

## **Isevarustava süsteemi loomine**

Võti mullaviljakuse tagamiseks

HUGH LOVEL

Jätkusuutlikus põllumajanduses on mõistetud, et suurem osa muldadest vajab terveise ja elujõu taastamist. Loodus on aegade jooksul loonud terve, elujõulise mulla. Mullatervise taastamisel on loodus heaks eeskujuks. Meil ei ole selleks aga miljoneid aastaid, nagu loodusel, seetõttu vajame intelligentset sekkumist. Harimine, karjatamine, kompostimine, mullakaitse, haljasväetis, mullaproovid, mulla remineraliseerimine, humaadid (humiinhappe soolad) ja visuaalne mullahindamine – kõigil neil on roll isetaastuva, isevarustava viljaka mulla loomisel.

Isetaastuva mullaviljakuse aluseks olevad bioloogilised protsessid toimuvad mullaosakeste pinnal, kus mineraalidel on kontakt vee, õhu ja soojusega. Seal toimuvates bioloogilistes protsessides seotakse lämmastikku ja vabaneb räni.

### **MULLATEKE**

Loodus lõi inimese minimaalsel sekkumisel bioloogiliselt mitmekesised, viljakad mullad ja ökosüsteemid tolmu kogunemise, perioodiliste vihmasadude, värske õhu ja päikesevalguse abil. Vihmametsad on viljakad ökosüsteemid, mis on rikkad mikroobide, taimede ja loomade poolest. Kui vihmametsad on üsna viljakad, siis maailma sügavaim, rikkaim mullakiht on kujunenud karjatamisega – preeriad, stepid, savannid, tasandikud, rohtlad ja niidud, kus kasvasid kõrrelised, liblikõielised ja rohttaimed, mis olid toiduks rohusööjatele, kes omakorda tõmbasid ligi kiskjaid.

Nii metsas kui rohumaadel seob taimestik süsinikku. Metsade seotud süsinikust paikneb suurem osa mullakihi kohal, kus see jahutab maapinda ja aitab sadeneda vihmale. Rohumaad seovad enam süsinikku huumuskompleksidena mullas. Metsatulekahjudega läheb suurem osa süsinikku atmosfääri tagasi, kuid rohumaal põlengutega jääb suurem osa süsinikust mulda.

Looduslik mullateke hõlmab tähelepanuväärset mitmekesisust ja intensiivset koostööd. Iga ökoniis on täidetud, iga vajadus on rahuldatud ja kõike kogutakse, taaskasutatakse ja säilitatakse. Ühtegi ala ei jäeta tühjaks ega ühtki võimalust kasutamata. Ja loodus on kannatlik. Kui midagi on puudu või on seda vähe, võib kuluda terve igavik, et koguda seda tolmust ja vihmast või kosmiliste kiirte pommitamisest. Aga loodus võib kasutada ka meie abi.

### **MAAHARIMINE**

Looduses harivad mulda mullaorganismid – väikseimatest algloomadest, lüljalgsetest, ümarussidest, lestadest ja hooghännalistest kuni tõukude, vihmausside, sipelgate ja isegi suuremate uruloomadeni. Taimed ja nende sümbioodid seentega eraldavad kive ja mullaosakesi, millest tekivad poorid, praod ja lõhed. Nad eritavad aineid, mis söövivad kivide pinda ja mullaosakesi ning toidavad mulla mikroorganisme, kes vabastavad mineraale. Mingil hetkel söövad loomad taimejuured ära ja tekivad käigud, kus muld seob õhu ja vee. Mõned loomad, nagu vihmaussid, peenestavad mullaosakesi oma seedimisega. Nad taaskasutavad taimset materjali väetisena, luues mullaviljakust. See pehmenab mulda ja annab kobeda struktuuri, kus säilib niiskus ja toitained ning kust pääseb läbi vesi, õhk ja

taimejuured. Seevastu pidev karjatamine – inimeste ja masinate mõjust rääkimata – surub mulda kokku ja pöörab protsessi jälle tagasi.

Mehaaniline harimine pehmendab mulda ja valmistab ette puhta külvipinna. Maaharimine hävitab suures osas mullaelustikku ja on väga tarbiv ning oksüdatiivne. Ajal, mil kasutatakse palju masinaid ja tehnikat, kus monokultuuride kasvatamine on norm, tekitab see rohkem ja kiirema toitainete vabanemise, kuna hävineb mullabioloogia. Mis veelgi olulisem, see hävitab toitainetarud. See viib aina suurema ja suurema väetiste kasutamiseni, mille tulemusel elurikkus ja mullaviljakus kahaneb.

