

## Kalkituksen vaikutus mauste- ja rohdoskasvien satoon ja raskasmetallipitoisuuksiin

Marjo Marttinen, Marja Roitto ja Bertalan Galambosi

MTT Ekologinen tuotanto, Karilantie 2A, 50600 Mikkeli, [etunimi.sukunimi@mtt.fi](mailto:etunimi.sukunimi@mtt.fi)

### Johdanto

Vaikka yrttien sisältämät raskasmetallit eivät olekaan tavalliselle kuluttajalle terveystarve, niillä on merkitystä erityisesti silloin, kun myydään rohdosteollisuudelle raaka-ainetta. Euroopassa yrttien raskasmetalli- ja aromipitoisuuksia on tutkittu paljon. Kalkituksen vaikutusta yrttien sisäiseen laatuun sen sijaan on tutkittu suhteellisen vähän. Suomessa on tehty yrttien kalkituskoe piparmintulla, joka ei ole erityisen altis keräämään kadmiumia eikä kokeessa mitattu raskasmetalleja (Aflatuni, ym. 2003).

Mäkelä-Kurton (1994) mukaan kasvien metallien otto riippuu hyvin monista tekijöistä. Siihen vaikuttavat metalli, sen määrä maaperässä sekä kemiallinen muoto. Maaperän maalaji, sen multavuus ja savespitoisuus, happamuus eli pH, maan happi- ja vesipitoisuus sekä maan kyky sitoa metalleja vaikuttavat kasvien metallien ottoon. Eri kasvilajit, jopa -lajikkeet, ottavat metalleja eri tavoin. Lisäksi eri metallit kertyvät eri kasvinosiin eri tavoin. Kasvukauden lämpöolot ja sademäärä vaikuttavat myös.

MTT:n laajaan eurooppalaiseen aineistoon perustuvassa kirjallisuusselvityksessä yrttien raskasmetallipitoisuuksista kävi ilmi, että kadmiumin määrä vaihtelee paljon kasvilajista riippuen (Roitto & Galambosi, 2005). Kadmiumia kerääviä kasveja ovat mm. rakuuna, mäkikuisma, kamomilla, persilja, siankärsämö, reunuspäivänkakkara, tilli, ampiaisyrtti, voikukka, koivunlehdet, keto-orvokki, unikon ja pellavan siemenet. MTT:lla tutkittiin v. 1989-2003 kerättyjä yrttinäytteitä. Niissä lyijyn määrä oli alhainen ja lyijypitoisuudet ylittivät harvoin sallitun enimmäismäärän. Suomalaisissakin yrttinäytteissä oli joskus kadmiumia yli kuivatuille rohdoskasveille suositellun enimmäispitoisuuden 0,2 mg kg<sup>-1</sup>. Tuoreiden lehtivihannesten EU-raja-arvo kadmiumille ei yleensä ylittynyt. (Galambosi ym. 2004)

Suomen maaperä on luonnostaan hapan ja kalkitsemattomissa tai vähän kalkituissa maissa raskasmetallien liukoisuus paranee (Alainen, 2001).

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, vaikuttaako kalkitus kokeeseen valittujen rohdos- ja mausteikasvien satoon ja sadon raskasmetallipitoisuuksiin. Tavoitteena oli tutkia, kuinka pH:n nostaminen kalkituksen avulla vaikuttaa maan raskasmetallien liukoisuuteen ja sitä kautta sadon raskasmetallipitoisuuksiin. Tässä tutkimuksessa keskityttiin lyijyyn ja kadmiumiin. Tutkimuksella pyrittiin saamaan helposti käytännön viljelyyn sovellettavaa tietoa.

### Aineisto ja menetelmät

#### *Koejärjestelyt*

Kalkitustutkimus tehtiin MTT Ekologisen tuotannon pelloilla Mikkelin Karilassa v. 2004 ja 2005. Maalaji kasvupaikalla oli runsasmultainen hieno hieta ja lähtötilanteessa maan pH oli 5,5. Maan kokonaiskadmiumipitoisuus oli 0,13 mg/kg (kuningasvesiuutto).

Koe tehtiin satunnaistettujen lohkojen muotoisena osaruutukokeena. Pääruututasolla käytettiin kalkitustasoja, jotka olivat 0 = kontrolli, kalkitus 1 = 4 tn/ha ja kalkitus 2 = 8 tn/ha, ja osaruutufaktorina oli kasvilaji (neljä eri lajia). Toistoja oli kuusi. Satoa korjattiin 1 m<sup>2</sup>:n alalta kustakin osaruudusta.

