

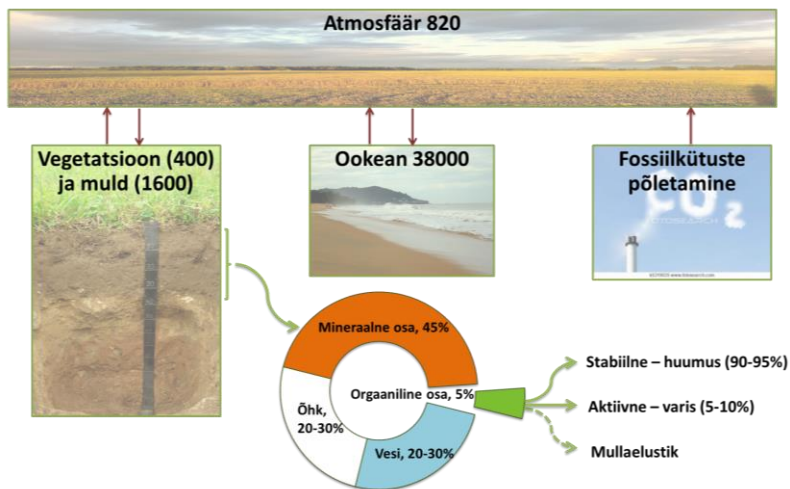
Huumus näitab mulla kvaliteeti

Alar Astover, Enn Lauringson, Helis Rossner

Maamajandus, ISSN 1406-6238. (2014) nr. 7, 17. juuli, lk. 3-5

See, et huumus on mulla olulisim kvaliteedimärk, on üsna levinud arusaam. Mis on aga selle tegelik sisu? Mitmetes keeltes pärineb sõna „inimene“ huumuse tüvest (*hum*). Ladina keeles on „*humus*“ mitmetähenduslik (maa, muld) ning sellest tuleneb inglise keeles „*human*“ (inimene). Huumus on lahutamatu seotud maismaalise elutegevusega ja inimkonna arenguga.

Huumus on mulla orgaanilise aine üks mitmest esinemisvormist. Kuna tüüpilises parasniiskes põllumullas moodustab huumus suurema osa kogu orgaanilisest ainest, siis kõnekeeles kasutatakse neid ka sünonüümidega. Mulla orgaaniline aine parandab mulla struktuursust, veehoiuvõimet, taimetoiteelementide neelamisvõimet, puhverdusvõimet (pH muutus) ning on energiaallikas mullaelustikule. Mulla orgaaniline aine on tihedalt seotud ökosüsteemi süsiniku- ja lämmastikuringega. Muld on üks maailma suurim süsinikuvaramu (vt joonis) ning seetõttu nähakse mulda globaalsel tasandil kui kliimamuutuse mõjutajat. Negatiivse huumusbilansi korral loetakse põllumeest kliima soojenemisele kaasa aitajaks ning positiivse bilansiga maailma päästjaks. Seega tänapäeval pole mulla orgaaniline aine mitte ainult mullaviljakuse ja põllumajanduse teema, vaid see osaleb üleilmses keskkonna- ja kliimapolitiikas ning on osades riikides juba süsinikukvootide äris tugevaks valuutaks muutunud.



Kuigi orgaaniline aine moodustab mullast väiksema osa kui mineraalosa (välja arvatud turvasmullad), siis on see ülimalt tähtis mulla talitlemise, sealhulgas mulla viljakuse seisukohalt. Mulla viljakus on võime varustada taimi toiteelementide ja veega ning taimejuuri hapnikuga. Orgaaniline aine ega huumus pole otseselt taimedetoituks, vaid optimaalsel hulgal ja kvaliteedis tagab see soodsad kasvutingimused ja alles mineraliseerumisel vabanevad mulda taimetele omastatavad toiteained. Huumusained sisaldavad 2–5% lämmastikku ning arvestataval hulgal ka fosforit ja väävlit. Tänu sellele saab näiteks lähtuvalt mulla huumusesisaldusest edukalt optimeerida lämmastikväetise kasutust. Tegemas mullas pole mitte tähtis ainult huumuse teke, vaid ka selle lagunemine. Kõnekäänd, et mis liigub, see kulub, kehtib ka mullas. Mullaviljakuse säilitamiseks on oluline, et pikemas perspektiivis oleks ka põllumullal huumuse teke ja lagunemine tasakaalus. Selleks, et seda õigesti hinnata, on vaja osata eristada mulla orgaanilise aine erinevaid vorme, nende määramismeetodeid ja arvutusvõimalusi. Mulla huumusbilanss kujuneb sellest, kui palju huumust lisandub ja kui palju kasutatavate agrotehniliste võtete juures teda mineraliseerub. Mulla talitlemisvõime säilitamiseks nii produktiivsuse kui keskkonnanahoiu seisukohalt peab muld saama pidevalt „värsket“ orgaanilist ainet koguses, mis kompenseeriks talitlemise käigus tehtud kulutused.

