

<https://doi.org/10.3176/biol.1979.4.03>

УДК 661+631.82 (474.2)

Evald RAUDVÄLI, Mihkel VEIDERMA

MINERAALVÄETISTE VAJADUSEST EESTI NSV-s JA SELLE RAHULDAMISE TEEDEST

Alates NLKP Keskkomitee 1965. aasta märtsipleenumist, mis pani aluse uuele etapile partei leninlikus agraarpoliitikas, on meie maa põllumajandus nii majanduslikus kui ka sotsiaalses mõttes teinud suuri edusamme. Üks tegureid, mis seni on pidurdanud põllumajandusliku tootmise kasvu, on kolhooside ja sovhooside ikka veel ebapiisav varustamine mineraalväetiste ja taimekaitsevahenditega, nagu märgitakse NLKP Keskkomitee 1978. aasta juulipleenumi otsuses. Samas püstitatakse ülesanne viia mineraalväetiste tarnimine põllumajandusele tuleval viisaastakul 135—140 miljoni tonnini aastas. Väetisetoodangu kasv peab hõlmama põhiliselt fosfaat-, kontsentreeritud ja liitväetisi.

Eestis on püsivalt kõrgete saakide saamine võimalik ainult mineraalväetiste rohke kasutamise korral, sest meie mullad on taimedele omastatavate toitainete ja nende üldsisalduse poolest äärmiselt vaesed ega vasta kultuurtaimede normaalseks kasvuks vajalikele nõuetele.

Muldade toiterežiimi looduslikust seisundist annab ehk kõige ilmekama pildi looduslike rohumaade saagikus. Statistika andmeil [1] oli looduslike rohumaade saak kodanlikus Eestis 15 aasta (1925—1939) ja 13,4 miljoni arvestushektari keskmisena vaid 318 söötühikut. Pikaajalise väetamise tulemusena (põhiliselt orgaaniliste väetistega) oli kultuurkõlvikute viljakus 1935—1939 aasta keskmisena 1300 sü/ha [2]. Võib oletada, et ka kultuuristatud muldade looduslik viljakus ei erine nud toitainetesisalduse poolest oluliselt looduslike alade viljakusest, sest suuri erinevusi muldade lähtekivimi keemilises koostises nende kõlvikute vahel ei esine.

Mineraalväetiste intensiivne kasutamine viimastel aastakümnetel (keskmiselt üle 200 kg toimeainet haritava maa hektarile) on suurendanud keskmisi hektarisaake eespool tooduga võrreldes üle kahe korra.

Arvestuse kohaselt kaetakse taimekasvatuse planeeritud toodangu saamiseks vajaminevatest taimetoitelementidest 25—30% orgaanilise väetisega, ülejäänud 70—75% aga mineraalväetistega.

Tinglikult võime kasutatavate taimetoitelementide koguse jaotada kolme ossa:

- 1) saagi moodustamiseks vajalikud toitelemendid, mis eemaldatakse põllult saagiga,
- 2) muldade toiterežiimi parandamiseks kuluvad toitelemendid,
- 3) leostumisega ja muul teel eemaldatud taimetoitelementide asendamiseks ja mullaviljakuse taastamiseks kuluvad toitelemendid.

Loetletud osad ei ole kindlapiirilised, kuid väetamise ülesanne on mullas sellise toitaineterežiimi loomine, mis võimaldaks maksimaalselt suurendada toitainete kasutamist toodangu saamiseks ning vähendada toitainete kadu leostumisega.

Näiliselt oleks siin nagu tegemist vastuoluga, sest mida suurem on taimedele omastatavate toiteelementide sisaldus mullas, seda suuremad on ka leostumisvõimalused. Tegelikult aga suureneb koos mullaviljakuse tõusuga ka muldade neelamismahutavus ja toitainete leostumine suhteliselt isegi väheneb. Teiselt poolt võimaldab toitainete kõrgem sisaldus mullas kasutada suhteliselt väiksemates kogustes (kuid mitte alla saagiga eemaldatava osa suuruse) taimetoiteelemente ning nende summaarne kasutuskoefitsient (koos järelmõjuga) seetõttu tõuseb. Ideaalsel juhul võiks mineraalväetistega antavate toiteelementide keskmine kasutegur läheneda ühele, taimekasvuks soodsatel aastatel aga tõusta väetiste järelmõju tõttu isegi üle 1, kuid jääda ebasoodsatel aastatel tugevasti alla 1.

Mineraalväetiste suur efektiivsus viljaka mulla korral on saavutatav bioloogiliselt seotud lämmastiku, orgaaniliste väetiste kasutamise ja mullavarudest taimetoitainete vabanemise arvel.

