

# ORGAANILISTE, FOSFOR- JA LUBIVÄETISTE TOIME RASKMETALLIDE SISALDUSELE TAIMEDES

H. Kärblane

Mullas ja taimedes leidub alati suuremal või väiksemal määral raskmetalle, sealhulgas ka pliid (Pb), kaadmiumi (Cd) ja elavhõbedat (Hg).

Enamasti on Eesti muldades Pb, Cd ja Hg kogustes, mis ei häiri taimede kasvu ega reosta neid. Kuid meil esineb kohati ka alasid, kus ühe ehk teise raskmetalli hulk mullas ületab keskmise ehk foonilise sisalduse.

Raskmetallidega saastunud mullal kasvanud taimedes leidub rohkesti ka raskmetalle. Nende suur sisaldus toidu- ja söödataimedes ei ole soovitatav.

Kuid on rida abinõusid, mis võivad ka raskmetallidega saastunud mullal kasvanud taimedes vastava raskmetalli sisaldust vähendada.

## Katsete meetodika

Selgitamaks orgaaniliste, lubi- ja fosforväetiste toimet Pb-, Cd- ja Hg-sisaldusele taimedes, tehti aastatel 1993...1995 Sakus Eesti Maaviljeluse Instituudi katseväljakul kolm mikropõldkatset. Kaks nendest korraldati happelise reaktsiooniga ( $pH_{KCl}$  4,5) leetunud liivmullal ja üks rähksel ( $pH_{KCl}$  6,9) liivsavimullal.

Leetunud liivmulla huumushorison oli suhteliselt raskmetallivaene, sisaldades kilogrammis kuivas mullas 3,08 mg Pb, 0,05 mg Cd ja 0,0150 mg Hg. Et väetiste toime raskmetallide sisalduse muutusele taimedes on raskmetallide vaesel mullal tihti niivõrd väike, et jääb määramistäpsuse piiridese, siis ühes leetunud liivmullal korraldatud katses (katse 1) lisati huumushorisoni mulda täiendavalt Pb, Cd ja Hg, nii et nende sisaldus mullas oleks lähedane vastava raskmetalli lubatavale sisaldusele mullas. Pärast raskmetallide täiendavat lisamist oli kilogrammis mullas 98,31 mg Pb, 4,92 mg Cd ja 2,002 mg Hg.

Teises samal mullal korraldatud katses (katse 2) raskmetalle täiendavalt ei lisatud.

Katses 1 jälgiti fosfor-, lubi- ja orgaaniliste väetiste toimet Pb-, Cd- ja Hg-sisaldusele taimedes. Orgaanilise väetisena kasutati sõnnikut, lubiväetisena raskmetalle mittesisaldavat  $CaCO_3$  ja fosforväetisena superfosfaati.

Katses 2 selgitati lubiväetiste, s.o. tolmpõlevkivituha ja  $CaCO_3$  toimet Pb-, Cd- ja Hg-sisaldusele taimedes.

Rähkne liivsavimuld sisaldas algselt 11,5 mg Pb, 0,17 mg Cd ja 0,0150 mg Hg kilogrammis mullas. Sellelgi mullal korraldatud katses (katse 3) lisati enne katse rajamist mulda täiendavalt vastavaid raskmetalle, mille tulemusena lisamisjärgselt sisaldus kilogrammis huumushorisoni mullas 108,30 mg Pb, 5,03 mg Cd ja 1,9730 mg Hg.

Rähksel liivsavimullal korraldatud katses (katse 3) jälgiti sõnniku ja superfosfaadi toimet Pb-, Cd- ja Hg-sisaldusele taimedes.

Katses kasutati sõnnikut kogustes, mis vastas arvestusnormile kas 30 (1 annus) või 60 (2 annust) t/ha. Lubiväetisi anti kas ühekordses või kahekordses annuses, mis oli arvestatud mulla hüdrolüütilise happesuse ( $pH_{8,2}$ ) alusel. Ühekordne superfosfaadiannus vastas arvestusnormile 20 kg P/ha ja kahekordne annus vastavalt kaks korda suuremat fosforiannust.

