

Mullaviljakuse põhitõed

Mullaviljakuse suurendamine oli väga tähtis juba mahepõllumajanduse rajajatele, paraku pole muldade viljakuse säilitamisele alati piisavalt tähelepanu pööratud. Ometi sõltub mahepõllumajandus eelkõige just heast mullaviljakusest. Kurnatud ja rikutud muld ei anna soovitud tulemust. Mullaviljakuse säilitamine ja suurendamine nõuab palju hoolt. Allpool antakse ülevaate mullaviljakuse erinevatest vaatenurkadest. Teadlikult välditakse universaalsete „juhtnõõride“ andmist, pigem pakutakse infot, et soodustada uusi ideid muldade jätkusuutlikuks majandamiseks.

Miks peaks mullaviljakusest rääkima?

Maad harides elame mullaviljakusest ja mullaviljakusega. Ökoloogiliselt elujõuline muld taastab pidevalt oma viljakust. Mulla vajadusi eirates kaotab see elujõu, muutub ilmastiku- ja erosioonitundlikumaks, väheneb saagikus. Mahepõllumajanduses ei saa kahju taastada vaid tehniliselt, mistõttu vajab kurnatud või rikutud muld taastamist ka ökoloogilises mõttes. Vaatamata praktilistele probleemidele on võimalik palju ära teha, et mulda elavana hoida. See on vaeva väärt, ja mitte ainult rahalises mõttes!

1960. aastatel defineeris teadlane Ernst Klapp mullaviljakust praktilises mõttes kui „mulla looduslikku, kestlikku võimet toota taimi“. Ta kirjeldas seda kui mulla võimet pakkuda välise abita kõike vajalikku stabiilsete saakide saamiseks. Sellest ajast alates on põllumajandusteadus kõikehõlmava mõiste „mullaviljakus“ asendanud suuresti arvukate füüsikaliste, keemiliste ja bioloogiliste näitajatega. Üheks teaduse praeguseks ülesandeks on teha need detailsed teadmised tootmises realselt rakendatavaks.

Paljud praktikud on mullaviljakuse tagamiseks töötanud välja oma strateegia ja tehnikad. Nad on õppinud vaatluse kaudu ja usaldanud intuitsiooni. Praktilised kogemused, ja teadmised, mida saadakse teaduskatsetest ja -vaatlustest, täiendavad hästi üksteist. Käesoleva materjali eesmärk on soodustada mõtteviisi ja praktikaid, mille keskmes on tõeliselt kestlik, viljakas ja elav muld, tuginedes läbiproovitud põhitõdedele, aga katsetades ka uusi võimalusi.



This publication results from the Organic Knowledge Network Arable project funded by the Horizon 2020 programme of the European Union

Sisukord

1.	Mullaviljakuse põhimõtted.....	3
1.1	Muld teerajajate käsitluses	3
1.2	Mullaviljakus – muutuv termin.....	4
1.3	Mida tähendab mullaviljakus mahepõllumajanduses?	4
1.4	Mullaorganismide hindamatu panus	5
1.5	Kerge mullaharimise potentsiaal.....	6
2.	Mullaviljakuse jälgimine	7
2.1	Otsene vaatlus.....	7
2.2	Vaatlus abivahenditega	8
3.	Mullaviljakuse säilitamine ja suurendamine	8
3.1	Huumus (mulla orgaaniline aine)	8
3.2	Orgaanilist ainet säilitavad külvikorrad	9
3.3	Orgaaniline väetis.....	10
3.4	Haljasväetis.....	12
3.5	Looduslike taimede soodustamine umbrohtudega võitlemise asemel?.....	13
3.6	Mulla tihenemine ja kuidas seda vältida.....	13
3.7	Mulla erosioon ja kuidas seda vältida	14
4.	Tulevikuperspektiivid	15
4.1	Kliimaga arvestamine	15
4.2	Agroökosüsteemi stabiilsuse suurendamine.....	15
4.3	Ideed tulevikuks.....	16

1. Mullaviljakuse põhimõtted

1.1 Muld teerajajate käsitluses

Mahepõllumajanduse areng algas 20. sajandi alguses. Selle ajaloolised juured on aga sama vanad kui põllumajandus üldse. Mitmete kümnendite jooksul arendati põllumajandust vaid väikeses talude võrgustikus. 1980. ja 1990. aastail hakkas mahepõllumajandus laialdasemalt levima ja lisandus uusi mahetootjaid.

Kõigepealt mõned mõtted mahepõllumajanduse teerajajatelt:

Mullabioloogia mõjud

Talunik Albrecht THAER (1821): „Sama palju kui orgaaniline aine on elu saadus, on ta ka elu eeltingimus.“ Samal ajal kui paljud teadlasid pöördusid agrookeemia poole, sõnastas Charles DARWIN mahepõllumajanduse jaoks kõige olulisema fakti (1882): „Künd on inimkonna vanimaid ja väärtuslikumaid leiutisi, kuid juba palju aega enne seda kündsid regulaarselt vihmaussid.“

20. sajandi algul võimaldasid uued mikroskoobid avastada kujuteldamatut mullaelustiku mitmekesisust ning arenema hakkas ökoloogiline mõtteviis. Richard BLOECK kirjutas (1927): „Mikroskoopilise elu aktiivsuse kaudu muutus põllumaa elusorganismiks.“ Šveitsi talunik Alois STÖCKLI (1946): „... püsiv ja kasvav mullaviljakus sõltub ainete ringluse olukorrast“, aga „sageli ollakse organismide keske rolli tunnustamisele selles kontekstis vastu.“ Agronoom Franz SEKERA rõhutas (1951): „Optimaalne mullaseisund on defineeritud kui mullaosakeste struktuuri bioloogiline kujundamine mulla mikroorganismide poolt.“

Ideoloogia ja mõjutused

Rudolf STEINER õpetas oma põllumajanduskursusel (1923): „Väetamine peab sisaldama mullaelustiku elavdamist. ... Seeme annab ettekujutuse universumist kui tervikust.“ Leedi Eve BALFOUR Inglismaalt sõnas (1943), et vaid ökoloogia koos kristlike väärtustega võimaldab meil mõista, et: „kõik taevas ja maal on üks tervik“ ja „mulla, taimede, loomade ja inimeste tervis on üks ja jagamatu.“ Tema kolleeg Sir Albert HOWARD pani tähele (1948), et „Emake Maa ei püüa kunagi põllumajandust arendada ilma loomadeta; külvab alati erinevaid kultuure. Mahepõllumajandus peaks omaks võtma Emakese Maa loodusliku põllumajanduse meetodi.“ Mina HOFSTETTER (1949), Šveitsi mahepõllumajanduse rajaja pidas oluliseks naiselike väärtusi, et mõista mullaviljakust süvitsi. Emake Maa võib naistalunikuga kõneleda otse, kui viimane leiab rahu ja vaikust, et kuulata: „... Emake Maa õpetab meid jälle või pühib meid minema.“

Miks mõisted „mahe“ ja „ökoloogiline“ põllumajandus

„Bio-loogia“ (st elu mõiste) mahepõllumajanduses tähendas selle loojate mõistes sõna-sõnalt „elu õpetust“, st kui terviklikku elu ja põllumajanduse filosoofiat. Selle asemel, et keskenduda keemilistele ainetele, keskendusid nad erinevate olendite kooseksisteerimisele või „ökosüsteemidele“, mida kõrgemal tasandil mõisteti kui osa tervikust st „organism“. Seetõttu kasutab mahepõllumajandus mõisteid „mullaorganism“, „taluanorganism“ „organism maa“, samuti on muld, talu ja maa ökosüsteemid. Hädavajalikuks peeti, et loodusliku ja sotsiaalse elu suhteid ja pidevat jätkumist ei tohiks asendada tehnoloogia, paljude jaoks oli oluline spirituaalne, jumaliku mõju koostoime. Näitlikustamiseks kõige omavahelist seost sõnastati järgmine juhtmõte: „Terve muld – terved taimed – terved inimesed.“ See idee on võtmeks ka tänapäeval ning on sõnastatud ka ühe IFOAMI (2005) mahepõllumajanduse põhimõttena.

