

IV

ЗАШТИТА СТАРЕ И РЕТКЕ КЊИГЕ

Катарина Коцић

(Одељење за заштиту, конзервацију и рестаурацију, Народна библиотека Србије, Београд)\*

Тијана Спасић

(Министарство енергетике, развоја и заштите животне средине Републике Србије, Београд)

Мира Аничич Урошевић

(Институт за физику, Универзитет у Београду)

Милица Томашевић

(Институт за физику, Универзитет у Београду)

УДК: 502.3:504.5:669.018.674(497.11) ;  
025.85

## ЗЕЛЕНИ ПОЈАС ОКО НАРОДНЕ БИБЛИОТЕКЕ СРБИЈЕ КАО ПРИРОДНА БАРИЈЕРА ОД УРБАНОГ ЗАГАЂЕЊА ВАЗДУХА МЕТАЛИМА (V, Cd, As, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn и Pb)\*\*

*Сажетак.* Током претходних векова папир је био један од најзначајнијих медијума за бележење писане речи широм света. Папир је углавном направљен од целулозе са мањим примесама органских и неорганских једињења, што с једне стране омогућава његову идентификацију и карактеризацију, али и доприноси његовој бржој деградацији. На деградацију папира утиче већи број фактора, међу којима су и хемијски чиниоци, као што су атмосферске загађујуће материје. Стога је, од изузетно великог значаја, испитивање присуства загађујућих материја у ваздуху културних институција као што су библиотеке, музеји и архиви, а посебно испитивање ваздуха у трезорима у којима се чувају рукописне књиге.

У овом раду је испитивана могућност биоакumulације елемената у листовима, две у Београду веома заступљене врсте дрвећа, дивљег кестена (*A. hippocastanum*) и липе (*Tilia* spp.), као својеврсног филтера за спречавање продирања загађујућих материја у просторије Народне библиотеке Србије, у којој се чува писано културно наслеђе нашег народа. Узорци листова су сакупљани на почетку и на крају вегетационог периода током пет година (од 2002. до 2006.). У експерименталном делу рада извршена је анализа садржаја метала Cr, Fe, Ni, Zn, Pb, Cu, V, As и Cd у листовима наведених врста дрвећа, сакупљеним из Карађорђевог парка, у близини Народне библиотеке Србије. Поређењем садржаја елемената у листовима с почетка и краја вегетационе сезоне, уочена је јасна сезонска акумулација истих и закључено је да се испитиване врсте могу користити као

\* Адреса електронске поште: katarina.kocic@nb.rs.

\*\* Овај рад је реализован у оквиру пројекта III43007, захваљујући финансијској подршци Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије.

биоаккумулятори испитиваних метала, а самим тим и као природна баријера од загађења из ваздуха градских средина. Циљ рада је испитивање могућности формирања заштитног зеленог појаса око Народне библиотеке Србије, који би, на тај начин, био како физичка, тако и функционална баријера од прометних саобраћајница и других извора из којих се врши ослобађање загађујућих материја у атмосферу.

*Кључне речи:* деградација папира, рукописне књиге, метали, биоаккумуляција

## **Увод**

Једна од последица интензивног економског и индустријског развоја је повећана емисија загађујућих материја, укључујући и елементе у траговима, у атмосферу (Seinfeld & Pandis, 1998; Расуна *et al.* 2007). Сав библиотечки материјал је изузетно осетљив на честице у загађеном ваздуху. На рукописне књиге које се чувају у трезорима и депоима библиотека ове честице већином доспевају од споља, кроз прозоре и врата, али и мањим делом преко обуће и одеће особља које је запослено у таквим установама. Углавном су то честице угљеника створене непотпуним сагоревањем горива, као и прашина у којој су присутне честице пепела, тешких метала и др. Најзначајнији извори загађења ваздуха у Београду су енергетски сектор, транспорт и индустријска постројења. Многи од њих се истичу и као значајни емитери тешких метала и других елемената. Концентрације тешких метала обично су 5 до 10 пута веће у градским него у руралним областима, а главне изворе загађења ваздуха представљају сагоревање фосилних горива (угаљ, нафта) у саобраћају, индустрији и топланама (Економска комисија за Европу, Комисија за програмску политику у области заштите животне средине, 2007). Суспендоване честице могу изазвати респираторне болести, узроковати канцере, корозију различитих материја и оштећење зграда, деструктивно деловати на биљке (Еколошко вредновање Београда, 2005), али и на бржу разградњу папира. Када овакве честице доспеју на грађу, хемијско разлагање почиње одмах (Радосављевић и Петровић, 2000).

## **Утицај тешких метала на здравље људи**

Последњих година су значајни напори у истраживањима фокусирани на везе између карактеристика присутних загађујућих материја које се налазе у ваздуху и здравствених проблема (QUARG, 1996; Harrison, 2000). Као мера за загађујуће материје које могу директно изазвати болест узима се вредност масених концентрација  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$  у  $m^3$  ваздуху, као и концентрације појединих елемената у честицама, изражене по  $m^3$  ваздуха. Сматра се да  $PM_{10}$  доспевају до горњих дисајних

путева, а  $PM_{2.5}$  и даље, до плућних алвеола. Превремена смрт око 350.000 људи годишње у Европи приписује се актуелном нивоу честица у ваздуху (ЕЕА, 2005).

На европском и светском нивоу су донети прописи у циљу смањивања емисије тешких метала (UNECE, 1989; Derwent, 1996; EU, 2008). Ово је нарочито значајно са здравственог аспекта, пошто се зна да су неки тешки метали веома токсични и/или канцерогени.