Lihtsustatult jaotatakse mulla orgaaniline osa kolmeks: 1) elusorganismid, 2) surnud, lagunemata ja poollagunenud taimsed loomsed jäänused ehk varis, 3) spetsiifiline mulla orgaaniline aine ehk huumus. Mulda ladestunud varis hakkab mullas peamiselt mikroorganismide osalusel muunduma, kusjuures osa orgaanikast mineraliseerub ja osa muundub huumuseks. Lagunemise ja humifitseerumise kiirus ja

vahekord sõltuvad varise koostisest, mulla omadustest, kliimast ja mullaelustikust. Üldiselt on huumuse tekke jaoks Eesti mõistes parimad tingimused parasniiskes liivsavi lõimisega neutraalse pH-ga mullas. Liiga kerge lõimisega liivmullas tagab hea õhustatus küll kiire mineraliseerumise, ent mullas jääb väheks saviosakesi, millega huumusained püsivaid ühendeid saaks moodustada. Seetõttu on liivmullad juba oma olemuselt huumusvaesemad. Liigniisketes muldades on orgaanilise aine lagunemine õhupuuduse tõttu aeglane ja üldine orgaanilise aine sisaldus suurem kui parasniisketes või tugevasti kuivendatud muldades. Need on ainult üksikud näited, sellest et igale mullale on sõltuvalt tüübist, lõimisest ja niiskusesoludest omane teatud huumushoiuvõime. Seega eesmärk ei saa olla kõik mullad võrdseks muuta, vaid tuleb osata hoida mulla eripära arvestatavat huumusesisundit.

Huumuse eripära võrreldes muu orgaanilise ainega seisneb selles, et huumusained on mullas tugevasti liitunud mulla peene mineraalosa ja on valdavalt väga stabiilsed. Kui mulda sattunud lämmastikurikas rohulible võib mullas laguneda paari kuuga, siis huumuse teatud ühendid püsivad mullas mitu tuhat aastat. Eesti põllumuldades huumusest mineraliseerub keskmiselt 1–3% aastas. Kuna mulla huumusesisaldus on suhteliselt püsiv näitaja, siis vajab muutuste tuvastamine pikka aega. Maaülikooli Eerikal asuvas pikaajalises põldkatses, kus mulla algne huumusesisaldus oli ~1,7%, langes 15 aastaga ilma orgaaniliste väetisteta külvikorras huumusesisaldus 0,14% võrra ning tahesõnnikuga külvikorras suurenes see 0,25% võrra. Samalaadsed aeglased muutused on teadusliku tõestuse leidnud ka mujal läbi viidud pikaajalistes põldkatsetes. Seetõttu tuleb kriitiliselt suhtuda teadetes, et mingi imepreparaat vm tehnoloogia suurendab mulla huumusesisaldust paari aastaga kordades. Näiteks võib tuua Maalehe kajastatud Jõgeval läbi viidud mahekatses, kus väidetavalt viie aastaga tõusis mulla orgaanika 1,4% pealt 4,1%ni. Selliseks muutuseks oleks pidanud igal aastal mulda jääma umbes 17 t/ha orgaanikat kuivaines. Kui eeldada, et huumusesisalduse kasv on 0,5% aastas, siis selle saavutamiseks kuluks u 350 t/ha haljasväetist aastas. Jäägu lugeja otsustada, kas see reaalselt võimalik on.

