

**UNIVERSITETI I PRISHTINËS**

**“HASAN PRISHTINA”**

**Fakulteti i Bujqësisë dhe Veterinarisë**

**Departamenti : Lavërtari-Perimtari**



**“NDIKIMI I METALEVE TË RËNDA NË PËRMBAJTJE TE  
MATERIEVE MINERALE TE PATATJA (Solanum  
Tuberosum L.)”**

**(PUNIM MASTERI)**

**Mentori:**

**Prof. Dr. Sali ALIU**

**Kandidatja:**

**Bsc. Mrika MAÇASTENA**

**Prishtinë, 2021**

**UNIVERSITETI I PRISHTINËS**

**“HASAN PRISHTINA”**

**Fakulteti i Bujqësisë dhe Veterinarisë**

**Departamenti : Lavërtari-Perimtari**



**“NDIKIMI I METALEVE TË RËNDA NË PËRMBAJTJE TË  
MATERIEVE MINERALE TE PATATJA (Solanum  
Tuberosum L.)”**

***“The impact of heavy metals on the mineral content of potatoes  
(Solanum Tuberosum L.) ”***

**Mentori:**

**Prof. Dr. Sali ALIU**

**Kandidatja:**

**Bsc. Mrika MAÇASTENA**

**Prishtinë, 2021**

Mbrohet me datë \_\_\_\_\_ 2021 para komisionit në përbërje:

Dr.sc. Sali Aliu, Prof. Mentor

Dr.sc., Imer Rusinovci, Prof. Anëtar

Dr.sc. Dukagjin Zeka, Prof. Anëtar

# PËRMBAJTJA

Falenderimi	
Përmbledhja.....	6
Abstrakti.....	7
1. Hyrja.....	8
1.1. Efekti i metaleve të rënda në bimë.....	13
1.2. Efektet e kadmiumit në bimë.....	14
1.3. Efektet e plumbit në bimë.....	15
2. Qëllimi i hulumtimit.....	17
3. Materiali dhe metoda e punës.....	18
3.1. Përcaktimi i përmbajtjes së materieve minerale ( Fe, Ca, Mn).....	22
4. Rezultatet dhe diskutimi.....	23
5. Përfundime.....	31
6. Referencat.....	32

## **FALENDERIME DHE MIRËNJOHJE**

E lumtur që arrita ta realizoj këtë qëllim të jetës sime, dua përzemërsisht të falenderoj të gjithë stafin e departamentit Lavërtari-Perimtari, të cilët me një punë të palodhur e të admirueshme na ndihmuan vërtetë shumë për plotësimin dhe përmbushjen e gjithë detyrave dhe detyrimeve që një studim master kërkon.

Për të realizuar këtë punim diplome kam gjetur mbështetje të madhe nga njerëz që dëshiroj të ju shprehë mirënjohjet e mia të përzemërta.

Dua ta falenderoj thellësisht mentorin e temës, profesorin e nderuar Sali Aliun, i cili ka qenë një mbështetje e madhe profesionale duke më lehtësuar mjaft shumë peshën e punës.

Së fundmi, por jo më pak e rëndësishme, është familja ime nga e cila kam marr mbështetje të vazhdueshme morale dhe emocionale gjatë kohës që kam ndjekur studimet.

Ju faleminderit të gjithëve!

## PËRMBLEDHJA

Patatja (*Solanum Tuberosum* L.) është kultura e katërt më e konsumuar në botë, pas orizit, grurit dhe misrit. Patatet kanë shumë vitamina, minerale, antioksidantë, fibra dhe amidon. Metalet e rënda janë të pranishme në mjedisin ku jetojmë. Më shumë se 75% e elementëve kimikë janë metale. Ato janë të pranishme në tokë, në ujë apo edhe në shkëmbinjë. Metalet të cilat janë të pranishme në sasi të mëdha, mund të jenë shumë të rrezikshme. Disa elementë konsiderohen si metalet toksike të rënda. Ndër metalet me rrezikshmëri të lartë janë Arseniku, Beriliumi, Kadmiumi, Kromi, Plumbi, Mërkuri. Sasia e lartë e metaleve të rënda ka shumë ndikim si në dëmtimin e shëndetit tonë, ashtu edhe në ndotjen e mjedisit. Simptomat dhe efektet mund të ndryshojnë në bazë të metalit apo kompleksit metalike. Kadmiumi është një metal jashtëzakonisht toksik, i cili gjendet në vendet e punës industriale, veçanërisht kur ndonjë mineral është duke u përpunuar. Pasojat mund të jenë vdekjeprurëse. Plumbi është metali më i përhapur në industri. Rreziku që ai shkakton është evident tek ata që punojnë në ndërtim, dyqane të riparimit të radiatorëve, gjatë procesit të shkrirjes etj. Objektivi i studimit tonë ishte për të vlerësuar shkallën e akumulimit të hekurit(Fe), manganit(Mn) dhe kalciumit (Ca) nga gjethet e patates në varësi të përqendrimeve të ndryshme të ( $PbCl_2$  dhe  $CdCl_2$ ). Janë përdorur dy gjenotipe të ndryshme të patates Agria dhe Riviera. Ky studim është organizuar në disa stadi. Eksperimenti është vendosur në laboratorin e përmirësimit gjenetik të bimëve në Fakultetin e Bujqësisë dhe Veterinarisë, në Universitetin e Prishtinës. Nga të dhënat që i kemi analizuar kemi vërejtur se dallimet sinjifikante për përmbajtje të materieve minerale janë regjistruar mes tre elementeve, ku përmbajtja e Ca në gjethet e patates tek dy gjenotipet si tek Riviera ashtu edhe tek Agria dallojnë në mënyrë sinjifikante me përmbajtjen e Fe dhe Mn.

**Fjalët kyçe:** Patatja, akumulimi, hekuri, mangani, kalciumi.

## ABSTRACT

Potato (*Solanum Tuberosum* L.) is the fourth most consumed crop in the world, after rice, wheat and corn. Potatoes have many vitamins, minerals, antioxidants, fiber and starch. Heavy metals are present in the environment where we live. More than 75% of chemical elements are metals. They are present in soil, water or even rocks. Metals that are present in large quantities can be very dangerous. Some elements are considered as toxic heavy metals. Among the high-risk metals are Arsenic, Beryllium, Cadmium, Chromium, Lead, Mercury. The high amount of heavy metals has a great impact on both the damage to our health and the pollution of the environment. Symptoms and effects may vary based on the metal or metal compound. Cadmium is an extremely toxic metal, which is found in industrial workplaces, especially when any mineral is being processed. The consequences can be deadly. Lead is the most widely used metal in the industry. The danger it causes is evident to those who work in construction, radiator repair shops, during the smelting process, etc. The objective of our study was to estimate the degree of accumulation of iron (Fe), manganese (Mn) and calcium (Ca) from potato leaves depending on different concentrations of (PbCl<sub>2</sub> and CdCl<sub>2</sub>). Two different potato genotypes Agria and Riviera were used. This study is organized in several stages. The experiment was set up in the plant genetic improvement laboratory at the Faculty of Agriculture and Veterinary Medicine, University of Prishtina. From the data we have analyzed we have noticed that significant differences in mineral content are recorded between the three elements, where the Ca content in potato leaves in both genotypes in both Riviera and Agria differ significantly with the content of Fe and Mn.

**Keywords:** Potato, accumulation, iron, manganese, calcium.

## 1. HYRJE

Patatja (*Solanum tuberosum* L.) është kulturë që i përket familjes botanike Solanaceae, e cila kultivohet sepse zhardhokët e tyre që janë të pasur me niseshte dhe përbërje të tjera të rëndësishme. Kjo familje përfshin 170 specie të egra dhe 26 të kultivuara me mijëra lloje (Šariš & Muminoviš, 1998). Patatja renditet si kultura e pestë kryesore ushqimore në botë, e tejkualuar vetëm nga: gruri, orizi, misri dhe elbi (Hooker, 1986). Në të kaluarën, në rajonin e Kosovës, patatja kultivohej në kopshte të vogla, por tani kjo kulturë po kultivohet në një shkallë të gjerë. Në vendin tonë, kultura e patates po kultivohet rregullisht çdo vit në një sipërfaqë midis 10.000–12.000 ha, me një mesatare të rendimentit të zhardhokut prej 12 t / ha. Rendimenti relativisht i ulët për njësi të sipërfaqes, jo vetëm në Kosovë por edhe në të gjithë botën, është si rezultat i agroteknikës së dobët, mungesës së mekanizimit të duhur dhe mungesës së mbrojtjes së kulturave kundër barërave të këqija, patogjeneve dhe dëmtuesve (Rusinovci, et al., 2001, Brošiš , et al.2006, Hamouz, et al., 2006).

Kosova ka një sipërfaqe prej 10.887 km<sup>2</sup> ose 1.1 milion ha, rreth 430.00 ha të pyllëzuar ose 39.1% dhe 577.000 ha janë tokë bujqësore ose 52% (Rusinovci et al., 2014). Zhardhokët e patates janë të pasur me kimikate, të cilat nuk kanë të njejtën shpërndarje. Shumica e tyre gjenden në përqëndrime të mëdha në lëkurën e zhardhokëve (lëvore), dhe më pak në brendësi të tyre, (Wszelaki et al., 2005). Përqëndrimi i lëndës së thatë, hirit dhe përbërësve të tjerë kimikë të zhardhokëve ndikohen shumë nga karakteristikat e kultivarëve (Rusinovci et al., 2012). Substancat minerale nuk mund të sintetizohen nga bimët, ato fitohen nga tretja në tokë përmes rrënjëve të bimëve. Megjithëse zhardhokët kanë shoqëruar rrënjët, më përjashtim të mundshëm të Ca, këto rrënjë në sasi të vogla furnizojnë zhardhokët



me minerale (Karenlampi dhe White, 2009). Disa studime tregojnë faktin se patatja është një rrugë e rëndësishme e transferimit të mineraleve nga toka deri në konsumimin njerëzor (Reid et al., 2003; Dugo et al., 2004). Përqendrimi i substancave minerale në zhardhokët e patates ndryshon shumë midis kultivarëve, llojit të tokës dhe kultivimit të tokës (Lewis et al., 2011). Në përgjithësi, sasia totale e substancave minerale varion midis 0.44-1.90%, në varësi të kultivarit.