## Katsete tulemused

Kõigis katsetes võrreldi foonvariandi ja ühe või teise väetisega väetatud variandi taimede raskmetallide sisaldust ning nende erinevuste järgi hinnati vastava väetise mõju taimede raskmetallide sisaldusele.

Tabelis 1 on toodud fosfor-, lubi- ja orgaaniliste väetiste mõju taimede raskmetallide sisaldusele (katse 1).

*Tabel 1. Fosfor-, lubi- ja orgaaniliste väetiste mõju Pb, Cd- ja Hg-sisaldusele kartulimugulates ja raiheinas, mg/kg kuivaines / Pb, Cd, and Hg content in potato tubers and ryegrass (mg/kg dry matter) grown on trial plots treated with phosphorus, lime, and organic fertilizers*

Väetised ja annused Fertilizer and dose	Katseaasta ja kultuur / Year and crop								
	1993, kartul/potato			1994, raihein/ryegrass			1995, kartul/potato		
	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg
Foon (F)/Background (B)	2,11	0,63	0,0343	13,80	0,53	0,0716	2,05	0,51	0,0290
F+P(1)/B+P(1)	1,67	0,51	0,0201	12,60	0,44	0,0566	1,27	0,35	0,0100
F+CaCO <sub>3</sub> (1)/B+CaCO <sub>3</sub> (1)	1,56	0,57	0,0160	4,50	0,16	0,0583	1,72	0,48	0,0151
F+CaCO <sub>3</sub> (2)/B+CaCO <sub>3</sub> (2)	1,50	0,50	0,0132	3,20	0,14	0,0500	1,63	0,40	0,0140
F+sõnnik(1)/B+manure(1)	1,52	0,42	0,0115	10,30	0,43	0,0378	1,62	0,42	0,0120
F+sõnnik(2)/B+manure(2)	1,11	0,37	0,0108	9,20	0,38	0,0300	1,51	0,40	0,0090

Tabelist 1 selgub, et Pb-, Cd- ja Hg-rikkal mullal kasvanud taimedes oli rohkesti vastavaid raskmetalle. Samuti nähtub, et raihein sisaldas Pb ja Hg märksa enam kui kartulimugulad. Seejuures alandasid nii superfosfaat, CaCO<sub>3</sub> kui ka sõnnik kõigi uuritavate raskmetallide sisaldust taimedes.

Lubiväetiste toimet raskmetallide sisaldusele happelise reaktsiooniga mullal kasvanud taimedes iseloomustavad tabelis 2 toodud andmed (katse 2).

*Tabel 2. CaCO<sub>3</sub> ja põlevkivituha mõju Pb-, Cd- ja Hg-sisaldusele kartulimugulates ja raiheinas, mg/kg kuivaines / Pb, Cd, and Hg content in potato tubers and rye-grass (mg/kg dry matter) grown on trial plots treated with CaCO<sub>3</sub> and oil-shale ash*

Lubiväetis ja annus Lime fertilizer and dose	Katseaasta ja kultuur / Year and crop								
	1993, kartul/potato			1994, raihein/ryegrass			1995, kartul/potato		
	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg
Foon (F) Background (B)	0,44	0,07	0,0260	2,20	0,17	0,0600	0,45	0,06	0,0245
F+põlevkivituhk(1) B+oil-shale ash (1)	0,38	0,05	0,0200	1,80	0,15	0,0500	0,37	0,05	0,0197
F+põlevkivituhk(2) B+oil-shale ash (2)	0,34	0,04	0,0180	1,90	0,16	0,0467	0,32	0,04	0,0172
F+CaCO <sub>3</sub> (1) B+CaCO <sub>3</sub> (1)	0,36	0,04	0,0170	1,70	0,13	0,0367	0,34	0,04	0,0169

Et katses 2 kasvasid taimed märksa Pb-, Cd- ja Hg-vaesemal mullal, oli ka vastavate raskmetallide sisaldus nii kartulis kui ka raiheinas väiksem kui eelnevas katses. Ka selles katses vähendas happelise mulla lupjamine raskmetallide sisaldust taimedes.

Rähksel liivsavimullal jälgiti superfosfaadi ja sõnniku mõju raskmetallide sisaldusele taimedes (katse 3). Tulemused on esitatud tabelis 3.