Keväällä 2004 pääruudut kalkittiin suunnitelman mukaisesti käyttäen SMA Saxo Mineral Oy:n hienoa dolomiittikalkkia Loukolammilta. Kalkki jyrättiin maahan. Molempina vuosina kaikki kasvit saivat Puutarhan Y 2 -lannoitetta 800 kg/ha.

Kokeeseen valittiin sekä kadmiumia kerääviä että välttäviä kasveja. Keräävät kasvit olivat (lehti)tilli ja ranskalainen rakuuna. Kadmiumia välttäväksi lajiksi valittiin piparminttu. Kadmiumin mahdollisesta kertymisestä rohtosamettikukkaan ei tiedetty, mutta kesän 2003 yksittäisessä analyysituloksessa rohtosamettikukan kadmiumipitoisuus oli korkea, 0,5 mg /kg kuivapainoa kohden.

Tillin siemenet ostettiin. Lajike oli Mammut ja ensimmäisenä vuonna siemenet olivat peitattuja, toisena vuonna peittaamattomia. Tilli kylvettiin 2 cm:n syvyyteen käsin, siemenmäärä oli 0,75 g/rivimetri ja riviväli 20 cm. Rohtosamettikukan siemenet olivat edellisenä vuonna Karilassa kasvaneista kasveista koottua siementä, jonka itävyys oli 73-74 %. Taimet kasvatettiin Plantek-kennostoissa (ko-

ko 5 x 5 cm). Kasvualustana oli peruslannoitettu ja kalkittu Kekkilän kylvöseos. Kuhunkin lokeroon kylvettiin 7 siementä. Taimia ei lisälannoitettu noin neljä viikkoa kestäneen taimikasvatuksen aikana.

Rakuunan lisäysaineisto tehtiin alkukesällä 2004 jakamalla Karilan yrttitarhassa olevaa rakuunaa. Keskikesällä rakuunaistutusta täydennettiin savonlinnalaiselta viljelijältä ostetuilla rakuunan taimilla. Molempien rakuunoiden alkuperä oli sama. Rakuuna istutettiin 30 x 30 cm:n välein entiseen istutussyvyyteen ja latvottiin heinäkuun 2004 alussa.

Piparmintun lisäysaineistona käytettiin Karilan yrttitarhasta nostetun piparmintun rönsyjä ja juuren palasia. Kuhunkin osaruutuun istutettiin rönsyjä ja juurenpalasia 46 g/m. Istutussyvyys oli 10 cm ja ruudussa oli yksi rivi.

Rikkakasvit pidettiin kurissa haraamalla osaruutujen välit sekä tillin rivivälit. Pääruutujen väleissä oli punanata-niittynurmikkavaltainen nurmikate, joka pidettiin niittämällä lyhyenä. Piparmintulle levitettiin heinäkatte molempina vuosina alkukesällä. Lisäksi rikkakasveja kitkettiin. Koealuetta ei kas-teltu kertaakaan, mutta kesäkuussa 2004 koealue peitettiin kerran harsolla hallan uhatessa. Torjunta-aineita ei käytetty.

### **Mittaukset**

Ennen sadonkorjuuta mitattiin kasvustojen korkeus. Sato korjattiin käsin ja tuore kokonaissato punnittiin. Kustakin osaruudusta kuivattiin 2 x 200 g:n kasvinäytteet kuivasadon ja raskasmetallipitoisuuksien määrittämiseksi varten. Näytteet kuivattiin kaappikuivureilla 40 °C:een lämmössä, kunnes kasvien varret katkesivat raksahten poikki. Kuivatut näytteet punnittiin ja niistä erotettiin lehdet ja varret käsin. Lehtimassa säilytettiin huoneenlämmössä ruskeaan paperipussiin ja muovipussiin pakattuna. Näytepusit olivat mustassa muovisäkissä. Tillistä saatiin vain ensimmäisen vuoden satotulokset, koska vuonna 2005 kasvusto kärsi taimipolteesta. Rakuunasta on vain toisen vuoden sato, koska talvehtimisen varmistamiseksi ensimmäisen vuoden sato jätettiin korjaamatta.