Атмосферско загађење ваздуха ретко изазива акутне повреде. Недовољна су знања о хроничној изложености ниским али екстремно варијабилним дозама комплексне мешавине загађујућих материја. На пример, постоје докази за синергистичку токсичност неких елемената што значајно повећава ризик од повреде чак и при ниским дозама агенаса (Nriagu, 1988). Иако се утицај загађености ваздуха на здравље људи не може лако и директно доказати, несумњив је његов допринос у настанку обољења код људи (Meadows, 1996; Voutsas, 2002).

### **Утицај тешких метала на културна добра**

Утицај загађења ваздуха најинтензивније је проучаван са аспекта здравствених проблема људи (Nasir & Colbeck, 2009; Walker *et al.*, 1999), али су конзерватори и кустоси широм света објавили да загађени ваздух утиче и на убрзану деградацију библиотечког и музејског материјала (Brzozowska-Jablońska, 1969; Havermans & Porck, 2002; Havermans, 1995).

Према истраживањима, збирке библиотека из велики градова увек су у лошијем стању у односу на оне из библиотека које се налазе у руралним срединама (Brzozowska-Jablońska, 1969; Havermans & Porck, 2002; Havermans, 1995). Поређење стања књига исте едиције из библиотека које су се налазиле у различитим срединама, био је предмет проучавања Brzozowska-Jablońska још 1969. године (Brzozowska-Jablońska, 1969), док су Havermans и Porck (Havermans & Porck 2002; Havermans, 1995) истакли зависност стопе деградације библиотечког материјала од нивоа загађености ваздуха у просторијама у којима се књиге чувају. Утврђено је да се деградација папира убрзава у присуству повишених концентрација сумпорних и/или азотових оксида у ваздуху, али и у присуству повишених концентрација тешких метала из атмосферских честица. Депозиција тих честица доводи до локалног «обогаћивања» овим елементима, узрокујући нехомогену дистрибуцију метала у папиру који је изложен дејству загађујућих материја (Johansson *et al.*, 2000). Присуство металних јона у таквим микро-областима, може довести до промене кинетике хемијске реакције и убрзати пропадање папира (Johansson *et al.*, 2000).

Истраживања концентрације метала присутних у просторијама за чување књига Krasinski Palace (Warsaw, Poland), (Wagner *et al.*, 2009) показала су да је највиша концентрација сумпора и олова констатована у делу зграде окренуте ка улици, док је присуство зелене површине смањило продирање загађујућих материја у њену унутрашњост. Wagner и сарадници су 2009. године такође објавили да је усвајање метала од стране папира ограничено пре свега на површински слој, са мањим проласком ка дубљим слојевима папира. То би значило да једноставно механичко чишћење може бити од кључног значаја за превентивну заштиту докумената од загађујућих елемената наталожених на њиховој површини, а коришћење алкалних кутија се увек може препоручити за ову намену.

Народна библиотека Србије основана 1832. најстарија је институција културе на територији наше земље. Народна библиотека Србије данас представља највећу националну библиотеку на Балкану, те с правом можемо рећи ресурс културе Србије и региона. Фонд Народне библиотеке Србије данас чини око 5 милиона јединица, са богатом збирком рукописних књига на српском и другим редакцијама старословенскога језика (руској, бугарској, влашко-молдавској), као и старе штампане књиге настале у периоду од 1494. до 1638. године. У саставу разних зборника и других дела налазе се преписи српских родослова и летописа, дела из географије, историје, фармакологије, као и други састави световне садржине (<http://www.nb.rs>). Заштита ове грађе од пропадања један је основних задатака конзерватора.

### Материјал и методе

У овом раду анализирани су концентрације тешких метала у биљном материјалу, тј. листовима дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum* L.) и липе (*Tilia tomentosa* L. – чији су листови чешће узорковани и *Tilia cordata* Mill.). Узорци биљног материјала који су анализирани у овом раду сакупљани су на почетку и крају вегетационе сезоне, тј. у мају и септембру, током 5 година (од 2002. до 2006. године). Сакупљање материјала је вршено на локалитету Карађорђевог парк, који се налази у непосредној близини Народне библиотеке Србије, и који представља репрезентативни градски локалитет у смислу високе загађености, пре свега услед интензивног саобраћаја (Слика 1).

Листови су одсецани маказама од нерђајућег челика и паковани у полиетиленске кесе. Том приликом водило се рачуна да се одабрани

листови за анализу налазе на висини од око 2 m од површине тла и на ободу крошње. Свеже узорковани листови дивљег кестена и липе су испирани кратко у бидестилованој води (три пута по неколико секунди), како би се уклониле крупније нечистоће које би могле довести до неочекиваних одступања у експерименталним резултатима. Након прања, листови су сушени, прво на собној температури, а потом у сушници током 24 h на 40 °C. Осушени листови су у ахатном авану спрашени до ситне гранулације. Приближно 0,4 g овако спрашених узорака листова је узимано за даљу хемијску процедуру, односно дигестију у раствору 3 ml 65 % HNO<sub>3</sub> (Suprapure, Merck) и 2ml 30 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Дигестија је вршена током 2 h у микроталасном систему за дигестију (speedwave™ MWS-3<sup>+</sup>, BERGHOF) користећи, при том, температурни програм за разлагање хране, 100 – 170 °C. У узорке је након дигестије додата дестилована вода, до запремине 25 ml. Концентрације елемената су одређене помоћу инструменталне методе масене спектрометрије са индуковано спрегнутом плазмом (ICP–MS Agilent 7500ce) и методом оптичке емисионе спектрофотометрије са индукованом спрегнутом плазмом (ICP-OES SpectroGenesis EOP II, Spectroanalytical Instruments GmbH, Kleve, Germany).



