

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱ

ՅԱՀՅԱ ԽՈՂԱԿԱՐԱՄԻ

ՏԱՐԲԵՐ ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻՆ ՀՈՂԵՐՈՒՄ *ROBINIA PSEUDOACACIA* L., *CUPRESSUS ARIZONICA* Greene ԵՎ *FRAXINUS ROTUNDIFOLIA* Mill. ԾԱՌԱՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ԿՈՂՄԻՑ ԿԱՊԱՐԻ ԵՎ ԿԱԴՄԻՈՒՄԻ ԱԲՍՈՐԲՑԻԱՅԻ ԸՆԹԱՅՔԻ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

03.00.05 - “Բուսաբանություն” մասնագիտությամբ կենսաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

Երևան – 2014

---

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

ЯХЬЯ ХОДАКАРАМИ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССА ПОГЛОЩЕНИЯ СВИНЦА И КАДМИЯ ДРЕВЕСНЫМИ ВИДАМИ *ROBINIA PSEUDOACACIA* L., *CUPRESSUS ARIZONICA* Greene И *FRAXINUS ROTUNDIFOLIA* Mill. НА ПОЧВАХ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук  
по специальности 03.00.05 – “Ботаника”

ЕРЕВАН – 2014

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտում

**Գիտական ղեկավար՝**

ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ,

կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր՝

**Ժ.Հ. Վարդանյան**

**Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝**

կենսաբանական գիտությունների դոկտոր՝

կենսաբանական գիտությունների թեկնածու

**Ա. Հ. Ղուլիջանյան**

**Ի. Գ. Գաբրիելյան**

**Առաջատար կազմակերպություն՝**

**ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգանոսֆերային հետազոտությունների կենտրոն**

Պաշտպանությունը կայանալու է 2014թ. Հունիսի 10-ին ժամը 14<sup>00</sup> -ին

ՀՀ ԲՈՂ-ի Բուսաբանության և կենդանաբանության 035 մասնագիտական խորհրդում:

Հասցե՝ 0063, Երևան, Աճառյան 1, ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտ,

E-mail: [botanyinst@sci.am](mailto:botanyinst@sci.am)

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտի գրադարանում և [botany.sci.am](http://botany.sci.am) կայքում:

Սեղմագիրն առաքված է 2014 թ. մայիսի 8 -ին:

**035 մասնագիտական խորհրդի գիտքարտուղար,**

կենսաբանական գիտությունների թեկնածու

**Ա.Գ. Ղուկասյան**

---

**Тема диссертации утверждена в Институте ботаники НАН РА**

**Научный руководитель:**

Член-корр. НАН РА, доктор биологических наук, профессор

**Ж.А. Варданян**

**Официальные оппоненты:**

доктор биологических наук

кандидат биологических наук

**А. А. Кулиджанян**

**И. Г. Габриелян**

**Ведущая организация:**

**Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА**

Защита диссертации состоится 10-го июня 2014 г. в. 14<sup>00</sup> часов на заседании

специализированного совета 035 по ботанике и зоологии ВАК РА.

Адрес: 0063, Ереван, ул. Ачарян 1, Институт ботаники НАН РА

E-mail: [botanyinst@sci.am](mailto:botanyinst@sci.am)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института ботаники НАН РА и на сайте [botany.sci.am](http://botany.sci.am)

Автореферат диссертации разослан 8-го мая 2014 г.

**Ученый секретарь специализированного совета 035,**

кандидат биологических наук

**А. Г. Гукасян**

## ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

**Թեմայի արդիականությունը:** Հայտնի է, որ արդյունաբերական թափոններով աղտոտված հողերի վերականգնման սովորական տեխնոլոգիաները թանկ են և կարող են իջեցնել հողի բերրիությունը: Նախկինում քաղաքային և արդյունաբերական թափոնները չէին մաքրվում, դրանցից ազատվում էին ուղղակիորեն՝ գետերը կամ օվկիանոսները լցնելով: Անգամ այսօր բազում մաքրման կայաններ բավարար կերպով չեն մաքրում աղտոտված հողերը, հատկապես այն կայանները, որտեղ անձրևաջրերը և կոյուղաջրերը համակցված են:

Որոշ բուսատեսակներ հնարավորություն ունեն աճել և զարգանալ մետաղով հարուստ հողերում: Մետաղները, ի տարբերություն օրգանական միացությունների, չեն կարող քայքայվել և մաքրման համար, որպես կանոն, պահանջվում է դրանց հեռացումը: Այդ առումով տարբեր բույսերի վրա մեծ ազդեցություն ունեն կադմիումը (Cd) և կապարը (Pb): Կադմիումը կարող է կուտակվել բույսերում, առանց առաջ բերելու որևէ թունավոր ազդեցություն դրանց աճի վրա (Alkorta և մյուսն., 2004): Կադմիումը առկա է ցինկով աղտոտված շատ վայրերում: Տարբեր բույսեր՝ հնդկական մանանեխը (*Brassica juncea*), ուռենու (*Salix*) կյունները, ալպիական կոտենը (*Thlaspi caerulescens*), արևածաղիկը (*Helianthus annuus*), եգիպտացորենը (*Zea mays*), համարվում են կադմիումի լավ կուտակիչներ:

Կապարը աղտոտված միջավայրում առավել հաճախ հանդիպող ծանր մետաղներից է, այն հողի մեջ է մնում երկար ժամանակ, որոշ դեպքերում ընդհուպ մինչև 5000 տարի: Կապարով աղտոտման աղբյուրներ են հանդիսանում ավտոմեքենաները, մետաղամշակման գործարանները, հանքերը, երթևեկության արտանետումները, Pb-պարունակող ածխի այրումը, կապար պարունակող ներկերը, կապարով աղտոտված տիղմը և արդյունաբերական թափոնները (Friedland, 1990; Zakrzewski, 1991; Xiong, 1997, Xiong և մյուսն., 2001 և 2005): Մինչև 1980-ական թվականները գյուղատնտեսության ոլորտում որպես թունաքիմիկատ օգտագործվում էր կապարի արսենատը (LA) (Chisholm, 1972; Maclean և Langille, 1973):

Բազմաթիվ բույսեր իրենց տարբեր մասերում կարող են կուտակել կապարը շատ բարձր կոնցենտրացիաներով: *Brassica juncea*-ն հողերի համար կարող է արդյունավետորեն օգտագործվել որպես ֆիտոռեմեդիատոր կապարի աղտոտման մինչև 500մգ Pb/1կգ հող չափով: *Helianthus annuus*-ը և *Zea mays*-ը կարող են աճել հողում կապարի 16,000մգ Pb/1կգ կոնցենտրացիայի դեպքում (Spirochova և մյուսն., 2003): Հեռազոտությունները ցույց են տվել, որ *Piptatherum miliaceum* տեսակը կարող է օգտագործվել որպես հողի մեջ կապարի 300-ից 1500մգ Pb/1կգ կոնցենտրացիայում մետաղական աղտոտման վերականգնիչ (Garcia և մյուսն., 2004): *Thlaspi praecox*-ը հողից կարող է կուտակել զգալի քանակությամբ Pb դրա 67.940մգ Pb/1կգ կոնցենտրացիայի դեպքում (Mikus և մյուսն., 2005): *Hemidesmus indicus*-ը արդեն ցույց է տվել կապարի արդյունավետ՝ 65% կուտակում՝ հողում դրա 10,000 մգ/լ կոնցենտրացիայի դեպքում (Sekhar և մյուսն., 2005):

Մետաղներ կուտակող բուսատեսակները կարող են այն կենտրոնացնել իրենց տարբեր օրգաններում, որտեղ դրա մակարդակը ավելի շատ է, քան հողում: Նման ֆիտոռեմեդիատոր բույսերը կարող են օգտագործվել ծանր մետաղներով աղտոտված տեղամասերը մաքրելու համար, ինչով և պայմանավորված է ուսումնասիրության արդիականությունը:

**Ուսումնասիրության նպատակը և խնդիրները:** Ուսումնասիրության նպատակն էր բացահայտել հողում կադմիումի և կապարի բարձր կոնցենտրացիաների ազդեցությունը երեք ծառատեսակների (*Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia* var. *rotundifolia*) համար ընտրված ֆիզիոլոգիական ցուցանիշների վրա:

Նման նպատակն իրագործելու համար առաջ են քաշվել հետևյալ խնդիրները.

