

4. RAVINNEKIERROT JA RAVINNEHUOLTO LUONNONMUKAISESSA VILJELYSSÄ

4.1 RAVINTEET

Kasvit tarvitsevat ravinteita sekä solukoiden rakennusaineiksi että elintoimintojen ylläpitoon. Pääosa solukoitten rakennusaineista on hiiltä ja happea sekä vetyä, joita kasvit saavat ilmasta hiilidioksidina ja maasta vetenä. Valkuaisaineiden rakennusainetta typpeä ja muita kivennäisravinteita kasvit ottavat luonnossa maasta pääosin pieneliöstön välityksellä.

Kasvien ravinteiden otto tapahtuu maanesteestä nestevirtauksen ja ioninvaihdon avulla. Kasvit voivat ravinteiden otossa hyödyntää myös niukkaliukoisia ravinnelähteitä aktiivisen oton sekä epäsuoraan pieneliötoiminnan avulla. Pieneliöstö ottaa lisäksi ravinteita myös talteen pienentäen niiden hävikkejä ja palauttaa niitä takaisin kiertoon.

Pieneliöstön toiminnassa voidaan erottaa viisi tapaa, jotka turvaavat kasvien ravinteiden saantia.

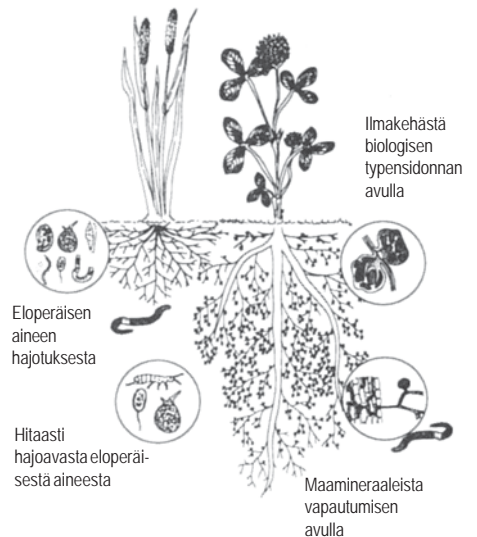
- 1) Kuolleeseen eloperäiseen ainekseen sitoutuneet ravinteet tulevat kasveille käyttökelpoiseen muotoon hajottajien työn tuloksena. Vaikutus on melko nopea.
- 2) Maan eloperäiseen ainekseen varastoituneet ravinteet tulevat kasvien käyttöön mobilisoitumisen (vapautumisen) kautta. Vaikutus on hidaskäytökäinen.
- 3) Maaperän kivennäisaineista ravinteet tulevat kasveille käyttökelpoiseen muotoon vapautumisen kautta. Vaikutus voi olla melko nopea – hyvin hidaskäytökäinen.
- 4) Ilmakehän typpi tulee kasveille käyttökelpoiseen muotoon biologisen typensidonnan avulla. Vaikutus on melko nopea.
- 5) Pieneliöstö ottaa liukoisia ravinteita talteen ja palauttaa niitä kasvien käyttöön.

Luonnonmukaisessa viljelyssä kasvien ravinteiden saanti turvataan näitä luonnollisia tapahtumia (ekosysteemipalveluita) hyväksikäyttäen, tehostaen ja ohjaten. Tarvittava lannoitus hoidetaan luonnon toimintatapoja seuraten käytämällä pääasiassa paikallisia, luomutuotantoehtojen mukaan tilalla tuotettuja *eloperäisiä lannoiteaineita*, jotka

Ravinnehuollon perusteita

- Ravinteiden kierrätyksen ohjaaminen
- Energiavirran ohjaaminen
- Monimuotoisuuden hoito
- Hajottajien hyväksikäyttö
- Vakauden tukeminen

KASVIEN LUONNONMUKAINEN RAVINTEIDEN SAANTI



Kasvinravinteet

- Pääravinteet :
C, O, H, N, P, K
- Sivuravinteet:
S, Ca, Mg
- Hivenravinteet:
B, Cu, Zn, Mn, Fe, Cl, Mo
- Hyödyllisiä alkuaineita:
Na, Si, Co, Va

Eloperäinen lannoitus

- Lisää maan eloperäisen aineen määrää – erityisesti helpommin hajoavaa osaa
- Parantaa maan vedenläpäisykykyä
- Parantaa maan veden varastointikykyä
- Tasoittaa veden jakaumaa maassa
- Tasoittaa ravinteiden jakaumaa syvyys-suunnassa
- Tasoittaa ravinteiden saantia
- Pienentää vuosittaisia satovaihteluita

sisältävät ravintoa maaperän hajottajaeliöstölle ja vilkastuttavat siten maan pieneliötoimintaa. *Kivennäislannoituksessa* voidaan käyttää tarvittaessa luonnosta saatavia lannoiteaineita, joita ei ole kemiallisesti väkevöity tai muutettu helppoliukoisemmiksi (kivijauheita).

4.1.1 LANNOITUKSEN TEHTÄVIÄ JA VAIKUTUKSIA

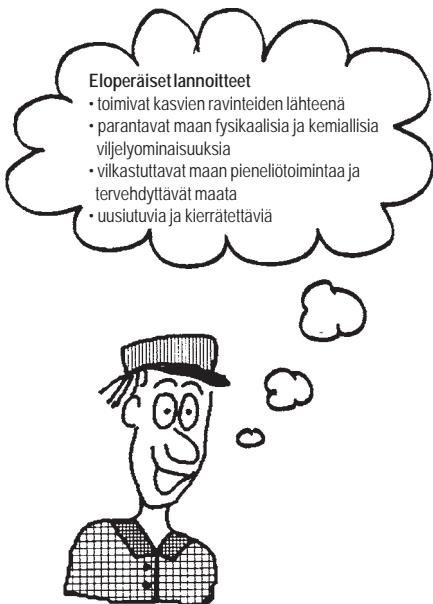
Lannoituksen tehtävänä luonnonmukaisessa viljelyssä on *maan ravinnevarastojen täydentäminen* ja kasvien tasapainoinen *ravitseminen* ensisijaisesti pieneliötoiminnan välityksellä. Lannoituksen tehtävänä on myös edistää sitä monimutkaista aineenvaihduntaa, jota tapahtuu kasvin juurien, maan pieneliöstön ja maan eloperäisen sekä kivennäisaineksen välillä. Sen tulee myös edistää hyödyllistä pieneliötoimintaa ja maan murustumista sekä hitaasti hajoavan eloperäisen aineksen ylläpitoa ja lisäystä maassa. Lannoituksen järjestämisessä kiinnitetään huomiota myös uusiutumattomien luonnonvarojen säästämiseen ja ympäristön saastumisen välttämiseen.

Eloperäiset lannoitteet toimivat maan hajottajaeliöstön ravinnon ja energian lähteenä. Maassa lahottajaeliöstön suorittama eloperäisen aineen hajotus on tärkeä osa kasvi-maa-systeemin luonnollista kiertoa. Hyvä ”ruoansulatus” mahdollistaa tehokkaan ja monipuolisen rakennustoiminnan.

Eloperäisten lannoitteiden satoa lisäävä vaikutus perustuu pääasiassa kolmeen vaikutustapaan; 1) ne toimivat kasvien ravinteiden lähteenä, 2) parantavat maan fyysikaalisia ja kemiallisia viljelyominaisuuksia sekä 3) vilkastuttavat maan pieneliötoimintaa ja tervehdyttävät maata.

Eloperäisen lannoituksen vaikutus on riippuvainen eloperäisen aineen laadusta, maaperän ominaisuuksista, pieneliötoiminnasta sekä säästä ja viljelytoimenpiteistä. Hidasliukoisella eloperäisellä lannoituksella kasvi-maa-systeemi voi myös itse paremmin säädellä ravinteiden ottoa.

Kasvien ravinteiden saanti turvataan luonnonmukaisessa viljelyssä käyttäen *eri ravinnelähteitä* sopivasti yhdistelemällä. Kasvit voivat saada ravinteita mm. seuraavassa käsiteltävistä lähteistä.



4.1.2 RAVINNEKIERTO JA RAVINNETASEITA

Maassamme on käytetty elintarviketuotantoon vuosittain väkilannoitteissa typpeä noin 220 000–165 000 t, fosforia 60 000–20 000 t ja kaliumia 110 000–60 000 t. Suurimpia määriä käytettiin 1980-luvulla ja pienimpiä 2000-luvun alussa. Myyntimäärät ovat vähentyneet 1990-luvun kuluessa.

Maatiloilta myyntituotteiden mukana poistuva ravinnemäärä on nykyisin yleensä huomattavasti lannoitteissa ja rehuissa maatalouteen ostettuja ravinnemääriä pienempi. Vuosikymmenien kuluessa ostaravinteiden käytön lisääntyttyä maatalouden ravinnekierto on muuttunut avoimemmaksi aina 1990-luvun alkuun asti. On alettu käyttää suurempaa tuotantotapaa.

Fosforia ostettiin maatalouteen jo 1950-luvulla enemmän kuin nykyisin. Suurimmillaan fosforin ostot olivat 1970- ja 1980-luvuilla. Fosforin ostot ovat pienentyneet noin 65 % eli kolmannekseen huippuvuosien määristä (30 -> 10 kg/ha).

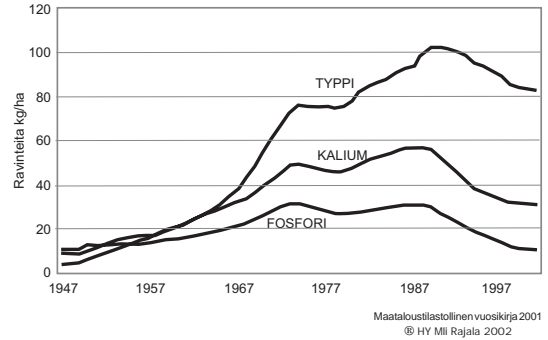
Typen ostot olivat vähäisiä 1950-luvulla ja 1960-luvun alussa. Ostot lisääntyivät jyrkästi 1960-luvun lopulta lähtien aina 1990-luvun alkuun asti. 1990-luvulla typen ostot ovat vähentyneet noin viidenneksen (102 -> 82 kg/ha). Kaliumin ostot saavuttivat 1960-luvun loppuvuosina tason, joka se on nykyisin. Korkeimmillaan kaliumin ostot olivat 1980-luvun loppupuolella. Kaliumin ostot ovat pienentyneet noin 40 % huippuvuosien määristä (57 -> 32 kg/ha).

Väkilannoitteissa maatalouteen ostetuista ravinteista elintarvikkeissa myydään keskimäärin noin 25–30 %. Tuotantosuunnittainen ja tilakohtainen vaihtelu on huomattavan suurta. Kasvinviljelytiloilla ravinteiden hyötysuhteet ovat yleensä noin 50–80 % ja karjatiloiilla noin 10–30 %. Voidaan todeta, että ravinnekierto maataloudessa on nykyisin edelleenkin melko avoin.

Koska ravinteita ostetaan joka vuosi maatalouteen keskimäärin 3–4 kertaa enemmän kuin tuotteiden mukana viedään maataloudesta pois, muodostuvat koko systeemin hävikit tämän takia huomattaviksi. Maatalous on nykyisin merkittävin fosforin ja typen päästöjen aiheuttaja.

Maataloudesta vesistöihin kulkeutuu typpeä noin 39 500 t/v eli noin 16 kg/ha ja fosforia 2 600 t/v eli 1 kg/ha. Maatalouden osuus kokonaiskuormituksesta on typen osalta 49 % ja fosforin osalta 60 %. Tavoitteena on vä-

PÄÄRAVINTEIDEN MYYNTIMÄÄRÄT
Suomi 1947–2001, liukuva 5-v. keskiarvo



hentää maatalouden vesistöjen typpikuormitusta noin 50 prosentilla ja fosforikuormitusta noin 50 prosentilla vuoteen 2005 mennessä. Viljelyn kehittämisen haaste on saavuttaa asetetut tavoitteet fosfori- ja typpipäästöjen vähentämisestä.

1990-luvulla ravinteiden ostot maatalouteen ovat pienentyneet typen osalta noin 20 % (102 -> 82 kg/ha), fosforin noin 65 % (30 -> 10 kg/ha) ja kaliumin noin 45 % (57 -> 32 kg/ha).

Maatalouden ravinneylijäämä on pienentynyt vastaavasti. Syynä on mm. tarkentunut lannoitussuunnittelu ja lannoituskäytäntö sekä maiden parantunut ravinteisuus ja siten pienentynyt lannoitustarve.

Maatilalta ravinteita poistuu myytävissä viljelytuotteissa kuten viljoissa, juureksissa, vihanneksissa ja marjoissa sekä sadon sivutuotteissa, kuten oljissa ja naateissa sekä kauppakunnostusjätteissä. Kotieläintuotannosta ravinteita poistuu myytävässä maidossa, lihassa, kananmunissa sekä myytävissä eläimissä. Lisäksi ravinteita poistuu maatilan kierrosta huuhtoutumalla, haihtumalla sekä pidättymällä maaperään.

Vastaavasti ravinteita voi tulla maataloille ostettavissa lannoitteissa (väkilannoitteet, ostettava karjanlanta, täydennyslannoitteet) sekä ostettavissa rehuissa ja ostoeleäimissä. Typeä voi maataloille tulla myös biologisessa typensidonnassa. Myös laskeumassa tulee ravinteita maatalolle.

Maatilan ravinnetase on *porttitase- eli kauppataselaskelma*. Siinä tarkastellaan tilan ravinteiden ostojen ja myyntien erotusta. Se kertoo tilan ravinneyli- tai alijäämän suuruuden. Ravinnetase voi olla ylijäämäinen, jolloin tilalle tulee enemmän ravinteita kuin tilan tuotteissa poistuu. Tase voi olla myös alijäämäinen, jolloin ravinteita poistuu tuotteissa enemmän kuin tilalle tulee. Ravinnevirta tilalle ja ravinteiden poistuma tilalta voivat olla myös yhtä suuria, jolloin niiden erotus on nolla ja ravinnetase tasapainoinen. Porttitase soveltuu erityisesti karjataloille koko tilan ravinneliikenteen seurannan ja suunnittelun apuvälineeksi.

Kasvinviljelyn ravinnetase on *peltotaselaskelma*. Siinä tarkastellaan pellolle lannoitteissa annettujen ja pelloilta sadoissa korjattujen ravinteiden erotusta. Peltotase kertoo lannoituksen tarkoituksenmukaisuudesta ja tilan kasvinviljelyn ravinnetalouden toimivuudesta. Laskenta voidaan tehdä lohkoittain, viljelykierroittain ja tilan koko kasvinviljelyä koskevana. Peltotase voidaan laskea joko pellon lai-

dalla (=pellon laitataase eli ravinneliikennetase) tai pellon pinnalla (pellon pintataase eli maaperätase eli maatase).

Kotieläintuotannon ravinnetase on *karjantase*. Karjantaselaskelmassa lasketaan rehuissa ja eläimissä karjaan tulleiden panosten ja karjasta saatujen tuotosten sisältämi- en ravinteiden erotus. Karjantase kertoo rehuista lantaan kulkeutuvien ravinteiden kokonaismäärän. Se ilmaisee rehujen ravinteiden hyväksikäytön karjataloudessa.

Esimerkki. Reetan tilan ravinnetasetta seurattiin, kun tila siirtyi tavanomaisesta viljelystä luomuviljelyyn ja luomumaidon tuotantoon. Tilalla eläintiheys oli 0,8 ey/ha. Typen porttitase oli ennen luomuviljelyyn siirtymistä noin 80 kg/ha ylijäämäinen. Ylijäämä pieneni luomuviljelyssä noin 10:een kg/ha. Fosforitase oli ennen siirtymistä noin 20–25 kg/ha ylijäämäinen, siirtymävaiheessa ostettiin apatiittia ja ylijäämä oli noin 30 kg/ha. Luomuviljelyssä fosforitaseen ylijäämä oli noin 5 kg/ha. Kaliumtase oli ennen siirtymistä noin 50 kg/ha ylijäämäinen, siirtymävaiheessa ostettiin biotiittia, jolloin ylijäämä oli noin 80–125 kg/ha. Luomuviljelyssä rehuissa ostettiin enemmän kaliumia kuin tuotteissa myytiin, joten kaliumtase oli hieman ylijäämäinen ilman biotiitin ostoakin. Ravinne-huhtoutumia ja muita hävikkejä ei erikseen tarkasteltu. (Väisänen 1996).

Pohjois-Ruotsissa Öjebyn tutkimusasemalla on kahden 6-vuotisen maitotilan viljelykierron ajan seurattu kasvinviljelyn ravinnetaseita (pelto-tase) luomuviljelyssä ja tavanomaisessa viljelyssä. Typpitase oli luomuviljelyssä suunnilleen tasapainossa. Biologinen typensidonta kattoi typen poistuman. Tavanomaisessa viljelyssä typen ylijäämä oli noin 75 kg/ha. Tilanne pysyi suunnilleen samanlaisena koko tutkimuksen ajan. Fosforitase oli luomuviljelyssä lähellä tasapainoa ollen 2–3 kg/ha ylijäämäinen. Tavanomaisessa viljelyssä fosforitase oli kokeen alku-puolella 18 kg/ha ja loppupuolella 8 kg/ha alijäämäinen. Tavan-omaisessa viljelyssä kaliumtase oli 18–12 kg/ha ylijäämäinen. Toisella koejaksolla tavanomaisessa viljelyssä P- ja K-lannoitusta pienennettiin. Alijäämäinen kaliumtase todettiin kestäväksi, koska maamineraaleista kaliumia voi vapautua vuodessa noin 15–30 kg/ha. Maalaji oli savesta sisältävää hienoa hietaa. (Jansson 2001).

Luomun vahvuuksia ravinnekierron ja ympäristön kannalta

- Kasvinviljelyn ja kotieläintuotannon yhdistäminen. Palkallinen ravinnekierto tehostuu – tilatasolla ja/tai tilayhteistyötasolla.
- Alhaisempi eläintiheys. Suurempi omavaraisuusaste merkitsee myös sitä, että eläintiheys on pienempi. Luomutiloilla eläinten määrä on yleensä paremmin tasapainotettu rehuntuotantoalaan. Näin lannan määrä ja kasvien ravinteiden otto vastaavat paremmin toisiaan.
- Nurmien keskimäärin suurempi osuus kierrossa. Nurmet käyttävät ravinteita tehokkaasti. Monivuotisista seosnurmista ravinteiden huhtoutuminen jää vähäiseksi. Ne myös parantavat maan kasvukuntoa.
- Palkokasvien suurempi osuus ja lannan tarkka hyödyntäminen. Biologisella typensidonnalla hankitaan tarvittavaa täydennystyyppiä ja lannan tarkalla hyödyntämisellä turvataan muiden ravinteiden tarve.

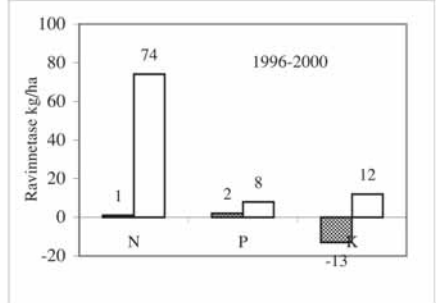
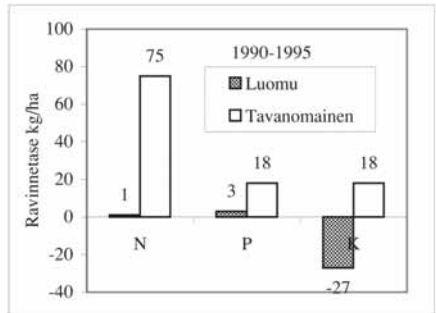
TYPEN, FOSFORIN JA KALIUMIN PORTTITASEET REETAN MAITOTILALLA TAVANOMAISESSA, SIIRTYMÄVAIHEESSA JA LUOMUVILJELYS- SÄ

	1989 Tav.om.	1991 Sv	1993 Luomu
N-osto	107	52	31
N-myynti	-22	-23	-20
N-tase	85	29	11
P-osto	27	31	8
P-myynti	-4	-4	-3
P-tase	23	27	5
K-osto	57	106	73
K-myynti	-6	-7	-5
K-tase	51	99	68

Väisänen 1996

Tav.om. = Tavanomainen
Sv = Siirtymävaihe
Luomu = Luonnonmukainen viljely

RAVINNETASE ÖJEBYN KOKEESSA



Jonsson 2001 HY © Mli Rajala 2002

Luomun haasteita ravinnekierron ja ympäristön kannalta

- Vaikeus säädellä eloperäisten lannoitteiden typen vapautumista. Käytettäessä biologista typensidontaa ja eloperäisiä lannoitteita on vaikeampi annostella ravinteet tarkasti kasvien tarpeiden mukaan. Tuloksena voi olla heikko kasvu, pieni sato ja suurempi riski ravinnehävikkeihin. Viljelykierron kokoonpanoa ja viljelytekniikkia kierron aikana on tämän takia tarpeen kehittää, jotta saataisiin optimaalinen sato ja sadon laatu. Ravinteiden vapautumista voidaan säädellä mm. maan muokkaustoimilla. Sadonkorjuun jälkeen kerääjäkasvien avulla voidaan maassa olevat liukoiset ravinteet ottaa talteen.

Viherlannoituskasvustossa voi olla suuria määriä typpeä. Mikäli niitto tapahtuu epäedulliseen aikaan, voi ammoniakkin haihtuminen muodostua suureksi. Kynnön jälkeen typpeä voi vapautua maahan suuria määriä liukoiseen muotoon ja huuhtoutumisriski kasvaa. Viljelykiertoa ja viljelytekniikkaa on tarpeen kehittää ravinteiden säilyttämiseksi kierrossa.

- Ravinteiden jatkuva alijäämä johtaa maan ravinnevarojen vähenemiseen. Olisi tunnettava tarkemmin erilaisten maiden ominaisuudet; paljonko eri ravinteita voi vapautua maasta? Miten erilainen kasvivalikoima ym. vaikuttavat asiaan? Siirryttäessä luomuviljelyyn on tarpeen ottaa huomioon kunkin kasvupaikan erityisominaisuudet; edellytykset ja rajoitukset. Maa, jossa on runsaat ravinnereservit ja aikaisemmin nurmikierrossa olleet maat, ovat sopivimpia luomuviljelyyn.

Ravinteiden hyväksikäyttö muodostuu

hyväksi tai huonoksi:

	Hyvä tase	Huono tase
Lannoitus	Niukka/Tarpeenmukainen	Runsas/Yli tarpeen
Sato	Runsas	Niukka
Maan kasvukunto	Hyvä	Huono
Kasvukauden sää	Suotuisa	Epäedullinen
Viljelykierto	Monipuolinen/tasapainoinen	Yksipuolinen
Tuotantosuunta	Pääosin kasvinviljelytuotteita	Pääosin kotieläintuotteita
Eläinmäärä hehtaaria kohti	Kohtuullinen eläintiheys	Suuri eläintiheys
Lannan hyväksikäyttö	Tarkkaa	Heikkoa

Ravinteiden hyväksikäyttö tilalla on riippuvainen tuotantosuunnasta ja kasvinviljelyssä mm. viljelykierrosta.

Ravinnehävikkien pienentäminen pellolla ja lannan käytössä kuuluvat maatalouden keskeisiin haasteisiin.

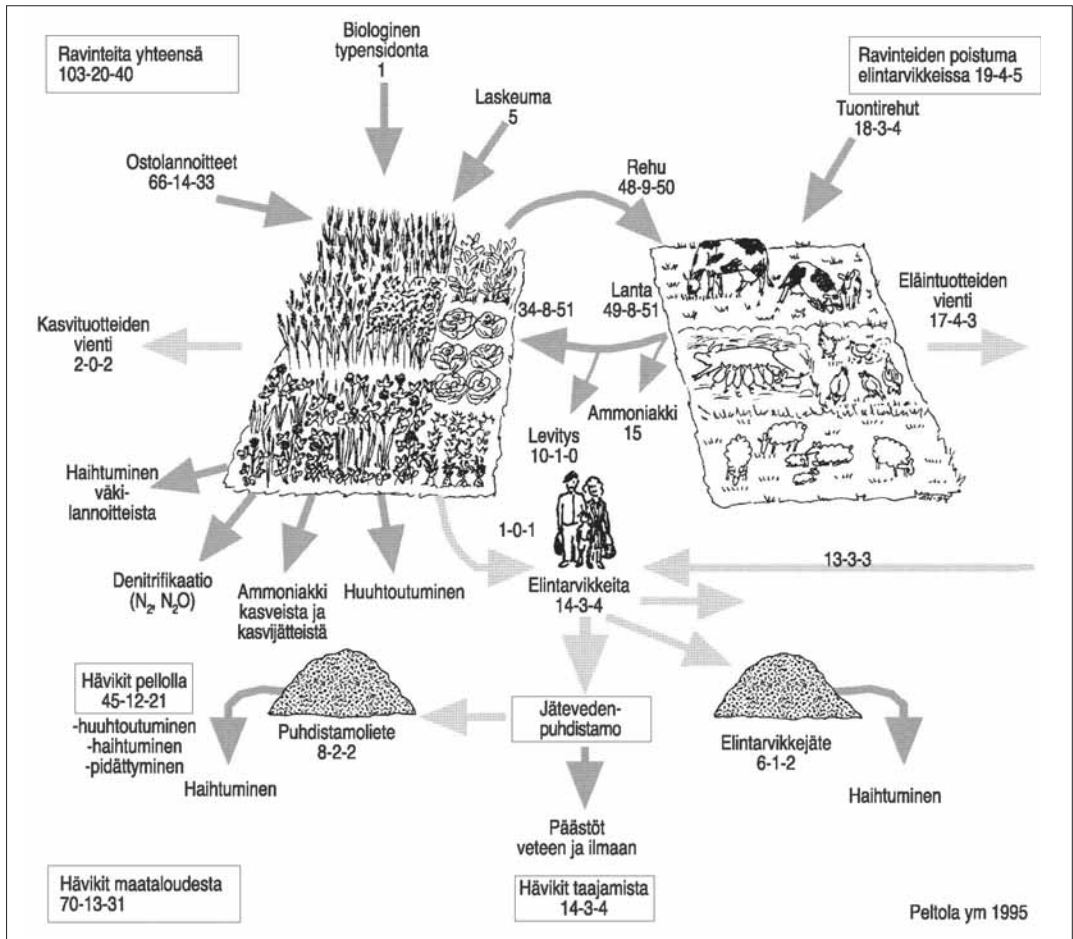
Luonnonmukaiseen viljelyyn siirryttäessä ravinteiden kierrätyksen tehostaminen koko systeemissä on tärkeässä asemassa tilan lannoituksen järjestämisessä.

RAVINNEKIERTO -MAATALOUS – TAAJAMAT

Maatalouteen hankituista ravinteista maataloudesta poistuu noin 20–30 %, josta ihmisravinnoksi käytetään noin viidennestä pienempi osuus. Suurin osa elintarvikkeissa poistuneista ravinteista päätyy lopulta erilaisina jätteinä maatalouden ulkopuolelle. Haasteena onkin ravinnekierron saaminen suljetummaksi.

Oheisessa kuvassa on esitetty maatalouden ravinnekierto (typpi–fosfori–kalium) Etelä-Savon elintarviketalouudessa vuonna 1992/93. Ravinteita ostettiin maatalouteen maakunnan ulkopuolelta väkilannoitteissa (N–P–K) 86–18–43 kg/ha ja rehuissa 26–5–6 kg/ha. Lisäksi niitä tuli

RAVINTEIDEN KIERTO ETELÄ-SAVON MAATALOUDESSA (N-P-K), V. 1990



sateen sekä biologisen typensidonnan välityksellä. Yhteensä ravinteita tuli maatalouteen 103–20–40 kg/ha.

Elintarvikkeissa myytiin maakunnan ulkopuolelle tyytystä ja kaliumista noin 26 % sekä fosforista noin 40 % ostetusta ravinnemäärästä. Maataloudesta hävikki ja maahan varastoituminen olivat yhteensä noin 70–13–31 kg/ha. Peltopinta-alassa oli mukana kesannot, joita oli laskelmavuonna 19 % kokonaispeltoalasta. Suurimmat ravinnehävikit tapahtuvat karjanlannan talteenotossa, varastoinnissa ja käytössä sekä pelloilla lannoituksen alhaisen hyötysuhteen vuoksi.

Maataloudesta poistui elintarvikkeissa ravinteita 20–4–6 kg/ha. Tämä on 24 % maatalouteen tulleesta tyytystä, 23 % fosforista ja 16 % maatalouteen tulleesta kaliumista. Läänin asukkaat käyttivät ravinnossaan ravinteita 18–4–4 kg/ha. Hävikki elintarvikkeista oli 14–4–3 kg/ha (maatalouden ulkopuolelle joutuva määrä). Hävikit maataloudessa, jalostuksessa ja kulutuksessa olivat yhteensä 84–16–35 kg/ha. Hävikeistä noin viidennes tapahtui elintarvikkeista ja 80 % maataloudesta.

Etelä-Savon ravinnekierto oli lähellä Suomen keskimääräistä ravinnekiertoa. Vuoden 1992 jälkeen ravinteiden keskimääräinen hyväksikäyttö on parantunut selvästi.

4.1.3 LANNOITUKSEN SÄÄDÖSPERUSTAA

EY:n luomusasetus 2092/91 säätelee lannoitusta luomuviljelyssä yksityiskohtaisesti. Kasvintuotannon tarkastuskeskus on ohjeistanut sitä suomalaisiin oloihin (KTTK 2003). Se sisältää mm. seuraavanlaisia säädöksiä lannoituksen järjestämisestä:

- Ravinnelähteiden on oltava ensisijaisesti eloperäisiä.
- Lannoitusaineet on tuotettava ensisijaisesti tilalla luomumenetelmin käyttämällä monivuotista viljelykiertoa ja palkokasveja.
- Viljelykierto ja maan hoito ovat keskeisiä ravinnehuollon järjestämisen lähtökohtia.
- Täydennyslannoitus tilan ulkopuolelta muunlaisin kuin luomumenetelmin tuotetuina aineina on sallittu ainoastaan, jos edellisten kohtien menetelmät eivät riitä tuottamaan riittävää ravinnemäärää.
- Täydennyslannoitukseen on sallittu käyttää tiettyjä eloperäisiä ja kivennäistäydennyslannoitteita (kivijauheita ja hivenlannoitteita).

- Lannoituksen tulee perustua lannoitussuunnitelmaan, jossa myös täydennyslannoituksen tarpeellisuus on perusteltava.
- Muistiinpanovelvoite lannoitteiden alkuperästä, käsittelystä ja käytöstä.

Ympäristösitoumuksen ehdot säätelevät ensisijaisesti typen ja fosforin enimmäiskäyttömääriä. Lannoituksen on perustuttava viljavuustutkimukseen ja suunnitelmaan. Lannoituksesta on tehtävä muistiinpanot lohkoittain.

CAP-tuen ehdot säätelevät mm. viherlannoituksen osuutta viljelykierrossa, kylvöaikoja, kasvilajeja ja siemenseoksia.

Nitraattidirektiivi ja sen suomalainen täytäntöönpanoasetus (Nro 931/2000) asettaa lannan levitysmäärille ylärajat, säätelee lannan varastointia lantaloissa ja patteissa, säätelee lannan levitystä ns. herkillä alueilla, asettaa multausvelvoitteita ja velvoittaa tekemään lannasta typpianalyysin.

Ajantasainen luonnonmukaisen tuotannon lainsäädäntö löytyy maa- ja metsätalousministeriön internet-sivuilta osoitteessa <http://www.mmm.fi/el/laki/kara/luomu.html>

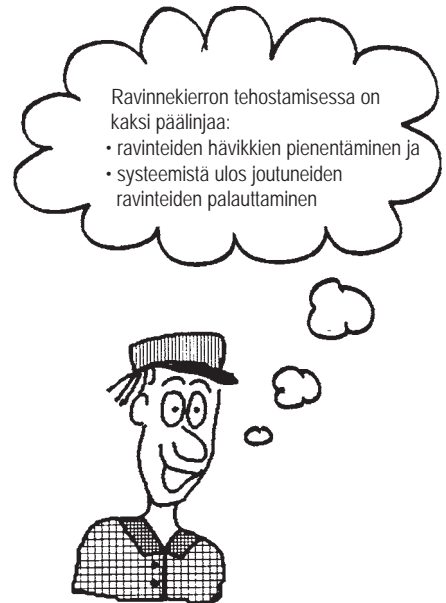
4.1.4 RAVINNELÄHTEIDEN HYVÄKSIKÄYTTÖ

Kasvien ravinteiden saanti pyritään luomuviljelyssä turvaamaan eri ravinnelähteitä monipuolisesti hyödyntäen.

Käytettävissä on mm. seuraavia ravinnelähteitä väistämättömien hävikkien korjaamiseksi:

- Viljelykierto
- Lanta
- Viherlannoitus
- Maaperä
- Biologinen typensidonta
- Täydennyslannoitteet tilan ulkopuolelta
- Kierrätyksen tehostaminen

Ravinnetaseita ja ravinteiden kierrätystä on käsitelty jo edellä.



4.2 VILJELYKIERTO RAVINNEHUOLLOSSA

Viljelykierron kokoonpano vaikuttaa ravinnehuoltoon mm. seuraavilla osa-alueilla:

- Ravinnetase
- Kasvien erilainen lannoitustarve ja kyky hyödyntää niukkaliukoisia ravinnevaroja
- Sadoissa pelloilta ja tilalta poistuvat ravinne-määrät vaihtelevat
- Esikasvivaikutus ja pitemmän ajan viljelykiertovaikutus
- Typensitojakasvit; biologinen typensidonta
- Viherlannoituskasvustot
- Kerääjäkasvustot
- Syväjuuriset, pohjamaan ravinteita hyödyntävät kasvit

Viljelykierron ravinnetase on riippuvainen kiertoon mukaan otetuista kasveista. Eri kasvien ravinnetaseet voivat vaihdella huomattavasti, koska eri kasvien lannoitustarve ja ravinteiden poistuma voivat vaihdella suuresti. Näin koko kierron ravinnetase voi vaihdella suuresti.

Biologinen typensidonnin suuruus vaihtelee viljelykierron palkokasvien osuuden mukaan. Mitä enemmän kierrossa on tyyppiä sitovia kasveja, sitä suuremmaksi muodostuu koko kierron keskimääräinen typensidonta. Seuraavassa esimerkissä havainnollistetaan apilan osuuden merkitystä viljelykierrossa typensidonnin suuruuteen keskimäärin kierron aikana.

Apilanurmen osuuden vaikutus viljelykierron typensidontaan:

Apilan osuus %	Apila vuosien määrä	Kierron vuosien määrä	N-sidonta kg/kierto apilavuosina	N-sidonta keskimäärin kg/ha/v
20	1	5	150	30
25	1	4	150	38
25	2	8	300	38
28	2	7	300	43
33	1	3	150	50
33	2	6	300	50
40	2	5	300	60
50	3	6	350	58
50	2	4	300	75

N-sid: N1, N2 = 150 kg/ha/v, N3 = 50 kg/ha/v

Esikasvivaikutus ravinnehuollossa aiheutuu viljelykasvin maahan jättämästä runsaasta ja ravinnepitoisesta juuristosta ja sängestä sekä muista sadonkorjuutähteistä. Niistä tyyppiä ja muita ravinteita vapautuu eloperäisen

aineksen hajoamisessa kasvien käyttöön. Esikasvien merkitys ravinnelähteenä on luomuviljelyssä suuri. Usein esikasvivaikutus ulottuu merkittävänä vielä toiseenkin vuoteen. *Esikasvivaikutusten* hyväksikäyttö on ravinteiden kierrätystä viljelykierron sisällä. Tärkeimpiä ovat apilapitoisten seosnurmien juuriston ja sängin sekä palkoviljojen esikasvivaikutukset. Myös muiden kasvien esikasvivaikutuksella voi olla merkitystä erityisesti viljelykasvien tyyppihuollolle.

Viljelykiertovaikutus ilmenee mikäli viljelykierto ja viljelykäytäntö ovat maan multavuutta lisääviä. Tällöin maahan kertyy ”vanhaa voimaa”, jota voidaan hyödyntää viljelykierron purkuvaiheissa kasvien ravinteiden lähteenä. Viljelykierron lisäksi eloperäisen lannoituksen osuus vaikuttaa maahan kertyvän ”vanhan voiman” määrään. Tätä vanhan voiman purkua voidaan puolestaan säädellä esimerkiksi muokkaustavan, ajan- ja voimakkuuden valinnoilla.

Viljelykiertoon voidaan sijoittaa myös viherlannoituskasveja sekä kerääjäkasveja. Niiden kokonaisuus ja sijoittelu kierrossa voivat vaikuttaa ravinnehuoltoon. Kierrossa voi olla esim. joka toinen vuosi viherlannoitus ja joka toinen vuosi ei-typensitojakasvi satokasvina.

Tasapainoinen ja tilan olosuhteisiin sopiva viljelykierto on keskeinen menetelmä tilan ravinnehuollon järjestämisessä.

4.3 MAAPERÄN RAVINNEVAROJEN HYVÄKSIKÄYTTÖ

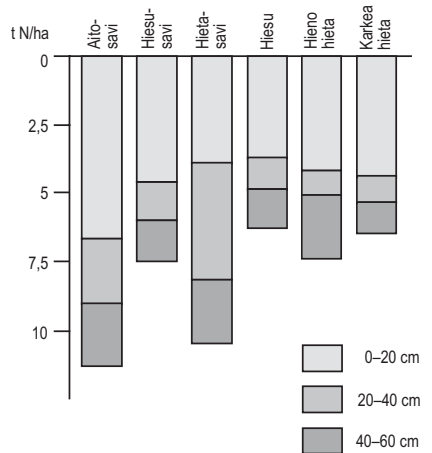
Maaperässä on kasvinravinteita luonnostaan varastoituneena huomattavia määriä, savimaissa enemmän kuin hiekkamaissa. Varsinkin kaliumia ja magnesiumia savimaat sisältävät runsaasti. Kuitenkin vain pieni osa maan kokonaisravinnemäärästä tulee vuosittain kasvien käyttöön. Maan luontaisten ravinnevarojen hyväksikäyttöä pyritään luonnonmukaisessa viljelyssä edistämään.

Maaperän omia ravinnevaroja on tarpeen pyrkiä hyödyntämään mm., koska tunnetut lannoitteiden raaka-ainneiden esiintymät tulisivat käytetyiksi loppuun muutamana vuosikymmenen aikana, mikäli maailman kaikki viljelijät käyttäisivät ostolannoitteita samassa määrin kuin Länsi-Euroopan viljelijät.

4.3.1 TYPPI

Suomalaisissa savi- ja hiesumaissa typpeä on noin 5-10 t/ha ja karkeissa kivennäismaissa noin 5 t/ha. Maassa oleva typpi on valtaosin orgaanisessa muodossa eli eloperäiseen

PELTOMAAN TYPPIVARAT



- turvemaidella typpeä 40-60 t/60 cm
- savimaassa kaliumia n 25 t/ha, magnesiumia 5 t/ha
- hiekkamaassa kaliumia 1,5 t/ha, magnesiumia 0,3 t/ha

SIPPOLA 1981

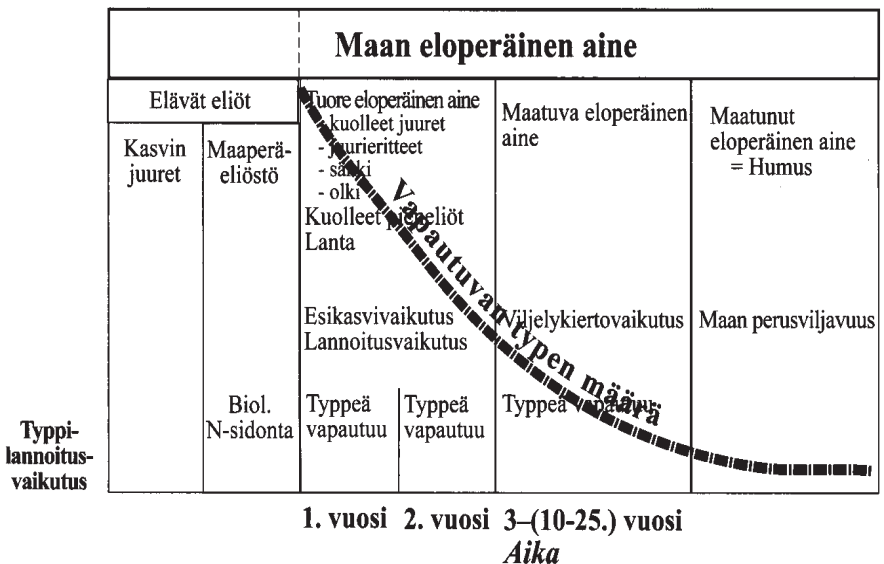
ainekseen sitoutuneena. Liukoisen mineraalityypen osuus on vähäinen. Jotta kasvit saavat maasta typpeä käyttöönsä, tulee typen muuttua kasveille käyttökelpoiseen muotoon eli liukoiseksi.