Makroelementet (Ca, Na, K dhe Mg) janë jetike për shëndetin e njeriut. Kalciumi (Ca) luan një rol kryesor në forcimin e skeletit dhe përfshihet në funksionin neuromuskular, koagulimin e gjakut dhe shumë procese metabolike (Frossard et al., 2000). Mikroelementet (Zn, Cu dhe Fe) megjithëse marrin pjesë në sasi të vogla në përbërjen e bimëve dhe janë të rëndësishëm për të zhvillimi dhe rritja. Zinku (Zn) luan një rol në formimin e hormoneve të rritjes (auksinë), formimin e frutave, promovon pjekjen, ndihmon në sintezën e proteinave, etj. Bakri (Cu) ndihmon si aktivizues i enzimave, luan funksion të madh në fotosintezë dhe fazën e riprodhimit, kontribuon në rritjen e përmbajtjes së sheqerit, etj. Ndërsa, Hekuri (Fe) mbështet formimin e klorofilit, kontribuon në mekanizmin e funksionimit të sistemit të frymëmarrjes qelizore dhe ka një kontribut funksional në reagimet që përfshijnë ndarjen dhe zhvillimin e qelizave. Konsumi ditor në ushqimin e Cu dhe Zn u hetua nga (Blanusa dhe Jorhem, 1990).

Përveç që është një burim i karbohidrateve shumë të treta dhe proteinave ushqimore të plota, patatja është gjithashtu një burim i shkëlqyeshëm i lëndëve të tjera ushqyese thelbësore (Suttle, 2008).

Në vitet e fundit, vëmendja në rritje është përqendruar në përqendrimet e metaleve të rënda të perimeve në të gjithë botën. Metalet e rënda kanë role të rëndësishme pozitive dhe negative në jetën njerëzore (Adriano, 1984; Slaveska et al., 1998;

Divrikli et al., 2003; Dundar dhe Saglam, 2004; Colak et al., 2005; Oktem et al., 2005). Metalet si plumbi, zhiva, kadmiumi dhe bakri janë helme kumulative, të cilat shkaktojnë rreziqe mjedisore dhe metalet si hekuri, bakri, zinku dhe mangani janë metale thelbësore për njerëzit, pasi ato luajnë një rol të rëndësishëm në sistemet biologjike, por metalet e rënda thelbësore mund të prodhojnë efekte toksike kur marrja e tyre rritet tepër (Schroeder, 1973; Mendil et al., 2005; Narin et al., 2005). Prandaj, përmbajtja e metaleve të rënda gjurmë në patate është një konsideratë e rëndësishme. raportohej të jenë jashtëzakonisht toksike (Ellen et al., 1990).

Përqendrimet e metaleve të rënda të bimëve lidhen drejtpërdrejt me përqendrimet e tyre në tokë, por nivelet e tyre ndryshojnë ndjeshëm me speciet e bimëve, madje mund të ndikohen edhe nga gjenotipet brenda të njëjtës specie (Kabata-Pendias dhe Pendias, 2001).

Nga kjo pikëpamje, mund të konkludohet se gjenotipet e patates gjithashtu do të ndryshojnë në përqendrimet e metaleve të rënda. Ky informacion mund të jetë i dobishëm për të hartuar përpjekjet e mbarështimit në të ardhmen për të përmirësuar menaxhimin e cilësisë së patates.

Shumë metale të rënda, të tilla si kadmiumi, plumbi, bakri dhe mërkuri, të cilat vijnë nga aktivitete antropogjene, u zbuluan në ujërat e ndotura industriale. Ekzistuese si gjurmë, duke qenë e rrezikshme për ekosistemin dhe shëndetin e njeriut dhe duke qenë jo-biodegraduese dhe e vështirë për tu hequr edhe në përqendrime të ulëta. Metalet e rënda përfaqësojnë një barrë ekologjike që ka tërhequr vëmendje të madhe. Për më tepër, toksiciteti vjetor i të gjitha metaleve tejkalon toksicitetin e kombinuar total të mbetjeve radioaktive dhe organike të krijuara në vit (P. B. Tchounwou et al., 2012.; A. Jan et al., 2015).

Metalet e rënda japin një kontribut të rëndësishëm ndaj ndotjes së mjedisit si rezultat i aktiviteteve njerëzore të tilla si minierat, shkrirja, transmetimi i energjisë, bujqësia intensive (Nedelkoska and Doran, 2000). Metalet e rënda mund të ndikojë në rritjen dhe prodhimin e bimëve në një mënyrë të shumëfishtë duke penguar një numër procesesh fiziologjike në bimë. Ato u treguan së shkaktonin shqetësime në jonin bimor (Wallace et al., 1992; Barcelo et al., 1986) dhe bilanci i ujit për të ndërhyrë në metabolizmin e proteinave përmes ndikimit në zvogëlimin e nitratit dhe sulfatit (Nussbaum et al., 1988; Hernandez et al., 1997).

Një metal i rëndë është toksik kur relativisht është metal i dendur ose metaloid që shquhet për toksicitetin e tij të mundshëm, veçanërisht në kontekstet mjedisore. Toksiciteti i metaleve të rënda do të thotë tepriçë e përqendrimit të kërkuar ose është e padëshirueshme që janë gjetur natyrshëm në tokë dhe përqendrohen si rezultat i aktiviteteve të shkaktuara nga njerëzit, hyjnë në indet bimore, shtazore dhe njerëzore përmes inhalimit, trajtimit manual dhe mund të lidhën dhe ndërhyjnë në funksionimin e përbërësve jetësorë qelizorë. Metalet e rënda ishin ndotës të rëndësishëm të mjedisit; toksiciteti i tyre është një problem me rëndësi në rritje për arsye ekologjike, evolucionare, ushqyese dhe mjedisore (Lenntech Water Treatment and Air Purification, 2004). Ato janë grup metalesh dhe metaloidesh me dendësi atomike më të madhe se  $4 / \text{cm}^3$ , ose 5 herë më shumë, më të madhe se uji (Hawkes JS, 1997), duke përfshirë bakrin (Cu), manganin (Mn), plumbin (Pb), kadmiumin (Cd), nikelin (Ni), kobaltin (CO), hekurin (Fe), zinkun (Zn), kromin (CR), arsenikun (Si), argjendin (Ag) dhe platinin. Mjedisi përcaktohet si rrethana totale që rrethojnë një organizëm ose një grup organizmash veçanërisht, kombinimi i kushteve të jashtme fizike që ndikojnë në rritjen, zhvillimin dhe mbijetesën e organizmave (Farlex Incorporated, 2005). Ato gjenden kryesisht në formë të

shpërndarë në formacionet shkëmbore. Industrializimi dhe urbanizimi në rritje kishin kontributin antropogjen të metaleve të rënda në biosferë dhe kishin disponueshmërinë më të madhe në tokë dhe ekosisteme ujore dhe në një pjesë relativisht më të vogël në atmosferë si grimcat ose avujt. Toksiciteti i saj në bimë ndryshon nga speciet e bimëve, metali specifik, përqendrimi, forma kimike, përbërja e tokës dhe pH, pasi shumë metale të rënda konsiderohen të jenë thelbësore për rritjen e bimëve. Disa nga këto metale të rënda si Cu dhe Zn ose shërbejnë si bashkëfaktor dhe aktivizues të reaksioneve enzimatike (Mildvan AS, 1970).

Metalet e rënda si Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, V dhe Zn kërkohen në sasi të vogla nga organizmat, sasi të tepërta të këtyre elementeve mund të bëhen të dëmshme për organizmat. Metalet e rënda si Pb, Cd, Hg dhe si (një metaloid, por përgjithësisht i referuar si një metal i rëndë) nuk kanë ndonjë efekt të dobishëm mbi organizmat dhe konsiderohen si "kërcënimet kryesore" pasi ato janë shumë të dëmshme për të dy bimët dhe kafshët, ndotëse në mjedis ajri, uji dhe toka, mund të jenë helmuese ose toksike dhe do të shkaktojnë dëm të gjallesave. Metalet grumbullohen në zinxhirin ekologjik ushqimor përmes marrjes në nivelin primar të prodhuesit dhe më pas përmes konsumit në nivelet e konsumatorit dhe rrënjët e bimëve janë vendi kryesor i kontaktit për jonet e metaleve të rënda. Ndërsa, në sistemet ujore trupi i bimës është i ekspozuar ndaj këtyre joneve dhe metalet e rënda absorbohen direkt në gjethë për shkak të grimcave të depozituara në sipërfaqet e gjethëve

## **1.1. Efekti i metaleve të rënda në bimë**

Bimët kërkojnë metale të rënda të caktuara për rritjen dhe mirëmbajtjen e tyre, sasi të tepërta të këtyre metaleve mund të bëhen toksike për bimët dhe aftësia e bimëve për të grumbulluar metale thelbësore në mënyrë të barabartë u mundëson atyre që të marrin metale të tjera jo thelbësore (R. Djingova and I. Kuleff, 2000). Meqenëse metalet nuk mund të ndahen, kur përqendrimet brenda uzinës tejkalojnë nivelet optimale, ato ndikojnë negativisht në bimë si direkt ashtu edhe indirekt dhe disa nga efektet e drejtpërdrejta toksike të shkaktuara nga përqëndrimi i lartë i metaleve përfshijnë frenimin e enzimave citoplazmike dhe dëmtimin e strukturave qelizore për shkak të oksiduesit stresi (F. Assche and H. Clijsters, 1990; C. D. Jadia and M. H. Fulëkar, 1999). Efekti toksik indirekt është zëvendësimi i lëndëve ushqyese thelbësore në vendet e shkëmbimit të kationeve të bimëve (L. Taiz and . Zeiger, 2002). Ndikimi negativ i metaleve të rënda në rritjen dhe aktivitetet e mikroorganizmave të tokës ndikojnë indirekt edhe në rritjen e bimëve. Reduktimi i numrit të mikroorganizmave të dobishëm të tokës për shkak të përqëndrimit të lartë të metaleve mund të çojë në uljen e dekompozimit të lëndës organike duke çuar në një pjellori më të ulët të tokës. Aktivitetet e enzimave janë shumë të dobishme për metabolizmin e bimëve, të penguara për shkak të nderhyrjeve të metaleve të rënda në aktivitetet e mikroorganizmave të tokës. Këto efekte toksike (si direkte ashtu edhe indirekte) çojnë në një ulje të rritjes së bimës e cila përfundimisht rezulton në vdekjen e bimës (A. Schaller and T. Diez, 1991). Efekti i toksicitetit të metaleve të rënda në rritjen dhe zhvillimin e bimëve ndryshon në përputhje me metalin e rëndë të veçantë për atë proces. Metale të tilla si Pb, Cd, Hg dhe As të cilat nuk luajnë ndonjë rol të dobishëm në rritjen e bimëve, efektet anësore janë regjistruar në përqëndrime shumë të ulëta të këtyre metaleve në mjedisin e rritjes. Pjesa më e

madhe e zvogëlimit të parametrave të rritjes së bimëve që rriten në toka të ndotura mund t'i atribuohet aktiviteteve të reduktuara fotosintetike, ushqimit të mineraleve të bimëve dhe aktivitetit të zvogëluar të disa enzimeve (A. Kabata-Pendias, 2001).