Juba 1920ndatel märkas Steiner neid suundumusi ja võttis abivahenditena kasutusele sarvesõnniku (*horn manure*) [500], sarvekivi (*horn silica*) [501], sarvesavi (*horn clay*) ja biodünaamilise komposti koos taimsete valmististega [502-507]. Ülaltoodud suundumused on aga vajalik tagasi pöörata. Liigne harimine põletab orgaanilist ainet, vaesestab mullaelustikku, lõhub mullastruktuuri ja vabastab toitained, mis võivad seejärel kaotsi minna. Samuti võib tekkida vee- ja tuuleerosioon, mille kõige tulemuseks on mullaviljakuse kadumine. Biodünaamilised preparaadid pole aga kõikide vigade universaalseks ravimiks. Peame ka majandama targalt ja tundlikult.

Maaharimisega seotud kahju vähendamiseks ja sellest saadava kasu suurendamiseks kasutatakse erinevaid võimalusi. Mõned kultuurid, nagu kartul, vajavad harimist. Erinevaid operatsioone kasutades saab seda külvikorras arvesse võtta ja mullatekkel on võimalik jätkuda. Ribakülv (*strip cropping*), kompostimine ning rotatsioonid karja- ja heinamaal aitavad mitmekesisust taastada nii, et mullabioloogia taastub. Kontrollitud liiklemine, kus masinad sõidavad vaid ettenähtud radadel, vähendab mulla tihendamist. Mitteharimine ja minimaalne harimine, eriti koos bioloogiliste väetiste ja biodünaamiliste preparaatidega, aitavad mulda toita ja asendavad karme kemikaale. Vahekultuurid (*inter-cropping*) ja segakultuurid (*multi-cropping*) suurendavad mitmekesisust ja vähendavad masinate mõju. Herbitsiidide asemel teede, veekogude, aedade jmt servades asuvate mitmeliigilise taimkattega ribade majandamine, mis toimivad bioloogiliste hoidlatena ja koostoimivad haritud aladega.

## **KARJATAMINE**

Eriti efektiivne on suure koormusega rotatsiooniline karjatamine (*high-density cell grazing*), kus suur hulk loomi sööb ja trambib väikest karjamaaosat mõne tunni jooksul ja liigub seejärel edasi ega naase enne, kui taimik on taastunud. Sõltuvalt sellest, mida karjamaa vajab – mitte kalendrist lähtudes –, võib selleks kuluda kaks nädalat, kaks kuud või rohkem kui aasta. Suure koormusega rotatsioonilisel karjatamisel on mõju minimaalne, ja mida ei sööda, see trambitakse ära ning nõutumad taimed, mida intensiivselt süüakse, saavad võimaluse taastuda. Mullaloomastik taaskasutab selle, mis ära trambitakse, andes selle tagasi taimedele.

## **KOMPOSTIMINE**

Kompostimine pole lihtsalt käärimise ja lagunemise protsess. Loodus lagundab igasuguse orgaanilise materjali lihtsateks süsivesikuteks ja aminohapeteks, kuid sageli need oksüdeeruksid ja leostuksid, kui poleks võimalusi neid lihtsasti kasutataval kujul säilitada.

Mesilased koguvad nektarit, seedivad ja kontsentreerivad selle ning hoiustavad seda kärjes. Sarnaselt sellele on mullas mikroorganismid, mis seovad vabanenud toitaineid, hoiavad neid suurtes süsinikumolekulides, mida kutsutakse humiinhapeteks ja koguvad need koos saviosakestega mulda. Nagu mesilastelgi, on organismide jaoks, mis neid toitaineid koguvad,

need vajadusel kättesaadavad. Need mikroorganismid on peamiselt aktinomütseedid (kiirikbakterid) ja mükoriissed seened, mis loovad koos taimedega mõlemale kasulikke suhteid. Nende mikroobide ja nende tegevuse elavdamiseks võib sõnnikut ja orgaanilisi jäätmeid kompostida segus, kus on sobivas vahekorras süsiniku- ja lämmastikurikas materjal, muld, niiskus ja õhk. Heaks seguks, millega alustada, on materjal, kus süsiniku-lämmastiku vahekord on 30:1, 10% mulda ja vähemalt 50% vett.

Värskesse kompostihunnikusse segada väike lusikatäis igat taimset kompostipreparaati [502–507], mida on kirjeldatud Steineri põllumajanduskursusel. Palderjaniõie tinktuuri puhul lahjendatakse see vees, segatakse hoolega ja pritsitakse sellega tervet hunnikut. Samuti on abiks, kui hunnikut enne katmist pritsida põldosjavalmistisega [508].

Need valmistised soodustavad tegevusi, mis toetavad ja parandavad lagu- ja huumustumisprotsesse. Hunniku katmine sobiva materjaliga on väga kasulik, see hoiab komposti valmimisel energia ja elujõu hunnikus koos. Kui kompost on stabiliseerunud, on enamus toitaineid seotud huumuskompleksi, selle mikrobioloogiline aktiivsus on kõrge (lämmastikku siduvad, fosforit lagundavad ja huumust moodustavad liigid).