1.2 Mullaviljakus – muutuv termin

Rakendusliku põllumajandusteaduse tekkimisel peeti mulla saagikust viljakuse peamiseks näitajaks. Mulla toitainesisaldust (peamiselt lämmastik, fosfor, kaalium) tõlgendati kui viljakuse indikaatorit, kuni tulid sünteetilised väetised, mis olid vajaduse tekkimisel kättesaadavad ja asendasid paljude arvates mulla iseseisvalt toimivat viljakust. Kahanevate ressursside tingimustes kaldub arutelu jälle teise suunda. Taas on esile tõusnud mulla toitaaineringluse efektiivsus kui mulla viljakuse näitaja.

Mullaviljakus on ökoloogiline eluprotsess

Muld on elupaigaks tohutule mikroorganismide, loomade ja taimejuurte mitmekesisusele. Viljakas muld tagab terved kultuurid põlvkondade kaupa ilma väliste sisenditeta (väetised, pestitsiidid, energia). Viljakas mullas muudavad mullaorganismid toitained ja orgaanilise aine efektiivselt taimesaagiks, loovad orgaanilist ainet, kaitsevad taimi haiguste eest ning muudavad mulla kobedaks. Sellist mulda on lihtne harida, see võtab vihmavett hästi vastu ja paneb vastu erosioonile. Viljakas muld tagab filtreerimisega puhta põhjavee ja neutraliseerib (puhverdab) happeid, mis jõuavad saastunud õhu kaudu maapinnale. Viljakas muld lagundab kiiresti ohtlikud ained nagu pestitsiidid. Veelgi enam, viljakas muld on tõhus toitainete ja süsinikdioksiidi hoidla. Seetõttu takistab see jõgede, järvede ja merede saastamist ja aitab vähendada kliimasoojenemist.

Mahepõllumajanduses on mullaviljakus peamiselt bioloogiliste protsesside, mitte lisatud keemiliste toitainete tulem. Viljakas muld reageerib aktiivselt taimedele, struktureerib end ise ja on võimeline ise taastuma.

Viljaka mulla teaduslik analüüs

Pikka aega püüti puhtalt toitaainerühmise keemia alternatiivina mullaviljakuse põhialuseid määratleda orgaanilise aine keemiaga, selgitada ja klassifitseerida orgaanilist ainet otse selle keemilise struktuuri kaudu. Need katsed ei osutunud viljakaks. Täna keskendume teistele omadustele: toitainete kättesaadavus, orgaanilise aine süsiniku/lämmastiku (C/N) suhe, samuti mulla orgaanilise aine kvaliteet ja selle muundamise ja ringluse aktiivsus. Need kõik on abiks, et määratleda:

- taimedele otse kasutatavad toitained. Millised elemendid mullas leiduvad?
- kättesaadavad toitained elutsükli. Mikrobioloogilise biomassi suurus, selle C/N suhe.
- orgaanilise aine stabiilsus (stabiilne orgaaniline aine on raskem). Kui kompleksed on selle molekulaarsed osised ja mis on selle tihedus?

1.3 Mida tähendab mullaviljakus mahepõllumajanduses?

Mahepõllumajanduses on „mullaviljakus“ peamiselt elava mulla näitajaks. Kuna mullaviljakus on mulla kui organismi iseloomustaja, ei pruugi me seda kunagi täielikult intellektuaalsel tasandil mõista ja täielikult mõõta, sama moodi nagu on meie arusaamadega inimolenditest. Seetõttu räägime mullaviljakusest mulla tervikliku käsitluse kontekstis ja selle mõjust taimedele, nagu ka üksikute näitajate analüüsist või mõõtmisest.

Mulda saab jälgida ja kirjeldada erinevate omaduste lõikes:

- **Füüsikalisi omadusi** saab kindlaks teha nt labidaproovi abil. Füüsikaliselt sobiv muld pakub elu- ja tegutsemisruumi kõigile mullaloomadele ja taimejuurtele, ja seal on piisavalt õhku. Põllumehe ülesanne on mullastruktuuri taimejuurtega stabiliseerida, et muuta see elujõuliseks ning vältida mulla tihendamist masinate oskusliku kasutamisega.
- **Keemilised omadused** määratletakse erinevate toitainete ja ka saasteainete sisalduse, samuti pH väärtuse mõõtmisel. Hästivarustatud muld-taim organismil on olemas kõik vajalikud keemilised elemendid ja orgaanilised ühendid. Erinevate organismide keerukad ainevahetussaadused tugevdavad taimede immuunsust. Kui mulda on kurnatud, on esmalt vajalik seda tasakaalustada.

- **Bioloogilised omadused** väljenduvad mullas toimuva muundumise/ringluse aktiivsuses, samuti eluvormide olemasolus mullas. Kooslused on tugevad ja aktiivsed õigel ajal. Isereguleeruvus ökoloogilises tasakaalus toimivad loomad, taimed ja mikroorganismid sümbiootiliselt. Põllumehe ülesanne on piisavalt mõista mulla ökoloogiat, et luua või taastada tingimused kindla tasakaalu tekkeks.

Haritav viljakas muld suudab kõikide erinevate omaduste koosmõjus anda pidevalt head saaki. Kui seda ei juhtu, tuleb ülalmainitud mulla omadusi lähemalt uurida, et tuvastada põhjus.

1.4 Mullaorganismide hindamatu panus

Viljakas mullas leidub rikkalikult erinevaid organisme, mis võtavad osa olulistest mullaprotsessidest. Vihmaussid ja putukavasttsed kaevavad surnud taimse materjali otsinguil läbi pealmist mullakihti. Nende käigud õhustavad mulda, poorid ja käigud imavad vett nagu käsn. Hooghännalised, lestad ja tuhatjalgsed lagundavad taimejäänuseid. Mikroorganismid muudavad taimede ja loomade jäänused väärtuslikuks orgaaniliseks aineks. Bakterid muudavad orgaanilised jäägid keemilisteks ühenditeks, ning röövlestad, sajalgsed, mardikad, seened ja bakterid kontrollivad organisme, enne kui need võivad muutuda ohtlikeks.

Vihmaussid – viljaka mulla peaehitajad

Vihmaussid paljunevad aeglaselt, iga isend annab maksimaalselt kaheksa kookonit järglasi aastas. Kuna nende eluiga küündib 5-8 aastani, on nad kõige pikemaajalised mullaloomad ning neil on mullas silmapaistev roll.

Vihmaussid toodavad Kesk-Euroopa muldades 40-100 tonni väärtuslikku vihmaussisõnnikut hektari kohta aastas. See vastab 0,5 cm mullakihi tekkele põllumaal ja 1,5 cm rohumaal. See väärt materjal sisaldab keskmiselt 5 korda rohkem lämmastikku, 7 korda rohkem fosforit ja 11 korda rohkem kaaliumit kui seda ümbritsev muld.

Mikroorganismide ja vihmaussieritise abil segatud orgaaniline aine ja mulla mineraalosa moodustavad stabiilse mullaosakeste struktuuri, mis soodustab selle harimist, samuti toitainete ja vee mahutavust. Vihmaussid kobestavad raskeid muldi ja teevad liivmullad sidusamaks.