Kuivatut lehtinäytteet analysoitiin MTT Ympäristöhallinnan laboratoriossa. Raskasmetalli- sekä Ca-, K-, P- ja Mg-määritykset tehtiin märkäpoltetuista näytteistä plasma-atomiemissiospektrometrillä (ICP-MS PESCIEX ELAN 6000).

Ennen koeruutujen kalkitsemista otettiin kuusi maanäytettä, joista määritettiin viljavuus (HAAC), pH (H<sub>2</sub>O), raskasmetallien kokonaispitoisuus (kuningasvesiuutto) sekä liukoiset raskasmetallit (Ca<sub>2</sub>Cl, ja HAAC-EDTA). Osaruuduilta otettiin molempina syksyinä maanäytteet sadonkorjuun jälkeen ja niistä määritettiin viljavuus (HAAC) sekä liukoiset raskasmetallit (Ca<sub>2</sub>Cl). Raskasmetallien kokonaispitoisuudet tutkittiin (kuningasvesiuutto) pääruuduittain. Maanäytteet otettiin ruokamultakerroksesta käytännön viljelyssä käytössä olevien näytteenotto-ohjeiden mukaan.

### **Tulosten käsittely**

Tuloksista on laskettu keskiarvot ja -hajonnat. Kalkituksen vaikutus yrtyien satoon ja raskasmetallipitoisuuksiin analysoitiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä SAS-ohjelmiston MIXED-proseduurilla (SAS 9.1). Rakuunalle ja tillille oli käytettävissä yhden vuoden satotulokset. Yksisuuntaista varianssianalyysiä käytettiin silloin, kun viljelyvuoden ja kalkituksen välillä havaittiin yhdysvaikutus. Regressioanalyysin avulla tutkittiin maan liukoisen kadmiumpitoisuuden vaikutus kasvien kadmiumpitoisuuksiin.

## **Tulokset ja tulosten tarkastelu**

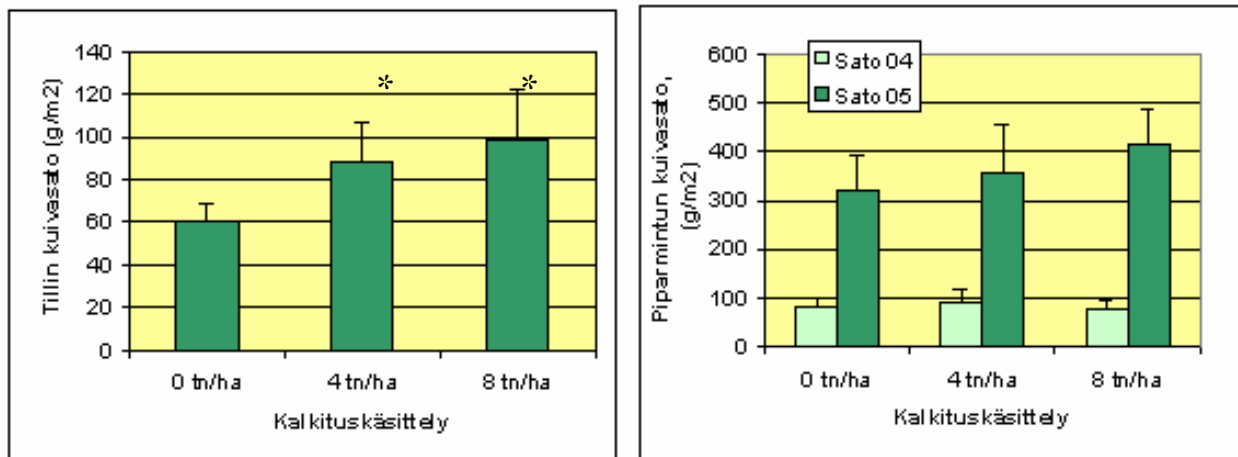
### **Kalkituksen vaikutus satoon**

Kalkitus paransi tillin satoa vuonna 2004 ( $F=7,19$ ,  $p<0,007$ ) (Kuva 1a). Kalkitsemattomilta ruuduilta saatiin kuivaa satoa keskimäärin 60 g/m<sup>2</sup>. Satoa saatiin 88 g/m<sup>2</sup>, kun kalkitustaso oli 4 tn/ha ja 99 g/m<sup>2</sup>, kun kalkkia annettiin 8 tn/ha. Vuonna 2005 satoa ei punnittu, koska kasvusto oli taimipolteen vuoksi epätasainen.