Typen olomuotoja maassa	Käyttökelpoisuus kasvien kannalta
Varsin pysyvään eloperäiseen ainekseen sitoutunut typpi Hitaasti hajoavaan eloperäiseen ainekseen sitoutunut typpi Helposti hajoavaan eloperäiseen ainekseen sitoutunut typpi	Kasveille käyttökelvoton typpi Viljelykiertovaikutus- hitaasti käyttöön tuleva typpi Lannoitusvaikutus, Esikasvivaikutus ja lannoitteiden jälkivaikutus, 1-2 vuoden kuluessa kasvien käyttöön tuleva typpi Kasveille osin suoraan käyttökelpoista Kasveille suoraan käyttökelpoista
Liukoinen orgaaninen typpi (mm. aminohappoja) Mineraalityppi (NH ₄ ⁻ , NO ₃ ⁻ typpi)	

Maaperästä kasvien käyttöön vapautuvan typen määrä on riippuvainen maan multavuudesta, helposti hajoavan eloperäisen aineen määrästä ja hajoamisnopeudesta, pieneliötoiminnasta, esikasvista sekä viljelykiertovaikutuksesta.

Maan eloperäiset ainekset voidaan jaotella oheisen kuvan mukaisesti erilaisiin ryhmiin. Helpoimmin hajoavasta osasta eloperäistä ainetta vapautuu maahan lisäyksen jälkeen typpeä heti jo saman kasvukauden aikana. Tätä nimitetään *lannoitusvaikutukseksi*. Viljelykasvien juuriston, sängin ja muiden satojätteiden typpilannoitusvaikutus on keskeinen *esikasvivaikutuksen* suuruuteen vaikuttava tekijä. Esikasvin typpilannoitusvaikutuksessa erotetaan *ensimmäisen ja toisen vuoden esikasvivaikutus*. Hajoaminen jatkuu hidastuen useiden vuosien ajan.

MAAN ELOPERÄISEN AINEEN JAOTTELU HAJOAMISNOPEUDEN PERUSTELLA



Tämä osa on *viljelykiertovaikutusta*. Maan pysyvä eloperäinen aines on viljelyn kannalta pysyvää eikä siitä enää vapaudu tyypeä.

MAAN MULTAVUUS

Maan eloperäisen aineksen määrä eli multavuus vaikuttaa merkittävästi maasta vapautuvan typen määrään. Maat luokitellaan multavuusluokkiin eloperäisen aineksen osuuden perusteella viereisen taulukon mukaan.

Maan kokonaistypestä vapautuu kasvukauden aikana kasvien käyttöön noin 0,5–1,0 prosenttia. Vähämultaisesta maasta tyypeä vapautuu kasvukauden aikana noin 10–30 kg/ha, runsasmultaisesta noin 30–50 ja multa- ja turvemaista noin 50–100 kg/ha.

Kun tunnetaan maan kokonaistypin määrä ja arvioidaan maasta vapautuvan typen osuus prosentteina, niin voidaan arvioida vapautuvan typen määrä kiloina hehtaaria kohti. Multavuuden lisääntyessä lisääntyy myös maan kokonaistypin määrä. Yksi multavuuden prosenttiyksikkö sisältää noin 1 000 kg/ha tyypeä.

Esimerkki

Savipellossa eloperäisen aineen osuus on 6 % ja se on ollut pitkään yksipuolisessa viljanviljelyssä. Maan kokonaistypin määrä on noin 6 000 kg/ha. Maan kokonaistypistä vapautuu kesän aikana 0,5 % eli noin 30 kg/ha tyypeä. Toisella pellolla eloperäistä ainetta on 8 % ja multavuutta on hoidettu viljelykierron ja eloperäisen lannoituksen avulla. Typen kokonaismäärä on noin 8 000 kg/ha. Tällöin kokonaistypistä vapautuu suurempi osuus eli 0,8 % eli noin 64 kg/ha. Viljelykiertovaikutuksena vapautuva tyyppimäärä on tässä esimerkkitapauksessa $64 - 30 = 34$ kg/ha.

Vapautuvan typen määrään vaikuttaa maan kokonaistypin määrän ohella myös sen helpommin hajoavan eloperäisen aineen määrä. Muokkaus ja muu viljelytekniikka sekä kasvukauden sääolosuhteet (mm. kosteus ja lämpö) vaikuttavat myös typen vapautumiseen. Edelleen maan hyvä kasvukunto (mm. kuivatus, rakenne, pH) vaikuttaa merkittävästi vapautuvan typen määrään.

Viljelykasvien kyky hyödyntää maasta vapautuvaa tyypeä vaihtelee. Kasvukaudella pitkän ajan kuluessa tyypeä ottavat kasvit (esim. juurikasvit, peruna) pystyvät hyödyntämään maasta vapautuvaa tyypeä paremmin kuin nopeasti tyypeä ottavat kasvilajit (esim. ohra ja muut viljat).

Esikasvien merkitys typen lähteenä on luomuviljelyssä suuri. Esikasvien typpilannoitusvaikutuksen suuruus vaihtelee useimmiten välillä 0–70 kg/ha. Tärkeimpiä ovat apilapitoisten seosnurmien juuriston ja sängen sekä palkoviljojen esikasvivaikutukset. Myös muiden kasvien

Maan multavuusluokat ja eloperäisen aineen osuus (%) maan painosta multavuusluokittain.

Maan multavuusluokka	Eloperäisen aineksen osuus (%)
Vähämultainen	< 3
Multava	3-5,9
Runsasmultainen	6-11,9
Erittäin runsasmultainen	12-19,9
Multamaa	20-39,9
Turvemaa	> 40

Maasta vapautuvan typen määrään vaikuttaa

- Maan multavuus eli eloperäisen aineksen kokonaismäärä
- Eloperäisen aineksen laatu; maan hitaasti hajoavan eloperäisen aineksen määrä
- Maahan lisätyn eloperäisen aineksen määrä ja laatu; käyttökelpoisen hiilen ja typen määrät ja suhteet
- Viljelykierto; juurimassan määrä ja laatu, juurieritteiden aktiivivaikutus (priming effect)
- Maan pieneliötoiminta
- Maan rakenne ja kaasujen vaihto
- Maan muokkaus
- Kasvukauden sää; kosteus ja lämpötila.

esikasvivaikutuksella voi olla merkitystä viljelykasvien typpihuollolle. Usein esikasvivaikutus ulottuu merkittävänä vielä toiseenkin vuoteen.

Lannoitus voi vaikuttaa paitsi maahan kertyvän typen määrään, niin myös maasta vapautuvan typen määrään. Noin puolet lannan tuestä pidättyy maan typpivarastoon hitaasti ja hyvin hitaasti hajaantuviin osiin maan eloperäistä ainetta. Maan eloperäisen aineksen tuestä noin puolet esiintyy aminohappoina. Varsinkin ne pieneliöt, jotka erittävät happeja esim. ravinteiden vapauttamiseksi, eivät kykene itse tuottamaan kaikkia tarvitsemiaan aminohappoja. Niiden tulee saada niitä ravinnostaan. Mm. nautakarja pystyy syntetisoimaan aminohappoja pötsimikrobien avulla. Lanta voi ruokkia vaateliaampia pieneliöitä.

Typpilannoituksessa voidaan erottaa seuraavanlaisia vaikutuksia

- Typen nettovapautumista maan hitaasti hajoavasta eloperäisestä aineksesta edistävät runsaasti helpoliukoista tyyppiä sisältävät lannoitteet kuten esim. kivennäistyyppilannoitus, virtsa, viherkäyte ja liha-luujauho.
- Maan hitaasti hajoavan eloperäisen aineksen typpivarastoa täydentäviä lannoitteita ovat esim. kuivikelannat, kompostit, naudan- ja sianlietelanta.
- Helposti hajoava viherlannoitusmassa voi kiihdyttää maan ravinnevarojen vapautumista niin paljon, että viherlannoituksen maan typpivaroja lisäävä vaikutus kumoutuu.

Mitä suurempi osuus viljelykierrosta on maata parantavilla kasveilla ja mitä enemmän käytetään hitaasti hajoavaa eloperäistä lannoitusta, sitä enemmän maan eloperäisen aineksen ja typen kokonaismäärä – ja pitkällä tähtäimellä maasta vapautuvan typen määrä lisääntyy. Erityisesti helpokosti hajoavan eloperäisen aineksen osuus lisääntyy – saadaan aikaan *viljelykiertovaikutusta*. Vaikka muutokset maan eloperäisen aineksen kokonaismäärissä ovat pieniä, voivat muutokset helpommin hajoavan eloperäisen aineksen määrissä olla merkittäviä. Muutamien vuosien kuluttua viljelytekniikan muutoksesta alkaa maasta vapautua enenevässä määrin tyyppiä kasvien käyttöön.

Viljelykiertojen pitkäaikaisvaikutukset maasta vapautuvien ravinteiden määrään voivat olla huomattavan suuria. Nykyisin maasta vapautuu tyyppiä tyypillisesti kasvinviljelytiloilla noin 30–50 kg/ha ja karjatililla noin 50–70 kg/ha. Luomuviljelyssä maata pitkään karjatilalla kiertäen parantaen voidaan päästä jopa 70–90 kg/ha tasolle. Viljelykiertovaikutuksena maasta voi siten

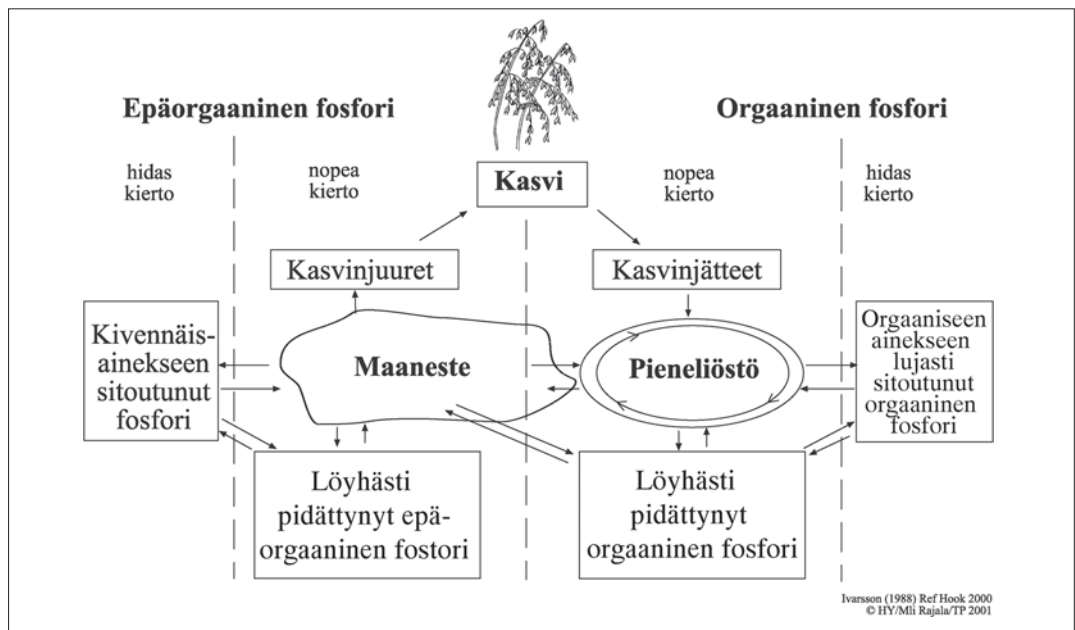
parhaimmillaan vapautua noin +40 kg/ha typpeä enemmän vuosittain.

4.3.2 FOSFORI

Peltomaissa fosforia on nykyisin yleensä noin 3 000 kg/ha, josta noin 2 000 kg on luontaista fosforia ja noin 1 000 kg on lannoituksesta maahan kertynyttä fosforia. Pääosa fosforista on kuitenkin sitoutunut lujasti maan kivennäisainekseen ja eloperäiseen ainekseen.

Maan fosforin eri olomuotoja havainnollistetaan seuraavalla sivulla olevan kuvan avulla. Maassa on sekä epäorgaanista että orgaanista fosforia. Kummastakin pääosa on sitoutunut lujasti maaperään ja on vain hyvin hitaasti kiertävää. Osa on sitoutunut löyhemmin ja on mukana nopeammassa kierrossa. Vain hyvin pieni osa

FOSFORIN OLOMUOTOJA JA KIERTO MAASSA



Fosforin olomuotoja maassa

Kivennäisainekseen rauta- ja alumiiniyhdisteinä pidättynyt fosfori
 Kivennäisainekseen apatiittimuodossa pidättynyt fosfori
 Kivennäisainekseen kalsiumyhdisteinä pidättynyt fosfori
 Maan eloperäisen aineksen sisään pidättynyt fosfori
 Maan orgaanisen aineksen pinnoille pidättynyt fosfori
 Mikrobien fosfori
 Maan liukoinen orgaaninen fosfori
 Maan liukoinen epäorgaaninen fosfori

Käyttökelpoisuus kasvien kannalta

Erittäin hidasliukoista
 Hyvin hidasliukoista
 Hidasliukoista
 Hyvin hidasliukoista
 Hidasliukoista
 Melko nopealiukoista
 Pääosin nopeasti käyttökelpoista
 Käyttökelpoista

Fosforin pidättyminen on suurta, kun

- Maan fosforin kyllästysaste on pieni.
- Kivennäismaa on hapanta.
- Käytetään vesiliukoista fosforilannoitusta.
- Suolapitoisuus on korkea.

Fosforin pidättyminen on pientä, kun

- Maan fosforin kyllästysaste on suuri.
- Lannoitus on niukkaa.
- Fosfori on lannoitteissa eloperäisten aineiden suojaamaa.
- Käytetään hidasliukoisia, eloperäisiä fosforin lähteitä.
- Käytetään hidasliukoisia kivennäisfosforilannoitteita.

kummastakin pääosasta on suoraan kasveille käyttökelpoista. Eri olomuotojen välillä vallitsee olosuhteiden säätelemä tasapainotila, jossa fosforia on jatkuvasti mukana kierrossa; fosforia vapautuu ja pidättyy.

Fosfori on sitoutuneena maan kivennäisainekseen epäorgaanisina fosforiyhdisteinä. Luontainen sitoutumismuoto on apatiitti. Lannoitteissa lisätty fosfori on pidättynyt happamilla mailla alumiini- ja rautayhdisteisiin sekä kalkkipitoisilla mailla kalsiumyhdisteisiin.

Osa epäorgaanisesta fosforista on pidättynyt löyhästi. Orgaanista fosforia on sitoutuneena lujasti orgaanisten yhdisteiden sisään sekä löyhemmin niiden pinoille. Maassa on myös kasvimassan fosforia sekä nopeakierroista pieneliöstön fosforia.

Pieni osa fosforista on melko helposti kasvien saattavilla olevaa vaihtuvaa fosforia.

Hyvin pieni osa fosforista on vesiliukoisena maanesteessä.

Tyypillistä on, että maahan lisätty vesiliukoinen fosfori pidättyy melko nopeasti maahan erittäin vaikealiukoiseen muotoon rauta- ja alumiiniyhdisteisiin (happamet maat). Esimerkiksi MTT:n fosforilannoituksen porraskokeissa maahan lisäystä väkilannoitefosforista oli 14-vuotisen kokeen päättyessä vaihtuvaa fosforia keskimäärin noin 2 % (Saarela ym. 1995).

VAIHTUVA FOSFORI

Vesiliukoista fosforia on maassa suunnilleen kasvien yhden päivän tarve eli alle puoli kiloa hehtaarilla. Vesiliukoisesta fosforista noin puolet voi olla mineraalifosforina ja toinen puoli orgaanisina yhdisteinä.

Vaihtuvan fosforin (helppoliukoisen) määrä savimaisessa vaihtelee noin 3–50 kg/ha välillä viljavuusluokasta (huono-hyvä) riippuen. Vaihtuvan fosforin pitoisuus saa olla alempi, kun maan multavuus lisääntyy, koska maasta vapautuu tällöin enemmän fosforia. Esimerkiksi runsasmultaisessa savimaassa viljavuusluokassa ”hyvä” vaihtuvaa fosforia on noin 40 kg/ha, joka on noin 10 kg/ha (20 %) vähemmän kuin vähämultaisessa maassa.

Miten suuren osan maan vaihtuvan fosforin määrästä kasvit voivat ottaa aktiivisen kasvun aikana, riippuu juuriston fosforinottotehosta ja aktiivisen fosforinoton kestosta sekä pieneliöstön toiminnasta. Maanesteen fosforipitoisuudesta ja maan ominaisuuksista riippuu, miten nopeasti uutta fosforia vapautuu otetun tilalle.

Kasvilajien välillä kyvyssä ottaa maasta fosforia on eroja. Tiheäjuuriset, pitkään kasvavat kasvilajit pysty-

vät yleensä ottamaan fosforia tehokkaammin kuin pieni- ja harvajuuristoiset, nopeakasvuiset lajit. Monivuotiset nurmet ottavat fosforia yksivuotisia tehokkaammin. Viljoista kaura ja ruis ovat ohraa tehokkaampia fosforin ottajia.

Lajikkeiden välillä on eroja fosforin ottokyvyssä, johon vaikuttaa mm. juuriston laajuus ja tiheys, samoin juurikarvojen pituus ja lukumäärä.

Maan ominaisuudet, kuten helppoliukaisen fosforin pitoisuus, fosforin pidättymistäipumus, happamuus jne. vaikuttavat maasta saatavan fosforin määrään. Maan rakenne on tärkeä juuriston ja hyödyllisen pieneliöstön toimintaan – ja siten kasvien fosforin ottoonvaikuttava tekijä.

Fosforipitoisen kerroksen syventäminen parantaa juuriston fosforin saantia.

*Pieneliötoiminta voi auttaa kasveja saamaan paremmin fosforia. Sienijuuret keräävät maassa olevan helppoliukaisen fosforin monin verroin tehokkaammin ja laajemmalla alueelta kuin kasvien omat juuret. Pieneliötoiminta muuttaa kasveille käyttökeltvotonta fosforia kasveille käyttökelpoiseksi erittämällä esim. fosforia vapauttavia *fosfataasientsyymejä ja orgaanisia happoja*. Myös lierot voivat parantaa fosforin käyttökelpoisuutta ja maan fysikaalisia ominaisuuksia helpottaen kasvien fosforin ottoa.*

Kasvien maasta ottaman fosforin tilalle tulee vapautua aina uutta fosforia maan varastoista. Monipuolinen viljelykierto ja lannan oikea käyttö nostavat maan eloperäisen aineen pitoisuutta ja lisäävät maasta vapautuvan fosforin määrää. Jos maassa on runsaasti eloperäistä ainetta, niin helppoliukaisen fosforin merkitys vähenee. Hyviä varastofosforin hyödyntäjiä ovat mm. palkokasvit ja rypsi, jotka ottavat paljon kalsiumia ja *erittävät runsaasti vetyioneja ja orgaanisia happoja* maahan. Tällöin maan *pH laskee* juuriston läheisyydessä ja erityisesti kalsiumyhdisteisiin sitoutuneen fosforin (esim. apatiitti, luujauho) liukoisuus lisääntyy.

Kasvin fosforin saantia voidaan turvata mm. seuraavilla vaihtoehtoisilla tavoilla:

1. Nostamalla maan helppoliukaisen fosforin määrää lisäämällä maahan helppoliukaisia fosforilannoitteita.
2. Edistämällä juuriston kasvua ja laajuutta (pituus, tiheys) ja kykyä ottaa fosforia maasta (mm. sienijuurisymbioosi, happamet juurieritteet).
3. Edistämällä fosforin vapautumista maasta (mm. viherlannoitus).



KASVIEN FOSFORIN SAANTI

Maan fosforipitoisuus	Kasvien fosforin saanti maasta kg /ha/v
Hyvä/korkea	>15
Keskinkertainen	5–15
Huono/huononlainen	<5

Fosforilannoitus vaikutti maan vaihtuvan fosforin pitoisuuksiin eri tavoin eri viljavuusluokissa MTT:n fosforilannoituksen (väkilannoitus) porraskokeissa 14 vuoden aikana. Alimmissa luokissa (huononlainen, välttävä) suunnilleen satopoistuman suuruinen fosforilannoitus riitti pitämään maan vaihtuvan fosforin pitoisuuden ennallaan tai jopa nostamaan sitä hieman. Tyydyttävässä luokassa vastaavan suuruinen lannoitus piti maan P-pitoisuuden lähes ennallaan. Korkeammissa luokissa maan fosforipitoisuus laski kohtuullisella lannoituksella selvästi. Lannoitefosforin näennäinen hyväksikäyttöaste (lisäadossa) oli 15 kg/ha lannoituksella 7,1 % ja 45 kg/ha lannoituksella 4,8 %.

MAAN HELPPOLIUKOISEN FOSFORIPITOISUUDEN MUUTOS LUOMUVILJELYSSÄ

Maan helppoliukoisen fosforin pitoisuus laskee toisinaan luomuviljelyn aikana. Tätä on odotettavissa erityisesti, jos helppoliukoisen fosforin pitoisuus lähtötilanteessa on korkea tai korkeahko ja lannoitus on niukka tai niukanlainen sekä fosforitase on alijäämäinen.

Maan fosforipitoisuuksien muutoksia luomuviljelyssä tutkittiin Norjassa keräämällä viideltä luomumaitotilalta maanäytteet 6–12 vuoden välein. Tilat olivat harjoittaneet luomuviljelyä ennen ensimmäistä näytteenottoa 3–53 vuotta.

Maan vaihtuvan fosforin määrä vaihteli huononlaisesta korkeaan. Fosforipitoisuus oli kaikilla tiloilla toisessa näytteenotossa ruokamultakerroksessa alempi kuin ensimmäisessä. Lasku oli selvintä (noin 1–20 %), kun maan fosforipitoisuus oli korkea ja vähäisempää keskinkertaisissa sekä vähäisintä alimmissa luokissa.

Alimmissa luokissa jankon (20–40 cm) fosforipitoisuus nousi noin 80 %, kun ensimmäisessä näytteenotossa jankon pitoisuus oli alhainen. Fosforia oli kulkeutunut pintamaasta jankkoon.

Ruokamultakerroksen fosforipitoisuudet olivat luomulohkoilla alempia kuin tavanomaisilla tiloilla, mutta kuitenkin kohtuullisia viljelyä ajatellen. Hieman alemmat pitoisuudet ovat ympäristön kannalta edullisempia.

Luomutilojen fosforitaseet olivat alijäämäisiä, mikä selittää maan fosforipitoisuuden laskua. Alimmissa viljavuusluokissa tarvitaan vähintään tasapainoinen fosforitase, jotta maan fosforipitoisuus saadaan säilymään ennallaan ja vältetään tulevaisuudessa mahdollinen satotason lasku (Loes & Ögaard 2001).

Tutkimustulos osoitti, että myös jankon ravinnepitoisuuden seuraaminen on aiheellista luomuviljelyssä erityisesti alimmissa viljavuusluokissa.

FOSFORIRESERVIT

Viljavuustutkimuksessa voidaan maanäytteestä määrittää myös ns. reservifosfori. Sen määrä vaihtelee noin 200:sta (huonon luokan yläraja) 1 200:aan (hyvän luokan alaraja) kg/ha. Tämän määrittämisen käyttökelpoisuus on paras turvemaidilla, joissa se paljastaa pienten varastojen pellot. Kivennäismailla varastot ovat yleensä aina suuret, jos on

lannoitettu tavanomaisesti. Uudismailla ja niukan lannoituksen pelloilla reservit ovat pienemmät.

Fosforin liikkuvuus maassa on heikkoa. Siksi kasvin pitää mennä fosforin luo. Tällöin korostuu hyvin kehittyneen juuriston sekä sienijuuren ja maan hyvän rakenteen merkitys. Sienijuuri on paljon pitempi (jopa noin 10 cm) kuin juurikarvat (0,5–1,5 mm) ja kerää fosforia tehokkaasti alentaen liukoisen fosforin pitoisuuden hyvin alas. Tällöin uuden fosforin vapautuminen maan reserveistä maanesteeseen nopeutuu ja maan fosforivarojen hyväksikäyttö tehostuu.

Maan omia niukkaliukoisia fosforivaroja saadaan hyödynnettyä parhaiten, kun maan helppoliukoisen fosforin pitoisuus on melko alhainen, mutta kasvu kuitenkin kohtuullista pienellä lannoituksella. Rauta- ja alumiinioksideihin sitoutuneen fosforin liukoisuus lisääntyy, kun maan pH nousee (esim. väkilannoitteista maahan pidättynyt fosfori). Kalsiumin sitoman fosforin liukoisuus lisääntyy (kalkkipitoiset ja runsaasti kalkitut maat), kun pH laskee (esim. raakafosfaatti, kiviperäinen fosfori). Maan pH:ta alentavat paikallisesti mm juurieritteet ja hajotustoiminnan tuottamat orgaaniset hapot.

Kasvi voi alentaa juurien ja juurikarvojen lähiympäristön eli ritsosfäärin pH:ta vähentämällä anionien ottoa tai lisäämällä kationien ottoa. Tämä ominaisuus on hyvin kehittynyt mm. palkokasveilla. Juuret voivat erittää myös vaihtelevia määriä erilaisia orgaanisia happoja. Palkokasvien typensidonnan yhteydessä syntyy runsaasti vetyä, joka erittyy juurista maahan ja laskee pH:ta juurten läheisyydessä. PH:n lasku voi olla jopa yli kaksi pH-yksikköä noin 1–2 mm etäisyydellä juurten pinnasta.

Maan hyvä rakenne, vahvuuristoiset kasvit ja tasapainoinen viljelykierto typensitojakasveineen, eloperäinen lannoitus ja alhaiseen fosforipitoisuuteen sopeutuneet lajikkeet sekä sienijuuria suosiva viljelytekniikka voivat parantaa maan fosforivarojen hyväksikäyttöä.

MAAN ELOPERÄINEN FOSFORI

Kivennäismaiden kokonaisfosforista runsas kolmannes on sitoutuneena maan eloperäiseen ainekseen. Savimaissa määrä (noin 1 100 kg/ha) on hieman karkeita kivennäismaita (noin 900 kg/ha) suurempi. Jankossa eloperäisen (orgaanisen) fosforin määrä on noin 200 kg/ha eli noin viidesosa ruokamultakerroksen eloperäisen fosforin määrästä. Orgaanisen fosforin määrä on riippuvainen maan

FOSFORIN VARASTOT JA VAPAUTUMINEN

Maan kerros Fosforin muoto	Savi- maat	Karkeat- kivennäismaat	Eloperäiset- maat
Ruokamulta 20 cm			
Pvaihtuva kg/ha	25	25	20
Pkokonais t/ha	3	3	1
Pohjamaa 20-60 cm			
Pvaihtuva kg/ha	5	5	5
Pkokonais t/ha	1	1	1
Vapautuu kg/ha/v	5-20	5-20	5-15

multavuudesta. Erittäin runsasmultaisilla mailla orgaanista fosforia on noin kaksinkertainen määrä verrattuna vähämultaisiin maihin. Multamailla määrä voi olla kaksinkertainen runsasmultaisiin maihin verrattuna.

Maan eloperäisestä fosforista noin puolet on sitoutuneena orgaanisten yhdisteiden sisään ja toinen puoli on sitoutunut orgaanisten yhdisteiden pinnoille helpommin vaihtuvaan muotoon. Orgaanisen fosforin vapauttamiseen tarvitaan fosfataasientsyymien apua: suurta fosfataasiaktiivisuutta. Niitä erittävät ensisijaisesti pieneliöt. Fosfataasientsyymien toiminta lähtee käyntiin, kun maanesteen liukaisen fosforin pitoisuus laskee riittävän alas ja sen toiminta loppuu, kun maanesteen fosforipitoisuus kohoaa esimerkiksi vesiliukoisella fosforilannoituksella. Hidasliukoinen fosforilannoitus (esim. kompostilannoitus) pitää fosfataasiaktiivisuutta varmimmin korkeana. Maan pieneliötoiminta, kuten lierot ja sienijuuret, on avainasemassa eloperäisen fosforin hyödyntämisessä. Erityisesti sienijuuret voivat tehostaa eloperäisten fosforilähteiden hyväksikäyttöä keräämällä tehokkaasti maan liukoista fosforia ja aktivoimalla fosfataasientsyymien tuotantoa.

Lanta lisäsi runsaan viidenneksen superfosfaattia enemmän helposti uuttuvan fosforin pitoisuutta maassa Englannissa suoritetussa pitkäaikaisessa lannoitustutkimuksessa. Lannan fosfori piti myös yllä maan viljavuutta superfosfaattia pidempään ja maan fosforipitoisuus laski hitaammin, kun lannoitus lopetettiin. Kun lannan fosforia oli ensin käytetty säännöllisesti kahdenkymmenen vuoden ajan, niin maahan kertynyt lannan fosfori riitti kattamaan viljojen fosforin tarpeen useiden vuosikymmenien ajan.

Maan viljavuus parani lannalla superfosfaattia enemmän myös siten, että lannan fosfori jakautui superfosfaattia tasaisemmin maan eri kerroksiin. Jankon fosforipitoisuuden lisääjänä lanta oli kaksi kertaa ja pohjamaan 9 kertaa tehokkaampaa kuin superfosfaatti (Johnston ja Poulton 1992).

Mitä enemmän eloperäistä lannoitusta maahan on käytetty, sitä enemmän maasta myös vapautuu tyypeä ja fosforia. Fosforin vapautuminen maan eloperäisistä aineksista tapahtuu kuitenkin huomattavalta osin erillään sekä typen että hiilen vapautumisesta. Fosforin kiertonopeus maassa voi olla noin kaksinkertainen hiilen ja typen kiertonopeuteen verrattuna. Mikrobibiomassan fosforilla ja kiertonopeudella voi olla merkittävä rooli kasvien fosforin lähteenä, erityisesti niukalla lannoituksella.

Keinoja parantaa fosforin käyttökelpoisuutta

- Viljelykierron, palkokasvien, hidasliukaisen eloperäisen lannoituksen ja viherlannoituksen avulla voidaan saada maaperän sekä kivennäis- että eloperäiseen ainekseen sitoutunutta fosforia paremmin kasvien käyttöön.
- Maan hyvä rakenne parantaa juuriston kasvua ja toimintaedellytyksiä sekä kasvien fosforin saantia.
- Voidaan arvioida, että juuriston tavoittaman maatilavuuden kaksinkertaistuminen vähentää vaadittavan fosforipitoisuuden noin puoleen eli noin yhden viljavuusluokan.

Orgaaninen fosfori DOK-kokeessa

Orgaanisen fosforin merkitystä ja käyttäytymistä on tutkittu Sveitsissä ns. DOK kokeessa. Koejäsenenä olivat lannoittamaton ja väkilannoitus sekä kaksi luomuvärsiä;

O=karjanlanta (orgaaninen viljely) ja D=kompostoitu karjanlanta (biodynaaminen viljely). Kahdenkymmenen koevuoden jälkeen tutkittiin fosforin jakautumista eri osiin maassa.

Eloperäisillä lannoituksilla *epäorgaanista fosforia* oli maassa 13/–19 % vähemmän ja orgaanista fosforia 4–11 % enemmän kuin väkilannoituksella. Eloperäinen lannoitus kaksinkertaisti mikrobien sisältämän fosforimäärän, orgaanisen fosforin osuuden maan kokonaisfosforista ja mikrobifosforin osuuden orgaanisesta fosforista. Eloperäinen lannoitus lähes kaksinkertaisti mikrobien sisältämän fosforin määrän (noin 15 -> 28 kg/ha). Mikroibeissa oli fosforia suhteessa hiileen eniten eloperäisellä lannoituksella ja vähiten ilman lannoitusta.

Lannan kompostointi (D) lisäsi mikrobihiilen, mikrobifosforin ja orgaanisen fosforin osuutta kokonaisfosforista verrattuna kompostoitamattomaan lantaan (O).

Isotooppimerkityn fosforin sitoutuminen mikrobifosforiksi oli oletettua suurempaa D- ja myös O- koejäsenissä. Mikrobifosfori myös kiersi nopeasti. Merkittyä fosforia oli 75 päivän kuluttua mikroibeissa enää 16 %, kun sitä korkeimmillaan oli 66 %. Fosforin kierto oli nopeinta ja mikrobien luovuttaman fosforin määrä oli suurin eloperäistä lannoitusta käytettäessä.

DOK-kokeen maanäytteitä analysoitiin erilaisilla orgaanisen fosforin uuttomenetelmillä. Tulokset osoittivat, että kemiallisesti pysyvä orgaaninen fosfori otti osaa lyhyen ajan akkumuloitumis- ja mineraloitumisprosesseihin (Oberson ym. 1996).

Kasvien juurista oli sienijuurten peitossa 40 % eloperäisiä lannoituksia käytettäessä ja väkilannoituksella 13 %. Mikrobiologista fosforin otton aktiivisuutta kuvaava fosfataasientsyymiin aktiivisuus oli lannalla 50 ja kompostoidulla lannalla 140 % väkilannoitusta suurempi. Lieroja oli eloperäisellä lannoituksella noin puolitoistakertainen määrä.

Käyttökelpoisen epäorgaanisen fosforin pitoisuus maassa ei ole ainoa kasvien fosforihuoltoa selittävä tekijä. Mikrobien ravinteet ovat tärkeä aktiivinen osapuoli kasvien ravinnetaloudessa (Oehl ym. 2001, Mäder ym. 2002).

MAAN HAPPAMUUDEN MERKITYS

Maan pH:n nousu kivennäismailla välillä 5–7 lisää rauta- ja alumiinioksidiin pidättyneen (väkilannoite) fosforin käyttökelpoisuutta ja vaihtuvan fosforin määrää viljavuustutkimuksessa, mutta alentaa mm. maan eloperäisen fosforin, luontaisen ja maahan lisätyn apatiitin sekä luujauhon ja raakafosfaattien fosforin käyttökelpoisuutta. Kalkitus nopeuttaa eloperäisen aineksen hajoamista ja fosforin vapautumista siitä tilapäisesti. Erityisesti turveilla fosforin käyttökelpoisuus vähenee pH:n noustessa.

KASVIEN HAPPAMAT JUURIERITTEET JA OMATOIMINEN FOSFORIN OTTO NIUKKALIUKOISISTA LÄHTEISTÄ

Kasvi voi alentaa juurien ja juurikarvojen lähiympäristön eli ritsosfäärin pH:ta vähentämällä anionien ottoa tai lisäämällä kationien ottoa. Tämä ominaisuus on hyvin kehitty-

nyt mm. palkokasveilla. Palkokasvien typensidonnin yhteydessä syntyy runsaasti vetyä, joka erittyy juurista maahan ja laskee pH:ta juurten läheisyydessä. Juuret voivat erittää myös vaihtelevia määriä erilaisia orgaanisia happoja. Tällöin pH voi laskea huomattavasti, jopa 1–2 pH-yksikköä ympäröivää maata alemmaksi noin 1–2 mm etäisyydellä juurten pinnasta. Tämä kasvien omatoiminen ravinteiden ottomekanismi voi olla luomuviljelyssä merkittävässä asemassa mm. fosforin otossa.

Keinoja parantaa fosforin käyttökelpoisuutta ja kasvien fosforin saantia niukan fosforilannoituksen strategiassa:

- Käytetään monipuolista ja tasapainoista viljelykiertoa
- Viljellään fosforilannoituksen suhteen vaatimattomia kasvilajeja ja -lajikkeita
- Hoidetaan maan kasvukunto hyväksi (mm. kuivatus, rakenne, multavuus, pieneliötoiminta, pH)
- Käytetään kierrätystä
- Käytetään hidasliukoista eloperäistä lannoitusta
- Käytetään fosforitäydennyksen hidasliukoisia fosforilannoitteita
- Käytettävä viljelytekniikka suosii sienijuuria ja muuta hyödyllistä pieneliötoimintaa.

Mikä on sopiva vaihtuvan fosforin määrä maassa?

Maan fosforipitoisuuden ollessa tyydyttävä, fosforilannoituksella on saatu kentäkokeissa vain vähäisiä sadonlisäyksiä. Lannoitus onkin tähdännyt pääasiassa maan fosforitason ylläpitoon ja hyvälaatuisen sadon tuottamiseen.

Mikäli pyritään suureen ravinneomavaraisuuteen ja mahdollisimman tehokkaaseen ekosysteemipalvelujen hyväksikäyttöön, tulisi maan vesiliukoisen fosforin pitoisuuden olla melko alhainen, jotta sienijuuret ja muut luontaiset mekanismit tuottaisivat mahdollisimman paljon fosforia kasvien käyttöön niukkaliukoisista lähteistä. Riittävä viljavuusluokka riippuu mm. juuriston kasvumahdollisuuksista (maan rakenteesta), kasvilajista ja -lajikkeesta sekä maan biologisesta toiminnasta. Ympäristön kannalta melko alhainen helppoliukoisen fosforin pitoisuus maassa on eduksi minimoiden fosforin huuhtoutumisriskiä.

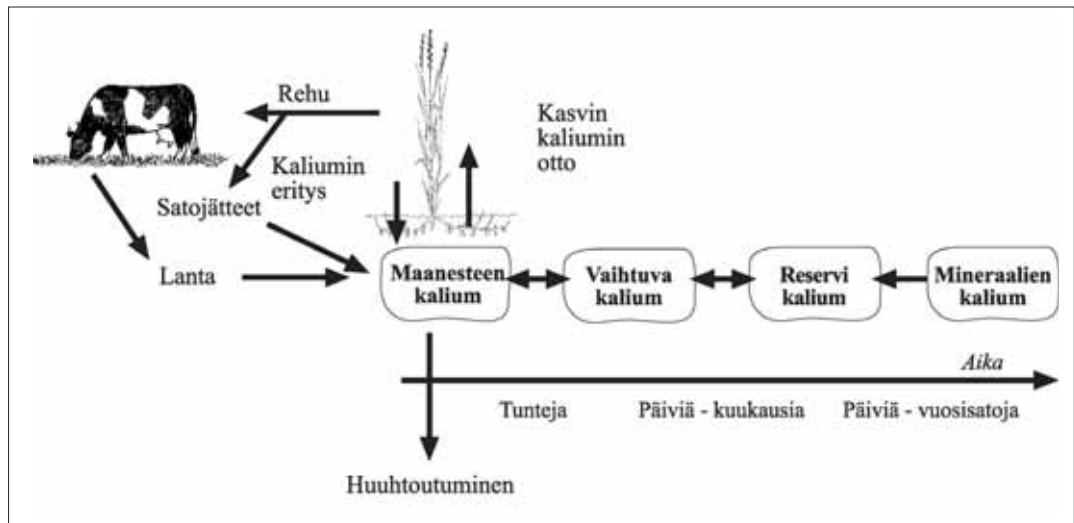
4.3.3 KALIUM

Maaperä sisältää kaliumia keskimäärin 2,3 %. Kalliooperässä kalium on sitoutunut mineraaleihin kuten maasälpään ja kiilteisiin, joita on myös kivennäismaissa. Saves koostuu pääosin rapautuneista kiilteistä ja aitosavien kaliumpitoisuus voi olla yli 3 %.

Maaperän kalium voidaan jakaa viiteen pääosaan:

Kaliumin olomuotoja maassa	Käyttökelpoisuus kasvin kannalta
1. Mineraalien kiderakenteiden kalium	Vaihtumaton, kasveille käyttökelvoton
2. Magnesium- ja rautapitoisten kiilteensukuisten savimineraalien hilaväleihin sitoutunut kalium	Hitaasti vaihtuvaa, kasveille hitaasti käyttökelpoista
3. Maan kolloidien kuten savimineraalien ja orgaanisen aineen sähkövarausten sitoma kalium	Vaihdettavissa muilla ioneilla lyhyessä uutossa Kasveille käyttökelpoista
4. Biomassan kalium	Kasveille käyttökelpoista
5. Maanesteen sisältämä liukoinen kalium	Välittömästi kasvien käytettävissä

KALIUMIN OLOMUOTOJA JA KIERTO



Maahan pidättyneen ja maanesteen kaliumin välillä vallitsee tasapaino. Kasvien ottaessa kaliumia maanestees-tä otetun tilalle vapautuu maan varastoista uutta kaliu-mia. Maanesteen kaliumpitoisuus riippuu pidättymis-paikkojen valikoivuudesta. Jos ne sitovat erityisesti kaliu-mia kuten kiilteen kaltaisilla savimineraaleilla on lai-ta, maanesteen kaliumpitoisuus jää alhaiseksi. Silti nämä maat voivat ylläpitää tätä pitoisuutta suurien varastojen ansiosta hyvin pitkään.

Kivennäismaiden *kaliumin kokonaismäärä* on suuri ja juuristovyöhykkeessä sitä on noin 100–160 tonnia hehtaarilla. Eloperäiset maat sisältävät kaliumia vain vähän ja niistä kaliumia myös huuhtoutuu helposti.

**KALIUMIN VARASTOT JA
VAPAUTUMINEN**

Maan kerros Kaliumin muoto	Savi- maat	Karkeat- kivennäismaat	Eloperäiset- maat
Ruokamulta 0-20 cm			
Kvaihtuva kg/ha	600	300	100
Kreservi t/ha	8	4	0,5
Kkokonais t/ha	60	50	
Pohjamaa 20-60 cm			
Kvaihtuva kg/ha	1200	600	200
Kreservi t/ha	16	8	1
Kkokonais t/ha	120	100	
Vapautuu kg/ha/v	50-150	10-70	0-50

Vaihtuvaa kaliumia on eniten savimaissa, yleensä noin 300–600 kg/ha ja kaliumlannoituksen tarve on pieni. Hieka- ja turvemailla vaihtuvaa kaliumia on vähiten, yleensä noin 50–150 kg/ha, jolloin lannoitustarve on suuri.