Mineraalväetiste valik, vahekord ja kogus sõltuvad taimekasvatuse struktuurist, planeeritud saagi suurusest ja mullaviljakusest. Sellest lähtudes analüüsime põhiliste kultuuride (teravili, kartul ja teised rühvelkultuurid, mitmeaastased heintaimed) väetistärvet. Teravilja perspektiivne planeeritud saagikus on 35—40 ts piires hektarilt ja optimaalne osa külvikorras 50% piires haritavast maast. Kartuli perspektiivne planeeritud saagikus on 250—300 ts vahel, kartuli ja teiste rühvelkultuuride osa külvipinna struktuuris 7—8% piires. Mitmeaastaste heintaimede saagikus peab olema vähemalt 60 ts/ha ja nende osa külvipinnast 40% piires.

Toitainete eemaldamist saakidega mõjustavad paljud tegurid. Sõltub ju saagi keemiline koostis sordist, kasvutingimustest, ilmastikust, agrotehnikast, mulla toitainetesisaldusest, kasutatud väetisnormidest jms. Näiteks eemaldatakse taliteraviljade 35-tsentnerilise hektarisaagiga mullast 85—100 kg lämmastikku, 35—45 kg fosforoksiidi ja 70—100 kg kaaliumoksiidi. Suviteraviljade 40-tsentnerilise saagiga viiakse põllult ära 75—110 kg lämmastikku, 30—45 kg fosforoksiidi ja 65—90 kg kaaliumoksiidi. Selliste saakide saamiseks on aga vaja kasutada 60—140 kg (keskmiselt 110) lämmastikku, 50—80 (70) kg fosforoksiidi ja 45—60 (55) kg kaaliumoksiidi hektarile.

Kartuli 250-tsentnerilise mugulasaagiga eemaldatakse hektarilt ligikaudu 130 kg lämmastikku, 50 kg fosforoksiidi ja isegi üle 200 kg kaaliumoksiidi. Mineraalväetiste planeerimisel arvestatakse seda, et kartul saab 50—70 tonni sõnnikut hektarile. Sellest lähtudes peaksime kartulile andma lämmastikku kuni 70 kg, fosforoksiidi kuni 100 kg ja kaaliumoksiidi kuni 50 kg hektarile.

Mitmeaastased heintaimed viivad 60-tsentnerilise hektarisaagiga ära (olenevalt liblikõieliste sisaldusest kamaras) 90—130 kg lämmastikku, 30—35 kg fosforoksiidi ja 110—120 kg kaaliumoksiidi. Rohumaade väetamisel arvestatakse heintaimiku koostist. Liblikõielised puhaskülvi korral lämmastikväetist ei saa, kõrrelisterikas heintaimik aga peab saama kuni 170 kg lämmastikku, 50—60 kg fosforoksiidi ja 100—110 kg kaaliumoksiidi hektarile.

Suviteravilja väetamiseks kasutame põhiliselt liitväetisi, andes need mulda teraviljakülvil kombineeritud masinaga seemendussügavusest sügavamale külvirea kõrvale. Taliteravili aga saab liitväetisi: fosfor-kaaliumväetised künni alla (samuti sõnnik) ja lämmastikväetis varakevad.

Ka kartuli väetamiseks kasutame liitväetisi, andes neid kombineeritud masinaga kartulipaneku ajal. Sõnniku saab aga kartul juba sügisel.

Mitmeaastased heintaimed saavad fosfor-kaaliumväetised varuväetisena eelviljale, lämmastikväetised aga jaotatult pealtväetisena, mille andmise sagedus võrdub niidete arvuga.

Arvestused näitavad, et planeeritud taimekasvatussaaduste tootmiseks ja mullaviljakuse suurendamiseks on meie vabariigis eelolevatel viisaastakutel vaja kasutada mineraalväetisi toimeaines üle 300 000 tonni aastas keskmise vahekorraga $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 0,6 : 0,8$. See vastab keskmiselt 290 kg toimeainele haritava maa hektari kohta. Väetiste efektiivsemaks kasutamiseks ja nüüdisaegse väetustehnoloogia rakendamiseks on vajalik, et vähemalt 50% väetistest oleksid kompleksväetised.