- ծանր մետաղների կլանման հետազոտումը *Robinia pseudoacacia*-ի, *Cupressus arizonica*-ի և *Fraxinus rotundifolia*-ի) տարբեր օրգանների (արմատ, բուն/ճյուղեր, տերևներ) կողմից,
- բացահայտել, թե հետազոտված տեսակներից որի մոտ ինչ ինտենսիվությամբ է ընթանում կադմիումի և կապարի կլանումը,
- Բացահայտել, թե արդյո՞ք դրանք կարող են օգտագործվել աղտոտված հողի համար որպես կենսազտիչներ:

**Աշխատանքի գիտական նորույթը:** Հետազոտությունների ընթացքում առաջին անգամ կենսաբանական մեթոդներով հողերի վերականգնման համար օգտագործվել են ծանր մետաղներով (կապար և կադմիում) վարակված հողի չորս տարբեր կոնցենտրացիաներ՝ 1000մկգ/լ, 2000մկգ/լ, 3000մկգ/լ, 4000մկգ/լ և ստուգիչ կոնցենտրացիա:

Առաջին անգամ ուսումնասիրվել է 3 ծառատեսակների՝ *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia* տարբեր օրգանների կողմից կադմիումի և կապարի կլանման ունակությունը, արդյունքում հայտնաբերվել է, որ կադմիումի և կապարի կլանման առավելագույն ներուժը պատկանում է *Robinia pseudoacacia*-ին, որին հաջորդում են *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia* տեսակները: Հետազոտված տեսակների արմատներում և ճյուղերում կապարի ու կադմիումի բոլոր կոնցենտրացիաների կուտակման բարձր կարողությունը ցույց է տվել, որ նշված տեսակներն ունեն կլանման բարձր կարողություն:

**Գործնական նշանակությունը:** Հետազոտված *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia* տեսակների կողմից մետաղների կլանման հզորությունների որոշումը ունի կարևոր դեր բնապահպանական քաղաքականության մեջ: Բնակավայրերից դուրս տնկումները, ի դեմս այս 3 ծառատեսակների (*Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia*) կարող են հանգստի գոտիների գրավիչ տեսարաններ ստեղծելու և շրջակա միջավայրի աղտոտիչների նվազեցման դեր խաղալ:

Ուսումնասիրված ծառատեսակները, որպես ցածր արժեքով, կայուն և էկոլոգիական կարևոր լուծմամբ օբյեկտներ, կարող են օգտագործվել ծանր մետաղներով

աղտոտված հողերի վերականգնման համար, հատկապես, երբ այլ մեթոդներ օգտագործելը տնտեսապես անարդյունավետ է, կամ երբ հողերի վերաօգտագործման համար չկա որևէ ժամանակային սահմանափակում:

**Փորձաքննություն:** Հետազոտությունները կատարվել են Իրանի Իսլամական Հանրապետության Քերմանշահի Գյուղատնտեսության և բնական ռեսուրսների գիտական կենտրոնում, 2011-2013 թվականներին:

Ատենախոսության հիմնական դրույթները զեկուցվել և քննարկվել են 2013 թ. ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտի գիտական խորհրդում, 2013 թ. Իրանի Քերմանշահ քաղաքի Գյուղատնտեսության և բնական ռեսուրսների գիտական կենտրոնի երկրորդ միջազգային կոնֆերանսում:

**Հրատարակումներ:** Ատենախոսության թեմայով հրատարակվել է չորս գիտական աշխատություն:

**Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը:** Ատենախոսությունը կազմված է ներածությունից, 3 գլուխներից, եզրակացություններից, գործնական առաջարկություններից, 143 անվանումով գրականության ցանկից: Ատենախոսության ընդհանուր ծավալը կազմում է համակարգչային 138 էջ, ընդգրկված է 153 աղյուսակ, 87 նկար:

## ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

### ԳԼՈՒԽ 1. ԳՐԱԿԱՆ ԱԿՆԱՐԿ

Ատենախոսության առաջին գլխում նկարագրվում են ֆիտոռեմեդիացիայի հիմունքները և այդ ոլորտում առկա տարբեր ուսումնասիրությունները: Բերվում են տվյալներ հողերի վրա ծանր մետաղների քիմիական ազդեցության և աղտոտված հողերից դրանց հեռացման տարբեր եղանակների վերաբերյալ: Առանձնակի տեղ է զբաղեցնում Ֆիտոէքստրակցիայի վերաբերյալ ուսումնասիրությունների նկարագրումը, որպես աղտոտումը հողից հեռացնելու և մեկուսացնելու լավագույն մոտեցումներից մեկը, քանի որ բույսը աղտոտված հողի թունավոր մետաղները և ռադիոնուկլեոտիդները կլանում, խտացնում և կենսազանգվածի մեջ վեր է ածում նստվածքի, հետևաբար լավագույն կերպով է համապատասխանում աղտոտված տարածքների վերականգնմանը, առանց ոչնչացնելու հողի կառուցվածքը և դրա պտղաբերությունը (Rulkens et al., 1998):

### ԳԼՈՒԽ 2. ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐԸ ԵՎ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Մետաղներով աղտոտված հողերը կարելի է մաքրել քիմիական, ֆիզիկական և կենսաբանական մեթոդներով: Դրանք կարելի է խմբավորել երկու կատեգորիաներում (Baker & Walker, 1990).

**Ex-situ մեթոդ:** Այն աղտոտված հողի վերականգնման համար պահանջում է դրա հեռացումը տեղավայրից, և մաքրելուց հետո դրա վերադարձը նշված տեղավայր:

Պայմանականորեն *ex-situ* մեթոդները վերականգնման համար կիրառում են աղտոտված հողերի պեղումներ, թունազերծում և/կամ աղտոտող նյութերի ֆիզիկական կամ քիմիական ոչնչացում, որի արդյունքում աղտոտող նյութերը անցնում են կայուն, պինդ, հավաք վիճակի, այրվում են կամ ոչնչացվում:

Պայմանականորեն, *ex-situ* մեթոդը ծանր մետաղներով աղտոտված հողի պեղումն է և դրա թաղումը աղբավայրում (McNeil & Waring, 1992; Smith, 1993): Բայց արտատեղավայրային թաղումը համապատասխան տարբերակը չէ, քանի որ այն ընդամենը աղտոտման խնդիրը տեղաշարժում է այլ տեղ (Smith, 1993), ինչպես նաև այն, որ կան վտանգներ՝ կապված աղտոտված հողի տեղափոխման հետ (Williams, 1988):

**In- situ մեթոդ:** Սա հետևանքների վերացումն է (ռեմեդիացիա) առանց աղտոտված տեղամասի պեղումների: Վերամշակման *in-situ* տեխնոլոգիաները սահմանում են աղտոտող նյութերի ոչնչացում կամ վերափոխում, դրանց կենսասակտիվության նվազեցում, աղտոտող նյութերի բաժանում հողերի հիմնական մասից (Reed և մյուսն., 1992): *In- situ* մեթոդները ունեն առավելություն *ex-situ* մեթոդների նկատմամբ, որը պայմանավորված է դրանց ցածր արժեքով և էկոհամակարգի վրա նվազ ազդեցությամբ:

Ծանր մետաղների պարունակության նոսրացումը՝ ներմուծելով անվտանգ մակարդակի մաքուր հող և խառնելով այն աղտոտված հողի հետ, կարող է լինել այլընտրանքային *on-site* կառավարում (Musgrove, 1991): Տեղում աղտոտման զսպման և խոչընդոտման ապահովումը ունի այլընտրանք, որն իր մեջ ներառում է հողի ծածկումը չեզոք նյութերով (Body & Inglis, Mulcahy, 1988): Հողերի վերականգնման ֆիզիկաքիմիական տեխնոլոգիաները արդյունքում տալիս են բույսերի աճի համար անպիտան հողեր, քանի որ վնասազերծման պրոցեսում դրանք հեռացնում են կենսաբանական ողջ ակտիվությունը, այդ թվում, օգտակար միկրոօրգանիզմը, ինչպիսիք են ազոտ ֆիքսող բակտերիաները, միկոռիզաները, սնկերը, ինչպես նաև ֆաունան (Burns et al., 1996):

Վերականգնման պայմանական մեթոդները կարող են արժենալ 10-ից մինչև 1000\$ մեկ խորանարդ մետրի դիմաց: Ի տարբերություն դրա, բուսահանույթի (Phytoextraction) մեթոդի ծախսերը գնահատվում են որպես ցածր՝ 0.05\$ յուրաքանչյուր խորանարդ մետրի համար (Cunningham et al., 1997):

Որպեսզի որոշվի յուրաքանչյուր տեսակի կլանման հզորության վրա հողի կառուցվածքի ազդեցությունը, ընտրել ենք հողի երեք տարբեր կազմեր (կավ, կավահող և ավազային կավահող): Մեր կողմից ծառերի երեք տարբեր տեսակների տասը տարեկան տնկիները վերատնկվել են այդ հողերում: Երկրորդ հերթին ընտրվել են ծանր մետաղների չորս տարբեր կոնցենտրացիաներ և ստուգիչ կոնցենտրացիաներ՝ 1000մգ/լ, 2000մգ/լ, 3000մգ/լ, 4000մգ/լ: Այնուհետև տնկիների համար հող պարունակող տարաները հասցվել են աղտոտվածության համապատասխան մակարդակների: Մենք վերցրել ենք 270 ծառ յուրաքանչյուր տեսակի համար: Տնկիները գարնան սկզբում տնկվել են աղտոտված տարաներում և աշնան վերջում չափվել են յուրաքանչյուր տնկիի տերևները, բները և արմատները : Քիմիական վերլուծությունը կատարվել և

արդյունքները վերլուծության են ենթարկվել ըստ համապատասխան վիճակագրական ծրագրի՝ տվյալների բաշխման մոդելի հիման վրա:

Բույսերի և հողի նմուշների տարբեր տարրերի որոշում.