Reservikaliumin määrä viljavuustutkimuksessa kertoo melko hyvin maan kaliumin luovutuskyvyn. Reservikaliumia on savi- ja hiesumaissa noin 10–20 t/ha 50 cm juuristokerroksessa eli sen viljavuusluokka on yleensä aina hyvä. Hiekkamailla reservejä on vain noin 1–2 t/ha ja turvemailla tätäkin vähemmän, viljavuusluokka on yleensä aina huono tai huononlainen. Hietamailla reservejä voi olla yleensä noin 4–10 t/ha, toisinaan kuitenkin paljon enemmän. Viljavuusluokka on yleensä välttävä tai tyydyttävä, toisinaan myös hyvä. Mikäli hietamaa sisältää savesta vähintään 5–10 %, saattaa maasta vapautuva kalium riittää esimerkiksi nurmen kaliumin tarpeisiin ilman lannoitustakin.

Viljavuustutkimuksessa ravinnereservien määrää pidetään hyvänä, kun kaliumia ja magnesiumia on maassa yli 4 000 kg/ha 20 cm ruokamultakerroksessa (Viljavuuspalvelu 2000).

Savimaissa kaliumin vapautuminen on hyvin merkittävää ja kaliumlannoituksen tarve on näillä mailla pieni verrattuna karkeisiin kivennäismaihin ja eloperäisiin maihin. Kasvit voivat käyttää vaikealiukoista kaliumia maan varastoista. Sienijuuri sekä maan ja ritsosfäärin mikrobit voivat parantaa kaliumin ottoa.

Koska luomutiloilla kaliumlannoitus on osin tavanomaista pienempää, siellä esiintyy alhaisempia vaihtuvan kaliumin pitoisuuksia ja maassa voi olla suurempi kaliumin pidätyskyky, kasvit voivat ottaa kaliumistaan savimineraaleista suhteellisesti tavanomaista enemmän.

Pohjamaa on kasvien kaliumin saannille lähes yhtä tärkeä kuin ruokamultakerroskin. Pohjamaan kaliumpitoisuuden tunteminen on hyödyksi, koska syväjuuriset kasvit voivat ottaa pohjamaasta noin 40–60 % kaliumin kokonaisuudesta.

Kaliumia voi *vapautua* savimaista vuosittain noin 50–150 kg/ha, karkeista kivennäismaista noin 10–50 kg/ha, toisinaan enemmänkin ja puhtaista turvemaista vapautumismahdollisuudet ovat olemattomat.

Pohjois-Ruotsissa Öjebyn kokeessa kaliumin peltotase oli luomuviljelyssä savisella hietamaalla noin 15–30 kg/h/v alijäämäinen (Sivu 125). Kaliumin vapautuminen maamineraaleista kattoi kaliumtaseen alijäämän.

Kaliumin saaminen pohjamaasta kasvien käyttöön ja edelleen viljelykiertoon edellyttää, että:

- Viljelykasvi ottaa runsaasti ja tehokkaasti kaliumia.
- Suuri osa kasvin ottamasta kaliumista tulee olla peräisin pohjamaasta. Pintamaassa kaliumin pitoisuuden tulee olla alhainen eikä kaliumlannoitusta saa käyttää.
- Kaliumin oton tulee tapahtua syvemmältä kuin kierron muiden kasvien kaliumin oton.
- Maassa ei ole esteitä juuriston kasville pohjamaahan (esim. korkea pohjavesi, tiivistynyt kyntöantura, happamuus jne.).
- Pohjamaassa on kasveille käyttökelpoista kaliumia.

Vaihtuvan kaliumin pitoisuuteen vaikuttavaa:

1. Maan ominaisuudet
 - vaihtuvan kaliumin lähtötaso (mm. aikaisempi K-lannoitus)
 - kaliumin reservit maassa
 - maan rakenne, kosteus, pieneliötoiminta, pH
2. Viljelykierto
 - sadoissa poistuvan kaliumin määrä (satotaso x K-pitoisuus)
 - kasvien kyky hyödyntää pintamaan ja pohjamaan kaliumvaroja
3. Tuotantosuunta
 - viljelykierto
 - kaliumin porttitase tilatasolla – hävikit
4. Lannoitus
 - lannoitusuusositukset kierron eri kasveille
 - toteutunut lannoitus
 - viljelykierron kaliumin peltotase
5. Hävikit
 - maasta
 - lannasta
 - kompostista
 - viherlannoituksesta

Kaliumpitoisuuden kehitykseen vaikuttavista tekijöistä luomutilalla

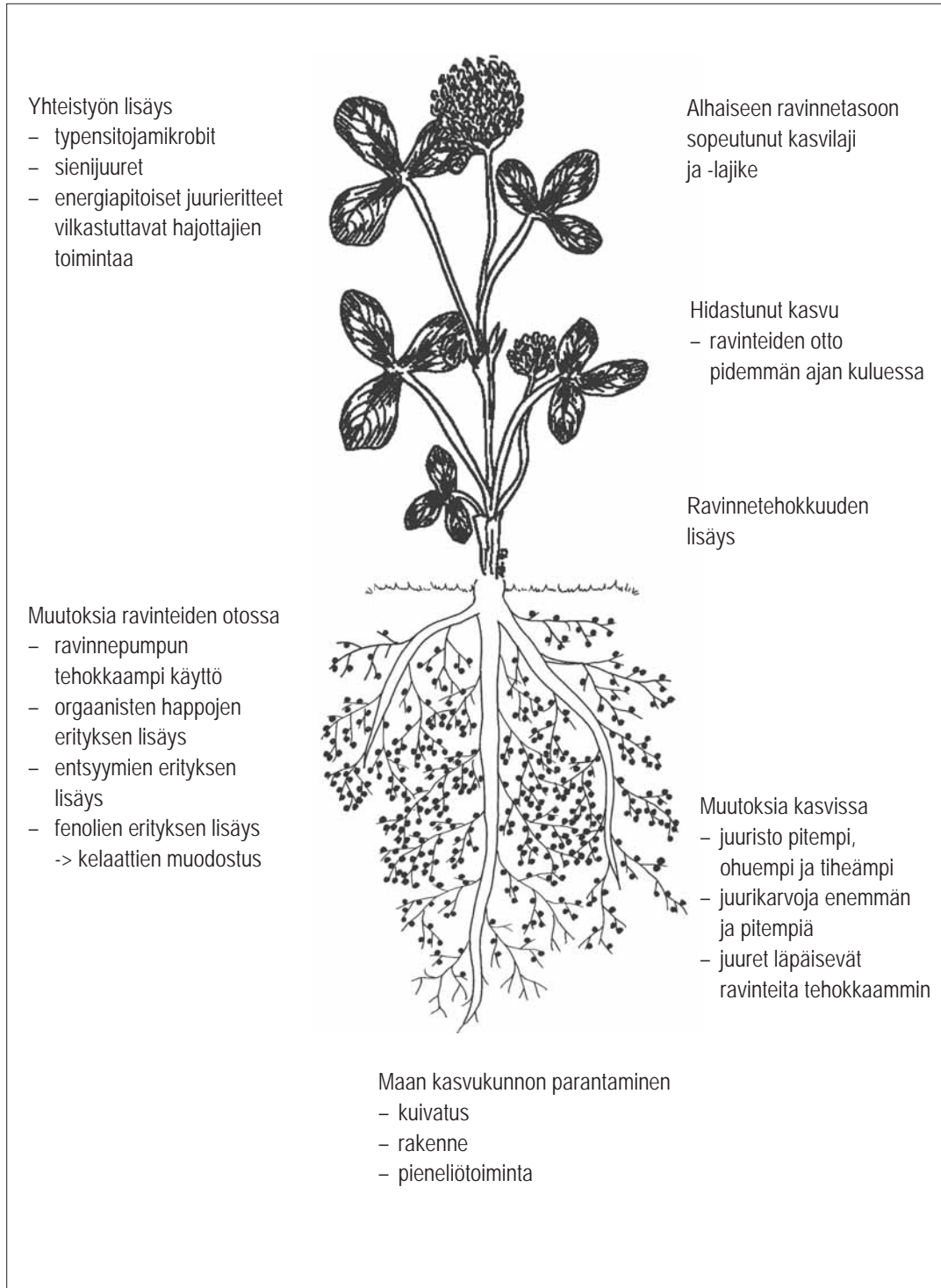
Vaihtuvan kaliumin pitoisuuden maassa on todettu luomuviljelyssä toisinaan laskevan ja toisinaan myös nousevan. Kaliumpitoisuuden kehitykseen vaikuttavia tekijöitä on lueteltu ohessa.

Maaperän kaliumin vapautumista ja hyväksikäyttöä voidaan edistää mm.

- käyttämällä vaihtelevaa viljelykiertoa
- viljelemällä viljelykierrossa ravinteita hyvin vapauttamaan pystyviä kasveja (esimerkiksi monivuotisia palko- ja nurmikasveja)
- parantamalla kasvien juuriston kasvu- ja toimintaedellytyksiä (= maan rakenteen hoito)
- säätelemällä maan happamuutta (happamien maiden kalkitus)
- aktivoimalla maan hyödyllistä pieneliötoimintaa
- käyttämällä eloperäistä lannoitusta
- muokkaamalla ja kuohkeuttamalla maata sekä
- pitämällä maanesteen liukoisten ravinteiden pitoisuudet alhaisina.



KASVIEN SOPEUTUMISKEINOJA ALHASEEN RAVINNEPITOISUUTEEN



4.4 KARJANLANTA

Kotieläinten lantaa muodostuu Suomessa vuosittain noin 18 milj. tonnia eli noin 8 t/ha. Eläintä kohti lantaa muodostuu keskimäärin noin 16–24 t/lehmä/v, 5,5–6,0 t/emakko/v ja 1,6–2,0 t/lihasikapaikka/v. Sonnassa on kaikkia pää-, sivu- ja hivenravinteita, mutta sen tyyppi on pääosin hidasvaikutteisessa muodossa. Virtsassa on lähinnä vain typpeä ja kaliumia nopeavaikutteisessa muodossa.

Lannalla tarkoitetaan kotieläinten sonnan, virtsan ja kuivikkeiden seosta; usein lannan joukkoon kulkeutuu myös vettä sekä rehua.

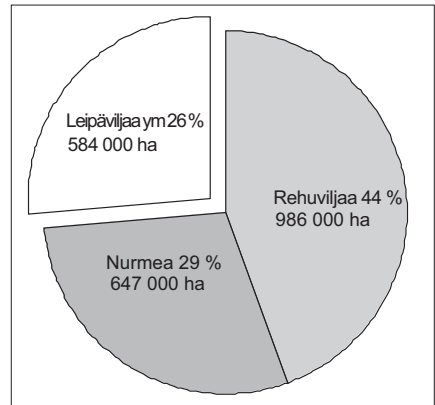
Lannan rooleja tilan ravinnekierrossa:

- Lannan ravinteet ovat osa tilan ravinnekiertoa - tilan oma lanta ei rikasta ravinteilla tilan ravinnekiertoa
->sato-rehu-tuotteet/lanta-pelto-sato
- Lannan avulla voidaan jakaa ravinteita tilan sisällä halutulla tavalla eri peltolohkoille
- Lanta toimii pieneliöstön ravintona, edistää ravinteiden kiertoa maassa, lisää maan murustumista, parantaa maan rakennetta ja toimii maan eloperäisen aineksen raaka-aineena
- Lanta parantaa hygieniää ja terveyttä maatilan ekosysteemissä, mikäli sitä käytetään sopivalla tavalla
- Ylärajoja lannan käyttömäärille
 - 2 ey/ha, 170 kg/ha lannan typpeä (Nitraattidirektiivi)
 - 1,5 ey/ha (Luomuliiton viljelyohjeet)
 - rehuomavaraisessa tuotannossa yläraja on käytännössä noin 0,7 ey/ha

Rehujen ravinteista noin 70–100 % kulkeutuu lantaan. Esim. lehmästä erittyä lantaan vuodessa keskimäärin typpeä noin 95 kg, fosforia 15 kg ja kaliumia 100 kg. Pääravinteiden lisäksi lannassa on monipuolisesti sivu- ja hivenravinteita. Lannan maanparannusvaikutus on monipuolinen ja pitkäkestoinen. Lehmän vuodessa tuottaman lannan ravinteiden bruttoarvo on noin 100 euroa. Maanparannusarvo voidaan arvioida yhtä suureksi kuin ravinearvo. Lantaan erittyvät ravinteet tulee pyrkiä saamaan peltoon ja ravinnekiertoon mahdollisimman pienin hävi-

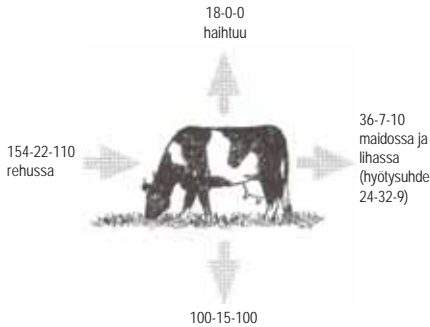


PELLON KÄYTTÖ SUOMESSA 2001



Rehukasvien osuus 73 %
MMM 2002, Tike

kein. Lantaan erittyvät ravinnemäärät ovat seuraavaa suuruusluokkaa.



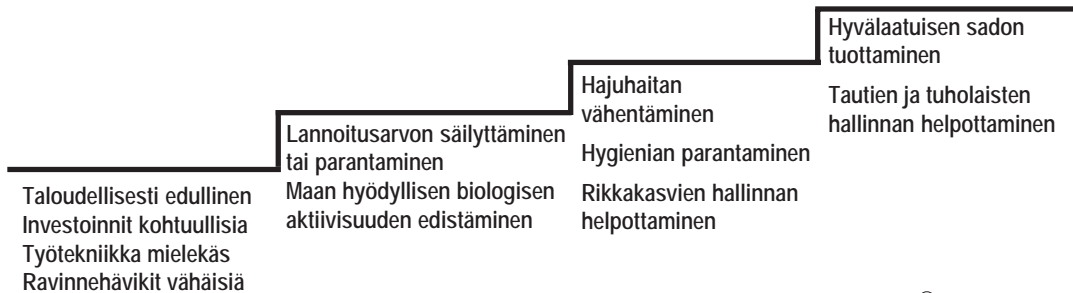
	Tonnia/vuosi		
	N	P	K
Lanta	100 000	18 000	100 000
Väkilannoitteet	220 000–165 000	60 000–20 000	110 000–60 000

Lanta – haasteita

- haisevaa, sisältää myrkyllisiä kaasuja
- vioittaa kasvustoa, juuria ja pieneliöstöä
- ravinteita karkaa helposti
- sisältää rikkakasvien siemeniä
- sisältää taudinaiheuttajia ja muita haitallisia aineita
- hankala varastoida ja levittää

Lannan käsittelylle voidaan asettaa useita erilaisia laadullisia tavoitteita. Painopisteet riippuvat tilan tuotantosuunnasta ja muista olosuhteista.

LANNAN KÄSITTELYN LAATUTAVOITTEITA



©HY/Mii Rajala/TP 1998

4.4.1 LANNAN HYVÄKSIKÄYTTÖ

Lannan lannoitus- ja maanparannusvaikutus on riippuvainen mm. seuraavista eri tekijöistä.

1. Talteenotto ja varastointi
2. Levitysajankohta
3. Levitysmäärä
4. Levitysajan sää ja multaus
5. Lahoamisaste ja kompostointitapa.

TALTEENOTTO JA VARASTOINTI

Lannan talteenottoon ja varastointiin voidaan käyttää kolmea menetelmää erilaisine muunnoksineen; virtsasäiliömenetelmä, kuivikemenetelmä ja lietelantamenetelmä.

Virtsasäiliömenetelmässä virtsa erotetaan sonnasta karjasuojassa ja johdetaan sitä varten rakennettuun säiliöön. Kiinteä lanta otetaan talteen kuivitettuna ja siirretään lantalaan. Kuivikkeiden tarve on olkina noin 5–6 kg/pv/ey. Virtsasäiliön tulee olla tiiviskantinen, koska virtsasta tyyppiä haihtuu helposti ammoniakkinä. Virtsasäiliöitä olisi hyvä olla kaksi, jotta virtsan sisältämät kasveille haitalliset aineet ehtivät varastoinnin (seisotuksen) aikana hävitä.

Virtsasäiliömenetelmä ei aseta lantalalle aivan niin suuria vaatimuksia kuin kuivikemenetelmä, koska ravinhävikkeille alttein virtsa otetaan talteen erikseen. Menetelmän etuina on, että käytettävissä on sekä hyvää maanparannusainetta että nopeavaikutteista typpilannoitetta. Toisaalta kahden erilaisen lannoitteen käsittelyyn ja levitykseen tarvitaan kaksi koneketjua.

Kuivikemenetelmässä virtsa imeytetään kokonaan kuivikkeisiin ja saadaan siten vain yhdenlaista lantaa. Kuivitettu lanta varastoidaan eläinten oleskelutilassa tai se siirretään erilliseen lantalaan. *Kuivikepohjapihatossa* ravinteet saadaan hyvin talteen, mikäli käytetään riittävästi kuivikkeita. Kuivikkeina käytetään ensisijaisesti olkia, joita tarvitaan noin 8–12 kg/pv/ey. Olkien lisäksi on eduksi käyttää turvetta. Sisäruokintakaudella (8 kk) olkia kuluu 1,5–2,0 t/ey ja turvetta 8–10 m³/ey. Hapan turve estää ammoniakkin karkaamisen lannasta. Typen haihtumistapit voivat olla myös suuria – varsinkin purupohjasika-loissa ja niukalti kuivitetuissa pehkukanaloissa.

Kuivikkeiden ominaisuuksia

Kuivike	Kuiva- aine %	Ravinnesisältö, kg/t				C/N-suhde
		N	P	K	C	
Olki	85	6	1	17	400	70
Turve	50–45	5	0,1	0,5	250	50

Turpeen tilavuuspaino on noin 150–240 kg/m³ ja pH noin 4,0.

Pihatto on eläinten hyvinvoinnin kannalta edullinen, mikäli kuivikkeita käytetään riittävästi. Pihattolannan maanparannusvaikutus on hyvä. Haasteena on lähinnä kuivikkeiden suuri tarve. Oljen lisäksi tarvitaan yleensä aina turvetta, jota voidaan pitää pitkälti uusiutumattomana

KOTIELÄINTEN SONTAAN JA VIRTSAAN ERITTYVÄT RAVINNEMÄÄRÄT

	N	P	K
Lypsylehmä, 5000 kg/v	79	11	100
7000	96	14	100
9000	107	16	100
Hieho, keskimäärin	41	8,5	49
Lihanauta, keskimäärin	53	8,5	44
Vasikat, alle 8 kk	16	3,5	16
Emakko porsaineen	28	9	17
Lihaskapaikka, 2,5 erää/v	8,5	2	3,8
Kana, 100 paikkaa, tav.om	68	17	28
Kana, 100 paikkaa, tuomu	88	21	32
Broileri, 100 paikkaa	36	7,7	15
Kalkkuna, 3,5 erää/v, 100 paikkaa	62	16	17
Hevonen	70	12	78
Lammasta, vuohi	15	2,5	10
Kettu, tuotettua 100 nahkaa kohti	190	30	10
Minkki, tuotettua 100 nahkaa kohti	110	20	10

Steineck ym 2000

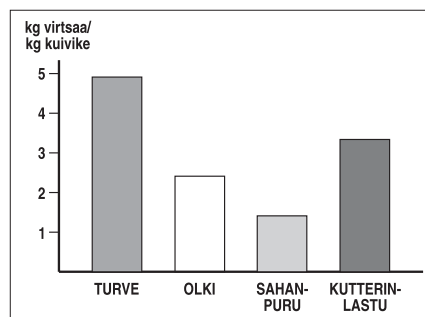
LANNANTUOTTO KESKIMÄÄRIN M³/ELÄINPAIKKA

Kuivike- ja vesilisäys mukana

Eläinlaji	Kiinteä lanta m ³ /v	Virtsa m ³ /v	Lietelanta m ³ /v
Lypsylehmä, 5 000 kg maittoa/v	12,7	12,2	20,3
7 000	13,2	12,5	20,9
9 000	13,9	12,9	21,7
Hieho, yli 1 v	3,7	4,8	7,5
Vasikat, alle 1 v	2,0	2,2	3,6
Lihakarja, 0-2 v	5,5	6,5	11,0
Emakko porsaineen	3,4	5,0	5,7
Lihaskapaikka, 2,5 erää/v	0,7	1,0	1,6
Kanat, 100 kpl	5,5		13
Kanannuorikot, 100 kpl, 2,5 erää/v	2,6		
Broileri, 100 kpl, 5,5 erää/v	1,0		
Hevonen	4-14		
Kettu, 100 emoa kohti	15		

Steineck ym 2000

KUIVIKKEIDEN VIRTSAANSITOMISKYKY



(Pellola 1984)

luonnonvarana. Menetelmä sopii parhaiten vähän virtsaa tuottaville eläimille, kuten lampaille ja kanoille sekä nuorkarjalle.

Kuivikemenetelmää parsinavetassa käytettäessä asetetaan virtsakouruun niin runsaasti kuivikkeita, että kaikki virtsa imeytyy niihin. Kuivikkeita tarvitaan lähes edellä mainittu määrä. Lantalan tulee olla tiivispohjainen sekä varustettu yleensä lantavesisäiliöllä. Lantalan kattaminen on varsin suositeltavaa. Pihatoissa voidaan menetellä myös niin, että makuualueella käytetään kuivikemenetelmää ja ruokintakäytävillä virtsasäiliö- tai lietelantamenetelmää.

Lietelantamenetelmässä sonta ja virtsa kerätään samaan säiliöön lähes ilman kuivikkeita. Tällöin etuna on se, että saadaan yhdenlaista, helpohkosti käsiteltävää, nestemäistä tavaraa. Typpi saadaan hyvin talteen ja se myös säilyy melko hyvin varastoinnissa. Sen sijaan levityksessä helpoliukoinen typpi on altis huuhtoutumaan ja haihtumaan. Sellaisenaan lietelanta soveltuu huonosti luonnonmukaiseen viljelyyn ja korkealaatuisten elintarvikkeiden tuottamiseen, koska se sisältää mm. juurille ja pieneliöille myrkyllisiä yhdisteitä ja on epähygieenistä.

Kuivike- ja lietelannan ominaisuuksia voidaan parantaa kompostoinnilla ja ilmastuksella, joita käsitellään myöhemmin tässä luvussa. Kuivikelannan lannoitusvaikutus on hidas ja maanparannusvaikutus on suuri ja pitkäaikainen. Lietelannan lannoitusvaikutus on oikein käytettynä suuri ja nopea. Maanparannusvaikutus jää kuitenkin kiinteää lantaa vähäisemmäksi.

Lantaloiden tilavuusvaatimukset eläinlajeittain esitetään sivulla 196.

Fosforia ja kaliumia voi hävittää huuhtoutumalla lannasta sekä jaloittelutarhoista, ruokinta- ja juottopaikoilta. Näiden ravinteiden hävikit voidaan estää ottamalla kaikki lannasta mahdollisesti puristuva neste talteen. Lantalassa lantavedet johdetaan säiliöön ja valumat maastoon estetään. Komposti-aumaan tulee laittaa riittävästi kuivikkeita ja suojata komposti sateelta, ettei nestettä valu maahan. Kompostin pohjalle laitetaan 15 cm kerros mutaa/turvetta suodattimeksi varsinkin läpäisevillä mailla ja komposti peitetään mieluiten sateenpitävällä peitteellä.

Typeä lannasta voi hävittää *huuhtoutumalla, haihtumalla ammoniakkina* sekä *haihtumalla denitrifikaatiossa*.

Typeä voi huuhtoutua lannasta varastoinnin aikana, jollei lantakasaa ja kompostia ole suojattu sateelta. Typeä haihtuu helposti ammoniakkina karjasuojasta, lantalasta

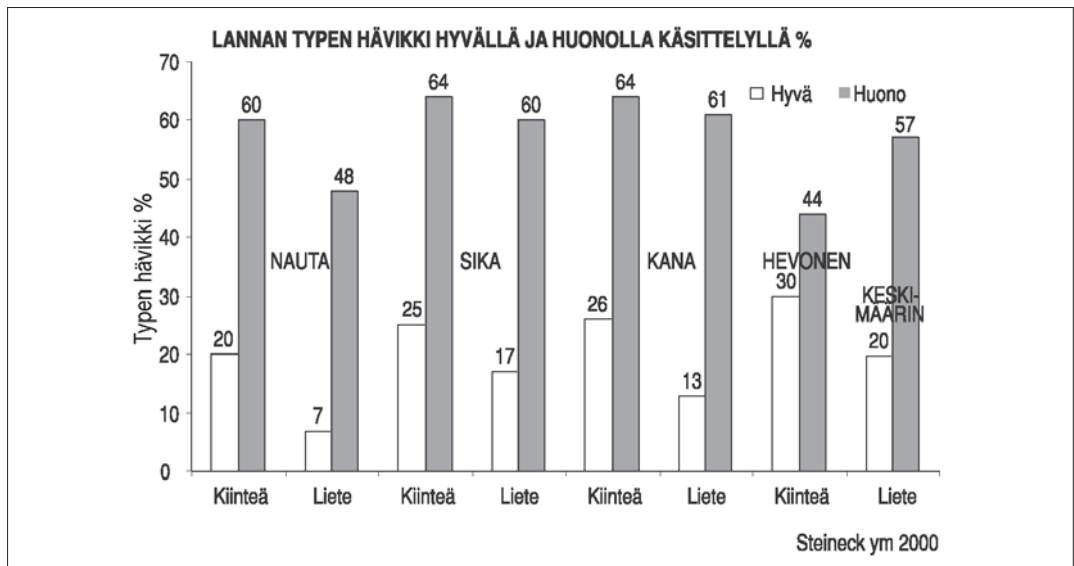


TYPEN HÄVIKKEJÄ

- Ammoniakin haihtuminen lannasta
- Ammoniumtypen huuhtoutuminen lannasta
- Nitraattitypen huuhtoutuminen kompostista ja maasta
- Denitrifikaatio maasta ja lannasta

ja kompostoinnissa. Denitrifikaatiota tapahtuu vasta, kun ammoniumtyppi on muuttunut nitraattitypeksi. Tätä tapahtuu lannan palamisen edetessä riittävän pitkälle – käytännössä lähinnä kompostoinnissa. Typpihävikkien suuruus vaihtelee suuresti riippuen lannan käsittelyn järjestämisestä ja huolellisuudesta. Lannan typpihävikkien suuruus vaihtelee yleensä seuraavan taulukon arvojen mukaisesti.

Lannan talteenotossa, varastoinnissa ja levityksessä typen hävikit haihtumalla vaihtelevat yleensä noin 15–50 %:n välillä. Hävikkien suuruus riippuu ennen kaikkea oikeista työtavoista ja huolellisuudesta.



Ammoniakin haihtumisen riski lannasta varastoinnin aikana on sitä suurempi, mitä enemmän lannassa on liukoista ammoniumtypeä. Myös kompostoinnin alkuvaiheessa typpeä vapautuu ammoniakkina ja sen haihtumisriski on suuri. Lietelantaa sekoitettaessa ja ilmastettaessa ammoniumtypeä voi haihtua ilmaan. Levityksessä virtsasta ja lietelannasta haihtumistappiot voivat olla suuria. Kuivikelannassa haihtumisriski on määrällisesti pienempi mutta kuitenkin merkittävä. Kompostissa haihtumiselle altista typpeä ei juuri ole. NO_3 -typen huuhtoutumisen riski maasta lannan levityksen jälkeen on kompostilla pienin. Denitrifikaatio voi olla huomattavan suurta lannan levityksen jälkeen tiiviillä mailla. Riski on sitä suurempi, mitä suurempi on lannan aiheuttama hapen kulutus maassa. Syvä

multaus ja märkä, tiivis maa voivat myös lisätä denitrifikaation riskiä. Maan tiivistymistä lannan levityksen yhteydessä tulee välttää riskin pienentämiseksi. Lannan kompostointi ja lietelannan ilmastus voivat pienentää denitrifikaation riskiä, koska hapen kulutus maassa vähenee.

Typen hävikkien suhteellisia eroja eri lannoista havainnollistetaan lannan käsittelyn eri vaiheissa seuraavassa:

TYPEN HÄVIKKIEN SUHTEELLISIA EROJA LANNAN KÄSITTELYSSÄ ERILAISILLA LANNAN KÄSITTELYMENETELMILLÄ

Vaihe	Virtsa	Lietelanta	Ilmastettu liete	Raaka lanta	Kompostoitu lanta
Talteenotto	-	-	-	-	+
Varastointi	—	-	-	-	-
Jatkokäsittely	++	++	-	++	—
Levitys	—	—	—	—	++
Maasta	—	—	-	—	++
Nitraatin huuhtoutuminen	—	—	-	-	+
Denitrifikaatio	-	—	+	-	++

(++ = hävikkiriski pieni, — = hävikkiriski suur)

Luonnonmukaiseen viljelyyn siirtyvällä tilalla on tarpeen kiinnittää erityistä huomiota lannan tarkkaan talteenottoon ja varastointiin sekä sen käsittelyyn ja käyttöön. Jotta lanta voidaan käyttää kulloinkin parhaana ajankohtana, on riittävä varastotila tarpeen. Lietelanta- ja virtsasäiliöihin tulee mahtua koko vuoden lantakertymä laidunvähennys huomioiden. Kuivikelannalle riittää luonnonmukaisessa viljelyssä käytännössä pienempikin lantala, mikäli kompostia tehdään useamman kerran vuoden aikana. Seuraavassa luettelossa esitetään eräitä keinoja vähentää ravinhävikkejä lannan käsittelyssä.

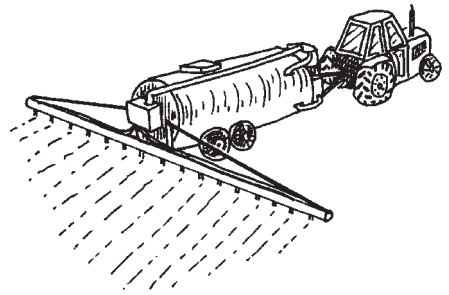
Typen hävikkejä voidaan pienentää lannan käsittelyssä mm. seuraavin keinoin:

Ammoniakin haihtuminen lannasta:

- *Eläinsuojassa*
 - Hyvin toimiva virtsan erotus
 - Riittävä kuivikkeiden käyttö
 - Turvekuivike
 - Eläinsuojan lämpötila viileä



- *Lantalassa*
 - Lantala riittävän suuri, jotta levitysajat optimaaliset
 - Lantalalan kattaminen
 - Lannan peittäminen lantalassa
 - Lietelannan johtaminen säiliöön altapäin (lanta-kuori)
 - Liete- ja virtsasäiliön kattaminen
 - Hyvin suunniteltu ja toteutettu kuivikelannan kompostointi ja liotelannan ilmastus
 - Haihtuvan ammoniakkin talteen ottaminen lantakaasuista biosuodattimella tai kaasujen tiivistämisellä
 - Kompostiin riittävästi kuivikkeita
- *Pellolla*
 - Nopea multaus (tai levitys pilvisellä säällä tai sateen alle)
 - Lietelannan letkulevitys nurmeen/oraille
 - Lietelannan ja virtsan laimentaminen vedellä tai huuhtelu maahan

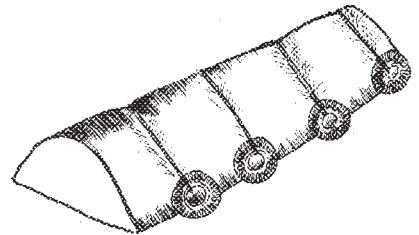


Ammoniumtypen huuhtoutuminen lannasta

- Nopea multaus
- Lannan levitys oikeaan aikaan (kasvukauden alkupuolella)
- Sopivat käyttömäärät
- Kompostiin riittävästi kuivikkeita
- Kompostin pohjalle 15 cm:n kerros turvetta tai mutaa
- Kompostin peittäminen oljilla, turpeella ja sateenpitävällä peitteellä

NO₃-typen huuhtoutuminen kompostista ja maasta

- Kohtuulliset levitysmäärät
- Tarkoituksenmukainen levitysaika
- Lannan kompostointi
- Kompostiin riittävästi kuivikkeita
- Kompostin pohjalle 15 cm kerros turvetta tai mutaa
- Kompostin peittäminen oljilla, turpeella ja sateenpitävällä peitteellä



Denitrifikaatio maasta ja kompostista

- Hyväkenteinen maa
- Maan tiivistymisen ehkäiseminen lannan levityksessä
- Lannan kompostointi tai ilmastus
- Hallittu ilmastus
- Komposti ilmava ja sateelta suojattu

Rikin kierrätys pienin hävikein on vieläkin tärkeämpää kuin typen. Typeä saadaan luomutilalle täydennyksenä typensidonnan avulla. Rikkiä ei ole mahdollista täydentää tällä tavoin luonnollisin keinoin. Rikki saadaan säilymään lannassa, kun huuhtoutuminen ja rikkivedyn muodostuminen eli mätäneminen estetään.

LANNAN LAHOAMISASTE

Lannan käyttöominaisuuksiin vaikuttaa lannan ravinnekoostumuksen lisäksi myös sen lahoamisaste. Lahoamisasteen suhteen lanta voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: Tuore lanta, lahoava lanta ja mätänevä lanta. Tuoreilla ja mätänemistilaisilla lannoilla on joukko haitallisia ominaisuuksia, jotka heikentävät niiden hyödyntämistä. Niitä käsitellään tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

4.4.2 KOMPOSTOINTI

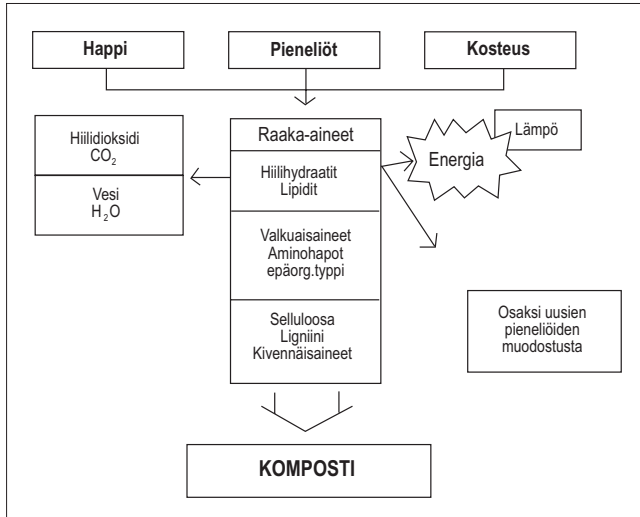
Kompostointi on eloperäisten aineiden säädelyä, biologista hajotusta ja uudelleenrakentumista hapellisissa olosuhteissa, joihin liittyy lämpötilan nousu. Käytettäviä lannan kompostointimenetelmiä ovat *aumakompostointi*, *rumpukompostointi* ja lietalannan *nestekompostointi* eli *ilmastus*.

Kompostointinimitys tulee latinasta ja se tarkoittaa ”yhteen asetettu, seos”. Kompostoinnissa pieneliöstö lahoottaa jätteet hapen läsnä ollessa, jolloin syntyy hiilidioksidia, vesihöyryä, ravinnesuoloja ja pääasiassa kypsymisvaiheessa suurimolekyylisiä orgaanisia yhdisteitä sekä hitaasti hajoavaa eli *puolistabiilia* eloperäistä ainesta. Kompostoinnille on tyypillistä energian vapautuminen lämpönä. Kompostissa pyritään tekemään olosuhteet eloperäisen aineen sopivalle lahoamiselle ja *humuksen* muodostukselle edullisiksi. Hajotus- ja rakennustyön suorittavat lähinnä bakteerit, sädesienet, sienet sekä erilaiset hyönteiset, punkit, tuhatjalkaiset ja lierot.

Kompostointi on syytä erottaa mädätyksestä, jossa pieneliöstö hajottaa jätteitä hapettomissa olosuhteissa. Tällöin syntyy metaania, ammoniakkia, rikkivetyä, alkoholeja ja orgaanisia happoja sekä erilaisia haihtuvia, pahanhajuisia yhdisteitä. Säädelyä ja pitkälle vietyä mädätystä käytetään *biokaasun* tuotannossa erotuksena esim. tavanomaisen lietalannan mätänemisestä.



KOMPOSTOINNIN KAAVAMAINEN KULKU



Säädöksiä luomuviljelyn ehdossa (KTTK 2003):

- Lanta suositellaan aina kompostoitavaksi.
- Lanta on kompostoitava, mikäli se on peräisin tavanomaisesta tuotannosta, joka ei ole todistetuksi laajaperäistä (eläintiheys luovuttajatilalla alle 2 ey/ha).
- Turkiseläinten lanta on kompostoitava aina.
- Lielanta on kompostoitava/ilmastettava aina, kun se on peräisin tavanomaisesta tuotannosta, tai vähintään laimennettava vedellä.

4.4.2.1 KOMPOSTOINNIN MERKITYS

Kompostointi voi muuttaa lannan ja muiden eloperäisten lannoitteiden käyttöominaisuuksia monin tavoin. Eloperäisen aineksen hajoaminen kuluttaa runsaasti happea. Mikäli hajoaminen on maassa vilkasta, voivat kasvien juuret kärsiä hapen niukkuudesta. Hajoamisessa – varsinkin sen alkuvaiheessa – syntyy myös juurten kasvua haittaavia yhdisteitä, joista osa on haihtuvia. Lannassa voi olla myös rehuista, kuivikkeista, lääkkeistä tai eläimistä peräisin olevia haitallisia aineita. Seuraavassa esimerkkejä kompostoinnin potentiaalisista edullisista vaikutuksista:

- muuten vaikeasti hyödynnettävät jätteet voidaan hyödyntää
- lannan paha haju ja myrkylliset yhdisteet häviävät tai vähenevät
- haitalliset aineet häviävät tai vähenevät (rikkakasvien siemenet, taudinaiheuttajat, lääke- ja torjunta-ainejäämät, eläimistä lähtöisin olevat haitta-aineet)
- hygienia paranee
- lannoitusvaikutus tasapainottuu, pitkäaikainen maanparannusvaikutus
- helpompi käsitellä ja levittää, orastuminen parempi
- parempi kasvien laadulle
- edullisempi hyödylliselle pieneliötoiminnalle (mm. sienijuuri) ja juurten kasvulle
- voidaan parantaa raakafosfaatin hyväksikäyttöä.
- saadaan lämpöä.

LAHOAMISEN JA MÄTÄNEMISEEN VAIKUTUKSET JA SOPIVUUS VILJELYYN

	1)	2)
Haitta- tai estoaineiden muodostuminen C-hävikki N-hävikki Org. sidottua tyypeä Ammoniumtyypeä Nitraattityypeä	vähäinen runsas keskinkertainen runsaasti vähän vähän	runsas keskinkertainen vähäinen vähän runsaasti vähän
Humusaineiden muodostus Tehoaineiden muodostus Hyötytyeliöiden menestyminen Rikkaruohojen siementen tuhoutuminen Taudinaiheuttajien tuhoutuminen Torjunta-aine, lääke- ja rehujen lisäainejäämien hajoaminen	runsas runsas hyvä hyvä huono hyvä/huono	vähäinen/ keskinkertainen vähäinen? huono huono huono huono?
Sopiva juuristolle	hyvä	huono

1) Hapekas lahotus esim. lantakomposti
2) Hapeton mätäneminen esim. tiivis lanta

Haasteina lannan kompostoinnissa on sen vaatima lisätyö ja mahdolliset lisäinvestoinnit. Puutteellisessa kompostoinnissa ravinteiden, varsinkin typen hävikki voi olla huomattava. Oikeaa kompostointitekniikkaa käytettäessä voidaan hävikit ja työmäärä pitää kohtuullisena.

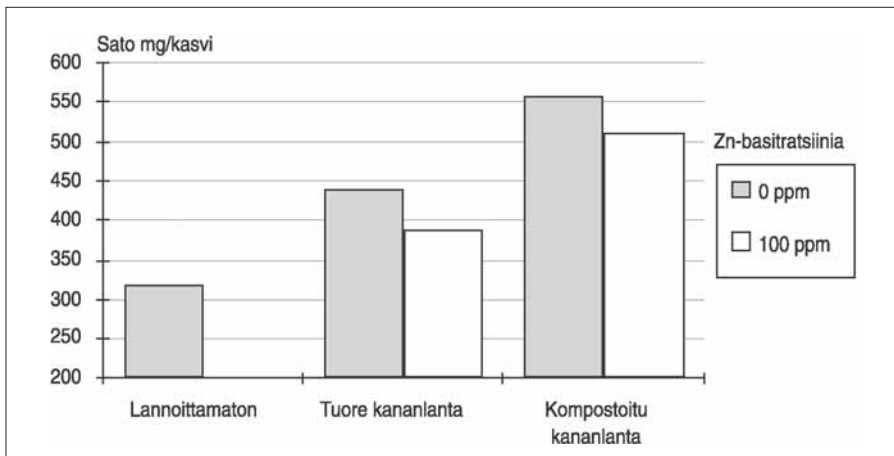
HAITTA-AINEIDEN HAJOTUS

Laitumella tuore lanta ja virtsa heikentävät laidunruohon maittavuutta – mm. hylkyläikut ovat tästä osin esimerkinä. Naudan lietelannan pintalevitys voi vähentää laidunruohon maittavuutta. Myös raaka kuivikelanta keväällä mullattuna voi vähentää esim. vihantarehun maittavuutta.