Kuna rähksesse liivsavimulda oli katse rajamisel lisatud täiendavalt Pb, Cd ja Hg, siis ka sellel mullal kasvanud taimedes oli rohkesti nimetatud raskmetalle. Nii fosfor- kui ka orgaaniliste väetistega väetamisel vähenes raskmetallide sisaldus taimedes.

**Tabel 3. Superfosfaadi ja sõnniku mõju Pb, Cd- ja Hg-sisaldusele raiheinas ja kartulimugulates, mg/kg kuivaines / Pb, Cd, and Hg content in ryegrass and potato tubers (mg/kg dry matter) grown on trial polts treated with superphosphate and manure**

Väetis ja annus Fertilizer and dose	Katseaasta ja kultuur / Year and crop								
	1993, raihein/ryegrass			1994, kartul/potato			1995, kartul/potato		
	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd	Hg
Foon (F) Back-ground (B)	1,70	0,66	0,0720	2,80	0,42	0,0658	2,09	0,44	0,0222
F+P(1) / B+P(1)	1,50	0,60	0,0500	2,30	0,40	0,0545	1,30	0,36	0,0137
F+P(2) / B+P(2)	1,30	0,52	0,0520	2,40	0,36	0,0367	1,15	0,30	0,0121
F+sõnnik(1) B+manure(1)	1,50	0,62	0,0400	2,50	0,32	0,0283	1,78	0,40	0,0170
F+sõnnik(2) B+manure(2)	1,40	0,59	0,0370	2,30	0,35	0,0234	1,65	0,36	0,0151

### Katseandmete analüüs ja järeldused

Mitmed raskmetallid annavad mulla orgaanilise ainega raskesti lahustuvaid kompleksühendeid, vähendades seega nende liikuvust mullas ja omastatavust taimede poolt. Vaatluse all olevatest raskmetallidest sidus mulda viidud orgaaniline aine kõige tugevamini Hg. Sõnnikuga väetamisel vähenes Hg-sisaldus taimedes 23...69 %. Mida suurem oli seejuures kasutatud sõnniku kogus, seda vähem sisaldus taimedes Hg.

Sõnnikuga väetamisel vähenes taimede Pb-, Cd- ja Hg-sisaldus happelisel mullal rohkem kui karbonaatsel. See on seletatav sellega, et happelisel mullal reguleerib sõnnikuga väetamine mulla orgaanilise ainega rikastamise kõrval ka mulla reaktsiooni. Mulla happesuse vähenedes alaneb aga mitme raskmetalli liikuvus mullas.

Tabelite 1 ja 3 andmetest selgub ka, et sõnniku otsemõju aastal vähenes Pb- ja Cd-sisaldus taimedes rohkem kui järelmõju aastatel. Hg-sisalduse muutuse kohta sellist seaduspärasust ei ilmenud.

Oluliselt mõjutab raskmetallide omastatavust taimede poolt ka kasvukoha mulla reaktsioon. Üldiselt lahustuvad raskmetallid happelises mullas paremini ja on taimede poolt enam omastatavad (Oberländer, 1981; Kowalewsky, Veterr, 1983). Seega vähendab happeliste muldade lupjamine taimede saastatust raskmetallidega.

Happelise reaktsiooniga leetunud liivmulla CaCO<sub>3</sub>-ga neutraliseerimisel vähenes kartulimugulates kõige rohkem (48...62 %) Hg-, seejärel Pb- (16...29 %) ja kõige vähem (6...22 %) Cd-sisaldus. Raiheina raskmetallide sisaldus muutus aga otse vastupidiselt: kõige enam vähenes (70...74 %) Cd-, siis Pb- (67...77 %) ja kõige vähem (19...30 %) Hg-sisaldus (tabel 1). Sõltuvalt CaCO<sub>3</sub> annusest tõusis mulla pH<sub>KCl</sub> 4,5-lt kas 5,7- või 6,4-ni.