Si çdo organizëm i gjallë, bimët shpesh janë të ndjeshme si ndaj mungesës ashtu edhe ndaj disponueshmërisë së tepërt të disa joneve të metaleve të rënda si mikroelemente ushqyese thelbësore, ndërsa të njejtat në përqendrime më të larta dhe akoma më shumë jone si Cd, Hg, pasi janë shumë helmuese për aktivitetet metabolike. Kërkime janë kryer në të gjithë botën për të përcaktuar efektet e metaleve të rënda toksike në bimë ( A. Hussain et al., 2013; Reeves RD, Baker AJM, 2000). Ndotja e tokës bujqësore nga metalet e rënda është bërë një shqetësim kritik mjedisor për shkak të efekteve të tyre të padëshirueshme ekologjike. Elemente të tilla toksike konsiderohen si ndotës të tokës për shkak të shfaqjes së tyre të përhapur dhe efektit toksik akut dhe kronik të tyre në bimët e rritura në toka të tilla.

## **1.2. Efektet e kadmiumit në bimë**

Kufiri i lejueshëm i kadmiumit (Cd) në tokën bujqësore është 100 mg / kg dhe (Salt DE et al., 1995). Bimët e rritura në tokë që përmbajnë nivele të larta të Cd tregojnë simptoma të dukshme të dëmtimit të pasqyruara në drejtim të klorozës, frenimit të rritjes, skuqjes së majave të rrënjëve dhe më në fund vdekjes (Sanita di Toppi L and Gabbrielli R, 1999; Mohanpuria P et al., 2007; Guo J et al., 2008). Frenimi i reduktazës së rrënjës Fe (III) të shkaktuar nga Cd çoi në mungesë të Fe (II) dhe kjo ndikoi seriozisht në fotosintezë. Në përgjithësi, Cd ka treguar që ndërhyr në marrjen, transportimin dhe përdorimin e disa elementeve (Ca, Mg, P dhe K) dhe ujit nga bimët (Das. P et al., 1997). Cd gjithashtu zvogëlon thithjen e

nitratit dhe transportin e tij nga rrënjët në lastarë, duke frenuar aktivitetin e nitrat reduktazes në lastarë (Hernandez LE et al., 1996). Fiksimi i azotit dhe asimilimi primar i amoniakut u ulën në nyjet e bimëve të sojes gjatë trajtimeve me CD (Balestrasse KB et al., 2003). Toksiciteti i metaleve mund të ndikojë në depërtueshmërinë e membranës plazmatike, duk shkaktuar një reduktim të përmbajtjes së ujit; në veçanti, Cd është raportuar të ndërvëprojë më bilancin e ujit (Costa G and Morel JL, 1994). Trajtimet e kadmiumit janë treguar për të zvogëluar aktivitetin ATP-së të fraksionit të membranës plazmatike të grurit dhe rrënjëve të lulediellit (Fodor A et al., 1995). Kadmiumi prodhon ndryshime në funksionalitetin e membranave duke nxitur peroksidimin e lipideve (Fodor A et al., 1995) dhe shqëtësime në metabolizmin e kloroplastit duke penguar biosintezën e klorofilit dhe duke zvogëluar aktivitetin e enzimave të përfshira në fiksimin e CO<sub>2</sub> (De Filippis LF and Ziegler H, 1993). Në grurë (*Triticum sp.*) Teprimi i kadmiumit zvogëlon mbirjen e farës; ulja e përmbajtjes së lëndëve ushqyese të bimëve; gjatësia e zvogëluar e lastarit dhe rrënjës (I. Ahmad et al., 2012; M. S. Yourtchi and H. R. Bayat, 2013). Ndërsa të hudhra (*Allium sativum*) akumulimi i Cd uli rritjen e sythave (W. Jiang, 2001). Së fundmi në misër (*Zea mays*) zvogëlon rritjen e lastarëve dhe frenimin e rritjes së rrënjëve (M. Wang et al., 2007).

### **1.3. Efektet e plumbit në bimë**

Bimët në tokë tentojnë të thithin plumbin nga toka dhe të mbajnë pjesën më të madhe të tyre në rrënjët e tyre. Marrja e plumbit nga rrënjët e bimës mund të zvogëlohet më aplikimin e kalciumit dhe fosforit në tokë. Plumbi (Pb) është një nga elementet toksike më të bollshëm të shpërndarë kudo në tokë. Ajo ushtron efekt negativ në morfologjinë, rritjen dhe proceset fotosintetike të bimëve. Frenimi

i mbirjes mund të rezultojë nga ndërhyrja e plumbit në enzimën e rëndësishme. Mukherji dhe Maitra (Mukherji S and Maitra P, 1976), vëzhguan 60 µM acetat plumbi që frenojnë proteazën dhe amilazën me rreth 50% në endospermën e orizit. Rritja e hershme e fidaneve u ndalua gjithashtu nga plumbi në fasule, sojë, oriz (Huang CV et al., 1974), misër (Miller JE et al., 1975), elb, domate dhe bishtajore të caktuara (Sudhakar et al., 1992). Shkalla në të cilën zgjatja e rrënjës është e ndaluar varet nga përqendrimi i plumbit dhe përbërjes jonike dhe pH e mjedisit (Goldbold DJ and Hutterman A, 1986). Frenimi i varur nga përqendrimi i rritjes së rrënjës është vërejtur në *Sesamum indicum* (Susami), (Kumar G et al., 1992). Niveli i lartë i plumbit në tokë shkakton morfologji anormale në shumë specie bimore. Për shembull, plumbi shkakton trashje të parregullt radiale në rrënjët e bizeles, muret qelizore të endodermës dhe lignifikimin e parenkimës kortikale (Paivoke H, 1983). Plumbi gjithashtu shkakton efekte të përhapjes në procesin e riparimit të bimëve vasculare (Kaji T et al., 1995). Plumbi i administruar në bimë panxharsheqeri në vazo me shpejtësi prej 100-200 ppm shkaktoi klorozë dhe ndërprerje të zgjatjes (Hewilt EJ, 1953). Përqendrimi i lartë i Pb gjithashtu shkakton stres oksidativ duke rritur prodhimin e ROS në bimë (Reddy AM et al., 2005). Tek misri (*Zea mays*) zvogëlimi i përqindjes së mbirjes; rritja e shtypur; biomasa e reduktuar e bimëve; është vërejtur ulje e përmbajtjes së proteinave bimore (a. A. Hussain et al., 2013; b. Reeves RD and Bakër AJM, 2000). Ndërsa në pemën *Portia* (*Thespesia populnea*), reduktimi i numrit të gjetheve dhe sipërfaqes së gjetheve; lartësia e zvogëluar e bimës (a. M. Kabir et al., 2009; b. Thomas F et al., 1998); zvogëlimi i biomasës bimore dhe frenimi i tërshërës (*Avena sativa*) i aktivitetit të enzimës që ndikoi në fiksimin e CO<sub>2</sub> (a. Demirevska-Kepova K et al., 2004; b. Jyotish Katare et al., 2015).



## 2. QËLLIMI I HULUMTIMIT

Qëllimi kryesor i këtij hulumtimi ishte që të analizohet ndikimi i metaleve të rënda ( $Pb^{++}$ ) dhe ( $Cd^{++}$ ), në përmbajtje të materieve minerale te patatja (*Solanum Tuberosum* L.), përkatësisht në gjethe të patates duke përfshirë dy gjenotipe Riviera dhe Agria, të kultivuar në kushte laboratorike.

### 3. MATERIALI DHE METODA E PUNËS

Si material pune në këtë hulumtim janë përdorur dy gjenotipe të patates: Agria & Riviera. Eksperimenti është vendosur në laboratorin e përmirësimit gjenetik të bimëve në Fakultetin e Bujqësisë dhe Veterinarisë, në Universitetin e Prishtinës, kurse analizat e nevojshme janë kryer në Institutin Bujqësor të Kosovës (IBK), në Pejë. Fillimisht në tavolinën laboratorike të destinuar për vendosjen e paisjeve të ndryshme laboratorike dhe eksperimenteve i rendisim vazot ose arkat prej plastike dhe pranë tyre e vendosim nga një shishe të qelqit të zbrazëta të cilat pastaj i mbushim më ujë të destiluar, në të cilën do të vendosim përqendrime. Si në vazo gjithashtu edhe në shishe janë të vendosura etiketat me shënimet e nevojshme përkatëse për secilën veç e veç. Pastaj, për secilën vazo plastike i kemi peshuar nga minimumi 2 kg substrat organik nga materiet organike.

Tabela.1. Përmbajtja e dherishtes me materie minerale

Lagështia	65.11%
Materia organike	62.14%
Humusi	30.9%
Azoti (N)	2.64mg/100g
Fosfori (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	116 mg/100g
Potasi (K <sub>2</sub> O)	394 mg/100g
Kalciumi(Ca)	36.40 mg/100g
Magnezi (Mg)	15.58 mg/100g
Zinku (Zn)	0.12 mg/100g
Bakri (Cu)	0.17 mg/100g
Hekuri (Fe)	2.73 mg/100g
Molibdeni (Mb)	0.34 mg/100 g



Foto.1. Përgatitja e vazove për mbjelljen e bimëve dhe përgatitja e përqendrimeve në laborator.