Lantaan erittyy myös eläinten lääkinnässä käytetyistä lääkkeistä jäämiä. Useista antibiooteista noin 10–25 % alkuperäisestä määrästä löytyy lannasta. Antibiootit hajoavat tavallisessa lannassa hyvin hitaasti. Ne sekä niiden erilaiset hajoamistuotteet voivat kiinnittyä sekä eloperäiseen ainekseen että maahiukkasten pinnoille. Lannan antibioottijäämät saattavat haitata kasvien kasvua, häiritä maan pieneliötoimintaa ja lisätä resistenssin leviämistä maassa elävien bakteerien keskuudessa. Oheisen esimerkin kananlannassa on rehun lisäaineena käytetty antibiootti sinkkibasitratsiinia. Lannan antibioottijäämät haittasivat ohran kasvua. Kompostointi hävitti suurimman osan (yli 80 %) sinkkibasitratsiinista, jolloin ohra kasvu parani.

Tavanomaisia olkia kuivikkeena käytettäessä lantaan joutuu usein myös torjunta-ainejäämiä. Kompostointi vähentää useimpien pitoisuuksia oleellisesti. Poikkeuksen

ZN-BASITRASIIININ JA BROILERINLANNAN KOMPOSTOINNIN VAIKUTUS OHRAN SATOON



Vogtmann ym. 1978.

muodostaa korrenvahvistaja (CCC), jolla käsiteltyjä olkia ei tule käyttää luomuviljelyssä.

Käsittelemättömän lannan korkea suolapitoisuus vaikuttaa haitallisesti hyödylliseen pieneliötoimintaan. Lie-roille haitallinen pitoisuus esim. ammoniumkarbonaattia on yli 9 g/l. Vapaa ammoniakki puolestaan polttaa hengi-tysteitä. Haittaraja on 0,1 g/l. Käsittelemätön lietelanta ja väkevä virtsa tulisi laimentaa vedellä 10–50-kertaisesti, jotta se olisi suorana kosketuksena täysin haitatonta lie-roille. Muutkin tekijät poistavat polttovaikutusta, jolloin käytännössä huomattavasti vähäisempi laimennus riittää. Kompostoitamattoman lannan fenolit, kresoli ja bentso-ehappo vahingoittavat lieroja ja muita pieneliöitä (aiheut-tamalla mm. lierojen jaokkeiden irtoamista). Rikkivety on erittäin myrkyllistä. Rikkivety ja monet orgaaniset, haihtuvat yhdisteet ovat pahaa hajua aiheuttavia.

Lannassa on yleensä aina taudinaiheuttajia ja rikka-kasvien siemeniä sekä myös kasveihin hormonaalisesti vaikuttavia aineita, jotka tulisi myös saada häviämään ennen lannoitteeksi käyttöä.

MAAN BIOLOGISEN AKTIIVISUUDEN EDISTÄMINEN

Kasvi-maa-systeemin hyödyllisen toiminnan edistäminen on merkittävä lannan käsittelyn tavoite luomuviljelyssä. Eloperäinen lannoitus tarjoaa ravintoa pieneliös-tölle ja lisää pieneliötoimintaa. Lannasta tulisi saada hyödylliseen pieneliötoimintaan ja juurten kasvuun ja toimintaan haitallisesti vaikuttavat tekijät häviämään. Lisäksi olisi edullista saada syntymään hyödyllisiä teki-jöitä.

Maan omat ravinnevarat tulisi saada täysitehoiseen kiertoon. Kasvien fosforihuollossa ja fosforin vapautumisessa mm. sienijuurilla on keskeinen merkitys. Lanta tulisi käsitellä sillä tavoin, että esim. sienijuuret menes-tyvät ja toimivat hyvin. Sienijuuria suosii hidasliukoinen eloperäinen lannoitus. Näin saadaan maasta tapahtuva ravinteiden kierto myös mukaan tilan ravinnekiertoon. Lannan käsittelyn yhtenä tavoitteena voidaankin pitää maan omien ravinnevarojen hyväksikäytön edistämistä.

Lannan kompostointi lisää hyödyllisten pieneliöiden laadukkaan ravinnon saantia. Kompostointi suosii mm. hyödyllisiä sieniä. Aminohapot ja vitamiinit saattavat moninkertaistaa sienijuurten kasvun. *Fusarium*-sienten asemesta *Penicillium*-sieni runsastuu maassa. Tämä on edullista kasvien terveenä säilymisen kannalta. Mutta



Penicillium-sienen on havaittu pystyvän myös vapauttamaan maaperästä fosforia.

Edellä mainitut haitta-aineet ovat haitallisia myös juurikarvoille ja juurten toiminnalle. Juurten pituuskasvu ja tiheys sekä juurikarvojen kasvu muodostuvat paremmiksi, kun haitalliset tekijät hävitetään lannasta. Tällöin maan omien ravinnevarojen hyväksikäyttö paranee.

Lannan kompostointi näyttää suosivan mm. fosfaattasiensyymien tuotantoa maassa, jolloin maan omien fosforivarojen hyväksikäyttö voi parantua. Sveitsissä DOK-kokeessa fosfataasiaktiivisuus oli kompostoitua lantaa käytettäessä kaksi ja puolikertainen ja kompostoimatonta lantaa käytettäessä puolitoistakertainen väkilannoitukseen verrattuna.

HYGIENIA

Riski lannan mukana peltoon leviävistä taudinaiheuttajista, kuten esim. *Salmonella*, *Ehec*, *Listeria* ja *Yersinia*, on yleensä pieni, mutta tautien leviämisvaarasta maasta saaton ja edelleen eläimiin ja ihmisiin on syytä olla tietoinen. Riskialteimpia tuotteita ovat tuoreena syötävät vihannekset ja marjat sekä myös säilörehu. Jos lantaa ei ole hygienisoitu esim. kompostoimalla, voivat tarttuvien tautien aiheuttajat levitä saastuneen ruuan mukana ihmiseen, aiheuttaa ongelmia tuotteiden jatkojalostuksessa tai heikentää säilörehun laatua. Erityisesti tuorevihanneksia viljeltäessä tuotteiden laadun tulee olla hyvä myös mikrobiologisen laadun osalta.

Kompostoimalla lanta huolella voidaan taudinaiheuttajat hävittää lannasta. Hygienisoitumista varmistaa, kun kompostia käännettäessä pintakerros sekoitetaan keskelle. Useimmat taudinaiheuttajat tuhoutuvat 55–60 °C asteen lämpötilassa noin 10 vuorokauden kuluessa. Alemmissä lämpötiloissa tarvitaan pitempi käsittelyaika (lämpötila x kosteus x aika).

Lietelannan ilmastuksessa useimpien taudinaiheuttajien hävittämiseksi riittää usein jo 25–30 °C asteen lämpötila 3–5 viikon ajan. Tällöin ilmastussäiliöön ei saa tulla uutta lietelantaa. Alempi lämpötila vaatii pitemmän ajan. Esimerkiksi salmonellan leviäminen tilalla voidaan katkaista melko hyvin lietelannan ilmastuksella. Sen sijaan voihippoa tuottavat *Clostridium*-bakteerit vähenevät huomattavasti hitaammin. Myös biokaasutus hygienisoi lantaa.

Kompostin käyttö voi helpottaa myös *kasvitautien hallintaa*. Varsinkin satojätteissä tautien leviäminen voi

TOIMENPITEITÄ RISKIEN MINIMOIMISEKSI LANNAN KÄSITTELYSSÄ JA KÄYTÖSSÄ

- Tunne levittämäsi lannan laatu – erityisesti ostolannan laatu.
- Kompostoi lanta huolellisesti.
- Seuraa kompostoitumisen etenemistä lämpötilaa ja lahoamisen etenemistä seuraamalla.
- Kääntäminen parantaa kompostin hygieniää
- Kääntämisen yhteydessä varmista, että pintakerros sekoittuu keskelle.
- Ole varovainen lannoituksessa nopeasti kasvavien, suoraan maakosketukseen tulevien vihannesten kuten salaatin suhteen.
- Ole varovainen kasvukauden aikaisen lisälannoituksen osalta
- Varmista koneiden riittävä hygienia. Pese koneet tarvittaessa lannan ajan jälkeen.
- Työjärjestykseksi puhtaammasta likaisempaan.

kompostoimalla vähentyä merkittävästi. Tällaisia ovat esim. viljojen lehtilaikkutaudit. Tautien häviämisen edellytyksenä on mm., että lämpötila nousee riittävästi ja kompostin ulkoreunat käännetään keskelle. Kompostin käyttö voi myös vähentää kasvualustasta leviävien, maalevintäisten kasvitautien esiintymistä, esimerkiksi taimipoltetta.

4.4.2.2 KOMPOSTOINNIN TOTEUTUS

Kompostissa tulee vallita sopivat fysikaaliset, kemialliset ja biologiset olosuhteet, jotta päästään toivottuun lopputulokseen. Tärkeimpiä tekijöitä ovat sopivat raaka-ainesuhteet ja kosteus, riittävä hapen saanti, riittävä lämpötila ja sopiva happamuus. Lisäksi tarvitaan sopiva hajottajaeliöstö. Olosuhteiden tulisi myös pysyä sopivina riittävän pitkään.

MITEN KOMPOSTI TEHDÄÄN?

Kompostin raaka-aineiden käyttöominaisuudet määräytyvät viiden näkökohdan perusteella: ravinteisuus, kosteus, lahoamistaipumus ja rakenteen pysyvyys sekä epäsuotuisien aineiden pitoisuus. Erilaisia raaka-aineita yhdistelemällä tulee koota lahoamiselle sopivat olosuhteet.

SOPIVAT RAAKA-AINESUHTEET

Kompostoitavat eloperäiset aineet voidaan jakaa ravinteisuuden perusteella kahteen pääryhmään: hiilipitoisiin ja typpipitoisiin aineisiin. Kompostin varsinaiset valmistajat – pieneliöt – tarvitsevat kummankin ryhmän aineksia sopivassa suhteessa, jotta ne voivat valmistaa eloperäisten aineksien seoksesta hyvää kompostia. Tätä suhdetta nimitetään hiili-typpi -suhteeksi (C:N-suhde). Komposti tulee koostaa eri raaka-aineista siten, että komposti on riittävän hiilivoittoinen eli hiilen ja typen suhde on noin 25–35:1. Typpeä seoksessa on tällöin noin 1,6–2,0 % kuiva-ainesta.

Koska niukasti kuivitetussa naudan lannassa hiili-typpisuhde on noin 20:1 ja oljissa noin 60–100:1, tarvitaan kuivikkeeksi virtsasäiliömenetelmässä esim. lehmää kohti olkia yhteensä noin 5–6 kg päivässä sopivan suhteen saavuttamiseksi.

Karjanlanta vaatii typpipitoisena aineena runsaasti kuivikkeita, jotta typpitappiot pysyvät kohtuullisina. Oikein toteutettuna kompostoinnin typpihävikit jäävät vähäisiksi. Epäedullisissa oloissa lannan typestä jopa puolet

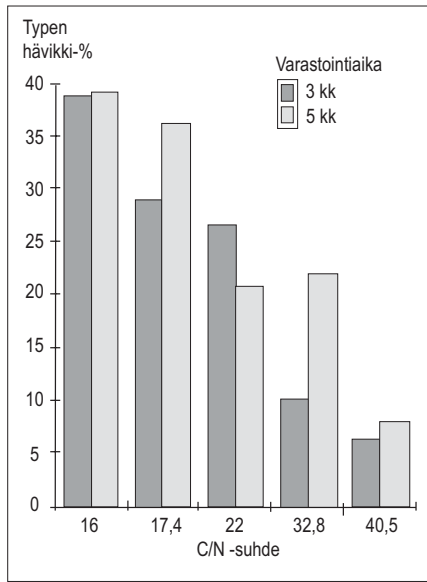
Onnistuneen kompostoinnin edellytyksiä

- Sopivat raaka-ainesuhteet.
- Sopiva ilmavuus ja rakenteen pysyvyys.
- Sopiva kosteus.
- Sopiva materiaalin karkeus.
- Sopiva pieneliöstö.
- Sopiva pH.
- Sopiva lähtölämpötila ja prosessinaikainen lämpötila.
- Sopiva kompostin koko ja paikka.
- Sopiva kompostin peittäminen.
- Riittävä seuranta.
- Sopivat säätelytoimet tarvittaessa.

KOMPOSTIN RAAKA-AINEITA JA KUIVIKKEITA TYPPIPITOISUUDEN MUKAAN RYHMITELTYINÄ

	(N-% kuiva-ainesta)
Alhainen typpipitoisuus (kuivikkeet)	alle 1 %
puru, lastu	500:1
hake	100–150:1
olki	60–100:1
turve	50–100:1
Sopiva typpipitoisuus	(N-% 1–2 %)
kuivitettu hevosenlanta	25:1
vanha heinä	25–30:1
naudan lanta (runsas kuivike)	30:1
Korkea typpipitoisuus (vaativat kuivitusta)	(N-% yli 2 %)
virtsa	0,8:1
naudan lanta (niukka kuivike)	20:1
kanan lanta	10:1
tuore ruoho	12:1
nuori komposti	15:1
kypsä komposti	10:1

**LANNAN C/N-SUHTEEN VAIKUTUS
TYPPIHÄVIKKIIN**



Kirchmann 1986

Kompostin ilmanvaihtoon vaikuttavia tekijöitä

- hienojakoisen ja karkean aineksen suhde
- kompostin kosteus
- kompostin koko
- kompostin rakenne

voi haihtua kompostoinnissa. Viereinen kuva havainnollistaa hiili-typin -suhteen merkitystä typen säilymiselle.

Raaka-aineiden lahoamistaipumus vaikuttaa lähinnä kompostoitumisen nopeuteen. Runsaasti sokereita, hemiselluloosaa, selluloosaa sekä vähän ligniiniä (puuainetta) sisältävät ainekset lahoavat helposti (ruoho, vihannesjäte, lanta). Sitä vastoin runsaasti ligniiniä sisältävät ainekset lahoavat hitaasti (puuperäiset ainekset kuten hake, puun kuori sekä olki).

AINESTEN SEKOITUS JA HIENONTAMINEN

Eri ainekset on kompostissa sekoitettava kunnollisesti. Tehokkaimmin aineiden sekoittuminen tapahtuu koneellisesti käyttämällä apuna lannanlevityskelalla varustettua yleisperävaunua. Lantapaakut tulisi saada hajoamaan alle 3 cm:n paakuiksi, jotta maatumisen tapahtuisi tasaisesti.

ILMAVUUS

Hapen saannin turvaamiseksi kompostiin on järjestettävä riittävä ilmanvaihto. Kiihvimman hajoamisvaiheen aikana noin 2–5 viikon ajan ilmaa tarvitaan vähintään 1 m³ kompostitonnaa kohti tunnissa.

Kuivikkeeton tai vähän kuiviketta sisältävä eläinten lanta ja tuore ruoho sekä ruokajätteet ja käymäläjätteet ovat liian tiiviitä yksinään kompostoitaviksi. Tällaiseen märkään ja tiiviiseen ainekseen on sekoitettava riittävästi karkeaa, kuohkeaa ja ilmavaa ainesta kuten olkia, kuorta, haketta tai karkeaa turvetta. Myös ruokamulta ja vanha komposti parantavat kompostin rakennetta. Karkean aineksen osuuden tulisi olla noin 50–75 % kompostin tilavuudesta.

Ilmanvaihtoa kompostissa parantaa pohjalle levitetty kerros karkeaa ainesta kuten olkia tai haketta. 15 cm:n kerros kuivaa ja karkeaa turvetta pidättää kompostista mahdollisesti valuvan nesteiden ravinteet. Erityisen tarpeellinen imukykyinen alusta on läpäisevillä maalajeilla. Savimaat pidättävät yleensä ravinteita hyvin, mikäli kompostin paikkaa vaihdellaan vuosittain. Isojen kompostien ilmavuutta voidaan parantaa asettamalla niiden sisään ilmankulkua helpottavia kanavia esim. salaojaputkia.

Ilmanvaihdon sopivan määrän voi päätellä kompostointituloksesta. Mikäli komposti pyrkii kuivumaan, on syynä yleensä liian suuri ilmanvaihto. Tällöin kompostia on tiivistettävä tai kasteltava. Jos ilmanvaihto kompostissa on heikkoa, muuttuu lahoaminen mätänemiseksi. Tällöin komposti ei lämpene ja pöyhittäessä se haisee

pahalta. Tällainen komposti on käännettävä ja samalla siihen lisätään karkeaa ainetta.

KOSTEUS

Kompostin pieneliöt tarvitsevat elääkseen ja toimiakseen vettä. Komposti toimii hyvin, jos siinä on vettä 55–70 % tuorepainosta. Kuiva komposti ei toimi. Märkä komposti kärsii hapen puutetta ja siitä saattaa huuhtoutua ravinteita hukkaan. Karkeaa ainetta kuten puun kuorta, haketta ja olkia sisältävä komposti saa olla hyvinkin märkä. Sen sijaan hienojakoinen lanta, tuore ruoho ja hieno turve painuvat märkinä helposti liian tiiviiksi, ilmattomaksi massaksi.

Komposti on yleensä sopivan kosteaa silloin, kun siitä voimakkaasti nyrkissä puristettaessa irtoaa pari tippaa vettä. Kuivat ainekset on kompostin teon yhteydessä kasteltava, mieluiten hienojakoisella vesisuihkulla. Kompostoitavan aineksen veden varastoimiskyvyn tulisi olla riittävän suuri. Esimerkiksi olkivaltainen komposti saadaan py-symään tasaisen kosteana lisäämällä siihen turvetta tai multaa.

Syksyllä ja talvella komposti helposti kastuu liikaa. Sen estämiseksi kompostin yläpinta muotoillaan kuiperaksi ja se peitetään lämpövaiheen jälkeen mieluiten vedenpitävällä katteella.

LÄMPÖTILA

Kompostoituminen on nopeinta, kun lämpötila on 35–50 °C asteen välillä. Lanta- ja kasvinjätekompostin lämpötilaksi tämä on sopiva. Hygienenisyysyistä voi olla tarpeen käyttää korkeampaa lämpötilaa, esimerkiksi käymäläjätekomposteissa lämpötila tulisi saada nousemaan yli 60 °C.

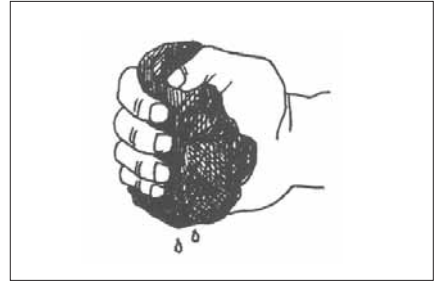
Kompostia valmistettaessa raaka-aineiden *alkulämpötilan* tulisi olla yli 5 °C, jotta kompostoituminen käynnistyisi. Kylmänä vuodenaikana kompostia voi olla tarpeen lämmittää sen ”sytyttämiseksi” esimerkiksi kuumalla lannalla.

Voimakkaasti lämpenevä komposti kuivuu helposti liikaa. Tällöin ravinnehäviöt kasvavat. Peittäminen, tiivistäminen ja kastelu estävät ”ylikuumenemista” ja kuivumista.

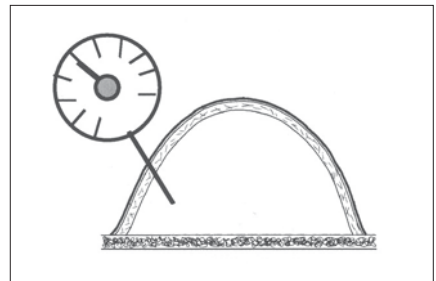
PIENELIÖT

Pieneliöt suorittavat varsinaisen kompostin valmistamisen. Viljelijä luo niiden työlle sopivat olosuhteet kasamalla kompostin. Raaka-aineet itsessään sisältävät yleensä

KOMPOSTIN "KOSTEUSTESTI"



KOMPOSTIN LÄMPÖTILAN SEURANTA

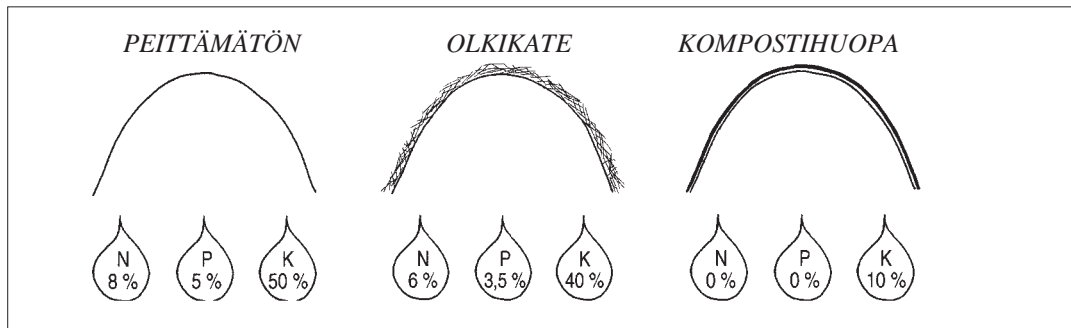


sä riittävästi pieneliöitä. Pieneliöstön lisäys saattaa nopeuttaa kompostoitumista silloin, kun komposti on koostumukseltaan yksipuolinen esim. lietelanta turpeeseen imeytettynä. Mikäli kompostoinnissa halutaan käyttää apuna lieroja, on kompostiin yleensä välttämätöntä lisätä vanhaa, tunkiolieroja ja niiden poikasia runsaasti sisältävää kompostia.

PEITTÄMINEN

Valmiiksi rakennettu komposti peitetään esimerkiksi noin 5–10 cm:n kerroksella multaa, turvetta tai noin 15–20 cm:n kerroksella olkia. Lämpövaiheen jälkeen muovilla tai muulla sateen pitävällä katteella peittäminen on varsin suositeltavaa. Erityinen kompostihuopa estää sadeveden pääsyn kompostiin mutta sallii kaasujen vaihdon, vähentää lämmön haihtumista (talvikompostointi!). Se on myös muovia ja kuormapeitteitä helpompi kiinnittää. Se kestää useita vuosia.

PEITTÄMISEN VAIKUTUS RAVINTEIDEN HUUHTOUTUMISEEN KOMPOSTISTA



Leinonen ja Roinila 1995

PEITTÄMISEN ETUJA

- komposti säilyttää paremmin lämpönsä ja kosteutensa, eikä kastu sateella liiaksi
- lahoaminen tapahtuu tasaisesti pintaan asti
- ravinnehävikit pienenevät
- rikkakasvien kasvu kompostin pinnalla estyy

Kompostointi maatilalla

1. **Käytä kuivikkeita runsaasti**, virtsasäiliömenetelmässä 5 – 6 kg/ny/pv ja/tai lisää niitä kompostiin tekovaiheessa; olkea, turvetta, mutaa
 - naudan, hevosen, lampaan lanta
lanta:olki (irto): turve = 1:1:0,5 (tilavuudesta)
 - naudan/sian lietelanta
liete:olki: turve = 1:1:1,0 – 1,5
 - kuivikekananlanta kuivikkeeton kananlanta
lanta:olki: turve = 1:1:1,5 – 2,0 = 1:1:2,5 – 3,0
2. **Lisää** naudan, lampaan ja hevosen lantaan apatiittia 0,2 – 0,4 kg/ny/pv/ eli 5 – 20 kg/m³, mikäli pellot tarvitsevat fosforitäydennystä.
3. **Levitä** kompostin pohjalle 15 cm:n kerros turvetta ravinteiden talteen ottamiseksi maapohjakompostoinnissa.

4. **Kuormaa** lanta ja lisäaineet lantalasta lannanlevittimeen ja **pura kuorma kompostiksi** lannanlevitintä paikallaan käyttäen rikkakasvittomalle, tiivispohjaiselle maalle.
5. **Kompostiauman koko:** leveys 1,5 – 3,0 m
korkeus 1,2 – 1,5 m
pituus 10 – 50 m
6. **Peitä** turpeella, mudalla noin 5–10 cm tai oljilla noin 15–20 cm tai hengittävällä peitteellä tai (lämpövaiheen jälkeen) muovilla, kuormapeitteellä tai kompostihuovalla (ilmanvaihto turvattava).
7. **Seuraa lämpötilaa** ja lahoamisen etenemistä
 - raaka-aineiden lämpötilan tulisi olla alussa yli 5–10 °C, jotta lämpeneminen lähtee käyntiin
 - noin viikon kuluttua lämpötilan tulisi olla 35–45 °C
 - jos yli 55 °C, niin tiivistä (tai kastele)
 - merkitse havainnot muistiin.
8. **Komposti ei saa kuivua**
 - seuraa kuivumista lämpövaiheessa; kastele tai tiivistä tarvittaessa
9. Jos **kääntö** tarpeen, niin käännä komposti vasta sen jäähtyneen alle 30 °C:een; noin 1–2 kk kuluttua kompostin teosta.
10. **Suojaa komposti sateelta** (= liialliselta kastumiselta) ja estä näin ravinnevalumat
 - hengittävä kompostipeite käyttökelpoisiin
 - musta muovi tai pressu käy myös katteeksi, mikäli kompostin riittävä hapen saanti turvataan.

PAIKKA

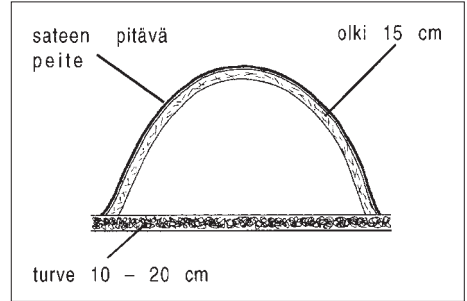
Koneellisesti kompostoitaessa maapohjan on kestävä runsasta ajoa, joten kompostin tulee sijaita riittävän kuivalla paikalla. Maatiloilla komposti sijoitetaan joko erityiselle kompostointipaikalle tai sille peltolohkelle, jonne se levitetään. Komposti on syytä sijoittaa viettävän lohkon yläosaan. Tasaisilla lohkoilla se voidaan sijoittaa myös keskelle lohkoa. Sijoittelussa tulee ottaa huomioon vesistöjen ja pohjavesien suojelu sekä levityksen joutuisa sujuminen.

Kompostipaikalla ei saisi olla kestorikkakasveja. Esim. juolavehna, valvatti, ohdake ja nokkonen valtaavat helposti kompostin.

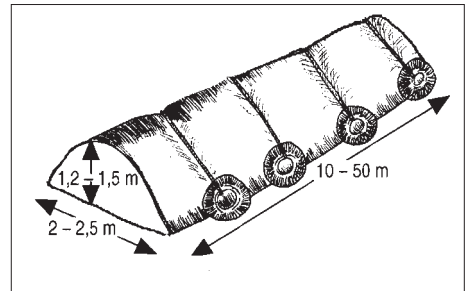
KOMPOSTOINNIN TARKKAILU

Kompostin teon jälkeen sitä on syytä tarkkailla parin päivän välein. Kompostista seurataan lämpötilaa, kosteutta ja maatumista. Lämpötilan nousua seurataan mieluiten lämpömittarilla, muita aistinvaraisesti.

KOMPOSTIN POIKKILEIKKAUS



KOMPOSTIN PEITTÄMINEN



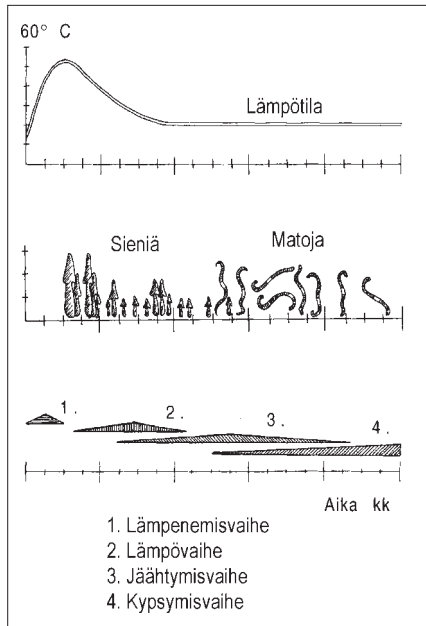
SÄÄDÖKSIÄ KOMPOSTIN PAIKASTA

- Ei tulvavaaran alaiseen paikkaan
- Ei pohjavesialueelle
- Ei poikittain rinteeseen
- Ei valtaojan varteen eikä kaivon lähelle

SOPIVA KOMPOSTIN PAIKKA ON

- Riittävän kantava (kestää raskaan liikenteen ja kuormauksen)
- Kestorikkakasveja vapaa
- Kivetön
- Lohkon yläosassa tai isolla lohkolla keskellä
- Rinteen viettosuuntainen
- Riittävän kaukana ojista, vesistöistä ja kaivoista

KOMPOSTOINNIN VAIHEET



Kompostoituminen etenee vaiheittain. Lahoaminen lähtee käyntiin aumassa yleensä läheltä pintaa ja etenee kohti auman keskiosia. Kompostin eri osissa maatumisen voi olla hyvinkin eri vaiheissa. Lämpötilan nousu ja värimuutokset kertovat maatumisen etenemisestä.

1. Viikon kuluessa kompostin kasaamisen jälkeen lämpötila lähtee nousemaan hajottajaeliöstön ryhtyessä työhönsä.
2. Lämpövaiheen aikana pääasiassa bakteerit käyttävät helppoliukoista hiiliravintoa ja valkuaisaineiden tyyppi vapautuu ammoniakkinä. Typen haihtumisen vaara on suurimmillaan. Komposti ei saa päästä kuivumaan.
3. Jäähtymisvaiheessa sienikasvusto valtaa kompostin ja ryhtyy hajottamaan ligniiniä ja muita vaikealiukoisia yhdisteitä. Typpi on sitoutuneena eloperäiseen ainekseen.
4. Kypsymisvaiheessa tunkiolierot ja muut pieneläimet sekä bakteerit suorittavat pääosan kompostointityöstä. Samalla eloperäistä tyyppiä muuttuu (mineralisoi-tuu) nitraatiksi. Tällöin huuhtoutumisvaara on suuri.

**KUN JOKIN MENEÄ PIELEEN –
KORJAUSTOIMENPITEITÄ**

Mikäli komposti ei toimi kunnolla, tähän voi olla monia syitä. Seuraava taulukko auttaa selvittämään toimimattomuuden syitä:

Kompostin tila	Syy	Toimenpiteet
<i>liian kuiva</i> lahoaminen pysähtynyt, harmaata sienirihmasto	<ul style="list-style-type: none"> • liiallinen kuumeneminen, vesi haihtunut, pieneliötoiminta pysähtynyt 	<ul style="list-style-type: none"> • kääntö ja kastelu, mahdollisesti tuoreen aineksen lisääminen
<i>liian märkä</i> mätänemisen hajua vihertävän musta väri	<ul style="list-style-type: none"> • pitkä sadekausi, liian vähän karkeita ja paljon vetisiä raaka-aineita, hapen puute 	<ul style="list-style-type: none"> • kääntö ja kuivan, karkean aineksen sekoittaminen (hake, olki, multa)
<i>lahoaminen pysähtynyt</i> mädäntyneen hajua	<ul style="list-style-type: none"> • liian paljon puumaisia aineksia, • useimmiten liian tiivis, liian paljon typpipitoisia, tuoreita aineksia 	<ul style="list-style-type: none"> • kääntö, typpipitoisten aineiden lisäys (lanta, ruokajäte) • kääntö, muuten yleensä menetellään kuten "liian märkä/hapen puute" -kohdassa

KOMPOSTIN KÄÄNTÄMINEN

Mikäli ainesuhteet kompostissa ovat sopivat ja se on koneellisesti riittävästi hienonnettu ja huolella sekoitettu, lahoaa tavallinen maatilakomposti yleensä 2–6 kuukaudessa melko tasaisesti ja riittävästi. Mikäli kääntötarvetta on, se suoritetaan lämpövaiheen mentyä ohi (lämpö alle 30 °C). Normaalisti peltoviljelyssä riittää kompostin huolellinen valmistaminen. Puutarhaviljelyssä komposti on yleensä tarpeen kääntää 1–2 kertaa kypsymisen edistämiseksi ja riittävän tasalaatuisuuden varmistamiseksi. Erityistä hygieniää vaativat kompostit kuten esim. käymäläjätekompostit on syytä kääntää 3–5 kertaa, lämpimänä vuodenaikana noin kuukauden välein.

4.4.2.3 KOMPOSTOINNIN TYÖTEKNIikka

Aumakompostia valmistettaessa lannan kuormaukseen voidaan käyttää etu- ja takakuormaimia ja erilaisia kourakuormaimia sekä kaivinkoneita. Paikallaan seisovat kuormaimet ovat yleensä käyttökelpoisempia pehmeillä pellolla. Takakuormaaja on kevyempi ja maastokelpoisempi sekä tiivistää maata pellolla kuormatessa etukuormaajaa vähemmän, mikäli traktori on varustettu paripyörin.

Lannanlevitiinkelalla varustettu yleisperävaunu sopii hyvin kompostiauman valmistukseen. Vaunun pohjalle levitetään ensin olkia ja sen päälle lanta ja viimeksi lisäaineet, kuten apatiitti, multa jne. Kun vaunun annetaan purkaa kuorma paikallaan seisten, muodostuu sopivan kokoinen ja muotoinen kompostiauma. Kaikki ainekset sekoittuvat hyvin keskenään ja paakut hajoavat sekä aumasta tulee ilmava. Vaunua siirretään eteenpäin metri kerrallaan.

Keski-Euroopassa ovat yleistyneet kevyet traktori-käyttöiset *kompostin kääntökoneet*. Kone sopii hyvin esim. rahtikoneeksi.

Komposti voidaan valmistaa myös vaakatasossa pyörivässä, lämpöeristetyssä *kompostirummussa*. Raaka-aineet ja kuivikkeet syötetään sisään rummun toisesta päästä ja noin viikon viipymän jälkeen puolivalmis komposti tulee ulos rummun toisesta päästä. Kompostia käännetään useampia kertoja vuorokaudessa pyörittämällä rumpua hieman. Täyttö ja purku tapahtuvat kuljettimien avulla. Rummun jälkeen tarvitaan vielä 1–3 kk jälkikypsytysoaumoissa.

ERI KOMPOSTOINTIVAIHTOEHTOJEN VERTAILUA

Aumakompostointi

- +
 - yksinkertainen tekniikka
 - pienet investoinnit
 - joustava
- - prosessin säätely vaikeahkoa
 - tasalaatuisuus vaatii useampia kääntöjä
 - raaka-aineet usein varastoitu pitkiä aikoja – varastotappioita
 - sääriippuvuus ulkokompostoinnissa
 - peittäminen työstä
 - kuiviketarve suurehko

Rumpukompostointi

- +
 - kompostin valmistus jatkuvaa – tuoreesta lannasta
 - kompostointiprosessi tarkasti säädeltävissä – kääntö 2-6 kert/vrk
 - mahdollisuus pieniin typpihävikkeihin – biosuodatin
 - tuote laadukasta ja tasalaatuista
 - sopii hyvin vaatimaan (puutarha)viljelyyn
 - sopii vaativan jätehuollon menetelmäksi
 - komposti myyntikelpoista
 - tilantarve pienempi
- - "high tech"-ratkaisu – monimutkainen tekniikka – varauduttava huoltotoihin
 - kallis investointi – rumpu, kuljettimet, automatiikka, lämpöeristetty rakennus, jälkikypsytystilat
 - jälkikypsytyksen tarpeen – erillisessä (katetussa) tiivispohjaisessa tilassa.



Lannan kompostointi vaatii maatilalla lisätyötä. Tarvittava lisätyön tarve tavanomaiseen lannankäsittelyyn verrattuna riippuu oleellisesti tilan olosuhteista. Keskimääräinen lisätyön tarve on noin 2 tuntia/ey. Toisaalta valmiina pelolla sijaitseva kompostiauma vähentää työn tarvetta keväisten kylvökiireiden aikana. Levitettävää lantaa voi olla vähemmän ja siirtoajo levitysvaiheessa jää pois. Kun kompostia tehdään muutama kerta vuoden mittaan, voi lantala olla jonkin verran tavanomaista pienempi.

KOMPOSTOINNIN JA LANTALASTA TAPAHTUVAN LANNAN SUORAN LEVITYKSEN VERTAILUA

Kompostointi peltoaomoihin

- +
 - siirtoajo voidaan tehdä kiireettömänä aikana
 - siirtoajossa voidaan käyttää isoja kuormia
 - peltoteiden vaatimattomampikin kunto riittää
 - levitysjankoha optimoitavissa paremmin
 - levitystyö sujuu nopeammin, mikäli kompostit on sijoitettu peltolohkoille tyhjänä ajo minimoiden
 - levitys kevyellä kalustolla pienin kuormin
 - voidaan käyttää levikepyöriä ja alhaisia rengaspaineita
 - maan tiivistymisriski pienin
 - pienempi lantala voi riittää
- - tarvitaan ylimääräinen purku ja kuorma
 - kuiviketarve suurempi
 - lisätyötä lisäkuivikkeista, valumien estämisestä ja peittämisestä.

Kuivikelanta suoraan lantalasta peltoon

- +
 - vältetään toinen purku ja kuorma
 - kuiviketarve pienempi
 - ei kompostin perustamiskuluja eikä kattamistyötä
- - kuljetus- ja levitystyö kiireisenä kylvöaikana kärjistää työhuippuja
 - levitys optimaikaan vaikeaa - levitys siirtyy optimaajan ulkopuolelle
 - kalusto ja kuormakoko helposti liian suuria - maan tiivistymisriski suuri
 - teiden oltava erittäin hyvässä kunnossa, jotta suuri ajonopeus mahdollinen kuljetuksissa
 - sopii lähinnä vain lähellä lantalaa oleville lohkoille.

Kompostiaumojen sijoittelu sopivin etäisyyksin eri peltohoikoille nopeuttaa oleellisesti levitystyötä. Mikäli tyhjänä ajomatka on vähäinen, voidaan yleisperävaunulla levittää noin 8–10 kuormaa tunnissa.

Levitys on syytä tehdä maan tiivistymien vähentämiseksi kevyellä kalustolla vasta maan kuivuttua riittävästi ja käyttäen isoja renkaita, levikepyöriä ja alhaisia renaspaineita.

4.4.3 VIRTSA

Kotieläinten ulosteiden tyyppistä noin 60 % ja kaliumista noin 70–80 % erittyy virtsaan. Kaikki fosfori erittyy sontoon, joten virtsa on nopeavaikutteinen typpi- ja kaliumlannoite. Virtsa on sopivaa viljojen ja nurmien täydennyslannoitteeksi. Virtsan käsittelyn haasteena on tuoreen virtsan kasvustoa polttava sekä nurmirehun maittavuutta heikentävä vaikutus. Näistä syistä virtsa voidaan esim. seisottaa (ilman tuoreen virtsan lisäystä) pari kuukautta tai kevyesti ilmastaa ennen levitystä. Seisotusta ja myös ilmastusta varten tarvitaan kaksi erillistä säiliötä.

Laimentamaton virtsa on yleensä liian vahvaa sinälään levitettäväksi. Levitys sadesäällä, illalla tai vedellä laimentaminen (miehellään vähintään 1:1–1:3) vähentävät polttovaikutusta ja levityksen jälkeisiä typpitappioita.

4.4.4 LIETELANNAN LAADUN PARANTAMINEN

Lietelanta on sonnan, virtsan ja veden nestemäinen seos. Usein siinä on myös vähäisiä määriä kuivikkeita ja rehun jäänteitä.

4.4.4.1 LIETELANTAMENETELMÄN HAASTEITA

Lietelantaa levitetään liian usein ainoastaan nurmen perustamisvaiheessa, rehuviljalohkoille ja syksyllä sängelle. Lietelannan käytön merkittävä haaste on lietelannan levitys kasvavaan kasvustoon. Lannan hoito, sen ravinteiden analysointi sekä tarkka lannan käyttösuunnitelma auttavat ravinteiden tehokkaaseen kierrätykseen tilan sisällä tai tilojen välillä. Luomutiloilla ja hyvin hoidetuilla tavanomaisilla tiloilla lietelanta levitetään etupäässä alku- ja keskikesällä. Tämä levityskäytäntö yhdessä kor-

Lietelannan haasteita

- Sopiva levitysaika
- Kohtuullinen käyttömäärä
- Sopiva jatkokäsittely
- Ravinnehävikkien minimointi
- Maan tiivistymisen ehkäiseminen levityksessä
- Sopiva tekniikka



keintaan 1,5 eläinyksikön maksimieläintiheyden kanssa vaikuttaa suotuisasti ravinnepestöjen vähentämiseen.

Viljoille lietalanta tulisi levittää mieluiten kylvön jälkeen oraslevityksenä tai esimerkiksi kylvön yhteydessä (kylvölannoitus). Nurmille sopii levitys alkukesällä ja ensimmäisen niiton jälkeen. Nurmilohkoille lietalantaa levitetään tarpeen mukaan ”täsmälannoituksena” eli vasta silloin kun apila on hävinnyt joltain lohkolta.