Ranskalainen rakuuna ( $F=0,58$ ,  $p<0,5699$ ) ja rohtosamettikukka ( $F=3,49$ ,  $p<0,0569$ ) kasvoivat tsaaisesti kaikilla kalkitustasoilla. 8 tn/ha kalkitus nosti maan keskimääräisen pH:n 5,9:ään. Se on huomattavasti alempi kuin rohtosamettikukan optimi-pH, 7-8 (Small, 1997), mikä voi osin selittää satotuloksia.

Piparmintun sato oli vaatimaton ensimmäisenä vuonna kaikilla kalkitustasoilla. Piparminttu on monivuotinen kasvi eikä se anna täyttä satoa istutusvuonna. Toisena vuonna kalkitsemattomien ruutujen

kuiva keskisato oli 321 g/m<sup>2</sup>. 4 tn/ha kalkkia saaneilta ruuduilta saatiin 10 % enemmän satoa ja 8 tn/ha saaneilta ruuduilta 30 % enemmän satoa kuin kalkitsemattomilta (Kuva 1b). Kalkituksen vaikutus piparmintun satoon kahtena ensimmäisenä viljelyvuotena ei ollut tilastollisesti merkittävä ( $F=1,77$ ,  $p<0,2035$ ). Useimmat yrtit ovat arkoja happamuudelle ja ne kasvavat parhaiten pH:n ollessa 6-7. Piparminttu ei kasva kunnolla pH:n ollessa alle 5 (Barker, 1989.) Aflatunin ym. (2003) mukaan 4 tn/ha kalkitus kaksinkertaisti piparmintun tuoresadon kalkitsemattomaan verrattuna pohjoisessa Suomessa hienohietamaalla, jonka pH ennen kalkitusta oli 5,5. Paras sato piparmintulla saatiin, kun kalkitustaso oli 4, 8 ja 16 tn/ha ja pH 6,0-6,6



Kuva 1a) Kalkituksen vaikutus lehtitillin ja b) piparmintun kuivasatoon. Tillin satotulokset ovat vuodelta 2004. Piparminttu on monivuotinen kasvi eikä se anna täyttä satoa istutusvuonna ja kalkituksen satoa parantava vaikutus tuli näkyviin vasta toisena vuonna. Tähdellä (\*) osoitetaan ero kalkituskäsittelyjen (4 tn/ha ja 8 tn/ha) ja kontrollin (0 tn/ha) välillä.

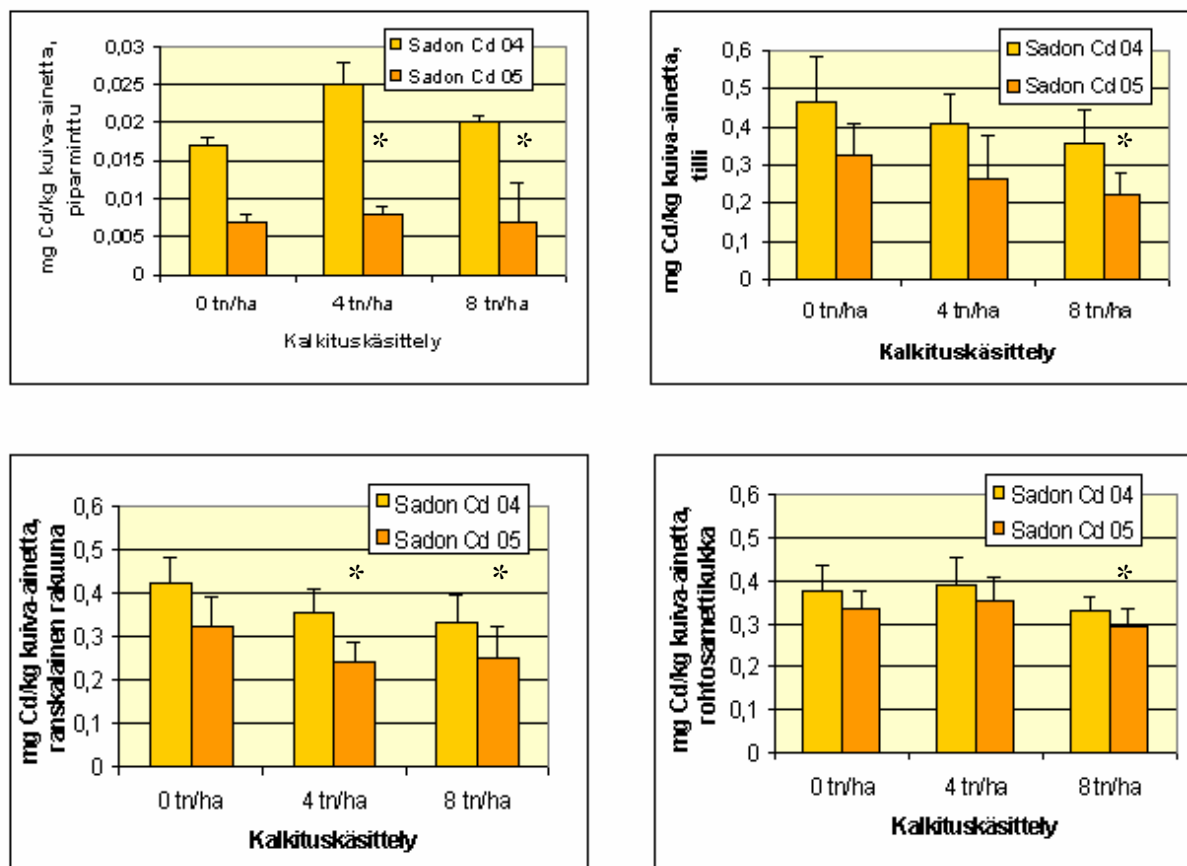
### ***Kalkituksen vaikutus sadon kadmium- ja lyijypitoisuuteen***

