

TEADUSTÖÖD

RASKMETALLIDE SISALDUS EESTIS ENAMKASUTATAVATES VÄETISTES JA NENDE OSA MULLA RASKMETALLIDEGA SAASTAMISEL

H. Kärblane, L. Kevvai

Põllumajanduskultuuride saagikuse suurendamisel ja saagi kvaliteedi parandamisel on teiste agrotehniliste võtete kõrval suur tähtsus ka kultuuride õigel väetamisel. Mitmed väetised, eriti aga fosforväetised ja meil lubiväetisena kasutatav põlevkivituhk, sisaldavad ka raskmetallidena käsitletavaid keemilisi elemente. Seega võib väetamisel sattuda põllule mitmeid mulda ja seal kasvavaid taimi saastavaid ühendeid.

Väetiste raskmetallidega saastumise ulatust on mitmes riigis kaunis põhjalikult uuritud. On selgunud (Kabata-Pendias, Pendias, 1989; Minejev, 1990; Govarina, Vinogradova, 1991), et mitmetes maades kasutatavad väetised sisaldavad rikkalikult raskmetalle ja et selliste väetistega väetamisel võivad mullad raskmetallidega arvestatavalt saastuda. Samuti on selgunud, et raskmetallide sisaldus väetistes võib olla väga erinev, sõltudes ühe ehk teise raskmetalli sisaldusest väetise valmistamisel kasutatud toormes ja ka väetise valmistamise tehnoloogiast.

Selgitamaks raskmetallide sisaldust Eestis enam kasutatavates väetistes ning väetiste kasutamisest tingitud mulla saastusohu võimalusi ja ulatust, korraldati Eesti Maaviljaluse Instituudis Eesti Teadusfondi materiaalsel toetusel rida uurimusi. Selgitati raskmetallide sisaldust Eestis kasutatavates mineraal-, lubi- ja orgaanilistes väetistes ning võrreldi seda mujal kasutatavate väetiste omaga. Võeti kokku ka kirjandusandmed meil kasutatavate väetiste raskmetallide sisalduse kohta.

Et Eesti on ainuke maa, kus põlevkivituhka nii ulatuslikult lubiväetisena kasutatakse, on meil aktuaalne just sellest tingitud mulla saastumisohu selgitamine.

Raskmetallidest on uuritud Pb, Cd ja Hg ning ka mikroelementidena käsitlevate raskmetallide, nagu Mn, Cu, Zn, Mo ja Co, sisaldust väetistes ja mullas.

Raskmetallide sisaldus kogutud väetis- ja mullaproovides määrati Riiklikus Taimekaitseametis üldkasutatava meetoodika (Peive, 1961; Rinkis, 1963; Agrohimitseskije metodõ..., 1965; Malahhova, 1983) kohaselt.

Raskmetallide sisaldus väetistes

Analüüside tulemustest ja kirjandusandmete üldistusest selgub, et kõik väetised sisaldavad suuremal või väiksemal määral raskmetalle. Eestis seni kasutatud mineraalväetistest osutusid raskmetallirikkamateks fosforväetised.

Vaske (Cu) sisaldub fosforiidides tavaliselt alla 8, apatiidis aga üle 8 mg/kg. Et apatiit sisaldab vaske rohkem kui fosforiit, siis on ka apatiidist valmistatud väetised fosforiididest valmistatutest vaserikkamad. Apatiidist valmistatud lihtsuperfosfaadis sisaldub Cu keskmiselt 16 mg/kg (Potatujeva jt., 1987). Maardus valmistatud lihtsuperfosfaadis sisaldub seda 10...18 mg/kg.

Kirjandusandmetel (Minejev jt., 1981a, 1981b) sisaldub topeltsuperfosfaadis vaske praktiliselt sama palju (13...18 mg/kg) kui lihtsuperfosfaadis.

Märksa vähem sisaldub Cu lämmastik- ja kaaliumväetistes, esimestes 0...4, teistes 0...8 mg/kg. Seejuures on karbamiid praktiliselt vasevaba, kuid ammooniumsalpeetris võib

teda sisalduda kuni 1 mg/kg ja ammooniumsulfaadis veelgi rohkem. Eestis kasutatavates N-väetistes sisaldub Cu valdavalt alla 0,5 mg/kg ja K-väetistes alla 3 mg/kg.

Komplektväetistes varieerub Cu-sisaldus laiades piirides – 7,5...625 mg/kg (Minejev jt., 1981a). Ammofossis sisaldub teda 15...36, nitroammofoskas keskmiselt 5 ja nitrofoskas 9 mg/kg (Potatujeva jt., 1987).

Tolmpõlevkivituhas on vaske tavaliselt 10...12 mg/kg. Kalmeti (1992) andmetel sisaldub teda restpõlevkivituhas 8,8 mg/kg, kuid põlevkivi lendtuhas võib Kallaste jt. (1978) andmetel vasesisaldus ulatuda 82,9 mg/kg. Enam-vähem sama palju kui tolmpõlevkivituhas sisaldub vaske ka lubiväetisena kasutatavas paekivijahus.

Sõnniku vasesisaldus sõltub loomaliigist ja kasutatud allapanust, kuid valdavalt on teda veisesõnniku kuivaines 7...12 ja seasõnniku omas 5...10 mg/kg. Kuid on saadud ka sõnnikut, mille kuivaine Cu-sisaldus on ulatunud 60 mg/kg (Kabata-Pendias, Pendias, 1989).

Mangaani (Mn) karbamiidis ja ammooniumsalpeetris tavaliselt ei sisaldu. Kalmeti (1979) andmetel leidub teda vähesel määral (4...6 mg/kg) aga ammooniumsulfaadis.

Ka kontsentreeritud kaaliumväetistes on vähe mangaani. Valgevenest pärinevas kaaliumkloriidis võib Mn-sisaldus ulatuda küll kuni 19 mg/kg, kuid Eestis kasutatud kaaliumkloriidis sisaldub teda 2...6 mg/kg. Potatujeva jt. (1987) andmetel sisaldub kaaliumsulfaadis mangaani keskmiselt 8 mg/kg. Samade autorite andmetel on Solikamski kaalisoolas aga Mn märksa enam – 30...67 mg/kg.

Vastupidiselt vasele on mangaani fosforiidides enam kui apatiidis. Tingituna sellest on ka apatiidist valmistatud väetised fosforiididest valmistatutest Mn-vaesemad. Maardus apatiidist valmistatud lihtsuperfosfaat sisaldab 120...130 mg/kg Mn. Fosforiidist valmistatud lihtsuperfosfaadis võib see Potatujeva jt. (1987) andmetel ulatuda kuni 680 mg/kg. Samade autorite andmetel sisaldub apatiidist valmistatud ammofossis mangaani 339...404, fosforiidist valmistatud aga 362...2270 mg/kg. Küllaltki palju on Mn topeltsuperfosfaadis – 416...980 mg/kg, märksa vähem aga nitroammofoskas ja nitrofoskas – Potatujeva jt. (1987) andmetel vastavalt 120 ja 86 mg/kg.