Viimastel aastakümnetel on Eestis lubiväetisena kasutatud peamiselt põlevkivituhka, mis sisaldab aga ka mitmeid raskmetalle. Ühes tonnis põlevkivituhkas on 17...60 g Pb, 1...2 g Cd ja kuni 0,1 g Hg. Seega mõjutab lubiväetisena kasutatud põlevkivituhk taimede raskmetallide sisaldust kahesuunaliselt. Tingituna sellest, et põlevkivituhkas sisaldub vaatluse all olevaid raskmetalle pisut enam, kui neid on mullas, siis rikastub muld lupjamilisel õige vähe nimetatud raskmetallidega. Kuid teiselt poolt neutraliseerib põlevkivituhk mulla happelist reaktsiooni ning seetõttu vähendab raskmetallide omastatavust taimede poolt. Et viimati nimetatud toime osutub esimesest suuremaks, siis kokkuvõttena alandab happelise mulla põlevkivituhkaga lupjamine Pb-, Cd- ja Hg-sisaldust taimedes. Seda kinnitavad tabelis 2 toodud katseandmed. Selles katses kasutati lubiväetisena kas raskmetalle

mittesisaldavat  $\text{CaCO}_3$  või siis põlevkivituhka. Selgus, et mõlemad lubiväetised alandasid Pb-, Cd- ja Hg-sisaldust taimedes. Kuid võrreldavaid lubiväetisi neutraliseerimisvõimelt võrdsetes kogustes selgus, et kasutades  $\text{CaCO}_3$  vähendas taimede raskmetallidega saastatust põlevkivituhast enam.

Mitmed väetistega mulda viidud keemilised elemendid võivad muuta mullas sisalduvate raskmetallide omastatavust taimede poolt (Kowalewsky, Veter, 1983). Üheks selliseks elemendiks on ka fosfor.

Meie katsetes kasutati fosforväetisena superfosfaati. See sisaldab aga nii Pb, Cd kui ka Hg. Seega on superfosfaadi toime taimede raskmetallide sisaldusele kahesuunaline. Et aga fosfori võime alandada Pb, Cd ja Hg omastatavust taimede poolt on suurem superfosfaadiga väetamisel tingitud mulla saastamisest nimetatud raskmetallidega, siis superfosfaadiga väetamisel Pb-, Cd- ja Hg-sisaldus taimedes kokkuvõttena vähenes (tabelid 1 ja 3). Superfosfaadiga väetamisel alanes kõige rohkem taimede Hg-sisaldus.

Kokkuvõttes võib seega väita, et orgaaniliste ja fosforväetistega väetamine vähendab taimedes Pb-, Cd- ja Hg-sisaldust. Taimede kasvatamisel happelise reaktsiooniga muldadel väheneb nimetatud raskmetallide sisaldus ka lubiväetiste kasutamisel.

### **Kirjandus**

Kowalewsky, N., Veter, H. Möglichkeiten zur Herabsetzung der Schwermetallbelastung in Futter und Nahrung. – Landw. Forsch., Bd. 39, Nr. 2, S. 165...175, 1983.

Oberländer, H. Die verkehrsbedingte Belastung von Nahrungspflanzen durch Blei und Cadmium in Österreich. - Forderungsdienst, Bd. 29, Nr. 2, S. 44...46, 1981.

## **The Effect of Organic, Lime and Phosphorus Fertilizers on the Heavy Metal Content of Plants**

H. Kärblane

### **Summary**

From 1993 to 1995 microplot trials with organic, lime and phosphorous fertilizers were conducted in a trial at the Estonian Research Institute of Agriculture in Saku in order to find out the effect of fertilizers on the Pb-, Cd-, and Hg-content of plants. For organic fertilizer, manure was used, lime fertilizer comprised oil-shale ash and heavy metal-free  $\text{CaCO}_3$ , and phosphorous fertilizer comprised superphosphate. The direct and aftereffect of these fertilizers on the content of heavy metals in potato tubers and ryegrass were studied. The background heavy metals content was compared to that of fertilized trial variants. The effect of fertilizers on the uptake of heavy metals by plants was determined on the basis of differences in the heavy metal content between plants of the trial variants. The concentration of Pb decreased by 47 %, Cd 42 % and Hg 69 %, where organic and phosphorous fertilizers had been applied. On acid soils the application of lime fertilizer resulted in a 6...77 % reduction in the concentration of these heavy metals in plants.