

Eesti põllumuldade väetistarve ja selle analüüs

Märt Nõges, Priit Penu, Jaanus Rebane
Põllumajandusuuringute Keskus

Ökonoomse tootmise alus on sisendite ja väljundite (kulude-tulude) optimeerimine. Üks möödapääsmatuid samme taimekasvatuses on põllumajandusliku maa kvaliteedi hindamine toiteelementidega varustatuse seisukohast ehk lühidalt öeldes väetistarbe määramine.

Mingi põllukultuuri toiteelementidega varustatuse taseme määramiseks on kõige täpsem viis määrata selle elemendi sisaldus vahetult taimes. Kahjuks on see nn tagantjärele tarkus, sest sel juhul on konkreetsete väetamisotsuste vastuvõtmine lootusetult hilineanud - oma aja võtavad analüüsid ning väetised ei mõju kohe. Kuna midagi paremat pole välja mõeldud, on toiteelementide sisalduse määramine mullas seega möödapääsmatu.

Tegelikult on kogu väetistarbe määramise ajalugu erinevates mulla väljatõmbelahustes (ekstragentides) ja taimedes sisalduvate elementide võrdlemise ajalugu. Teisiti öeldult: erinevate väljatõmbelahuste abil on püütud imiteerida taimede toitumist. Kasutatud lahused algavad kõige lihtsamast, s.o veest, ning lõpevad üsna eksootilistega, nt Saksa Maaviljeluse Instituut Hannoveris soovitab arenguriikidele väljatõmbelahuseks kokakoola lighti. (Schnug, E., J. Fleckenstein & S. Haneklaus. 1996. "Coca Cola is it! The ubiquitous extractant for micronutrients in soil". Communications in Soil Science and Plant Analysis 27: 1721-1730.)

Eestis alustati sobivate lahuste otsimisega juba 1920. aastate lõpus ning ka nõukogude ajal tehti selles valdkonnas palju tööd. Kahjuks oli aga Moskva pannud ette raamistiku ning väga suurt sõnaõigust meile ei antud. Väljatõmbelahuste valikus peegeldub ka analüüsiaparatuuri areng. Kuni 1960. aastateni kasutati praktiliselt iga elemendi jaoks eraldi lahust. See oli seotud ühelt poolt analüütiliste (kolorimeetria, leek- ja spektrofotomeetria ja mitmesugused sadestamisel põhinevad gravimeetriselised meetodid) tehniliste võimalustega ning teiselt poolt ressursside (tööjõud, materjalid jms) madala maksumusega.

Seoses aatomabsorptsioon-spektromeetria (AAS) ja eriti ioonsidetastatud emissioon plasma-spektromeetria (ICP-OES ja ICP-MS) kasutusele võtmisega on maailmas alates 1960-ndatest üha suurenev tendents kasutada selliseid väljatõmbelahuseid, mis võimaldavad mitme elemendi määramist ühest lahusest.

Varasem töömahukas analüüsiskeem

Nõukogude ajal olid kõik eluvaldkonnad, sh mulla analüüsid reguleeritud GOST-idega. GOST kuulus vastuvaidlematule täitmisele. Teisalt pidid kasutatavad analüütilised meetodid ja väljatõmbelahused vastama Nõukogude Liidu aparaadiehituse tasemele. Kõik see kokku tingis olukorra, et praktiliselt iga toiteelemendi määramiseks pruugiti erinevat väljatõmbelahust, kusjuures polnud väga selge (eriti mikroelementide korral), kas vastava lahuse puhul saadud tulemused peegeldasid vastava elemendi väetistarvet või kasutati lahust selleks et kompenseerida analüüsiaparatuuri ebapiisavat tundlikkust, nt Co ja Mo puhul).

Selline analüüsiskeem oli äärmiselt töömahukas (kaalumine, filtreerimine, pipeteerimine), materjali- ja tarvikutemahukas (suur kemikaalide kulu, tohutu kogus laborinõusid jne). See oli mõeldav ainult juhul, kui kemikaalid ja tarvikud olid odavad, personali palgad madalad ning kogu seda tegevust finantseeris riik.

