased due to anthropogenic impact. Recent research indicates an increasing presence of heavy metals in agricultural land, which is further endangered by the growing and inadequate use of chemicals, waste and municipal water and sludge, as well as mineral fertilizers. This paper aims to show the harmfulness of the presence of heavy metals in the soil as well as the impact on plants.

Key words: environment; soil; heavy metals

1. УВОД

Животна средина је она у којој живо биће живи као у својој нормалној спољашњој средини, без које животно не може опстати, којој је прилагођено и индивидуално и преко прилагођености врсте као целине којој припада. Спољашња средина је свака средина у којој се живо биће нађе, без обзира на то што није његова (нормална) спољашња средина, или пак средина у којој не може опстати, већ ће пропасти, у којој се може задржати само кратко време да би из ње побегло или пак угинуло [1].

Животна средина је природни оквир у коме сва жива бића живе и делују, многоструко повезана узајамним утицајима. Свако живо биће зависи од своје природне околине и целокупни ток његовог живота упаво зависи од услова које му намеће средина у којој обитава. Постоји више дефинисаних тумачења појма животне средине, једна од њих дефинише животну средину као комплекс свих утицаја ван одређеног организма, који долазе како од неживе природе, односно физичко-хемијских услова средине.

Према томе, за сваки појединачни организам околна, животна средина је и нежива природа, одређена условима (температура, влажност, рН земљишта) и расположивим ресурсима

¹ Др, Универзитет „Унион-Никола Тесла“ Београд, Факултет примењених наука, Ниш, danicadimitrijevic7@gmail.com

² Др, Универзитет „Унион-Никола Тесла“ Београд, Факултет примењених наука, Ниш, edusan.paunovic@fpm.rs

³ Др, Универзитет „Унион-Никола Тесла“ Београд, Факултет примењених наука, Ниш, jovana.krstic@fpm.rs

⁴ Др, Универзитет „Унион-Никола Тесла“ Београд, Факултет примењених наука, Ниш, Kristina.filipovic@fpm.rs

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

(енергија, вода, минерални елементи), као и жива природа, коју чине друга жива бића са којима је у непосредном или посредном контакту.

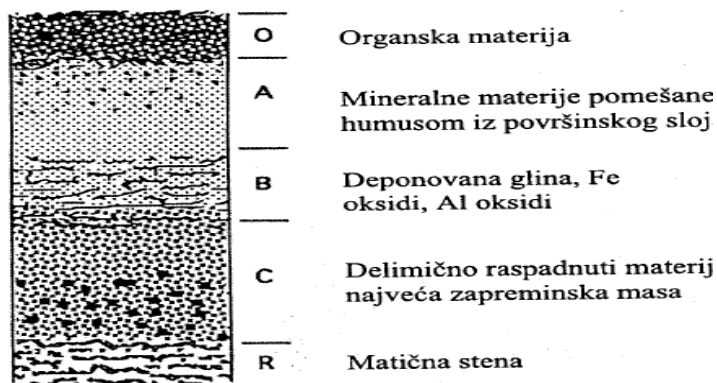
Земљиште је један од кључних ограничавајућих фактора биљне производње због истовременог деловања два процеса и то повећања потреба за храном, са једне стране и смањења површина пољопривредног земљишта са друге стране. Производни капацитет земљишта умањују процеси непрестаног смањења и оштећења пољопривредних површина.

Достигнућа науке и технике су произроквала поред корисних и штетне ефекте за човека и целокупну природу. Нерационално и неодговорно коришћење природних ресурса довело је у неким подручјима до катастрофалног загађења земљишта, воде и ваздуха што је условило промене и на глобалном нивоу. Нарушена је биолошка равнотежа, оштећен озонски омотач, настале су промене климе на земљи условљене ефектима стаклене баште, загађени су водотокови, уништене шуме итд. Овакав економски развој који подразумева неконтролисано и нерационално коришћење, односно експлоатацију природних ресурса је неодржив [2].

2. ЗЕМЉИШТЕ

Земљиште је природна творевина састављена од чврсте (минерала и органске материје), течне и гасовите фазе и заузима део простора на површини Земљине коре, односно литосфере.