**1 – Բույսեր.** • չորացում և մանրացում; • Մոխրի պատրաստում; • Տարրերի չափում;

**2 – Հողեր.** • Հողի պատրաստում; • Լուծույթի քաղվածքի պատրաստում; • Հողի կորզում; • Տարրերի չափում:

Տարրերի չափումը կատարվել է ատոմային կլանմամբ՝ սպեկտրաֆոտոմետրի սկզբունքով: Յուրաքանչյուր տարրի համար օգտագործվել է հատուկ երկարության ալիքով լամպ, ինչպես նաև ստուգաճշտման չափանիշ: Ատոմային կլանման սպեկտրասկոպիան (ԱԿՍ) որոշում է մետաղների ներկայությունը հեղուկ նմուշներում: Այն նաև չափում է նմուշներում մետաղների կոնցենտրացիան: Ըստ իրենց տարրերի ձևի, մետաղները կլանում են ուլտրամանուշակագույն լույսը, երբ դրանք տաքացվում են: Յուրաքանչյուր մետաղ ունի կլանման բնորոշ ալիք: ԱԿՍ գործիքը բացահայտում է որոշակի մետաղը ուլտրամանուշակագույն լույսի ճառագայթը կրակի միջով կենտրոնացնելով կոնկրետ ալիքի և ինդիկատորի վրա: Հետագոտվող նմուշը անց է կացվում կրակի միջով: Եթե մետաղը ներկա է նմուշում, այն կլանում է որոշակի լույս, դրանով իսկ նվազեցնելով նրա ինտենսիվությունը: ԱԿՍ գործիքը չափում է ինտենսիվության փոփոխությունը: Համակարգչային տվյալների համակարգը ինտենսիվության փոփոխությունը փոխակերպում է սպեկտրային կլանման կարողության:

Վիճակագրական վերլուծությունը.

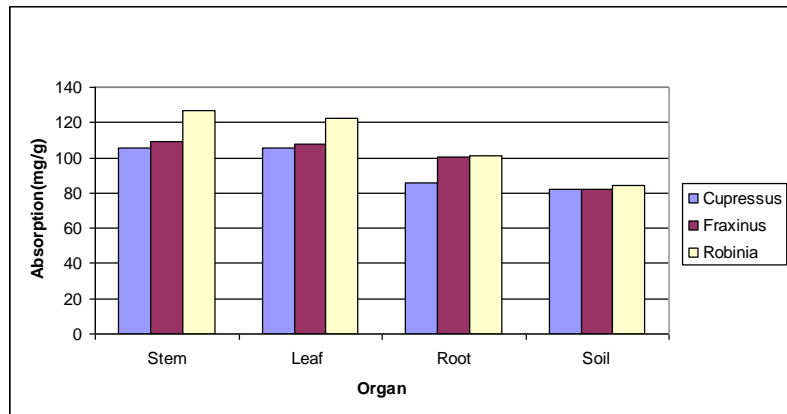
Վիճակագրական վերլուծությունը կատարվել է “STATISTICA”-ի հիման վրա (Statsoft, 1993): Այս հետազոտության վիճակագրական ծրագիրը հիմնված է բոլորովին պատահական բլոկների վրա: Սկզբում տարբերակների նորմալ բաշխումը և միատարրությունը պետք է փորձարկվի բոլոր տվյալների համար, ապա դա կարող է վերլուծվել պարամետրային մեթոդով: Տվյալները վերլուծվել են երկու ճանապարհով: Փոփոխության վերլուծության մեկ ուղին (ՓՎՄՈՆ) (analyzed through one-way analysis of variance - ANOVA), դա տեսակների, հողի կազմի և բույսերի մասերի բուժման աղյուսավետության որոշումն է: Երկրորդը՝ Duncan-ի ուղին է, որը բազմակի համեմատության թեստերն են, որոնք ներկայացվում են որոշելու CD-ի և Pb-ի տարբեր բուժումների, բույսերի տարբեր տեսակների, հողերի տարբեր կազմերի և բույսերի մասերի տարբերությունների վիճակագրական նշանակությունը:

### ԳԼՈՒԽ 3. ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐ ԵՎ ՔՆՆԱՐԿՈՒՄՆԵՐ

1 - *Robinia pseudoacacia* – կապար

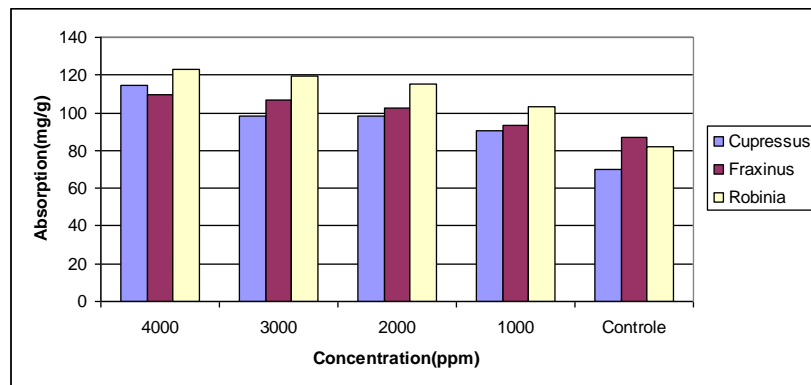
*Robinia pseudoacacia*-ի տարբեր օրգանների (տերև, ցողուն և արմատ) կողմից կապարի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս մեծ տարբերություններ, այսպիսով, ըստ Duncan-ի վերլուծության՝ դա գտնվում է երեք առանձին խմբերի միջև: Առավելագույն կլանումը պատկանում է արմատին և ցողունին,

ապա տերևին, և արդյունքում հողի նմուշում նկատվում է նվազագույն պարունակություն (Նկար 1):



Նկար 1. *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia* տեսակների կողմից կապարի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը օրգանների և հողի նմուշի միջև

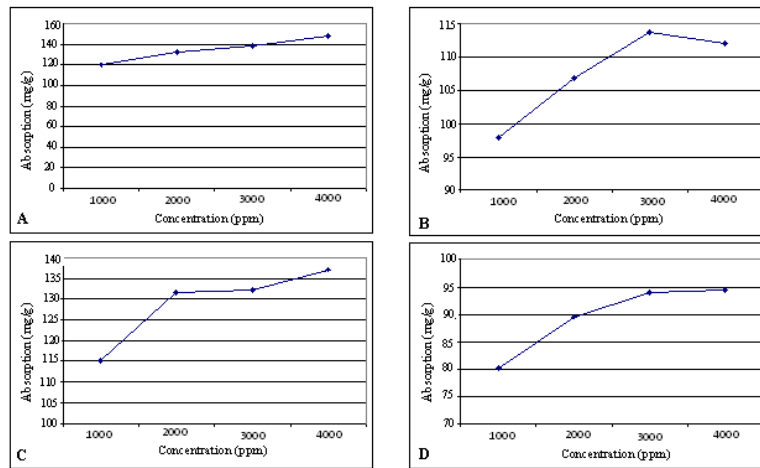
*Robinia pseudoacacia*-ի կողմից տարբեր կոնցենտրացիաների կապարի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս զգալի տարբերություններ՝ կոնցենտրացիաների և կապարի կլանման միջև, այդպիսով, ըստ Duncan-ի վերլուծության՝ դա գտնվում է չորս առանձին խմբերի միջև: Առավելագույն կլանումը պատկանում է 4000 և 3000 մկգ/լ-ին, ապա, համապատասխանաբար՝ 2000 մկգ/լ, 1000 մկգ/լ, իսկ վերջին խումբը մաքուր ստուգիչն է (Նկար 2):



Նկար 2. *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia* տեսակների կողմից կապարի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը

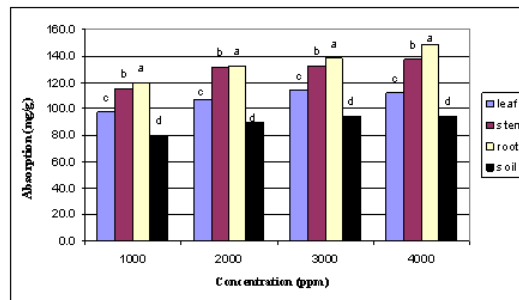
*Robinia pseudoacacia*-ի օրգանների կողմից տարբեր կոնցենտրացիաների կապարի կլանման միջին թվերի համեմատությունը ցույց է տալիս, որ կապարի կոնցենտրացիայի մեծացմանը զուգընթաց տերևները, արմատները և ճյուղերը զգալիորեն ավելի են աղտոտիչներ կլանում, և հողի աղտոտիչների պարունակությունը նույնպես ավելանում է (Նկար 3 A, B, C և D):





Նկար 3. *Robinia pseudoacacia*-ի արմատների (A), տերևների (B), ճյուղերի (C) և հողի նմուշի (D) կողմից կապարի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը

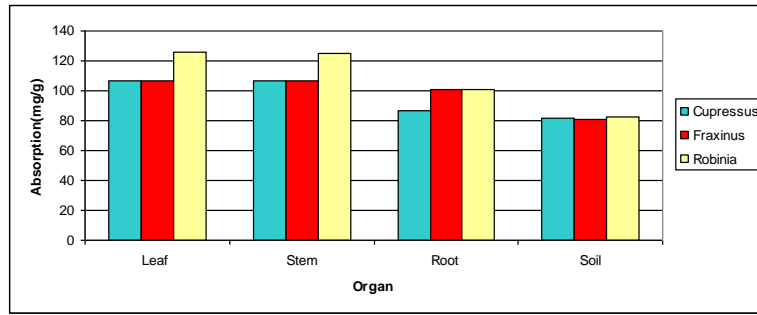
*Robinia pseudoacacia*-ի կողմից բոլոր կոնցենտրացիաներից ու մաքուր ստուգիչից կապարի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ արմատները առավելագույնն են կլանում և կուտակում կապարը: Ճյուղերը և տերևները հաջորդ շարքում են (Նկար 4):



Նկար 4. *Robinia pseudoacacia*-ի տարբեր օրգանների կողմից կապարի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման համեմատությունը

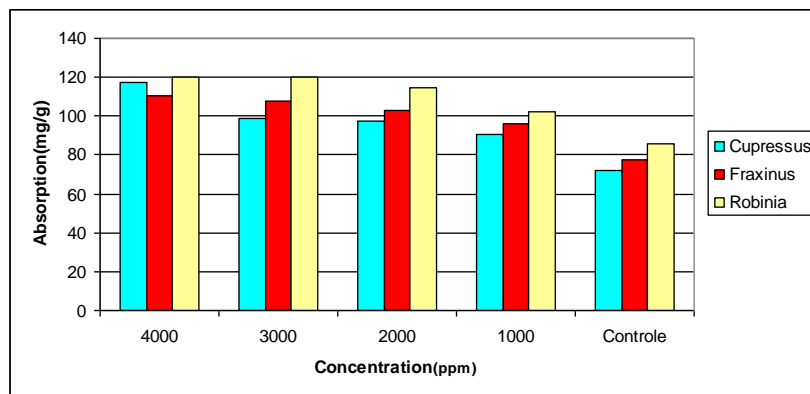
## 2 - *Robinia pseudoacacia* - կադմիում

*Robinia pseudoacacia*-ի տարբեր օրգանների (տերև, ցողուն և արմատ) կողմից կադմիումի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս մեծ տարբերություններ: Մաքսիմալ ներկլանումը պատկանում է արմատներին ու ճյուղերին, այնուհետև տերևներին, և արդյունքում հողի նմուշում նկատվում է նվազագույն պարունակություն (Նկար 5):



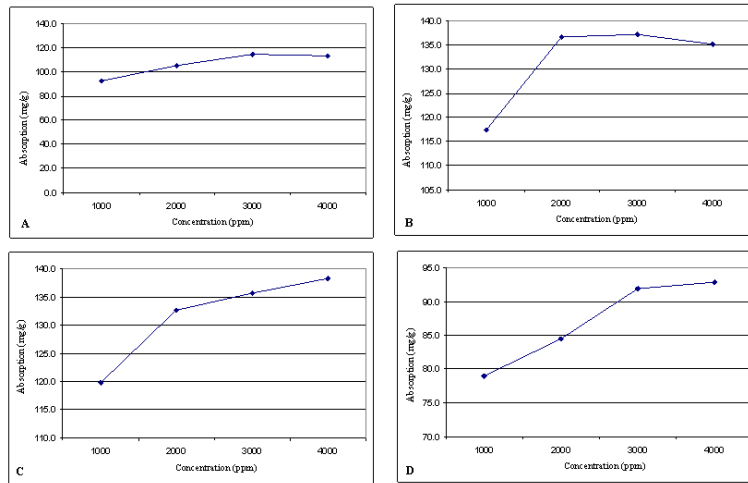
Նկար 5. *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia* տեսակների կողմից կադմիումի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը օրգանների ու հողի նմուշի միջև

*Robinia pseudoacacia*-ի կողմից տարբեր կոնցենտրացիաների կադմիումի կլանման միջին թվերի համեմատությունը ցույց է տալիս զգալի տարբերություններ: Առավելագույն կլանումը պատկանում է 4000 և 3000 մկգ/լ-ին, ապա, համապատասխանաբար՝ 2000 մկգ/լ, 1000 մկգ/լ, իսկ վերջին խումբը մաքուր ստուգիչն է (Նկար 6):



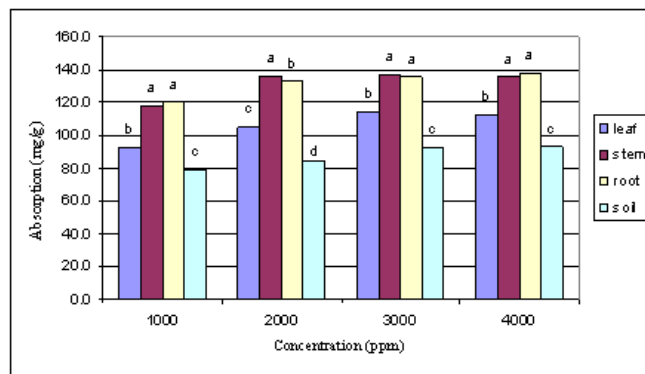
Նկար 6. *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia* տեսակների կողմից կադմիումի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը

*Robinia pseudoacacia*-ի օրգանների կողմից կադմիումի տարբեր կոնցենտրացիաների ներկլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ երբ կադմիումի կոնցենտրացիան մեծանում է, տերևները, արմատները և ճյուղերը զգալիորեն ավելի են աղտոտիչներ կլանում, և հողի նմուշում աղտոտիչների պարունակությունը նույնպես ավելանում է (Նկար 7. A, B, C և D):



Նկար 7. *Robinia pseudoacacia*-ի տերևների (A), ճյուղերի (B), արմատների (C) և հողի հատվածի (D) կողմից կադմիումի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը

*Robinia pseudoacacia*-ի կողմից բոլոր կոնցենտրացիաներից ու մաքուր ստուգիչից կադմիումի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ արմատները առավելագույնն են կլանում և կուտակում կադմիումը: Ճյուղերը և տերևները հաջորդ շարքում են (Նկար 8):



Նկար 8. *Robinia pseudoacacia*-ի տարբեր օրգանների կողմից կադմիումի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման համեմատությունը

*Robinia pseudoacacia*-ի կապարի և կադմիումի ներկլանման արդյունքների փոփոխությունների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ չկան էական տարբերություններ, և *Robinia pseudoacacia*-ն հողի երկու աղտոտիչները հավասարապես է ներկլանում (Աղյուսակ 1):

*Cupressus arizonica*-ի տարբեր օրգանների (տերև, ցողուն և արմատ) կողմից ու հողի հատվածի միջև կապարի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս մեծ տարբերություններ: Առավելագույն ներկլանումը պատկանում է ճյուղերին և տերևին, միջինը՝ արմատին, և արդյունքում հողի նմուշում նկատվում է նվազագույն պարունակություն (Նկար 1): Հայտնաբերվել է նաև տարբեր կոնցենտրացիաների կապարի ներկլանման զգալի տարբերություն ( $P < 0.05$ ) (Նկար 2): Առավելագույն

կլանումը պատկանում է 4000 և 3000 մկգ/լ-ին, ապա՝ 2000 մկգ/լ, 1000 մկգ/լ, իսկ վերջին խումբը մաքուր ստուգիչն է:

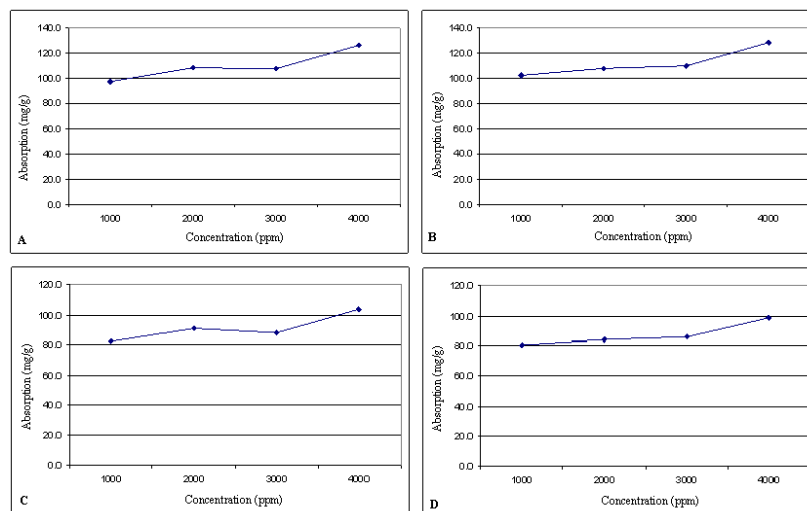
Աղյուսակ 1.

*Robinia pseudoacacia*-ի կապարի և կողմիումի կլանման  
ՓՎՄՈՒ-ն (ANOVA)

Գումարի քառակուսին	տարբեր.	միջին քառակուսին	F	ազդանշ.
928.684	1	928.684	2.573	0.110
129205.2	358	360.909		
130133.9	359			

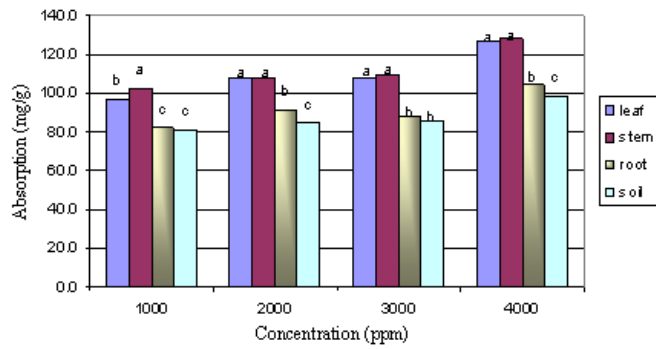
### 3 - *Cupressus arizonica* - կապար

*Cupressus arizonica*-ի տերևների, արմատների և ճյուղերի կողմից տարբեր կոնցենտրացիաների կապարի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ երբ կապարի կոնցենտրացիան մեծանում է, օրգանները զգալիորեն ավելի են ադսորբիչներ կլանում, և հողում ադսորբիչների պարունակությունը նույնպես ավելանում է (Նկար 9. A, B, C և D):



Նկար 9. *Cupressus arizonica*-ի տերևների (A), ճյուղերի (B), արմատների (C) և հողի հատվածի (D) կողմից կապարի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը

*Cupressus arizonica*-ի կողմից կապարի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ 1000, 2000 և 4000 մկգ/լ կոնցենտրացիաներում ճյուղերը առավելագույնն են կլանում և կուտակում կապարը, քան տերևները և արմատները (Նկար 10):



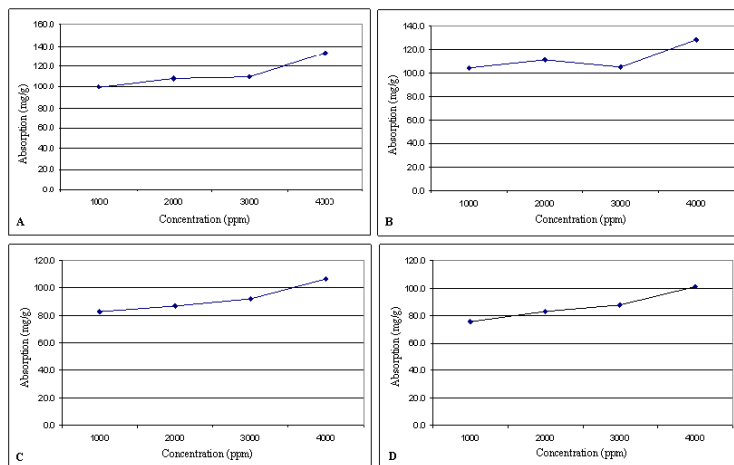
Նկար 10. *Cupressus arizonica*-ի տարբեր օրգանների կողմից կապարի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման համեմատությունը

1 - *Cupressus arizonica* - կադմիում

Բացահայտել է, որ *Cupressus arizonica* տեսակի տարբեր օրգանների (տերև, ցողուն և արմատ) կողմից ու հողի նմուշի միջև կադմիումի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ունի մեծ տարբերություններ (Նկար 5): Առավելագույն կլանում ունեն ճյուղերը և տերևները; արմատները և հողի նմուշը ունեն նվազագույն կլանում:

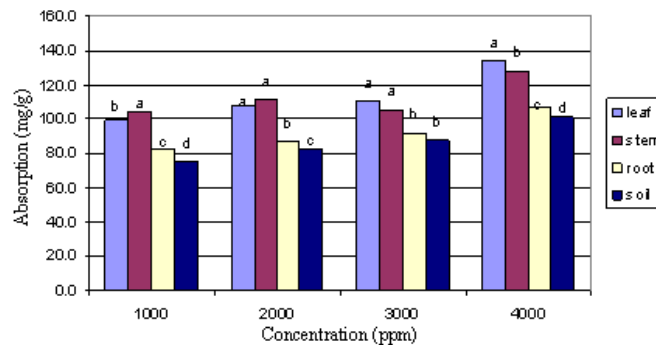
Հայտնաբերվել է *Cupressus arizonica* տեսակի տարբեր կոնցենտրացիաների կադմիումի ներկլանման զգալի տարբերություն (P <0.05) (Նկար 6): Առավելագույն ներկլանումը պատկանում է 4000 մկգ/լ-ին, այնուհետև հաջորդում է 3000 և 2000 մկգ/լ, 1000 մկգ/լ, իսկ մաքուր ստուգիչն խումբը ցույց է տալիս մինիմում ներկլանում:

*Cupressus arizonica*-ի տերևների, արմատների և ճյուղերի կողմից տարբեր կոնցենտրացիաների կադմիումի ներկլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ երբ կադմիումի կոնցենտրացիան մեծանում է, օրգանները զգալիորեն ավելի են աղտոտիչներ կլանում, և հողի աղտոտիչների պարունակությունը նույնպես ավելանում է (Նկար 11. A, B, C և D):



Նկար 11. *Cupressus arizonica*-ի տերևների (A), ճյուղերի (B), արմատների (C) և հողի հատվածի (D) կողմից կադմիումի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը

*Cupressus arizonica*-ի կողմից կադմիումի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ 1000, 2000 և 4000 մկգ/լ կոնցենտրացիաներում ճյուղերը և տերևները առավելագույնն են կլանում և կուտակում կադմիումը, քան արմատները (Նկար 12):



Նկար 12. *Cupressus arizonica*-ի տարբեր օրգանների կողմից կադմիումի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման համեմատությունը

*Cupressus arizonica*-ի կապարի և կադմիումի ներկլանման արդյունքների փոփոխությունների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ չկան էական տարբերություններ, և այս բույսը հողի երկու աղտոտիչները հավասարապես է ներկլանում (Աղյուսակ 2):

Աղյուսակ 2.