Sellised väärarusaamad on lihtsad tekkima ka asjaolust, et mulla orgaanilise aine vormide määramiseks on kasutusel mitmeid meetodeid ja ühikuid. Orgaanilise aine üldsisalduse määramine kuumutuskaona on sobilik eelkõige turba ja metsakõdu analüüsimiseks. Mineraalmulla puhul suudavad mulla stabiilset ja kvaliteetse huumuse osa kõige usaldusväärsemalt tuvastada kas märgtuhastamine kemikaalidega (sh meil levinud Tjurini meetod) või kuivpõletamine elementanalüsaatoril (Dumas meetod). Nende meetoditega saadakse teada orgaanilise süsiniku sisaldus, ent on oluline, et proovist oleks eelnevalt eraldatud karbonaatide koostises olev süsinik. Viimasel aastakümnel on Põllumajandusuuringute Keskus mulla orgaanilise süsiniku määramiseks kasutanud lähi-infrapuna peegeldusspektromeetrit (NIRS meetod). Seega tegelikult ei määrata otseselt keerukaid huumusaineid, vaid levinuim viis huumusesisalduse leidmiseks on teha seda orgaanilise süsiniku alusel arvestusega, et huumuse koostises on keskmiselt 58% süsinikku. Lisaks orgaanilise süsiniku (huumuse) sisalduse määramisele on tegelikult veelgi olulisem, milline on huumuse varu (t/ha) ja kuidas see muutub. Selle juures võetakse lisaks huumusesisaldusele arvesse huumuskihi tusedus, lasuvustihedus ja kivide maht. Lisaks eelmainitule mõjutab huumusvaru kujunemist oluliselt harimistehnoloogia. Mitmed mullaharimisviiside uuringud on näidanud, et minimeeritud või künnita harimisel orgaanika kontsentratsioon pindmises 5-10 cm kihis küll suureneb, ent kogu huumuskihti arvestades võib huumusvaru isegi kahaneda.

Analüüsides eelnevate aastate põllukultuuride kasvupinna struktuuri ja sõnniku ressursi Eestis selgub, et paljudel maakasutajatel on huumusbilanss viljavahelduses negatiivne. Et mineralisatsioon ja humifikatsioon oleksid tasakaalus, peab mulda jõudma 5–6 t/ha orgaanilist kuivainet aastas. Alates 1990ndate keskpaigast on meil aga sõnnikut sellest vajadusest umbes kolm korda vähem. Seega huumusvaru säilitamiseks on vajadus lisaks tavapärasele sõnnikule kasutada üha enam alternatiivseid orgaanilisi väetisi nagu haljasväetised, kompostid, biosüsi vms. Huumusesisaldust saame mõjutada ka agrotehniliste võtetega, neist olulisemad on õige kultuuride valik külvikorras (nende juured, tüü jne) ja oskuslik orgaaniliste väetiste kasutus. Seega pluss pool sõltub tugevasti väetamisest, kultuurist ja saagist. Väetamise mõju mulla huumusesisaldusele on otsene või kaudne. Otseselt mõjutavad mulla huumusesisaldust orgaanilised väetised. Väetiste kaudne mõju avaldub taimede toitumise kaudu. Väetamisel suureneb saak ja sellega koos ka mulda ja mullapinnale jäävate taimejäänuste hulk.

Huumusbilansi seisukohalt võiks uuringutele tuginedes arvestada, et mulda viidud orgaanilise aine kuivainest läheb huumuseks huumusvaestes (~2%) muldades umbes 10–20% ja huumusrikkamates muldades isegi üle 30%, kuid samas peame arvestama, et ühtaegu huumuse tekkega leiab aset ka selle lagunemine. Kirjanduse andmetel mulla huumusvarust mineraliseerub aastas kartulipõllul keskmiselt 2,7%, taliteraviljal 1,2%, suviteraviljal 1,9% ja timutipõllul 0,8%. Agronoomilisest seisukohast on oluline, et orgaanika lagunemise dünaamika langeks kokku põllukultuuride kasvu- ja tootelementide omastamise dünaamikaga. Peamiseks tehnoloogiliseks võtteks on soodsas keskkonnas loomine lagundajatele ja tootelementide vahetõrja korrigeerimine. Näiteks lagundamise kiirendamiseks vajadusel põhule mineraalse lämmastiku või vedelsõnniku lisamine. Lämmastikurikka ristiku võiks aga külvata allakülvina ja siis koos põhuga mulda viia, et ristiku lagundamisel ei kaasneks lämmastiku leostumist.

Kuidas seda kõike kokku arvutada?