Земљиште се карактерише присуством једног или неколико слојева који се називају хоризонти и који се разликују од почетног материјала (матичне стене) од које настају већим бројем морфолошких, физичких, хемијских и биолошких особина, а које настају резултатом заједничког утицаја педогенетских фактора и процеса (акумулација, испирање, промет материје и енергије, као и могућношћу да подржавају раст корена биљака). Хоризонти дају сваком земљишту на његовој локацији специфичан земљишни профил. Сваки хоризонт земљишног профила има комбинацију посебних карактеристика. Земљишни профил се састоји од четири главна хоризонта: органског О хоризонта и три минерална хоризонта што је приказано на Слици 1 [3].



Слика 1 – Структура земљишта

О хоризонт се налази на површини земљишта, испод њега је А хоризонт, где се органске материје акумулирају и где структура земљишта може бити грануларна, мрвичаста или плочаста. Испод А хоризонта налази се Б хоризонт у који се испирају минерали из А хоризонта и ту се акумулирају у облику силиката, глине, гвожђа, алуминијума или хумуса, а структура може бити коцкаста, призматична или стубаста. На крају је Ц хоризонт, који се састоји од делимично разложеног основног материјала матичне стене или од материјала који је пренешен са неке друге локације. Неке врсте материјала из А и Б хоризонта се могу наћи и у Ц хоризонту,

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

као што су карбонати калцијума, магнезијума. Зависно од дубине горњих хоризоната, јавља се и Р хоризонт који је у ствари матична стена.

Механички састав земљишта је резултат бројних веома различитих дејстава на матичну стену у току образовања земљишта. Постоје различите класификације механичког састава земљишта. Класификација се врши на основу групе честица у границама одређених димензија које имају особине од којих зависе физичке, физичко-хемијске и хемијске особине земљишта. Квантитативни однос појединих фракција одређује састав земљишта. Особине честица могу бити следеће:

- Скелет земљишта;
- Честице крупног песка (немају способност држања воде, имају велику пропусну моћ, немају способност везивања и нису пластичне);
- Ситни песак (садржи ситне поре, кретање воде је врло брзо, нема способност лепљења, не бубри и сипкав је у сувом стању);
- Прах (има добар водни капацитет, слабија му је пропусност од песка, слабо је пластичан, не бубри или веома слабо бубри, карактерише га добар капиларни успон, слабо се лепи, а у сувом стању је везан);
- Глина (има способност везивања велике количине воде, врло велике пластичности, али је зато кретање воде веома споро. У влажном стању честице су веома лепљиве, а у сувом збијене и тврде).

2.1. Загађење земљишта

Земљиште (или педолошки покривач) је растресити површински слој земљине коре који се, за разлику од масивне стене, одликује плодношћу. Овај површински слој земљине коре измењен је и стално се мења под утицајем атмосферских и биолошких фактора (нарочито температуре, воде, ваздушних покрета и земљине теже). Од живих организама, у процесу стварања земљишта нарочито су значајни биљни организми, али су при томе значајне и животиње. Остаци угинулих организама у различитим фазама разградње и минерализације улазе у састав земљишта. На тај начин земљиште представља специфичан комплекс еколошких фактора (едафски фактори) [4].

Земљишни простор, а посебно његов продуктивни део угрожен је људском активношћу. Ово се нарочито односи на пољопривредно земљиште које постаје све угроженије. Најчешће је то организација, индустријализација, површински копови угља, путеви и друго. Рачуна се да Србија на овај начин губи сваке године око 4000 плодног земљишта. Угрожавање земљишта изражено је потенцирањем процеса ерозије, односно одношење земљишта водом и ветром (еолска ерозија). Ерозија земљишта, као последица уништавања шумског покривача и уопште вегетације, озбиљан је проблем у многим земљама. Разликујемо водену и еолску ерозију. У првом случају вода, отичући преко површине подлоге, односи земљиште све даље и даље, водотоковима, све до океана у којима се расипа и бива скоро неповратно изгубљена за копнене екосистеме. Њиховим дуготрајним деловањем могуће је да се читаво земљиште однесе са угрожене површине и да се терен оголи све до камене подлоге.