Pas mbushjes së vazove, është bërë përgatitja e përqendrimeve, ku në një (1) litër ujë janë tretur elementet e caktuara pra plumbi ( $PbCl_2$ ) dhe kadmiumi ( $CdCl_2$ ), ku të njëjtat pastaj janë përdorur për ujitjen e bimëve.

Mbjellja e patateve është bërë në këtë mënyrë: Janë mbjellur nga 4 patate për vazo të cilat janë konsideruar si të mjaftueshme për numrin e përsëritjeve që do të përdoren për eksperiment.



Foto.2. Mbjellja e bimëve të patates në laboratorin e përmirësimit gjenetik



Foto.3. Zhvillimi i bimëve të patates në kushte laboratorike

Pas fazës së fundit të zhvillimit të bimëve, prej secilës vazo veç e veç kemi marrur gjethe duke përfshirë të gjitha bimët brenda saj. Gjethet i kemi këputur me gërrshërë dhe pastaj i kemi vendosur në enët e Petrit për ti bërë gati për tharje dhe për të vazhuar kështu në hapat e tjerë të eksperimentit. Në enët e Petrit gjithashtu janë vendosur etikeat përkatëse me të gjitha shënimet e nevojshme dhe pastaj janë vendosur në tharje, të cilat pasi janë tharë janë vendosur nëpër qese të vogla plastike të mbyllura hermetikisht dhe pastaj në qesë prej letre dhe janë dërguar për procedim të mëtejshëm në IBK (Instituti Bujqësor i Kosovës).



Foto.4. Foto gjatë përgatitjes së gjetheve të bimëve të patates për tharje dhe tharja e tyre.

Mostrat të cilat janë dërguar për analizim në IBK janë:

- Kontrolla-RI-Riviera
- T1/1-Pb-Riviera-55.62 mg  $PbCl_2$
- T2/1-Pb-Riviera-111.24 mg  $PbCl_2$
- T3/1-Pb-Riviera-166.86 mg  $PbCl_2$
- T1/1-Cd-Riviera-11 mg  $CdCl_2$
- T2/1-Cd-Riviera-22 mg  $CdCl_2$
- T3/1-Cd-Riviera-33 mg  $CdCl_2$  dhe,
  
- Kontrolla-R1-Agria
- T1/1-Pb-Agria-55.62 mg  $PbCl_2$
- T2/1-Pb-Agria-111.24 mg  $PbCl_2$
- T3/1-Pb-Agria-166.86 mg  $PbCl_2$
- T1/1-Agria-Cd-11 mg  $CdCl_2$
- T2/1-Agria-Cd-22 mg  $CdCl_2$
- T3/1-Agria-Cd-33 mg  $CdCl_2$ .

### 3.1. Përcaktimi i përmbajtjes së materieve minerale ( Fe, Ca, Mn)

Metoda bazohet në mineralizimin e thatë duke e djegur mostrën në 550 °C për 4 deri në 6 orë, terur mostrën e djegur më acid klorhidrik 1:4, dhe përcaktimin e mineraleve me metodën e Spektrometrisë së absorbimit atomik (AAS). Metoda interne 01.22.0021 (IBK) e bazuar në ISO 6869:2000.

**Metoda statistikore;** për identifikimin e efekteve të variablave është përdorur ANOVA, me të cilën janë analizuar rezultatet tona për dy nivelet  $DMV_p = 0.05$  dhe  $DMV_p = 0.01$ , kurse dallimet janë interpretuar sipas Duncan-it. Programet statistikore të përdorura në përpunimin e të dhënave ishin; Microsoft Excel, SPSS-15.

#### 4. REZULTATET DHE DISKUTIMI

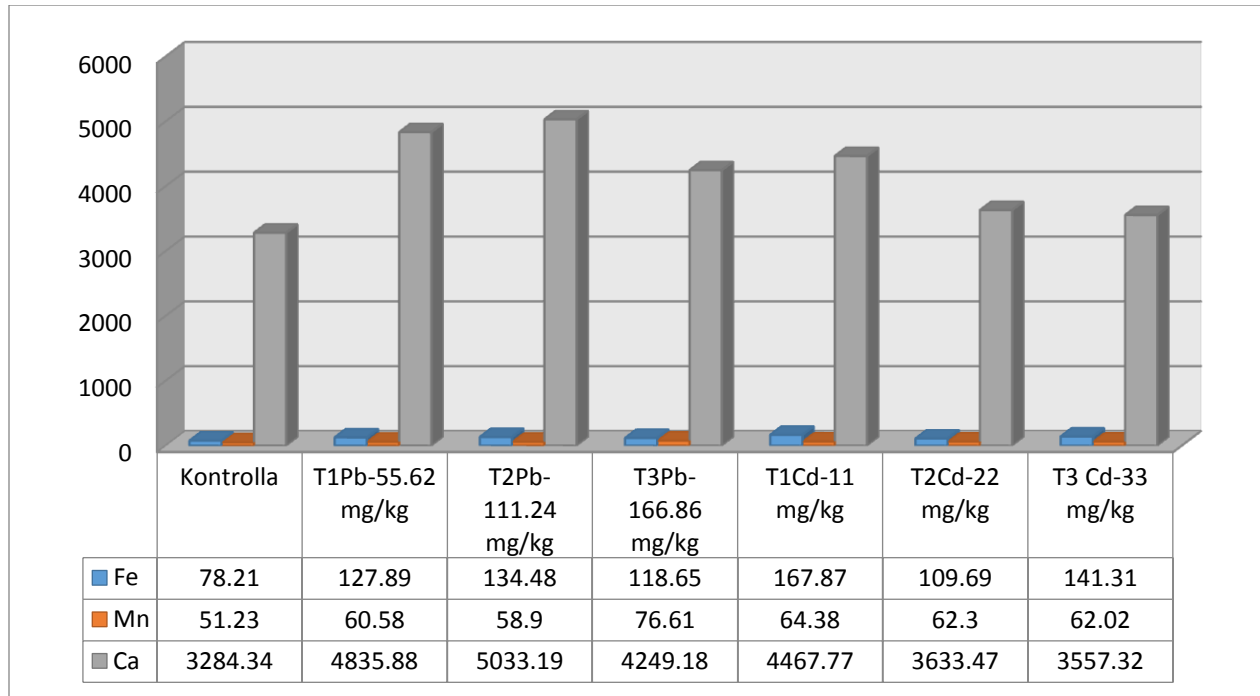
Nga të dhënat për përmbajtje të Hekurit (Fe), Manganit (Mn), dhe Kalciumit (Ca) tek gjethet e patates, ANOVA (analiza e variancës), tregoi së kishte dallime sinjifikante dhe se për tretmane të ndryshme, rezultatet ishin të ndryshme.

Gjenotipi Riviera	Fe	Mn	Ca
Kontrolla	78.21	51.23	3284.34
T1PbCl <sub>2</sub> -55.62 mg/kg	127.89	60.58	4835.88
T2PbCl <sub>2</sub> -111.24 mg/kg	134.48	58.9	5033.19
T3PbCl <sub>2</sub> -166.86 mg/kg	118.65	76.61	4249.18
$\bar{x}$	114.81	61.83	4350.65
T1CdCl <sub>2</sub> -11 mg/kg	167.87	64.38	4467.77
T2CdCl <sub>2</sub> -22 mg/kg	109.69	62.3	3633.47
T3CdCl <sub>2</sub> -33 mg/kg	141.31	62.02	3557.32
$\bar{x}$	139.62	62.90	3886.19

Tabela.2. Analiza e mesatareve për gjenotipin RIVIERA

Nga hulumtimet tona, te gjenotipi Riviera vërehet se mostrat të cilat janë trajtuar më PbCl<sub>2</sub> – (T1, T2, T3), dallimet në raport me kontrollen janë dukshëm të theksuara. Te kontrolla sasia mesatare e Fe ishte 78.21 mg/kg, kurse te tretmanet tjera të cilat ishin të trajtuara me doza të ndryshme të PbCl<sub>2</sub> këto vlera ishin të ndryshme në raport me kontrollen por edhe ndërmjet tyre. Kështu, te T1, vlera mesatare e përmbajtjes së Fe ishte 127.89 mg/kg dhe krahasuar me kontrollen ky dallim ishte  $d = + 49.68$  mg/kg në favor të T1.

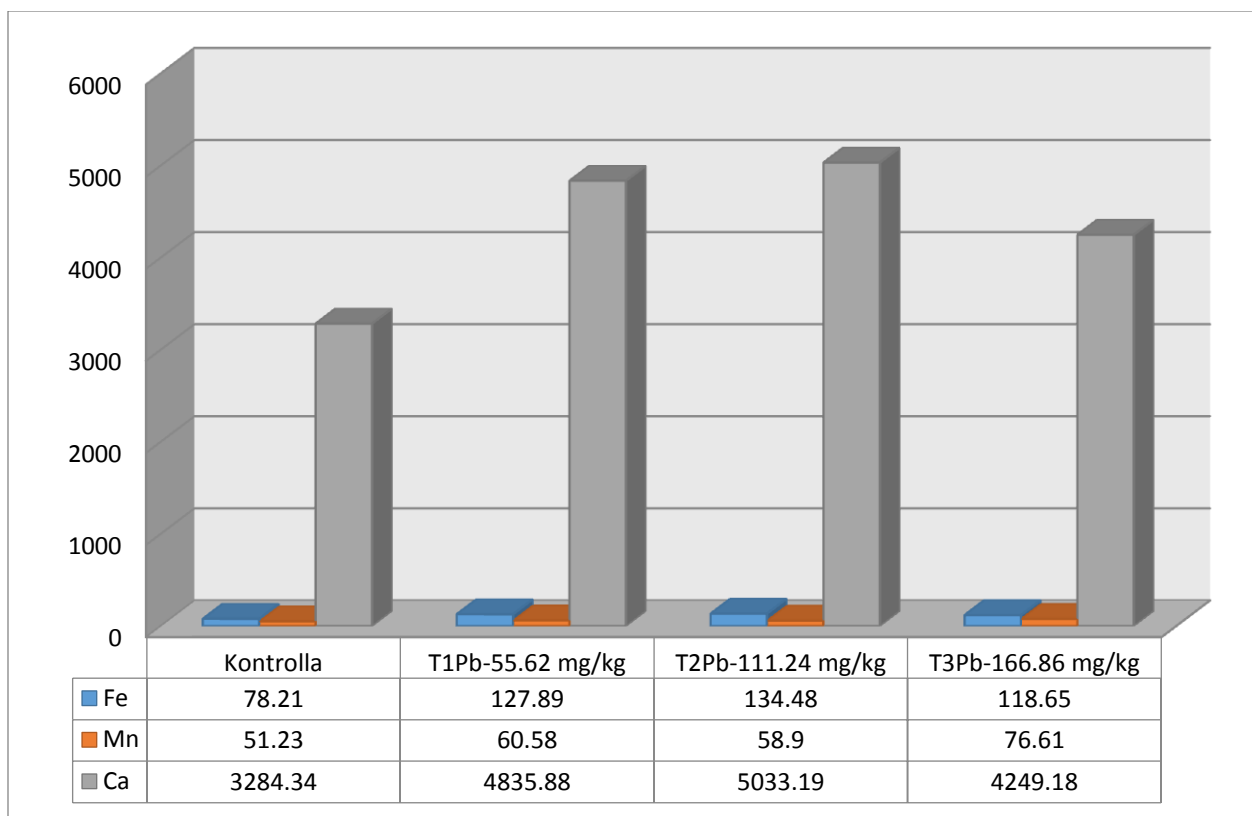
Kurse, te T2 vlera mesatare e Fe 134.48 mg/kg dhe krahasuar me kontrollen dhe T1 dallimet ishin -56.27 dhe -6.59 pra dallime të larta sinjifikante për të dy nivelet e probabilitetit. Dhe te tretmani T3 vlera mesatare e Fe ishte 118.65 mg/kg dhe nëse e krahasojmë me kontrollen dallimi ishte  $d = -40.44$  mg/kg në favor të T3. Këto dallime mund të vërehen mjaft qartë edhe te grafikoni në vijim:



Grafikoni.1. Vlerat mesatare për përmbajtje të Fe, Mn, Ca te gjithja e patates te gjenotipi Riviera.

Sa i përket manganit, te tretmanet me  $PbCl_2$  te gjenotipi i patates Riviera ishin gjithashtu të manifestuara me dallime në varësi nga doza e trajtimit me koncentrimet të ndryshme me  $PbCl_2$ . Te kontrolla sasia mesatare e Mn ishte 51.23 mg/kg, kurse te tretmanet tjera të cilat ishin trajtuar me  $PbCl_2$ , vlerat ishin pak a shumë të ngjajshme. Vlera më e ulët e përmbajtjes së Mn te gjenotipi Riviera e trajtuar me  $PbCl_2$  është vërejtur te T2 me vlerë 58.9 mg/kg, kurse vlera më e lartë është vërejtur tek T3 që ka pasur vlerën 76.61mg/kg.

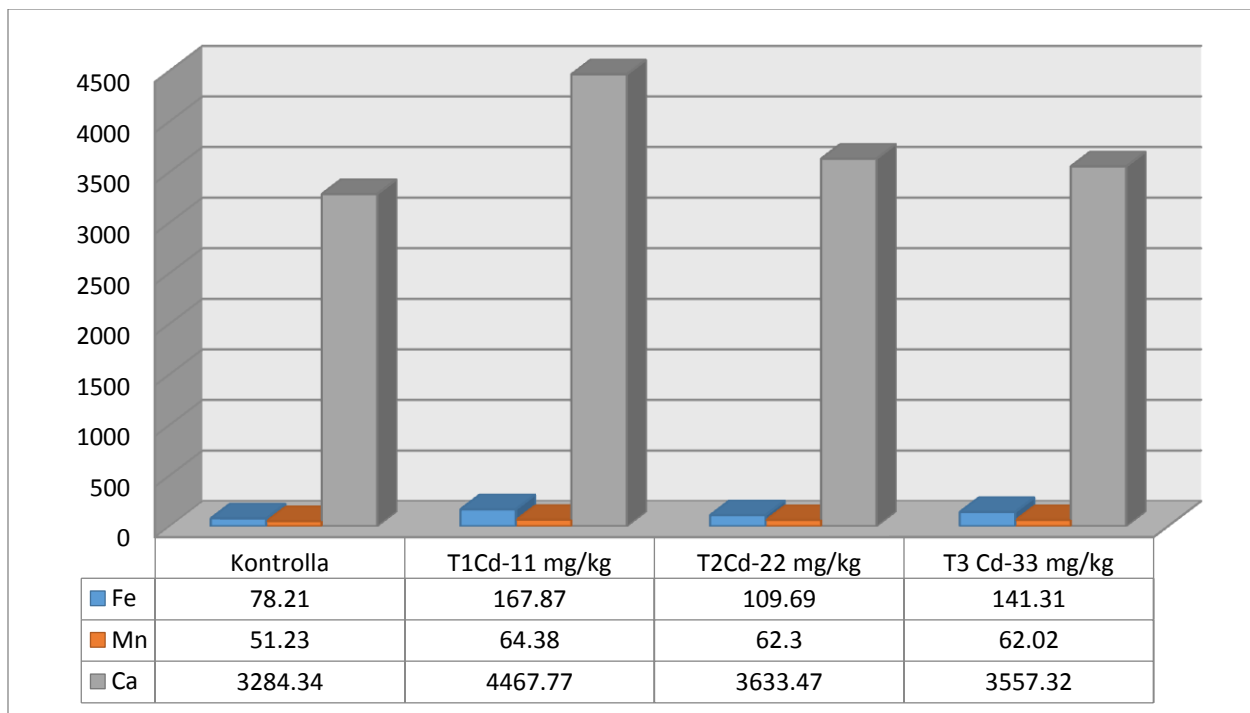




Grafikoni.2. Dallimet në mes të vlerave mesatare të Fe, Mn, Ca të gjetitipit Riviera të trajtuara me përqendrime të ndryshme të Pb.

Ca të gjetitipit Riviera me  $PbCl_2$ , gjithashtu kishte vlera të ndryshme pra, në varësi të tretmaneve. Te kontrolla vlera mesatare ishte 3284.34 mg/kg, ndërsa me vlerë më të lartë është konstatuar T2 vlera e të cilit ishte 5033.19 mg/kg.

Ndikimi i kadmiumit si element-metal i rëndë ka efekte të dëmshme në bimë në përqendrime që i kalojnë limitet e tyre. Kështu, gjatë hulumtimeve tona te gjetitipit Riviera për përmbajtje të përqendrimeve të ndryshme me  $CdCl_2$  janë vërejtur vlera të ndryshme. Ndryshime këto që më qartë mund ti vërejmë në Grafikonin 3.



Grafikoni.3. Dallimet në mes të vlerave mesatare të Fe, Mn, Ca të gjenotipit Riviera të trajtuara me përqendrime të ndryshme të Cd.

Kështu, te T1 vlera mesatare e Fe ishte 167.87 mg/kg dhe krahasuar me kontrollen (78.21 mg/kg) dallimi ishte  $d = -89.66$  mg/kg. Kurse te T2 dhe T3 me rritje të përqendrimit të CdCl<sub>2</sub> vlerat e përmbajtjes së Fe ishin më të ulëta (T2= 109.69 dhe T3=141.31) dhe duke i krahasuar me kontrollen dallimet ishin gjithashtu më të theksuara dhe sinjifikante ( $d = -31.48$  dhe  $d = -63.1$ ).

Gjithashtu, dallimet ishin qartë të shprehura edhe te përmbajtja e Mn te gjenotipi Riviera. Ku, vlerat më të larta të përmbajtjes së Mn janë konstatuar te T1=64.38 mg/kg dhe T2=62.3mg/kg. Kurse, vlerë më e ulët është realizuar te T3 vetëm 62.02 mg/kg. Dhe, mund të themi që dallimet midis këtyre vlerave kanë qenë pothuajse të ngjajshme, pra nuk kanë regjistruar dallime sinjifikante mes vete por dallime sinjifikante nuk kanë pasur as në raport me Fe.

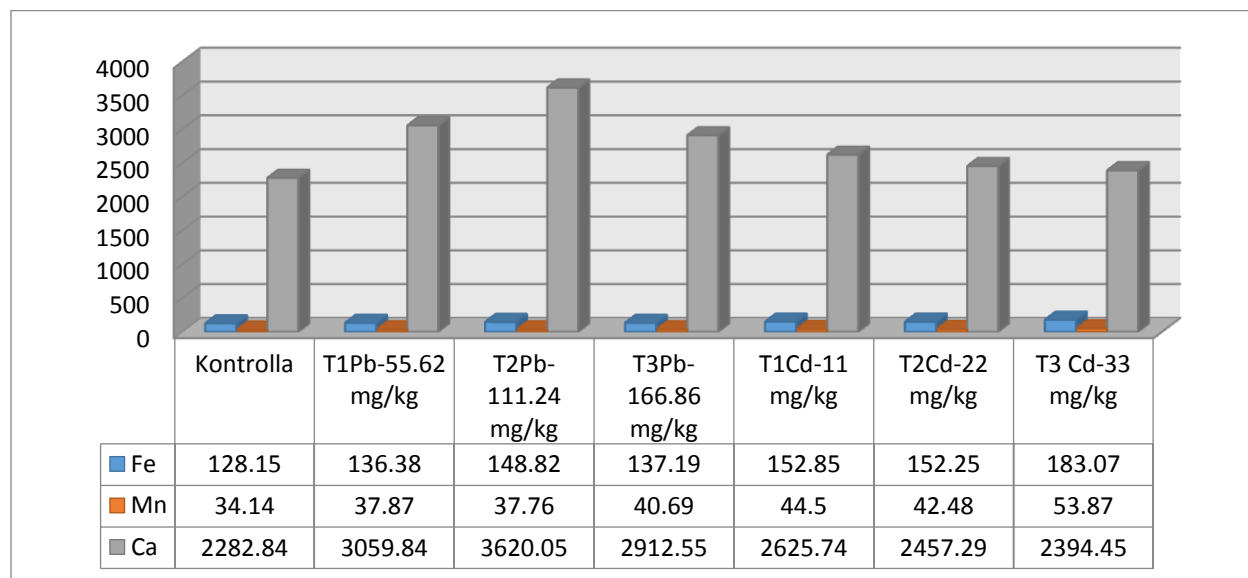
Edhe te Ca, vlerat dallonin nga njëra-tjetra. Ku me vlerën më të ulët është determinuar T3= 3557.32 mg/kg, ndërsa vlerën më të lartë është konstatuar T1= 4467.77 mg/kg.