Käsittlemättömän lietalannan ongelmia

- Lietalanta joudutaan huonon laatunsa takia levittämään usein ”väkisin” liian pienelle alalle ja/tai väärään aikaan (liukoisten ravinteiden hävikki syyslevityksessä jopa 80 %)
- Lietteiden lima-aineet tukkivat maan ilmahuokosia, jolloin maan hengitys heikkenee ja maan rakenne kärsii.
- Lietteiden sisältämät haitalliset yhdisteet (esim. rikkivety ja klooripesuaineet) haittaavat maan pieneliöitä sekä viljelykasveja (”polttovioituksia”).
- Lietalannan rikkivety on myrkyllistä ihmisille, eläimille, kasvien juurille ja pieneliöille. Lietalannan rikkivety on ihmisille yhtä tappava kuin häikä:
 - yli 150 ppm: keskushermoston lamaantuminen, keuhkopöhö
 - yli 350 ppm: tajuttomuus ja kuolema (15 min–1 h)
 - yli 1000 ppm: välitön kuolema
 (varovaisuus tarpeen lietesäiliön läheisyydessä etenkin sekoitusvaiheessa).
- Hajuhaitat.
- Sisältää itämiskykyisiä rikkakasvien siemeniä (naudanliete).
- Sadon laatu usein heikko (nitraattipitoisuus, maittavuus, hygienia).
- Kasvuston tuleentuminen viivästyy, kun annokset ovat suuria.
- Soveltuvuus nurmelle levitykseen huono arveluttavan hygienian vuoksi. Liete tahraa helposti kasvustoa.
- Levityksen jälkeen bakteerit ja virukset leijuvat lähiympäristön ilmassa useita päiviä.

JATKOKÄSITTELYN VAIHTOEHTOJA

Suomessa kuivikelannan ja lietalannan kompostointi (ilmastus) oli pitkään kaikkien tuotantoehtojen edellyttämä toimenpide luomutuotannossa. Kun se muuttui vähimmäisvaatimuksissa osin kompostointisuositukseksi (ta-

vanomaisesta tuotannosta peräisin oleva lietelanta on kompostoitava/ilmastettava), on syytä korostaa, että kompostointiin liittyy monia edullisia ominaisuuksia. *Listeria*, *Salmonella*, *Ehec* ja monet muut taudinaiheuttajat vähenevät kompostointiprosessin aikana. Myös rikkakasvien siemenet voidaan hävittää ilmastamalla. Lannan jatkokäsittely on lannan hoitoa, johon liittyy kuitenkin myös haasteita (esim. ammoniakkipäästöt, energian kulutus, lisätyö).

Lietelannan eri käsittelymenetelmien eroja havainnollistetaan seuraavassa.

Lietelannan jatkokäsittelyn vaihtoehtoja

- Ilmastus
- Imeytys turpeeseen
- Laimennus vedellä
- Separointi
- Biokaasutus

LIETELANNAN ERI KÄSITTELYMENETELMIEN VAHVUUKSIA JA HEIKKOUKSIA LANNAN KÄSITTELYN TAVOITTEIDEN SUHTEEN

	Käsitlemätön liete	Ilmastettu liete	Laimennettu liete	Separoitu liete
Hajuhaitta	—	++	-	—
Hygienia	—	++	—	—
Kasvien laatu	—	++	—	-
Rikkakasvien hallinta	—	++	—	—
Lannoitusarvo	+	++	++	++
Maan biologinen toiminta	—	++	-	-
Ravinnehävikit	++	+	++	++
Investointikustannukset	++	-	-	-
Työtekniikka	++	-	-	-
Apuenergian tarve	++	—	-	-

(++ = toivottava, hyvä ominaisuus ja sen voimakkuus, — = haitallinen, ei-toivottava ominaisuus)

Käsitlemättömän lietelannan vahvuuksia ovat vähäiset investointikustannukset, vähätöisyys ja vähäinen ulkopuolisten panosten tarve sekä vähäiset ravinnehävikit varastoinnissa ja käsittelyssä. *Ilmastuksen* vahvuuksia ovat hajuhaitan poistuminen, hygienian paraneminen, sadon hyvä laatu, rikkakasvien hallinnan helpottuminen ja maan biologisen toiminnan edullisuus. Myrkyttömyys pieneliöille ja juurikarvoille mahdollistaa sekä lannan että maan omien ravinteiden paremman hyväksikäytön. Ilmastuksella luomutuote voidaan erilaistaa kilpailevista tuotteista ja se voi on eduksi tuotteiden markkinoinnissa.

Lietelannan *laimentamisen* vahvuuksia ovat ennen kaikkea ravinnehävikien pieneminen levityksessä, myrkyllisyyden väheneminen juurikarvoille ja pieneliöille sekä lannoitusarvon paraneminen. Haittapuolina on

suuri veden tarve, levitettävän määrän ja levityskustannusten lisääntyminen. Vaihtoehtoisesti veden lisääminen sumuttamalla levitetyn lietteen päälle säästää vettä ja vähentää myös typen haihtumista, mutta ei poista myrkyllisyyttä juurille ja pieneliöille.

Separoinnilla saadaan kahdenlaista lannoitetta. Neste muistuttaa ominaisuuksiltaan virtsaa ja kiinteä osa kuivikelantaa, joka voidaan edelleen kompostoida. Separoinnin konekustannuksia voidaan alentaa käyttämällä siirrettävää kalustoa, jolloin samaa kalustoa voidaan käyttää useammalla tilalla.

4.4.4.2 LIETELANNAN ILMASTUS

Lietelannan *ilmastus eli nestekompostointi* tarkoittaa ilman sekoittamista lietteeseen, jolloin mätäneminen muuttuu lahoamiseksi. Samalla lannan lämpötila nousee ja sen käyttöominaisuudet paranevat.

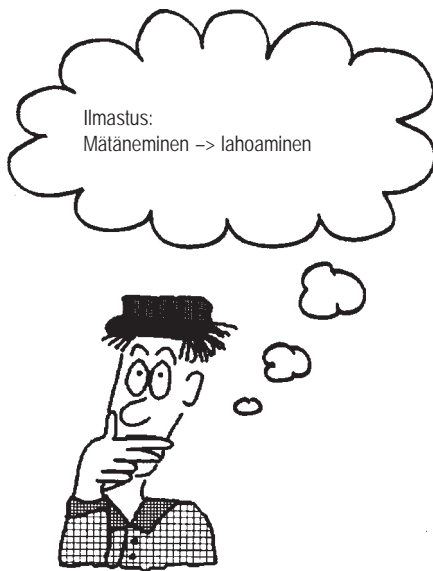
ILMASTETUN LIETELANNAN ETUJA

Ilmastettu liete muuttuu juoksevammaksi ja se imeytyy paremmin maahan. Tällöin on mahdollista jakaa liete laajemmalle alalle ja levittää myös kasvavaan kasvuun. Ilmastuksessa lietteen hajuhaitta vähenee (ilmastettu liete on lähes hajutonta) ja myrkykaasut häviävät valtaosin, jolloin liete on turvallista ihmisille, eläimille, kasveille ja maan pieneliötoiminnalle sekä edullisempi maaperän viljavuudelle. Ilmastettua lietelantaa käytettäessä rikkakasvien siemenet ja useat patogeenit tuhoutuvat (paitsi Klostridi-itiöt) ja rehujen maittavuusongelmat vähenevät. Ilmastuksessa lannan tahraavuus vähenee sekä tilavuus pienenee, joten se sopii normaalille levityskalustolle ja pintalevitykseen.

Haittoina voidaan mainita ilmastimen hankinta- ja käyttökulut, typpihävikki (jos ei käytetä biosuodatinta) ja vaahdonmuodostus.

ILMASTUKSEN TOTEUTUS

Ilmastustavan valinnassa lähtökohtana ovat ilmastuksen tavoitteet. Kun tavoitteena on mahdollisimman hyvän hygienian saavuttaminen, tulee lämpötila nostaa riittävän korkealle riittävän pitkäksi aikaa ja estää uuden lietteen pääsy ilmastussäiliöön kesken ilmastuksen. Kun tavoitteena on ainoastaan pahanhajuisten ja myrkyllisten yhdisteiden hävittäminen, voidaan ilmastuksessa käyttää



vaatimatonta lämpötilan nousua ja kevyempää, lyhytaikaista ilmastusta.

Ilmastustavan vaihtoehtoja tavoitteiden mukaan:

1. *Kylmä- eli viileäilmastus*

Lietteeseen sekoitetaan ilmaa joko ennen levitystä noin 5–10 vrk ajan tai lietesäiliöön johdetaan ilmaa päivittäin rajoitettu aika esim. 2 x 1 h/vrk. Lämpötilan nousu on tällöin vähäistä, noin 0,1–5 °C. Lietelannan myrkylliset yhdisteet ja paha haju häviävät. Rikkakasvien siemenet ja suurin osa taudin aiheuttajista säilyy.

2. *Lämminilmastus isossa (avo)säiliössä tai pienessä umpisäiliössä.*

Lietteeseen sekoitetaan ilmaa erillisellä ilmastimella 3–6 viikon ajan. Lämpötila pidetään noin 3 viikkoa 25–30 °C:ssa. Myrkylliset yhdisteet ja paha haju häviävät, rikkakasvien siemenet menettävät itävyytensä ja hygienia paranee merkittävästi.

3. *Kuumailmastus erillisessä umpinaisessa ilmastussäiliössä*

Lietteeseen sekoitetaan jatkuvasti ilmaa erillisellä ilmastimella. Lämpötila pidetään noin 45 °C:ssa. Jatkuvatoinisena viipymä on noin 7 vrk. Haihtuva ammoniakki otetaan talteen esim. kondensoimalla (tiivistämällä höyryt nesteeksi).

Myrkylliset yhdisteet ja paha haju häviävät, rikkakasvien siemenet menettävät itävyytensä ja hygienia paranee oleellisesti.

Tähän ilmastusmenetelmään voidaan liittää mukaan myös ilmastuslämmön talteenotto. Lämmön talteenotto tapahtuu kiinnittämällä säiliön seinään vesiputkia, joissa kiertävä vesi lämpenee. Lämmin vesi voidaan käyttää rakennusten tai karjan juomaveden lämmitykseen.

Ilmastusta voidaan suorittaa kahdella tavalla; joko säiliökohtaisena *eräilmastuksena* (usein huhti-toukokuu ja touko-kesäkuu) tai ympärivuotisena *jatkuvana ilmastuksena*, sitä mukaan kun liete valuu karjasuojasta. Menetelmän valinta riippuu säiliön/säiliöiden koosta ja sijainnista. Ilmastuksen suorittamiseen tarvitaan sopiva lietesäiliö, säiliöön ja ilmastustapaan sopiva ilmastin, vaahto-leikkuri, kellokytkin ja elektroninen lämpömittari.

Eräilmastus suuressa säiliössä

- yksi tai useampi säiliö
- siirrettävä ilmastin
- kesto noin viisi viikkoa/säiliö

Eräilmastussäiliön koko ja kattaminen määräävät varsin pitkälle ilmastuksen suorituksen. Katetussa (ja lämpöeristetyssä) säiliössä voidaan ilmastaa ympäri vuoden. Varsinkin talvella ilmastusilma on suositeltavaa ottaa karjasuojan poistoilmasta. Sen sijaan avonaisessa säiliössä voidaan ilmastaa vain lämpimänä vuodenaikana huhti-lokakuussa.

Eräilmastus suuressa säiliössä ja isolla ilmastimella on jäämässä pois korkeiden energiakustannusten takia. Ilmastuksessa nykyinen suuntaus on kohti *jatkuvaa ilmastusta pienessä säiliössä ja suhteellisen korkeassa lämpötilassa.*

LIETELANNAN ERI ILMASTUSMENETELMIEN VAHVUUKSIA JA HEIKKOUKSIA LANNAN KÄSITTELYN TAVOITTEIDEN SUHTEEN

	Käsittämätön liete	Vileäilmastettu liete	Lämminilmastettu liete	Kuumailmastettu liete
Hajuhaitta	—	+	++	++
Hygienia	—	-	+	++
Kasvien laatu	—	-	+	++
Rikkakasvien hallinta	—	—	++	++
Lannoitusarvo	+	++	++	++
Maan biologinen toiminta	—	++	++	++
Ravinnehävikit	++	+	+	—
Investointikustannukset	++	+	-	—
Työtekniikka	++	-	-	-
Apuenergian tarve	++	-	—	—

(++= toivottava, hyvä ominaisuus ja sen voimakkuus, —= haitallinen, ei-toivottava ominaisuus)

Lämminilmastus voidaan suorittaa siten, että ensin ilmastetaan jatkuvasti (noin 1–2 viikon ajan) lietteen lämpötilan nostamiseksi halutuksi (esim. yli 25 °C). Sen jälkeen ilmastetaan noin 2–3 viikon ajan jaksottain, esim. 5 x 1 h/vrk, jolloin lämpötila pidetään vakiona (25–30 °C) kellokytkimen avulla. Tämän jälkeen ilmastin siirretään seuraavaan säiliöön, jolloin esimerkiksi 1. säiliöllinen voidaan käyttää kevätleivitykseen ja 2. säiliöllinen kesäleivitykseen.

Pienessä säiliössä pienitehoinen ilmastin on käytössä päivittäin läpi talven. Samanaikaisesti karjasuojasta tuleva uusi liete valuu viereiseen talteenottosäiliöön (= välikaivo). Ilmastettu lietelantaerä pumpataan noin 5 vk:n jälkeen ilmastussäiliöstä suureen varastosäiliöön. Tal-

teenottosäiliön liete siirretään ilmastussäiliöön jne. Talteenottosäiliön sijasta on mahdollista päästä samaan tulokseen patoluukkujärjestelyllä, jolloin lietekuilusta tulee kyseinen välisäiliö.

Ilmastintyyppi on valittavissa monista eri vaihtoehdoista. *Ejektori*-ilmastimia on lyhytakselisia, joissa moottori on välittömästi pumpun vieressä lietteen sisällä tai pitkäkselisia, joissa moottori on lietepinnan yläpuolella. Vastaavasti *potkuri-imuilmastimia* löytyy sekä lyhytakselisina että pitkäkselisinä. *Keskikapakoisperiaatteella* toimivia imuilmastimia löytyy markkinoilta pitkäkselisinä.

Viimeksi mainittu norjalaisen tutkijan tri O. J. Skjelhaugenin kehittämä ”toisen sukupolven” ilmastin on tarkoitettu ympärivuotiseen ilmastukseen pienessä välisäiliössä karjasuojan ja lietesäiliön välissä. Kyseisen ”ilmastussäiliön” koko on keskikokoisissa karjoissa noin 10-20 m³. Ilmastin koostuu 10 cm:n läpimittaisesta teräslevystä, joka pyörii noin 3 000–4 000 krs/min. Se on asennettu noin 25 cm:n etäisyydelle säiliön pohjasta. Vaakatasossa pyörivän levyn kitka imee ilmaa levyn yläpuolelle asetettua putkea myöten alas säiliöön. Tuloilma voidaan johtaa lämmönvaihtimen kautta alas säiliöön, jolloin se lämpiää säiliöstä poistuvan ilman lämmöllä. Poistoilma johdetaan sen jälkeen erilliseen biosuodattimeen, jossa kaasumainen tyyppi otetaan talteen.

Käytössä on vielä muitakin ilmastintyyppisiä: roottorityyppinen alipaineilmastin, paineilmastin, pyörreimuilmastin, kompressori ja reikäputkea kiinnitettynä lietesäiliön pohjaan jne.

Eri ilmastintyypeistä mm. potkuri-ilmastimet, uppopumppu/ejektorit ja uusi Skjelhaugen-ilmastin ovat osoittautuneet parhaiten toimiviksi.

Salmonellalla infektoidut naudat ja muut eläimet voivat erittää suuria määriä *Salmonella*-bakteereita. Ilmastus vähensi sekä laboratorio-että maatilakokeissa tätä bakteeriryhmää lietelannasta selvästi 4–40 °C välillä. Lämpö nousi ilmastuksella yleensä 19–40 °C välille. Salmonellan vähennys oli useimmiten 99–99,9 % eli alle määritysrajan. Ilmastusjakson pituus vaihteli 2–5 viikkoon. Lämpötilan nousu ei selitä Salmonellan häviämistä. Hygienesoituminen edellyttää, ettei uutta lietettä tule säiliöön ilmastuksen aikana. Viljelijöillä on näin ollen mahdollisuus hallita salmonellan leviämistä tilalla (Heinonen-Tanski ym. 1998, 2000).

PUHALLETTAVAN ILMAN LÄMPÖTILA

Ilman jäädyttävä vaikutus on talvellakin vain 10-20 % ilmastuksessa kehittyvästä lämmöstä. Ilmastusprosessi voi tapahtua pakkasillakin, kunhan lämmön karkaami-

Lietelannan ilmastuksen onnistumisen edellytyksiä

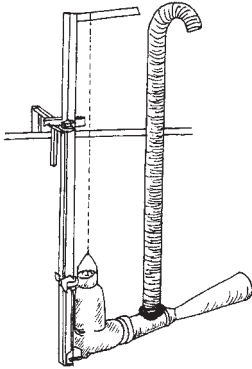
- ilmastettavan lietteen kuiva-ainepitoisuus enintään 9 % (optimi kuiva-ainepitoisuus on 6 %)
- ilmastintyyppi, joka tuottaa pieniä ilmakuplia
- toimiva vaahtoleikkuri
- tarvittava ilmamäärä riippuu ratkaisevasti ilmastimen hapenliuotuskyvystä (ilman tarve lietekuutiota kohti: 0,5–19–(35) l/s)
- sakean lietteen sekoitus aluksi traktorikäyttöisellä potkurisekoittajalla sähköpumpun rasituksen vähentämiseksi
- riittävän tehokas ilmastin (lietteen määrän mukaan)
- lämpötilan nousu vähintään 1,5 °C/vrk (3–4 °C/vrk mahdollista)
- (• noin 2 % olkijauhon tai turpeen lisäys (loppuvaiheessa).)

Jatkuvatoiminen ilmastus pienessä säiliössä

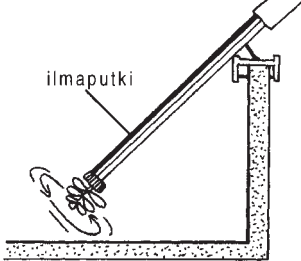
- pieni talteenottosäiliö (5 vk:n lantamäärä)
- pieni ilmastussäiliö (5 vk:n lantamäärä)
- suuri varastosäiliö (10 kk:n lantamäärä)

Lietelannan ilmastuslaitteita ja niiden valmistajia on sivulla 199.

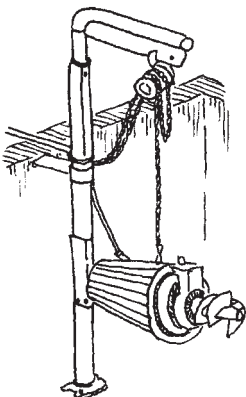
UPPOPUMPPU + EJEKTORI



**POTKURISEKOITIN +
ILMASTUSLAITE**



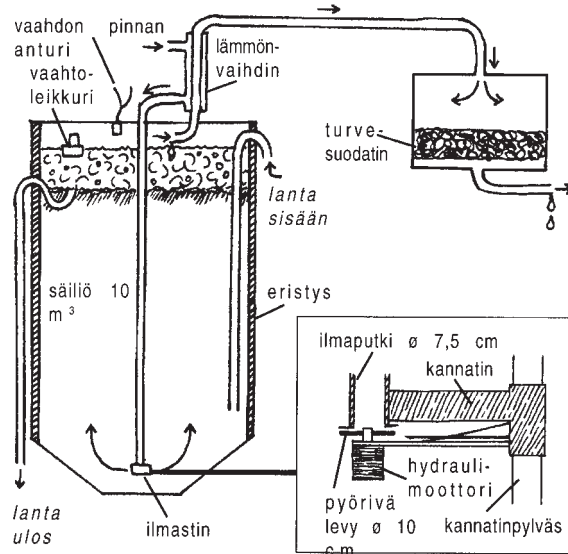
**UPPOPUMPPU-POTKURI-
YHDISTELMÄ**



ILMASTINTYYPIT

- I. (Uppo)pumppu + ejektorit
(= alipaineilmastin)
 - omatekoinen lisälaite vanhaan pumppuun
 - valmiina järjestelmänä (hyvä, mutta usein kallis)
- II. Potkurisekoitin + ilmastuslaite
 - esim. muoviputki tavallisen potkurisekoittajan akselin rinnalle
 - tehdastekoiset potkuri-ilmastimet (hyvä hyötysuhde)
- III. Uppopumppu-potkuri yhdistelmä
 - useita tehdastekoisia malleja
- IV. "Skjelhaugen"-ilmastin (uusin tyyppi Norjasta)
 - ympärivuotiseen ilmastukseen
 - hyvä hapenliuotuskyky
 - alhainen energiatarve

SKJELHAUGEN-ILMASTIN



nen säiliöstä estetään kannella tms. Prosessin käynnistys sydäntalvella voi kuitenkin tuottaa ongelmia. Siksi joissakin tapauksissa otetaan ilmastuksen tuloilma navetan puolelta, esimerkiksi lantakourun päältä tai tuuletuskanavien yläpuolelta. Tämä on sopiva ratkaisu etenkin silloin, kun ilmastuksen poistoilma johdetaan biosuodattimen lävitse. Näin saadaan talteen ammoniakkipäästöt sekä karjasuojasta että lietesäiliöstä.

VAAHDONESTO JA VAAHTOLEIKKURIT

Vaahdon muodostus kuuluu olennaisesti ilmastusprosessiin, mutta sen muodostus riippuu myös lietteen koostumuksesta. Jotkut lietteet eivät vaahtoa ollenkaan ja toiset vaahtoavat runsaasti. Käytännössä vaahtoa torjutaan erilaisilla vaahtoleikkureilla. Myös rypsiöljyn lisäys voi tulla kyseeseen äkillisissä tilanteissa. Öljy heikentää ilmastuksen tehoa vähentämällä hapen liukenemistä. Vaahtoleikkuri toimii siten, että pieni sähkömoottori (0,37–1 kW) pyörittää pystyakselia, jonka alapäässä on poikittainen lattaraudasta tehty lapa. Uusimmissa malleissa (mm. HP-vaahtoleikkuri) lapa on korvattu siimalla. Käytössä on myös malli, jonka lapa on pyöreä kiekko (halkaisija noin 30 cm) ja jonka pohjassa on ”pulsattoripesukoneen” terät. Pyörimisnopeus on noin 2 800 r/min. Vaahtoleikkuri asennetaan pyörimään yleensä noin 20–30 cm lietteen yläpuolella. Näin lietteen päälle muodostuu vaahtokerros, joka vähentää ammoniakkin haihtumista.

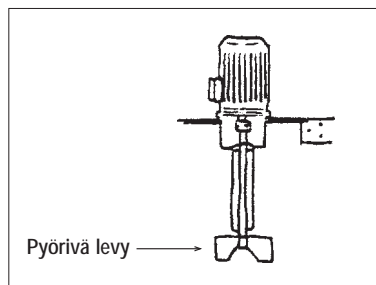
HAIHTUVAN TYPEN TALTEENOTTO

Ilmastuksen typpihävikin on todettu käytännön tilatasolla olevan suomalaisissa tutkimuksissa keskimäärin noin 10 %:n luokkaa (Leinonen ym. 2000). Norjalaisissa tilakoikeissa ilmeni, että avonaisessa säiliössä hallitun ilmastuksen (= lämpötila enintään 30 °C) aiheuttama typpihävikki oli keskimäärin 11 % riippuen lietteen pH:sta, ilmakuplien koosta ja säiliön muodosta. Epäedullisissa oloissa typpihävikki voi olla paljon suurempikin. Meillä yleiset pyöreät säiliöt todettiin ilmastukseen parhaiten soveltuviksi.

4.4.4.3 LIETESÄILIÖN KATTEITA

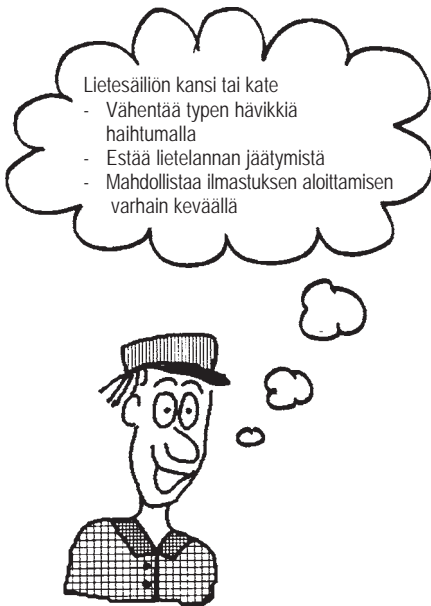
Lietelannan varastotappiota, joita tapahtuu säiliöstä ammoniakkin haihtumisena, voidaan alentaa merkittävästi kattamalla avonaiset säiliöt. Tähän tarkoitukseen on käytössä useita ratkaisuja, joista kiinteät puu-, betoni-, kuor-

VAAHTOLEIKKURI



ILMASTUKSEN VAIKUTUKSIA LIETELANNAN OMINAISUUSSIIN

- Paha haju häviää.
- Myrkylliset lantakaasut vähenevät oleellisesti
- Liete muuttuu juoksevamaksi ja vähemmän tahraavaksi.
- Hygienia paranee ja rikkakasvien siemenet vähenevät.
- Typen hävikki noin 10 % hyvin ja noin 50 % huonosti toteutetussa ilmastuksessa.
- Eloperäisen aineen vähennys noin 15 %.
- Ammonium-typen osuus kokoistypestä lisääntyy hieman 48->51 %.
- Nitraattitypen pitoisuus pysyy ennallaan.



Lietesäiliön kansi tai kate
 - Vähentää typen hävikkiä haihtumalla
 - Estää liettelannan jääymistä
 - Mahdollistaa ilmastuksen aloittamisen varhain keväällä

mapeite- ja muut kupolikatot ovat Suomen ilmasto-oloissa ehkä vähiten suotavia. Kiinteän katon haittana on käsittelyn vaikeutumisen ohella luontaisen lumieristeen puuttuminen, mikä aiheuttaa lietteen pintakerroksen jääytymisen talvella. Keväällä jääkanteen on sitten hakattava reikä ennen kuin ilmasto voidaan edes käynnistää. Pahasti jäätyneen lietteen ilmasto kuluttaa paljon energiaa.

Perinteinen betonikansi, jonka päälle tulee talvella lumikerros, on käyttökelpoinen, mutta kallis ratkaisu. Hinnaltaan edullisempi on kelluvan katteen käyttö, koska se toimii yhdessä lumen kanssa lämpöeristeenä samalla kun se vähentää säiliön hajuhaittaa ja typen haihtumista. Kotimaiset mittaukset (Koneviesti 17/96) osoittivat, että polyeteenikalvon alla oleva liete ei jäänyt kovillakaan pakkasilla ja että ilmasto on mahdollista aloittaa aikaisemmin. Lietteän ilmasto onnistui kokemusten mukaan hyvin vaikka lietteen päällä kelluikin polyeteenipeite. Leca-sora sekoittuu lietteeseen liettä sekoitettaessa, mutta nousee taas pintaan kun lietteen sekoittaminen lopetetaan. Leca-soraa kuluu kuitenkin jonkin verran vuosien aikana, kokemusten mukaan noin 1 cm/vuosi. Voidaan todeta, että jos ilmastaminen tuottaa keväällä ongelmia jääkannen takia, on lietesäiliön kattaminen jollakin kelluvalla peitteellä ensimmäinen toimenpide tämän ongelman korjaamiseksi. Sen lisäksi hajuhaitat ja typen haihtuminen vähenevät.

ERI KATTEITA LIETELANTASÄILIÖIHIN

Kate	Toimintaperiaate	Neliöhinta €/m ²
Polyeteenikalvo (Monarflex, Ahokas)	Kelluva peite, jossa on suljettavat aukot	11-25
Isora-Ekokide (ThermiSol)	Kelluva kidekate	3,8-4,2
PVC-peite (Metab)	Kelluva peite, jossa on kelluva reunavanne	15
PVC-pussi (Hardi Kokong, Malgar)	Täysin suljettu pussi altaan tai säiliön sisällä	38-45
Leca-sora	10 cm:n kerros vähentää typpipäästöjä 20–30%,	
Styrox-levyt (Titheri)	Nailonhihnoilla yhteen liitetty, 12 cm paksu kansi	11
Turve	Noin 8–10 cm:n turvepatja (ei toimi virtsalla)	
Vanha säilörehu	Säilörehusta kelluva patja (toimii jotenkin), Mutta haittaa levitystä	

BIOSUODATIN

Vaikka sopiva ilmastustekniikka ja lämpötilan hallinta riittäisivät säilyttämään suurimman osan lietteen tyydestä, on mahdollista ja suositeltavaa, että ilmastuksen poistoilma johdetaan ns. biosuodattimen läpi. Kaasumainen ammoniakki saadaan talteen myös kondensoimalla eli tiivistämällä höyryt takaisen nesteeseen.

BIOSUODATTIMEN TOIMINTA

Biosuodatin on kerros biologisesti aktiivista ainesta, jonka läpi suodatettava ilma johdetaan. Biosuodattimia käytetään yleisesti teollisuudessa mm. hajujen ja muiden haitallisten aineiden poistoon ilmasta. Maatalouteen kyseiset suodattimet ovat vasta tulossa ja ne soveltuvat hyvin lietelannan ilmastuksen yhteydessä käytettäväksi. Ratkaisu on yksinkertainen, hinnaltaan edullinen ja perustuu mikrobiologiaan. Jätekaasu pakotetaan nousemaan biologisesti aktiivisen suodatinkerroksen läpi. Suodatinmateriaalina ovat parhaimmiksi osoittautuneet turve ja komposti. Myös hakkeesta tai kuorijätteestä on tehty toimivia suodattimia. Turpeen sekaan voidaan aluksi laittaa vähän peltomultaa sopivan bakteerikannan aikaansaamiseksi. Komposti- tai turvesuodattimessa kaasumainen ammoniakki hapetetaan biologisesti bakteerien avulla nitraatiksi.

Sopiva suodatinkerroksen paksuus vaihtelee 25–50 cm:n välillä. Paksuus on riittävä silloin, kun viipymä on 3–5 sekuntia. Nitraatti kertyy suodatinmateriaaliin, tämän vuoksi turve- tai kompostikerros on vaihdettava, kun kyllästymisaste on saavutettu. Tähän voi kulua ison suodattimen kanssa jopa vuosia. Poistettava suodatinmateriaali on runsastyypinen lannoite pellolle.

BIOSUODATTIMIEN RAKENNERATKAISUJA

Biosuodattimen yksinkertaisin rakenneratkaisu lienee lietesäiliön päälle rakennettu ”kansi”, jonka muodostaa ruostumaton verkko tai reikälevy (kuten viljan kylmäilmakuivuri). Rakennelma edellyttää useammasta teräsbetonipalkista tehtyä tukirunkoa. Myös vanhoista kuorma-auton rungoista saadaan kestävä pohjarakenne. Kannen päälle levitetään n. 50 cm:n turve- tai kompostikerros. Ilmastuksen poistoilma kulkee tämän suodatinkerroksen läpi.

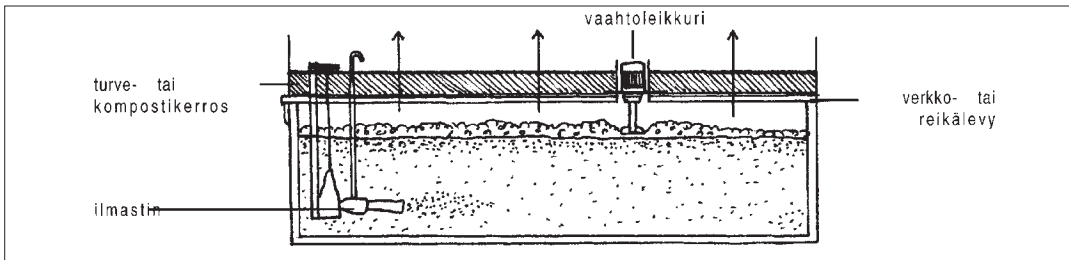
Sadevesi ei haittaa suodattimen toimintaa, pikemmin päinvastoin: turpeen tai kompostin kastelu parantaa suodattimen tehoa. Tiivistynyt nitraattipitoinen neste valuu takaisin säiliöön. Suodattimen jäätyminen talvella ja en-

nen kaikkea sen suhteellisen hankala tyhjentäminen vuoden tai kahden välein antaa aiheen etsiä muita biosuodatimen rakenneratkaisuja.

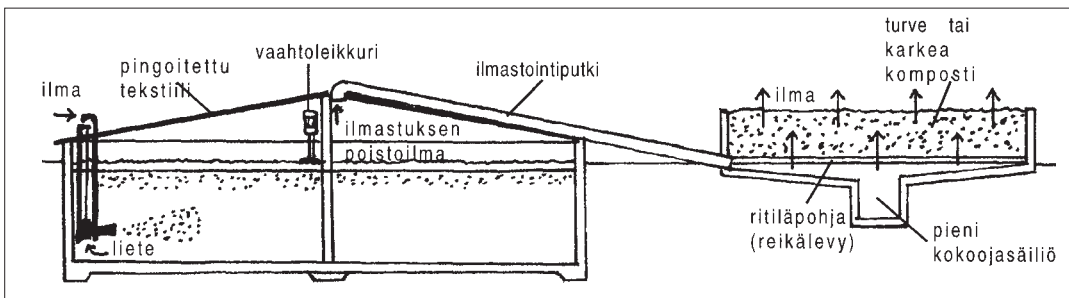
Toinen ratkaisu voisi olla, että säiliö peitetään tiiviillä pressulla tai kiinteällä kannella, jossa on yksi aukko, josta poistoilma johdetaan putken avulla erilliseen biosuodattimeen. Suodatin voi olla pönttömallinen tai ritilätyyppinen, joka lämpöeristetään pakkaskauden toimivuuden varmistamiseksi.

Oheisessa kuvassa esitetty ritilä on ehkä jopa turhan järeä. Yksinkertainen keko, ritilä ja sen alla pieni kaivo ajavat samaa asiaa.

RITILÄPOHJAINEN BIOSUODATIN LIETESÄILIÖN KANNELLA –PERIAATEPIIRROS



RITILÄPOHJAINEN BIOSUODATIN LIETESÄILIÖN VIERESSÄ –PERIAATEPIIRROS



Myös ilmastuksessa syntyvä vahto estää typen haihtumista. Ilmastin ja vaahtoleikkuri asennetaan siten, että lietteen päällä kelluu jatkuvasti melko paksu, mieluummin noin 50 cm:n vaahtokerros.

LANTAKAASUJEN NESTEYTTÄMINEN ELI KONDENSOIMINEN

Lannasta haihtuvat kaasut (ammoniakki) ja vesihöyry voidaan palauttaa lietelantaan tiivistämällä vesihöyry ja ammoniakkikaasu takaisin nesteeksi. Höyryt tiivistyvät, kun niiden lämpötilaa lasketaan riittävästi. Lantakaasut

voidaan johtaa lämmönvaihtimen läpi. Yksinkertaisin lämmönvaihdin on pitkä metalli- tai betoniputki, joka sijoitetaan maahan. Kaasut johdetaan tämän viileän putken läpi, jolloin niiden lämpötila laskee, vesihöyry sekä ammoniakki tiivistyvät takaisin nesteeksi ja neste voidaan johtaa takaisin lietelantaan.

Lietesäiliöstä lähtevä putki on maan sisällä vaaka-suorassa. Alkupäässä on höyryä, joka tiivistyy matkalla pisaroiksi ja nesteeksi ja valuu putken alaosassa säiliöön.

4.4.4.4 LIETELANNAN LAIMENTAMINEN

Lietelannan tyypin hyväksikäyttö paranee, kun sitä laimennetaan levytyksen yhteydessä vedellä; esim. 1 osa lietettä+ 1 osa vettä (laimennus mieluummin 1:2 tai jopa 1:3). Laimennettu lietelanta imeytyy nopeammin maan sisään ja tyypin haihtumistappiot levitysvaiheessa ja levytyksen jälkeen vähenevät. Laimentaminen on suositeltavaa etenkin silloin, kun ilmastettua lietettä tai virtsaa levitetään laidunlohkoille. Yleensä lietteen tai virtsan levittämistä laitumille ei pidetä suotavana maittavuusongelmista ja mahdollisista hygieniahaitoista johtuen. Ilmastus ja laimennus vähentävät näitä ongelmia.

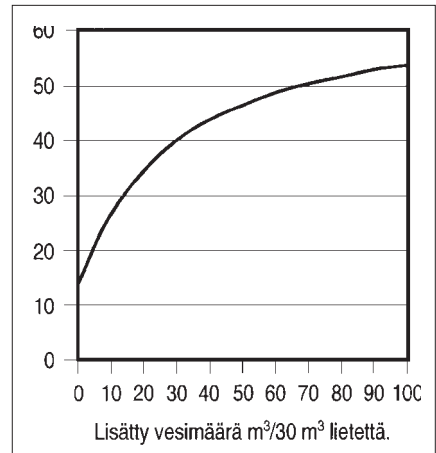
Tyypin haihtumista lietelannasta levytyksen yhteydessä vähentää myös veden sumutus levitetyn lietteen päälle. Veden sumutus voidaan tehdä lietteen levytyksen yhteydessä mm. lietevaunuun kytketyllä kasvinsuojeluruiskulla. Tällöin veden tarve on alle 25 % lietteen määrästä.

4.4.4.5 LIETELANNAN IMEYTYS TURPEESEEN

Lietelannan syys- ja talvilevityksen välttämiseksi ja lietteen laadun parantamiseksi lietelanta voidaan imeyttää myös turpeeseen. Turpeen ja lietteen sekoittamiseksi on kehitetty *imeytysruuvi*, joka saa käyttövoimansa traktorista tai sähkömoottorista. Lietettä syötetään pumpulla letkun kautta sekoituslaitteeseen, jossa kaksi ruuvikierukkaa sekoittaa turvetta ja lietelantaa, siirtäen samalla seoksen ulos aumaan tai suoraan lannanlevittimeen. Koneketju vaatii usein kaksi traktoria: yksi pyörittää imeytysruuvia ja toinen, etukuormaimella varustettu traktori huolehtii siitä, että turvesuppilo on koko ajan täynnä.

Toinen menetelmä on ns. *allasimeytys*, jossa routaan-tuneessa maakuopassa tai tyhjässä laakasiilossa turve ja

LIETELANNAN LAIMENTAMINEN
LEVITYKSEN YHTEYDESSÄ



Leinonen 1991



SÄÄDÖKSIÄ

- Talvilevitys kiellettyä
- Ei routaantuneelle maalle
- Syyslevitys rajoitettua
- Kasvukaudella määrälliset rajoitukset ja multausta, levityspaikka (ei vesistöjen varsille, veijyrkillä rintella pintaan jne.)

liete sekoitetaan ajamalla nelivetotraktorilla edestakaisin. Vuorotellen levitetään lietettä ja turvetta. Työhön tarvitaan lietevaunu ja etu- tai takakuormain. Tämä menetelmä on edullinen ja huolellisella työskentelyllä ravinteet saadaan talteen.

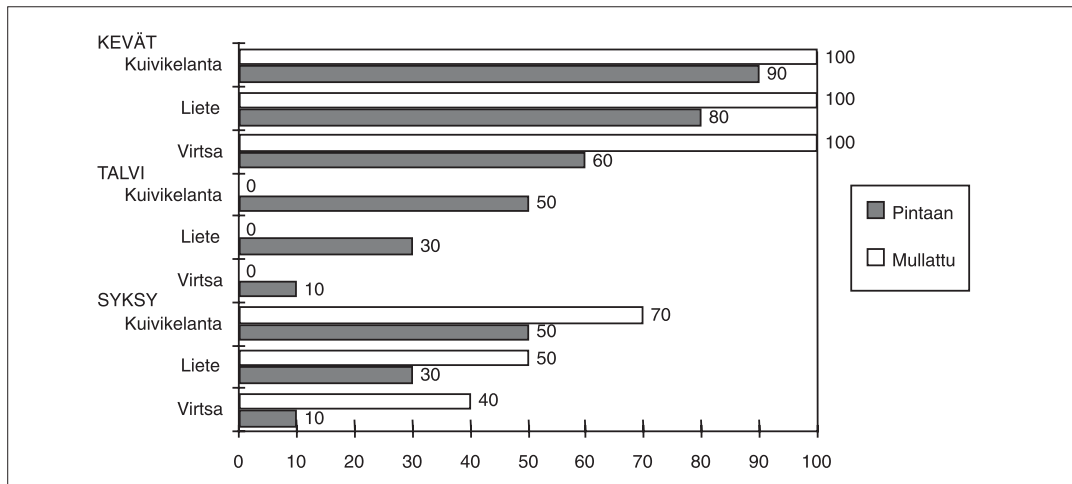
Turpeen hinta (6,0–6,5 euroa/m³) rajoittaa lietelannan ime-tytystä turpeeseen. Liete, joka kevättalvella ei muuten mahdu säiliöön, voidaan imeyttää. Imeytykseen tarvitaan vähintään 1 m³, kompostoinnissa mieluummin 1,2 m³ turvetta yhtä lietekeuutiota kohti. Kompostointia varten turvelieteseokseen on tarpeen lisätä myös kuohkeampaa kuiviketta, kuten olkia seoksen ilmavuuden lisäämiseksi.

4.4.5 LANNAN LEVITYSAJANKOHTA

Lannan levitysjankohta voi vaikuttaa suuresti ravinnehävikkien suuruuteen, maan rakenteeseen ja lannan ravinteiden hyväksikäyttöön.