Слика 1. Положај Карађорђевог парка и Народне библиотеке Србије на територији града Београда

## Резултати и дискусија

Употребом ICP-OES одређене су концентрације Cr, Fe, Ni, Cu, Zn и Pb, док су употребом ICP-MS инструменталне анализе одређене концентрације (µg g<sup>-1</sup>) As, Cd и V у узорцима листова кестена (*A. hippocastanum*) и липе (*Tilia* spp.), са локације Карађорђевог парк (КП) у

непосредној близини Народне библиотеке Србије у Београду. Узорци листова сакупљани су током 5 година (од 2002. до 2006. године) на почетку (мај) и на крају (септембар) вегетационог периода, у поменутом временском периоду.

Карађорђево парк се налази у самом центру Београда, окружен је прометним саобраћајницама (Аутокоманда), високим зградама и аутобуским стајалиштима, те с тога представља репрезентативну локацију изложену типичном градском загађењу. Народна библиотека Србије се налази уз Карађорђево парк, који је одваја од најпрометније саобраћајнице тог дела града (**Слика 1**).

Сезонска акумулација (накупљање) елемената, односно пораст концентрација током вегетационог периода, је појава позната код бројних биљних врста, укључујући и дивљи кестен (Kim & Fergusson, 1994). Однос концентрација метала (Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb, V, As, Cd) у листовима дивљег кестена и липе на почетку (мај) и на крају (септембар) вегетационог периода (од 2002. до 2006. године) са локације Карађорђево парк приказан је на **Сликама 2. 1. до 2. 9.** Током свих вегетационих сезона, примећена је јасна акумулација испитиваних елемената у листовима обе биљне врсте, односно измерене су веће концентрације у листовима прикупљеним на крају сваке вегетационе сезоне (септембар), у односу на листове узорковане у мају (осим за Cu и Cd), с тим што је правилнија акумулација (кроз све године истраживања) постојала у листовима дивљег кестена (**Слике 2. 1. до 2.9.**).

Претходна истраживања атмосферске депозиције у урбаној средини Београда указала су на присуство бројних честица на листовима дивљег кестена и леске. Највећи број анализираних честица спада у класу ситних честица (пречника  $\leq 2 \mu\text{m}$ ). Према морфолошком и хемијском саставу, најчешће су на листовима биле присутне честице чађи и прашине, које су садржале бројне елементе, укључујући и тешке метале. Такође су у фракцији испраној са појединачних листова одређиване у води растворне концентрације Pb, Cu и Zn (Томашевић *et al.*, 2005).

Такође, у неким ранијим испитивањима спроведеним на подручју Београда, утврђена је добра повезаност садржаја Pb у листу дивљег кестена и нивоом олова у суспендованим честицама (мереним инструменталним путем помоћу узоркивача честица) током две узастопне године, од 1996. до 1997. године, (подаци преузети од Градског завода за јавно здравље у Београду) када је дошло до наглог повећања нивоа олова у ваздуху. Дакле, концентрација Pb у листовима дивљег кестена одражава промене атмосферског загађења тим елементом (Томашевић *et al.*, 2008).

Доминантни извор загађења у урбаној средини представља саобраћај и подразумева не само издувне гасове моторних возила (Pb, Cr) већ и честице настале хабањем аутомобилских гума (Zn) и кочионих система (Sb, Cu, Zn, Ba). Градски саобраћај, такође, доводи до ресуспензије честица уличне прашине коју, углавном, чине честице земљишта (Al, Si, Fe), али и оне настале хабањем уличног асфалта (Ca, Fe, Al,...), као и делова моторних возила (Al – каросерије и мотора, Fe – кочионих система, Sb, Cu, Zn и Ba – гума и кочица) (Zechmeister *et al.*, 2005; Viana *et al.*, 2008, Rajšić *et al.*, 2008).

Процењујући која је од две испитиване дрвенасте врсте погоднији биоаккумулятор тешких метала у ваздуху градске средине, дивљи кестен је у испитивањима из ове студије кроз вишегодишњи период, показао поузданији одговор у односу на липу (Слика 2.). Лист дивљег кестена је иначе храпавији од листа липе због израженије нерватуре, што би могло утицати на различит ниво депоновања акумулације атмосферских честица. Нека ранија истраживања спроведена на листовима дивљег кестена (*Aesculus hippocastanum*) су показала да је такође бољи биомонитор у односу на листове мечије леске (*Colurna vulgaris*) (Томашевић *et al.*, 2005). Код морфолошки изразито различитих листова концентрације депонованих тешких метала могу бити и до неколико пута веће код неких дрвенастих биљних врста у поређењу са другим (Wu *et al.*, 1992).

Према наведеном, може се претпоставити да су испитивани елементи нађени у листовима дивљег кестена и липе углавном пореклом из саобраћаја, а осим емисије издувних гасова, укључујући и допринос услед хабања возила, трења са подлогом и допринос уличне прашине (Расуна & Расуна, 2001).

Тешки метали, као што су Cd, Cu, Pb и други, као саставни део аеросола преносе се ваздушним струјањима на мање или веће удаљености и потом се депонују на различитим површинама (Hutchinson & Whitby, 1977; Nriagu, 1992; Vukmirović *et al.*, 1997). Метали доводе до убрзаног пропадања папира, посебно Fe и Cu који су познати као катализатори оксидације, доводећи на тај начин до распадања целулозе (Faubel *et al.*, 2007). Дакле, Фаубел и сарадници су указали да крост и пожутела боја хартије вероватно потичу од оксидативне разградње узроковане присуством бакар(II)-јона, тзв. бакар-пигментне корозије. Препознавање оштећења узрокованих тешким металима је од изузетно великог значаја с обзиром да тако конзерватор може изабрати адекватан „метод лечења“, тј. конзерваторски третман.