Põllumajanduse vajadusi mineraalväetiste osas on NSV Liidus hakatud järjest paremini rahuldama. Keemiatööstuse intensiivse arengu tulemusena on viimase 20 aasta jooksul mineraalväetiste toodang kasvanud meil ligi 8 korda. NSV Liit on jõudnud selles osas esikohale maailmas, andes ligi veerandi (1978. aastal 98 milj. t) maailmatoodangust. Tunduvalt on laienenud mineraalväetiste sortiment ja paranenud kvaliteet: vastavalt 10. viisaastaku põhiülesannetele tõuseb mineraalväetiste toimeainesisaldus 1980. aastaks 40%-ni ja kompleksväetiste osakaal mineraalväetiste toodangus 27%-ni. Tootmisprotsesside täiustamise, samuti väetiste ulatuslikuma granuleerimise, parema neutraliseerimise ja kuivatamise ning konditsioneerivate lisandite kasutamise tõttu on paranenud väetiste füüsikalised-mehaanilised omadused, mis hõlbustab nende vedu, hoidmist ja kasutamist.

Nüüd, kui on tehtud suur samm edasi väetiste tootmise ja kasutamise kvantitatiivsetes näitajates, muutub põhiülesanneks nende sortimendi ja kvaliteedi edasine parandamine ning efektiivsuse tõstmine tarbimisfääris. Mineraalväetiste kasutamine mitteoptimaalses sortimendis ja vahekorras võib põhjustada saagi kvaliteedi langust (maitseomaduste halvenemist, nitraatide, fluoriidide jt. toksiliste ainete sisalduse tõusu), teravilja lamandumist ja muid ebasoovitavaid nähtusi, rääkimata nende efektiivsuse vähenemisest. Mulda viidud lämmastik- ja fosforväetistest kasutavad praegu taimed ühe külvikorra vältel keskmiselt vaid 50%. Ulejäänud osa lämmastikust uhutakse veega mullast välja või läheb kaduma denitrifitseerumise ja ammoniaagi eraldumise tagajärjel, kadumaminev fosfor aga seotakse mullas mittelahustuvatesse ühenditesse. Toiteelementide sattumine veekogudesse soodustab viimaste eutrofeerumist (vetikate vohamist), mis muutub järjest tõsisemaks probleemiks.

Eesti NSV on mineraalväetistega suhteliselt hästi varustatud, nende osa põllukultuuride saagikuses ületab 50%. 1976. aastal, kui saadi rekordiline teraviljasaak (31,1 ts/ha), kasutati meil 214 kg toiteelemente 1 ha haritava maa kohta, mis oli 2,75 korda rohkem kui NSV Liidus keskmiselt. 1979. aasta mineraalväetisefondide järgi saab Eesti põllumajandus üksikuid toiteelemente vahekorras $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 0,6 : 1$. Kuid on ka puudusi: vähe ja piiratud valikus saadakse kompleks- ja mikroväetisi ning kloriididevabu kaaliumväetisi, sageli ei rahulda väetiste füüsikalised omadused. Kõik see mitte ainult ei vähenda mineraalväetiste efektiivsust, vaid ka suurendab tööjõukulu põllumajanduses.

Et Eestit varustavad väetistega (peale kaaliumväetiste) peamiselt meie vabariigis paiknevad ettevõtted, siis tuleb nende arendamisel edaspidi suuremal määral arvestada meie põllumajanduse vajadusi. Kohtla-Järvel ehitatavas liitväetistetehases tuleks ette näha selline tehnoloogiline protsess, mis võimaldaks põhilise väetismargi (1:1:1) kõrval toota teisigi suuremates kogustes tarvisminevaid liitväetisi (1:0,7:0,7; 1:1,5:1 jt.) ning lisada neisse ka mikroelemente, eriti vaske ja boori. Seni ei toodeta Eestis fosforkaaliumväetisi, mida vajatakse taliviljade,

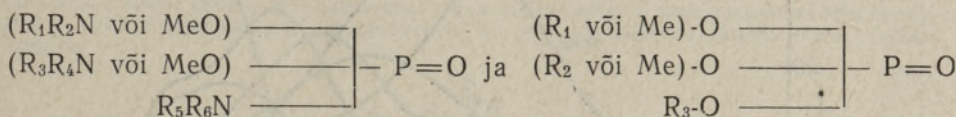
mitmeaastaste heintaimede ja liblikõieliste väetamiseks. Kui Maardu Keemiatehases jätkatakse superfosfaadi tootmist, siis oleks seal suhteliselt lihtne ja väikeste vahenditega võimalik organiseerida ka fosforkaaliumväetise tootmist.