Vihmaussikäigud õhustavad mulda. Eriti vertikaalsed käigud parandavad märkimisväärselt mulla veesidumist ja -mahutavust. Vihmaussirikas muld seob 4-10 korda rohkem vett kui vihmaussivaene muld. Seega saab vähendada vee äravoolu pinnalt ja erosiooniohtu. Ühes kuupmeetris kündmata mullas võib leiduda kuni 900 m vihmaussikäike.

Vihmaussid lagundavad kuni 6 tonni surnud orgaanilist materjali hektari kohta aastas. Samal ajal liigutavad nad mulda alumistest kihtidest ülemistesse. Oma käikude ja väljaheitega soodustavad nad kasulikke mullabaktereid ja seeni. Üle 90% vihmaussikäikudest on hõivanud taimejuured, mis soodustab taimejuurte sügavamale tungimist, kus on neile ideaalsed toitumistingimused.

Kuidas vihmausse kaitsta ja soodustada

Vihmausside soodustamiseks saab teha järgnevat:

Harimine ja mehhaniseerimine

- Atru ja kiirelt pöörlevaid seadmeid peaks kasutama vaid hädavajadusel, kuna need tapavad hulgaliselt vihmausse. Kündmisel hävib ligikaudu 25% vihmaussidest, pöörlevate masinatega kuni 70%.
- Ajal, mil vihmaussid on aktiivsed (kevad ja sügis), peaks (intensiivset) harimist vältima.

- Mullaharimine kuival või külmemal ajal on vihmaussidele vähem ohtlik, sest siis on nad mulla sügavamates kihtides.
- Mulda peaks pöörama nii vähe kui võimalik; künd minimaalne, et vältida sügavamate mullakihtide tihendamist. Taimejäänused tuleks viia mulda vaid pindmiselt ja mitte sügavale.
- Vältida tuleks raskeid masinaid, mehaanilist töötlemist kasutada minimaalselt.
- Harida tuleks vaid kuiva, stabiilset mulda.

Külvikord

- Pikk külvikord mitmeaastaste sügavajuureliste liblikõieliste kultuuridega või haljasväetistega ning mitmesugused saagikoristusjääd pakuvad vihmaussidele rikkalikku toitu.
- Taimkate, eriti talvel, soodustab vihmausse märkimisväärselt. Mullataasteperioodid mitmeaastase rohumaana on vihmaussidele väga soodsad.

Väetamine

- Kergelt lagunenuid sõnnik või kompost on mulla huumuse tekkeks ja umbrohtude vähendamiseks enamasti kasulikud kui värske sõnnik, samuti annavad need mullale pikaajalisemalt toitaineid ning rohumaale andmisel on võimalik toitained kiiremini kätte saada.
- Orgaaniline väetis ja sõnnik tuleks mulda segada vaid pindmiselt.
- Lahjendatud ja töödeldud vedelsõnnik mõjuvad vihmaussidele soodsalt. Töötlemata vedelsõnnik (ammoniaak!) võib vihmausse ja teisi pindmisel mullakihil elavaid organisme aga tõsiselt kahjustada.
- Vedelsõnnikut võib anda vaid absorbeerivale mullale.
- Regulaarne lupjamine (vastavalt pH tasemele) on oluline, sest enamik vihmausse väldib muldi, kus pH on alla 5,5.

Bakterid ja seened – alahinnatud abilised

Gramm mulda sisaldab sadu miljoneid baktereid ja sadu meetreid seeneniite. Mikroorganismid (sh loomade seedeelundkonnas olevad) on võimelised taimse ja loomse materjali lagundama selle põhikomponentideks. Nad mitte ainult ei reguleeri toitaineringlust, lagundades orgaanilist materjali, vaid on võimelised siduma õhulämmastikku ja suudavad luua taimedega sümbioosi. Bakterid ja seened võtavad osa praktiliselt kõikidest mulla mineraliseerumisprotsessidest.

Mükoriisa moodustab taimedega sümbioosi, taimejuurteil paiknedes laiendavad nad juurte kasvuruumi. Mükoriisa võimaldab sellega seotud taimedel vahetada omavahel aineid. Kuigi niidistik taastub, rikub harimine siiski mulla seenevõrgustikku.

1.5 Kerge mullaharimise potentsiaal

Muldade ekstensiivne degradatsioon sai alguse tuhandeid aastaid tagasi maaharimise algusega, sellele lisandus sageli ülekarjatamine. Raua kasutuselevõtt ja moodsa pöördadra leiutamine võimendas seda protsessi intensiivse mulla segamisega. Traktorite kasutuselevõtt võimaldas varem ennekuulmatuid künnisügavusi. Viimase 40 aasta jooksul on intensiivne mullakasutus põhjustanud 30% põllumaa kadumise erosiooni tõttu.

Mahepõllumajanduse rajajate motoks oli minimaalne harimine, et säilitada mulla loodusliku kujunemist. Minimeeritud harimine on seega mahepõllumajanduses üsna vana võte ja üsna varakult võeti kasutusele uuenduslikud tehnoloogilised võtted, nt Keminki süsteem (mulla kobestamine, kindlatel hooldusrajad), kahekihiline künd jne. Minimeeritud mullaharimise süsteemne arendamine algas siiski alles ligi 20 aastat tagasi.

Mahekatsed näitavad, et minimeeritud harimine suurendab pealmise mullakihi orgaanilise aine sisaldust, paranevad bioloogiline aktiivsus ja mullastruktuur, samuti suureneb mulla veemahutavusvõime. Viimane on eriti oluline kuivaperioodidel. Umbrohud, eriti juurumbrohud, ja liblikõieliste-kõrreliste purustamine ilma sügavkünnita on jätkuvalt oluliseks probleemkohaks.

Vajadus veelgi leebema mullaharimise järele on pannud praktikud otsima uusi lahendusi. Uued masinad (Precilab ader, Ecomat, Ecodyn) võimaldavad pindmist maaharimist.

Uuenduste abil ja looduslike protsesse kasutades suudab mahepõllumajandus parandada põllupidamise tootlikkust, samuti võidelda kliimamuutustega tänu süsiniku sidumisele mullas.

2. Mullaviljakuse jälgimine

2.1 Otsene vaatlus

Kuidas mullaviljakust lihtsalt hinnata? Selleks on mitmeid ennast tõestanud meetodeid. Peamine on võtta aega ja jälgida täpsemalt taimi, mullapinda, mulda ennast ja selle elanikke. Kaudseks mullaviljakuse indikaatoriks on taimejäänuste lagunemise kiirus. Kõige lihtsam on jälgida põhu lagunemist. Kui põhk jääb vegetatsiooniperioodi jooksul maapinnal muutumatuks, on mullaelustiku aktiivsus vilets.

Taimede vaatlemine

Külvatud taim on alati parim indikaatoritaim. Kui see edeneb aastate jooksul hästi ja tervelt, on tulemuseks rahuldustpakkuv, kõrge kvaliteediga saak. Kui selline tulemus saadakse lämmastikväetisi ja sünteetilisi pestitsiide kasutamata, on mullaviljakus kõrge. Mullaviljakuse olukord ilmneb eriti hästi ebasoodsates ilmastikuoludes. Teatavate taimede esinemine, nagu ohakad ja kummel, viitavad probleemidele või puudustele, nt tihenemine.