Атмосферска сува депозиција тешких метала (услед дејства силе гравитације) има значајан допринос у укупној депозицији метала на вегетацији. Нарочито шумска вегетација, пре свега четинарска, је ефикасна за хватање аеросола (Fergusson *et al.*, 1980; Fowler *et al.*, 1989; Petty & Lindberg, 1990; Slanina, 1996, 2000). С обзиром да су листови дрвећа веома ефикасни у усвајању атмосферских честица (Томашевић *et al.*, 2008) њихова улога у редукцији (смањивању) концентрације честица које имају потенцијал да доводе до деградације папира је несумљива.

### **Закључак**

У оквиру овог рада испитивана је могућност коришћења листова листопадног дрвећа дивљег кестена (*A. hippocastanum*) и липе (*Tilia* spp.) у биоакумулацији атмосферске депозиције елемената Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb, V, As и Cd, у циљу смањења директног штетног дејства ових метала на вредну рукописну и осталу грађу која се чува у Народној библиотеци Србије.

Анализом резултата закључено је да постоји јасна сезонска (септембар/мај) акумулација Cr, Fe, Ni, Zn, Pb, As и V у листовима дивљег кестена и липе узоркованим из Карађорђевог парка. Међутим, већу правилност у сезонској акумулацији испитиваних метала показали су листови дивљег кестена, вероватно због специфичне морфологије листова (израженије рељефности нерватуре), те се, сходно томе, дивљи кестен може сматрати бољом биоакумулативном врстом од липе.

Сходно израженим биоакумулативним способностима обе биљне врсте, формирање зеленог појаса од кестена и/или липе око зграде Народне библиотеке Србије могло би смањити концентрацију испитиваних метала у ваздуху трезора у којима се чува национално културно наслеђе од непроцењивог значаја.

### **ЛИТЕРАТУРА**

Brzozowska-Jablońska, M. 1996, Biblioteka Muzealnictwa i Ochrony Zabytków serie B, 24, 115.

Derwent, R.G., 1996. EPAQS recommendations – can they be implemented? Proc. 63<sup>rd</sup> National Society for Clean Air Environmental Protection Conference and Exhibition, National Society for Clean Air, Brighton.

Ekološko vrednovanje Beograda 2005, urednici Verica Gburčik, Slobodan Tošović. Gradski zavod za javno zdravlje, Beograd.

Ekonomiska komisija za Evropu, Komisija za programsku politiku u oblasti zaštite životne sredine, 2007, Republika Srbija, pregled stanja životne sredine, Ujedinjene nacije, Njujork, Ženeva.

EU. 2008. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe, Official Journal 11.06.2008, L152/1–44.

European Environment Agency (EEA), 2005, Environment and Health, EEA Report No. 10/2005, Copenhagen, pp. 35.

Faubel, W., Staub, S., Simon, R., Heissler, S., Pataki, A., Banik, G. 2007, Non-destructive analysis for the investigation of decomposition phenomena of historical manuscripts and prints, *Spectrochem, Acta Part B*; 669-676.

Fergusson, J.E., Hayes, R.W., Yong, T.S., Thiew, S.H., 1980, Heavy metal pollution by traffic in Christchurch, New Zealand: lead and cadmium content of dust, soil and plant samples, *New Zealand. J. of Sci.* 23: 293-310.

Fowler, D., Cape, J.N., Unsworth, M.H., 1989, Deposition of atmospheric pollutants on Forests, *Philosoph, Trans. of the Royal Society of London* 324: 247–265.

Harrison, R.M., 2000. Particulate matter in the atmosphere: Which particle properties are important for its effects on health? *Sci. Total Environ.* 249, 85–101.

Havermans, J., 1995, Effects of Air Pollutants on Accelerated Ageing of Cellulose-based Materials. *Restaurator*, 16/4: 209–233.

Havermans, J. and Porck, H., 2002, *La Conservation ARSAG*, Paris, pp. 173–179.

Hutchinson, T.C., Whitby, M., 1977, The effects of acid rainfall and heavy metal particulates on a boreal forest ecosystems near the Sudbury smelting region of Canada. *Water, Air and Soil Pollut*, 7: 421–438.

Johansson A., Kolseth P. and Lindqvist, O., 2000, Uptake od Air Pollution, *Restaurator*, 21/3: 117.

Kim, N.D., Fergusson, J.E., 1994, Seasonal variations in the concentrations of cadmium, copper, lead and zinc in leaves of the horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.), *Environmental Pollution* 86: 89–97.

Meadows, R., 1996, Growing pains. *Environ. Health Perspec.*, 104: 146–149.

Nasir, Z.A. & Colbeck, 2009, Particulate air pollution in transport micro-environments, *J. Environ. Monit.*, 11: 1140.