У случају еролске ерозије ветар је тај који односи земљиште са површине терена и развејава га на све стране. У Србији је данас процесом ерозије угрожено око 3 500 000 хектара. Све веће коришћење хемијских средстава у пољопривреди (интезивно коришћење минералних ђубрива, разних средстава за заштиту биља односно пестицида, депонување чврстих отпадака итд) доводи до знатног загађивања пољопривредног земљишта. Земљиште, такође угрожавају и загађују разни материјали који доспевају водом и ваздухом. Један од значајних фактора угрожавања, представљају и отпадне воде. Ваздухом доспевају различите материје. Као последица, најпре страда вегетација а потом и само земљиште. Ивим путем у земљиште доспевају и знатне количине радионуклида. У загађена земљишта се убрајају и површине разних рудника у којима се површинским или другим путем вади руда, површине под фабрикама, постројењима, насељима.

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

3. АКУМУЛАЦИЈА ТЕШКИХ МЕТАЛА У ЗЕМЉИШТУ

Као последице контаминације екосистема могу се јавити фитотоксично деловање и негативан утицај тешких метала на квалитет биљних производа. Порекло тешких метала у земљишту првенствено је геохемијско, што значи да потичу из литосфере и њихова концентрација у земљишту зависи од садржаја у стенама из којих је потекао матични супстрат. Међутим, у последње време развојем индустрије и интензификацијом пољопривреде дошло је до примене разних материја које контаминирају земљиште, тако да је на неким површинама повећана концентрација тешких метала услед антропогеног утицаја.

Новија истраживања указују на све веће присуство тешких метала и у пољопривредним земљиштима, које је додатно угрожено све већом и неадекватном применом хемијских средстава, отпадних и комуналних вода и муљева, као и минералних ђубрива [5].

Понашање тешких метала у земљишту условљено је многобројним факторима који могу утицати на њихову мобилност и акумулацију од стране биљака, а најзначајнији су реакција земљишта, садржај органске материје и колоидне глине.

Поред ових, и други фактори могу утицати на њихову мобилност и штетно дејство као што су влажност, садржај калцијум-карбоната, хидратисани оксиди гвожђа и алуминијума, капацитет размене катјона, редокс потенцијал, ниво поцемне воде и др. Карактеристика већине токсичних елемената је да реагују са разним органским једињењима стварајући стабилне комплексе са лигандима који садрже кисеоник, сумпор или азот као доноре електрона. Токсично дејство заснива се на њиховом иререверзибилном везивању за метаболички активне групе у аминокиселинама, полипептидима и протеинима.

Данас се сматра да токсични елементи првенствено делују на ћелијску мембрану, док је оштећење ензимских система у унутрашњости ћелије у већини случајева секундарна појава. Тешки метали преко биљака улазе у ланац исхране, где у људском организму имају кумулативна својства, тј. долази до њиховог накупљања у појединим органима или ткивима, где испољавају своје штетно деловање. Основне карактеристике некарбонатног алувијалног (флувијалног) земљишта су одсуство изразите и развијене диференцијације генетских хоризоната, те сортирање таложеног материјала. Алувијална земљишта у нашој земљи су погодна за производњу крмног биља, како за травњаке тако и за оранично крмно биље [6].

Максимално дозвољене количине (МДК) опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање, које могу да оштете или промене производну способност пољопривредног земљишта и квалитет воде за наводњавање, које долазе испуштањем из фабрика, изливањем депонија, неправилном употребом минералних ђубрива и средстава за заштиту биља, регулисане су у Р. Србији Правилником о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама њиховог испитивања. Уколико земљиште садржи већу количину од максимално дозвољене, не препоручује се за пољопривредну производњу.

У Табели 1 је приказана критична и токсична концентрација тешких метала у биљкама

Табела 1 - Критичне и токсичне концентрације тешких метала у биљкама

Тешки метали	Критична концентрација (mg/kg суве материје)	Токсична концентрација (mg/kg суве материје)
Hg	2	5
Pb	20	30
Fe	200	600
Ni	20	30
Cd	5	10
Cu	15	20

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

Кадмијум (Cd) - Код бројних биљних врста интензитет транспорта кадмијума у нацемним органима је у корелацији са његовом концентрацијом у хранљивој подлози. Кадмијум усвојен из хранљиве подлоге углавном се задржава у корену. Удео овог елемента у стаблу и листовима биљака је приближно исти али мањи од његове концентрације у подземном делу биљке.