Mullapind

Mullapind annab infot alumiste mullakihtide kohta. Kui see on kaitstud taimkattega, tekivad mullapinnale ümarad mullasõmerad, mis aitavad vältida kooriku teket ja erosiooni. Seetõttu näitab kooriku teke ja erosioon mulla kehvast olukorda. Orgaanilise aine sisalduse suurenedes väheneb kooriku teke ja erosiooni oht.

Mullaelustiku vaatlus

Vihmausside ja ka väiksemate liikide nagu hooghännaliste tegevust saab tuvastada nende mullapinnale avanevate käikude abil. Peamiselt saab neid jälgida kevadel, mil orgaaniline mass on maapinnal oodanud mullaorganisme. Labidakaevaga saab vaadelda käike pindmises mullakihis. Vihmaussiväljaheidete hulk mullapinnal näitab nende mullatöölise aktiivsust.

Mulla nuusutamine

Viljakas muld lõhnab hästi. Seda võib võrrelda metsamulla või põlluservade lõhnaga. Kui mullal on roiskunud lõhn, on midagi valesti. Juurtel on iseloomulik lõhn, mis tuleneb juureeritistest. Liblikõielistel on meeldiv lõhn, nende lähistel leidub sageli vihmausse.

2.2 Vaatlus abivahenditega

Labidaproov

Labidaproov on tunnustatud meetod mullastruktuuri hindamiseks. Enne külvi võimaldab labidaproov hinnata künnikihi sügavust. Kui kuival aastal on taimekasv kehvem, süüdistatakse selles ilma. Kuid see võis ju olla tingitud ka sellest, et juured ei saanud piisavalt sügavale minna.

Labidaproovi tegemisel on lisaks kandilise servaga labidale vaja väikest harki juurte väljapuhastamiseks.

Kaevatakse ca 30 cm sügavune auk, mille servast võetakse labidale läbilõikeline 10–20 cm paksune kiht, kus hinnatakse mulla sõmerust ja huumust, lõhna, mullatüki murdejooni, taimejäänuste lagunemist, juurestikku, vihmausside ja muu elustiku arvukust ning tegutsemisjälgi. Tasub teha märkmeid ja fotosid proovivõtu kohast ja proovidest, et mulla olukorda oleks võimalik aastate lõikes paremini jälgida.

Mullaproov (mulla penetromeeter)

Penetromeeter on metallist seade, millel on manomeeter rõhu mõõtmiseks ja näidik tulemuse kuvamiseks. Penetromeeter võimaldab hinnata muldade tihenemist ja seda, kas leidub tihest ning kui sügaval see on.

pH-meeter

Mulla pH iseloomustab selle reaktsiooni. Sellel on oluline mõju toitainete kättesaadavusele, samuti mullaelustikule. pH määramiseks sobib nt Hellige pH-meeter. Näite ei tohiks määrata vaid mullapinnal, pH tase peaks olema määratud ka 10 cm ja 20 cm sügavusel. Erinevates mullakihtides võib pH tase olla väga erinev. pH-d mõjutab väetamine, kivijahude andmine ja lupjamine.

3. Mullaviljakuse säilitamine ja suurendamine

3.1 Huumus (mulla orgaaniline aine)

Mahepõllumajanduses on mulla orgaanilise aine moodustumine oluline tegur mullaprobleemide lahendamisel. Orgaaniline aine on mullaviljakuse seisukohalt väga tähtis:

- Orgaaniline aine ladestub kihina mullaosakeste pinnale ja kaitseb seda liigse vee eest, vähem esineb kooriku teket ja erosiooni.
- Orgaanilise aine rohkuse puhul ei kleepu mullaosakesed raskemate muldade puhul liigselt kokku. Seetõttu on ka niiskem muld haritav. Orgaaniline aine ei muuda raskeid muldi kergemaks, vaid muudab ka kergemad mullad savi-huumuse kompleksis sõmeramaks.
- Sõmeras koorikuta mullas kantakse peened osakesed sügavamatesse mullakihtidesse. Vihmavesi imbub kiiremini mulda, mistõttu esineb vähem erosiooni. Juured saavad sellises mullas sügavamale tungida ja saavad vee sügavamatest kihtidest kuivaperioodil kätte. Selliste muldade veebilanss on parem.
- Rohkem orgaanilist ainet tähendab ka rohkem toitu bakteritele, seentele ja teistele mullaorganismidele. Aktiivsemad mullaorganismid aitavad vähendada mullas kahjureid.
- Rohelised taimed lagunevad kiiresti väärtuslikuks orgaaniliseks aineks, mis on toiduks mullaorganismidele. Puitunud taimse materjali ja surnud mikroorganismide lagunemine võtab rohkem aega. Need ühenduvad mullamineraalidega ja muutuvad savi-huumus kompleksiks, st stabiilseks orgaaniliseks aineks.
- Kas muld on orgaanilise aine poolest rikas või vaene, sõltub paljuski asukoha olukorrast. Rasketes ja märjemates muldades on orgaanilist ainet rohkem, liivmuldades vähem.

Jätkusuutmatu külvikorra tulemusel tekkinud orgaanilise aine kadu saab hinnata alles pärast mitmeid aastaid. Seega võtab külvikorraga orgaanilise aine teke samuti mitmeid aastaid aega. Haljasväetise ja komposti abil on võimalik seda protsessi kiirendada.

- Orgaanilise aine sisalduse suurenemine annab aktiivsema ja sõmerama mulla, paraneb lämmastikuvaru. Orgaanilise aine sisalduse vähenemine toob aga kaasa tihedama, kiiremini erodeeriva mulla, mis kipub tihenema ja mille lämmastikuvaru on väiksem.

Kuidas mulla huumusesisaldust suurendada?

- *Haljasväetise ja sõnnikukompostiga viiakse mulda rohkem laagerdunud orgaaniline aine, paraneb orgaanilise aine moodustumine.*
- *Puitunud taimejäänused lagunevad aeglaselt ja soodustavad seetõttu ligniini lagundavaid aeglaselt kasvavaid mullaseeni, mis rikastavad mullaelustikku. Sellised taimejäänused aitavad moodustada stabiilset orgaanilist ainet.*
- *Mitmeaastased liblikõielised-kõrrelised külvikorras ei soodusta vaid orgaanilise aine teket, vaid annavad mulda ka rohkelt kergestilagunevat juuremassi, mis pakub toitaineid vihmaussidele ja mikroorganismidele.*

Orgaanilise aine tasakaalustamine

Kogu külvikorraperioodi eesmärgiks peaks olema tasakaalus huumusbilanss (orgaaniline aine). Orgaanilise aine bilansi meetodika (valdavalt kasutusel Saksamaal, Austrias ja Šveitsis) põhineb külvikorrapõhistel hinnangutel ja arvutustel. Mahetaludes sobivad vaid mõned meetodikad, nt REPRO ja kohaspetsiifiline meetodika (Standortangepasste Methode, Kolbe). Orgaanilise aine bilansi määramist võivad reguleerida riiklikud standardid. Erinevate ettevõtete orgaanilise aine bilansside võrdlusel peab olema ettevaatlik. Lisaks sellele tuleb orgaanilist ainet hinnata iga paari aasta järel. Seejuures pole oluline mitte ainult orgaanilise aine koguhulk, vaid ka stabiilse orgaanilise aine kvaliteet.

3.2 Orgaanilist ainet säilitavad külvikorrad

Liigne orienteeritus turule on mahepõllumajanduses kaasa toonud selle, et külvikorrareeglid on lühiajalise kasu saamise tõttu osaliselt kõrvale heidetud: külvikorrad on muutunud lühemaks ja nad on tihti tasakaalust väljas, vähenenud on liblikõieliste-kõrreliste osakaal. Muld peab mahepõllumajanduslikus külvikorras olema otsustuste keskmes. Müügikultuuridele panustamine viljakust loovate liblikõieliste ja haljasväetiste arvelt toob lõpuks kaasa probleemid mullaviljakuse ja taimehaigustega. Hea külvikord peab pikaajalises perspektiivis looma stabiilset orgaanilist ainet või hoidma orgaanilise aine bilansi tasakaalus ja vältima haiguste, kahjurite ja umbrohtude levikut.