Tolmpõlevkivituhas sisaldub mangaani 210...300 mg/kg. Restpõlevkivituha keskmiseks Mn-sisalduseks on antud aga 305 mg/kg (Kalmet, 1992).

Paekivijahus varieerub Mn-sisaldus väga laiades piirides – 40...1200 mg/kg (Kabata-Pendias, Pendias, 1989), kuid Eestist pärinevates paekivijahudes ei ole see ületanud 76 mg/kg.

Sõnniku kuivaine Mn-sisaldust iseloomustab Kalmet (1992) alljärgnevalt: veisesõnnik 33...177, seasõnnik 77...288 ja hobusesõnnik 86...219 mg/kg. Kuzmenkova (1976) andmetel sisaldub sõnniku kuivaines mangaani 75...549 mg/kg.

Tsinki (Zn) on kõigis meil kasutatavates väetistes. Zn-vaesemaks (alla 1 mg/kg) on karbamiid. Vähe on Zn ka teistes lämmastikväetistes: ammooniumsalpeetris keskmiselt 1 ja ammooniumsulfaadis 2 mg/kg. Pisut enam (3...7 mg/kg) sisaldub Zn aga kaaliumväetistes. Seejuures ei ole olulist erinevust kaaliumkloriidi ja kaaliumsulfaadi Zn-sisalduses, kuigi Potatujeva jt. (1987) märgivad, et viimases sisaldub teda vähem.

P-väetiste Zn-sisaldus sõltub selle kogusest toormes. Lihtsuperfosfaadis võib Zn-sisaldus varieeruda 4...1430 mg/kg (Minejev jt., 1981a; Kalmet, 1992), kusjuures keskmiseks sisalduseks hinnatakse 137 mg/kg (Gapanjuk jt., 1982). Maardus valmistatud lihtsuperfosfaadis on tsinki 4...8 mg/kg, kuid Austraalias kasutatavas superfosfaadis sisaldub Potatujeva jt. (1987) andmetel teda 269...488 ja Itaalias aga keskmiselt 1290 mg/kg.

Zn-sisalduselt ei erine topeltsuperfosfaat oluliselt lihtsuperfosfaadist, sest esimese keskmiseks Zn-sisalduseks loetakse 142 mg/kg (Gapanjuk jt., 1982).

Kompleksväetistes varieerub Zn-sisaldus tavaliselt 7...450 mg/kg (Minejev jt., 1981a; Potatujeva jt., 1987). Seejuures sisaldavad fosforiididest valmistatud kompleksväetised Zn enam kui apatiidist valmistatud. Nii leidsid Potatujeva jt. (1987), et apatiidist valmistatud ammofossis on Zn 15...17, fosforiidist valmistatus aga 17...66 mg/kg.

Paekivijahus ja ka magevee lubisetetes sisaldub Zn suhteliselt vähe, valdavalt 9...13 mg/kg piires. Märksa enam (50...100 mg/kg) on Zn aga põlevkivituhas. Lendtuhas võib selle sisaldus Kallaste jt. (1992) andmetel tõusta isegi kuni 284 mg/kg.

Sõnniku kuivaine keskmiseks Zn-sisalduseks loetakse 215 mg/kg (Minejev jt., 1982a). Eestis kogutud sõnnikuproovid on osutunud aga Zn-vaesemateks. Seda kinnitavad nii meie poolt katsetes kasutatud sõnnikute analüüsitulemused kui ka Kalmeti (1992) uurimused. Kalmet (1992) toobki sõnniku kuivaine keskmiseks Zn-sisalduseks veisesõnnikul 53, seasõnnikul 109 ja hobusesõnnikul 48 mg/kg.

Molübdeeni (Mo) sisaldub mineraalväetistes suhteliselt vähe. Lämmastikväetistes teda praktiliselt ei ole. Kaaliumväetistes on teda jälgedest kuni mõne milligrammini kilogrammis. Mo-rikkamateks osutuvad aga fosforväetised, eriti fosforiidist valmistatud väetised. Apatiidist valmistatud lihtsuperfosfaadis sisaldub teda 2...4 mg/kg, fosforiidist valmistatus võib aga Kabata-Pendias ja Pendias (1989) andmetel tõusta kuni 60 mg/kg. Maardu fosforiidijahus on Mo kuni 20 mg/kg.

Paekivijahus sisaldub Mo 0,1...1,4, tolmpõlevkivituhas aga 3...8 mg/kg. Kallaste jt. (1992) andmetel võib lendpõlevkivituhas Mo olla isegi kuni 14,6 mg/kg.

Sõnniku kuivaines sisaldub Mo 0,8...4,2 mg/kg (Kuzmenkova, 1976). Seega sisaldub Mo sõnniku kuivaines tihti enam kui mineraalväetiste omas. Kalmeti (1992) andmetel on Mo keskmiselt veisesõnnikus 1,39, seasõnnikus 1,44 ja hobusesõnnikus 1,20 mg ühe kilogrammi kuivaine kohta.

Koobalti (Co) sisalduse kohta väetistes on kirjanduses suhteliselt vähe andmeid. Aleksejevi (1978) andmetel võib Co-sisaldus lihtsuperfosfaadis varieeruda küllaltki laiaades piirides – 0...90 mg/kg, kuid valdavalt on teda superfosfaadis 1...12 mg/kg (Kabata-Pendias, Pendias, 1989). Maardus valmistatud lihtsuperfosfaat on suhteliselt Co-vaene, sisaldades seda 1...2 mg/kg.

Kuigi kaaliumväetistes võib Co-sisaldus ulatuda 17 milligrammini kilogrammis (Potatujeva jt., 1985), on Eestis senini kasutatud kaaliumkloriidis leidunud teda 1...2 mg/kg.

Senini oleme Eestis kasutanud ka väga Co-vaeseid (0...0,1 mg/kg) lämmastikväetisi. Kuid Ameerikas kasutatavates lämmastikväetistes on Co-sisaldus ulatunud 12 milli-grammini kilogrammis (Kabata-Pendias, Pendias, 1989).