Kompostivalmististe kasutamine on ühtviisi oluline ka suuremahulisel kompostimisel, ükskõik kas hunnikuid segatakse sageli või jäetakse seisma. Alati tuleb arvestada majanduslikku poolt. Ühelt poolt näitas Steiner, et iga valmistist tuleb panna vaid ühte kohta – isegi majasuuruse hunniku puhul avaldub selle mõju kogu hunnikule. Teisest küljest on pärast Steineri surma on saadaval spetsiaalsed kompostid, nagu sõnnikukontsentraat, *Cow Pat Pit* (CPP) ja tünnikompost (*barrel compost*), mis sisaldavad kõiki taimseid valmistisi lihtsasti kasutataval moel. Neid segatakse intensiivselt 20 minutit ja pritsitakse tervele hunnikule, lisades seda veele, millega komposti niisutatakse. Sel moel on valmististest tulevat kasu võimalik saavutada ka suuremahulisemal kompostimisel.

Mõned kompostijad eelistavad kasutada taimsete valmististega koos sarvevalmistisi ja Austraalia biodünaamikute valmistist *Soil Activator*, mis sisaldab kõiki valmistisi, ja antakse seda nagu CPPd. Nagu ütleb John Priestley, üks Austraalia kogenumaid ja uuendusmeelsemaid biodünaamilisi põllumehi: „Ainus võimalus, et biodünaamilised valmistised ei toimi, on see, kui neid mitte kasutada.“

## **LENDUMINE JA LEOSTUMINE**

Mahetootmise alaste uuringute põhjal võib probleemiks olla lendumine ja leostumine loomsetest ja taimsetest jäätmetest, mis võivad saastada õhku ja reostada veekogusid. Biodünaamilises põllumajanduses kompostitakse tahkeid jäätmeid enne mulda viimist ja fermenteeritakse vedelaid koos taimsete preparaatidega. Enne mulda viimist tuleb kõik materjalid stabiliseerida huumuse või tõmmisena. Biodünaamiliste preparaatide kasutamine aitab toitainete kadu vältida ja minimeerib ärakannet või leostumist. Tugev sõnnikulõhn annab tunnistust lämmastikukaost ja tõmbab ligi umbrohte, haigusi ning kahjureid. See ei tule kasuks ei mullale ega keskkonnale. Kui kogutakse loomseid jäätmeid või lämmastikku sisaldavaid materjale, tuleks lisada mulda, kivijahu (*rock powder*), CPPd või *Soil Activatorit*, et vähendada kadusid ja hoida lõhn kontrolli all.

## **VAHEKULTUURID JA HALJASVÄETISED**

Lühidalt öeldes on need kiirekasvulised üheaastased kõrrelised, liblikõielised või muud rohttaimed, mille eesmärgiks on taastada mulla bioloogiat, taastada lämmastiku sidumine ja pakkuda materjali karjatamiseks, kompostimiseks, multšimiseks või muldakülmiseks.

Mõnikord võetakse enne karjatamist, kompostimist, multsimist või sisseküüdi ka seeme. Tünnikomposti, CPP või *Soil Activatori* kasutamine aitab neid haljasväetisi lagundada ja huumuseks muuta.

Ideaaljuhul võiks vahekultuurina kasutada segu, kus on 15 kuni 20 liiki üheaastasi kõrrelisi, liblikõielisi ja rohttaimi. Need aitavad taastada mitmekesisust ja mullaelustikku, takistada toitainekadu, kontrolli all hoida umbrohte, haigusi ja kahjureid, suurendada mulla süsinikusisaldust, säilitada niiskust ja takistada erosiooni ning toitainete ärakannet.

Suurematel pindadel võib kasutada allakülve, mis saavad kasvuhoo pärast põhikultuuri koristamist. Samuti võib vahekultuuri rajada pärast põhikultuuri koristamist. Vahekultuur võib järgneda ka kiirekasvulisele kultuurile sõltuvalt piirkonnast ja kliimast. Vahekultuurid on heaks võimaluseks kivijahude ja komposti mulda viimiseks. Taimik on peaaegu alati pluss, samal ajal kui kultuurideta maa on kasutamata võimalus.