Kalkitus ei vähentänyt kadmiumia välttävän piparmintun kadmiumpitoisuutta (Kuva 2a). Piparminttu-sadon korkeinkin mitattu kadmiumpitoisuus oli hyvin alhainen, 0,025 mg/kg kuiva-ainetta. Se on noin kymmenesosa muiden kokeessa olleiden kasvien kadmiumpitoisuuksista.

FAO/WHO:n raja-arvo kadmiumille kuivatuissa rohdoskasveissa on 0,3 mg/kg kuiva-ainetta. Kokeessa tillin, rakuunan ja rohtosamettikukan sadon kadmiumpitoisuus oli hieman yli tai alle tuon raja-arvon. Kalkitus alensi tillin ( $F=3,84$ ,  $p<0,0450$ ), rakuunan ( $F=6,25$ ,  $p<0,0106$ ) ja rohtosamettikukan ( $F=4,30$ ,  $p<0,0333$ ) sadon kadmiumpitoisuutta molempina vuosina (Kuvat 2b, 2c, 2d). Kaikilla kolmella kasvilla kadmiumpitoisuudet olivat toisena vuonna pienemmät kuin ensimmäisenä vuonna myös kalkitsemattomissa ruuduissa. Ruotsalaisissa tutkimuksissa on todettu runsaan sateen lisäävän viljasadon kadmiumpitoisuutta (Eriksson ym., 1996). Tässä kokeessa sademäärä ei selitä toisen vuoden ensimmäistä vuotta alhaisempia kadmiumpitoisuuksia, sillä Mikkelissä kesä 2005 (touko-elokuu 339,5 mm) oli sateisempi kuin kesä 2004 (touko-elokuu 288,8 mm).

Saksalaisessa kamomillan kalkituskokeessa kalkituksella maan kokonaiskadmiumpitoisuus nousi hieman, liukoisen kadmiumin pitoisuus aleni ja kukkasadon kadmiumpitoisuus laski selvästi (Röhrich ym., 1997). Saksassa on annettu maan happamuuteen suhteutettu suositus, kuinka paljon kamomillapellossa (Thüringenin oloissa) saa enintään olla kadmiumia. Jos maan pH on 5,5, maan kokonaiskadmiumpitoisuus saa olla enintään 0,13 mg/kg (Plescher, 1997).

Maan liukoinen kadmium selitti hyvin tillin ( $r^2=0,59$ ,  $p<0,001$ ) ja ranskalaisen rakuunan ( $r^2=0,64$ ,  $p<0,001$ ) lehtisadon kadmiumpitoisuuksia, mutta heikosti rohtosamettikukkaan ( $r^2=0,14$ ) ja piparminttuun ( $r^2=0,017$ ) kertynyttä kadmiumia.



Kuva 2 a) Piparmintun, b) tillin, c) ranskalaisen rakuunan ja d) rohtosamettikukan kuivasadon kadmiumpitoisuus, Mikkeli 2004-2005. Huomaa ero asteikossa piparmintun kohdalla. Tähdellä (\*) osoitetaan ero kalkituskäsittelyjen (4 tn/ha ja 8 tn/ha) ja kontrollin (0 tn/ha) välillä.