Mahekülvikorra keskne element on liblikõielised-kõrrelised. Liblikõieliste-kõrreliste all saab muld puhata. Umbrohuseemned ei saa idaneda, haigused ja kahjurid surutakse mullaorganismide suurema aktiivsuse abil alla. Mida kauem liblikõielised-kõrrelised püsivad, seda suurem on selle väärtus eelkultuurina. Kolmeaastane ristik surub efektiivselt alla ka ohakad. Lühiajaliste haljasväetiste kasutamine asendab liblikõielisi-kõrrelisi vaid osaliselt, sest nende kasvuaeg on lühike.

Pikas perspektiivis tasub pikk ja mitmekesine kõrge roheline taimkattega külvikord ja külvi- ning saagikoristusaegade muutmine end ära.

Mõnede kultuuride taimejätmed

Kultuur	Taimejätmed (t, kuivaines/ha/a)
Kartul, suhkrupeet	0,6-1
Kevadised ajutised söödakultuurid	0,9-1,8
Teravili, mais, hernes, raps, põlduba	1-2
Sügiseseid ajutised söödakultuurid	1,5-3
Libliköielised-kõrrelised/lutsern	3-6,5

Allikas: Lehrmittel Bodenkunde, Šveits

Orgaanilise aine-efektiivse külvkorra reeglid:

- *Minimaalselt 20% libliköielisi-kõrrelisi külvikorras, et mullaviljakust suurendada ja umbrohte alla suruda.*
- *Maksimaalselt 60% teravilju, maksimaalselt 20% iga üksikut teraviljakultuuri, et vältida haigusi.*
- *Vaheldada lehtkultuure ja teravilju, orgaanilist ainet loovaid ja kasutavaid kultuure, tali- ja suvikultuure, hiliseid ja varaseid külve, et vältida muldade kurnamist ja probleeme haiguste ja umbrohtudega.*
- *Kattekultuuride külvamine haljasväetiseks, et anda toitaineid ja luua orgaanilist ainet, samuti kaitsta mulda erosiooni eest.*

Mullaväsimus

Kultuuri või kultuuride rühma kasvatamisel mitu aastat järjest või sageli samas tekib mullaseisund, mida nimetatakse mullaväsimuseks. Mullaväsimus võib olla tingitud patogeensete mikroobide kuhjumisest, mulla vaesestumine toitainetest, toksiinidest, mida taimed eritavad (allelopaatia), halvast mullastruktuurist või nende kõigi kombinatsioonist.

Libliköielistega seotud mullaväsimus võib olla mahepõllumajanduses probleemiks. See väljendub libliköieliste-kõrreliste elujõu vähenemises, eriti tundlik on ristik. Seda põhjustab mulla ökoloogilisest tasakaalust väljaminek (kahjurite levik, haigused) ja kahjulikud juureeritised. Probleemi lahendamine sõltub konkreetsest olukorrast, mistõttu on vaja konsulteerida asjatundjatega.

3.3 Orgaaniline väetis

Mahepõllumajanduses on kõige olulisemad orgaanilised väetised sõnnik ja virts, kompost ja haljasväetis. Viimasel ajal kasutatakse üha rohkem ka biogaasitootmisel tekkinud kääritatud substraat.

Kompost

Kompost sisaldab lagunemisel stabiliseerunud orgaanilist ainet. Kompost annab mulda erinevaid toitaineid, eriti fosforit. Uuringud on näidanud, et kompost elvdab mullaelustikku ja mulla viljakust rohkem kui teised orgaanilised väetised eraldivõetuna: kompost taastab mulda. Sõnnikukompostis on ka üsna palju lämmastikku, haljasjätmetes on seda vähem.

Kui kiirekasvulistele kultuuridele antakse värsket, ligniini sisaldavat komposti, võib see tekitada olukorra, kus lämmastiku kättesaadavus ajutiselt pidurdub. Eriti võib see juhtuda kevadel. Täiendav väetamine kergesti kättesaadava lämmastikuga, nt vedelsõnnikuga, aitab seda riski vältida.

Haljasjätmete ja sõnniku kompostimine:

- *Kompost ei tohi olla märg (pigistage rusikas). Vajalik võib olla katmine.*
- *Kompost ei tohi läbi kuivada. Vajadusel niisutage seda segamise ajal.*
- *Segamine aitab lagunemisprotsessi kiirendada.*

- *Mulla lisamine (10%) soodustab stabiilse orgaanilise aine teket.*
- *Temperatuur vähemalt 50 °C aitab hävitada haigusetekiitajaid ja umbrohuseemneid.*

Vedelsõnnik

Vedelsõnnik sisaldab palju kiiresti kättesaadavat ammooniumlämmastikku ja kiiresti mineraliseeruvaid orgaanilisi ühendeid, mis aitavad orgaanilise aine tekkele vähe kaasa. Vedelsõnnikut tuleb anda kuiva ilmaga ja kuiva mulda, et minimeerida toitainekadu, samuti negatiivset mõju õhule ja veele. Vedelsõnniku liigsel andmisel võib ammoniaak hävitada pinnal elavaid vihmausse. Lahjendatud või töödeldud vedelsõnnikut tuleks anda ligikaudu 25 m³ hektari kohta.

Sõnnik

Sõnnik, mis on segu taimsetest ja loomsetest osistest, on tasakaalustatum väetis kui vedelsõnnik. Selle kvaliteet sõltub aga paljuski hoiustamisest. Mulla ja saagikuse seisukohalt on käärinud ja kompostitud sõnnik oluliselt parem kui värske sõnnik. Isegi kui arvestada vaid lämmastikku, on töödeldud sõnnik parem väetis. Sügavallapanusõnnik nõuab enamasti täiendavat mehaanilist töötlemist enne, kui see saab lagunema hakata ja seda saab mulda viia.

Lämmastiku mõju hindamine

Väetise efektiivsus lämmastiku allikana ei sõltu vaid selle lämmastikusisaldusest, vaid ka süsiniku/lämmastiku suhtest (C/N suhe). Vedelsõnniku C/N on 7 („kitsas“), põhul 50-100 („lai“), kompostil enamasti 20-30. Kiire lämmastiku omastamine toimub, kui C/N suhe on ligikaudu 10. C/N suhte suurenedes toimivad orgaanilised väetised pikaajaliste väetistena ja aitavad luua orgaanilist ainet. Lämmastiku omastamise kiirus sõltub oluliselt ka üldisest mulla lämmastikutasemest, st lämmastikust, mida leidub liblikõieliste juureeritistes, mulla temperatuurist ja niiskusest, samuti mullaelustiku mitmekesisusest ja arvukusest.

Biogaasisubstraat (digestaat) väetisena?