Enam kui meil kasutatavates mineraalväetistes sisaldub koobaltit lubiväetisena kasutatavas põlevkivituhas. Meil katsetes kasutatud tolmpõlevkivituhas oli teda 2...6,1 mg/kg. Kalmeti (1992) andmetel sisaldub respõlevkivituhas Co keskmiselt 2,7, kambertuhas 5,9, tsüklontuhas 7,3 ja elekterfiltertuhas 8,5 mg/kg. Kallaste jt. (1992) andmetel sisaldub Co lendpõlevkivituhas 6,04 mg/kg. Märksa vähem on teda aga lubiväetisena kasutatavas paekivijahus – 0,1...1,3 mg/kg.

Orgaanilistes väetistes võib Co-sisaldus varieeruda 0,3...24 mg/kg (Kabata-Pendias, Pendias, 1989), kuid sõnnikute kuivaine keskmiseks Co-sisalduseks loetakse 2,4 mg/kg (Minejev jt., 1981a). Meil katsetes olnud sõnnikute kuivaines sisaldus koobaltit 0,5...3,2 mg/kg. Samas suurusjärgus arvudega iseloomustab meie sõnnikute keskmist Co-sisaldust ka Kalmet (1992): veisesõnnikus 1,09, seasõnnikus 1,27 ja hobusesõnnikus 0,81 mg/kg.

Plii (Pb) on biosfääris laialt levinud element, mis sisaldub ka kõikides väetistes. Seejuures on eri maades valmistatud väetiste Pb-sisaldus väga erinev, sõltudes väetise valmistamisel kasutatud toormest ja ka valmistamise tehnoloogiast. Üldiselt on apatiit fosforiididest Pb-vaesem. Maardus superfosfaadi valmistamiseks kasutatavas apatiidis on pliid 9,8...35 mg/kg (Veiderma, Viisimaa, 1989), temast valmistatud superfosfaadis on pliid ainult 1...6 mg/kg (Kärblane, Kevvai, 1993c).

Väga Pb-rikkaid väetisi on valmistatud ja kasutatud Indias. Minejevi (1990) andmetel sisaldub sealsetes N-väetistes pliid 42...116, P-väetistes 238...963, K-väetistes 118 ja kompleksväetistes 150...444 mg/kg.

Ka Itaalias valmistatakse P-väetisi Pb-rikastest fosforiididest ning seal kasutatav superfosfaat sisaldab pliid keskmiselt 348, kompleksväetised aga 57,7 mg/kg (Derfi avin jt., 1982).

USA-s kasutatavates P-väetistes sisaldub pliidi jälgedest kuni 100 mg/kg (Minejev, 1990).

Küllaltki palju Pb sisaldub ka K-väetistes. Meil kasutatavas kaaliumkloriidis on teda 4...12 mg/kg. Sama suure Pb-sisaldusega K-väetisi kasutatakse ka Itaalias (Minejev, 1990).

Eestis kasutatavates N-väetistes sisaldub pliidi 0,2...2,1 mg/kg, seega mitukümmend korda vähem kui India väetistes.

Happeliste muldade lupjamiseks kasutatakse mitmesuguseid lubiväetisi, mille Pb-sisaldus võib olla väga erinev. Lubiväetiste keskmiseks Pb-sisalduseks loetakse USA-s 42,7 (Minejev, 1990), endises Nõukogude Liidus aga 26,5 mg/kg (Minejev jt., 1981c). Meil lubiväetisena kasutatav tolmpõlevkivituht sisaldab 17...60 mg/kg Pb. Eriti Pb-rikkad on tolmpõlevkivituha lenduvad fraktsioonid, Turbase (1991) andmetel sisaldub neis pliidi keskmiselt 103,5 mg/kg.

Märksa stabiilsema Pb-sisaldusega on meil lubiväetisena kasutatav paekivijahu, 18,7...20 mg/kg.

Ka sõnnik pole Pb-vaba. Pb-sisaldus sõnniku kuivaines kõigub 1,1...27 mg/kg, olles keskmiselt 6,6 mg/kg (Minejev, 1990). Meil katsetes kasutatud sõnniku kuivaines oli pliidi 6...15 mg/kg (Kärblane, Kevvai, 1993c; Kärblane, 1994).

Orgaanilise väetisena kasutatakse ka sapropeeli, mille kuivaine Pb-sisaldus varieerub vahemikus 2...63 mg/kg. Näiteks Maardu järve sapropeelis sisaldus teda 23...40 mg/kg.

Kaadmiumi (Cd) sisaldub kõigis väetistes. Mineraalväetistest osutuvad Cd-rikkamateks fosforväetised, mille Cd-sisaldus sõltub väetise valmistamiseks kasutatud toorme geoloogilisest ja geograafilisest päritolust ning väetiste valmistamise tehnoloogiast. Tavaliselt on apatiidid fosforiididest Cd-vaesemad. Kuid ka fosforiidide Cd-sisaldus varieerub suurtes piirides. Rõõmustab just see, et Eesti ja ta lähialade (Soome, Leningradi obl.) fosforiidid on enamasti Aafrika ja Ameerika päritoluga fosforiididest Cd-vaesemad. Kui Eesti fosforiidides sisaldub kaadmiumi 5...6 mg/kg, siis Maroko omas on teda 21,7, Põhja-Carolina omas 48 ja Nauru saarelt pärinevas fosforiidis isegi 100 mg/kg (Jagodin jt., 1989; Veiderma, Viisimaa, 1989). Koola apatiidis sisaldub kaadmiumi 4,8 ja Sülinjärvi (Soome) apatiidis 6,0 mg/kg (Veiderma, Viisimaa, 1989).

Toormest valmistatud väetise Cd-sisaldus on toormega samal tasemel või natuke väiksem. Mitmete fosforväetiste tootmisel kasutatakse fosforhapet. Kuid fosforhappe tootmisel jääb toormes sisalduvast kaadmiumist 50...75 % valmisprodukti (Jagodin jt., 1989).

Sõltuvalt superfosfaadi valmistamiseks kasutatud toorme Cd-sisaldusest, saadakse superfosfaat, mille kilogrammis sisaldub 0,1...170 mg Cd. Maardus apatiidist valmistatud superfosfaat sisaldab kaadmiumi 0,1...0,4 mg/kg (Kärblane, Kevvai, 1993a). USA-s valmistatud superfosfaatides sisaldub teda 50...100 mg/kg (Govarina, Vinogradova, 1991) ja mõnes Austraalias valmistatud superfosfaadis isegi kuni 170 mg/kg (Minejev, 1990).

Meil senini kasutatud topeltsuperfosfaat sisaldas kaadmiumi keskmiselt 2,5, kuid Marokos kasutatav sisaldab Karpova ja Potatujeva (1990) andmetel 176 mg/kg.

Ühes kilogrammis lämmastikväetistes sisaldub 0,004...8,5 ja kaaliumväetistes 0,0004...4,3 mg Cd (Minejev jt., 1981b; Dueck et al., 1984; Karpova, Potatujeva, 1990). Seega on nii N- kui ka K-väetised suhteliselt Cd-vaesed ja ei reosta oluliselt mulda.