Неке биљке (детелина) имају способност да акумулирају кадмијум усвојен из земље. У семену житарица, гајених на јако контаминираним земљиштима, најчешће не прелази 1 mg/kg суве материје. Овај елемент највише се апсорбује у парадајзу, салати и спанаћу. Код поменутих врста, концентрација кадмијума у вегетативним нацемним органима може износити и до 160 mg/kg.

Веће концентрације у биљкама инхибирају метаболизма гвожђа, изазивају хлорозу и тиме смањују интензитет фотосинтезе. Исто тако, високе концентрације кадмијума инхибирају дисање и транспорт електрона у процесу оксидативне фосфорилације. Кадмијум инхибира транспирацију као и покрете ћелија затварачица стоминог апарата.

Олово (Pb) - Највећи загађивачи природе оловом су моторна возила. Накупљање олова у биљкама, у близини аутопутева зависи од удаљености биљака од саобраћајнице, покривности земљишта биљкама, дужине трајања вегетације, правца и интензитета ветра. Интензитет контаминације биљака оловом смањује се њиховом удаљеношћу од великих саобраћајница.

Биљке олово у неорганичком облику слабо усвајају и премештају у надземне органе, изузев на киселим земљиштима. Органичка једињења олова, веома се брзо усвајају и транспортују у надземне делове биљака. Таложeње олова код већине биљака интензивније је у корену у односу на надземне делове.

Велика моћ корена у акумулацији олова могла би да буде и један вид заштите надземног дела. Олово у већим концентрацијама инхибира издужавање корена и раст листова, инхибира процес фотосинтезе, утиче на морфолошко-анатомску грађу биљака. Сматра се да пшеница и соја имају релативно високу толерантност према олову. Спанаћ се убраја у осетљиве биљке. Код ове биљне врсте већ при концентрацији од 10 mg/kg суве материје, принос се значајно смањује.

Жива (Hg) - Сва једињења живе су изузетно токсична за биљке и животиње. Фитотоксичност живе не представља већи еколошки проблем. Концентрација при којој се уочавају симптоми вишка живе на биљкама знатно је изнад оних који се у нормалним условима налазе у земљишту. Сем тога, приступачност живе у земљишту за биљке је обично ниска. Сматра се да корен представља препреку већем накупљању живе у изданку.

Према испитивањима, акумулација живе у корену је двадесет пута већа него у изданку. Концентрација живе у биљкама креће се у просеку од 10 до 200 ng/g суве материје, а у близини налазишта живе од 500 до 3.500 ng/g. Код жита, концентрација живе је од 3 до 10 пута нижа у зрну него у слами. У зрну јечма и пшенице, концентрација живе се креће око 1 до 2 ng/g суве материје. Жива нарушава грађу биомембрана и мења активност ензима чиме нарушава размену материја и инхибира раст и развиће биљака.

Хром (Cr) - Концентрација за биљке приступачног хрома у већини земљишта је ниска, чиме се може објаснити његов мали удео у биљкама. Концентрација хрома у сувој материји биљака у просеку креће се од 0,2 до 4 mg/kg. Биљке које успевају на серпентинским земљиштима могу да садрже и до 100 mg/kg.

Концентрација хрома у коренастом поврћу и у већини крмних биљака креће се од 0,01 до 1 mg/kg. У зрну жита, утврђена је концентрација од 1,7 mg/kg, а у брашну и хлебу који су добијени од њега, 0,23, односно 0,17 mg/kg. Веће концентрације хрома делују токсично на биљке. Најчешћи симптоми вишка хрома су хлороза и заостајање у расту. Веће концентрације могу да утичу и на клијање семена, водни режим, садржај елемената и пигмената хлоропласта.