Biogaasijaamade tekkega on hakatud kasutama nendes tekkivat substraati (digestaat) väetisena. Digestaat pärineb sageli samast materjalist kui kompost (vedelsõnnik, tahesõnnik, taimne materjal jne) ja sisaldab sarnases koguses toitaineid ja orgaanilist ainet. Kuna lagundamisprotsess on kompostimisel ja kääritamisel erinev, erineb oluliselt ka nende väetiste kvaliteet: kompost tekib hapniku kaasabil aeroobsel lagunemisel, orgaaniline aine ja lämmastik stabiliseeruvad. Digestaat tekib anaeroobsel lagunemisel (käärimisel) ja lagunemisprotsess jätkub ka laotamise ajal. Seetõttu tuleb digestaadi kasutamisel pidada silmas järgnevat:

- Vedel digestaat sisaldab palju ammooniumi (NH₄⁺), mis võib kiiresti ammoniaagina (NH₃) lenduda. Digestaati tuleb seetõttu anda jaheda ja tuuletu ilmaga. Vältida tuleks dilämmastikoksiidi (N₂O) teket (anaeroobne keskkond).
- Märg, tahke digestaat on efektiivne kiire toitainete pakkujana, kuid ei aita kaasa pikaajalisele orgaanilise aine tekkele ega mullastruktuuri parandamisele. Kui see läbi kuivad, läheb ka lämmastik kaotsi! Seda võib edasi lagundada, et tekiks kompost. Ammoniaagi lendumise vähendamiseks tuleks digestaati segada veidi lagunenuid puitmaterjali.

Mahepõllumajanduses on digestaadi kasutamisel piirangud, tutvu nõuetega!

Kas mahetaludes on fosforipuudus?

Paljusid ettevõtteid kimbutab fosforipuudus. Fosforipuuduse puhul aitab puhta fosfaadi andmise asemel sõnnik või kompost. Liblikõieliste kasvatamine ja mulla mikroorganismide soodustamine aitab kaasa sellele, et vabaneb rohkem mulda seotud fosforit. Sageli on fosforipuuduse põhjustajaks kõrge pH, mis takistab taimedel fosforit kätte saada.

3.4 Haljasväetis

Haljasväetise kasutamiseks on palju häid põhjusi. See parandab mullakvaliteeti, vähendab haiguste levikut ja aitab mulda siduda õhulämmastikku. Haljasväetis on loomadeta või väheste loomadega ettevõtte puhul üks kõige olulisemaid võimalusi mulda toita ja orgaanilist ainet toota.

Ükski haljasväetis ei saa aga samaaegselt vastata kõikidele vajadustele. Sõltuvalt sellest, mida soovitakse saavutada, tuleb valida ka kultuurid või nende segud. Kui haljasväetist kasutatakse ka söödana, on mõistlik kasutada segusid, kus on ka kõrrelised.

Vali eesmärgist sõltuvalt sobivad taimed:

Eesmärk: parem mullastruktuur, orgaanilise aine teke

Orgaanilise aine tekke soodustamiseks sobivad liblikõieliste-kõrreliste segud, mis peaksid kasvama vähemalt 1,5 aastat. Liblikõielised-kõrrelised kasvatavad juuri kõige põhjalikumalt ja intensiivsemalt.

Idealis peaks seda regulaarselt niitma (loomade puudusel võiks niidet müüa) ja viimane niide multšida. Kui loomi pole, võib kõrrelistest loobuda, kuigi kõrrelised soodustavad tugevama juurekavaga orgaanilise aine teket, lämmastik vabaneb aeglasemalt ja väheneb leostusohu. Kuivemates piirkondades sobib hästi lutserni-kõrreliste segu.

Eesmärk: kaitse erosiooni eest talveperioodil

Kaitseks erosiooni eest sobib külvata talvekindlaid segusid ja kultuure: liblikõielised-kõrrelised, raihein (pärast teravilja).

Eesmärk: lämmastiku andmine järgnevale kultuurile

Kõige paremini sobivad hernes ja põlduba ning pärast teraviljakoristust ristiku-lutserni segud. Tihe liblikõielise külv, mis jäetakse kuni õitsemiseni, võib järgneva kultuuri jaoks koguda 70-140 kg N/ha. Lühemaajaliseks haljasväetiseks sobivad suvivikk ja pärsia ristik. Liblikõielise-kõrrelise allakülv annab 50 kg N/ha. Näiteks lupiin on võimeline lisaks lämmastiku sidumisele võimeline järgnevat kultuuri varustama ka fosforiga.

Eesmärk: lämmastiku säilitamine järgnevale kultuurile

Selleks otstarbeks on kõige sobivamad kiirekasvulised liigid, eriti kaer, rukis, valge sinep, õlirõigas. Eriti sügavale tungib ja seob sealt lämmastikku õliredis. Vahekultuurina on kasutusse võetud ka mitmeid uusi liike: sudaanirohi (sudaani sorgo), liiv-vareskaer jt, mis on kiirekasvulised ja suruvad edukalt umbrohte alla, lisaks osaliselt ka põuakindlad. Nendega on aga vähe katseid tehtud, aeg näitab, kas ja missugused uued kultuurid võetakse laiemalt kasutusse.

Eesmärk: alumiste mullakihtide kobestamine

Selleks otstarbeks sobivad õliredis ja lutsern. Mulda tuleb enne kultivaatoriga kobestada, et juured ja haljasväetistaimed saaksid tungida sügavamale mullakihtidesse. Õliredis vajab vähemalt 3-kuulist kasvuaega. Samuti võib kasutada ka lupiini ja põlduba.

Eesmärk: haiguste ja kahjurite ennetamine

Haljasväetised peaksid minimeerima haiguste ja kahjurite survet järgmisele kultuurile. Seetõttu ei tohi haljasväetiseks kasutada kultuure, mis on seotud põhikultuuriga (nt sinep enne rapsi või kapsalisi). Iseendale järgnevuse suhtes on kõige tundlikum hernes, järgnevad teised liblikõielised. Haigustundlike haljasväetiskultuure tuleks vältida.

Eesmärk: umbrohtude allasurumine

Seemnetega paljunevad umbrohud saab alla suruda kiirekasvuliste haljasväetiskultuuridega. Enamasti on sobivaimad segud, mis taluvad hästi niitmist. Mitmeaastaseid umbrohud nagu ohakad saab alla suruda mitmeaastaste liblikõieliste-kõrrelistega.

3.5 Looduslike taimede soodustamine umbrohtudega võitlemise asemel?

Seoses teraviljakasvatusega on looduslikud taimed jõudnud „umbrohtudena“ põldudele. Aja jooksul on nad kohanenud kindlate valgus- ja mullastikutingimustega. Sageli on nad seetõttu spetsialiseerunud, paljud kasvavad ekstreemsetes tingimustes, näiteks tihenenud mullas. Euroopas kasvab põllukultuuride seas ligikaudu 650 taimeliiki. Sõltuvalt mulla happesusest ja kasvatatavast kultuurist (teravili, juurkultuur), kaasnevad erinevad taimekooslused. Herbitsiidide kasutamise, intensiivse lämmastikväetiste kasutamise, keerukate harimistehnoloogiate ja produktiivsemate kultuurtaimede tõttu on looduslike põllutaimede olukord märkimisväärselt halvenenud. 40% Saksamaa ja 80% Šveitsi sellistest taimedest kuuluvad praeguseks ohustatud liikide punasesse nimestikku. Pärast aastaid tavapõllumajandust on seemnevaru sedavõrd ammendunud, et asukohaspetsiifilised liigid ei taastu ka pärast nende taasasustamist.

Kuidas soodustada ohustatud põllutaimi?

- *Minimaalne mullaharimine.*
- *Regulaarne kesa pidamine.*
- *Suuremad reavahed.*
- *Saagikoristusjärgne karjatamine (lambad, veised)*
- *Kasvatada piirkonnale omaseid vanu kultuure: lina, läätsed, tatar.*
- *Võimalusel kasvatada mitmeaastasi söödakultuure (vastuolu mullaviljakuse eesmärgiga!)*

Mitmekülgne kasu, ka mullale

Looduslikud põllutaimed soodustavad paljusid kasulikke organisme, tolmeldamist ja on kahjuritele toiduks. Nad soodustavad ka mulla optimaalset seisundit, sest nad juurduvad põllukultuuride vahel ja kaitsevad neid otsese päikesevalguse eest. Põldudel, mis jäävad pikaks ajaks taimkatteta, nt mais, takistavad nad erosiooni.