Lubiväetised ei ole eriti Cd-rikkad, sisaldades seda 0,04...10 mg/kg. Eestis lubiväetisena kasutatavas tolmpõlevkivituhas on kaadmiumi 1...2 mg/kg. Samades kogustes sisaldub teda ka paekivijahus (Kärblane, Kevvai, 1993a).

Sageli arvatakse, et ainult mineraalväetised reostavad mulda kaadmiumiga ja et sõnnik seda ei tee. Kuid Cd on ka sõnnikus, kus tema sisaldus kuivaines varieerub vahemikus 0,2...0,8 mg/kg (Dueck et al., 1984; Ziltsova, Vinogradova, 1989; Karpova, Potatujeva, 1990). Sõnniku kuivaine keskmiseks Cd-sisalduseks loetakse 0,4 mg/kg (Minejev, 1990). Meil katsetes kasutatud sõnniku kuivaines sisaldus Cd 0,4...0,7 mg/kg (Kärblane, 1994).

Elavhõbeda (Hg) sisaldus mineraalväetistes sõltub sellest, millist tooret on väetise valmistamisel kasutatud. Fosfaattoormes sõltub Hg-sisaldus toorme päritolust. Väga Hg-vaesed on Jaapani päritoluga fosforiidid – 0,007...0,036 mg/kg (Minejev jt., 1983). Vähe

on elavhõbedat ka Eesti fosforiidis – Veiderma ja Viisimaa (1989) andmetel alla 0,5 mg/kg. Märksa Hg-rikamateks (kuni 10 mg/kg) osutuvad Poola fosforiidid (Minejev, 1990).

Superfosfaat sõltuvalt tema valmistamiseks kasutatud toormest, sisaldab elavhõbedat valdavalt 0,1...1 mg/kg. Maardus apatiidist valmistatud superfosfaadis sisaldub teda ligikaudu 0,1 mg/kg (Kärblane, Kevvai, 1993b). Kasutades aga Hg-rikast tooret, võib superfosfaadis Hg-sisaldus Popovitši (1992) andmetel ulatuda kuni 3,62 mg/kg.

Lämmastikväetistes varieerub Hg-sisaldus vahemikus 0,005...116 mg/kg, kuid valdavalt piires 0,05...2,9 mg/kg (Minejev jt., 1981b). Meil kasutatav ammooniumsalpeeter sisaldab teda keskmiselt 0,37 mg/kg. Veelgi vähem on elavhõbedat karbamiidis – ligikaudu 0,05 mg/kg.

Laiades piirides varieerub Hg-sisaldus kaalitoorsoolades. Poola päritoluga kaalitoorsoolas on teda kuni 10 (Minejev jt., 1983), Ukraina omas aga 2,23...2,33 mg/kg (Popovitš, 1992). Kaalitoorsooladest kaaliumväetiste valmistamisel Hg-sisaldus rikastatud produktis väheneb ja K-väetistes sisaldub teda valdavalt 0,07...0,4 mg/kg (Minejev jt., 1981b).

Kompleksväetiste valmistamisel kasutatakse väga erinevaid toormeid ja tehnoloogiasid, millest tingituna ka lõpp-produkti Hg-sisaldus varieerub laiades piirides – 0,005...3,71 mg/kg. Ukrainas valmistatud ammofossis sisaldus teda 0,37...0,64 ja nitroammofoskas 0,34 mg/kg (Minejev jt., 1981a; Popovitš, 1992).

Lubjakivid ja dolomiidid on Hg-vaesed, sisaldades seda 0,04...0,05 mg/kg. Ka nendest valmistatud lubiväetised on Hg-vaesed. Meil katsetes kasutatud paekivijahus sisaldus seda 0,03...0,04 mg/kg. Põlevkivituhk on paekivijahust küll Hg-rikam, kuid siingi ei ületa Hg-sisaldus 0,1 mg/kg (Kärblane, Kevvai, 1993b).

Laudasõnniku Hg-sisaldus sõltub selle sisaldusest söötades ja allapanus. Et nimetatud näitajad ei varieeru kuigi ulatuslikult, on ka Hg-sisaldus sõnnikus kaunis stabiilne, varieerudes kuivaines valdavalt vahemikus 0,05...0,09 mg/kg (Minejev, 1990). Meil katsetes kasutatud sõnniku kuivaine sisaldas elavhõbedat 0,03...0,04 mg/kg (Kärblane, Kevvai, 1993b).

Võttes aluseks autorite poolt avaldatud (Kärblane, Kevvai 1993a, 1993b, 1993c; Kärblane, 1994) ja avaldamata uurimistulemused ning mikroelementidena käsitletavate raskmetallide osas ka Kalmeti (1992) andmeid, on tabelisse 1 koondatud Eestis seni enamkasutatud väetiste raskmetallide sisalduse kokkuvõtlikud andmed.

Väetistega mulda sattunud raskmetallide kogus

Väetistega mulda sattunud raskmetallide kogus sõltub väga mitmetest teguritest, näiteks sellest, milliseid väetisi ja millistes kogustes me kasutame. Nagu nägime, sisaldavad P-väetised mitmeid raskmetalle (Cu, Zn, Mn ja Mo) oluliselt enam kui teised mineraalväetised. Samal ajal ei sisaldu Cu, Mn, Mo ja Co N-väetistes praktiliselt üldse või sisaldub neid väga väikestes kogustes. K-väetised paistavad silma aga suhteliselt kõrge Pb-sisalduse poolest.

Ka kasutatakse mineraalväetisi väga erinevates kogustes. Mida tugevamini väetatakse, seda enam satub raskmetalle mulda.

Orgaaniliste ja lubiväetiste kasutamine on nii piirkonniti kui ka ühe ja sama piirkonna tootmisüksuste vahel erinev. Loomakasvatusemajandites kasutatakse orgaanilisi väetisi enam kui teraviljakasvatusele spetsialiseerunud majandites. Lubiväetisi kasutatakse ainult seal, kus esineb happelise reaktsiooniga muldi.