- Nriagy, J.O., 1988, A silent epidemic of environmental metal poisoning. *Environ. Pollut.*, 50: 139–161.
- Nriagy, J.O., 1992, Contamination of the atmosphere with toxic metals, In: Verry, E. S., Vermette, S. J. (Eds), *The Deposition and Fate of Trace Metals in Our Environment*. General Technical Report, NC-150, St. Paul, Mn. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North-Central Experimental Station, pp. 171.
- Pacyna, E.G., Pacyna, J.M., Fudala, J., Strzelecka-Jastrzab, S., Hlawiczka, E.S. Panasiuk, D., 2007, Current and future emissions of selected heavy metals to the atmosphere from anthropogenic sources in Europe. *Atmos. Environ.*, 41: 8557–8566.
- Pacyna, J. M. and Pacyna E. G., 2001, An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide, *Environ. Review* 9: 269–298.
- Радосављевић, В., Петровић, Р., 2000, Конзервација и рестаурација архивске и библиотечке грађе и музејских предмета од текстила и коже, Архив Србије, Архив Војводине, Београд.
- Petty, W.H., Lindberg, S.E., 1990, An intensive 1-month investigation of trace metal deposition and through fall at a mountain spruce forest. *Water, Air and Soil Pollut*, 53: 213–226.
- QUARG- Quality of Urban Air Review Group., 1996, *Airborne Particulate Matter in the United Kingdom: Third Report of the Quality of Urban Air Review Group*, Birmingham, pp. 139–155.
- Rajšić, S., Mijić, Z., Tasić, M., Radenković, M., Joksić, J., 2008, Evaluation of the levels and sources of trace elements in urban particulate matter. *Environ. Chem. Letters*, 6: 95–100.
- Seinfeld, J. H. & Pandis, S. N. 1998. *Atmospheric Chemistry and Physics from Air Pollution to Climate Change*. John Wiley & Sons, New York, pp. 21–24, 97–109.
- Slanina, J., 1996. BIATEX (BIosphere/ATmosphere EXchange of pollutants): An Overview and evaluation, *Proceedings EUROTRAC Symposium '96, Garmisch-Partenkirchen, 25–29th March, 1996*, (Eds. P.M. Borell, P. Borell, T., Cvitas. K. Kelly and W. Seiler) 2, 265–272.
- Slanina, S., 2000, BIATEX (BIosphere/ATmosphere EXchange of pollutants): Assesment and Achievements. In: Borell, P., Borell, M. (Eds.), *Transport and Chemical Transformation of Pollutants in the Troposphere*. Biosphere –

- Atmosphere of Pollutants and Trace Substances, Springer Verlag, Heidelberg
- Tomašević, M., Vukmirović, Z., Rajšić, S., Tasić, M., Stevanović, B., 2005, Characterization of trace metal particles deposited on some deciduous tree leaves in an urban area, *Chemosphere* 61: 753.
- Tomašević, M., Vukmirović, Z., Rajšić, S., Tasić, M., Stevanović, B., 2008, Contribution to biomonitoring of some trace metals by deciduous tree leaves in urban areas. *Environ. Monit. Assess.*, 137: 393–401.
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 1989, Effects Related to Long-Range Atmospheric Transport of Some Heavy Metals. Effects under the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, Geneva.
- Viana, M., Kuhlbusch, T.A.J., Querol, X., Alastuey, A., Harrison, R.M., Hopke, P.K., Winiwarter, W., Vallius, M., Szidat, S., Prévôt, A.S.H., Hueglin, C., Bloemen, H., Wählín, P., Vecchi, R., Miranda, A.I., Kasper-Giebl, A., Maenhaut, W., Hitenberger, R., 2008, Source apportionment of particulate matter in Europe: A review of methods and results. *Aerosol Sci.* 39: 827–849.
- Voutsas, D., Samara, C., 2002, Labile and bioaccessible fractions of heavy metals in the airborne particulate matter from urban and industrial areas, *Atmos. Environ.* 36: 3583–3590.
- Vukmirović, Z., Marendić-Miljković, J., Rajšić, S., Tasić, M., Novaković, V., 1997, Resuspension of trace metals in Belgrade under drastically reduced emission levels. *Water, Air and Soil Pollut.* 93: 137–156.
- Wagner, B., Bulska, E., Drewniak, A., Sobucki, W. and Rams, D., 2009, LA-ICP-MS Investigations of a Long-Term Effect of Indoor Air Pollution on Paper. *Chem. Anal.*, 54: 1253.
- Walker, S.E., Slordal, L.H., Guerreiro, C., Gram, F. and Gronskei, K.E., 1999, Air pollution exposure monitoring and estimation. Part II. Model evaluation and population exposure. *J. Environ. Monit.*, 1: 321
- Wu, Y-L., Davidson, C.I., Doiske, D.A., Sherwood, S.I., 1992, Dry deposition of Atmospheric contaminants: The relative importance of aerodynamic, boundary layer and surface resistances. *Aerosol Sci. and Tech.* 16: 65–81.
- Zechmeister, H.G., Hohenwallner, D., Riss, A., Hanus-Iltnar, A., 2005, Estimation of element deposition derived from road traffic sources by using mosses. *Environ. Pollut.* 138: 238–249.

## Summary

K. Kocić, T. Spasić, M. Aničić Urošević, M. Tomašević (Belgrade)

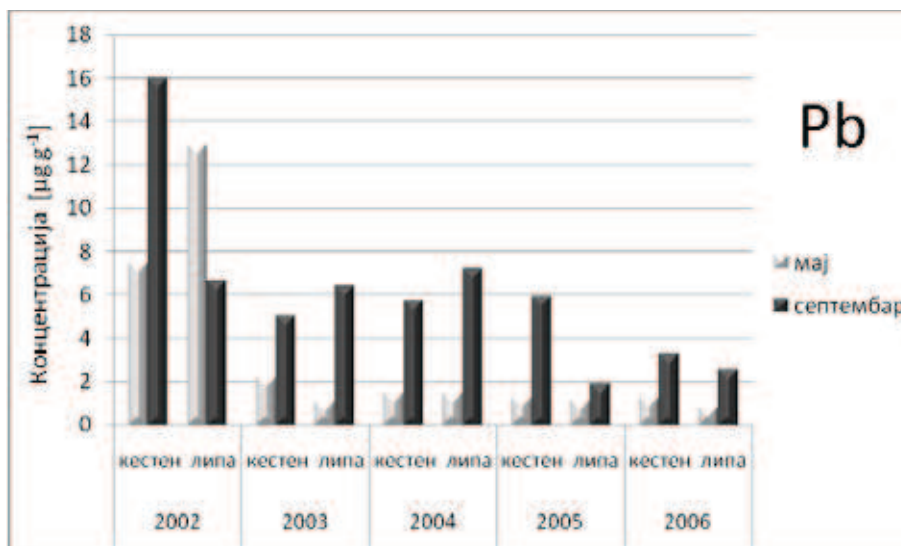
Green belt around National Library of Serbia as a natural barrier of the urban heavy metals pollution (V, Cd, As, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, and Pb)