Lannan paras levitysjankohta kevätkylvöisille kasveille on kevätmuokkauksen yhteydessä ja syysviljoille loppukesällä. Nurmille nestemäiset lannat voidaan levittää keväällä ja kesällä aina loppukesään asti. Syksyllä lantaa ei yleensä pidä levittää suurten huuhtoutumishävikkien vuoksi. Mikäli lanta mullataan ja maa routaantuu pian levityksen jälkeen, huuhtoutuminen voi jäädä kohutuulliseksi. Levitykseen asti kuivikelanta tulisi varastoida huuhtoutumiselta suojattuna joko lantalassa tai esim. isohkoissa kompostiaumoissa asianmukaisesti katettuna.

LEVITYSAJAN VAIKUTUS LANNAN TEHOON



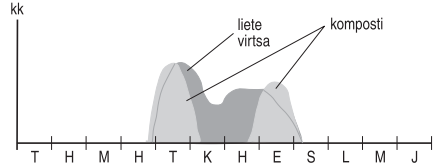
(Kemppainen 1990).

Maan tulee olla riittävän kuivaa, jotta se ei lannan levi-tyksessä tiivisty haitallisessa määrin. Mitä kosteampaa ja herkemmin tiivistyvää maa on, sitä hellävaraisempaa le- vitystekniikkaa tulee käyttää. Maan tiivistyminen on elo- peräisiä lannoitteita käytettäessä haitallisempaa kuin vä- kilannoituksella. Lietelannan ilmastus ja kuivikelannan kompostointi voivat vain osaksi vähentää tiivistymi- sen haitallisuutta.

SOPIVIA AJANKOHTIA LANNAN LEVITYKSEEN

1. Maa riittävän kuivaa ja kantavaa
2. Kuivikelanta
 - keväällä
 - ennen kylvää mullaten
 - loppukesällä syysviljalle mullaten
 - syksyllä välittömästi ennen maan routaantumista mullaten
3. Lietelanta
 - keväällä
 - mullokselle mullaten
 - kylvön yhteydessä sijoittaen
 - syys- ja kevätiljan oraille letkulevityksenä
 - nurmille sijoittaen
 - nurmille letkulevityksenä (ilmastettu)
 - kesällä nurmeen sijoittaen
 - nurmille letkulevityksenä (ilmastettu)
 - loppukesällä syysviljalle mullokselle mullaten
 - syyslevitystä sängelle vältetään – mullattava
4. Virtsa
 - keväällä mullokselle mullaten
 - nurmiin sijoittaen tai letkulevityksenä
 - oraille (letkulevityksenä)
 - kesällä nurmille letkulevityksenä –
 - laimennus vedellä kuivana aikana
 - syyslevitystä vältetään

LANNAN SOPIVA LEVITYSAJANKOHTA



4.4.6 LANNAN MULTAUSTARVE JA LEVITYSAJAN SÄÄ

Jos sää lantaa levitettäessä on otollinen veden haihtumi- selle, niin se on sitä myös ammoniumtyypen haihtumisel- le. Aurinkoisella, tuulisella, lämpimällä ja kuivalla säällä pellon pinnalla olevasta lannasta tyypeä haihtuu am- moniakkinä nopeasti. Sitä vastoin pilvisellä, tyyneellä,



viileällä ja kostealla säällä ammoniakkin haihtuminen on hidasta. Mitä enemmän lannassa on helppoliukoista ammoniumtyyppiä, sitä suurempi on haihtumistappioiden riski. Erityisen runsaasti haihtumiselle altista ammoniumtyyppiä on lietelannassa ja virtsassa.

Levityksessä lietelannan tyypestä voi haihtua noin 2–35 % multausnopeudesta riippuen. Kuivikelannan tyypestä voidaan menettää noin 5–25 %. Kompostin levityksessä haihtumistappiot jäävät vähäisiksi, koska siinä on vain hyvin vähän haihtumiselle altista ammoniumtyyppiä. Sen sijaan lietelannan ilmastus ei vähennä typen haihtumisriskiä levitysvaiheessa.

Mitä enemmän lanta sisältää helppoliukoista ammoniumtyyppiä ja mitä edullisempi sää on haihtumiselle, sitä tärkeämpää on lannan nopea multaus levityksen jälkeen. Nopeimmin multaus tapahtuu, kun lannan levitystä seuraa välitön multaus äestäen tai matalaan kyntäen. Nestemäiset lietelanta ja virtsa voidaan mullata tehokkaasti lietevaurun taakse kytkettävällä multausvantailla. Tällöin saadaan myös lannoitteen sijoitushyötyä. Virtsan ja lietelannan levitystappioita voidaan vähentää käyttämällä letkulevitintä sekä laimentamalla niitä vedellä. Letkulevitys kasvustoon, kuten nurmeen ja viljan oraille vähentää myös ammoniakkin haihtumista. Kompostissa on vähän haihtumiselle altista ammoniumtyyppiä verrattuna kuivikelantaan.

Multaussyvyys vaikuttaa lannan hajoamiseen ja vaikutusnopeuteen. Sopiva multaussyvyys on riippuvainen maalajista ja maan rakenteesta. Sopivin multaussyvyys on yleensä noin 8–12 cm. Karkeilla kivennäismailla multaussyvyys voi olla suurempi kuin tiiviillä hiesu- ja savimailla.

MULTAUSTARPEeseen VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

<i>Suuri</i> – mullattava heti	<i>Pieni</i>
Virtsa	Kompostoitu kuivikelanta
Lietelanta	
Ilmastettu lietelanta	
Levitys aamulla/päivällä	Levitys illalla/yöllä
Sää	
– aurinkoinen, tuulinen, lämmin, kuiva	Pilvinen, tyyni, viileä, kostea
– pouta	Tihkusade
Hajalevitys	Sijoitus
Letkulevitys paljaalle maalle	Letkulevitys kasvustoon

4.4.7 LANTOJEN KÄYTTÖMÄÄRIÄ JA SIIJOITUS VILJELYKIERROSSA

Ravinteiden poistuma pelloilta vaihtelee suuresti eri viljelykiertojen välillä. Lannassa peltoon takaisin palautettava ravinnemäärä tuleekin suhteuttaa sadoissa poistuviin ravinnemääriin ja maan ravinteisuuteen. Lannan käyttömääriä ja lajia vaihtelemalla voidaan ohjata ravinkiertoa tilan sisällä eri peltolohkojen välillä.

Kuivikelantaa levitetään mulloksiin yleensä 1–2 kertaa viljelykierron aikana. Virtsaa voidaan antaa sekä viljoille että vanhimmille nurmille yksi tai useampia kertoja kierron aikana. Lietelantaa voidaan käyttää viljojen sekä vanhempien nurmien lannoitteena yksi tai useampia kertoja kierron aikana.

LANNAN VILJELYKIERTOON SIIJOITTAMISEN VAIHTOEHTOJA

Paikka viljelykierrossa	Lantalaji
Nurmen jälkeen ensimmäiseen mulloukseen	Lietelanta, kuivikelanta, virtsa
Nurmea perustettaessa suojaviljalle	Kuivikelanta, lietalanta, virtsa
3.v. nurmeen	Virtsa, lietalanta
2.v. nurmeen	Virtsa, lietalanta

Esimerkkejä eri lantojen käytöstä eräiden kasvien lannoitteena suhteessa sadoissa poistuviin ravinnemääriin (ylempi rivi Sadossa poistuu) ja laskettuun lannoitustarpeeseen tyydyttävässä luokassa savimaalla (alempi rivi Lannoitustarve) kg/ha alla olevassa taulukossa.

SADOISSA POISTUVA RAVINNEMÄÄRÄ, LASKETTU LANNOITUSTARVE JA LANNASTA KERTYVIÄ RAVINNEMÄÄRIÄ

Kasvi	Sato t/ha	Sadossa poistuu Lannoitustarve kg/ha			Lantalaji	Määrä t/ha	Ravinteita lannasta kg/ha			Huom.
		N	P	K			N	P	K	
Vilja	3	60	9	15	Liete, naudän	30	57	18	87	K ylimäärin P, K ylimäärin P vähän, K ylimäärin
		85	11	30	Kuivikel., naudän	30	39	39	108	
					Virtsa, naudän	25	55	2,5	113	
Suojavilja+ns	3	60	9	15	Liete, naudän	30	57	18	87	
		75	11	30	Kuivikel., naudän	30	39	39	108	
					Liete, sian	20	58	20	38	
Nurmi1	5,5	150	17	140			0	0		
		185	17	40			0	0		
Nurmi2	5,5	150	17	140	Virtsa, naudän	25	55	2,5	113	K riittää P, K riittää
		185	17	40	Liete, naudän	40	76	24	116	
Nurmi3	4	110	12	100	Virtsa, naudän	25	55	2,5	113	K riittää P, K riittää
		140	12	30	Liete, naudän	40	76	24	116	
Peruna	20	56	10	100	Kuivikel., naudän	30	39	39	108	P, K riittää P ylimäärin, K riittää
		40	40	90	Kuivikel., sian	25	43	78	93	
Herne	3	95	12	33			0	0	0	
		105	14	40			0	0	0	

Lannan käyttömääriin ja sijoittamiseen viljelykiertoon vaikuttavia tekijöitä

- Käytettävissä olevan lannan määrä
- Kasvin vuotuislannoituksen tarve, maan kasvukunto
- Viljelykierto
- Lantalaji, levitystapa ja lannan jatkokäsittely
- Lannan jälkivaikutuksen hyödyntäminen
- Maan tiivistymisriski
- Levityskaluston levitystarkkuus, työteho ja maata tiivistävä vaikutus
- Työvoima ja työhuiput

SÄÄDÖKSIÄ

- Lannan tyyppiä saadaan levittää enintään 170 kg/ha Nkok
- Lanta-analyysi 5 vuoden välein (typpianalyysi)

Lannan käyttömäärä hehtaaria kohti vaikuttaa sen hyväksikäytön tehokkuuteen. Kohtuullisilla käyttömäärillä saadaan parhaat sadonlisäykset lantatonnia kohti. Yli-suuria lantamääriä käytettäessä lannan lannoitusvaikutuksesta hyödynnetään vain osa ja hävikit muodostuvat suuremmiksi.

Lannan ravinnesisältö vaihtelee suuresti. Siihen vaikuttavat mm. eläinlaji, lannan käsittelymenetelmä, ruokinta, kuivikkeiden määrä ja laatu, lantalan kunto, vesilisäykset jne. Lannan ravinnesisältö tutkitaan, jotta tiedetään sen ravinnepitoisuus. Käyttömäärä voidaan mitoittaa tällöin paremmin tarvetta vastaavaksi.

4.4.7.1 KUIVIKELANNAN KÄYTTÖMÄÄRIÄ

Lannan ravinnepitoisuudet vaihtelevat eläinlajeittain ja tiloittain. Lannan ravinnepitoisuuteen vaikuttaa mm. ruokinta ja kuivikkeiden käyttö sekä lannan varastointi ja käsittely. Lantojen keskimääräisiä ravinnepitoisuuksia esitetään oheisessa taulukossa. Lannan ravinnepitoisuus tilalla saadaan selville ottamalla lannasta näyte ja lähettämällä se analysoitavaksi. Näytteenotossa tulee olla huolellinen. Näytteenotto-ohjeita löytyy esim. Viljavuuspalvelun internet-sivuilta www.viljavuuspalvelu.fi.

LANNAN KESKIMÄÄRÄISIÄ RAVINNEPITOISUUKSIA KG/T

	Kuiva- aine-%	Nkok	Pitoisuus kg/t		
			Nliuk	P	K
Naudan					
kuivikelanta	18,4	4,6	1,3	1,3	3,6
lietelanta	8,1	3,3	1,9	0,6	2,9
virtsa	2,6	3,1	2,2	0,1	4,5
Sian					
kuivikelanta	23	7,2	1,7	3,1	3,7
lietelanta	3,7	4,2	2,9	1,0	1,9
virtsa	1,8	2,6	1,8	0,2	11,3
Kanan					
kuivikelanta	38,2	15,6	12,8	10,5	11,3

Viljavuuspalvelu 2000

Esimerkki lanta-analyysistä

Viereisen sivun näyte on lypsykarjan pihattolantaa, johon on käytetty runsaasti olki- ja turvekuivikkeita, lanta on kompostoitu ja suojattu sateelta peitteellä. Lantaan on sekoitettu myös apatiittia.

Kommenteja lanta-analyysin tulokseen

Lantanäytteen *kokonaistyyppipitoisuus* on lähellä keskimääräistä pitoisuutta. *Liukoisen typen* osuus on keskimääräistä pienempi. Lantaan on käytetty runsaasti olki- ja turvekuivikkeita ja se on kompostoitu, jotka selittävät alhaisempaa liukoisen typen pitoisuutta. Huuhtoumista ei ole tapahtunut, koska lanta ja komposti ovat olleet jatkuvasti sateelta suojattuna. Liukoisen typen määrittäminen kertoo vain ammoniummuodossa olevan typen pitoisuuden. Kompostissa voi olla liukoista typpeä myös mm. nitraattityyppinä ja orgaanisina yhdisteinä. Lisäksi kompostointi vaikuttaa eloperäisten aineiden sisältämän typen käyttökelpoisuuteen yleensä parantaen sitä.

Fosforipitoisuus on noin nelinkertainen keskimääräiseen pitoisuuteen verrattuna. Koska ruokinnassa ei ole mitään poikkeuksellista, joka voisi selittää tämän eron, selitys löytyy apatiitin käytöstä lannan seassa. Lanta-analyysin fosforimäärittäminen mittaa kokonaisfosforin määrää. Käyttökelpoiseksi analyysin osoittamasta määrästä ei voida laskea 75 prosenttia, joka on ympäristöehtojen mukainen osuus. Apatiitin fosfori ei muutu oleellisesti käyttökelpoisemmaksi vaikka se sekoitetaan lantaan ja kompostoidaan. Tässä tapauksessa lannan fosforipitoisuutena käytetään taulukkoarvoa. Lannoituksessa apatiitin fosfori lasketaan erikseen ja sen kokonaisfosforista lasketaan 10 % käyttökelpoiseksi lyhyellä tähtäimellä ympäristöehtojen mukaan.

Kaliumpitoisuus on keskimääräistä korkeampi. Syitä tähän voi olla useita. Lypsylehmien ruokinta on hyvin säilörehuvaltainen ja nurmi kasvava savimaassa, jonka kaliumpitoisuus on hyvä. Nurmien kaliumpitoisuudet ovat keskimääräistä korkeampia. Säilörehu on esikuivattua, jolloin nurmen kalium on kaikki eläinten syömässä karkearehussa. Olkikuivikkeen käyttö on runsasta. Oljet on myös korjattu heti puinnan jälkeen, jolloin olkien kaliumpitoisuus on korkeampi kuin pitkien syyssateiden jälkeen. Virtsan kaliumia lienee näytteen kuivikelannassa myös keskimääräistä enemmän.

Lannan kuiva-ainepitoisuus on melko alhainen. Komposti on peitetty tiiviillä katteella, joka estää vesihöyryn haihtumisen. Tilavuuspaino on korkea, koska maatumisen on edennyt kohtalaisen pitkälle.

Kuivikelannassa levitettäviä ravinnemääriä lannan eri levitysmäärillä esitetään seuraavan sivun taulukossa, kun ravinnepitoisuudet ovat keskimääräisiä.

Lannan sijoittelu viljelykierron eri kasveille havainnollistetaan seuraavissa esimerkeissä.

Esimerkki 1. Kuivikelanta ja virtsa

Tilalla on peltoa 40 ha ja lypsylehmiä 20 kpl ja eläinyksiköitä noin 26 kpl. Eläintiheys on 0,7 ey/ha. Viljelykierto on 5-vuotinen. Lannan bruttomäärä ilman laidunvähennystä on noin 350 m³ eli noin 8,8 m³/ha/v eli 40 m³/ha/5v. Virtsan bruttomäärä ilman laidunvähennystä on noin 210 m³ eli noin 5,2 m³/ha/v eli 25 m³/ha/5 v.

Kuivikelantaa käytetään viljelykierrossa useimmiten suojaviljan lannoitteena. Mikäli tila on lähes rehuomavarainen (eläintiheys noin 0,7 ey/ha), niin lantaa riittää levitettäväksi noin 40 m³/ha kerran viidessä vuodessa (viisivuotinen viljelykierto). Suojaviljalle levityksessä on

NAUDAN KUIVIKELANTA-ANALYYSI

	Kuiva-aineessa		Tuore painossa	
	kg/t	kg/t	kg/t	kg/m ³
Liukoinen typpi Nliuk	4	0,8	0,74	
Kokonaistyyppi Nkok	24	4,8	4,4	
Fosfori Pkok	31	6,2	5,7	
Kalium Kkok	34	6,6	6,2	
Kuiva-aine %		19,8		
Tilavuuspaino kg/m ³				930

KUIVIKELANNASSA LEVITETTÄVIÄ RAVINNEMÄÄRIÄ ERI KÄYTTÖMÄÄRILLÄ KG/HA

		kg/t	Käyttömäärä t/ha					
			5	10	15	20	30	40
Naudan kuivikelanta	Nkok	4,6	23	46	69	92	138	184
	Nliuk	1,3	7	13	20	26	39	52
	Pkok	1,3	7	13	20	26	39	52
	Pkäyt	1,0	5	10	15	20	29	39
	K	3,6	18	36	54	72	108	144
Sian kuivikelanta	Nkok	7,2	36	72	108	144	216	288
	Nliuk	1,7	9	17	26	34	51	68
	Pkok	3,1	16	31	47	62	93	124
	Pkäyt	2,3	12	23	35	47	70	93
	K	3,7	19	37	56	74	111	148
Kanan kuivikelanta	Nkok	15,6	78	156	234	312	468	624
	Nliuk	12,8	64	128	192	256	384	512
	Pkok	10,5	53	105	158	210	315	420
	Pkäyt	7,9	39	79	118	158	236	315
	K	11,3	57	113	170	226	339	452

Jälkivaikutus levitystä seuraavana vuotena

- naudnan kuivikelanta 0,6 kg/t

- sian kuivikelanta 1,0 kg/t

- kanan kuivikelanta 5,0 kg/t

Kuivikelannalla on lisäksi pitkäaikainen jälkivaikutus.

**LANNANKÄYTTÖSUUNNITELMA
5-VUOTISELLE VILJELYKIERROLLE,
VIRTSAÄILIÖMENETELMÄ, 0,7 EY/HA**

Kierto	Lantaa m ³ /ha	Virtsaa m ³ /ha
Suojavilja+ns		10
N1		
N2		
N3		15
Vilja	40	
Yht.	40	25

haittapuolena se, että lannan typen, fosforin ja kaliumin jälkivaikutus menee apilanurmen hyväksi ja siten ikään kuin hukkaan. Mikäli kierrossa on vähintään kaksi mullosta, niin lannan lannoitusvaikutus voidaan hyödyntää paremmin levittämällä se heti ensimmäisenä mullosvuonna. Mikäli levitystyö sujuu hyvin ja peltoja tiivistämättä, voidaan lantamäärä jakaa myös kahdelle vuodelle – molemmille mullosvuosille.

Virtsaa on käytettävissä noin 25 m³/ha kerran viljelykierron aikana. Se käytetään ensisijaisesti kolmannen vuoden nurmien lannoitteena. Lisäksi sitä voidaan käyttää osin viljalle ja tarvittaessa myös toisen vuoden nurmille apilan harvennuttua.

Lannan sijoittelu viljelykierrossa on riippuvainen myös palkoviljojen viljelystä. Mikäli toisena mullosvuonna viljan seassa viljellään esim. hernetä tai virmaa, niin ko. lohko voidaan jättää ilman lantaa.

Laitumet saavat lähinnä laidunlantaa. Lisäksi vanhemmille laidunnurmille voidaan antaa pieniä määriä virtsaa. Laidunkierrossa myös viljalle voidaan antaa pieniä määriä lantaa.

Kuusivuotisessa kierrossa lanta on syytä jakaa kahdelle eri vuodelle käyttäen pienempiä kerta-annoksia, samoin virtsa.

Esimerkki 2. Pelkästään kuivikelantaa

Lanta käsitellään pelkästään kuivikelantana, eläintiheys on 0,5 ey/ha, lannan bruttomäärä on noin 12 m³/ha eli 60 m³/ha/5 v, kun viljelykierto on 5-vuotinen.

Mikäli tilan eläintiheys on noin 0,5 ey/ha ja kaikki lanta käsitellään kuivikelantana, niin se levitetään kierrossa molemmille viljoille, mikäli levityskalustolla levitys voidaan tehdä maata tiivistämättä. Levitysmäärät ovat tällöin noin 30 m³/ha. Maan tiivistymisriskin vähentämiseksi kaiken lannan levitys syysviljalle voi olla varteenotettava vaihtoehto, jos lannan kokonaismäärä ei ole kovin suuri.

KOMPOSTIN KYPSYYSASTE JA KÄYTTÖ

Kompostin käyttöä silmälläpitäen kompostit voidaan jakaa kahteen pääryhmään: tuorekompostit ja kypsät kompostit.

Tuorekomposti eli puolikypsä komposti (aumakompostoinnissa noin 3–6 kk vanhaa) on jo pitkälle lahonnutta, mutta ei ole vielä muuttunut kokonaan hitaasti hajoavaksi eloperäiseksi aineeksi ja humukseksi. Siinä valitsee puolikypsä tila, lämpötila on laskenut ja eloperäiset raaka-aineet kuten oljet ja hake ovat tumman värisiä ja niiden rakenne on edelleen hyvin tunnistettavissa. Mullan (humuksen) muodostuminen on kuitenkin jo alkanut, ja eloperäisen aineksen osuus ja pieneliötoiminta on vilkasta. Tuorekomposti vilkastuttaa maan pieneliötoimintaa ja humuksen muodostusta. Koska kasveille helposti käytettävien ravinteiden määrä on suurempi kuin kypsässä kompostissa, on sen lannoitusvaikutus suurempi.

Eloperäisen aineksen hajoamisen alkuvaiheessa syntyvät orgaaniset hapot ym. voivat vahingoittaa itäviä siemeniä ja herkempiä juuria. Siksi nuori tuorekomposti ei sovellu kylvömullaksi, taimimullaksi eikä herkimmille puutarhakasveille. Puolikypsää kompostia voidaan käyttää viljoille ja perunoille sekä puutarhakasveista runsasta lannoitusta tarvitseville kasveille kuten esimerkiksi kurkulle, purjolle ja sellerille.

Kypsää kompostia (noin 6–12 kk) saadaan sitten, kun tunkiolierot, hyppyhäntäiset ja muut ”kompostintekijä-

**LANNANKÄYTTÖSUUNNITELMA
6-VUOTISELLE VILJELYKIERROLLE,
VIRTSAÄILIÖMENETELMÄ, 0,7 EY/HA**

Kierto	Lantaa m ³ /ha	Virtsa m ³ /ha
Suojavilja+ns	30	
N1		
N2		
N3		20
Vilja	20	10
Seosvilja/ vihantarehu		
Yht.	50	30

**LANNANKÄYTTÖSUUNNITELMA
5-VUOTISELLE VILJELYKIERROLLE,
KUIVIKEMENETELMÄ, 0,5 EY/HA**

Kierto	Lantaa m ³ /ha
Suojavilja+ns	30
N1	
N2	
N3	
(Syys)Vilja	30
Yht.	60



KOMPOSTIN LAHOAMISASTE JA LANNOITUKSEN TAVOITTEITA

Käyttökohde	Vähän maatonut (tuore komp.) 3-6 kk	Pitkälle maatonut (kypsä komp.) 6-12 kk
Maalaji		
- kevyet kivennäismaat	xx	xx
- raskaat kivennäismaat	xx	x
- turvemaat	xx	x
Multavuuden lisääminen	x	xx
Hyvä kylvöalusta	x	xx
Lannasta niukkuutta	xx	x
Typpeä runsaasti vaativat kasvit	xx	x
NO ₃ keräävät kasvit	x	xx
Sadon hyvä laatu	x	xx
Kasvilaji		
- peruna	x	xx
- kevätilijat	xx	x
- kaalikasvit	xx	x
- syysviljat	xx	xx
- purjo, selleri	xx	xx
- sipuli, porkkana, punajuuri	x	xx
Palkokasvit		
- apila, herne, papu	-	xx
Nurmet		
- kosteat olot	x	x
- kuivat olot	-	x

xx = sopii hyvin, x = sopii, - = ei sovi

eläimet” ovat suorittaneet tehtävänsä loppuun. Kääntäminen ei enää nosta kompostin lämpötilaa. Eloperäinen aine on muuttunut hitaasti hajoavaksi eloperäiseksi aineeksi ja varsinaiseksi humukseksi, hitaasti hajoaviksi eloperäisiksi yhdisteiksi ja multamaisiksi muruiksi. Komposti on mustaa, kuohkeaa, hienomuruista multaa ja tuoksuu ”lepikon/koivikon” lehtomullalle. Se vaikuttaa ennen kaikkea maanparannusaineena maan rakennetta parantavasti (vesitalous, ilmavuus, juuriston kasvu). Se toimii eräänlaisena ravinnevarastona, jota esim. sienijuurret voivat hyödyntää. Kypsää kompostia voidaan käyttää useimpiin viljelytarkoituksiin ennen kaikkea puutarhaviljelyssä. Se sopii taimimullaksi ja vaatelioiden kasvien lannoitukseen haluttaessa hyvää laatua.

KOMPOSTIN KÄYTTÖMÄÄRIÄ JA LANNOITUSVAIKUTUS

Kompostilannoituksen vaikutus riippuu paitsi kompostin ravinnepitoisuudesta ja ravinteiden luovutuskyvystä, niin myös lohkon kasvukunnosta. Tarkkoja kasvikohtaisia käyttösuosituksia ei edellä mainituista syistä johtuen voida antaa. Kompostin käyttömäärät vaihtelevat yleensä 10-40 t/ha välillä. Hyväkuntoisessa maassa sopiva kompostiannos saattaa kiihdyttää maan omien ravinnevarojen mineralisoitumista, jolloin lannoitusvaikutus on suurempi kuin kompostin liukoisten ravinteiden vaikutus. Toisaalta liikaa (erityisesti puuaineksella) kuivitetun (hevosenlanta) kompostin lannoitusvaikutus saattaa olla negatiivinen, kun maan liukoinen tyyppi sitoutuu kompostin loppuhajomiseen.

Kompostia voi olla tarpeen valmistaa erilaisia eri käyttötarkpeiden mukaan. Runsasta lannoitusta ja nopeaa lannoitusvaikutusta tarvitseville kasveille (esim. kaalit) valmistetaan väkevää ja nopeavaikutteista kompostia. Hidas- ta, mutta monivuotista lannoitusvaikutusta tarvitseville kasveille (esim. mansikka) valmistetaan niukemmin ravinteita sisältävää ja hitaasti vaikuttavaa kompostia. Kivi- vikkeiden lajilla ja määrällä voidaan tähän vaikuttaa; turve luovuttaa ravinteita melko nopeasti, olki ja varsinkin puuperäiset seosaineet hitaasti. Puuperäisistä aineista puun kuori hajoaa kaikkein hitaimmin ja lehtipuu- hake havu- puuhaketta nopeammin ja leppähake nopeimmin.

Maan hyvä rakenne on tärkeä edellytys kompostilan- noituksen tehokkaalle käytölle. Tiivistyneellä maalla niu- kalti liukoisia ravinteita sisältävä karjanlantakomposti ei

tehoa, koska kompostin ravinteet ovat kasveille käyttökelpoisia vasta maan pieneliöstön hajotustoiminnan kautta. Tiiviillä mailla kompostoitu lanta ja ilmastettu lietelanta ovat suositeltavampia kuin käsittelemätön lanta. Tiiviillä ja alhaisen biologisen aktiivisuuden omaavilla mailla runsaasti helppoliukoisia ravinteita sisältävä lannoite tehoaa parhaiten.

Kompostin käyttömäärät voivat siten vaihdella huomattavasti, vaikka lannoitusvaikutus olisikin sama. 15 tonnia ravinteikasta kompostia hyvärankenteisessa maassa voi vaikuttaa paremmin kuin 50 tonnia laimaa kompostia tiivistyneessä maassa. Kompostin käytössä onkin syytä tutkia kompostin ravinnesisältö sekä tuntea pelto, johon sitä tullaan levittämään. Ravinnepitoisuus sinänsä ei vielä kerro kompostin odotettavissa olevaa lannoitusvaikutusta. Meillä käytössä olevan lanta-analyysin liukoisen typen määrittäminen mittaa pelkäästään ammoniumtypen määrää. Kompostissa voi olla kasveille käyttökelpoista tyyppiä myös esim. nitraattimuodossa sekä liukoisina orgaanisina yhdisteinä. Typhen eri muotojen määriä lannassa ja kompostissa vertaillaan oheisessa kuvassa. Kokemus on tärkeä apu kompostin lannoitusvaikutuksen arvioimisessa. Levitysmäärä päätetään näin tapauskohtaisesti.

Siirryttäessä luomuviljelyyn on alkuvuosina tarpeen kiinnittää päähuomio lannan ja kompostin kasveille käyttökelpoisten ravinteiden pitoisuuksiin, koska lannoitusvaikutus määräytyy pääosin niiden perusteella. Kompostien lannoitusvaikutus on kuitenkin hyvin pitkäaikainen. Käytettäessä kompostia useita vuosia/ vuosikymmeniä.

KOMPOSTIEN LANNOITUSVAIKUTUS

Kompostilla nopea lannoitusvaikutus silloin, kun...

- lannan osuus suuri
- lanta ravinteikasta – esim. kananlantaa
- kuivike pääasiassa turvetta
- kompostointiaika keskinertainen

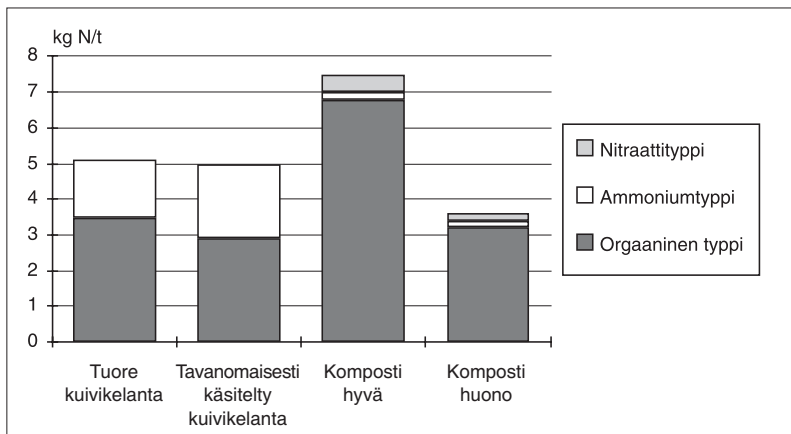
Kompostilla hidas lannoitusvaikutus, silloin kun...

- lannan osuus pienehkö
- lanta niukkaravinteista – esim. kutterinlastakuivikkeista hevosen lantaa
- kuivikkeina olkia ja puuaineksia (lehtipuuhaketta, kuorihumusta jne.)
- komposti pitkälle maatonut – kypsää

KARJANLANTAKOMPOSTIN JA TAVALLISEN KARJANLANNAN VERTAILUA

Vaikutus	Komposti	Lanta
Ravinnehävikit		
- Varastoinnissa	-	++
- Käytössä	++	-
Lannoitusvaikutus		
- lyhyehköllä tähtäimellä	-	+
- pitkäaikainen	++	-
Maan hyödyllinen pieneliötoiminta	++	+
Multavuus	+++	++
Sopivuus kasveille	++	+
Taudinaiheuttajat	+++	-
Rikkakasvien siemenet	+++	-
Kasvien terveyden vahvistaminen	++	-
Viljelyvarmuus	++	+
Kustannukset; työ, energia	-	++

TYPEN JAKAUMA ERI TAVOIN KÄSITELLYSSÄ LANNASSA



(Berner 1990)

KOMPOSTISSA LEVITETTÄVIÄ RAVINNEMÄÄRIÄ ERI KÄYTTÖMÄÄRILLÄ KG/HA.

		kg/t	Käyttömäärä t/ha				
			10	20	30	40	50
Naudanlanta komposti hyvä	Nkok	4,0	40	80	120	160	200
	Nliuk	1,0	10	20	30	40	50
	Pkok	1,6	16	32	48	64	80
	Pkäyt	1,20	12	24	36	48	60
	K	4,2	42	84	126	168	210
Komposti laiha	Nkok	3,0	30	60	90	120	150
	Nliuk	0,3	3	6	9	12	15
	Pkok	1,0	10	20	30	40	50
	Pkäyt	0,75	8	15	23	30	38
	K	3,0	30	60	90	120	150

Kompostien typelle on erittäin pitkäaikainen jälkivaikutus, usein noin 5–15 kg/ha/v eli noin 0,2–0,6 kg/t.

niä vapautuu vuosittain pieniä määriä typpeä ja fosforia kaikista aikaisemmin levitetyistä komposteista. Pitkäaikaiskäytössä kompostilannoituksen typen hyväksikäyttö muodostuu suunnilleen yhtä suureksi kuin tuoretta lantaa käytettäessä (Berner ym. 1997).

4.4.7.2. VIRTSAAN KÄYTTÖMÄÄRIÄ

Virtsan ravinnepitoisuus vaihtelee tilojen välillä suuresti riippuen mm. vesilisäyksen suuruudesta ja varastointiolosuhteista. Virtsaa voidaan käyttää viljelykierrossa mulloksille sekä vanhemmille nurmille ja viljan oraille. Virtsa levitetään yleensä lietelannan levityskalustolla. Levitysmääriin ja levitystasaisuuteen tulee kiinnittää huomiota.

VIRTSASSA LEVITETTÄVIÄ RAVINNEMÄÄRIÄ ERI KÄYTTÖMÄÄRILLÄ KG/HA

		kg/t	5	Käyttömäärä t/ha				
				10	20	30	40	50
Naudan virtsa	Nkok	3,1	16	31	62	93	124	155
	Pkok	0,1	1	1	2	3	4	5
	K	4,5	23	45	90	135	180	225
Sian virtsa	Nkok	2,6	13	26	52	78	104	130
	Pkok	0,2	1	2	4	6	8	10
	K	1,5	8	15	30	45	60	75

4.4.7.3 LIETELANNAN KÄYTTÖ JA LEVITYSTEKNIikka

LIETELANNAN KÄYTTÖMÄÄRIÄ

Lietelannan sopivina peruskäyttömäärinä voidaan pitää:

naudan lietelantaa 25–30 t/ha

sian lietelantaa 15–20 t/ha

Tästä annoksesta tulee fosforia suunnilleen kasvien tarveta vastaava määrä (15–18 kg/ha), kaliumia saadaan 29 kg/ha (sika) tai 87 kg/ha (nauta), kokonaistyyppiä saadaan noin 63–100 kg/ha ja liukoista tyyppiä noin 44–57 kg/ha. Nämä ovat lietelannan keskimääräisiä ravinnemääriä. Levitysmäärä on niin pieni, että tasainen levitys edellyttää useinkin lietteen laimentamista vedellä. Lannan ravinnepitoisuus vaihtelee huomattavasti tilojen välillä. Siksi tilakohtainen lannan ravinnepitoisuuden määrittäminen on tarpeen.

Luomuviljelyssä lasketaan yleensä koko viljelykierrossa tarvittavien ravinteiden yhteismäärä, jolloin eri vuosien yksittäiset käyttömäärät voivat vaihdella viljelykasvin mukaan.

Esimerkki lietelannan levityksestä viljelykierrossa

Tilalla on peltoa 40 ha, lypsylehmiä 20 kpl ja eläinyksiköitä noin 26 kpl. Eläintiheys on 0,7 ey/ha, lietelannan bruttomäärä ilman laidunvähennystä on noin 670 m³; noin 16 m³/ha/v eli 80 m³/ha/5, kun viljelykierto on 5-vuotinen.

Osa lannasta jää suoraan laitumelle, joten levitettävää lietelantaa on noin 500 m³ eli noin 16 t/ha/v säilörehu-tiljakerolle. Lantaa levitetään kierrossa molemmille viljoille sekä vanhimmille nurmille. Viljoille käytetään melko pieniä levitysmääriä, mikäli maat ovat hyväkuntoisia. Kolmannen vuoden nurmelle voidaan käyttää isompaa määrää. Mikäli lannan määrät eivät riitä tyydyttävään satotasoon, käytetään palkokasviseoksia ensimmäisessä viljassa; joko seosviljaa puitavaksi viljaksi tai virnapitoista vihantaviljaa säilörehuksi.

LIETELANNAN LEVITYSTEKNIikka

Viime aikoina lietelannan levitystekniikka on tullut tarkemman tarkastelun kohteeksi ja alalla tehdään merkittävää tuotekehitystyötä. Typen levitystappiot voivat vaihdella 5–95 %:iin liukoisesta tyypestä, riippuen levityskalustosta, varastoinnista, maan pH:sta, tuulesta, sadannasta jne. Suurimmat tappiot syntyvät välittömästi levityksen jälkeen.

Levityskaluston merkitys haihtumistappioiden vähen-

LANNANKÄYTTÖSUUNNITELMA 5-VUOTISELLE VILJELYKIERROLLE, LIETELANTAMENETELMÄ, 0,7 EY/HA

Kierto	Lietelantaa m ³ /ha
Suojavilja+ns	20
N1	
N2	
N3	40
Vilja	20
Yht.	80

**LIETELANNASSA LEVITETTÄVIÄ RAVINNEMÄÄRIÄ
ERI KÄYTTÖMÄÄRILLÄ KG/HA**

		kg/t	Käyttömäärä t/ha				
			10	20	30	40	50
Naudan lietelanta	Nkok	3,3	33	66	99	132	165
	Nliuk	1,9	19	38	57	76	95
	Pkok	0,6	6	12	18	24	30
	Pkäyt	0,45	5	9	14	18	23
	K	2,9	29	58	87	116	145
Sian lietelanta	Nkok	4,2	42	84	126	168	210
	Nliuk	2,9	29	58	87	116	145
	Pkok	1	10	20	30	40	50
	Pkäyt	0,75	8	15	23	30	38
	K	1,9	19	38	57	76	95
Naudan virtsa	Nkok	3,1	31	62	93	124	155
	Nliuk	2,2	22	44	66	88	110
	Pkok	0,1	1	2	3	4	5
	Pkäyt	0,1	1	2	2	3	4
	K	4,5	45	90	135	180	225

Lietelannan tyypellä on jälkivaikutusta levitetystä seuraavana vuonna, usein noin 0,1–0,4 kg/t eli noin 2–10 kg/ha/v.

Jälkivaikutus levitystä seuraavana vuotena

- naudnan lietelanta 0,2 kg/t eli noin 3–8 kg/ha/v

- sian lietelanta 0,4 kg/t eli noin 4–15 kg/ha/v

täjänä on suuri. Mitä nopeammin lietteen ammoniumtyppi joutuu kosketuksiin maa-aineksen kanssa, sitä vähäisempää on ammoniakkin haihtuminen. Tähän päästään välittömällä muokkauksella levityksen jälkeen tai multaus-tekniikalla sekä käyttämällä letkulevittimiä, kun levitetään kasvavaan kasvustoon. Tärkeä levityskaluston ominaisuus on levitystarkkuus. Lietelannasta kertyvä typpimäärä voidaan laskea oheisen laskukaavan avulla.

Esimerkiksi saksalaiseen käytäntöön kuuluu, että vau-
nun valmistaja toimittaa ostajalle tarkan annostelutaulu-
kon, jonka avulla levitystarkkuus saadaan myös käytän-
nössä toteutumaan. Esimerkiksi jos typpipitoisuuden pe-
rusteella halutaan levittää 20 m³/ha, on ajonopeuden olta-
va 4 km/h, kun virtaus on 2 000 l/min ja työleveys 12 m.

Letkulevittimet ja multauslaitteet ovat levitystarkkuu-
deltaan ja ammoniakkipäästöjen osalta parhaita.

**LIETEVAUNUJEN LEVITYSLAITTEET JA
LEVITYSMENETELMÄT**

Lietelannan levityksen tehostamiseen on nykyään tarjol-
la monia mahdollisuuksia. Vähintään yhtä tärkeitä kuin
vaunun ominaisuudet ja sen aiheuttamat pintapaineet, on
se, minkälainen levityslaite on kytketty vaunun perään:

600 x nesteen virtaus (l/min) x typpipitoisuus
kg N/ha =

työleveys x ajonopeus

Hajalevitys

Lietelannan levitystä *hajalevityksenä* levityslautasen avulla pidetään nykyään epätarkkana ja tyypitappioita aiheuttavana. Ratkaisu on kuitenkin hinnaltaan edullinen. Keski-Euroopassa ollaan lautaslevitykset kuitenkin jo kieltämässä. Parempia levitystapoja ovat lietelannan sijoittaminen nurmeen multaamalla, levittäminen letkulevittimellä tai ruiskuttamalla se maan sisään.

Multaus

Multauslaitteen vahvuuksia on hyvä levitystarkkuus ja pienet ravinnehävikit levityksessä ja levityksen jälkeen. Sen heikkouksia ovat mm. pieni työleveys, pieni työsaavutus, suuri vetotehon tarve ja nurmen pinnan rikkoutuminen. Lisähaittoina voidaan mainita multauslaitteiden suurehko vannasväli, huonosti säädettävissä oleva työsyvyys, auki jäävä sijoitusvako sekä joskus pintaan nousevat kivet. Multauksen etuna on sen vähäinen ammoniakkihävikki, koska liete sitoutuu heti maaperään eikä pääse haihtumaan. Monet uudet multauslaitteet ovat kestävyydeltään ja vetovastukseltaan jo varsin hyviä.