Tabel 1. Raskmetallide võrdlev sisaldus litosfääris, mullas ja väetistes / Contents of heavy metals in lithosphere, soil and fertilizers

Objekt Object	mg/kg kuivaines / mg/kg DM							
	Pb	Cd	Hg	Mn	Zn	Cu	Mo	Co
Litosfäär (klark) / Lithosphere (Vinogradov, 1952)	16	0,18	0,08	1000	130	70	3	30
Mineraalmuld / Mineral soil (Kärblane, Kevvai, 1993a, 1993b, 1994; Kalmet, 1979)	6...17	0,05...0,9	0,02...0,04	180...380	28...48	3,5...7,2	0,7...1,3	3,5...6,7
Ammooniumsalpeeter / Ammonium nitrate	0,4...2,1	0,01...1,0	0,3...0,4	0	0,2...1,2	<0,5	0	0,1
Karbamiid / Urea	0,2	0,25	0,05	0	<1	0	0	0
Superfosfaat / Superphosphate	1...6	0,1...0,4	0,1	100...206	4...8	10...18	2...4	1...2
Kaaliumkloriid / Potassium chloride	4...12	0,04...0,8	0,07...0,2	2...6	3...7	1,6...4	<1	1...2
Veisesõnnik / Cow manure	6...15	0,4...0,7	0,03...0,04	33...177	25...94	7...12	0,8...3,0	0,5...2,2
Tolmpõlevkivituhk / Powdery oil-shale ash	17...60	1...2	<0,1	210...300	50...100	10...12	3...8	2...6,1
Paekivijahu / Limestone meal	18...20	1,5	0,04	42...76	9...13	9...12	0,1...0,4	0,1...0,3

Arvestust, kui palju satub väetistega mulda raskmetalle, on senini peetud peamiselt ohtlikemate (Pb, Cd, Hg) raskmetallide kohta, kuna mikroelementidena käsitletavate raskmetallide osas on seda tehtud vähe. Pealegi esineb mitmes piirkonnas mikroväetisi vajavaid muldi, kus mineraal-, orgaaniliste kui ka lubiväetistega mulda sattunud mikroelementide kogused ei osutu reostusohhtlikuks, vaid mõjuvad saagile ja saagi kvaliteedile isegi positiivselt.

Väetistega aastas hektarile sattuv Pb-kogus võib olla väga erinev, ulatudes Gapanjuki jt. (1982) andmetel kuni mitmesaja grammini. Cd võib aastas väetistega hektarile sattuda 1...5 g, kuid tavaliselt mitte üle 3 g (Minejev, 1990). Veelgi vähem viiakse väetistega mulda Hg. Isegi Belgias, kus väetisi kasutatakse suhteliselt palju, hinnatakse väetistega aastas hektarile sattuvaks Hg-koguseks ainult 0,22 g (Minejev jt., 1981b).

Arvestades Eestis viimastel aastatel kasutatud väetiskoguseid ja kasutatud väetiste raskmetallidega saastatust, ongi leitud mulda sattunud raskmetallide kogused. Tabelis 2 toodud arvud iseloomustavad väetistega aastas hektarile sattunud raskmetallide koguseid kolmel erineval aastal. 1987. aasta iseloomustab aega, millal Eestis kasutati väetisi kõige rikkalikumalt. Järgnevalt on toodud vastavad näitajad aastate 1992 ja 1994 kohta, millal väetisi Eestis kasutati oluliselt vähem.

Tabel 2. Väetistega mulda viidud raskmetallide kogused, keskmiselt aastas g/ha
Average yearly amounts of heavy metals taken to soil with fertilizers in Estonia g/ha

Väetised / Fertilizers	Pb	Cd	Hg	Mn	Zn	Cu	Mo	Co
1987								
Mineraalväetised Mineral fertilizers	2,69	0,19	0,11	43,16	2,67	5,92	1,08	0,78
Orgaanilised väetised Organic fertilizers	14,52	1,10	0,07	303,60	116,60	17,82	3,06	2,40
Lubiväetised Lime fertilizers	18,00	0,45	0,03	66,40	18,30	3,24	2,19	0,63
Kokku / Total	35,21	1,74	0,21	413,16	137,57	26,98	6,33	3,81
1992								
Mineraalväetised Mineral fertilizers	1,33	0,09	0,05	20,34	1,28	2,83	0,52	0,39
Orgaanilised väetised Organic fertilizers	7,26	0,55	0,03	151,80	58,30	8,91	1,53	1,20
Lubiväetised Lime fertilizers	1,20	0,03	0,00	4,46	1,22	0,22	0,15	0,06
Kokku / Total	9,79	0,67	0,08	176,60	60,80	11,96	2,20	1,65
1994								
Mineraalväetised Mineral fertilizers	0,45	0,04	0,03	7,30	0,45	0,99	0,18	0,19
Orgaanilised väetised Organic fertilizers	6,60	0,50	0,02	138,00	53,00	8,10	1,39	1,09
Lubiväetised Lime fertilizers	1,08	0,02	0,00	4,01	1,10	0,19	0,14	0,04
Kokku / Total	8,13	0,56	0,05	149,31	54,55	9,28	1,71	1,32

Esitatud arvudest nähtub, et vaatluse all olevatest raskmetallidest on väetistega aasta keskmisena hektarile sattunud kõige vähem elavhõbedat, alati alla 0,25 g. Vähe (0,5...2 g/ha) on väetistega mulda viidud ka kaadmiumi. Üheksakümnendatel aastatel on väetistega mulda viidud suhteliselt vähe (1,32...2,20 g) ka koobaltit ja molübdeeni, kuid märgatavalt enam (8,13...11,96 g) pliid ja vaske. Veelgi enam on makroväetistega sattunud mulda tsinki ja mangaani. Kuna viimati nimetatud raskmetalle vaadeldakse ka mikro-elementidena, mis optimaalsetes kogustes mõjuvad taimede kasvule positiivselt, ja et Eestis esineb Zn- ja Mn-sisalduse suhtes vaeseid muldi, siis makroväetistega mulda sattunud Zn- ja Mn-kogused tavaliselt mulda ei reosta.

Samuti selgub, et viimastel aastatel on kõige enam raskmetalle mulda viidud orgaaniliste väetistega. Selles osas moodustab erandi Hg, mida on mineraalväetistega mulda viidud enam kui orgaaniliste väetistega. Varasematel aastatel (1987), kui kasutati rohkesti lubiväetisi, sattuski kõige enam pliid mulda just lubiväetistega. Üheksakümnendatel aastatel, millal happeliste muldade lupjamine soikus, jäi ka lubiväetiste osa mulla raskmetallidega saastamisel üsna tühiseks.

Kuivõrd muld väetamisel saastub?

Et hinnata väetamisel mulla raskmetallidega saastumise võimalust, võib võrrelda kasutatavate väetiste raskmetallide sisaldust nende sisaldusega mullas. Võrdlevad andmed ongi toodud tabelis 1. Samas on toodud ka vaatluse all olevate raskmetallide klargilised sisaldused litosfääris, et näha, kuivõrd sisaldub väetistes üht ehk teist raskmetalli enam kui litosfääris keskmisena.