For many centuries paper was the main material for recording cultural achievements all over the world. Paper is mostly made from cellulose with small amounts of organic and inorganic additives, which allow its identification and characterization and may also contribute to its degradation. Paper degradation can be accelerated by the effect of aggressive chemical compounds; furthermore, it can be also accelerated by the presence of transition metals in the atmospheric particles. So, indoor pollution in cultural institutions such as museums, libraries and archives is of particular importance.

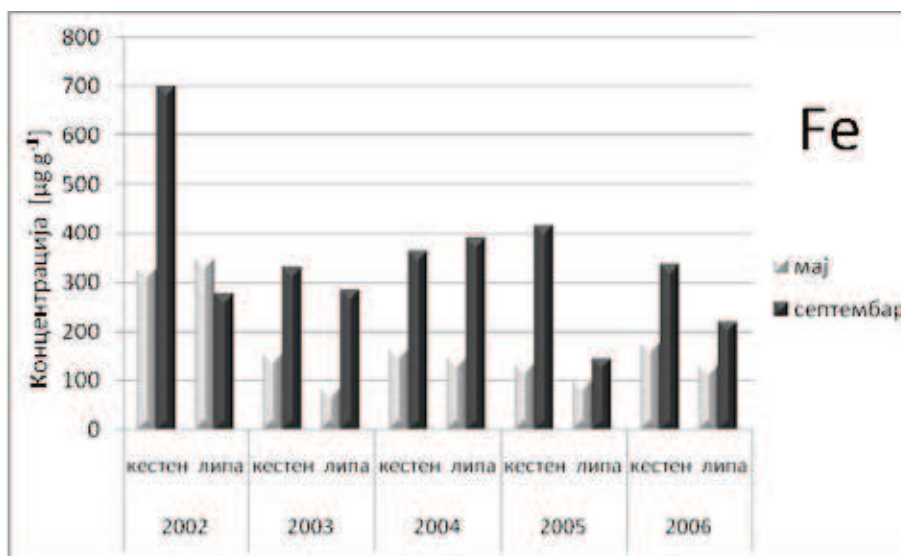
Leaves of common deciduous trees: horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) and linden (*Tilia spp.*) from Karadjordjev park, near one of the most important cultural institution National Library of Serbia, were studied as bioaccumulators of metals (Cr, Fe, Ni, Zn, Pb, Cu, V, As and Cd) atmospheric pollution. The samples were collected from the urban park exposed to the exhaust of heavy traffic: Karadjordjev Park (KP), near to the National Library of Serbia. The May–September metal accumulation in the leaves, and their temporal trends, were assayed in a multi-year period (2002–2006).

According to high bioaccumulative capabilities of both plant species, forming of green belt around the building of National Library of Serbia, could reduce the concentration of studied metals in depots which keeps manuscripts and other invaluable national cultural heritage.

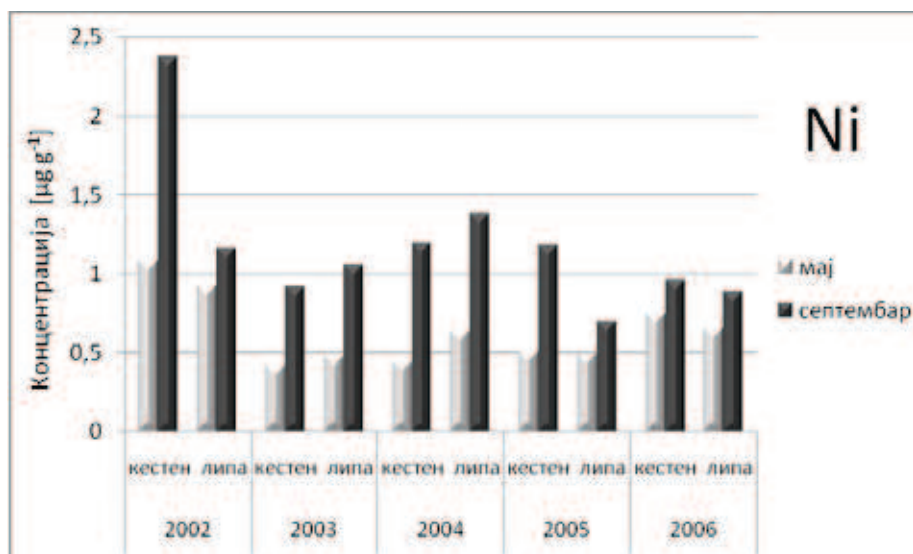
BIBLID: 0351-2819, (2012), 34, стр. 203–219