Näiteks võiks kasutada segu, kus on kaer, lupiin, ristik ja mais. Või ka segu teraviljadest, liblikõielistest ja laialehelistest taimedest (nisu, oder, rukis, tritikale, vikk, ristik, lutsern, tritikale, sinep, raps/rüps ja redis). Kui ala kasutatakse karjamaana, võib kasutada mitmeaastasi kõrrelisi, liblikõielisi ja teisi, nagu võilill, teeleht, sigur ja raudrohi. Võib kasutada ka segu, kus on erinevad sorgod, hirss, vigna, lobauba, mais sojauba ja tatar, mis koristatakse kas valminuna või haljassöödana<sup>1</sup>. Erinevate segudega on eksperimenteerinud Colin Seis Winona Farmist. Paljudest erinevatest taimedest koosneva segu otsekülv (minimaalse harimisega või üldse harimata) olemasolevasse taimikusse (heina- ja karjamaad) annab häid tulemusi mulla parandamisel ja saagikuse suurendamisel, aidates samal ajal vältida mulla kahjustumist ülejutustele järgneva põua ajal.

## MULLAPROOVID

Enne sõnniku või väetise andmist on oluline teada, mis mullas juba olemas on. Mullaproovid on abiks, kuid need võivad olla ka eksitavad. Keemilise põllumajanduse sünnist alates on muldi analüüsitud lahustuvate toitainete osas, kasutades nõrkade hapete lahuseid, mis sarnanevad taimejuurte nõrgalt happeliste eritistega. See ei arvesta aga mullabioloogiat laiemalt ja eeldab, et taimed suudavad kasutada vaid lahustunud kujul olevaid elemente, mida näitavad analüüsid.

Keemilise põllumajanduse isa Justus von Liebig leidis pärast pensionile jäämist, et ta eksis, arvates, et taimed sõltuvad toitainete vees lahustuvusest.

Rudolf Steiner, õpetades oma põllumajanduskursusel, võttis ülesandeks Liebigi vead parandada. Hiljem rajas Ehrenfried Pfeiffer, kes töötas koos Rudolf Steineriga ja emigreerus pärast Teist maailmasõda USAsse, katselaborid Spring Valleysse New Yorgi osariigis. Ta analüüsis põhjalikult muldi ja leidis, et suurem osa muldi sisaldas suures koguses lämmastikku, fosforit ja kaaliumit, mida lahustuvusel põhinevad analüüsid ei näidanud. Neid elemente anti mulda suurtes koguses, kuid mullaviljakus langes jätkuvalt.

Sageli võimaldab mullabioloogia – protsesse soodustades ja piisava hulga mikroelementide olemasolul – kättesaadavaks teha ka lahustumatud, kuid kasutatavad toitained, mis on seotud mulla huumusfraktsiooni. Väetisetööstust, mis kasutas lahustuvusel põhinevat analüüsi müügivahendina ja müüs tootjatele mineraale, mida neil oli niigi rohkesti, ei olnud võimalik

---

<sup>1</sup> Eesti oludesse sobivate vahekultuuride kohta vt nt: <http://www.wiruvili.ee/biointensiivne-pollumajandus/vahekultuurid.html>.

peatada. Nad kinnistasid Liebigi vead ja rahastasid uuringuid, mis lähtusid toitainete lahustuvuse teooriast ning Liebigi viimne soov jäi unustusse.

Täna pakub Austraalia Southern Crossi ülikooli keskkonnalabor (EAL) New South Walesis mõlemat tüüpi analüüse (lahustuvusel põhinev Albrechti test ja *hot aqua regia total digest* test). EAL võtab proove vastu kõikjalt Austraaliast ja maailmast. Albrechti test mõõdab peamiste kationide või metalliliste elementide kaltsiumi, magneesiumi, kaaliumi ja naatriumi suhet mullas. Kaltsiumi-magneesiumi suhe on eriti oluline. Rasked mullad vajavad mullaosakeste murenemiseks kaltsiumi-magneesiumi suhet kuni 7:1, kerged mullad aga 2 või 3:1, et mullaosakesed püsiksid koos. Teiste tugevaks kasvuks vajalike elementide sisaldused on 50 ppm (miljondikosa<sup>2</sup>) väävlit, 2 ppm boori, 100 ppm räni, 70 ppm fosforit, 80 ppm mangaani, 7 kuni 10 ppm tsinki, 5 kuni 7 ppm vaske, 1 ppm molübdeeni, 2 ppm koobaltit ja 0,8 ppm seleeni.

Täisanalüüside (*total tests*) puhul sõltuvad lämmastiku, fosfori ja kaaliumi sisaldused mulla kaltsiumisisaldusest, sest suurem osa reservidest on huumuses või kättesaadavad huumusega seotud organismidele. Täisanalüüs näitab, mis on mullavarudes, vastupidiselt lahustuvusel põhinevatele testidele, mis näitaks ainete puudust. Nagu Pfeiffer osutas, on võimalik leida suuri fosfori, kaaliumi jt ainete varusid, mida lahustuvusel põhinevad analüüsid ei näita.