*Cupressus arizonica*-ի կապարի և կադմիումի կլանման ՓՎՄՈՒ-ն (ANOVA)

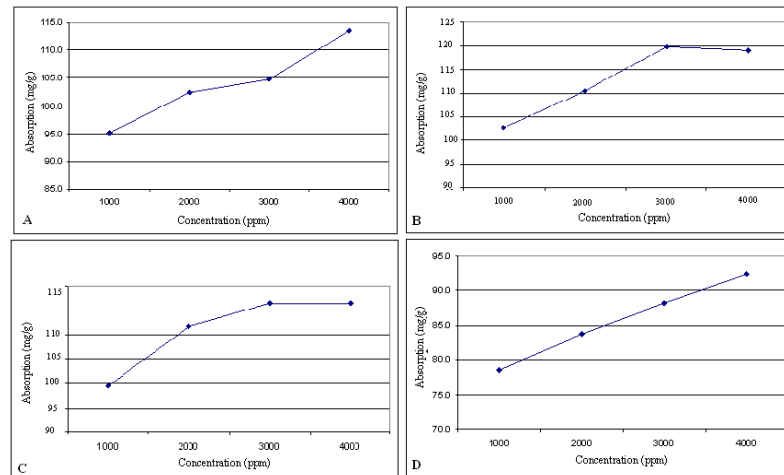
Գումարի քառակուսին	տարբեր.	միջին քառակուսին	F	ազդանշ.
502.746	1	502.746	2.766	.097
65065.42	358	181.747		
65568.17	359			

1 - *Fraxinus rotundifolia* var. *rotundifolia* - կապար

*Fraxinus rotundifolia*-ի տարբեր օրգանների (տերև, ցողուն և արմատ) կողմից կապարի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս մեծ տարբերություններ: Առավելագույն կլանումը պատկանում է ճյուղերին և արմատին, ապա տերևին, այնուհետև հողի նմուշին, որտեղ նկատվում է նվազագույն պարունակություն (Նկար 1): Հայտնաբերվել է նաև *Fraxinus rotundifolia*-ի կողմից տարբեր կոնցենտրացիաների կապարի ներկլանման զգալի տարբերություններ (Նկար 2): Առավելագույն կլանումը պատկանում է 4000 մկգ/լ-ին, ապա՝ 3000 և 2000 մկգ/լ, 1000 մկգ/լ-ին, և վերջին խումբը մաքուր ստուգիչն է:

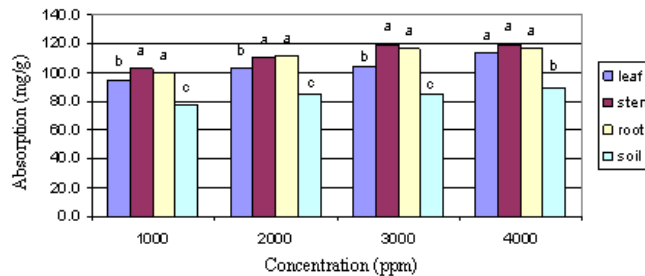
*Fraxinus rotundifolia*-ի տերևների, ճյուղերի և արմատների կողմից տարբեր կոնցենտրացիաների կապարի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ երբ կապարի կոնցենտրացիան մեծանում է, օրգանները զգալիորեն

ավելի են աղտոտիչներ կլանում, և հողի աղտոտիչների պարունակությունը նույնպես ավելանում է (Նկար 13. A, B, C եւ D):



Նկար 13. *Fraxinus rotundifolia* -ի տերևների (A), ճյուղերի (B), արմատների (C) և հողի հատվածի (D) կողմից կապարի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը

*Fraxinus rotundifolia*-ի օրգանների (տերև, արմատ և ճյուղ) կողմից 1000, 2000 և 3000 մլգ/լ կոնցենտրացիաներից կապարի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ ճյուղերը և արմատները առավելագույնն են կլանում և կուտակում կապարը, քան տերևները և հողի նմուշները (Նկար 14):

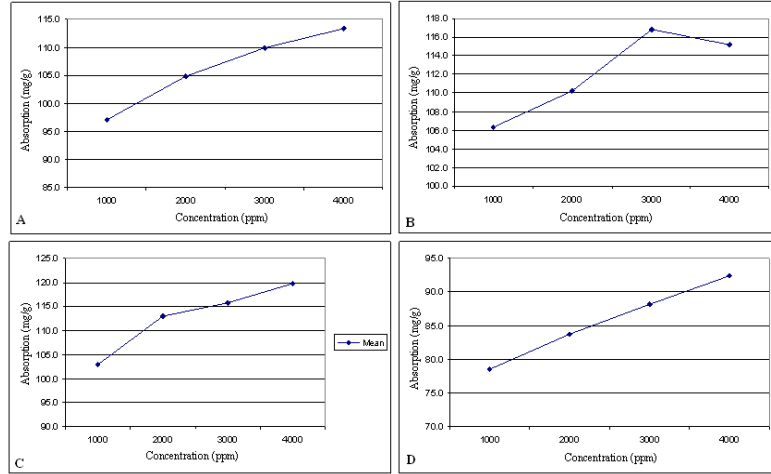


Նկար 14. *Fraxinus rotundifolia*-ի տարբեր օրգանների կողմից կապարի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման համեմատությունը

#### 1 - *Fraxinus rotundifolia* var. *rotundifolia* - կադմիում

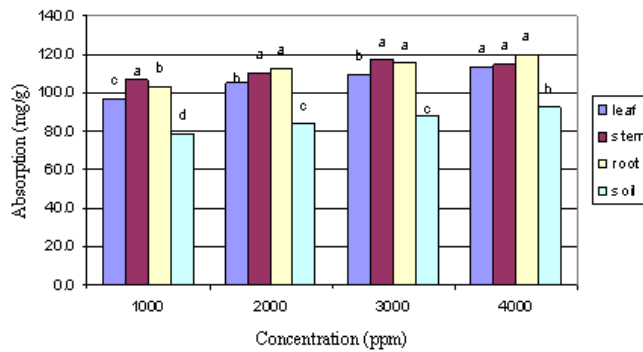
*Fraxinus rotundifolia*-ի տարբեր օրգանների (տերև, ցողուն և արմատ) կողմից կադմիումի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս մեծ տարբերություններ: Առավելագույն կլանումը պատկանում է ճյուղերին և արմատին, ապա տերևին, այնուհետև հողի նմուշին, որտեղ նկատվում է նվազագույն պարունակություն (Նկար 5): Բացահայտվել է *Fraxinus rotundifolia*-ի կողմից տարբեր կոնցենտրացիաների կադմիումի ներկլանման զգալի տարբերություններ (Նկար 6): Առավելագույն կլանումը պատկանում է 4000 և 3000 մլգ/լ-ին, ապա 2000 մլգ/լ, 1000 մլգ/լ-ին, և վերջին խումբը մաքուր ստուգիչն է:

*Fraxinus rotundifolia*-ի տերևների, ճյուղերի և արմատների կողմից տարբեր կոնցենտրացիաների կադմիումի կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ երբ կադմիումի կոնցենտրացիան մեծանում է, օրգանները զգալիորեն ավելի են ադսորբիչներ կլանում, և հողի նմուշի ադսորբիչների պարունակությունը նույնպես ավելանում է (Նկար 15. A, B, C եւ D):



Նկար 15. *Fraxinus rotundifolia*-ի տերևների (A), ճյուղերի (B), արմատների (C) և հողի նմուշի (D) կողմից կադմիումի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման միջին ցուցանիշների համեմատությունը

*Fraxinus rotundifolia*-ի տարբեր օրգաններում կադմիումի պարունակությունը 4000 մկգ/լ կոնցենտրացիայի դեպքում գրեթե նույնն են և չկան էական տարբերություններ (Նկար 16):



Նկար 16. *Fraxinus rotundifolia*-ի տարբեր օրգանների կողմից կադմիումի տարբեր կոնցենտրացիաների կլանման համեմատությունը

*Fraxinus rotundifolia*-ի կապարի և կադմիումի ներկլանման արդյունքների փոփոխությունների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ չկան էական տարբերություններ, և դա նշանակում է, որ այդ օրգանները կապարը և կադմիումը հավասարապես են ներկլանում (Աղյուսակ 3):



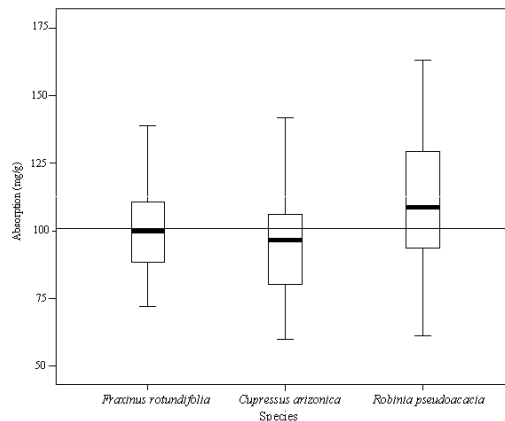
*Fraxinus rotundifolia*-ի կապարի և կադմիումի կլանման ՓՎՄՈՒ-ն (ANOVA)

Գումարի քառակուսին	տարբերությունը	միջին քառակուսին	F	ազդանշ.
139.258	1	139.258	0.843	0.359
59160.85	358	165.254		
59300.11	359			