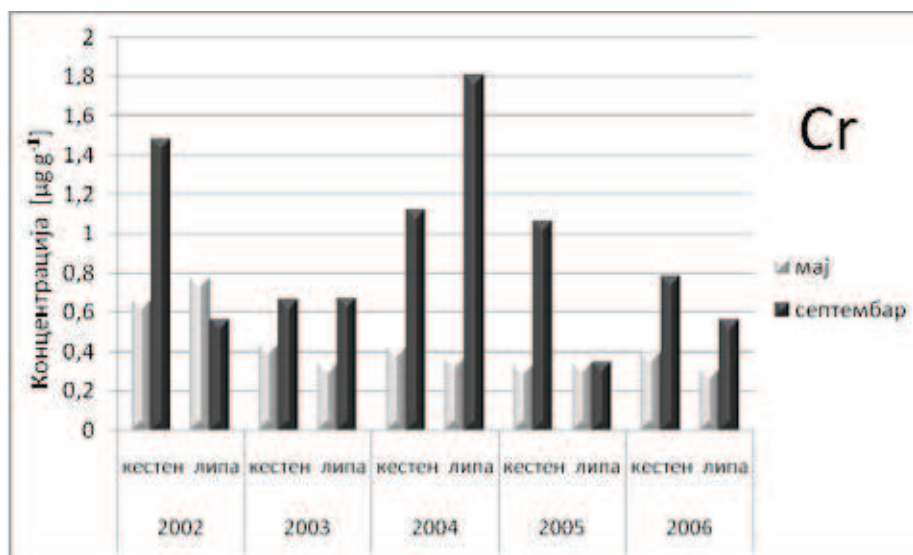
Слика 2. 1. Сезонска и годишња динамика промене концентрације Pb у листовима дивљег кестена и липе ( $\mu\text{g g}^{-1}$  суве масе) са локације Карађорђевог парка у Београду



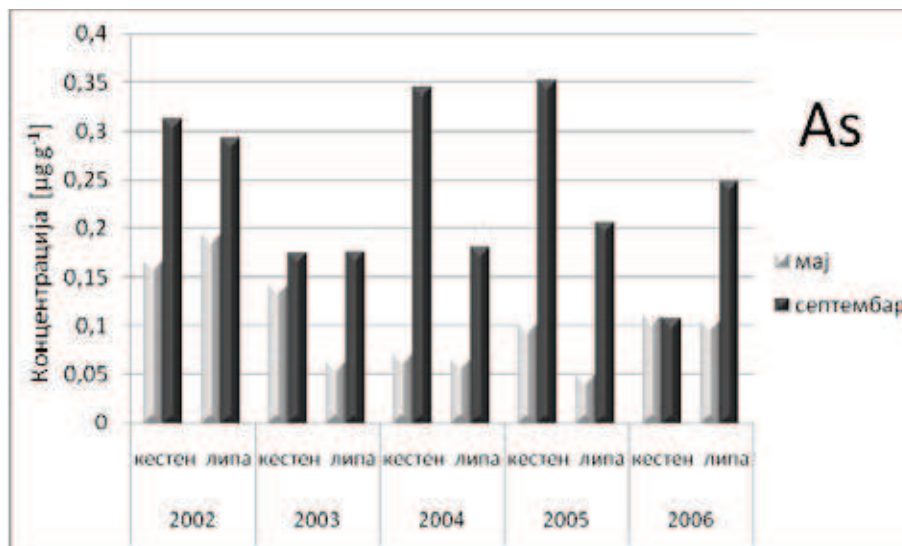
Слика 2. 2. Сезонска и годишња динамика промене концентрације Fe у листовима дивљег кестена и липе ( $\mu\text{g g}^{-1}$  суве масе) са локације Карађорђевог парка у Београду



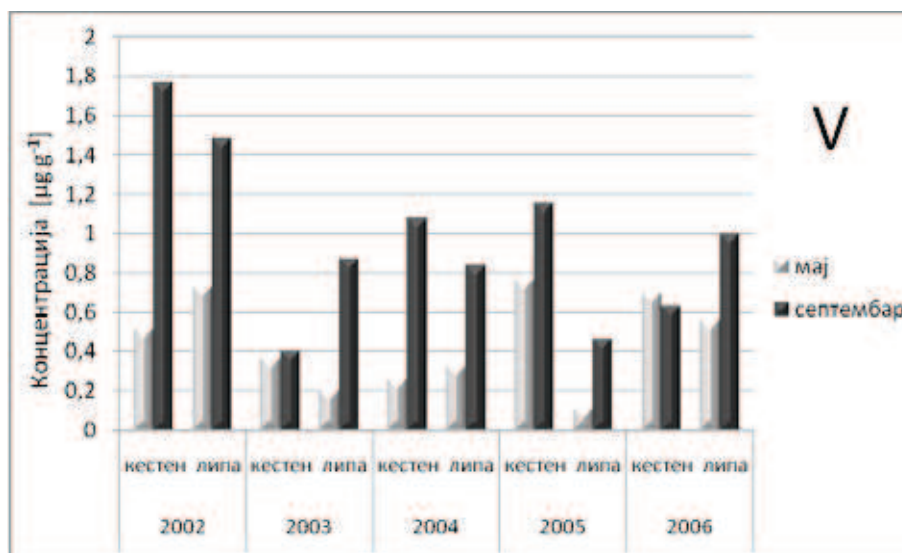
Слика 2.3. Сезонска и годишња динамика промене концентрације Ni у листовима дивљеог кестена и липе ( $\mu\text{g g}^{-1}$  суве масе) са локације Карађорђевог парка у Београду



Слика 2.4. Сезонска и годишња динамика промене концентрације Cr у листовима дивљеог кестена и липе ( $\mu\text{g g}^{-1}$  суве масе) са локације Карађорђевог парка у Београду