Pärast Eesti taasiseseisvumist ja sellega kaasnenud kriisi põllumajanduses koos majanduslike võimaluste vähenemisega langes järsult põllumeeste huvi väetistarbe analüüside järele. 1999. aastaks oli Eestis tehtavate mullaproovide arv langenud ~ 2000 proovini aastas. Võrdluseks: nõukogude aja lõpus oli see 40 000-50 000.

Uuele meetodile üleminek

2000. a avanes Põllumajandusuuringute Keskusel (tollal Taimse Materjali Kontrolli Keskus) võimalus Euroopa Liidu toel (Phare projekt) kaasajastada analüüsiaparatuuri.

Uue aparatuuri hankimise (ICP-OES) kõrval uuriti põhjalikult kirjandust ning koos Eesti juhtivate agrookeemikutega (H. Kärblane, P. Kuldkepp, L. Kevvai, V. Loide) otsustati valida väljatõmbelahus, mida tuntakse maailmas Mehlich-3 nime all. (Mehlich, A. 1984. "Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich-2 extractant." *Comm. Soil Sci. Plant Analysis*. 15: 1409-1416.)

Koostöös põllumajandusministeeriumiga koostati vastav projekt, mille sisuks oli uue väljatõmbelahuse katsetamine ning vastastikuste seoste leidmine seni pruugitud lahuste vahel, et oleks võimalik kasutada aastakümnete jooksul väljatõmmatud gradatsioonid ja tuntud soovitusi.

Koostati valim umbes 500 Eesti mullaproovist, püüdes haarata kõik meil esinevad mullatüübid ning võimalikult lai toiteelementide kontsentratsioonide diapsoon. Kõikides proovides määrati toiteelementide (K, P, Mg, Ca, Mn, Mo, Co) sisaldus vanadest väljatõmbelahustest ja Meh-3 lahusest. Lisaks sellele määrati igas proovis kuningveega vastava elemendi kogukontsentratsioon.

Tulemused arutati läbi kevadel 2004 PMK-s toimunud seminaril koos Eesti juhtivate agrookeemikutega. Osavõtjad kiitsid saadud üleminekud ning uued gradatsioonid heaks.

Seejärel koostati vastavad korrelatsioonid ning V. Loide töötas välja Meh-3-l baseeruva väetistarbe gradatsiooni. (Agraarteade: *Journal of Agricultural Science* 2004-4; tabelid kättesaadavad: <http://pmk.agri.ee> > mullaseire > väetistarbe gradatsioon.)

Tehtud töö tulemusena vähenes analüüsil kasutatavate lahuste arv 3 väljatõmbelahuseni ning vastavalt sellele ka ekstraheerimise, loksutamise, filtreerimise ja pipeteerimise arv. Uue automatiseeritud aparatuuri abil (ICP-OES, robotiseeritud pH määramine, automatiseeritud K ja P koosmääramine automaatkompleksil FIA + leekfotomeeter) tõusis labori läbilaskevõime mitmeid kordi. Eesti taimekasvatajale tähendab see, et analüüside hind on mõistlik.

Labor osaleb rahvusvahelistes testides

Iga ISO 17025:2005 järgi akrediteeritud labor peab osalema rahvusvahelistes ringtestides. Hetkel võtab PMK osa kahest suurest ringtestist - Hollandi Wageningeni ülikooli (WEPAL) ja Tšehhi Põllumajandusjärelvalve Instituudi (UKZUZ) korraldatavast. Lisaks viiakse võrdluskatseid läbi Läti ja Soome laboritega.

Taoline ringtestides osalemine koos kvaliteedisüsteemi protseduuride rakendamisega tagab tulemuste usaldatavuse. Praegu on PMK ainus akrediteeritud ametlik labor mulla väetistarbe analüüside alal Eestis.