Letkulevitys

Letkulevittimissä letku- tai vannasrivistö levittää lietteen kasvuston tyveen tai maata vasten. Menetelmän etuina on, että se vaatii vähän vetovoimaa ja työleveys (12-15-18 m) on huomattavasti suurempi kuin multauslaitteilla. Työsaavutus on aivan eri luokkaa kuin multauksessa. Joskus puomilevittimet ovat menneet tukkoon kivien tai liian sakean lietteen takia, mutta kivisihdit, laimentaminen vedellä ja erityisesti ilmastus poistavat näitä ongelmia.

Letkulevittimen avulla kevätiljoille voidaan käyttää ns. oraslevitystä, joka tapahtuu kesäkuun alussa kiireisten toukotöiden jälkeen. Sopivin aika siihen on yleensä iltaisin tai juuri ennen mahdollista sadejaksoa, jolloin ammoniumtyypen haihtuminen jää pienimmäksi. Letkulevitiin voidaan hankkia uuteen tai vanhaan vaunuun.

Haittana on, että letkulevittimen ammoniakkipäästöt ovat suurempia kuin multauksessa, vaikkakin selvästi pienempiä kuin hajalevityksessä.

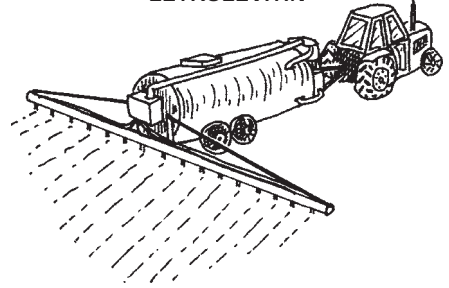
Jousisuksilevitys

Letkulevittimen parannettu versio on *lehtijousitetut sukset*, jotka kulkevat koko ajan pellon pinnalla ja johon jokainen tyhjennysletku on kiinnitetty (Vogelsang-jousisuksilevitiin). Tällä ratkaisulla osa lietteestä menee paineella pellon pintakerrokseen ja tyypitappiot todennä-

Levityslaitteivaihtoehtoja lietevaunuun

- perinteinen levityslautanen
- kiekkovantainen multaustilaite
- letkulevitiin
- letkulevitiin + lehtijousitetut sukset
- levitys sadettamalla
- suoraruiskutuslaitteet (DGI)
- Agromiljö-lietteenlevitysjärjestelmä
- kylvöäes-lietteenlevitysmenetelmä
- vanha säiliöauto + Agromiljö-järjestelmä

LETKULEVITIN



Letkulevittimen etuja verrattuna hajalevitykseen

- soveltuu lietteen pinta- ja hajalevitykseen
- tasainen levitys myös pienillä lietemäärillä
- liete menee maanpintaan "nauhana", minkä ansiosta typen haihtuminen on vähäistä
- kasvuston tahraantuminen vähenee
- suuri työleveys.

köisesti vähenevät, vaikka menetelmästä ei ole vielä tutkimustuloksia. Laitteen työleveys on 6 metriä ja kokemukset ovat olleet hyviä. Ainoa "vaikeus" on siinä, ettei lietteen levitysjälki näy kunnolla pellolla, jolloin seuraavan kierroksen ajolinjaa on etsittävä, jollei sitä erikseen merkitä. Suksien jousitusta voidaan säätää sen verran jäykäksi, että liete todella painuu maan sisään. Koska sukset kulkevat koko ajan pellon pinnalla, nurmen pinta ei rikkoonnu eikä kiviä nouse pintaan.

Levitys sadettamalla

Mielenkiintoista levitystekniikkaa edustaa uusi norjalainen lietteen "levityskanuuuna", joka toimii kuten automaattinen sadetuslaite. Kanuunan työleveys on 65 m ja letkun sisäänkelaamisnopeutta voidaan säätää (30–500 m/h). Kelan letkun pituus on 700 m ja letkun koko on 3". Menetelmä on hyvin varteenotettava silloin, kun suurin osa tilan pelloista sijaitsee karjasuojan läheisyydessä. Myös mahdollisuus laimentaa lietettä vedellä levityksen yhteydessä on hyvä. Selvänä etuna on mainittava maan tiivistymisen estyminen ja tasainen levitys sekä suuri levityskapasiteetti.

Ruiskutus maahan

Ruiskutus maahan eli DGI- menetelmä ("Direct ground injection") on kehitetty Norjan maatalousyliopistossa. Liete tai virtsa "ruiskutetaan" noin 8 baarin työpaineella pellon pintakerrokseen, jolloin ammoniakkipiirit vähenevät norjalaiskokeiden mukaan peräti 80 %. Liete kulkeutuu noin 5–10 cm:n syvyyteen. Viljan oraat tai nurmen pinta jäävät ehjiksi ja vetovoiman tarve on olematon, koska laitteen "sukset" sekoituskammioineen kulkevat koko ajan pellon pinnalla. DGI-menetelmässä yhdistyvät multauslaitteiden ja letkulevittimien parhaat puolet. Norjassa DGI-laite on usein kytketty suuriin lietevaunuihin, jolloin kokonaispaino nousee maan rakenteen kannalta liian korkeaksi. Se onkin DGI-lietevaunuratkaisun heikko puoli. Norjalaiskeksintö on sekä ympäristön että satotason kannalta edullinen. Hankintahinnan perusteella DGI soveltuu parhaiten urakointiin. Myös lietteen laadulla on merkitystä. Ilmeisesti ilmastettu tai hyvin sekoitettu liete soveltuu siihen parhaiten.

Syöttöletkulevitys

Lietelanta voidaan levittää myös siten, että vain lietelannan levitintä liikutetaan pellolla ja lietevaunu seisoo levityksen ajan pellon laidalla ns. *syöttöletkulevityksenä*. Menetelmässä liete levitetään suoraan lietesäiliöstä peltoon erillisen pumpun, taipuisan letkun ja kevyen letkulevittimen avulla. Liete pumpataan säiliöstä letkua pitkin suoraan pellolla ajavan traktorin taakse kytkettyyn kevyeen letkulevittimeen (työleveys 12 m). Syöttöletkun pituus voi olla jopa yli 2 000 metriä. Tämä norjalaisen ns. *Agromiljö-lietteenlevitysjärjestelmä* sopii erityisen hyvin tilanteisiin, jossa pellot sijaitsevat lähellä tuotantorakennusta tai lietesäiliötä.

Raskasta vaunua ei tarvita ollenkaan ja pellon tiivistymisvaurioiden riski on hyvin vähäinen. Menetelmän heikkoutena on, että se soveltuu perusmuodossaan parhaiten niille tiloille, joissa pellot ovat talouskeskuksen läheisyydessä. Agromiljö-ketju on käytännössä toimiva kokonaisuus radio-ohjauksineen. Litteän erikoisletkun levitys kelalta ei tuota suuria ongelmia ja menetelmä toimii kaikenkokoisilla lohkoilla. Lisäksi pellolle päästään aiemmin. Levitys voidaan tehdä myös viljan oraille viljan ollessa jopa 50-senttistä.

Kylvölannoitus lietelannalla

Lietelannan levitys ja kylvö voidaan tehdä myös samanaikaisesti. Sellainen yhdistelmäkone saadaan asentamalla tavallisen lietevaunun taakse kylvöäes. Lietevaunun taakse rakennettuun nostolaitteeseen voidaan kytkeä kylvölannoitin, jonka lannoitevantaisiin ohjataan lietelantaa. Kun lietevaunu varustetaan hyvin suurin renkain, jää pintapaine pieneksi. Lietteen siirto tehdään erillisellä kuljetusvaunulla.

Säiliöauto yhdistettynä agromiljö-järjestelmään

Maatilojen yksikkökoon kasvaessa ovat myös lantavarastot ja -määrät huomattavasti suurentuneet. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että suuren kotieläintilan isäntäväen työajasta yhä suurempi osuus kuluu lannan levitykseen kaikkien muiden töiden lisäksi. Tila joutuu tai on jo joutunut tekemään huomattavia investointeja levityskalustoon.

Suuret lietemäärät voidaan levittää nopeasti ja tehokkaasti ja maan rakennetta säästämällä käyttäen lietelannan siirtoon vanhaa säiliöautoa ja levitykseen siirtoletkulevintintä. Menetelmä sopii parhaiten urakoitsijan käyttöön.

Lietelantavaunuja, letkulevittimiä ja multaimia sivulla 200.

**KUIVALANTALAN SEKÄ VIRTSA- JA LIETELANTASÄILIÖN OHJETILAVUUDET 12 KK
VARASTOIMISAIKAA VARTEN**

Varastointitilavuus m ³ /eläin Eläinlaji	kuivike- lanta	virtsa	liete- lanta	kuivikelanta+ virtsa (virtsa imeytetty kuivikelantaan)
Lypsylehmä*)	12,0	8,0	24,0	24,0
Hieho, emolehmä, lihanauta, siitossonna	9,0	4,0	15,0	15,0
Nuorkarja < 6 kk	2,4	1,2	4,0	4,0
Emakko porsaineen (norm.)	3,0	3,5	7,0	8,3
Satelliittiemakko porsaineen****	4,4	5,2	9,6	12,0
Lihasika**(x), siitossika,	0,7	1,0	2,0	2,4
Joutilas emakko***	0,8	1,2	2,4	2,4
Vieroitettu porsas**(xx)	0,5	0,5	1,0	1,2
Hevonen	-	-	-	12,0
Poni	-	-	-	8,0
Lammas, uuhi karitsoineen, vuohi, kuttu kileineen	1,5	-	-	1,5
Munituskana, broileriemo	0,05	-	-	0,05
Kalkkuna**	0,03	-	-	0,03
Broileri, kananuorikko**	0,015	-	-	0,015
Ankka, hanki**	0,04	-	-	0,04
Sorsa**	0,025	-	-	0,025

* Korkeatuottoisille karjoille suositellaan taulukossa esitettyjä lukuja suurempia varastotilavuuksia.

** Eläinpaikkaa kohti vuodessa.

*** Koskee ns. emakkorenkaiden keskusyksikköä, eläinpaikkaa kohti vuodessa.

**** Koskee satelliittisikalaa, lantamäärät emakkopaikkaa kohti, kun emakkopaikassa porsituksia 8 tai enemmän vuodessa; porsaas huomioidaan vieroituskään (n. 5 viikkoa) asti. Koskee lihasikoja, joiden keskimääräinen teuraspaino on enintään 90 kg. Jos teuraspaino on suurempi, käytetään joutilaan emakon arvoja.

(xx) Porsas kasvatuksessa, ikävaihe 5-11 viikkoa.

Valtioneuvoston päätös N:o 931/2000

LIETTEEN ILMASTUSLAITTEET JA NIIDEN VALMISTAJIA

Merkki ja valmistaja	Ilmastimen tyyppi	Tehon tarve <i>kW</i>	Paino <i>kg</i>	Lietesäiliön maksimikoko
A-ilmastin Listema Oy	Lamellikompressori	1-4	60	
LJM-ilmastin Lind Jensen Maskinfabrik	Ejektori	5,5/15	155/275	
Rako-ilmastin Rako-Koneet Oy	Potkuri-ilmastin	5,5	150	800 m ³
Eisele-ilmastin Eisele/Kääriäinen Ky	Ejektori	7,5/11/15	141-201	
Flygt-ilmastin Flygt Ab	Ejektori	5,0/13,5	180/230	600 m ³
Haukka-ilmastin Haukka-Steel Oy	Alipaineilmastin	4,0	50	500 m ³
HP-ilmastin Hesver Oy	Potkuri-ilmastin	2,2	58	350 m ³
H&H-ilmastin Maatal.yhtymä Hanhirova	Potkuri-ilmastin	2,2	45	300 m ³
Pameco-ilmastin Pakolan Konepaja Oy	Roottori	4,0-7,5	250	600 m ³
PM-ilmastin Palolan Metalli Oy	Ejektori	traktori60/80	500/700	2500/3500 m ³
Super-Lotina Mamec Oy/Pellonpaja Oy	Ejektori	4,0/7,5/15	100/145/265	300/400/600 m ³
Vepi-ilmastin Lifer Oy	Roottori	4,0/8,0/12	100	500/1000/1500 m ³
Hienokuplailmastin Instop Oy	Paineilmailmastin	2,2 kW		7-15 m ³

LIETELANTAVAUNUT, LETKULEVITTIMET JA MULTAIMET

Merkki/myynti		Tilavuus	Omapaino	Rengaskoko	Akselisto	Levitin
Jako/Agro-Kymi Oy	6,6 m ³	2000	21.3-24	1-aks.	Lautanen	
		8,1	2450	21.3-24	Teli	Lautanen
		9,6	2900	21.3-24	Teli	Lautanen
		12,6	3900	21.3-24	Teli	Lautanen
Tempo/Agroma Oy	6,3	2400	16.5/70-18	Teli	Laut./Letku	
		7,5	2700	560-1300	Teli	Laut./Letku
		9,8	3600	560-1300	Teli	Laut./Letku
Haukka/Yritt. Maatalous	4	2000	385-1080	1-aks.	Laut./Letku	
		6,3	2000	385-1080	1-aks/Teli	Laut./Letku
		15	4100	560-1300	Teli	Laut./Letku
Kimadan/Maitti Oy	10	2320	850/50-30.5	1-aks.	Laut./Letku	
		15	4300	700/50-30.5	Teli	Laut./Letku
		21,5	8000	700/50-30.5	3-aks.	Laut./Letku
		30	9400	700/50-30.5	3-aks.	Laut./Letku
Lame/Kesko Oy	6	1800	12-22.5	1-aks/Teli	Lautanen	
		12	3000	550/60-22.5	Teli	Lautanen
Saparo/Japeka Oy	6,3	2200	16-20	Kuorma-	Lautanen	
		7,8	2450	560-1300	auton	Lautanen
		9,8	2560	11-20	akselit	Lautanen
		11,8	2670	16-20		Lautanen
SAK/Kesko Oy	10	3500	500-22.5	4-p.Teli	Laut./Letku	
		20	5165	550-22.5	4-p.Teli	Laut./Letku
		30	8500	700-30.5	6-p.Teli	Laut./Letku
Teko/Yrjö Tenkanen Oy	8	3400	16.5/40-18	Teli	Lautanen	
		10	3800	22/70-20	Teli	Lautanen
Nurkkalan Konepaja	10-20	2500-4000	22-20	Teli	Laut/Letku	
Palmu/Nakkilan Ins.Tsto	10	2400		Teli	Laut/Multain	
		12	2600		Teli	Laut/Multain
PomoLivakka/Kesko Oy	7,5	2200	22/70-20	Teli	Letku/Multain	
		10	2700	22/70-20	Teli	Letku/Multain
		12,5	2900	22/70-20	Teli	Letku/Multain
		13,5			Teli	Letku/Multain
		15			Teli	Letku/Multain
		18	6500	700/50-26,5	3-aks	Letku/Multain
Vepi/Agri-Market	8,6	2400-2800	480-1200	1-aks/Teli	Letku/Multain	
		7,7	2400-2800	560-1300	1-aks/Teli	Letku/Multain
		12,3	3100-3900	560-1300	Teli	Letku/Multain
		20		700-30.5	3-aks.	Letku/Multain

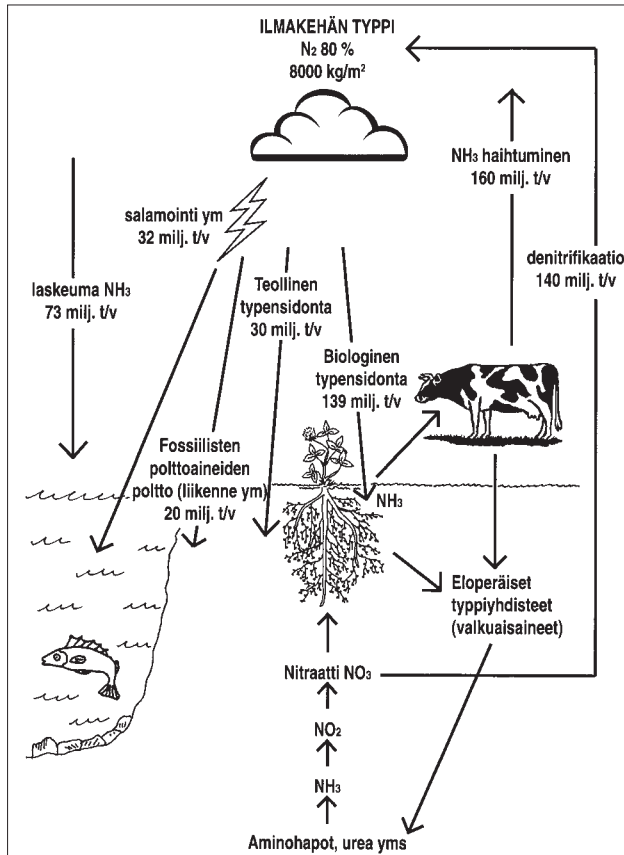
4.5 BIOLOGINEN TYPENSIDONTA JA TYPEN KIERTO

Ilmakehän kaasuista on typpeä (N_2) lähes 80 %. Tämä merkitsee, että jokaisella neliometrillä typpeä on noin 8 000 kg eli suunnilleen saman verran kuin maaperään on varastoitunut typpeä peltohehtaarille.

Ilmakehän typpikaasu ei sellaisenaan ole kasveille käyttökelpoista. Se on ensin muutettava ekosysteemin tuottajille eli kasveille käyttökelpoiseen muotoon ($N_2 \rightarrow NH_4^+$).

Typpi on jatkuvasti mukana kiertokulussa. Eräät pieneliöt muuttavat sitä kasveille käyttökelpoiseen muotoon ($N_2 \rightarrow NH_4^+$). Ilmiötä nimitetään *biologiseksi typensidonnaksi*. Kasvi- ja eläinjätteiden hajotuksessa osa tyypestä muuttuu takaisin typpikaasuksi (N_2) sekä pieneliöstön suorittamassa denitrifikaatiossa typen oksideiksi (N_2O, NO).

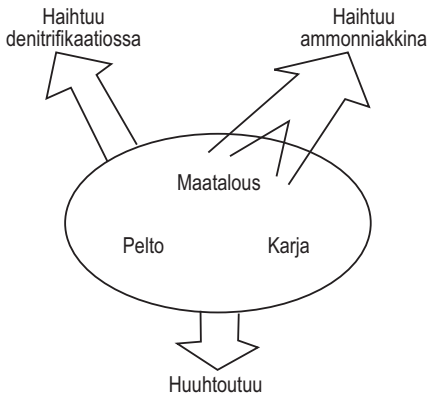
TYPEN MAAILMALAAJUINEN KIERTO



Hauk ym. 1982



TYPEN HÄVIKKEJÄ MAATALOUDESSA



Maailmanlaajuisesti biologisen typensidonnan osuus on edelleen selvästi suurempi kuin teollisen typensidonnan ja sähköpurkausten sekä fossiilisten polttoaineiden polton aiheuttaman typensitoutumisen osuus.

Biologisen typensidonnan suuruudeksi Suomen maataloudessa arvioidaan keskimäärin noin 4 kg/ha. Typpilaskeuma on Etelä-Suomessa noin 10 kg N/ha ja Pohjois-Suomessa noin 2–4 kg N/ha.

Vesistöihin typpeä kulkeutuu maataloudesta 39 500 t N/v (noin 16 kg/ha). Se on noin 49 % ihmisen aiheuttamasta kokonaiskuormituksesta. Pelloista typpeä huuhtoutuu noin 10–20 kg/ha.

Typpeä haihtuu ammoniakkinä maataloudesta, lähinnä karjataloudesta yhteensä 32 000 t/v (noin 13 kg/ha). Haihtuva ammoniakki on peräisin pääosin lannasta. Väkilannoitteista arvioidaan typpeä haihtuvan 7 500 t/v (noin 3 kg/ha).

Typpeä haihtuu ammoniakkinä lisäksi myös kasveista ja sadonkorjuujätteistä; haihtuminen on sitä runsaampaa, mitä suurempaa typpilannoitusta käytetään.

Tiiviillä mailla *denitrifikaatio* lienee selvästi huuhtoutumista merkittävämpi typen hävikkejä aiheuttava tekijä.

4.5.1 TYPENSIDONTAAN PYSTYVIÄ PIENELIÖITÄ

Pieneliölajien runsaudesta huolimatta biologiseen typensidontaan pystyviä pieneliöitä on suhteellisen vähän. Tärkeimmät ja tehokkaimmat typensitotajapieneliöt ovat palkokasvien juuriin nystyröitä muodostavat *juurinystyräbakteerit* (*Rhizobium*). Metsissä lepän juuriin muodostuu puolestaan *Frankia*-sädesienen muodostamia äkämia, joissa myös tapahtuu typensidontaa. Ne saavat energiansa isäntäkasvin yhteyttämistuotteista.

Muita typensitotajia ovat mm. *maassa vapaana* tai *jäkälien kanssa symbioosissa elävät sinivihreät levät*, jotka saavat typensidontaan tarvittavan energian auringon valosta yhteyttämisen avulla. Useiden kasvien *juurten pinnalla* elää pieneliöitä, jotka voivat muuttaa ilmakehän typpikaasua kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Tarvittavan energian ne saavat kasvien juurieritteistä.

Lisäksi maassa elää myös *vapaana* erilaisia *bakteereita*, jotka pystyvät biologiseen typensidontaan. Ne saavat tarvittavan energian maassa lahoavista eloperäisistä aineista.

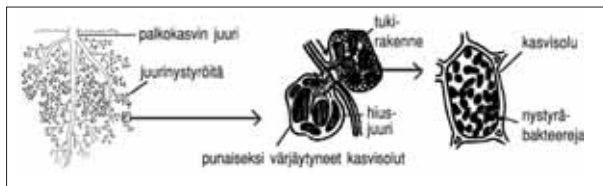
4.5.2 PALKOKASVIT MESTAREITA

Viljelykasveista palkokasveilla on kyky muodostaa tyyppeä sitovia juurinystyröitä maassa elävien *Rhizobium*-bakteerien kanssa. Kasvin alkaessa kasvaa se alkaa erittää juuristaan eritteitä, jotka vetävät puoleensa maassa eläviä bakteereita. Bakteeri tunkeutuu hiusjuureen ja saa aikaan äkämän eli nystyrän kasvun. Nystyrässä bakteerit lisääntyvät ja muuttuvat typensidontaan kykenevään muotoon. Palkokasvit ovat näin typpiomavaraisia eivätkä tarvitse kasvaakseen tyyppeä maaperästä.

Typensidonta on runsaasti energiaa vaativa tapahtuma. Palkokasvit ovat kuitenkin hyvin sopeutuneet tehtävänsä eikä typpilannoituksella yleensä saavuteta sadonlisää, mikäli olosuhteet ovat typensidonnalle sopivia.

Palkokasvien typensidonnassa kasvi ruokkii juurinystyrässä eläviä typpibakteereita yhteyttämistuotteilla (lähinnä sokereita). Juurinystyrän bakteerit puolestaan luovuttavat sitomansa typen kasville.

PALKOKASVIN TYPENSIDONTA



Eri palkokasveilla on omat typensitojabakteerinsa. Apilan *Rhizobium* -bakteerit sitovat tyyppeä vain apilan juurissa ja herneen bakteerit herneen juurissa – ei päinvastoin.

Eri palkokasvien ja typensitojapieneliöryhmien typensidontakyvyn mahdollisuuksia valaisee oheinen taulukko.

BIOLOGISEN TYPENSIDONNAN SUURUUS KG/HA VUODESSA

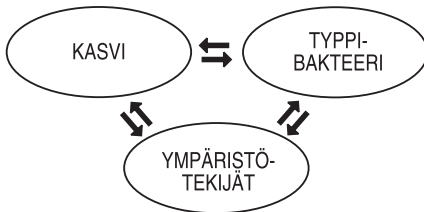
sinimailanen	200 – 500
puna-apila, vuohenherne	150 – 300
virnat	100 – 250
härkäpapu	80 – 200
yksivuotiset apilat	50 – 200
herne	50 – 150
heinäkasvien juuren pintabakteerit	5 – 30
vapaana elävät maabakteerit	1 – 5

Kaupilla 1983

Luonnossa palkokasvit ovat karujen maiden pioneeri-kasveja. Biologisen typensidontakyvyn ansiosta ne eivät tarvitse maaperän typpivaroja. Syvä ja laaja juuristo mahdollistaa veden ja ravinteiden oton paksusta maakerroksesta. Tätä vielä tehostaa palkokasveilla yleinen sienijuuri- eli mykorritsasymbioosi, joka tehostaa mm. ravinteiden hyväksikäyttöä.

Palkokasvit ovat varsinaisia maanparannuskasveja; ne valmistavat maaperää muille kasveille tuomalla maahan typpeä ja eloperäistä ainesta. Luonnonmukaisesti viljellyillä tiloilla pellon viljavuutta parannetaan sopivasti mitoitettulla palkokasviviljelyllä, muilla kasveilla taas ”puretaan” tätä maahan varastoitua kasvuvoimaa.

BIOLOGISEN TYPENSIDONNAN MÄÄRÄYTYMINEN PALKOKASVEILLA



4.5.3 TEHOON VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Palkokasvien typensidonnan määrä riippuu viljelykasvin ja bakteerin perinnöllisistä ominaisuuksista sekä ympäristötekijöistä.

Nystyröitä tulisi muodostua runsaasti tasaisesti ja kautuneena ja kauttaaltaan juuristoon. Nystyröitymistä rajoittaa mm. hapen puute maassa, maan runsas liukoisen typen määrä, väkilannoitus sekä ra’an lannan käyttö lannoitteena. Laihahko komposti sitävastoin näyttää lisäävän nystyröitymistä. Useimmat palkokasvien juurinysträbakteerit toimivat tehokkaimmin, kun maan happamuus on lähellä neutraalia (pH 6–7).

Kookkaat nystyrät sitovat typpeä tehokkaammin kuin pienet. Nystyröistä muodostuu kookkaita, kun viljelykasvi on hyvässä kasvukunnossa nystyröiden muodostuessa. Viljelykasvin perinnölliset ominaisuudet määräävät kasvupotentiaalin ja tätä kautta myös typensidonnan maksimimäärän. Kasvilajien ja lajikkeiden tulisi olla tämän vuoksi hyvin paikallisiin olosuhteisiin sopeutuneita.

Kun olosuhteet ovat suotuisat runsaalle kasville (nettoyhteyttämiselle), sitoutuu typpeä eniten. Esim. hiilidioksidin runsas saanti voi lisätä typensidontaa suhteellisesti kasvunlisäystä enemmän, koska se lisää yhteyttämisestehokkuutta. Sopivan viljelytekniikan toteutuksessa on tarpeen ottaa huomioon sekä kasvin että typpibakteerin tarpeet.

Biologisen typensidonnan määrästä ohjeellisia suuruusluokkia käytännön viljelyssä annetaan ohessa. Edullisissa olosuhteissa korkeilla satotasoilla typensidonnan määrä voi olla huomattavasti suurempikin.

BIOLOGISEN TYPENSIDONNAN SUURUUSLUOKKIA ERÄILLÄ VILJELYKASVEILLA KG/HA/V KÄYTÄNNÖSSÄ

Sinimailanen	130-250
Apilavaltainen nurmi 1	130-190
nurmi 2	90-150
nurmi 3	30-90
1-vuotinen viherrehu, virna, rehuherne	100-180
Herne, puitava	60-130
Härkäpapu	90-150
Laidun	40-150
Apila-aluskasvi viljassa	20-60
Heinäkasvien juurenpintabakteerit	5-30
Maassa vapaana elävät bakteerit	1-5

Viljelykierrossa tulee olla apilaa, hennettä/papua ja/tai 1-vuotisia viherrehu-/viherlannoituskasveja riittävästi mukana. Tuotantosuunnasta riippuen tarvittava palkokasvien osuus on noin 30–60 %. Näin palkokasvien merkitys typen lähteenä karjatiloilllakin on 2–5 kertaa lannan merkitystä suurempi.

4.5.4 PALKOKASVIEN SIEMENTEN YMPPÄYS

Eri bakteerikantojen välillä on huomattavia eroja typensidontakyvyssä. Ymppäämällä siemen tehokkaaseen typensidontaan kykenevällä typpibakteerikannalla voidaan biologista typensidontaa tehostaa. Ymppäyksessä siementen pintaan tartutetaan tehokkaita typpibakteereita. Näin kehittyvät taimet nystyröityvät nopeasti tehokkaasti typpeä sitovalla bakteerikannalla.

Typpeä sitovan *Rhizobium*-bakteerin ominaisuudet määräävät tehokkuuden, jolla isäntäkasvin yhteyttämis- tuotteet muuttuvat kasville käyttökelpoisiksi typpiyhdisteiksi. Mikäli on syytä epäillä, että maassa ei ole ko. viljelykasville sopivia typpibakteereita tai ne ovat tehottomia, voidaan kylvettävät siemenet ympätä eli käsitellä tehokkailla typpibakteereilla. Kotoisilla herneellä ja apiloilla ymppäästä suositellaan varsinkin happamissa olosuhteissa (pH alle 5,7). “Tuontikasvit” kuten mailaset ja vuohenherne tarvitsevat aina ymppäyksen.

Ymppäästä tarvitaan kun...

1. Typpibakteerit puuttuvat pellomaasta. Näin on uudismailla ja usein myös ensimmäistä kertaa kyseistä kasvia viljeltäessä.
2. Typpibakteereita on liian vähän. Happamassa maassa typpibakteerit viihtyvät huonosti, joten mikäli edellisestä ko. kasvin viljelykerrasta on 3 – 5 vuotta, varmistaa ymppäys nopean nystyröitymisen.
3. Maan omat typpibakteerit ovat tehottomia, jolloin luontaisesti muodostuvat nystyrät ovat tehottomia.
4. Halutaan varmistaa hyvä sato. Ymppäys on halpa satovakuutus, jo parin prosentin sadonlisäys korvaa kustannukset.

Eri palkokasviryhmiin tyypibakteerit	Nystyröivä bakteeri	Ympäyksen tarpeellisuus
Palkokasvi		
Apilat	Rhizobium leguminosarum biovar. Trifolii	Happamilla ja uudismailla
Herne, virna, härkäpapu	Rhizobium leguminosarum biovar. viciae	Happamilla ja uudismailla
Sini- ja sirppimailanen, mesikätk	Sinorhizobium meliloti	Välttämätön
Keltamaite	Rhizobium loti	Välttämätön
Vuohenherne	Rhizobium galegae	Välttämätön
Lupiini	Bradyrhizobium sp. lupini	Ensimmäisellä kerralla
Pensasapapu	Rhizobium phaseoli	Happamilla ja uudismailla



4.6 VIHHERLANNOITUS

Viherlannoitus tarkoittaa ensisijaisesti maanparannus- ja lannoitustarkoituksessa tapahtuvaa maata parantavien kasvien viljelyä ja niiden sadon käyttöä kokonaan tai osaksi maanparannukseen ja lannoitukseen.

Vihermassan sisältämät kasvinravinteet ovat helposti hajoavassa, eloperäisessä muodossa, josta ne vapautuvat osittain seuraavan viljelykasvin käyttöön. Koska viherlannoitteiden ravinteet vaativat maamikrobien hajotustoimintaa tullakseen kasveille käyttökelpoisiksi, viherlannoituskasvuston lannoitusvaikutus riippuu huomattavasti ympäristöoloista.

4.6.1 VIHHERLANNOITUKSEN TAVOITTEITA

VIHHERLANNOITUKSEN TEHTÄVIÄ

Viherlannoituksen avulla voidaan parantaa viljelykierrossa seuraavina olevien kasvien ravinteiden saatavuutta ja hyväksikäyttöä. Merkittävintä tämä on silloin, kun varsinainen lannoitus on niukkaa. Viherlannoituksen avulla helppoliukoisten ravinteiden pitoisuuksia voidaan nostaa vaatelialle kasveille sopivalle tasolle. Kerääjäkasveja viljellen voidaan pienentää ravinteiden hävikkejä maasta. Typensitojakasvien avulla voidaan kierto hankkia lisää typpeä. Lannoittamatta viljeltävien vahvujuuristen viherlannoituskasvien avulla saadaan maan kiennäisainekseen sitoutuneita ravinteita (K, P jne) vapautettua seuraavien kasvien käyttöön. Syväjuuristen kasvien avulla voidaan nostaa ravinteita (K) ravinteikkaasta pohjamaasta pintakerrokseen.

Viherlannoitus on ravinnehuollossa

- Ravinteiden kierrätyksen tehostamista
 - Ravinnepitoisuuksien lisäämistä ruokamulta-kerroksessa vaatelioiden kasvien käyttöön
 - Ravinnehävikkien pienentämistä kerääjäkasvien avulla
- Uusien ravinteiden hankintaa luonnonmukaisin menetelmin
 - Typpitäydennystä biologisen typensidonnan avulla
 - Kaliumin, fosforin ja muiden kivennäisten vapautumisen edistämistä maamineraaleista
 - Ravinteiden nostamista pohjamaasta ruokamulta-kerrokseen

Viherlannoituskasvien tiheä juuristo kuohkeuttaa maata. Juurieritteet ruokkivat juuristovyöhykkeen pieneliöitä ja lisäävät näin lima-aineiden tuotantoa maahan ja maan murustumista. Viherlannoituksella on myös muita tehtäviä kuin maan kasvukunnon ja ravinnetalouden parantaminen.

MONIMUOTOISUUDEN LISÄYS

Viherlannoituksen avulla voidaan lisätä pellon monimuotoisuutta. Tähän päästään, kun viherlannoitusseokseen otetaan mukaan pääasiassa sellaisia kasvilajeja, joita ei muutoin tilalla tai ko. loholla viljellä. Eri kasvilajien erilaiset juuristot eritteineen monipuolistavat pieneliöstöä maassa. Monilajinen ja viljelykasveista eroava seoskasvusto monipuolistaa eliölajistoa myös maan päällä. Näin koko pellon monimuotoisuus lisääntyy. Lisääntyvän monimuotoisuuden kautta peltoekosysteemin itsesäätelykyky ja vakaus kasvavat.

ELOPERÄISEN AINEKSEN LISÄÄMINEN JA BIOLOGISEN AKTIIVISUUDEN KOHOTTAMINEN

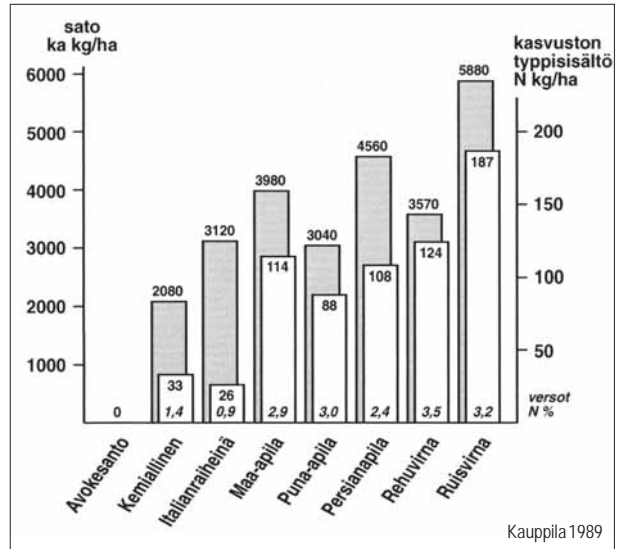
Hyvä viherlannoituskasvusto vastaa kuiva-aineen määränä noin 20–30 t/ha karjanlannoitusta. Palkokasveja sisältävän viherlannoituskasvuston hiili-typisuhde on usein alhainen (materiaalin typpipitoisuus on korkea ja ligniini- eli puuainepitoisuus on alhainen), joten se hajoaa suhteellisen nopeasti ja perusteellisesti.

Viherlannoituksen avulla maan pysyvän eloperäisen aineen määrä ei juurikaan lisääny. Sen sijaan aktiivisen ja helposti hajoavan eloperäisen aineksen osuus lisää-

Viherlannoitukselle voidaan asettaa seuraavanlaisia tavoitteita:

- monimuotoisuuden lisäys
- eloperäisen aineksen lisääminen maahan ja pieneliötoiminnan edistäminen
- maan rakenteen ja kasvukunnon parantaminen
- ravinteiden käyttökelpoisuuden parantaminen
- kasvinravinteiden lisääminen maahan ja rikastaminen
- ravinteiden huuhtoutumisen vähentäminen
- maan pinnan suojaaminen
- rikkakasvien hallinta
- tauti- ja tuholaispaineen pienentäminen
- kasvuston rehukäyttö

VIHERLANNOITUSKASVIEN MAAHAN JÄTTÄMÄ
BIOMASSA V. 1987, MAANPÄÄLLINEN KASVUSTO



tyy. Maan biologisen aktiivisuuden kohoamiselle luodaan näin hyvät edellytykset. Vilkastuva pieneliötoiminta ja paraneva maan rakenne helpottavat seuraavien kasvien ravinteiden saantia.

MAANPARANNUSVAIKUTUS

Viherlannoituskasvien tiheän juuriston kasvaessaan tekemä työ kuohkeuttaa maata. Juurieritteet ruokkivat juuristovyöhykkeen pieneliöitä ja lisäävät näin lima-aineiden tuotantoa ja maan murustumista. Viherlannoituskasvustojen avulla maahan saadaan ravintoa ja energiaa hajottajille.

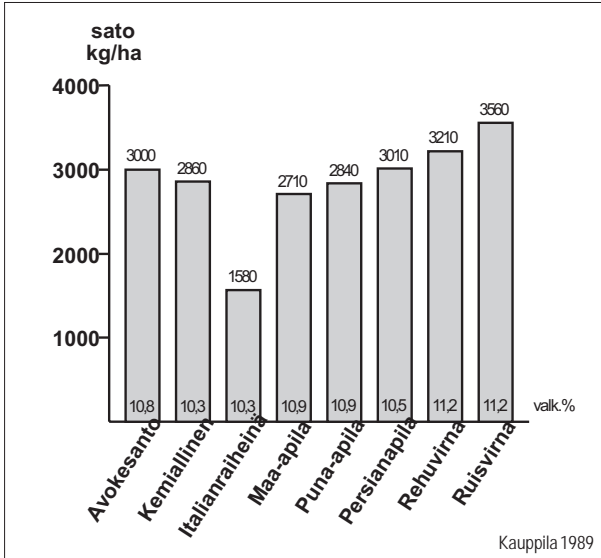
Viherlannoituskasveista erityisesti apilat, sinimailanen, mesikät, virnat, härkäpapu, lupiinit sekä rehurapsi ja sinappi sekä meillä harvinainen öljyretikka omaavat tiheän ja syvän juuriston.

Myös pohjamaata voidaan kuohkeuttaa viherlannoituksen yhteydessä. Jankkuroinnilla kuohkeutettu maa voidaan nopeakasvuisella, syväjuurisella viherlannoituskasvustolla ”sitoa” pysyvämmiin kuohkeaksi.

KASVIRAVINTEIDEN RIKASTAMINEN

Palkokasveja viherlannoitusseoksissa käytettäessä tyypeä kertyy ilmakehästä kasvustoon ja maahan. Erityisesti palkokasvien syvä ja aktiivinen juuristo pystyy hyödyntämään niukkaliukoisia ravinteita, jotka ovat useimpien viljelykasvien ulottumattomissa. Syväjuuriset kasvit voi-

RUKIIN JYVÄSATO JA VALKUAISPITOISUUS VIHHERLANNOITUKSEN JÄLKEEN V. 1988



vat ottaa noin puolet kaliumistaan pohjamaasta ja nostaa sen ruokamultakerrokseen.

Viherlannoituskasvuston fosfori-, kalium- ja hivenaimäärät vastaavat karkeasti naudanlannan pitoisuuksia. Vihermassan hajotessa nämä ovat karjanlannan tapaan seuraavien viljelykasvien käytettävissä. Kasvuston sisältämästä typestä vapautuu seuraavan kasvukauden aikana noin 20–40 %.

MAAN PINNAN SUOJAAMINEN

Viherlannoituksen avulla voidaan suojata maan pintaa liettymiseltä ja eroosiolta. Tämä on sitä tärkeämpää, mitä vähemmän kierrossa on mukana monivuotisia kasveja.

RAVINTEIDEN HUUHTOUTUMISEN VÄHENTÄMINEN

Viherlannoituskasvusto sitoo maan helppoliukoisia ravinteita eloperäiseen, huuhtoutumattomaan muotoon. Sopivilla viljelytoimenpiteillä nämä voidaan sitten saada seuraavien kasvien käyttöön. Erityisesti nitraattitypen syksyisen huuhtoutumisen vähentäminen viljojen *aluskasveilla* ja varhaisvihannesten jälkeen *kerääjäkasveilla* ovat käyttökelpoisia menetelmiä ravinnehävikkien pienentämiseksi.

RIKKAKASVIEN HALLINTA

Hoitamalla viherlannoituskasvustoa muusta viljelystä

poikkeavilla menetelmillä (esim. runsas varjostus ja toistuva niitto viljailuilla) voidaan torjua muun viljelyn aikana lisääntymään päässeitä rikkakasveja. Siemenrikkasvien torjuntaa silmälläpitäen viherlannoituskasvusto niitetään tarvittaessa 1–3 kertaa kasvukaudessa pitkään sänkeen ennen rikkakasvien siementen muodostumista. Ennen viherlannoituksen kylvöä voidaan maata pikakesannoida 1–2 viikon ajan. Viherlannoitus voidaan edelleen katkaista esim. heinäkuun lopulla 1–2 viikon pikakesantojaksolla ja perustaa sen jälkeen uusi viherlannoitus syksyksi. Tämä vaihtoehtoa käytetään lähinnä vihanneviljelyssä.