Väetamisel saastavad mulda ainult need väetised, milles üht või teist raskmetalli on enam kui mullas. Tabeli 1 andmetest selgub, et lämmastikväetistes sisaldub peaaegu kõiki vaadeldavaid raskmetalle vähem kui mullas. Ainult kaadmiumi võib nii mullas kui ka N-väetistes sisalduda enam-vähem võrdsetes kogustes ja elavhõbedat on N-väetistes alati enam kui mullas. Seega osutub Hg ainukeseks raskmetalliks, mille protsentuaalne sisaldus N-väetistes ületab vastava näitaja mullas.

Nagu juba mainitud, sisaldavad P-väetised raskmetalle rohkem kui teised mineraalväetised. Nii sisaldubki superfosfaadis mitmeid raskmetalle (Hg, Cu, Mo) alati enam kui mullas. Mangaani ja kaadmiumi sisaldub superfosfaadis ja mullas enam-vähem võrdsetes kogustes, kuid tsinki, koobaltit ja pliid on esimeses alati vähem kui teises.

K-väetistest enim kasutatakse meil kaaliumkloriidi, mis on mullast Hg-rikkam. Teisi vaatluse all olevaid raskmetalle sisaldub kaaliumkloriidis kas sama palju või vähem kui mullas.

Sõnniku kuivaine ja meie mineraalmullad on enamiku raskmetallide kontsentratsioonilt enam-vähem võrdsed. Vaid mõnikord võib Zn, Cu, või Mo sisalduda sõnniku kuivaines rohkem kui mulla kuivaines.

Mitmeid raskmetalle, nagu Pb, Cd, Hg, Zn, Cu ja Mo, sisaldub tolmpõlevkivituhas enam kui mullas. Seega tolmpõlevkivituha väga suurtes kogustes kasutamisel võib väetatav muld mõne raskmetalli osas saastuda.

Kuigi väetised sisaldavad raskmetalle, on neid seal enamasti sedavõrd vähe, et väetamisel jääb mulla raskmetallide üldsisalduse muutuse ulatus enamasti määramistäpsuse piiridesse. Näiteks 10 g mingi raskmetalli segamisel hektari künnikihi mullaga, oletades, et see kõik jääb künnikihi mulda, rikastub muld vastava raskmetalliga 0,003 mg/kg. Et aga osa väetistega mulda sattunud raskmetallidest eemaldub (eemaldatakse saagiga, leostub) künnikihi mullast, siis on väetamisest tingitud raskmetallide sisalduse muutus mullas veelgi väiksem.

Et arvestada ka raskmetallide eemaldumist mullast ja selle alusel hinnata väetistega mulda sattunud raskmetallide koguste ohtlikkust mulla reostamisel, tuleb hinnata vaadeldavate raskmetallide bilansi kujunemist meie muldades.

Teame, et kõigi keemiliste elementide sisaldus mullas on dünaamiline suurus, sõltudes vastava elemendi mullast eemaldatavatest ja tagastatavatest kogustest. Kui mingi elemendi

bilansiline saldo on positiivne, siis muld rikastub selle elemendi osas, on see aga negatiivne, siis vaesestub.

Mullast eemaldatakse keemilisi elemente kõige enam viljeldavate kultuuride saagiga. Neid eemaldub ka leostumise ja pinnalt ärauhutumise teel. Mõningad elemendid (Hg) eemalduvad mullast ka lendumise teel.

Põllumajanduslikult kasutatavate alade mullas tulevad keemiliste elementide bilansilise arvestuse katteallikatena arvesse eeskätt väetised (mineraal-, mikro-, lubi- ja orgaanilised väetised). Vähemal määral satub kõiki elemente mulda ka külvisega (seemnetega). Suuremal või väiksemal määral satub keemilisi elemente mulda ka atmosfäärist ja seda nii haritavatel kui ka mitteharitavatel aladel.

Mikroelementide bilanssi mullas on käsitlenud Kalmet (1991), kuid seda mitte maa-viljeluses tervikuna, vaid üksikute kultuuride kaupa. Ta on kindlaks määranud eemaldatavad ja juurdetulevad mikroelementide kogused erinevate kultuuride kasvatamisel.

Arvestades ühe või teise mikroelemendi eemaldamist mullast ja juurdetuleku allikaid, leidis Kalmet, et Cu saldo mullas kujunes enamiku kultuuride kasvatamisel negatiivseks. Positiivne oli see ainult kartuli ja köögiviljade kasvatamisel, kus kasutati rohkesti Cu-sisaldavaid taimekaitsevahendeid. Mo saldo mullas kujunes heintaimede ja silokultuuride kasvamisel negatiivseks, teiste meil külvikorras kasvatatavate kultuuride puhul aga positiivseks. Ka teiste mikroelementidena käsitletavate raskmetallide saldo mullas on kultuuriti erinev.

Arvestades Kalmeti (1991) poolt leitud mikroelementide sisalduse bilansilisi näitajaid kultuuride lõikes ning kultuuride osatähtsust külvikorras, on leitud mikroelementide saldo haritava maa hektari kohta. Selgus, et Cu-, Mo- ja Zn-sisalduse saldod haritava maa mullas on negatiivsed (vastavalt 45,1, 0,8 ja 10,3 g/ha), Mn- ja Co-sisalduse omad aga positiivsed (vastavalt 149,0 ja 1,3 g/ha).

Nagu nägime, kujuneb haritavate alade mullas Cu-sisalduse saldo negatiivseks. See aga tähendab, et meie põllumullad jäävad pidevalt vasevaesemaks. Arvestades ka seda, et meie haritavast maast on ligemale kolmandik (32,2 %) vasevaene, on Eestis vaja kasutada vaske sisaldavaid väetisi. Seda ülesannet võivad osaliselt täita ka vaske sisaldavad makroväetised. Selge on aga see, et Cu-sisaldus väetistes ei osutu negatiivseks näitajaks ega piira reostusohu seisukohalt väetiste kasutamist.

Eesti mullad Zn-puuduse all valdavalt ei kannata. Zn-vaeseid muldi leidub kohati Põhja-Eestis, kuid nende osatähtsus vabariigi kogu haritava maa muldadest moodustab ainult 9,3 %. Et aga Zn-sisalduse saldo mullas kujuneb vabariigi keskmisena negatiivseks, siis makroväetistega mulda viidud Zn ei osutu keskkonnaohtlikuks.

Et meil on rohkesti (24 %) Mo-vaeseid muldi ja et ka Mo-sisalduse saldo meie muldades kujuneb nõrgalt negatiivseks, on soovitatav kasutada molübdeeni sisaldavaid väetisi.