Nagu muudes analüüsivaldkondades (pestitsiidide jäägid, mükotoksiinid, vilja kvaliteet jne) püütakse standardiseerida ja ühtlustada mulla väetistarbe analüütilist poolt, sealt edasi ka väetamissoovitusi. Selleks on välja töötatud projekt MOEL (Middle und Ost Europa Land). Sellesse projekti on kaasatud 10 riigi 12 väetistarbe määramise ja väetamissoovitustega tegelevat laborit või instituuti. Projekti üks eesmärke on erinevate riikides väetistarbe määramine, tulemuste tõlgendamine, võrdlemine ja ühtlustamine. Eestist osaleb selles projektis alates 2006. a PMK. Kogu tööd koordineerib üks vastava ala EL-i tippkompetentsi keskusi - Poola Mullateaduse ja Taimakasvatuse Instituut (IUNG, Pulawy). Seni läbiviidud võrdlusanalüüside ning nende alusel tehtud erinevate kultuuride väetamissoovituste põhjal saab teha kaks järeldust:

- a) erinevate riikide erinevates laborites erinevate väljatõmbelahustega tehtud analüüside tulemuste põhjal antud väetamissoovitused on mõistlikkuse piirides sarnased;
- b) parim väljatõmbelohus on Meh-3. Väga palju räägib fakt, et rohkem kui 100-aastase agrokeemia ajaloo Poola kaalub üleminekut Meh-3-le.

Oluline on teada mulla huumusesisaldust

Üks mulla viljakust iseloomustavaid põhiparameetreid on mulla huumusesisaldus. Mida kõrgem see on, seda viljakam on muld (kuulsad Ukraina mustmullad).

Kahjuks pole huumusesisaldus mõõdetav, seda iseloomustatakse teiste parameetrite kaudu, mis on huumusesisaldusega ilmses vastatikus seoses. Sellised suurused on määramise ebatäpsuse järjekorras: orgaanilise aine, orgaanilise süsiniku ja mulla humiinhapete sisaldus. Ajalooliselt on kõige enam levinud orgaanilise süsiniku määramine. Selleks kasutatakse mulla orgaanilise süsiniku oksideerimist kroomsegus (konts. väävelhappe ja kaaliumbikromaadi segu - äärmiselt sööbiv ja toksiline vedelik). Läänes tuntakse seda meetodit Walkley-Blacki (mitmed modifikatsioonid), endises Nõukogude Liidus nn Tjurini huumuse määramise meetodi nime all (GOST 26213-84). Kahjuks erineb see GOSTI-i meetod 1936. a Tjurini väljatöötatud originaalist ja läänes kasutatavatest meetoditest sedavõrd, et GOSTI järgi analüüsitud tulemused on võrreldavad ainult iseendaga. Seega pole kaasaegsel mulla orgaanilise süsiniku määramisel suure määramatuse tõttu nendega midagi peale hakata.

EL-is on mulla huumusesisalduse hindamiseks valitud orgaanilise süsiniku sisaldus ning seda määratakse nn Dumas' lagundamise meetodil (proovi kontrollitud põletamine heeliumi voos

1800 °C juures). PMK kasutab seda alates 2004. a. Kuna meetod on küllalt kallis (ühe analüüsi maksumus ~ 400 krooni), on selle alusel välja töötatud orgaanilise süsiniku määramise kaliibring lähi-infrapuna peegeldusspektromeetrile NIRS 6500. Võrdlusmõõtmised referentsmeetodiga (Dumas') näitavad, et kaliibringu täpsus on kasutamiseks piisav. Seoses EL-i mullakaitsedirektiivi peatse vastuvõtmisega viiakse kõigis liikmesriikides läbi muldade orgaanilise süsiniku arvele võtmine (s.o rahvuslik rikkus), plaanis on kaliibringut rakendada metsamuldadele.