Никал (Ni) - Просечан садржај никла у биљкама износи од 0,1 до 5 mg/kg суве материје. Лишће обично има највећи садржај никла, млађи делови имају већи садржај од старијих, а семе

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

већи садржај од сламе. Никал, за разлику од олова и кадмијума, има добру покретљивост како у ксилему тако и у флоему и у значајној количини се накупља у плодовима и семену. Уочено је да вишак никла изазива хлорозу која подсећа на хлорозу изазвану недостатком гвожђа. Никал неповољно утиче не само на покретљивост, односно транслокацију гвожђа, већ и на само његово усвајање.

Бакар (Cu) - Покретљивост бакра у биљкама је осредња. Асцендентни транспорт и реутилизација у великој мери зависе од степена обезбеђености биљака овим елементом. Ако га нема довољно, премештање из корена у нацемне органе, као и из старијих листова у младе, незнатно је. Из листова пшенице која је обилно обезбеђена бакром у току наливања зрна, премешта се 70% бакра у зрну. Насупрот томе, из листова којима недостаје бакра, премештање је свега 20%.

Концентрација бакра у биљкама креће се од 5 до 30 mg/kg у сувој материји. Уколико је његов удео у сувој материји листа мањи од 4 mg/kg, сматра се да биљке нису у довољној мери обезбеђене, садржај преко 20 до 100 mg/kg указује на велику концентрацију овог елемента. Осетљивост биљних врста на његов недостатак је различита. У изразито осетљиве биљке убрајају се овас, пшеница, озими и јари јечам, луцерка, дуван, спанаћ. Типични знаци недостатка бакра су већење, увијање листова, одумирање младих листова, некроза, хлороза, смањење пораста и приноса.

До токсичног дејства овог елемента долази ако је његов укупан садржај у земљишту од 25 до 40 mg/kg и ако је при томе рН вредност земљишта испод 5,5. Може се рећи да се велика количина бакра јавља у киселим земљиштима. Бакру, као еколошком чиниоцу, треба поклонити одговарајућу пажњу имајући у виду не само потребе биљака и животиња за овим елементом, већ и чињеницу да је у већим концентрацијама веома токсичан.

Цинк (Zn) - Цинк спада у групу елемената чија је покретљивост у биљкама осредња. Његово премештање из старијих у млађе органе нарочито је споро код недовољне обезбеђености цинком.

У случају када је његова концентрација у спољашњој средини висока, таложи се у корену. Концентрација цинка у сувој материји биљака креће се од 1 до 10.000 mg/kg суве материје, у просеку 30 до 150 mg/kg, најчешће 20 до 50 mg/kg. При концентрацији од 10 до 20 mg/kg може се рачунати са латентним, па чак и акутним недостатком цинка.

Због вишеструке улоге у развоју биљака, недостатак цинка изазива велике промене, како у размени материја, тако и у морфолошкој и анатомској грађи биљака. Од биљака, на недостатак цинка нарочито су осетљиви кукуруз и јабука.

Цинк се убраја у умерено токсичне метале. Његова токсичност за биљке мања је од бакра. Знаци велике концентрације цинка код биљака најчешће се јављају на киселим тресетним земљиштима, на земљиштима која су настала из матичног супстрата богатог цинком, као и у околини рудника и топионица цинка.

Видљиви симптоми вишка овог елемента јављају се када његова концентрација у сувој материји прелази 300 до 5.000 mg/kg. У овим случајевима, код биљака долази до нижег раста, смањења кореновог система, образовања ситних листова и некрозе листова.

Арсен (As) - У биљкама које се користе у исхрани садржај арсена налази се у границама нормале, осим ако нису гајене на контаминираним земљишту. Садржај арсена у биљкама је обично знатно нижи него у земљишту. Његова концентрација у сувој материји биљака у просеку се креће од 1 до 7 mg/kg суве материје. У екстремним условима забележена је концентрација од 3.460 mg/kg суве материје.

Накупљање, а самим тим и токсичност овог елемента, већа је на киселим земљиштима, посебно ако је рН вредност земљишта мања од 5. На тежим земљиштима ређе долази до његовог токсичног дејства него на песковитим, јер се код првих арсен боље везује.

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференција напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

Осетљивост биљака на високе концентрације арсена је различита. У најосетљивије врсте спадају пасуљ, луцерка и уопште легуминозе, док су толерантне врсте кромпир, парадајз и шаргарепа. У природи се веома ретко може уочити фитотоксично дејство високих концентрација арсена или његово неповољно дејство на принос биљака.