Edhe te gjenotipi Agria sipas (Tabelës.3.), shihet qartë se kishte dallime sinjifikante për përmbajtje të materieve minerale mes tre elementeve tretmanet të cilat ishin trajtuar me doza të ndryshme me përqendrimet e  $PbCl_2$  dhe  $CdCl_2$ .

Gjenotipi Agria	Fe	Mn	Ca
Kontrolla	128.15	34.14	2282.84
T1 $PbCl_2$ -55.62 mg/kg	136.38	37.87	3059.84
T2 $PbCl_2$ -111.24 mg/kg	148.82	37.76	3620.05
T3 $PbCl_2$ -166.86 mg/kg	137.19	40.69	2912.55
$\bar{x}$	137.64	37.62	2968.82
T1 $CdCl_2$ -11 mg/kg	152.85	44.5	2625.74
T2 $CdCl_2$ -22 mg/kg	152.25	42.48	2457.29
T3 $CdCl_2$ -33 mg/kg	183.07	53.87	2394.45
$\bar{x}$	162.72	46.95	2492.49

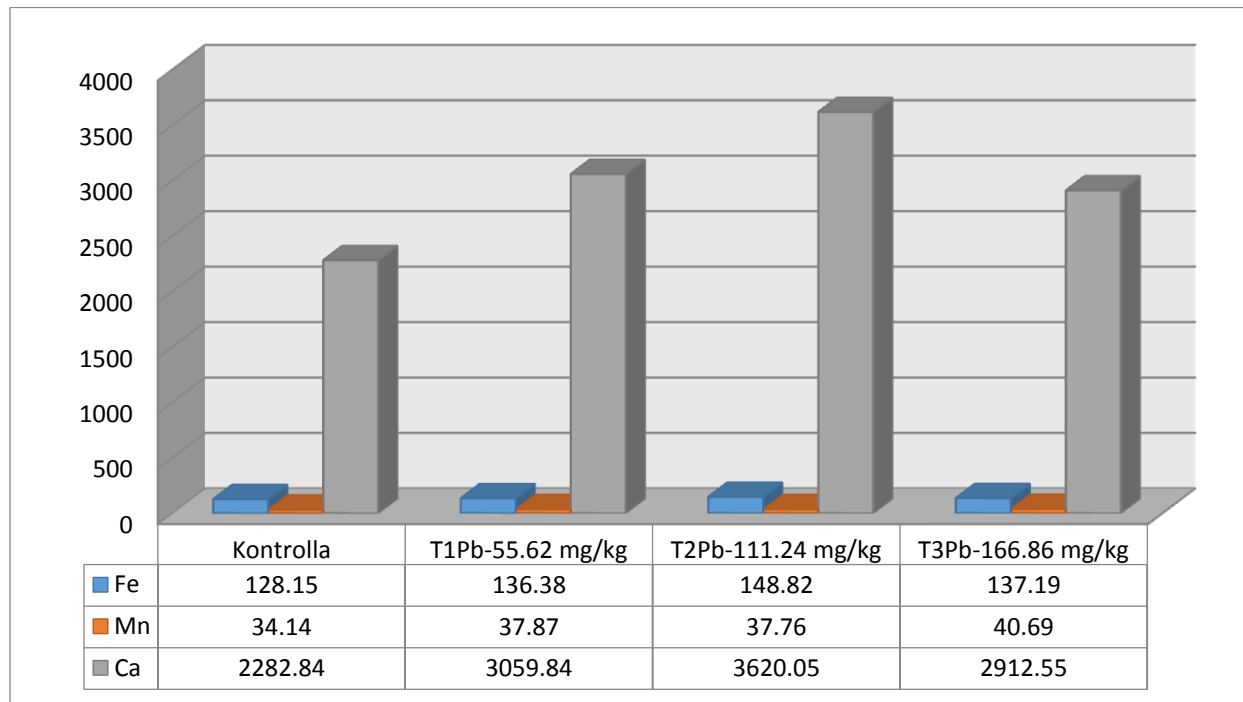
Tabela.3. Analiza e mesatareve për gjenotipin AGRIA.

Dallimet mes tyre për përmbajtje të Fe, Mn, Ca te gjenotipi Agria janë të prezentuara edhe në grafikunin mëposhtë:



Grafikoni.4. Vlerat mesatare për përmbajtje të Fe, Mn, Ca te gjithë e patates te gjenotipi Agria.

Dallimet në mes të vlerave mesatare për Fe, Mn, Ca dhe krahasimi i tyre mund të shihet mjaftë qartë në grafikonin në vijim:



Grafikoni. 5. Dallimet në mes të vlerave mesatare të Fe, Mn, Ca të gjenotipit Riviera

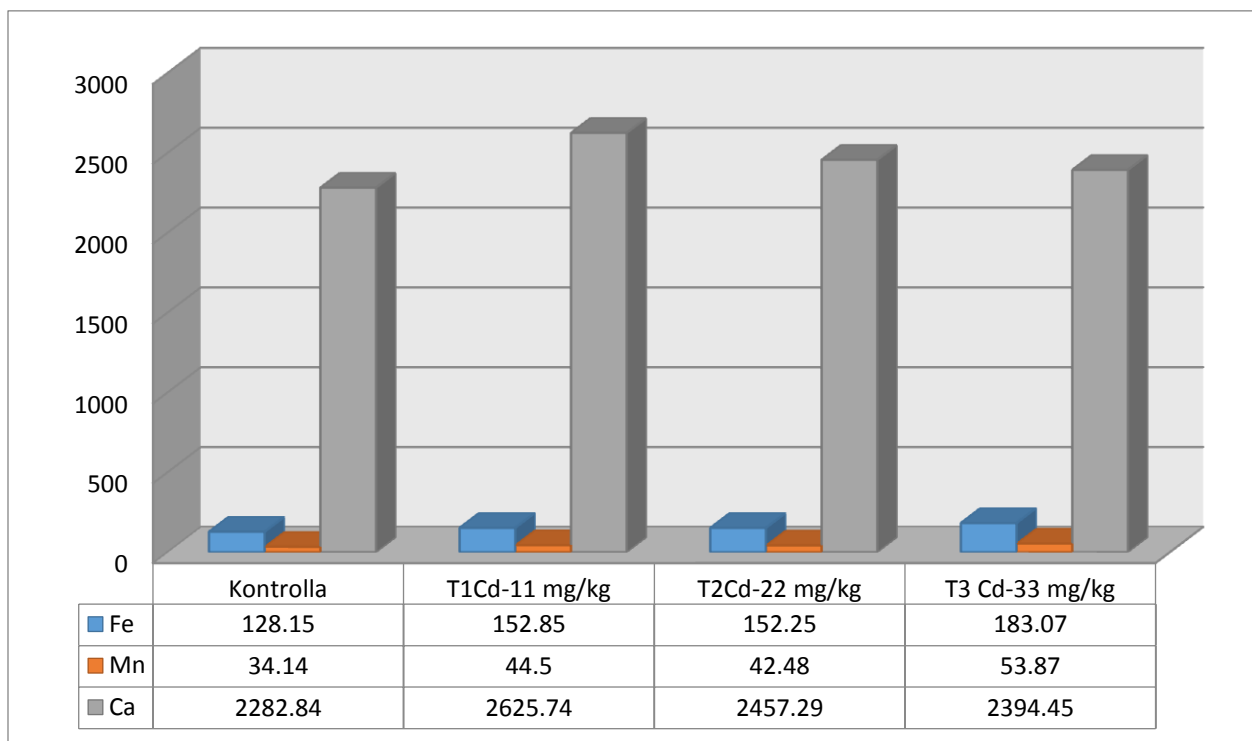
Te gjenotipi Agria me tretmanet të cilat ishin trajtuar me doza të ndryshme të përqendrimit  $PbCl_2$ , vlerat kishin dallime mes tyre varësisht prej rritjes së përqendrimeve. Sa i përket Fe, vlera mesatare e kontrollës ishte 128.15 mg/kg, kurse vlera më e lartë e përmbajtjes së Fe është determinuar te T2= 148.82 mg/kg.

Përmbajtja e Mn te Agria, me përqendrime të ndryshme të  $PbCl_2$  nuk është vërejtur ndonjë dallim i madh në mes tyre. Në krahasim me kontrollën e cila ka pasur vlerë mesatare 34.14 mg/kg edhe vlerat e T1, T2 dhe T3 nuk kanë dalluar shumë nga njëra-tjetra, vlerat e të cilave ishin (37.87 mg/kg, 37.76 mg/kg dhe 40,69 mg/kg). Ndërsa vlera eksperimentale për përmbajtje të Mn ishte  $X= 37.62$  mg/kg.

Kurse për përmbajtje të Ca te gjenotipi Agria me koncentrim të  $PbCl_2$ , kontrollja kishte vlerën 2282.84 mg/kg, kurse vlera më e lartë për përmbajtje të Ca me  $PbCl_2$

ishte  $T_2 = 3620.05$  mg/kg. Kurse, vlera eksperimentale për përmbajtje të Ca ishte  $X = 2968.82$  mg/kg.

Për përmbajtje të Fe, Mn dhe Ca me përqendrime të ndryshme të  $CdCl_2$  dhe krahasimi i vlerave të tyre mesatare është paraqitur në grafikonin në vijim:



Grafikoni.6 . Dallimet në mes të vlerave mesatare të Fe, Mn, Ca të gjenotipit Agria

Për përmbajtje të Fe me koncentrimet të ndryshme të  $CdCl_2$  vlera mesatare e tyre ishte 137.64 mg/kg. Kurse, te kontrolla për gjenotipin Agria, vlera e realizuar ishte 128.15 mg/kg. Dallimet mes vlerës  $X$  dhe kontrolles ishin  $d = -9.49$  mg/kg. Te trtemani T1 vlera për përmbajtje të Fe ishte 152.85 mg/kg, që do të thotë se kjo vlerë është më e lartë se kontrolla për +24.7 mg/kg. Kurse te T2 vlera mesatare e përmbajtjes së Fe ishte 152.25 mg/kg, që do të thotë se krahasuar me T1 dallimi ishte  $=0.6$  mg/kg në favor të T1. Kurse vlera e T3 ishte 183.07 mg/kg, dhe krahasuar me kontrollën, T1 dhe T2 dallimet ishin :  $D = +54.92$  mg/kg,  $D = +30.22$  mg/kg dhe  $D = +30.82$  mg/kg.