Peale nende lähemate ülesannete lahendamise on vaja välja töötada põhimõtteliselt uusi väetisi ja nende kasutamise viise. Kadude vähendamise seisukohast oleksid ideaalsed sellised väetised, mis lahustuksid senistest aeglasemalt või, veelgi parem, sünkroonselt toiteelementide omastamisega taimede poolt. Sellest lähtudes tuleb nähtavasti revideerida põllumajanduse senist nõuet, et toiteelemendid peavad sisalduma väetistes ainuüksi vees lahustavas vormis.

Viimaste aastate uurimused lubavad uusi tulemusi kolmes põhisuunas [3—7]:

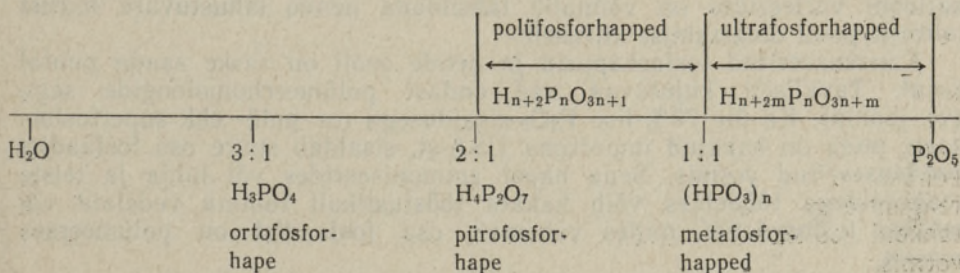
1. Kergesti lahustuvate mineraalväetiste, eriti lämmastik- ja liitväetiste graanulite kapseldamine, s.o. nende katmine polümeersete kelmtega. Kelmet tekitavate ainetena võib kasutada karbamiidvaikusid, polüvinüülatsetaati, kõrgemaid amiine ja rasvhappeid, ränioorgaanilisi ühendeid, parafiini, sula väävlit ja muid aineid. Selle tulemusena võib väetiste lahustuvust mitmekordselt aeglustada, kusjuures nende füüsikalismehaanilised omadused tunduvalt paranevad.

2. Aeglaselt lahustuvate või osaliselt vees lahustuvate ning mullas mitteretrogradeeruvate väetiste valmistamine. Nendest juba toodetakse maailmas karbamiidi ja metanaali (formaldehüüdi) polükondensatsioonisaadusi (üldvalem $\text{NH}_2\text{CONH}(\text{CH}_2\text{NHCONH})_n\text{CH}_2\text{NHCONH}_2$), karbamiidfosfaati $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$ ja magneesiumammooniumfosfaati MgNH_4PO_4 , uurimisstaadiumis on etaandiamiid (oksamiid) $\text{NH}_2\text{COCONH}_2$, fosfornitriildiamiid $[\text{PN}(\text{NH}_2)_2]_n$, amidofosfaadid, alküülfosfaadid jt. ühendid. Viimase kahe ühendigrupi, mille üldvalem on vastavalt

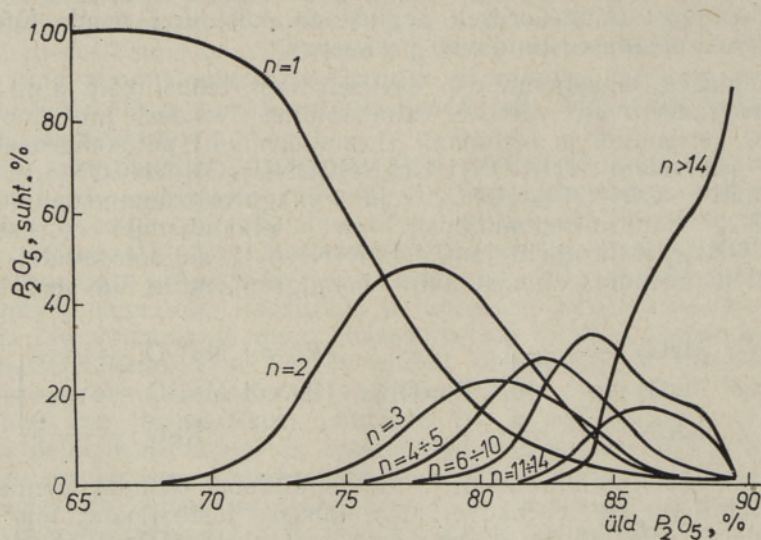
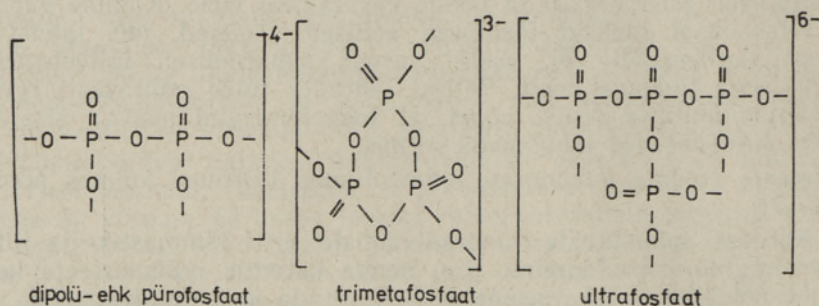