Looduslikust taimest probleemseks umbrohuks

Looduslikud taimed konkureerivad kultuurtaimede vee, toitainete, valguse ja ruumi eest, mistõttu need eemaldatakse kultuurtaimede hüvanguks. Paljud looduslikud taimed pole probleemsed oma nõrga konkurentsivõime tõttu.

Ebasoodsad olud toovad esile liigid, mis on kultuurtaimedest edukamad. Põldohakas jt taimed, mis paljunevad kiiresti juurte või risoomide abil ja muutuda suureks probleemiks.

Tasakaalus külvikorra, hoolika mullaharimise, optimaalsete külvi- ja kasvutingimuste korral muutuvad looduslikud liigid põllukaaslejateks, millel on üldiselt positiivne mõju mullaviljakusele ja saakidele.

3.6 Mulla tihenemine ja kuidas seda vältida

Mulla tihenemine tekib juhul, kui masinate surve mullale ületab mulla kandevõimet. Tiheneda võib iga muld, kuid savimullad on tihenemise suhtes tundlikumad. Kui muld on tihenenud, tähendab see, et mulla vee ja hapniku liikumised on lõhnutud. Selle tulemusel võtab muld vähem vett vastu ja vesi voolab pinnalt ära. Mikroorganismide elutingimused ja juurte olukord halveneb, sest halveneb hapniku kättesaadavus.

Tihenemise vältimisel on kõige olulisem oodata õiget harimisaega, mil muld pole liiga märg. Samuti tuleb sellega arvestada külvikorra planeerimisel ja kultuuride valikul (paindlikkus külvi- ja koristusajades). Ka vahekultuurid sobivad sügiskülvi ettevalmistuseks, eemaldades mullast liigse niiskuse.

Muld on stabiilsem, kui seda vähem ja madalamalt harida. Harimata mullas tekivad vihmausside ja mikroorganismide kaasabil pooride süsteem, mis tagab mullale piisava hapniku ja veega varustatuse. Siinjuures võib muidugi tekkida vastuolu mehaanilise umbrohutõrje vajadusega.

Rehvi siserõhk vastab suuresti rõhule mullapinnale kuni 10 cm sügavuseni. See tähendab, et rehvirõhk tuleb hoida madal. Mida suurem on teljekoormus, seda sügavamale see mõjutab mulda, sõltumata kontaktpinna suurusest ja rehvirõhust. Seetõttu aitavad laiad rehvid vähendada mulla pindmise kihi tihenemist, kuid on vähem efektiivsed mulla alumiste kihtide tihenemisel. Kergemad traktorid, haagised ja masinad on üldiselt mulda säästvamad ja võimaldavad kasutada rehvirõhku isegi alla 1 bar/14,5 Psi.

Mida teha kui muld on tihenunud?

- *Mulla sügavamaid kihte kobestada, aga ainult siis, kui muld on kobestamissügavuses kuiv.*
- *Sama töökäiguga võiks külvata pikaajalisi sügavajurelisi liike (liblikõielised-kõrrelised, lutsern).*
- *Muuta harimistehnikat nii, et vigu ei korrataks.*

3.7 Mulla erosioon ja kuidas seda vältida

Värskelt haritud kultuurideta muld võib olla isegi väikese kalde puhul erosiooniohtlik.

Erosiooniohu vähendamiseks:

- *Rajada hekk nõlvaga ristipidises suunas. 200-meetrise nõlva poolitamine kaheks 100-meetriseks vähendab mullakadu kolmandiku võrra.*
- *Veekogude äärde rajada puhverribad, ideaalis puude ja põõsastega. Paljud riigid maksavad selleks toetust.*
- *Harida risti kallakuga.*
- *Erosiooniohtlikel põldudel vältida laia reavahega kultuure (mais) või kultuure, mida peab sageli harima (köögivilid).*
- *Kasvatada kattekultuure.*

4. Tulevikuperspektiivid

4.1 Kliimaga arvestamine

Põllumajandus ja kliimamuutused on tugevalt seotud. Ühest küljest ohustab globaalne soojenemine põllumajandust: sagedasemad põuad, ekstreemsed sajud ja erosioon valmistavad probleeme kogu maailmas. Teisest küljest annab põllumajandus 10–15% kogu kasvuhoonegaaside emissioonist. Kui arvestada ka tööstuslike sisendeid (väetised, taimekaitsevahendid) ja metsade raiet põllumajanduse otstarbel, on põllumajanduse osakaal 30%.

Muldade tähtsus globaalses süsinikubilansis

Fotosünteesi abil toodavad taimed CO₂st orgaanilisi süsinikuühendeid. Süsinikuühendid viiakse juurte ja juureeritistega mulda või viiakse sealt saagiga ära. Mullastik (pedosfäär) on ookeanide järel suuruselt teine süsinikureservuaar biosfääris! Orgaanilises aines ja mullaelustikus on ligikaudu 1600 miljardit tonni süsinikku, mida on märkimisväärselt rohkem kui atmosfääris (780 mld t C) ja taimkattes kokku (600 mld t C, peamiselt puit). Mullas taimejäänuste süsinik ja orgaaniliste väetistega antud süsinik kas oksüdeerub või muudetakse orgaaniliseks aineks. Orgaaniline aine sisaldab umbes 60% süsinikku. Mulla pindmise kihi 1% süsinikusisaldusega (vastab orgaanilise aine sisaldusele 1,7%) seotakse 45 tonni süsinikku hektari kohta.

Orgaanilise aine väheneb mõne päeva või mõne nädalaga (värske taimne materjal), kuni aastate või aastakümneteni (põhk, sõnnik, hästilagunenud sõnnik) ja sajandite kuni aastatuhandeteni tihedalt omavahel seotud orgaanilise aine puhul. Mida rohkem on orgaanilise aine osakesed üksteise ja savimineraalidega seotud ning põimitud mullasõmeratega, seda enam on see lagunemise eest kaitstud.

Mahepõllumajanduse potentsiaal mulla süsiniku säilitamisel

Üle maailma tehtud võrdlused on näidanud, et mahepõllumajandus säilitab 500 kg rohkem süsinikku hektari kohta aastas võrreldes tavapõllumajandusega. Esimese 10-30 aasta jooksul pärast mahepõllumajandusele üleminekut säilitab muld täiendavalt süsinikku. Pärast seda saavutatakse uus tasakaal. Kui aga ka mahepõllumajanduses on külvikord lihtsustatud, võib-olla koguni ilma liblikõieliste-kõrrelisteta, ei ole süsinikku võimalik säilitada. Intensiivne maaharimine aitab samuti orgaanilise aine vähenemisele kaasa ja raiskab täiendavalt fossiilkütuseid.

Metaan ja dilämmastikoksiid

Metaani (CH₄) mõju kasvuhooneefektile on 20–40 korda tugevam kui CO₂. Elus ja hästi õhustatud muld seob atmosfäärist metaani. Sellele vastupidiselt toodetakse metaani sõnnikuga.