Përmbajtja e Mn me përqendrim të  $\text{CdCl}_2$  te gjenotipi Agria ishte me vlerë mesatare 46.95 mg/kg. Tretmani T3 kishte vlerën më të madhe prej  $X = 53.87$  mg/kg, kurse me vlerë më të ulët është konstatuar te T2 i cili kishte vlerë prej  $X = 42.48$  mg/kg.

Dhe, për përmbajtjen e Ca te gjenotipi Agria vlerat ishin relativisht të larta krahasuar me përmbajtjen e Fe dhe Mn. Përmbajtja e tyre te ky gjenotip ishte me vlerë mesatare 2492.49 mg/kg, kurse dallimet më të theksuara ishin në mes të T1 dhe T3 =  $(2625.74 - 2394.45 = +231.29$  mg/kg. Kurse vlera te tretmani T2 ishte  $X = 2457.29$  mg/kg dhe krahasuar me vlerën X dallimet ishin  $D = -35.2$  mg/kg.

Ndërsa, përmes Tukey testit identifikua se në mes të cilave mesatare janë regjistruar dallime sinjifikante.

Tabela.4. ANOVA për të gjitha tretmanet e gjenotipit RIVIERA sipas metodës së Tukey.

Faktori	N	Mesatarja	Grupimet	
Ca	21	2764.7	A	
Fe	21	148.39		B
Mn	21	41.62		B

*\*Mesataret me shkronja të njëjta nuk kanë dallime sinjifikante.*

Sipas hulumtimeve tona të prezentuara në tabelën 4. shihet qartë se dallimet sinjifikante për përmbajtje të materieve minerale te gjenotipi Riviera janë regjistruar mes tre elementeve, ku përmbajtja e Ca në gjethet e patates dallojnë në mënyrë sinjifikante me përmbajtjen e Fe dhe Mn, kurse te Fe dhe Mn nuk është regjistruar ndonjë dallim sinjifikant.

Tabela.5. ANOVA për të gjitha tretmanet e gjenotipit AGRIA sipas metodës së Tukey.

Faktori	N	Mesatarja	Grupimet	
Ca	21	4152	A	
Fe	21	125.45		B
Mn	21	62.29		B

*\*Mesataret me shkronja të njëjta nuk kanë dallime sinjifikante.*

Edhe te gjenotipi Agria janë regjistruar gjithashtu dallime mes tre elementeve, ku dallime sinjifikante janë mes përmabjtjes së Ca në gjethet e bimëve të patates, krahasuar me Fe dhe Mn te cilat nuk kanë regjisruar ndonjë dallim sinjifikant mes tyre.

## 5. PËRFUNDIMET

Metalet të cilat janë të pranishme në sasi të mëdha, mund të jenë shumë të rrezikshme. Ndër metalet me rrezikshmëri të lartë janë edhe Kadmiumi dhe Plumbi. Sasia e lartë e metaleve të rënda ka shumë ndikim si në dëmtimin e shëndetit tonë, ashtu edhe në ndotjen e mjedisit.

Rezultatet e hulumtimit tonë tregojnë se: Nga hulumtimet tona, te gjenotipi Riviera vërehet se mostrat të cilat janë trajtuar me  $PbCl_2$  – (T1, T2, T3), dallimet në raport me kontrollen janë dukshëm të theksuara.

Rritja e përqendrimeve të tretmaneve me  $PbCl_2$  dhe  $CdCl_2$  te gjenotipet e patates, ka ndikuar mjaftueshëm në rritje të perzencës së elementeve të Fe, Mn, dhe Ca në gjethet e patates.

Te gjenotipi Riviera, ANOVA tregoi se kishte dallime sinjifikante. Dallime sinjifikante janë regjistruar mes Ca i cili në mënyrë sinjifikante dallonte me Fe dhe Mn. Kurse, mes Fe dhe Mn nuk janë regjistruar dallime, gjithashtu dallime janë shfaqur edhe te gjenotipi Riviera.

Në përgjithësi mund të konkludohet se : Metalet e rënda nuk shkatërrohen dhe kjo e vështirëson trajtimin e këtyre mbeturinave të rrezikshme. Bimët që shfaqin aftësi hiperakumuluese mund të përdoren për të zhvendosur disa metale të rënda nga toka, por nuk është kjo zgjidhja. Pakësimi i ndotjeve nga metalet e rënda arrihet nëpërmjet zvogëlimit të shkarkimeve të tyre në atmosferë, në veçanti nga impiantet industriale dhe automjetet. Masa të tjera janë menjanimi i përdorimit të llumrave të ujërave të zeza si pleh, zëvendësimi i pesticideve inorganike me produkte organike, prodhimi i plehrave kimike nga lëndë të para që kanë përmbajtje të ulta të metaleve të rënda, rritja e pH-së nëpërmjet gëlqerizimit, etj. Në përgjithësi, metalet paraqesin lëvizshmëri më të lartë dhe janë më të asimilueshme nga bimët në mjedise acide dhe kur përmbajtja e lëndëve organike në tokë është e ulët. Në shekullin e fundit, metalet e rënda janë bërë një nga rreziqet kryesore për mjedisin dhe njerëzit në mbarë botën.



## 6.REFERENCAT

1. Aliu Sali, Dukagjin Zeka, Shukri Fetahu, Imer Rusinovci, Hans-Peter Kaul. (2018). Selenium supply affects chlorophyll concentration and biomass production of maize (*Zea mays* L.). *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment* Volume 69, Issue 4, 249–255, 2018. 10.2478/boku-2018-0021ISSN: 0006-5471 online, © De Gruyter, www.degruyter.com/view/j/boku.
2. A. Schaller and T. Diez (1991) “Plant specific aspects of heavy metal uptake and comparison with quality standards for food and forage crops,” in *Der Einfluß von festen Abfällen“ auf Boden,“ Pflanzen*, D. Sauerbeck and S. Lubben,“ Eds., pp. 92–125, KFA, Julich,“ Germany, (German).
3. a. A. Hussain, N. Abbas, F. Arshad (2013) “Effects of diverse doses of lead (Pb) on different growth attributes of *Zea mays* L.,” *Agricultural Sciences*, vol. 4, no. 5, pp. 262–265. b. Reeves RD, Baker AJM (2000) “Metal accumulating plants. In: Raskin I, Ensley BD (eds) *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment.*” Wiley, New York, pp 193–229.
4. a. Demirevska-Kepova K, Simova-Stoilova L, Stoyanova Z, Holzer R, Feller U (2004) Biochemical changes in barley plants after excessive supply of copper and manganese. *Environ Exp Bot* 52:253–266. b. Jyotish Katare, Mohnish Pichhode, Kumar Nikhil (2015) Effect of Different Mining Dust on the Vegetation of District Balaghat, M.P - A Critical Review, *International Journal of Science and Research (IJSR)*, vol. 4, pp. 603-607.
5. A. Jan, M. Azam, K. Siddiqui, A. Ali, I. Choi, and Q. Haq, “Heavy metals and human health: mechanistic insight into toxicity and counter defense system of antioxidants,” *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 16, no. 12, pp. 29592–29630, 2015.

6. A. Kabata-Pendias (2001) "Trace Elements in Soils and Plants", CRC Press, Boca Raton, Fla, USA, 3rd edition.
7. a. M. Kabir, M. Z. Iqbal, and M. Shafiq (2009) "Effects of lead on seedling growth of *Thespesia populnea* L.," *Advances in Environmental Biology*, vol. 3, no. 2, pp. 184–190. b. Thomas F, Malick C, Endreszl EC, Davies KS (1998) Distinct responses to copper stress in the halophyte, *Mesembryanthemum crystallinum*. *Physiol Plant* 102:360–368.
8. Adriano, D. C. (1984). *Trace Metals in The Terrestrial Environment*. Verlag Spiegler, New York.
9. Balestrasse KB, Benavides MP, Gallego SM, Tomaro ML (2003) Effect on cadmium stress on nitrogen metabolism in nodules and roots of soybean plants. *Func Plant Biol* 30:57–64.
10. Barcelo, J., C. Cabot and C. Poschenrieder, 1986. Cadmium-Induced decrease of water stress resistance in bush bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Contender) II. Effects of Cd on endogenous abscisic acid levels. *J. Plant Physiol.*, 125: 27-34. DOI: 10.1016/S0176-1617(86)80240-1.
11. Blanus, M. & Jorhem, L. (1991): Dietary intake of some essential elements in Sweden and Yugoslavia. In: Momčilović B, (eds). *Seventh International Symposium on Trace Elements in Man and Animals (TEMA-7)*; 20–25 May 1990; Dubrovnik, Croatia., 13: 8–10.

12. Brošiš, Z., Đaleviš, I. & Milošević, D. (2006): Integralna agrotehnika u funkciji povećanja prinosa krumpira. Proceedings. 41st Croatian & 1st International Symposium on Agriculture. Faculty of Agriculture. University of J.J. Strossmayer in Osijek.
13. C. D. Jadia and M. H. Fulekar (1999) "Phytoremediation of heavy metals: recent techniques," African Journal of Biotechnology, vol. 8, no. 6, pp. 921–928.
14. Colak, H., M. Soylak and O. Turkoglu, (2005). Determination of trace metal content of various herbal and fruit teas produced and marketed from Turkey. Trace. Elem. Electrolytes, 22, 192- 195.
15. Costa G, Morel JL (1994) Water relations, gas exchange and amino acid content in Cd-treated lettuce. Plant Physiol Biochem 32:561–570.
16. Das P, Samantaray S, Rout GR (1997) Studies on cadmium toxicity in plants: a review. Environ Pollut 98:29–36.
17. De Filippis LF, Ziegler H (1993) Effect of sublethal concentrations of zinc, cadmium and mercury on the photosynthetic carbon reduction cycle of Euglena. J Plant Physiol 142:167–172.
18. Divrikli, U., S. Saracoglu, M. Soylak and L. Elci (2003). Determination of trace heavy metal contents of green vegetable samples from Kayseri-Turkey by flame atomic absorption spectrometry. Fresenius Environmental Bulletin (FEB), 12, 1123–1125.