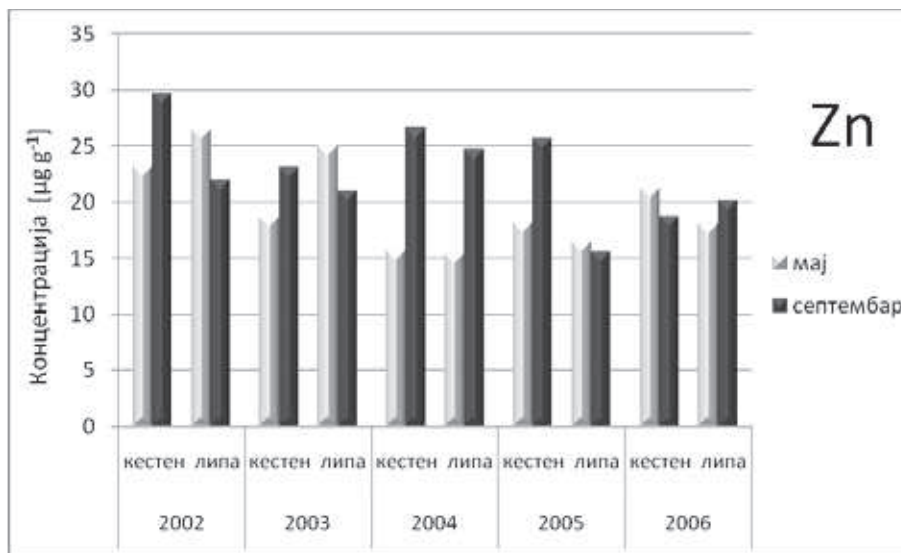


Слика 2. 5. Сезонска и годишња динамика промене концентрације As у листовима дивљега кестена и липе ( $\mu\text{g g}^{-1}$  суве масе) са локације Карађорђевог парка у Београду

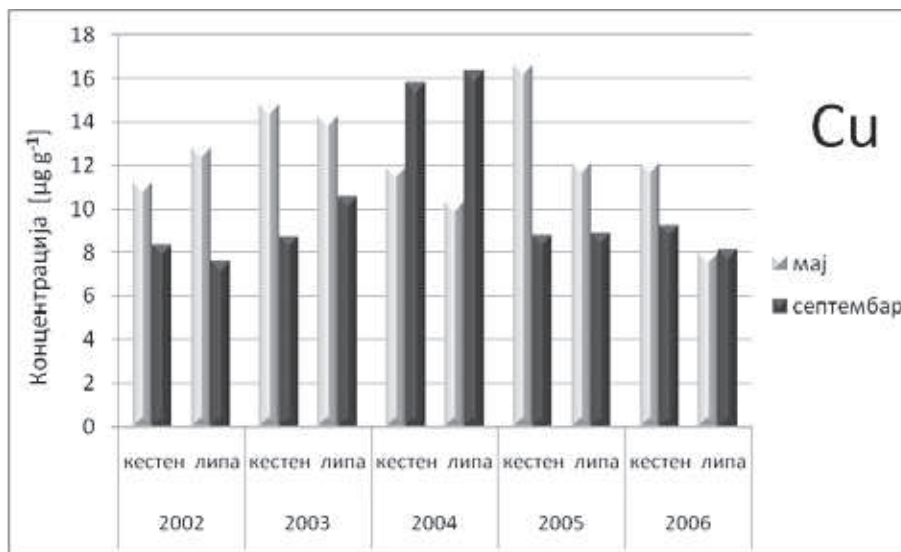


Слика 2. 6. Сезонска и годишња динамика промене концентрације V у листовима дивљега кестена и липе ( $\mu\text{g g}^{-1}$  суве масе) са локације Карађорђевог парка у Београду

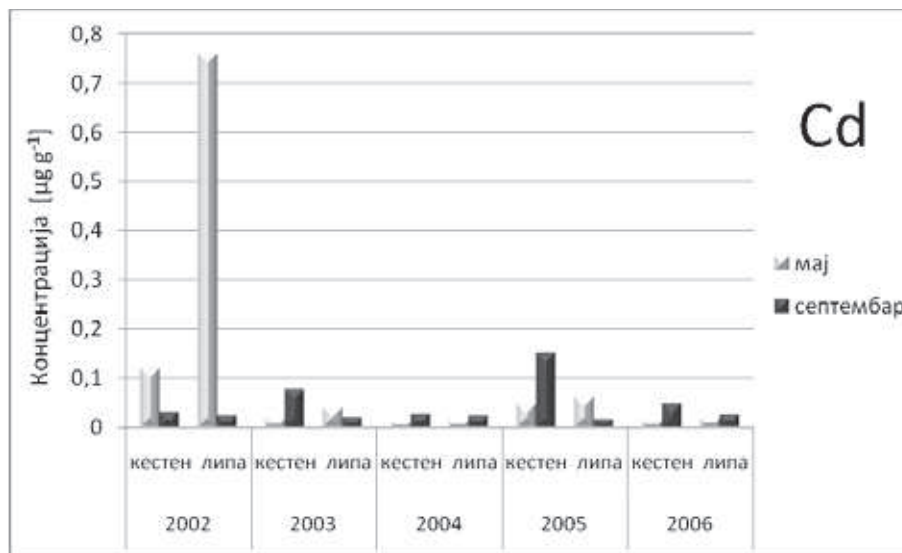




Слика 2. 7. Сезонска и годишња динамика промене концентрације Zn у листовима дивљеог кестена и липе ( $\mu\text{g g}^{-1}$  суве масе) са локације Карађорђевог парка у Београду



Слика 2. 8. Сезонска и годишња динамика промене концентрације Cu у листовима дивљеог кестена и липе ( $\mu\text{g g}^{-1}$  суве масе) са локације Карађорђевог парка у Београду



**Слика 2.9.** Сезонска и годишња динамика промене концентрације Cd у листовима дивљег кестена и липе ( $\mu\text{g g}^{-1}$  суве масе) са локације Карађорђевог парка у Београду