Rikkalik Mn-sisaldus väetistes ei ole soovitatav ja seda põhjusel, et meil on suhteliselt vähe (9,6 %) Mn-vaeseid muldi ja ka Mn-sisalduse saldo mullas senise külvikordade struktuuri ja väetiste kasutamise juures on positiivne (+149 g/ha).

Varasematel aastatel oli Co-sisalduse saldo mullas meil nõrgalt positiivne (+1,3 g/ha), kuid et meie muldadest 16,7 % on väga madala Co-sisaldusega, ei osutu makroväetistes sisalduv väike Co-kogus keskkonnaohtlikuks.

Tuginedes Eestis senini läbiviidud uuringutele (Kärblane, Kevvai, 1993a) võib väita, et mõned aastad tagasi, kui meil veel väetisi enam kasutati, sattus aastas väetistega haritava maa hektarile keskmiselt 1,6 g kaadmiumi. Eesti keskmisena satub atmosfäärist aastas hektarile umbes 1,2 g Cd. Seega on Cd summaarseks juurdetulekuks aastas 2,8 g/ha. Külvikorra keskmisena eemaldatakse meil saagiga aastas 0,9 ja leostub umbes 2 g Cd. Seega eemaldub saakidega ja leostumise näol aastas hektarilt 2,9 g Cd, mis on 0,1 g võrra suurem kui juurdetulek. Praktiliselt võib aga öelda, et Cd-sisalduse saldo Eesti muldades on nullilähedane. See viitab sellele, et eriti Cd-rikkaid väetisi ei või kasutada, sest see võib muuta Cd-sisalduse saldo mullas positiivseks.

Pliisalduse saldo Eesti haritava maa muldades on olnud viimastel aastatel kindlalt positiivne (Kärblane, Kevvai, 1993c). Varasematel aastatel anti aasta keskmisena väetistega

summaarselt hektarile umbes 19 g pliid. Õhust hektarile langevaks plii koguseks võib lugeda meie oludes 22 g. Saagiga eemaldub aastas hektarilt 3...4 g Pb ja põhjavette leostub umbes 20 g. Et Pb-sisalduse saldo meie muldades on positiivne, ei ole soovitatav pliirikkaid väetisi kasutada. Õnneks on meil seni kasutatud väetised olnud suhteliselt Pb-vaesed.

Üheks Eesti muldade elavhõbedaga saastajaks on atmosfäär, kust Eesti keskmisena satub aastas hektarile umbes 0,3 g Hg. Lisaks tööstussaastele satub põllumajanduslikult kasutatavatel aladel elavhõbedat mulda ka väetiste ja taimekaitsevahenditega. Vastavad arvutused näitavad, et 1985. aastal viidi Eestis kõigi väetistega keskmiselt haritava maa hektarile 0,35, sealhulgas mineraalväetistega 0,19 g Hg. Samal aastal sattus taimekaitsevahenditega hektarile ainult 0,002 g Hg (Kärblane, Kevvai, 1993b). Et viimastel aastatel on meil väetiste kasutamine vähenenud, on ka nendega mulda viidud Hg-kogused vähenenud.

Mitte kogu mulda sattunud Hg ei akumuleeru seal, osa eemaldub mullast. 1985. a. eemaldati saakidega aastas hektarilt keskmiselt 0,6 g Hg. Kuigi Hg on mullas väheliikuv, võib arvestada, et Eesti kliima- ja mullastikutingimustes leostub aastas hektarilt 0,2 g elavhõbedat. Arvestades Eestis 1985. aastal Hg juurdetuleku ja eemaldamise koguseid, kujunes Hg-sisalduse saldo mullas negatiivseks (-0,15 g/ha) (Kärblane, Kevvai, 1993b). Paaril viimasel aastal peaks see veelgi negatiivsem olema. Seega elavhõbedade väike sisaldus väetistes ei reosta mulda ega osutu keskkonna seisukohalt ohtlikuks.

Kokkuvõte ja järeldused

Uurimistulemusi ja kirjandusandmeid kokku võttes võib väita, et peaaegu kõik meil kasutatavad väetised sisaldavad suuremal või vähemal määral raskmetalle, kuid mitmeid neist oluliselt vähem kui mõnedes teistes maades kasutatavad väetised.

Väetistega mulda sattunud raskmetallikogus sõltub kasutatud väetiskogusest ja ühe või teise raskmetalli sisaldusest väetises. 1994. aastal viidi Eestis väetistega raskmetalle mulda 2,5...4,3 korda (sõltuvalt raskmetallist) vähem kui 1987. aastal.

Mitmeid raskmetalle (Pb, Zn, Co) sisaldub mineraalväetistes tavaliselt vähem kui mullas. Kaadmiumi ja mangaani võib nii mineraalväetistes kui ka mullas olla enam-vähem võrdsetes kogustes, kuid elavhõbedat on mineraalväetistes peaaegu alati rohkem kui mullas. Vaske ja molübdeeni sisaldub enamikus mineraalväetistes vähem kui mullas. Superfosfaat osutus mullast Cu- ja Mo-rikkamaks.

Eesti haritava maa muldade Cu-, Zn-, Mo- ja Hg-sisalduse saldo oli aastaid tagasi (1985...1987) negatiivne, Cd-sisalduse saldo aga nullilähedane. Mn, Pb ja Co sattus mulda enam kui neid sealt eemaldus.

Kirjandus

- Agrohimitseskie metodõ...: Агрохимические методы исследования почв. – Москва, 1965. – 436 с.
- Aleksejev: Алексеев Ю. В. Качество растительной продукции. - Ленинград, 1978. - 256 с.
- Derfi avin jt.: Державин Л. М., Седова Е. В., Хлыстова А. Ф. Применение минеральных удобрений и окружающая среда. – Агрохимия, № 1, с. 121...133, 1982.
- Dueck, T. A. et al. Heavy metal immission and genetic constitution of plant populations in the vicinity of two metal emission sources. – Angew. Bot., vol. 52, No 1, p. 47...53, 1984.
- Garanjuk jt.: Гапанюк Э. И., Бобавникова Ц. И., Кремленкова Н. П. Фосфорные удобрения как возможный источник химического загрязнения почв. – Химия в с.-х., № 12, с. 40...42, 1982.
- Govorina, Vinogradova: Говорина В. В., Виноградова С. Б. Минеральные удобрения и загрязнение почв тяжелыми металлами. – Химизация с.-х., № 3, с. 87...90, 1991.
- Jagodin jt.: Ягодин Б. А., Виноградова С. Б., Говорина В. В. Кадмий в системе почва-удобрения-растения-животные организмы и человек. – Агрохимия, № 5, с. 118...130, 1989.
- Kabata-Pendias, Pendias: Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – Москва, 1989. – 439 с.
- Kallaste, T. jt. Õhu saastus Eestis 1985...1990. – Helsingi, 1992. – 61 lk.