EMÜ teadlastel on käsil projekt, et välja töötada Eesti tingimusi arvestav ja praktikas rakendatav asukohapõhine põllumuldade huumusbilansi kalkulaator. Huumusbilansi mudelid võtavad arvesse mulla omadusi, maakasutust, kasvatatavate kultuuride agrotehnikat ja lämmastikväetiste kasutamist. Kõige enam on erinevaid rakenduslikke huumusbilansi kalkulaatoreid koostatud Saksamaal. Teistes tingimustes välja töötatud mudeli arvanded ei ole Eesti tingimustesse otseselt ülevõetavad, seetõttu projekti käigus arvutatakse välja kohalikesse oludesse sobivad näitajad (humifikatsioonikoefitsiendid, süsiniku bilanss). Varasemate uuringute analüüsiga töötatakse välja või täiustatakse koefitsiente, mis arvestavad erinevate agrotehnoloogiate (harimisviisid, tahe- ja vedelsõnniku kasutamine, haljasväetised, kompostid, vahetõrjad, põhu eemaldamine või muldaviimine jne) mõju mulla huumusbilansile. Et huumusbilans sõltub tootmistasemest, mullaviljakusest ja teistest omadustest, kasvatatavast kultuurist ja väetamisest, siis ka meie poolt koostatavas huumusbilansi kalkulaatoris lähtutakse kõigepealt konkreetse põllu mulla omadustest ja seireandmetest nagu lõimisest, huumuse- või orgaanilise süsiniku sisaldusest, huumuskihi tusedusest ja selle lasuvustihedusest. Kuna mulla huumusseisund määrab taimede toitainetega (lämmastikuga) varustatuse, siis oleks see kalkulaator abiks ka (lämmastik)väetamise optimeerimisel.

Mõned võtted huumusvaru reguleerimiseks

Põhumajanduse korrastamine.

Ühest tonnist põhust tekib keskmiselt 200 kg huumust. Kohe pärast teravilja koristamist tuleks põhk põllu koorimise käigus (nt randaali abil) mullaga segada, mis tagab põhu lagundamisel otstarbekama lämmastiku kasutamise ja soodsama vee- ning õhurežiimi. Tuleb arvestada, et põhus on C/N suhe väga lai (odral 70:1 kuni nisul 100:1, lagunemiseks optimaalne 1:25(30)) ja see võib põhjustada lämmastikühendite immobilisatsiooni (üleminek mikroorganismide keharakkude ehituseks) mullas sedavõrd, et järgneb koguni saagi langus. Kui selline põhu lagunemine toimub kultuurtaimedest vabal perioodil, pole probleeme. Kui aga intensiivse põhu lagunemise perioodil kasvavad põllul kultuurtaimed, siis on taimede ja mikroorganismide vahel konkurents lämmastiku tarbimises. Ilma lisälämmastikuta sügavale mulda viidud põhk laguneb aeglaselt. Koorimata põldu kündes võib künnikihi alla tekkida põhukiht, mis häirib kapillaarset veetõusu ning kuivas mullas väetised jäävad sellel aastal kasutamata.

Kui arvestada, et mulda viidavast süsinikust 20% läheb huumuse koostisse ja mulla huumuse või süsiniku varust mineraliseerub aastas ~2%, siis on selge, et ainult põhku mulda viies jääb huumuse bilanss teravilja madala saagitaseme korral negatiivseks. Teraviljatalus, kus mulda viiakse pärast saagi koristamist ainult tüü ja taimejuured, on huumusvaru vähenemine 2–3 korda suurem kui seda värskest orgaanilisest ainest juurde tekib. Suuremad põhu kogused (~5 t/ha) kompenseerivad küll orgaanika puudujäägi, kuid lämmastikuvaese orgaanilise aine (põhu ja teraviljajuurte) lagunemisel võib tekkida periooditi mineraalse lämmastiku puudus. Orgaanilise aine lisandumise hulga ja lämmastikumajanduse seisukohast olukord paraneb tunduvalt, kui teraviljale tehakse liblikõieliste allakülv.

Haljasväetiskultuurid

Liblikõieliste haljasväetiste mõju olulistele mulla keemilistele ja füüsikalistele omadustele ei piirdu ühe aastaga, vaid võib kesta pikemalt. Seega on liblikõieliste ulatuslikum kasvatamine vajalik eeskätt huumusevaestel ja puuduliku mikrobioloogilise tegevusega muldadel. Enamlevinud liblikõieliste haljasväetiskultuuridena kasvatatakse punast ristikut ja valget mesikat. Sobivad kultuurid on veel lutsern, vähemlevinud on harilik nõiahammas ja lupiin. Valge mesikas ja lutsern kasvavad hästi Põhja- ja Lääne-Eesti lubjarikastel muldadel. Lõuna-Eestis on tema levikut takistanud happelised mullad. Muldade lupjamine loob kasvuks soodsad tingimused ka nendes piirkondades. Punase ristiku kasvatamine sõltub mulla happesusest vähem.