## BIOKEEMILINE JÄRJESTUS

Hierarhia või biokeemiline järjestus (*biochemical sequence*) on vajalik selleks, et kõigepealt peab üks asi toimima, et toimiks järgmine. Järjestuses eespool olevad elemendid peavad toimima, et järgnevatel elementidel oleks mõju. Järjestuse eesotsas on väävel, boor, räni ja kaltsium, neile järgnevad lämmastik, fosfor ja kaalium.

### *Väävel*

Mullabioloogias on oluline mullaosakeste pinnal toimuv, kus mineraalid ühinevad vee, õhu ja soojusega. Väävlil on mulla biokeemiliste protsesside käivitajana võtmeroll.

Väävel toimib asjade pindadel, servadel ja äärtel. Väävel on süsinikupõhises keemias klassikaline katalüsaator. Olenemata teistest lahustuvatest elementidest mullaproovis, peab väävlit olema 50 ppm [Morgan test], et bioloogiline mullaviljakus toimiks korralikult ja süsiniku-väävli suhe 60:1.

### *Räni ja boor*

Räni on mullast toitaineid üles transportiva kapillaarse tegevuse aluseks. Põllumajanduse õnneks on räni tegevuseks trotsida raskusjõudu. Räni toime põhineb aga booril, mis on üks savi komponent. Boor on kiirendi, räni aga kiirtee. Kui on kas boori või räni puudus, ei kasuta mullabioloogia kogu potentsiaali. Iroonilisel kombel on kõige efektiivsemaks boori ja räni puuduse tekitamiseks rohke lahustuvate lämmastikväetiste kasutamine.

### *Kaltsium*

Kaltsium, mis on biokeemilises järjestuses järgmine element, on veoauto, mis kiirteel liigub. Kaltsium kogub ja kannab toitaineid, mis järgnevad talle biokeemilises järjestuses. Vastupidiselt ränile on kaltsium näljane, isegi ahne. Kaltsium rakendab lämmastiku aminohapete loomisse, mis on DNA ja RNA ning valkude aluseks. Need omakorda on vastutavad keerulise ensüümide ja hormoonide keemia eest, mis kasutavad magneesiumit,

---

2 1 ppm = 0,0001%.

rauda ja mitmeid mikroelemente ning millest sõltuvad klorofüll ja fotosüntees energia tootmiseks.

Fotosünteesis järgnevad biokeemilises järjestuses lämmastikule magneesium, fosfor, kaalium ja rida mikroelemente. NPK väetised elavdavad viimast osa järjestusest ega arvesta väävli, boori, räni ja kaltsiumiga. NPK-lähenemine annab tavaliselt kultuurid, mis on väga tundlikud haiguste ja kahjurite suhtes.

## **MINERAALID JA KIVIJAHUD**

Kuigi biodünaamika on peamiselt organiseerimine ja bioloogilised protsessid, peab arvestama mulla mineralisatsiooniga. On keeruline organiseerida midagi, mida pole. Paljud mullad vajavad kipsi või väävli. Paljud mullad vajavad ka boori, eriti pärast lämmastikuga väetamist, aga ka pärast ülekarjatamist või põllu puhtana hoidmist (*clean cultivation*). Vajalik võib olla ka räni mullabioloogia elavdamiseks ja selleks, mullaosakestelt eralduks omakorda rohkem räni. Ka räni võib ammenduda ülekarjatamisel, põllu puhtana hoidmisel või lämmastikuga väetamisel. Paljud „mahetalud“ kasutavad toorest sõnnikut – eriti kanasõnnikut – lämmastikuallikana, ammendades väävli, boori ja räni varud.

Lisaks ränile annavad kivijahud ja lubi kaltsiumit, dolomiit ka magneesiumi. Leidub looduslikke kaaliumsulfaate, paljud kivijahud sisaldavad mikroelemente. Kõrge pH-ga muldadel, kus on naatrium ja kaalium liias, võivad abiks olla humaadid ja tseoliidid (looduslik mineraal).

Mis kõige olulisem, biokeemiline järjestus näitab meile, et biokeemia toimima hakkamiseks peab alustama sellest, et väävel oleks mullaosakeste pinnal. Muude meetodite puhul pole väävli võtmeroll ehk nii oluline, kuid biodünaamilises põllumajanduses peaks see olema selge. Liebigi „miinimumseadus“ ütleb õigesti, et taimed toimivad vaid nii hästi, kui nende kõige piiratum toitainet võimaldab.