Meh-3 annab usaldusväärsed tulemused

Tihti peale on Meh-3 väljatõmbel saadud analüüsitulemusi vastandatud nõukogudeaegsetele AL- ja DL-meetodil saadutele (eriti fosfor) ning püütud näidata, et Meh-3 annab väärad tulemused. Tegelikult on olukord vastupidine - 1990. aastatel viidi tollases Tšehholovakkias läbi väga suur väljatõmbelohuste võrdlus (sh AL, DL ja Meh-3). Tehti ~ 150 000 taimeanalüüsi ja neile vastavad mullaanalüüsid. Kõige suurema tulemuste hajumise (kõige viletsam korratavus) andsid AL ja DL. See on seotud AL-i ja DL-i väikese puhverduvõimega ehk teisisõnu: AL-i ja DL-i puhul sõltub väljatõmbe pH mulla pH-st ja puhverduvõimest ning see suurendab tulemuste määramatust. See oli ka põhjus nende kasutamise lõpetamiseks ja üleminekuks Meh-3-le. Meh-3 korral väljatõmbe pH = 2,5 kuni mulla pH 7,4. Eesti praktikas tähendab see, et väljatõmbereaktsioon toimub muutumatutes tingimustes praktiliselt kõigis meie muldades.

GOST määras molübdovanadaadi meetodil fosfori kolorimeetrisel määramisel analüütiliseks lainepikkuseks 710 nm (see oli piiratud kasutatavate spektrofotomeetrite tehniliste võimalustega). Sellisel lainepikkusel muutuvad tulemust segavaks täiendav neeldumine kolmevalentse raua ioonidel, lahuses lahustunud orgaanilisel ainel (peamiselt humiinhapped) ning valguse hajumine filtrit läbinud kolloidsetel osakestel. Selline täiendav (segav) optiline neeldumine suurendab ka tulemuse määramatust.

PMK-s pruugitava meetodi puhul kasutatakse rahvusvaheliselt aktsepteeritud fosfori kolorimeetrisel määramisel lainepikkust 880 nm ja fooni arvesse võtmiseks täiendavat lainepikkust 1000 nm.

Meh-3 kasutatakse multielementse väljatõmbelohusena väetistarbe määramisel üha laialdasemalt USA-s, Kanadas, Tšehhis, Slovakkias, Itaalias, Inglismaal. Väljatõmbelohus Meh-2 (Meh-3 varasem analoog) on kasutusel Rootsis, Norras, Belgias, Hollandis, Rumeenias ja Kreekas.

Oleme veendunud, et Eesti muldade väetistarbe analüüsidel oli üleminek väljatõmbelohusele Meh-3 väga õige samm. Lisaks tulemuste usutavusele muudab see meile kättesaadavaks ja kasutatavaks väetistarbe alase rahvusvahelise know-how'. Tegelikult on ju terve maailma mullastikus rohkem ühist kui erinevat.

Väga märgatav osa ebahomogeensete määramisobjektide (muld, mükotosiinid viljas, viirus- ja mikroobhaigused kartulis) analüüside määramatusest (täpsusest) tuleb proovidest ja proovide võtust. Sellest teeme juttu järgmise kirjatükis.

Kommentaar

Illar Lemetti, EMÜ põllumajandus- ja keskkonnainstituudi direktor:

Põllumajandusuuringute Keskus on viimastel aastatel ära teinud suure ja tänuväärse töö muldade väetistarbe süsteemi taaskäivitamiseks, kaasaegse laboritehnika kasutuselevõtuks ja uute analüüsimeetodite rakendamiseks. Tänu sellele on PMK agrokeemia labori teovõime varustamaks põllumeest muldade analüüsitulemustega mitmeid kordi kasvanud. Rekordaastal (2006) koguti ja analüüsiti üle 43 000 mullaproovi.

Igasuguste uuenduste tegemine eeldab põhjalikku eeltööd, arendustegevus tulemuste usaldusväarsuse tagamiseks peab käima pidevalt. PMK-s toimubki pidev arendustegevus koos teiste riikide kogemuste rakendamise, ringtestides osalemise ja gradatsioonide edasiarendamisega.