**Համեմատություններ *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia* տեսակների և աղտոտիչների միջև.**

1 - Կապար

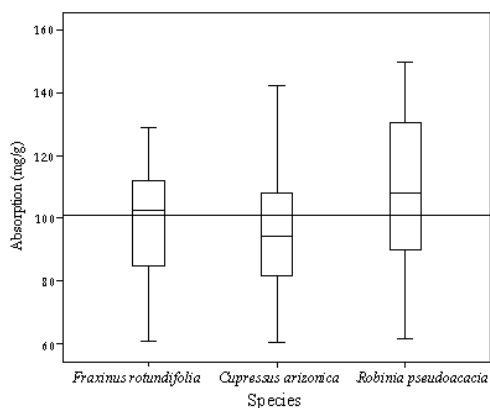
Չնայած նրան, որ *Fraxinus rotundifolia*-ի ներկլանման փոփոխականության շարքը ավելի ցածր է, քան մյուս երկու տեսակներինը, այնուամենայնիվ, դրա կլանման կարողությունը զգալի է, քանի որ երեք և չորս քառորդով միջին գծից ավելի բարձր է: *Cupressus arizonica*-ն գտնվում է երկու այլ տեսակների միջև (Նկար 17):



Նկար 17. *Robinia pseudoacacia*-ի, *Cupressus arizonica*-ի և *Fraxinus rotundifolia*-ի կողմից կապարի կլանման շարքը

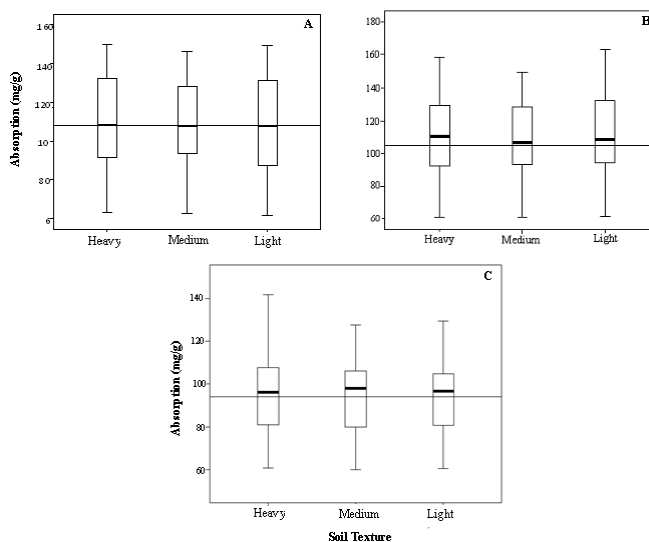
2 - Կադմիում

Չնայած նրան, որ *Fraxinus rotundifolia*-ի ներկլանման փոփոխականության շարքը ավելի ցածր է, քան մյուս երկու տեսակներինը, այնուամենայնիվ, դրա կլանման կարողությունը զգալի է, քանի որ երեք և չորս քառորդով միջին գծից ավելի բարձր է: *Cupressus arizonica*-ն գտնվում է *Robinia pseudoacacia*-ի և *Fraxinus rotundifolia*-ի միջև (Նկար 18):



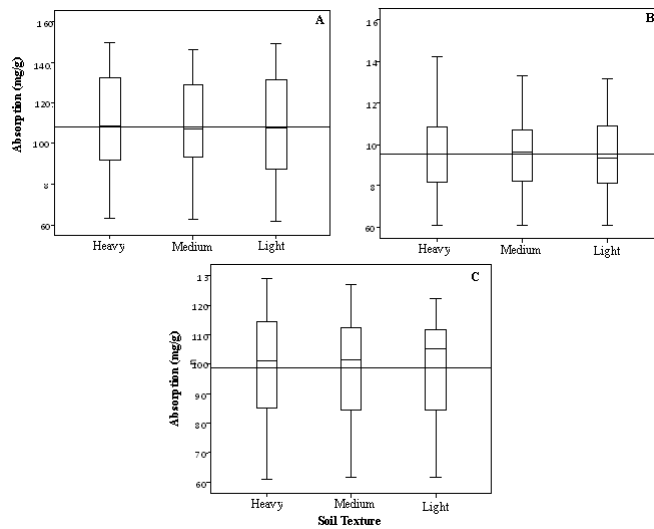
Նկար 18. *Robinia pseudoacacia*-ի, *Cupressus arizonica*-ի և *Fraxinus rotundifolia*-ի կողմից կադմիումի կլանման շարքը

Տարբեր կազմի հողերում կապարի կլանման աղյուսակները ցույց են տալիս, որ դրա երեք կազմերում (թեթև, միջին և ծանր) չկան էական տարբերություններ՝ բոլոր երեք տեսակների (*Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia*) կողմից կապարի կլանումը նույն է (Նկար 19):



Նկար 19. *Fraxinus rotundifolia*-ի (A), *Robinia pseudoacacia*-ի (B) և *Cupressus arizonica*-ի (C) կապարի կլանման տիրույթը տարբեր կազմի հողերում

Տարբեր կառուցվածքի հողերում կադմիումի կլանման աղյուսակները ցույց են տալիս, որ դրա երեք կազմերում (թեթև, միջին և ծանր) չկան էական տարբերություններ՝ բոլոր երեք տեսակների (*Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia*) կողմից կադմիումի կլանումը նույն է (Նկար 20):



Նկար 20. *Fraxinus rotundifolia*-ի (A), *Robinia pseudoacacia*-ի (B) և *Cupressus arizonica*-ի (C) կադմիումի կլանման տիրույթը տարբեր կազմի հողերում

### ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

- Այս ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ կադմիումի և կապարի կլանման առավելագույն ներուժը պատկանում է *Robinia pseudoacacia*-ին, որին հաջորդում են *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia* տեսակները: Դա կարող է ուղեցույց լինել ընտրելու բույսերի տեսակները, դրանց համապատասխան օրգանները և ոռոգման մեթոդները տնկարաններում, անտառներում և գյուղական տնտեսություններում օգտագործելու համար:

- Վերլուծությունների միջոցով հողի կառուցվածքի դասակարգումը ցույց է տալիս, որ չկան էական տարբերություններ դրանց միջև, և բոլոր երեք կազմերից (թեթև, միջին և ծանր), կապարի ու կադմիումի կլանումը ծառերի երեք տեսակների (*Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia*) կողմից գրեթե նույնն է: Այլ կերպ, հողերի տարբեր կազմերի օգտագործումը չունի որևէ նշանակալի դեր բույսերի կողմից կլանման ցածր կամ բարձր ցուցանիշի համար: Ենթադրվում է, որ հողի կառուցվածքի արդյունավետությունը ավելի լավ կարող է երևալ հողի բաղադրիչների (կավ, տիղմ և ավազ) ավելի մեծ քանակական տարբերությունների դեպքում:

- Հողի թթվայնությունը առավել կարևոր գործոններից մեկն է, որն ազդում է կլանման տոկոսի վրա: Սույն ուսումնասիրության դեպքում այն ունի նեղ շրջանակ՝ գտնվելով 7.15-7.4-ի սահմաններում:

- Հետազոտված երեք տեսակների արմատներում և ճյուղերում կապարի ու կադմիումի բոլոր կոնցենտրացիաների կուտակման բարձր կարողությունը ցույց է տալիս, որ այս տեսակներն ունեն կլանման բարձր կարողություն: Դրանք չեն վնասվում նույնիսկ 4000 մկգ/լ-ի դեպքում և դա հնարավորություն է տալիս այդ տեսակները համարել որպես օգտակար օրգանիզմներ դրանց պահպանման համար:

- Վերլուծության արդյունքները ցույց են տալիս, որ ուսումնասիրված երեք տեսակների կողմից աղտոտող (կապար, կադմիում) նյութերի կլանման կարողությունների միջև չկան էական տարբերություններ:

- Բոլոր կոնցենտրացիաների դեպքում էլ *Robinia pseudoacacia*-ի արմատներն ունեն կապարի և կադմիումի առավելագույն կլանում:

### ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Շնորհիվ ուսումնասիրված *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* և *Fraxinus rotundifolia* ծառատեսակների կողմից կապարի և կադմիումի ներկլանման բարձր մակարդակի, դրանք նպատակահարմար ենք գտնում առաջարկել օգտագործելու աղտոտված հողերի մաքրման և վերականգնման համար:

Այդ տեսակները առաջարկվում են տնկարաններում, անտառներում և գյուղական տնտեսություններում, ինչպես նաև քաղաքային կանաչ տարածքների կանաչապատման աշխատանքներում օգտագործելու համար:

Ուսումնասիրության արդյունքը, կապված նրա հետ որ կադմիումի և կապարի կլանման առավելագույն ներուժը պատկանում է *Robinia pseudoacacia*-ին, որն էլ առաջակվում է առաջին հերթին կիրառել աղտոտված հողերը մաքրելու և կանաչապատելու համար:

#### ***Ատենախոսության թեմայով հրատարակված աշխատանքների ցուցակ***

1. Khodakarami Y. Phytoremediation ability of *Quercus brantii* for Lead absorption // Bulletin of National Agrarian University of Armenia. Vol. 1, 2013. P. 44-48.
2. Khodakarami Y., Khanhasani M., Vardanyan Zh. Evaluation of Lead uptake by two tree species; *Platanus orientalis* and *Cupressus arizonica* // Bulletin of National Agrarian University of Armenia. Vol. 4, 2012. P. 40-44.
3. Khodakarami Y. Evaluation of cadmium uptake by two tree species; *Platanus orientalis* and *Cupressus arizonica* // Ազրոնգիտություն, 11-12, 2012. էջ 683-687.
4. Khodakarami Y., Khanhasani M., Noori F. and Vardanyan Zh. Phytoremediation potential of *Cupressus arizonica* for cadmium absorption from polluted soil // The Second International Conference on Agriculture and Natural Resources. Razi university, Kermanshah, Iran, December 25- 26, 2013. P. 283-285.