## **SISENDITE ARVUTAMINE**

Mullaproov näitab mitu osa miljonist (*parts per million*, ppm) iga elementi on mullas ja kas sihtväärtused on saavutatud. Küsimus on, kuidas täpselt arvestada. Õnneks on olemas rusikareegel, mille aluseks on 250 kg/ha. Märkus: see põhineb keskmisel 1 hektari mulla pealmise 17 cm kihi kaalul, mis on umbes 2 500 000 kg (arvutamiseks:  $2\,500\,000/250=10\,000$ , mis on 1% miljonist). Et hektar on 2,5 aakrit ja kilogramm 2,2 naela, võime selle reegli ümardada arvestades 250 naela aakrile kg ja ha asemel. Näiteks, kui lahustuvuse analüüsil (Morgani test) saame väävli sisalduseks 5 ppm ja siht on 50 ppm, on vaja 45 ppm väävli. Kui kipsis on 15% väävli, siis 750 kg/ha (750 naela aakrile) kipsi annab 45 ppm väävli. Kui kipsis on väävli 30%, siis on vaja 565 kg/ha (565 naela/aakrile). Kui kipsi väävlisisaldus on 12%, tuleb anda ca tonn/ha (või 1000 naela aakrile).

Et kips on kaltsiumsulfaat, annab see nii kaltsiumit kui väävli. Juhul kui mullas on juba palju kaltsiumit ja selle pH on 6,3 või kõrgem, võib väävel elemendina olla parem valik. Niiske mullaga kontaktis olles oksüdeerub väävel sulfaadiks ja alandab veidi pH-d, elavdab mullaelustikku ja vabastab mineraalide varud. Praktilistel kaalutlustel võib elemendilist väävli kombineerida 10% bentoniidiga, et seda oleks lihtsam kasutada. Et anda 45 ppm väävli, on vaja anda 125 kg/ha (125 naela aakrile) 90%-st väävli.

Naatriummolübdaadis on 42% molübdeeni. Et mulda anda 0,5 ppm, on vaja jagada 42 0,5ga, mis on 84. Kui jagada 250 kg 84ga saame 2,976 kg naatriummolübdaati. Nii palju korruga andes on see kulukas ja ebamõistlik. Tavaliselt antakse naatriummolübdaati 0,5 kg/ha ja 1

kg/ha on maksimum. Maksimaalne magneesium- või tsinksulfaadi kogus on 25 kg/ha ja vasksulfaati ei anta üldiselt rohkem kui 15 kg/ha.

### **BOOR, HUMAADID ja MIKROELEMENDID**

Mikroelemente, eriti boori, andes tuleb tagada toit ka mullaseentele. Seened seovad toitaineid, mis muidu leostuksid. Kui on, tuleks kasutada kohapeal valminud hästilagunenud komposti. Kui mitte, tuleks kaaluda muid võimalusi. Huumushappeid eraldatakse tööstuslikult süsinikurikastest materjalidest nagu leonardiit, pehme pruunsüsi ja turvas. Leonardiiti ja pruunsütt töödeldakse ning müüakse toormaterjalina, nende ekstrakte müüakse aga lahustuvana ja need on hõlpsasti kasutatavad toidukontsentratsioonid aktinomütsetidele ja mükoriisetele seentele, mis on kõige olulisemad mikroorganismid toitainete säilitamiseks ja edasikandmiseks mullas. Need on suurepärased ka boori ja mikroelementide, nagu vask, tsink ja mangaan, varude suurendamiseks. Need on kasulikud ka kipsi, kivijahu, lubja, fosfaadi või kaaliumsulfaadi andmisel. Mulda andes seovad seda mullaseened, kellelt omakorda saavad aineid taimed.

### **KIVIJAHUD**

Kivijahud, nagu graniidi või basaldijahu, annavad räni vaid osakeste pinnalt, kuid võivad olla kasulikud mulla ränivarude taastamisel, kuni mullabioloogia mulda räni vabastama hakkab. Kivijahusid võib anda koos huumusainetega, mis on toiduks aktinomütsetidele ja mükoriisale, mis vabastavad omakorda räni. Jahusid võib lisada ka kompostile või laotada koos kompostiga. Üldiselt annab tulemuse 2 kuni 3 tonni hektarile. Samuti kaasneb kivijahudega boor, mis on eriti oluline kaunviljadele.

### **LUBI, FOSFAAT, KAALIUMSULFAAT JNE**

Et kindlaks teha, kas neid on vaja, on parem kasutada täisanalüüsi kui lahustuvusel põhinevat alalüüsi. Kui on ainete puudus, saab neid mulda anda. Erandiks on lubi, mida ei tohiks kompostile lisada. Kompostile ei tohi lubja lisada üle 0,1% kogumassist, sest vastasel juhul tekib lämmastikust ammoonium. Lubja saab laotada koos kompostiga, kuid kui seda lisada üle 1 kg tonni kohta, tekivad lämmastiku kaod.