Пошто је концентрација арсена у биљкама ниска, његово улажење у ланац исхране преко биљака је незнатно.

Селен (Se) - Капацитет накупљања селена код појединих биљака значајно се разликује. Великом способношћу накупљања селена одликују се различите врсте рода Астралагус (Легуминосае), Цонопсис (Цомпоситае), Станлеуа (Цруциферае) и Хулорхиза (Цомпоситае).

Концентрација селена у њима креће се од 10^3 mg/kg суве материје. У другу групу биљака могу се убрајати врсте родова Астер, Атриплец, Ментизелиа и Сидерантхус. Концентрација селена у њима износи неколико стотина mg/kg.

Селен није неопходан елемент за више биљке. Стимулативно дејство ниских концентрација на раст биљака се не искључује. Његово токсично дејство је предмет детаљнијег проучавања.

Огромне количине селена инхибирају раст и изазивају хлорозу. Овај елемент се највише акумулира у тачкама раста и семену. Код многих биљака појава мириса белог лука указује на прекомерно накупљање селена.

Флуор (F) - Усвајање флуора кореном је пасиван, дифузан процес. Биљке могу да га усвајају и преко надземних органа. Усвајање флуора преко листа пропорционално је његовој концентрацији у атмосфери дужини експозиције, а у великој мери зависи и од влажности ваздуха. Садржај флуора у сувој материји биљака креће се у просеку од 2 до 10 mg/kg.

Неке биљне врсте способне су да акумулирају много веће количине. Камелица у просеку садржи око 100, па и до 180 mg/kg суве материје. Код биљака које су расле на јаловини рудника, или су гајене на високим концентрацијама флуора у хранљивој подлози, највећи садржај овог елемента утврђен је у корену.

Расподела флуора у листовима монокотиледоних биљака такође је специфична. У листовима трава његов садржај је већи у вршном делу него у основи листа. Камелије су изузетак јер могу акумулирати једињења флуора од 100 mg/kg и више. Веће дозе изазивају смањење продукције органске материје и морфолошко-анатомске промене.

Флуор делује и на дисање биљака, стимулативно или инхибиторно. Симптоми токсичног дејства флуора уочавају се на најмлађим листовима, на врху или по ивицама листа. Оштећени делови листа могу попримити различите боје, жуту, мрку или љубичасту [7].

4. ЗАКЉУЧАК

Тешки метали могу да изазову низ једног опасних болести код човека. Оно што ми можемо да урадимо јесте да контролишемо употребу ђубрива и пестицида, да спречимо испуштање тешких метала у природу од стране индустрија, да заштитимо земљиште тако што ћемо увести и користити чистије технологије, тако што ћемо чувати наше подземне воде и на тај начин заштитити здравље нас самих, као и здравље будућих генерација. Дакле, превенција испуштања тешких метала у природу јесте кључно решење, зато што када се они једном нађу у природи њихово уклањање је скупоцено и у већини случајева недовољно ефикасно.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] SRPS ISO 14001, *Систем управљања заштитом животне средине* - Опште смернице за принципе, системе и поступке, Институт за стандардизацију Србије, Београд, 2005.
- [2] Николић, Д.: *Заштита животне средине*, Рударско металуршки факултет, Приштина, 2001.
- [3] Ољача, С.: *Агроекологија*, Пољопривредни факултет, Београд, 2008.

КОНФЕРЕНЦИЈЕ СА МЕЂУНАРОДНИМ УЧЕШЋЕМ

38. Конференција одржавалаца Србије и 1. Конференције напредне технологије у функцији развоја привреде, Врњачка Бања, 01.06. – 03.06. 2022. године

- [4] Варга, Д.: *Приручник за ђубрење ратарских и повртарских култура*, ПСС Суботица АД, 2015.
- [5] <https://www.epa.gov/ems/learn-about-environmental-management-systems>, 2017.
- [6] Петровић, Д.: *Професионална обољења изазвана металима*, Институт заштите на раду, Београд, 1987.
- [7] Труми, М.: *Управљање комуналним отпадом у Србији – стање и перспективе*, Зборник радова, Сокобања, 2006.