Soodsates tingimustes võivad liblikõielised haljasväetiskultuurid anda 6–10 t/ha kuivainet. Sellise saagiga viiakse mulda heades kasvuoludes kuni 300 kg/ha lämmastikku. Haljasväetiskultuurid mitte ainult ei suurenda N kogust mullas, vaid mõjutavad ka selle leviku sügavust mullas. Seega sõltub haljasväetiste mõju järgnevale kultuurile sellest, kui sügavale mulda viimase juured tungivad. Katsed odra ja haljasväetiskultuuridega Eerikal näitasid, et taimede koristuse ajal oli biomassis kuni 5 t/ha süsinikku, millest juurtes on odra puhaskülvis ligikaudu 20%, allakülvide puhul ligikaudu 30% ja liblikõieliste puhaskülvides kuni 50%.

Järelkultuurid

Hilissuvel, pärast põhikultuuri koristamist on otstarbekas kasvatada kultuure (vahekultuurid, nn kogujakultuurid), mis aitavad vältida toitainete leostumist ja parandavad mulla omadusi lisanduva orgaanika arvel. Järelkultuurid hoiavad ära ka erosiooni, vähendavad orgaanilise aine kadu, takistavad haiguste ja kahjurite kogunemist ning vähendavad umbrohtumust. Järelkultuuridena kasvatatakse ka liblikõielisi, mille lisakasv on õhulämmastiku sidumine. Järelkultuurideks sobivad kultuurid on valge sinep, õlirõigas, rukis, tatar, keerispea, hernes, talirüps. Üha enam kasvatatakse nende kultuuride erinevaid segusid. Vahekultuurisegude valikul on olulisteks teguriteks kiire kasv, mullakatvus, väike külvisenorm, soodne seemnehind, hilisem generatiivorganite areng, hea lämmastikomastamine, efektiivne veekasutus, kergesti kõrvaldatavus. Loomulikult tuleb ka vahekultuuride kasvatamisel arvestada nende sobivusega külvikorras kasvatatavate kultuuride järjestusega (sama liik ei ole üldjuhul parim eelviili).

Kompostid

Üks vanimaid orgaanika käitlemise ja stabiliseerimise viise on kompostimine, mis on olemuselt aeroobne orgaanilise aine muundamine stabiilseteks huumusaineteks. Kompostimisel töötab „huumusevabrik“ oluliselt kiiremini kui mullas. Kompostimisega vähendatakse värske orgaanika kasutamise kaasneda võivaid keskkonnanariske (patogeenide levik, toitainete leostumine, gaaside lendumine, lõhn, umbrohuseemnete levik jm). Huumuseks muundumise aste sõltub kompostitava lähtematerjali koostisest, niiskusesisaldusest, õhustatusest ja mikroobide aktiivsusest. Seega on kompostid väga erinevate omadustega ja sellest tulenevalt ka nende mõju mullaomadustele. Küps kompost on kõrge huumusainete sisaldusega, värske kompost seevastu sisaldab palju kergelt lagunevat orgaanilist materjali. Lühiajaliselt võivad kompostid olla kiireks toitainete allikaks taimedele ja mullaelustikule, kuid pikaajaline mõju mullaomadustele tuleneb stabiilse orgaanilise aine sisalduse säilitamise või tõusu läbi. Kompostidega mulda viidud huumusained moodustavad mulla peene mineraalse osaga stabiilse struktuuri.

Biosüsi

Erinevalt haljasväetistest, sõnnikust ja kompostidest, mille orgaaniline aine allub suhteliselt kergelt lagunemisele, on biosüsi koostises olev C stabiilne ja võib väidetavalt mullas püsida sadu kuni tuhandeid aastaid. Biosüsi on tahke, süsinikurikas materjal, mida saadakse biomassi kuumutamisel hapnikuta keskkonnas, peamiselt pürolüüsil. Pikaajaliselt nähakse biosüsi mulda andmises kasu nii põllumajanduses mullaomaduste parandamisel kui ka kliimamuutuste leevendamisel. Mõlemal juhul põhineb biosüsi mõju orgaanilise aine pikaks ajaks mulda talletamisel. Biosüsi poorne struktuur ja suur eripind loovad soodsa elukeskkonna mikroobidele, samuti loetakse neid omadusi veehoiuvõime ja toitainete sidumisvõime parandamise aluseks. Parema veehoiuvõimega mullas hoitakse paremini leostumise eest ka vees

lahustuvaid toitaineid. Lisaks on biosüsi aluseline ja tõstab mulla pH-d ning seeläbi on toitainete ringe mõjutaja.