19. Dugo, G. La Pera, L. Lo Turco, V. Giuffrida, D. & Restuccia, S. (2004): Determination of copper, zinc, selenium, lead and cadmium in potatoes (*Solanum tuberosum* L.) using potentiometric stripping methods. *Food Additives & Contaminants.*, 21: 649–657.
20. Dundar, M. S. and H. B. Saglam (2004). Determination of cadmium and vanadium in tea varieties and their infusions in comparison with 2 infusion processes. *Trace. Elem. Electrolytes*, 21, 60-63.  
(<http://www.excelwater.com/thp/filters/Water-Purification.htm>).
21. F. Assche and H. Clijsters (1990) “Effects of metals on enzyme activity in plants,” *Plant, Cell and Environment*, vol. 24, pp. 1–15.
22. Farlex Incorporated (2005) Definition: environment, the free dictionary, Farlex Inc. Publishing, USA (<http://www.thefreedictionary.com/>).
23. Fodor A, Szabo-Nagy A, Erdei L (1995) The effects of cadmium on the fluidity and H<sup>+</sup>-ATPase activity of plasma membrane from sunflower and wheat roots. *J Plant Physiol* 14:787–792.
24. Frossard, E. Bucher, M. Machler, F. Mozafar, A. & Hurrell, L. (2000): Potential for increasing the content and bioavailability of Fe, Zn and Ca in plants for human nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture.*, 80: 861-879.
25. Goldbold DJ, Hutterman A (1986) The uptake and toxicity of mercury and lead to spruce (*Picea abies*) seedlings. *Wat air Soil Pollu* 31:509–515.

26. Guo J, Dai X, Xu W, Ma M (2008) Over expressing GSHI and AsPCSI simultaneously increases the tolerance and accumulation of cadmium and arsenic in *Arabidopsis thaliana*. *Chemo-sphere* 72:1020–1026.
27. Hamouz K., Dvorak, P., Lachman J. & Orsak, M. (2006): The factors influencing quality of the tubers of marketable potatoes. *Proceedings. 41st Croatian & 1st International Symposium on Agriculture. Faculty of Agriculture. University of J.J. Strossmayer in Osijek.*
28. Hawkes JS (1997) Heavy metals. *J Chem Edu* 74:1369–1374.
29. Hernandez LE, Carpena-Ruiz R, Garate A (1996) Alterations in the mineral nutrition of pea seedlings exposed to cadmium. *J Plant Nutr* 19:1581–1598.
30. Hernandez, L.E., A. Garate and R. Carpena-Ruiz, 1997. Effects of cadmium on the uptake, distribution and assimilation of nitrate in *Pisum sativum*. *Plant Soil*, 189: 97-100. DOI: 10.1023/A:1004252816355.
31. Hewilt EJ (1953) Metal inter-relationships in plant nutrition. *J Exp Bot* 4:59–64.
32. Hooker, W. J. (1986): *Compendium of Potato Diseases* p. 125. The APS, 3340 Pilot Knob Road, St. Paul, Minnesota 55121, USA.
33. Huang CV, Bazzaz FA, Venderhoef LN (1974) The inhibition of soya bean metabolism by cadmium and lead. *Plant Physiol* 34:122–124.

- 34.I. Ahmad, M. J. Akhtar, Z. A. Zahir, and A. Jamil (2012) “Effect of cadmium on seed germination and seedling growth of four wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars,” *Pakistan Journal of Botany*, vol. 44, no. 5, pp. 1569–1574.
35. Kaji T, Suzuki M, Yamamoto C, Mishima A, Sakamoto M, Kozuka H (1995) Severe damage of cultured vascular endothelial cell monolayer after simultaneous exposure to cadmium and lead. *Arch Environ Contam Toxicol* 28:168–172.
36. Karenlampi, S. O. & White, P. J. (2009): Potato proteins, lipids, and minerals. In: Singh, J. & Kaur, L. (eds.) *Advanced In Potato Biochemistry*, Elsevier Academic Publishers, USA, pp. 99-125.
37. Kumar G, Singh RP, Sushila (1992) Nitrate assimilation and biomass production in *Seasamum indicum* (L.) seedlings in lead enriched environment. *Wat Soil Pollu* 215:124–215.
- 38.L. Taiz and E. Zeiger (2002) *Plant Physiology*, Sinauer Associates, Sunderland, Mass, USA.
39. Lenntech Water Treatment and Air Purification (2004) *Water treatment*. Lenntech, Rotterdamseweg, Netherlands.
40. Luis, G. Rubio, C. González-Weller, D. Gutiérrez, A. J. Revert, C. & Hardisson, A. (2011): Comparative study of the mineral composition of several varieties of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) from different countries cultivated in Canary Islands (Spain). *International Journal of Food Science & Technology*., 46: 774– 780.

41. M. S. Yourtchi and H. R. Bayat (2013) “Effect of cadmium toxicity on growth, cadmium accumulation and macronutrient content of durum wheat (Dena CV.),” *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, vol. 6, no. 15, pp. 1099–1103.
42. M. Wang, J. Zou, X. Duan, W. Jiang, and D. Liu (2007) “Cadmium accumulation and its effects on metal uptake in maize (*Zea mays* L.),” *Bioresource Technology*, vol. 98, no. 1, pp. 82–88.
43. Mendil, D., M. Tuzen, K. Yazici and M. Soylak (2005). Heavy metals in lichens from roadsides and an industrial zone in Trabzon, Turkey. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 74, 190-194.
44. Mildvan AS (1970) Metal in enzymes catalysis. In: Boyer DD (ed) *The enzymes*, vol 11. Academic Press, London, pp 445–536.
45. Miller JE, Hassete JJ, Koppe DE (1975) Interaction of lead and cadmium of electron energy transfer reaction in corn mitochondria. *Physiol Plant* 28:166–171.
46. Mohanpuria P, Rana NK, Yadav SK (2007) Cadmium induced oxidative stress influence on glutathione metabolic genes of *Camella sinensis* (L.). *O Kuntze. Environ Toxicol* 22:368–374.

47. Mukherji S, Maitra P (1976) Toxic effects of lead growth and metabolism of germinating rice (*Oryza sativa* L.) seeds mitosis of onion (*Allium cepa*) root tip cells. *Ind J Exp Biol* 14:519–521.
48. Narin, I., M. Tuzen, H. Sari and M. Soylak (2005). Heavy metal content of potato and corn chips from Turkey. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 74, 1072-1077.
49. Nedelkoska, T. and M. Doran, 2000. Characteristics of heavy metal uptake by plant species with potential for phytoremediation and phytomining. *Minerals Eng.*, 13: 549-561. DOI: 10.1016/S0892- 6875(00)00035-2.
50. Nussbaum, S., D. Schmutz and C. Brunold, 1988. Regulation of assimilatory sulfate reduction by cadmium in *Zea mays* L. *Plant Physiol.*, 88: 1407- 1410. PMID: 16666474.
51. Oktem, F., H. Yavrucuoglu, A. Turedi and B. Tunc (2005). The effect of nutritional habits on hematological parameters and trace elements in children. *Suleyman Demirel Univ. Tip Fak. Der.*, 12, 6-10. (In Turkish).
52. P. B. Tchounwou, C. G. Yedjou, A. K. Patlolla, and D. J. Sutton, “Heavy metal toxicity and the environment,” *Experientia Supplementum*, vol. 101, pp. 133–164, 2012.
53. Paivoke H (1983) The short term effect of zinc on growth anatomy and acid phosphate activity of pea seedlings. *Ann Bot* 20:307–309.



- 54.R. Djingova and I. Kuleff (2000) “Instrumental techniques for trace analysis,” in Trace Elements: Their Distribution and Effects in the Environment, J. P. Vernet, Ed., Elsevier, London, UK.
55. Reddy AM, Kumar SG, Jyotsnakumari G, Thimmanayak S, Sudhakar C (2005) Lead induced changes in antioxidant metabolism of horsegram (*Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc.) and bengal-gram (*Cicer arietinum* L.). *Chemosphe* 60:97–104.
56. Reid, R. J. Dunbar, K. R. & McLaughlin, M. J. (2003): Kadmium loading into potato tubers: the roles of the periderm, xylem and phloem. *Plant, Cell & Environment.*, 26: 201–206.
57. Rusinovci, I. Aliu, S. Fetahu, Sh. Kaçiu, S. Salihu, S. Zeka, D. & Berisha, D. (2012): Contents of mineral substances in the potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers depending on cultivar and locality in the agro-ecological conditions of Kosovo. *Acta Horticulturae.*, 960:289-292.
58. Salt DE, Blaylock M, Kumar NPBA, Dushenkov V, Ensley D, Chet I, Raskin I (1995) Phytoremediation: a novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. *Biotechn* 13:468–474.
59. Sanita di Toppi L, Gabbrielli R (1999) Response to cadmium in higher plants. *Environ Exp Bot* 41:105–130.
60. Schroeder, H. A. (1973). Pollution by Industrial Metals. In: Trace Elements and Nutrition Some positive and Negative Aspects Faber and Faber Lonson, pp. 119-128.

61. Slaveska, R., I. Spirevska, T. Stafilov and T. Ristov (1998). The content of trace metals in some herbal teas and their aqueous extracts. *Acta Pharm.*, 48, 201-209.
62. Sudhakar C, Symalabai L, Veeranjaveyuler K (1992) Lead tolerance of certain legume species grown on lead or tailing. *Agri Eco Environ* 41:253–261.
63. Suttle, J. (2008). Symposium Introduction: Enhancing the Nutritional Value of Potato Tubers. *Am. J. Potato. Res.*, 85, 266.
64. W. Jiang, D. Liu, and W. Hou (2001) “Hyperaccumulation of cadmium by roots, bulbs and shoots of garlic,” *Bioresource Technology*, vol. 76, no. 1, pp. 9–13.
65. Wallace, A., G.A. Wallace and J.W. Cha, 1992. Some modifications in trace metal toxicities and deficiencies in plants resulting from interactions with other elements and chelating agents- - the special case of iron. *J. Plant Nutr.*, 15: 1589-1598. DOI: 10.1080/01904169209364424.
66. Wszelaki, A. L. Delwiche, J. F. Walker, S. D. Liggett, R. E. Scheerens, J. C. & Kleinhenz M. D. (2005): Sensory quality and mineral and glycoalkaloid concentrations in organically and conventionally grown redskin potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture.*, 85: 720–726.