Dilämmastikoksiidi (N₂O) mõju kasvuhooneefektile on 310 korda tugevam võrreldes CO₂ga. Dilämmastikoksiid tekib olukorras, kus mullas on vähe hapnikku, ka juhul kui väga lühikest aega. Mida suuremad on väetistega antud lämmastiku kogused ja kontsentratsioonid, seda enam dilämmastikoksiidi toodetakse. Uuringud on näidanud, et kõrge ammooniumlämmastiku sisaldusega orgaanilised väetised (nt seasõnnik, vedelsõnnik biogaasi tootmiseks) võivad olla sama kahjulikud kui ammooniumnitraatväetised.

4.2 Agroökosüsteemi stabiilsuse suurendamine

Inimtekkeline kliimamuutus põhjustab ekstreemsete ilmastikunähtuste sagedenemist. Mahepõllumajanduses tuleb selleks valmistuda, et saada rahuldavaid saake ka viletsal aastal.

Peamiselt on vajalik valmisolek liigveeks ja veepuuduseks.

1. Kõige olulisem on elujõuline ja mitmekesine mullaelustik. Hea mullaorganismide võrgustik tagab taimedele vajalikud toitained ja vee ka keerulistes oludes, samuti aitab võidelda haiguste ja kahjuritega.
2. Kobe muld tagab hapniku ja kaitseb üleujutuste eest ja vähendab erosiooniõhtu. Seetõttu on oluline kasutada kergeid masinaid ja vältida mulla tihenemist.
3. Täielikult taimkattega kaetud muld vähendab veekadu. Abiks on hekkide ja põõsaste kasvatamine põlluservades ja segukülvide kasvatamine.
4. Orgaaniline aine on võimeline oma kaaluga võrreldes siduma vett 3–5 kordselt. 1% rohkem orgaanilist ainet võimaldab mullal siduda 40 mm rohkem vett. Vähendatud harimine parandab mulla veeläbilaskevõimet ja -mahutavust.
5. Muld peab võimaldama juurtel tungida nii sügavale kui võimalik. Sügavajurelised kultuurid, nagu õliredis, lutsern ja päevalill on võimelised kuivaperioode taluma.
6. Sortide valikul tuleb mahepõllumajanduses enam arvestada haiguskindluse ja umbrohtude allasurumisvõimega.
7. Taimede vastupanuvõime põuale sõltub mitmetest aspektidest (rakuseinte paksus, õhulõhed), aga ka tasakaalustatud toitainete kättesaadavusest kasvuperioodil. Mulla üleküllastamise vältimine toitainetega on mahepõllumajanduses iseenesestmõistetav.
8. Mitmekesisus annab suurema saagikusstabiilsuse, nt lutsern kuivematesse ja ristik niiskematesse oludesse.

Kokkuvõtteks: mida tugevam ja „isemajandavam“ on muld, seda parem on mulla stressitaluvus ja vastupanuvõime ekstreemsustele. Seega aitavad selle trükise soovitusel tagada saagi ka halbadel aastatel. Selleks on vajalikud ka kultuurid ja masinad, mis on kohandatud ekstreemseteks ilmastikuoludeks.

4.3 Ideed tulevikuks

Mahedalt majandatud muld-taim süsteemid on iseenesest viljakamad ja stabiilsemad kui minimaalse iseregulatsiooniga kunstlikult toidetud ja tugevalt masinatega kontrollitud süsteemid. Mida rohkem kasvatatakse vaid ühte kultuuri või üksikuid kultuure, seda enam eemaldub ökosüsteem paindlikust tasakaaluseisundist, mida näeme metsades ja looduslikel niitudel. Looduses on üksikuid monokultuure, mis lagunevad kiiresti.

Vajame visioone ja uuendusi, mis aitavad paremini mullaviljakust tagada. Mõned soovitusel:

Esiteks: enam tähelepanu saagikusele üldiselt, mitte üksikutele saakidele

Äärmuslikult kõrget üksiku kultuuri saagikust on võimalik saavutada vaid väga ühekülselt optimeeritud ja äärmiselt tundlike, kõrge hooldusvajadusega sortidega. Selle asemel tuleks mahepõllumajanduses eesmärgiks seada optimaalne saagikus kogu süsteemi lõikes, mis on piisav ka ekstreemsete ilmastikutingimuste korral. Seetõttu sobib hästi erinevad kultuurid, mis on üheaedselt toiduks, söödaks ja energiaallikaks, aitavad ressursse taaskasutada ja säilitavad kohalikku veeringlust.

Teiseks: enam mitmekülgset koostööd mullaorganismidega

Vihmaussid, mükoriisaseened, bakterid ja paljud teised mullaorganismid võiksid muutuda põllumajandusele olulisemateks partneriteks. Me võime nende elutingimusi parandada peremeestaimede, liblikõieliste-kõrreliste, säästva mullaharimise ja sobivate kultuuride külvamisega. Peame järele proovima, kas teatud juhtudel on mõistlik nakatada taimi spetsiifiliste mükoriisaseente, bakterite või teiste mikroorganismidega, nagu see on standardiks muutunud soja puhul (*Rhizobia* bakter).

Kolmandaks: mahepõllumajandus vajab spetsiaalseid sorte

Tänapäevaste, kitsalt määratletud sobivatesse tingimustes kasvavate sortide asemel vajame sorte, mis on stabiilsemad looduslähedasemates tingimustes. Näiteks mitmeaastased sordid, kas saab kunagi olema näiteks mitmeaastane rukis?

Neljandaks: loodussõbralikud masinad

Tuleviku põllumajandus ei pea olema tehnoloogiavaenulik. Me saame kasutada seadmeid ja masinaid, mis teenivad loodust ja loomist, mitte ei võitle nendega. Konkreetsemalt võiks see tähendada kergemaid masinaid „põllutankide“ asemel. Kombainid, mis koguvad ka umbrohuseemne kokku, selle asemel, et need põllule paisata?

Viiendaks: mullakultuur vajab haridust ja kultuuri

Mitte tehnoloogia, vaid inimene otsustab, kas põllumajandus on kultuurina kestlik või mitte. Kas see toob meid tagasi selle juurde, et on rohkem haridust ja nõuannet kui reegleid ja kontrole? Haridus ja nõuanne meie visioonide ja väärtuste saavutamiseks ja vähem üldiste majanduslike tingimuste ja turunõuete saavutamiseks?

Kuuendaks: kestlikkus vajab jõu ja ressursside uuendamist

Muld ja inimene on kurnatud, kui nad annavad rohkem kui saavad. Kurnamine ei ole kestlik. Uuenduslikkus sisaldab ka kohalike, piirkondlike ja globaalsete ringluste taastamist ja seda, et oleme süsteemi muutustele avatud. Tulevik näitab, kas toodame ekskrementidest komposti või võtame muldaviimiseks kasutusele ka tuha ja puusöe, mida oma talu kütmisel saame.

Väljavaade: visioonid algavad indiviidist ja kaasavad kogukonnad

Alustades mahepõllumajanduse praeguse olukorraga, peab meie põllumajandus veel palju saavutama, et see kehtaks veel sadu ja tuhandeid aastaid. Julged visioonid on vajalikud, et muuta meie põllumajandus katsetamise ja eksimuste kaudu tõeliselt kestlikuks ja elujõuliseks. See on vastavuses mullaviljakuse olemuse ja inimloomusega: mullakasutamise parandamine ei ole võimalik vaid rangemate nõuete ja juhtnõotidega, selleks on vaja vabadust ja isiksuste arengut ning ideede vahetust, et selles üksteist aidata.

Täiendav info:

www.agricology.co.uk/category/soil-management

www.organicresearchcentre.com > IOTA > Research dissemination > Technical leaflet downloads

www.organicresearchcentre.com > Research and development > Soils and cropping systems

<http://horticulture.ahdb.org.uk/great-soils>