- Kalmet, R. Mikroelemendid Eesti NSV maaviljeluses. – Tln., 1979. – 176 lk.
- Kalmet, R. Mikroelementide bilansist mullas. – EMMTUI teaduslikud tööd LXVIII, lk. 96...104, 1991.
- Kalmet, R. Väetamine ja mikroelemendid. – Agraarteadus, nr. 4, lk. 275...281, 1992.
- Karпова, Potatujeva: Карпова Е. А., Потатуева Ю. А. Кадмий в почвах, растениях, удобрениях. – Химизация с.-х., № 2, с. 44...47, 1990.
- Kuzmenkova: Кузьменкова А. М. Использование компостов из твердых отходов. – Москва, 1976. – 60 с.
- Kärblane, H., Kevvai, L. Kaadmium mullas, taimes ja loomorganismis. – Põllumajandus, nr. 2, lk. 21...22; nr. 3, lk. 16...19, 1993a.
- Kärblane, H., Kevvai, L. Elavhõbe mullas ja taimedes. – Põllumajandus, nr. 8, lk. 6...8 ja 14...16, 1993b.
- Kärblane, H., Kevvai, L. Antropogeense tegevuse mõju pliisisaldusele mullas ja taimedes. – Agraarteadus, nr. 4, lk. 390...407, 1993c.
- Kärblane, H. Väetiste mõju mõnede raskemetallide sisaldusele mullas. – Kaasaegse ökoloogia probleemid. Alalhoidlik areng ja looduskeskne elulaad. – Tartu, lk. 129...131, 1994.
- Malahhova: Малахова С. Г. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв. Часть I. – Москва, 1983. – 128 с.
- Minejev jt.: Минеев В. Г., Макарова А. И., Тришина Т. А. Тяжелые металлы и окружающая среда в условиях современной интенсивной химизации. – Агрохимия, № 5, с. 146...155, 1981a.
- Minejev jt.: Минеев В. Г., Алексеев А. А. Интенсивное земледелие и защита окружающей среды. – Сельское хозяйство за рубежом, № 9, с. 2...7, 1981b.
- Minejev jt.: Минеев В. Г., Алексеев А. А., Манзерова Е. М. Поступление тяжелых металлов в почву при внесении высоких доз минеральных удобрений. – Доклады ВАСХНИЛ, № 8, с. 8...10, 1981c.
- Minejev jt.: Минеев В. Г., Тришина Т. А., Алексеев А. А. Распределение ртути и ее соединений в биосфере. – Агрохимия, № 1, с. 122...132, 1983.
- Minejev: Минеев В. Г. Химизация земледелия и природная среда. – Москва, 1990. – 287 с.
- Peive: Пейве Я. В. Методические указания по определению микроэлементов в почвах и растениях. – Рига, 1961. – 50 с.
- Popovič: Попович Л. П. О правильном использовании минеральных удобрений. – Химизация с.-х., № 2, с. 15...17, 1992.
- Potatujeva jt.: Потатуева Ю. А. и др. Изучение агрохимической эффективности микроэлементов в минеральных удобрениях, модифицированных ОЭДФК. – Агрохимия, № 4, с. 66...73, 1987.
- Rinkis: Ринкис Т. Я. Методы ускоренного колориметрического определения микроэлементов в биологических объектах. – Рига, 1963. – 123 с.
- õiltsova, Vinogradova: Жильцова М. Ю., Виноградова С. Б. Содержание тяжелых токсических металлов в органических удобрениях. – Тезисы докл. VIII Всесоюзн. съезда почвоведов. Книга III. – Новосибирск, 1989, с. 291.
- Turbas, E. See ohtlik tolmsaaste. – Eesti Loodus, nr. 3, lk. 142...144, 1991.
- Veiderma, M., Viisimaa, L. Milliseid elemente leidub Eesti fosforiidis. – Eesti Loodus, nr. 12, lk. 766...772, 1989.

CONTENTS OF HEAVY METALS IN THE MORE COMMONLY USED FERTILIZERS IN ESTONIA AND THEIR CONTRIBUTION TO SOIL POLLUTION

H. Kärblane, L. Kevvai

Summary

Almost all fertilizers which have been used up to the present time in Estonia contain to a certain extent heavy metals. The contents of heavy metals in different fertilizers are given in Table 1.

The amount of heavy metals taken to soil with fertilizers depends on the fertilizer rate and on the content of one or another heavy metal in the fertilizer. In 1994, 2.5... 4.3 times less heavy metals were applied to soil with fertilizers than in 1987 (Table 2).

The contents of several heavy metals (Pb, Zn, Co) are lower in mineral fertilizers than in soil. The contents of Cd and Mn in mineral fertilizers are more or less equal to the contents in soil, but the content of Hg is almost always higher in mineral fertilizers than in soil. The majority of mineral fertilizers, with the exception of superphosphate, contain less Cu and Mo than the soil.

Years ago (1985...1987), the balance of Cu, Zn, Mo and Hg contents in the soils of Estonian arable land was negative, the content of Cd was balanced, and only in case of Mn, Pb and Co the balance was positive.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В НАИБОЛЕЕ УПОТРЕБЛЯЕМЫХ В ЭСТОНИИ УДОБРЕНИЯХ И ИХ УДЕЛЬНЫЙ ВЕС В ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Х. Кярблане, Л. Кеввай

Резюме

Почти все используемые в Эстонии удобрения содержат в большей или меньшей мере тяжелые металлы. Содержание тяжелых металлов в используемых у нас удобрениях характеризуется данными таблицы 1.

Количество тяжелого металла, попавшего в почву удобрениями, зависит от количества внесенного удобрения и содержания одного или другого тяжелого металла в удобрении. В 1994 году в Эстонии было внесено удобрениями тяжелых металлов в почву в 2,5...4,3 раза (в зависимости от тяжелого металла) меньше, чем в 1987 году (табл. 2).

Содержание ряда тяжелых металлов (Pb, Zn, Co) в используемых у нас минеральных удобрениях меньше, чем их содержание в почве. Cd и Mn содержатся как в минеральных удобрениях, так и в почве более-менее в равных количествах, но Hg содержится в минеральных удобрениях почти всегда больше, чем в почве. Cu и Mo содержится в большинстве минеральных удобрениях меньше, чем в почве. Суперфосфат оказывается содержанием Cu и Mo богаче, чем почва. Сальдо содержания Cu, Zn, Mo и Hg в почве обрабатываемой земли Эстонии было в 1985...1987 гг. негативным, а сальдо содержания Cd оказалось уравновешанным. Только Mn, Pb и Co попадало в почву больше, чем их из неё удалялось.