FAO/WHO:n suositus lyijyn enimmäispitoisuudesta kuivissa rohdoskasveissa on 10 mg/kg. Kokeessa näytteiden lyijypitoisuudet olivat 0,006 - 0,21 mg/kg kuiva-ainetta eli hyvin alhaiset. Kalkitus ei vaikuttanut satojen lyijypitoisuuksiin, joskin ensimmäisenä viljelyvuonna 4 tn/ha kalkitus nosti lievästi minnun lyijypitoisuutta. Kasvien sisältämä lyijy on pääosin ilmasta peräisin, joten maan pH:lla ei liene suurta vaikutusta lyijypitoisuuksiin (Mäkelä-Kurto, 1994). Jugoslavalaisessa tutkimuksessa piparminttua kasvatettiin seitsemässä erilaisessa kasvualustassa. Siinä maan lyijypitoisuuden ja sadon lyijypitoisuuden välillä ei havaittu korrelaatiota (Radanović ym. 2001). Astiakokeessa raskasmetallien saastuttamassa maassa piparminttu reagoi maan lyijypitoisuuteen, mutta pääosa lyijystä oli kasvien juurissa (Zheljakov ym., 1999).

### Johtopäätökset

Kokeen tulosten mukaan kalkitus lisäsi tillin ja piparmintun satoa. Maan pH nousi 8 tn/ha kalkituksella 5,9:ään. Maan liukoisen kadmiumin pitoisuus oli n. 50 % pienempi 8 tn/ha kalkkia saaneilla ruuduilla kuin kalkitsemattomilla. 8 tn/ha kalkitus alensi tillin lehtisadon kadmiumpitoisuutta keskimäärin 26,7 % ja rakuunan 21,7 % verrattuna kalkitsemattomaan. Lehtisadon lyijypitoisuudet olivat hyvin alhaisia eikä kalkitus vaikuttanut niihin.

## Kirjallisuus

- Alainen, T. 2001.** Kalkitus on maan kasvukunnon perusta. Puutarha & Kauppa 13. s. 22.
- Aflatuni, A., Uusitalo, J., Ek, s. & Hohtola, A. 2003.** Effect of liming yield and quality of peppermint and Sachalin mint in fine sand soil of Northern Finland. Agricultural and Food Science in Finland. Vol.12:107-115.
- Barker, 1989.** Liming of Soils for Production of Herbs. The Herb, Spice, and Medicinal Plant Digest Vol.7 ,4: p.1-3.
- Eriksson, J., Öborn, I., Jansson G. & Andersson, A. 1996.** Factors Influencing Cd-Content in Crops. Result from Swedish field investigations. Swedish J. agric. Res. 26:125-133.
- Galambosi, B., Roitto, M., Kumpulainen, J. & Lindstedt, L. 2004.** Lead and cadmium concentrations of Finnish herbs compared with herbs from other European countries. Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen 9, 1: 34-42.
- Mäkelä-Kurtto, R. 1994.** Viljelymaan pH:n vaikutus haitallisten metallien saatavuuteen. Kirjallisuusselvitys. 17 s.
- Plescher, A. 1997.** Verfahrenstechnische Entwicklungen zum Anbau von Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert). Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen 4:193-201.
- Radanović, D., Antic-Mladenović, S., Jakovljević, M. & Maksimović, S. 2001.** Content of Pb, Ni, Cr, Cd and Co in peppermint (*Mentha piperita* L.) cultivated on different soil types from Serbia. Rostlinná Výroba, 47:104-110.
- Roitto, M. & Galambosi, B. 2005.** Lyijy ja kadmium rohdos- ja yrttikasveissa. Maa- ja elintarviketalous 66. 98 s.
- Röhricht, Ch., Mänicke, S. & Grunert, M. 1997.** Der Anbau von Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert) in Sachsen. Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen 2:135-146.
- Small, E. 1997.** Culinary Herbs. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. p. 587-589.
- Zheljakov, V.D., Jeliaskova, E.A. & Craker, L.E.; Kovatcheva, N., Stanev, S. & Margina, A.; Yankov, B., Georgieva, T. & Kolev, T. 1999.** Heavy metal uptake by mint. Acta Horticulturae, Aug 1999. (500), p. 111-117.