(R tähistab süsivesinikradikaali ja Me metalliooni oksüdatsiooniastmega +1), eripära on see, et nad ei anna lahuses fosfaatioone, mis mullas olevate Fe^{3+} -, Al^{3+} -, Mg^{2+} - jt. ionidega seostuksid rasketilahustuvateks ühenditeks.

3. Polümeersete ehk kondenseeritud fosfaatide laialdane valmistamine ja kasutamine. Viimased kujutavad endast kondenseeritud fosforhapete sooli ning jagunevad struktuurilt lineaarseteks polü-, tsüklilisteks meta- ja hargnenud ahelaga ultrafosfaatideks. Vastavate hapete koostist (sõltuvalt H_2O ja P_2O_5 moolvahekorrast nendes) selgitab järgmine skeem:



Kondenseeritud fosforhappeid võib vaadelda kui ortofosforhappe PO_4 tetraeedrite kondensatsiooni saadusi, milles fosforiaatomid on seotud hapnikuaatomi kaudu. Kondenseeritud fosfaatioonide gruppide lihtsamate esindajate struktuur on järgmine:



Fosfaatide eri vormide sisaldus fosforhappes, sõltuvalt viimase kontsentratsioonist (n — polümeerisatsiooniaste).

Mullas hüdrolüüsuvad kondenseeritud fosfaadid järk-järgult lahustuvateks ortofosfaatideks. Nende ahela pikkust ja kuju muutest ning katiooni varieerides on võimalik lähendada nende lahustuvuse kiirust taime poolt omastamise kiirusele.

Kondenseeritud fosforhappeid ja nende sooli on raske saada puhtal kujul. Tavaliselt kujutavad nad endast polümeerhomoloogide segu (vt. joonis). Ka üle 70%-lise P_2O_5 -sisaldusega nn. polü- ehk superfosforhappe, mida on hakatud importima USA-st, sisaldab suure osa fosfaadist kondenseeritud vormis. Seda hapet ammoniseerides või lubja ja teiste reagentidega töödeldes võib hakata tööstuslikult tootma vedelaid või tahkeid fosforväetisi, milles vähemalt osa fosfaadist on polümeerses vormis.

Uute perspektiivsete mineraalväetiselike sünteesi ja omaduste tundmaõppimiseks on vaja laiendada uurimistööd, sealjuures selgitada nende osa ja vajadust taimekasvatussaaduste ratsionaalsel tootmisel Eesti NSV-s.

KIRJANDUS

1. Eesti põllumajandus XVIII. Tallinn, 1940.
2. Statistiline aastaraamat 1939. Tallinn, 1940.
3. Тезисы докладов I Всесоюзного совещания по современной технике гранулирования и капсулирования удобрений. М., 1979.
4. Fertilizer Technology and Usage. (Ed. by M. H. McVickar a.o. Soil Science Society of America.) Washington, 1963.
5. Mineraldüngung. Berlin, 1970.
6. Проблемы химии и химической технологии. М., 1977.
7. Полифосфаты и минеральное питание растений. (Под ред. Е. А. Продана.) Минск, 1978.

Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse
Teadusliku Uurimise Instituut

Toimetusse saabunud
14. V 1979

Tallinna Polütehniline Instituut

Эвальд РАУДВЯЛИ, Михкель ВЕЙДЕРМА

О ПОТРЕБНОСТИ В МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЯХ И ПУТЯХ ЕЕ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ В ЭСТОНСКОЙ ССР

Рассматриваются потребность сельского хозяйства Эстонской ССР в минеральных удобрениях как с точки зрения их количества, так и ассортимента, а также возможности более полного удовлетворения этой потребности за счет уменьшения потерь питательных элементов.

Evald RAUDVALI, Mihkel VEIDERMA

REQUIREMENTS OF FERTILIZERS IN THE ESTONIAN SSR AND WAYS OF MEETING THEM

The requirement of fertilizers in the agriculture of Soviet Estonia is substantiated in this paper, taking into consideration the necessary quantity as well as the assortment. Tasks and perspectives for the near future are set up for fully satisfying this requirement by using the nourishing elements of the fertilizers to best advantage.