### **MULLA JA KULTUURIDE VISUAALNE HINDAMINE**

Mulla visuaalne hindamine on abiks mullabioloogia hindamisel. Uus-Meremaa mullateadlane Graham Shepherd on avaldanud raamatu „*Visual Soil Assessment Volume 1: Field guide for cropping & pastoral grazing on flat to rolling country*“, ja kuigi see ei pruugi olla viimane sõna antud teemal, on see väga hea alustamiseks muldade ja nende bioloogilise aktiivsuse hindamisega. Süsteem hindab tekstuuri, struktuuri, poorsust, laiksust, mulla värvi, vihmausside aktiivsust, lõhna, juurte sügavust, vee läbilaskvust ja taimkatet.

Ainete puudus on ka visuaalselt jälgitav. Näiteks ristiku, lutserni, oa, kartuli jt puhul on jälgitav boori puudus. Booripuudusele viitab ka hommikune kõrge Brix<sup>3</sup>, mis näitab, et taimed hoiavad suhkruid lehtedes ja öine juureeritiste ringlus ei toimu.

Ristikulehtede kääbuskasv viitab tsingipuudusele. Kõrreliste ja ristiku purpurne värv talvel viitab vasepuudusele jne. Vilets klorofüllite ke ja kahvatus, kollakas taimkate viitab sageli magneesiumipuudusele magneesiumirikas mullas. Kui mullas on väävlipuudus, ei vabane ka magneesium korralikult. Sellisel puhul näitab lehtede analüüs tavaliselt kõrget väävlisisaldust, sest saadavalolev sulfaat on lahustuv ja taimed saavad selle kätte, kuigi seda pole piisavalt, et

---

3 Brix (tähis °Bx): vesilahuse suhkruisalduse näitaja.

vabaneks magneesium. See takistab kasvu ja väävel koguneb taime, kuna seda ei kasutata ära. Magneesiumi lisamine kõrge magneesiumisisaldusega mullale teeb asja ainult hullemaks, sest tegelik magneesiumi puuduse põhjus on kõikide mullaparandamistegevuste kõige olulisem element – väävel.

Taimestiku maitse ja lõhn võivad viidata liigsele lämmastiku omastamisele ja viletsale fotosünteesile, samal ajal kui isuäratavad maitseed ja lõhnad viitavad kõrgele Brix-i näitajale ja toitaineväärtusele. Biodünaamilises põllumajanduses võivad taimekasvataja oma meeled olla kõige paremaks vahendiks oma põldudel ja karjamaadel toimuva hindamiseks. Mulla- ja taimeproovide saatmine laborisse analüüsimiseks on kasulik, saamaks teada, millele meeled viitavad, kuid esmane hindamine on kiirem ja odavam, samas võib see anda oluliselt rohkem infot.

### **LÄMMASTIKU SIDUMINE JA RÄNI VABANEMINE**

Lämmastik ja räni esinevad laialdaselt, kuid üldiselt seda ei teadvustata. Lämmastiku sidumine ja räni vabanemine peaksid olema põllumajandusuuringutes kõige olulisemal kohal. Kui tootjad teaksid, kuidas olemasolevat lämmastikku ja räni kätte saada, poleks neil vaja teha suuri kulutusi väetistele, rääkimata vahenditest umbrohtude, kahjurite ja haiguste vastu võitlemiseks. Kahjuks rahastatakse selliseid uuringuid vähe, kuna tööstuste huvid saaksid nende teadmiste laiemal levikul kahjustada.

Praegu kasutab väetisetööstus 10 ühikut metaani 1 ühiku ammoniaagi tootmiseks. Vähesese täiendava energia kasutamise saadakse sellest toota karbamiidi ja kasutada seda väetisena. Kui karbamiidi anda otse mulda, on 50% ja suuremad kaod tavalised, sest suur kogus lämmastikku lendub lämmastikoksiidina ( $N_2O$ ) kui karbamiid oksüdeerub.

Sama 10:1 süsiniku-lämmastiku suhe kehtib ka bioloogilise lämmastikusidumise puhul, sest 1 ühiku aminohappe saamiseks on vaja fotosünteesil 10 ühikut suhkrut. Kaod pole aga ligilähedaselki nii suured. Taimekasvataja ülesanne on teha fotosüntees võimalikult efektiivseks, et bioloogiline lämmastikusidumine oleks võimalikult suur.

Lämmastiku sidumine on suurem, kui taimel on võimalused efektiivseks fotosünteesiks. See tähendab sahariidide mikroobidele, mis osalevad lämmastiku sidumises, saades vastutasuks aminohappeid. Biodünaamilised talud saavutavad sellise mineraalse tasakaalu ja fotosünteesi efektiivsuse, kui kõik toimib optimumi lähedal. Selle väljaselgitamiseks on vaja teha korduvaid teaduslikke katseid, kuid rahastust pole sellele mõtet loota, sest uurimuse tulemustega ei ole võimalik teenida. Tootjad peavad lihtsalt oma kätt proovima. Mõned saavutavad kindlasti lihtsalt edu, samas kui teiste puhul osutub see erinevatel põhjustel keeruliseks.