## ЯХЬЯ ХОДАКАРАМИ

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОГЛОЩЕНИЯ СВИНЦА И КАДМИЯ ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ *ROBINIA PSEUDOACACIA* L., *CUPRESSUS ARIZONICA* Greene И *FRAXINUS ROTUNDIFOLIA* Mill. НА ПОЧВАХ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ

#### РЕЗЮМЕ

Промышленные отходы, вероятно, представляют собой наибольшую проблему загрязнения почвы и воды. Эти загрязняющие вещества включают: (1) органические отходы, такие как растворители, нефтепродукты, пестициды; (2) неорганические отходы, такие как металлы, нитраты, фосфаты и многие неизвестные химические вещества.

В отличие от органических соединений, металлы не могут разлагаться, и для очистки загрязненных почв, как правило, требуется их удаление. Обычные технологии восстановления являются дорогостоящими и могут ухудшить плодородие почвы, что привело бы к дальнейшим негативным последствиям для экосистем.

Не смотря на то, что многие металлы имеют важное значение, их высокие концентрации токсичны, поскольку они создают свободные радикалы из-за окислительного стресса, большое их содержание в почве делают ее непригодной для роста растений и уничтожают биоразнообразие.

Целью данного исследования было изучение влияния высокого содержания кадмия и свинца в почве на некоторые физиологические параметры трех видов деревьев (*Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* и *Fraxinus rotundifolia* var. *rotundifolia*).

Работы по данному исследованию выполнялись в Иранской Исламской Республике, в Научном центре сельского хозяйства и природных ресурсов, в 2011-2013 годах.

Идея использования растений, накапливающих металлы, с целью удаления тяжелых металлов и других соединений из почвы, была впервые использована в 1983 году. Однако, концепция использования растений в очистке сточных вод, фактически, применяется в течении последних 300 лет (Hartman, 1975).

Для того чтобы определить влияние структуры почвы на способность поглощения каждого отдельного вида (*Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* и *Fraxinus rotundifolia* var. *rotundifolia*), было выбрано три различных состава почвы (глина, суглинок и песчаный суглинок). В указанные почвы были пересажены десятилетние саженцы трех указанных видов деревьев. Кроме того, были выбраны четыре различные концентрации тяжелых металлов: 1000мг/л, 2000мг/л, 3000мг/л, 4000мг/л, почва каждого контейнера для саженцев была доведена до ожидаемого уровня загрязнения, а также выделена контрольная почва (без искусственного загрязнения). В эксперименте использовалось 270 деревьев каждого вида (в целом - 810). В начале весны саженцы были высажены в загрязненные контейнеры, а затем, в конце осени листья, стебли и корни каждого саженца подверглись химическому

анализу. Химический анализ проводился с помощью анализа ICP, а результаты были проанализированы соответствующим статистическим методом на основе модели распределения данных.

В Результате исследования максимальный потенциал поглощения кадмия и свинца выявлен у *Robinia pseudoacacia*, затем у видов *Cupressus arizonica* и *Fraxinus rotundifolia*.

Структура почвы, как выяснилось, не имела эффективной роли, и из указанных выше трех составов почвы (легкий, средний и тяжелый) поглощение свинца и кадмия тремя видами деревьев - *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* и *Fraxinus rotundifolia* было одинаковым.

Кислотность почвы является одним из наиболее важных факторов, влияющих на скорость всасывания, и в этом исследовании она имела узкий диапазон между PH 7,15-7,4.

Опыты показали, высокую поглотительную способность всех концентраций свинца и кадмия корнями и ветвями указанных трех видов деревьев, следовательно, они имеют высокую накопительную способность и не повреждаются даже в случае концентрации 4000 мг/л.

Следует отметить, что между поглощением обеих загрязнителей (свинец, кадмий) не установлено существенных различий, и все три вида поглощали их почти одинаково. Во всех концентрациях максимальную способность поглощения кадмия и свинца имели ветви и корни *Robinia pseudoacacia*.

В связи с высоким уровнем поглощения свинца и кадмия видами *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* и *Fraxinus rotundifolia* var. *rotundifolia*, они являются подходящими породами для лесных и городских зеленых насаждений.

## **YANHA KHODAKARAMI**

### **COMPARATIVE EVALUATION OF ABSORPTION LEAD AND CADMIUM BY SPECIES *ROBINIA PSEUDOACACIA* L., *CUPRESSUS ARIZONICA* Greene AND *FRAXINUS ROTUNDIFOLIA* Mill. ON THE SOILS OF DIFFERENT STRUCTURES SUMMARY**

Industrial wastes probably constitute the greatest single pollution problem in soil and water. These contaminants include (1) organic wastes such as solvents, petroleum products, pesticides, (2) inorganic wastes, such as metals, nitrate, phosphates and many unknown chemicals.

Unlike organic compounds, metals cannot be degraded, and cleanup usually requires their removal. Most of the conventional remedial technologies are expensive and inhibit the soil fertility; this subsequently causes negative impacts on the ecosystem.

Although many metals are essential, all metals are toxic at higher concentrations, because they cause oxidative stress by formation of free radicals. Another reason why metals may be toxic is

that they can replace essential metals in pigments or enzymes disrupting their function. Thus, metals render the land unsuitable for plant growth and destroy the biodiversity.

The purpose of this study was to investigate the effects of high Cadmium and Lead soil concentrations on selected physiological parameters of three species such as: *Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* and *Fraxinus rotundifolia* var. *rotundifolia*.

The works of this study carried out in the Islamic Republic of Iran, at the Research Center of Agriculture and Natural Resources, in 2011-2013.

The main results of the dissertation were discussed at 2013 in the Scientific advice of the Institute of Botany of the National Academy of Sciences of Armenia, at 25-26 December of 2013 in the Second international conference of agriculture and nature resources of Kermanshah, in Iran.

The idea of using metal accumulating plants to remove heavy metals and other compounds was first introduced in 1983, but the concept has actually been implemented for the past 300 years for use plant in the treatment of wastewater (Hartman, 1975).

In order to determine the effect of soil texture on the absorbance capacity of every species (*Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* и *Fraxinus rotundifolia* var. *rotundifolia*), three different soils texture (clay, clay loam and sandy clay loam) would be chosen. And then ten one years old seedlings from every one of the three different species must be replant. Secondly four different heavy metal concentrations must be chosen as 1000ppm 2000ppm, 3000ppm, 4000ppm and control samples. Then soil of every seedling container must be raised to expected pollution level. Finally we have 270 seedlings per species and totally 810 ones. Seedlings would be treated by the pollutant in the first of spring and then leaves, stems and roots of every seedling would be sampled in the end of autumn. Chemical analysis must be done by ICP and results would be analyzed by suitable statistical design based on the data distribution model.

Results of this study showed the maximum potential for cadmium and lead absorbing is belong to *Robinia pseudoacacia*, followed by *Cupressus arizonica* and *Fraxinus rotundifolia*.

Soil texture has any effective role and all three textures (light, medium and heavy) in lead and cadmium absorption in all three species (*Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* and *Fraxinus rotundifolia*) act the same.

Soil acidity is one of the most important factors that affect on the absorption rate and in this study it has a narrow range between 7.15-7.4.

High accumulation in the roots and stems of all three species in all concentration shows these species has high ability to lead and cadmium absorption and they aren't harmful at least to 4000 ppm.

There is no significant deference between both of pollutant (lead and cadmium) absorption and all three species almost absorbed these pollutants equally. In all concentrations, stems and roots of *Robinia pseudoacacia* have the maximum lead and cadmium absorption.

Due to the high absorption of lead and cadmium of these species (*Robinia pseudoacacia*, *Cupressus arizonica* и *Fraxinus rotundifolia* var. *rotundifolia*), they are suitable species for reforestation and urban green space.