### **RÄNI, LÄMMASTIK & MULLA TOIDUVÕRGUSTIK**

Eelnevalt oli juttu mullaproovidest optimaalse mineraalide taseme saavutamiseks, mis võimaldab efektiivset lämmastiku sidumist. Kuigi need soovitatavad tasemed on kõrgemad, kui keemilises põllumajanduses, on need efektiivseks fotosünteesiks soovitatavad, eriti madalamatel temperatuuridel. See kehtib eriti räni kohta, mida on tavapäraselt majandatavas mullas peaaegu alati liiga vähe. Räni ja boor on võtmelemendid toitainete liikumise kiiruse tagamiseks, mis on vajalik fotosünteesiks. Energia tuleb kloroplastidest lehtedes üle kanda leherootsusesse, kus moodustuvad suhkrud. Räni on vedelike transportimise aluseks ja sellest transpordist sõltub, kui kiiresti päikesevalgus muudetakse suhkruks.



Erinevalt aminohapete lämmastikust kahjustavad lämmastiku mitteorgaanilised vormid (nitritid, nitraadid jt) taimede räniga seotud keemiat, samuti taimede ja mulla mikrobioloogia vahelist sümbioosi. Toores sõnnik ja halvasti kompostitud sõnnik, eriti toores linnusõnnik, on väga kahjulikud lämmastikukoormuse tõttu mullabioloogiale. Nitraadid uhuvad räni välja nii taimedest kui mullast. Räni kättesaadavus mullast sõltub vähemalt osaliselt aktinomütsetide aktiivsusest taimejuurte juures. See omakorda sõltub sellest, mil määral muld on õhustatud, see omakorda sõltub väevli tasemest ja mulla mikroobidest nagu arhed (*Archaea*), mis lagundavad räni sisaldavaid kivimeid. Nitraatide kõrge tase kahjustab nende tegevuste tundlikku biokeemiat nii taimes kui mullas.

Taimejuurte ümber toimuv tegevus annab aminohapete lämmastikku, mis soodustab räni vabanemist mullaosakeste pinnalt. Aktinomütseedid elavad partnerluses taimejuurtega. Aktinomütseedid moodustavad taimede juureeritiste poolt mõjutatavas piirkonnas peene võrgustiku koos lämmastikku siduvate mikroobidega. Võrgustiku loomisel kasutavad aktinomütseedid räni ja boori. Kui taimejuured vananevad, sööb mullaloomastik (alates üherakulistest algloomadest kuni suuremate mullas elavate loomadeni) need mikroobid. Toitaineid, mida nad eritavad, kasutavad taimed, sageli sisaldavad need palju aminohappeid ja räni vedelal kujul.

Mulla mikroobid saavad räni kätte vaid mullaosakeste pinnalt, kus on koostoimes niiskus, õhk ja soojus. Ülejäänud on kasutamatu. Lämmastikväetised, eriti nitraadid, pärsivad aktinomütsetide arengut ja lämmastikku siduvat mikroobset tegevust. Kui aga aktinomütsetide tegevus on aktiivne, pakub mulla toiduvõrgustik rikkalikult aminohappeid ja vedelal kujul räni.

Biodünaamiline põllumajandus soodustab seda tegevust, et saada kvaliteetsset toodangut, mis konkureerib jätkusuutlikult ja efektiivselt keemilise põllumajandusega. Kui keskkonnatingimused on viletsad, on sel isegi eelised ja biodünaamiliselt tootes on võimalik kergesti keemiaga toodetud saake ületada.

*Hugh Lovel on põllumajanduskonsultant, kes nõustab kliente nii USAs kui Austraalias. Ta õpetab, konsulteerib ja räägib kõigest põllumajandusega seonduvast. Rohkem infot: [www.quantumagriculture.com](http://www.quantumagriculture.com).*

*Allikad:*

*Holistlik majandamine (Holistic Management): [www.savoryinstitute.com](http://www.savoryinstitute.com), [holisticmanagement.org](http://holisticmanagement.org).*

*Resource Consulting Services: [www.rcs.au.com](http://www.rcs.au.com).*

*Colin Seis Winona Farms: [www.pasturecropping.com](http://www.pasturecropping.com).*

*Environmental Analysis Laboratories at Southern Cross University in Lismore, New South Wales: [scu.edu.au/eal](http://scu.edu.au/eal).*

*Acres U.S.A., juuli 2014, lk 18–25. Tõlkinud Argo Peepson.*