TAUTI- JA TUHOLAISPAINEN PIENENTÄMINEN

Viherlannoituksella voidaan myös vähentää viljelykasvien tauti- ja tuholaispainetta valitsemalla viherlannoituskasveiksi jonkin toisen kasviryhmän (kuin viljelykasvien) kasveja. Niinpä esimerkiksi puutarhaviljelyssä on syytä pidättäytyä esim. ristikukkaisten rehurapsin ja sinappien käytöstä möhöjuurivaaran takia, kun taas viljailulla ne ovat käyttökelpoisia viherlannoituskasveja (mikäli rypsiä ei ole mukana viljelyssä).

VIHERLANNOITUSKASVIT REHUNA

Lähes kaikki viherlannoituskasvit ovat myös erinomaisia rehukasveja. Viherlannoitusseoksia voidaan käyttää myös yksivuotuisina nurmina. Ensimmäisen sadon korjuu rehuksi ja odelman eli toisen niiton maahanmuokkaus viherlannoitukseksi on käyttökelpoinen menettely esim. apilanurmen viimeisenä satovuonna.

4.6.2 VIHERLANNOITUKSEN TOTEUTUS

Viherlannoituksen hyväksikäyttö vaihtelee tuotantosuunnittain huomattavasti. Karjattomassa viljanviljelyssä viherlannoitus on keskeinen lannoitusmenetelmä. Se voi olla sitä myös vihanneviljelyssä. Karjailuilla viherlannoitus sisältyy yleensä varsinaiseen nurmiviljelyyn. ”Viherlannoituskasvien” sato korjataan karjan rehuksi ja juuristo ja sänki jäävät maahan ”viherlannoitteeksi”. Myös kynnättävän nurmen odelmasato voidaan jättää viherlannoitukseksi.

Mitä kasvilajeja otetaan viherlannoitusseokseen mukaan, määräytyy pääasiallisten tavoitteiden perusteella. Erilaiset kasvit yhdessä viljeltyinä täydentävät toisiaan

Viherlannoitusseoksen valintaan vaikuttavat:

- käytettävissä olevan kasvuajan pituus
- sukulaisuussuhde viljeltäviin kasveihin nähden
- maalaji ja maan kunto (pH, rakenne)
- sääsuhteet
- siemenkustannus
- tukisäädökset

(esim. syvä- ja matalajuuriset, tyypeä sitovat ja tyypeä kuluttavat kasvit). Siksi luonnonmukaisessa viljelyssä käytetään yleensä viherlannoitusseoksia, joissa on ainakin 3–4 eri tyyppistä kasvilajia mukana. Sopiva seos riippuu siitä, mitä näkökohtia painotetaan eniten.

VIHERLANNOITUKSEN PÄÄTAVOITTEITA JA TOIMENPITEITÄ

Monimuotoisuuden lisäys	muut kuin ko viljelykierron kasvit
Typensidonta ilmakehästä	palkokasvit
Huuhoutumisen estäminen	ristikukkaiset, nurmiheinät
Maan mururakenteen parantaminen	apilavaltainen nurmi, ruisvirna, öljyretikka
Pohjamaan kuohkeutus	syväjuuriset, kuten puna-apila, sinimailanen, mesikät, härkäpapu, öljyretikka
Nopea maanpinnan kattaminen	viljat, rapsi, sinappi, öljyretikka
Veden säästö	ei viherlannoituskasvustoa, vaan olki, ruohosilppu yms kate
Rikkakasvien ehkäisy	apilavaltainen nurmi, ristikukkaiset, persianapila
Hunajantuotanto loppukesällä	hunajakukka, keltasinappi, alsike-apila, valkoapila, persianapila, tattari

Viherlannoituksen *toteutuksessa* on useita vaihtoehtoja. Niistä valitaan eri tuotantosuuntiin ja tilan olosuhteisiin parhaiten sopivat.

Suomessa tavallisin viherlannoitustapa on koko kesän käyttäminen viherlannoitukseen (nk. viherkesanto). Se voi olla joko keväällä kylvetty viherlannoituskasvusto, edellisenä vuonna suojaviljaan kylvetty apilavaltainen nurmi tai monivuotisen apilapitoisen nurmen viimeinen vuosi.

Aluskasvit soveltuvat erityisesti viljatilloilla käytettäväksi viherlannoitukseen. Vilja ja viherlannoitusseos kylvetään kuten apilapitoista nurmea perustettaessa, jolloin puinnin jälkeen peltoon jää apilapitoinen nurmi. Erityisesti aikaisilla viljoilla puinnin jälkeen kasvukautta on Etelä-Suomessa jäljellä jopa kaksi kuukautta, jona aikana apilakasvusto voi sitoa tyypeä. Viherlannoituskasvuston maa-hanmuokkaus tapahtuu joko myöhään syksyllä tai mahdollisuuksien mukaan vasta seuraavana keväänä. Puintien

Viherlannoituksen käyttötapa viljelykierrossa

- kevätkylvöinen yksikesäinen viherlannoitus
- edellisenä vuonna esim. suojaviljaan perustettu viherlannoitusnurmi (koko sato)
- kaksivuotisen apilavaltaisen nurmen viimeisen vuoden tai viimeisen niiton kasvusto
- aluskasvi tai rivivälikasvi
- välikasvi kasvukaudella kahden kasvin välissä
- kerääjäkasvi viljelykasvin sadonkorjuun tai avokesannon jälkeen
- viherlannoituskasvuston siirto katteeksi
- viherlannoituksen korjuu ja kompostointi, käyttö lannoitteena seuraavana kasvukautena
- viherlannoituskasvuston käyttö luoslannoitukseen (viherkäyte)

Viherlannoituksen käyttötapa viljatilalla

- kevätkylvöinen yksikesäinen viherlannoitus
- edellisenä vuonna esim. suojaviljaan perustettu viherlannoitus
- kaksivuotisen apilavaltaisen nurmen viimeisen vuoden tai viimeisen niiton kasvusto
- aluskasvi
- kerääjäkasvi viljelykasvin sadonkorjuun, avokesannon tai viherlannoituksen jälkeen

VIHERLANNOITUSKASVIEN OMINAISUUKSIA

Kasvilaji, -seos	vihermassa	juuriston määrä	biol. N-sid.	juuriston syvyys	kasvunopeus	maanmuokattavuus	kuivuuden kesto	jälki kasvu
1. vuoden apilanurmi	***	***	***	***	***	**	***	***
kylvövuoden puna-apila	**	**	**	**	*	***	**	***
persianapila, alexandr.	***	*	**	*	**	**	*	***
härkäpapu	**	**	***	**	***	**	**	*
rehuvirna	***	*	***	**	***	*	*	(**)*
ruisvirna	***	***	***	**	***	*	**	(*)*
rehuherne	***	**	***	**	***	*	**	*
valkomesikkä (2 v)	***	***	***	***	*	*	***	*
kaura, kevätiljat	**	(*)*	-	*	***	**	*	*
ruis, syysviljat	**	**	-	**	***	**	**	**
nurmiheinät	**	**	-	*	*	***	**	***
raiheinä	**	**	-	*	**	**	*	***
hunajakukka	**	*	-	*	**	**	**	*
auringonkukka	**	**	-	**	**	*	**	*
rehurapsi	***	*	-	**	**	*	**	*

*** = hyvä, sopiva, erinomainen ** = hyvä, menettelee * = heikko, heikohko, välttävä

(Leinonen 1993)

Viherlannoituksen käytötapa vihanneksilla

- kevä- tai kesäkylvöinen yksikesäinen viherlannoitus
- edellisenä vuonna esim. suojaviljan perustettu viherlannoitus
- kaksivuotisen apilavaltaisen nurmen viimeisen vuoden tai viimeisen niiton kasvusto
- aluskasvi tai rivivälikasvi (marjoilla ja myös vihanneksilla)
- kerääjäkasvi (varhaissadon korjuun jälkeen)
- viherlannoituskasvuston siirto katteeksi (kaistaviljely)
- viherlannoituksen korjuu ja kompostointi seuraavan vuoden lannoitteeksi
- viherlannoituskasvuston käyttö liuoslannoitukseen (viherkäyte)

Viherlannoituksen käytötapa karjatilalla

- nurmi viljelykierrossa
- aluskasvi viljassa
- kerääjäkasvi syksyllä viljan jälkeen

jälkeen kehittyvän kasvuston typpilannoitusvaikutus voi vastata Etelä-Suomessa jopa 50 kg/ha typpilannoitusta seuraavalle kasville.

Koska karjatilalla viljelykierrossa on runsaasti apilaurmia, karjatilalla apilaa ei pidä käyttää aluskasvina tautiriskin vuoksi. Viljavuosina voidaan kylvää harva (5–10 kg/ha) heinäkaseos viljan aluskasviksi sitomaan syksyllä maasta vapautuvia ravinteita.

Marjakasveilla aluskasveja voidaan viljellä riviväleissä. Näin puolet marjatarhan pinta-alasta on esim. apilapitoisena nurmena.

Kerääjäkasvien käyttö lyhyessä kesässä tulee kyseeseen ennenkaikkea (varhais)vihanneksen ja -perunan viljelyssä. Sadonkorjuun jälkeen kylvetään kasvusto, jonka pääasiallinen tarkoitus on estää ravinteiden huuhtoutuminen pellostä ja maan liettyminen syysateilla. Varhaisvihanneksen, perunan ja aikaisin korjattavan sipulin jälkeen voidaan sopivalla *kerääjäkasvustolla* estää jopa kymmenien typpi- ja kaliumkilojen valuminen pellostä, samalla parannetaan maan mururakennetta.

Viherlannoituskasvustoa voidaan käyttää hyväksi myös niin, että vihermassa siirretään kasvukaudella esim. vihanneksille ja levitetään riviväleihin maan pin-

taan *katteeksi* ja *viherlannoitteeksi*. Se voidaan tarvittaessa myös varastoida seuraavaan kevääseen valmistamalla se kompostiksi.

Vihermassasta voidaan valmistaa myös nestemäistä *kastelulannoitetta*. Nuorta kasvimassaa laitetaan kastelultaaseen tai astioihin noin 100 kg kuutiota kohti. Vesi-vihermassaseoksen annetaan käydä 1–2 viikkoa noin huoneen lämmössä, jolloin ravinteet liukenevat nesteseen. Kastelulannoitteena käytettäessä liuos on syytä laimentaa runsaasti (noin 1:10). (Katso puutarhaluku kohta 7.2. Viljelytekniikka/Taimikasvatus).

SEOKSET

Viherlannoituskasvustot on lähes poikkeuksetta syytä perustaa seoskasvustoina, sillä mikään yksittäinen kasvi ei käytännössä pysty täyttämään kaikkia toivottuja ominaisuuksia. Seokseen otetaan yleensä palkokasvi typensitojaksi sekä jokin muu kasvi tai kasveja keräämään palkokasvin sitomaa tyypeä. Seoksiin on suositeltavaa kylvää mukaan myös vahvuurisia kasveja – erityisesti tiiviillä mailla. Osa kasvilajeista saisi orastua nopeasti ja varjostaa maan pintaa heti kasvun alkuvaiheessa rikkakasvien kasvun ehkäisemiseksi.

Viherlannoitusseokseen sopivia kasveja ovat typensitojakasvit kuten apilat, vurnat, mesikät, sinimailanen sekä isosiemeniset vurnat ja rehuherneet. Lisäksi voidaan kylvää myös nurmiheiniä, ruista, kauraa, ohraa sekä tattaria, hunajankukkaa, sinappia, rehurapsia, öljyretikkaa jne.

Monivuotisista viherlannoituskasveista erityisesti apilat, mailaset, mesikät ja yksivuotisista ruisvirna, härkäpapu sekä rehurapsi, sinappi ja öljyretikka omaavat syvän ja/tai tiheän juuriston ja niillä on siten merkittävä maan rakennetta parantava vaikutus.

Kasvitautilien ehkäisyn tarve vaikuttaa siemenseoksen koostamiseen. Esimerkiksi ristikukkaiset viherlannoituskasvit levittävät möhöjuurta, joka on esimerkiksi rypsin, lantun, kaalin hankala tauti. Jos ristikukkaisia viljelykasveja viljellään kierrossa, niin viherlannoituksesta jätetään silloin ristikukkaiset kasvit pois. Myös muiden tautien leviäminen viherlannoituskasvustojen välityksellä tulee ottaa huomioon kasvilajien valinnassa.



Eri tukiehtojen kasvilaji- ja seosrajoitukset sekä kylvöaikavaatimukset eri kesantotyypeissä on syytä tarkistaa vuosittain.

Mitä kasvilajeja otetaan viherlannoitusseokseen mu-

kaan, määräytyy viherlannoituksen tavoitteiden perusteella.

Sopivan siemenseoksen suunnittelussa apuna voidaan käyttää seuraavaa kaaviota.

SEOKSEN KASVILAJIEN VALINTA JA KYLVÖMÄÄRIÄ SEOKSISSA

<p>Suurisiemeniset palkokasvit</p> <ul style="list-style-type: none"> - nopea ja varma taimettuminen - typensidonta heti alkukesällä - suurehko siemenkustannus - herne ja papu eivät kestä niittoa <p>esim:</p> <ul style="list-style-type: none"> - rehuvirna 40–60 kg/ha - ruisvirna 20–40 kg/ha - rehuherne 60–100 kg/ha - härkäpapu 60–120 kg/ha - sinimailanen 8–15 kg/ha 		<p>Pienisiemeniset palkokasvit</p> <ul style="list-style-type: none"> - hitaahko ja epävarma taimettuminen - typensidonta loppukesällä - niitto saattaa parantaa kasvua - kohtuullinen siemenkustannus <p>esim:</p> <ul style="list-style-type: none"> - valkoapila 2–4 kg/ha - alsikeapila 3–6 kg/ha - puna-apila 4–8 kg/ha - persianapila 5–10 kg/ha
<p>Suurisiemeniset ei-palkokasvit</p> <ul style="list-style-type: none"> - nopea ja varma taimettuminen - tehokas kilpailu rikkojen kanssa - loppukesän kerääjäkasveja - eivät toivu niitosta - edullinen siemen <p>esim.</p> <ul style="list-style-type: none"> - kaura, ohra 50–80 kg/ha - ruis (talvehtiva välikasvi) 30–120 kg/ha - auringonkukka 10–25 kg/ha - tattari 30–60 kg/ha - hunajakukka 12–16 kg/ha 		<p>Pienisiemeniset ei-palkokasvit</p> <ul style="list-style-type: none"> - hidas ja epävarma alkukehitys - hyvä niitonkestävyys - tehokas ravinteiden otto syksyllä - edullinen siemen <p>esim.</p> <ul style="list-style-type: none"> - raiheinät 5–15 kg/ha - nurmiheinät 5–15 kg/ha - sinappi 15–20 kg/ha - öljyretikka 3–8 kg/ha - rehurapsi 3–8 kg/ha

Rajala 2002

VIHERLANNOITUKSEN SIEMENSEOKSEN KOOSTAMINEN

Yksivuotisia kasveja

Peltovirna Nopeasti kehittyvä vernalaji. Nopein kasvu alku- ja keskikesällä. Sopii parhaiten kosteille maille heikon juuriston takia. Kestää kohtalaisesti niittoa, kun niitto tehdään ennen kukintaa pitkään sänkeen. Viljellään seoksissa esim. kauran tai ohran kanssa.

Ruisvirna Peltovirnaa hitaampi alkukehitys. Kasvu jatkuu myöhään syksyyn. Vahvajuurisenä sopii savimaille ja poutiviin oloihin. Kestää kohtalaisesti niittoa, kun niitto tehdään ennen kukintaa pitkään sänkeen. Tiheäjuuristoinena hyvä ruokamultakerroksen murustaja. Viljellään seoksissa esim. kauran kanssa.

Persianapila Monivuotisten apiloiden tavoin hidas alkukehitys. Kosteissa oloissa runsas kasvu loppukesällä. Viljellään seoksissa esim. italian raiheinän ja kauran kanssa. Kestää kohtalaisesti niittoa.

Veriapila Yksivuotinen kuten persianapila. Karkeille kivennäismaille.

Italian raiheinä Kasvaa myöhään syksyllä. Viljellään seoksissa apiloiden kanssa.

Kaura, Ohra Viljellään seoksissa esim. virnojen ja muiden palkoviljojen kanssa. Sopivat nopeasti kehittyvinä loppukesän kerääjäkasveiksi.

Ruis Tiheä- ja syväjuuristoinen. Kasvu jatkuu myöhään syksyyn. Syksyn ja kevään kerääjäkasvi.

Keltasinappi, Öljyretikka Sopivat syksyn kerääjäkasveiksi tiheän juuriston ansiosta. Juuristo muodostaa tiheän huovaston ja murustaa maata.

Tattari, Hunajakukka Monipuolistamaan seoksia. Hunajan tuotantoon.

Monivuotisia kasveja

Puna-apila Talvehtiiviin viherlannoitusseoksiin. Vahva ja syvä paalujuuristo monivuotisena viljeltäessä. Tiiviin pohjamaan kuohkeuttaja. Savimaille varmin apila.

Alsikeapila Kuten puna-apila, mutta heikompijuurinen. Hikeville kivennäismaille ja multamaille. Hyvä mehiläiskasvi.

Valkoapila Matalakasvuisena voimakkaasti rönsyilevä. Täyttää aukot monivuotisissa nurmissa. Kestää hyvin niittoa. Hyvä mehiläiskasvi – kukkii pian kasvuston niiton jälkeen.

Rohto- ja valkomesikkä Kaksivuotinen. Kestää heikosti niittoa. Erittäin vahva ja syvä paalujuuristo. Tiiviin pohjamaan kuohkeuttaja. Hyvä mehiläiskasvi.

Timotei, Nurminata, Ruokonata, Koiranheinä, Englannin raiheinä Viljellään seoksina monivuotisten apiloiden kanssa.

Yksivuotisia viherkesantoja karjattomilla tiloilla voidaan käyttää mm. seuraavilla tavoilla:

- Kevätkylvöiseen viherlannoituksen viljelyyn voidaan käyttää seoksia, joissa on isosiemeninen palkokasvi (virna) ja pienisiemeninen palkokasvi (apila) sekä isosiemeninen viljakasvi (kaura, ohra, ruis) ja heinäkasvi (raiheinä).
- Edellisenä keväänä suojaviljaan perustettaessa käytetään useimmiten puna-apilavaltaisia nurmiseoksia.
- Varhaisperunan ym. jälkeen on syytä kylvää viherlannoitukseksi esim. ruista, joka muokataan maahan vasta keväällä. Kylvö voidaan tehdä syyskuun ensimmäiselle viikolle asti.

Varmista eri tukiehtojen vaatimukset siemenseosten koostamisesta.

- Alkukesällä voidaan viljellä typensitojakasveja ja loppukesällä kerääjäkasvina esim. kauraa, ohraa tai ruista. Näin on mahdollista saada kullekin viljelykasville sopiva esikasvi.

VIHERLANNOITUSKASVIEN KYLVÖMÄÄRIÄ JA SIEMENKUSTANNUS V. 2002

	Kylvömäärä kg/ha Puhtaana	Kylvömäärä kg/ha Seoksessa	Kylvö- syvyys cm	Hinta Eur/kg	Kustannus Eur/ha
Peltovirna	80–100	40–60	3–5	1,20	48-72
Ruisvirna	60–80	20–40	3–5	2,00	40-80
Rehuerne	160–200	60–150	4–6	1,20	72-180
Persianapila	10–20	5–10	1–2	2,75	14-28
Puna-apila	15–20	3–10	1–2	8,00	24-80
Alsikeapila	15–20	3–8	1–2	7,00	21-56
Kaura, Ohra	180–200	50–80	3–5	0,11	6-10
Ruis	140–180	30–70	2–5	0,15	5-11
Ital. raiheinä	30	5–15	1–2	1,55	8-24
Timotei	25	5–10	1–2	2,25	11-22
Nurminata	30	5–15	1–2	2,85	14-43
Rehurapsi	10–20	3–8	1–2	2,10	21-42
Sinappi	15–20	3–8	1–2	3,30	10-26
Öljyretikka	15–20	3–8	1–2	2,35	7-20

Esimerkkejä viherlannoituksen siemenseoksista eri käyttötarkoituksiin

1. Yksivuotisia

- a) karkeat, hikevät kivennäismaat – kestää aikaista niittoa pitkään sänkeen

kaura	30–60	
peltovirna	40–60	
persian apila	3–8	
ital. raiheinä	3–10	
yht.	76–138	kg/ha

- b) karkeat kivennäismaat – ei kestä niittoa

Kaura	30–60	
Rehuerne	60–100	
Ital. raiheinä	5–10	
	95–170	kg/ha

- c) karkeat kivennäismaat – ei kestä niittoa

Kaura	30-60	
Rehuerne	60-100	
Ruisvirna	20-30	
Ital. raiheinä	5-10	
	115-200	kg/ha

- d) savimaat – kestää aikaista niittoa pitkään sänkeen

kaura	40–60	
ruisvirna	20–40	
puna-apila	3–5	
koiranheinä	3–10	
yht.	66–115	kg/ha

e) keraajakasvi	
ohra	250 kg/ha
f) keraajakasvi	
ruis	150-200
öljyretikka	0 - 5
italian raiheinä	0 - 5
yht.	150-210 kg/ha

2. Kaksivuotinen viherkesanto tai perustettava nurmi yksivuotisessa kesannossa voidaan niittää 1–2 kertaa/kesä
- | | |
|------------------|-------------|
| puna-apila | 5–8 |
| timotei | 5–10 |
| nurmi-/ruokonata | 5–7 |
| yht. | 15–25 kg/ha |

Hunajantuotantoon soveltuvia viherkesantoseoksia

1. Yksivuotinen
- | | |
|----------------|----------|
| peltovirna | 20 |
| persianapila | 3 |
| valkoapila | 1 |
| alsikeapila | 2 |
| ital. raiheinä | 5 |
| hunajakukka | 1 |
| keltasinappi | 3 |
| tattari | 10 |
| yht. | 45 kg/ha |
2. Kaksivuotinen
- | | |
|-------------|---------------------------|
| alsikeapila | 3 |
| puna-apila | 2 (vain Bjursele -lajike) |
| valkoapila | 1 |
| timotei | 5 |
| nurminata | 5 |
| yht. | 16 kg/ha |
3. Kaksivuotinen
- | | |
|------------------|-------------|
| rohtomesikkä | 10–15 |
| alsikeapila | 3–5 |
| valkoapila | 1–2 |
| nurmi-/ruokonata | 5–10 |
| yht. | 19–32 kg/ha |

ALUSKASVISEOS viherlannoitukseen viljoissa

valkoapila	1–2
persianapila	2–4
maa-apila	4–6
ital. raiheinä	3–5
yht.	10–17 kg/ha

Puutarhaviljelyssä ja hajakylvössä käytetään 30–150 % edellisiä suurempia siemenmääriä.

Yksivuotiset seokset sopivat kylvettäväksi aikaisin keväällä sekä myöhemmin kasvukaudella avokesantojakson jälkeen. Maata suojaava kasvipeite kehittyy nopeasti, ja suurisiemeniset virna ja kaura kilpailevat hyvin rikkakasvien kanssa. Nopean jälkikasvukyvyyn omaavat italianrai-

heinä ja apila valtaavat pellon niiton jälkeen ja kasvavat aktiivisesti kasvukauden loppuun. Monivuotiset viherlannoitusseokset perustetaan joko edellisenä keväänä suoja-
viljaan tai kesällä avokesantoon. Seokseen voidaan ottaa mukaan myös hyviä mesikasveja, jolloin viherlannoitus-
kasvustoa voidaan hyödyntää mehiläislaitumena.

Viljatilän viherlannoitusseokset ovat erilaisia kuin vihannestilan tai karjatilän. Seosta valitessa ja suunnitellessa tulee ottaa huomioon ennen kaikkea tilän olosuhteet. Viljelykierron kokoonpanon tulisi yleensä monipuolistua viherlannoituskasvien avulla. Karjatilalla viljellään runsaasti apilaa, siksi viherlannoitukseen tulee ottaa muita kasveja kuin apiloita. Viljatilalla viljellään runsaasti viljoja. Viherlannoitukseen otetaan pääasiassa palkokasveja ja myös ristikukkaiset kasvit sopivat yleensä mukaan seokseen.

Vihannestilalla esim. ristikukkaisia ei yleensä voida viljellä viherlannoituskasvustoina möhöjuuririskin takia. Palkokasvien lisäksi kaura ja myös ruis viherlannoitusseoksessa voivat monipuolistaa vihannestilan viljelykiertoa.

LANNOITUS

Viherlannoituskasvusto ei tarvitse lannoitusta (varsinkaan palkokasvipitoinen), mikäli ravinnetilanne on maassa vähintäänkin välttävällä tasolla. Hidasliukoiset kivijauheet, kuten apatiitti ja biotiitti on suositeltavaa levittää viljelykierrossa viherlannoitusta edeltävänä vuonna, koska tällöin niistä näin ehtii paremmin vapautua ravinteita. Niiden sisältämät ravinteet tulevat paremmin seuraavien kasvien käyttöön.

KYLVÖMUOKKAUS

Isosiemeniset viherlannoituskasvit tarvitsevat samanlaisen kylvöalustan kuin viljat. Pienisiemeniset viherlannoituskasvit tarvitsevat hienojakoisen kylvöalustan taimettuakseen hyvin. Tiivistynyt maa on syytä kuohkeuttaa syvältä viimeisen muokkauksen yhteydessä, jotta juuristo pääsee nopeasti kehittymään laajaksi ja tunkeutumaan syväälle.

Viherlannoitukseen voidaan yhdistää pika- tai puolikesanto. Tällöin kylvöaikaa siirretään 1–5 viikkoa normaalia myöhäisemmäksi ja aika käytetään lohkon toistuviin muokkauksiin rikkakasvien vähentämiseksi.

KYLVÖ

Tarvittava siemenmäärä riippuu maalajista, maan kunosta sekä kylvön huolellisuudesta. Tiheä kylvös estää rikkakasvien kasvua tehokkaammin kuin harva.

Seoksia kylvettäessä voidaan menetellä niin, että isosiemeniset kylvetään kylvökoneen viljapuolelta ja pienenisiemeniset heinänsiemenen kylvölaatikosta. Itäminen varmistetaan jyräämällä tai tiivistämällä maa riittävästi jyräpyörillä.

Mikäli erillistä heinänsiemenen kylvölaitetta ei kylvökoneessa ole, sekoitetaan isot ja pienet siemenet sekaisin ja kylvetään viljapuolelta noin 2–4 cm syvyyteen. Siementen lajittumista ajon aikana on varottava. Happamalla mailla ja palkokasveja ensimmäistä kertaa viljeltäessä palkokasvien siemenet ympäröivät typpibakteereilla.

VIHERLANNOITUKSEN HOITO

Viherlannoituskasvustosta on syytä varautua torjumaan rikkakasvit niittämällä melko varhain kylvön jälkeen. Niitto niittokoneella pitkään sänkeen riittää. Vaikka rikkakasveja ei olisikaan, on kasvusto joka tapauksessa syytä niittää; edellisenä kesänä kylvetty apilanurmi heinäaikaan ja aikaisin toukokuulla kylvetty yksivuotinen viherlannoitusseos myös heinäaikaan. Pitkään sänkeen niittokoneella niitettäessä kasvaa odelma maahan niitetyn harvan kasvuston läpi. Kasaantuneen luon läpi odelma ei kasva.

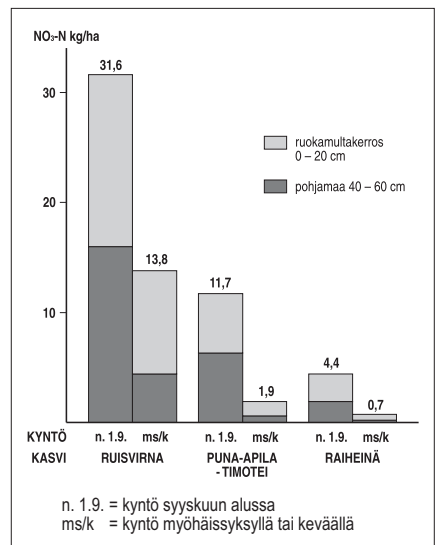
VIHERLANNOITUSKASVUSTON MAAHANMUOKKAUS

Viherlannoituksen maahanmuokkaus on kriittinen työvaihe niin kasvuston lannoitusvaikutuksen kuin mahdollisten ravinnepäästöjen kannalta. Suomessa viherlannoituksen toivotaan vaikuttavan yleensä vasta seuraavalla kasvukaudella, joten avainkysymys on kasvuston ravinteiden ”säilyminen” talven yli.

Kasvuston hajoamisnopeuden säätely on keskeinen viherlannoituksen onnistumiseen vaikuttava tekijä. Liian nopea hajoaminen aiheuttaa ravinnepäästöjä ja hyvin hitaasti vaikuttavan lannoituksen hyödyntäminen on sekin hankalaa.

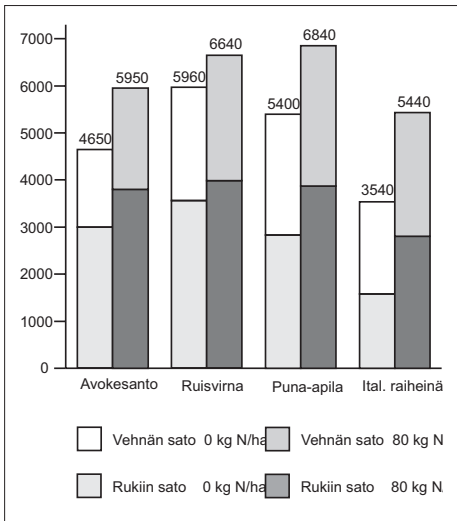
Syysvilja hyödyntää hyvin viherkesannon lannoitus- ja maanparannusvaikutusta. Lannoitusvaikutus ulottuu vielä selvänä toiseen vuoteen, mitä oheinen koetulos havainnollistaa.

KYNTÖAJAN JA KASVIN VAIKUTUS NITRAATTITYYPEN MÄÄRÄÄN MAASSA



Vuorinen 1993

**VIHERLANNOITUKSEN VAIKUTUS
RUKIIN JA KEVÄTVEHNÄN
YHTEISSAATOON**



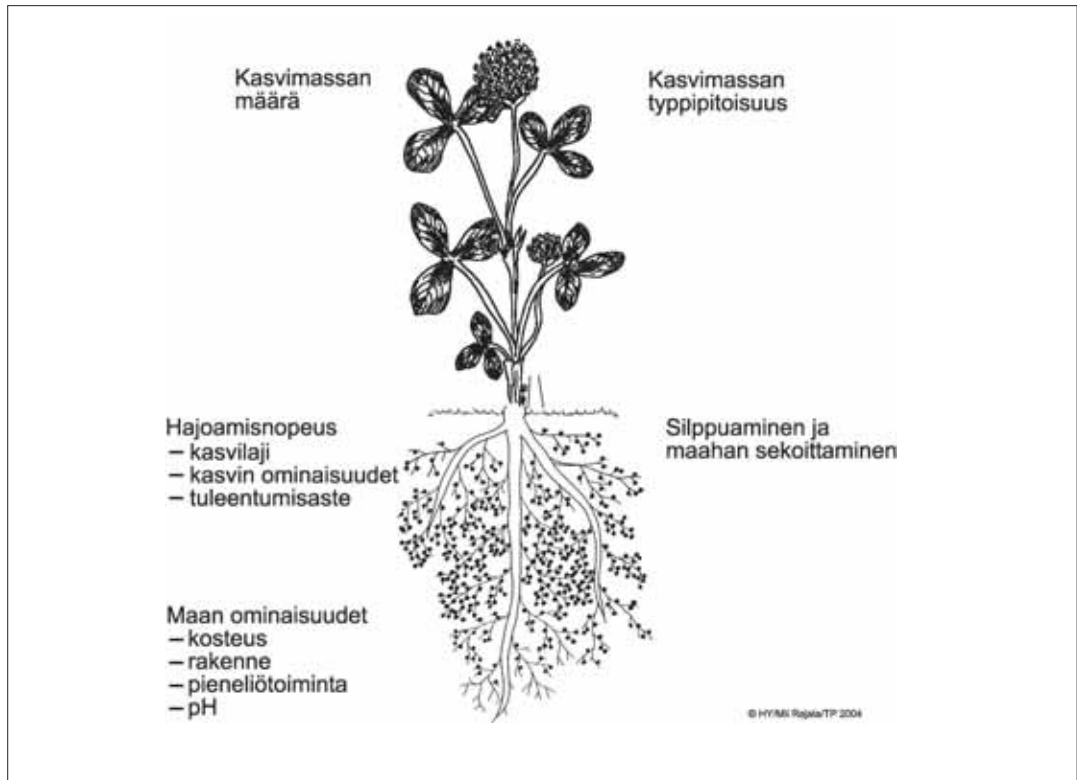
Kaupilla ja Laurila 1992

Syysviljoille viherlannoituskasvusto voidaan kevyillä mailla muokata maahan matalahkolla kynnöllä juuri ennen kylvöä. Raskailla mailla multaus pintakerrokseen ja noin 2–3 viikon pintakompostointi saattaa olla parempi ratkaisu. Vihermassan kyntö syvälle saattaa sateisina syksyinä johtaa hapen puutteesta itämiselle ja syysviljan oraiden kasvulle haitallisten käymistuotteiden syntymiseen.

Kun viherlannoituksen jälkeen viljellään kevätkevät viljoita kasveja, on viherlannoitus syytä muokata maahan mahdollisimman myöhään syksyllä. Sopiva aika on silloin, kun maa on jäähtynyt lähelle nolaa, kuitenkin alle 2–3 °C. Mikäli maalaji ja muut olosuhteet ovat sopivia, niin muokkaus jätetään kevääseen.

Vihermassan palkokasvipitoisuutta voidaan osin säädellä kylvömäärän ja siemenseoksen valinnalla. Toistuvat niitot suosivat heinäkasveja. Näin voidaan vähentää typen huuhoutumisriskiä. Samat periaatteet pätevät myös apilapitoisen nurmen päättömuokkaukseen.

VIHERLANNOITUKSEN LANNOITUSVAIKUTUS



VIHERLANNOITUKSEN LANNOITUSVAIKUTUS

Maahan muokatusta *viherlannoituskasvustosta* osa hajoaa jo ensimmäisenä vuonna ja vähäisempi osa toisena vuonna. Hajoamisessa tyypeä ja muita ravinteita vapautuu maaperään. Hajoamisnopeus – ja typen vapautumisnopeus – riippuu monista eri tekijöistä, joita esitetään oheisessa kuvassa.

Ennenkaikkea massan typpipitoisuudesta, kasvilajista, kasvin kemiallisista ominaisuuksista ja kasvuston tuleentumisasteesta sekä massan karkeudesta (silppuamisesta) ja maahan sekoittamisesta sekä maan ominaisuuksista (mm. rakenne, kosteus, pieneliötoiminta, happamuus).

Typhen vapautuminen on sidoksissa hiilen vapautumiseen. Hiiliyhdisteiden hajoaminen on riippuvainen niiden kemiallisista ominaisuuksista. Runsaasti helppoliukoisia hiiliyhdisteitä (sokereita ja fruktaaneja) sisältävä kasvusto hajoaa nopeasti (esim. nuori timotei- ja nurminatakasvusto) ja pieneliöstö saa siitä runsaasti energiaa. Tällöin sekä hiiltä että tyypeä pidättyy muodostuvaan mikrobimassaan muutamiksi viikoiksi.

Runsaasti hemiselluloosaa ja pektiineitä ym hitaammin hajoavia hiiliyhdisteitä sisältävä kasvusto (esim. puna-apila), hajoaa parisen viikkoa edellistä hitaammin, jolloin myös typhen vapautuminen on vastaavasti hitaampaa.

Runsaasti ligniiniä ym hitaasti hajoavia hiiliyhdisteitä sisältävä kasvusto (esim. raiheinä) hajoaa edellisiä selvästi hitaammin ja tyypeä vapautuu hitaammin.

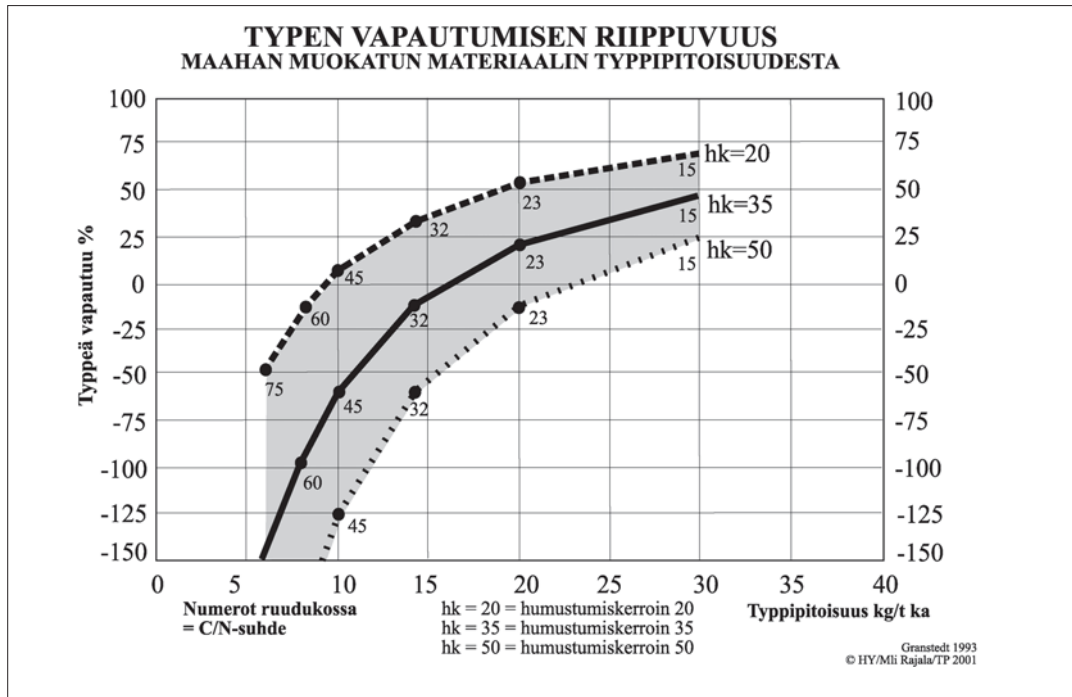
Viherlannoituksesta vapautuvan typhen vapautumisen ajankohtaa voidaan säädellä seoksen kasvilajien valinnalla.

Viherlannoituskasvustojen *kuiva-ainesato* vaihtelee noin 3–7 t ka/ha välillä. Nuori palkokasvivalentainen viherlannoitus on *typpipitoista* (tyypeä noin 2,5–3,3 % ka:sta eli 25–33 kg/t ka). Tyypeä massassa on yhteensä noin 75–240 kg/ha ja siitä voi vapautua ensimmäisenä kasvukautena noin 20–40 % eli noin 5–13 kg/t ka. Hehtaaria kohti tyypeä voi vapautua noin 25–100 kg. Typpi-lannoitusvaikutus ulottuu toiseen vuoteen ollen silloin noin 5–15 % kokonaistyphen määrästä eli noin 1,0–3,0 kg/t ka ja hehtaaria kohti 3–25 kg.

Timotei-apilaseosnurmesta korsiintuneena (heinäaste) tyypeä vapautuu vain noin 10–20 %. Vanha, tuleentunut kasvusto sisältää vähemmän tyypeä ja se hajoaa

VIHERLANNOITUKSEN VAIKUTUSNOPEUTEEN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Nopea lannoitusvaikutus	Hidas lannoitusvaikutus
kasvien typpipitoisuus korkea	kasvien typpipitoisuus matala
kasvusto nuorta	kasvusto vanhaa
lämpimät olot	kylmät olot
muokkaus	ei muokkausta
muokkaus kasvukauden aikana	muokkaus kylmänä aikana
matala muokkaus	syvä muokkaus
kostea maa	kuiva tai liian märkä maa
karkea kivennäismaa	savimaa
hyvärakenteinen maa	tiivis maa
hienoksi silputtu	karkea kasvimateriaali
pieneliötoiminta vilkasta	pieneliötoiminta hidasta



Esim. 1. Jos maahan muokataan nuorta palkokasvivaltaista vihermassaa 5 t ka/ha, jonka typpipitoisuus on 3 % (30 kg/t ka), niin siitä hajoaa ensimmäisenä vuonna noin 45 %. Typeä vapautuu tällöin 45 % x 30 kg/t ka = 13,5 kg/t ka. Vihermassan kokonaistypin määrä on 5 t ka/ha x 30 kg/t ka = 150 kg/ha. Ensimmäisenä vuonna siitä vapautuu 5 t ka/ha x 13,5 kg/t ka = 67,5 kg/ka.

Toisena vuotena typeä vapautuu 10 % eli 10 % x 30 kg/t ka = 3 kg/t ka
 5 t ka/ha x 3 kg/t ka = 15 kg/ha.

Esim. 2. Jos maahan muokataan kaura-raiheinävaltaista vihermassaa 4 t ka/ha, jonka typpipitoisuus on 2,1 % (eli 21 kg/t ka), siitä vapautuu ensimmäisenä vuonna noin 20 % eli 4 kg/t ka. Massan kokonaistypin määrä on 4 t ka/ha x 21 kg/t ka = 84 kg/ha, josta vapautuu 20 % eli 16 kg/ha. Ensimmäisenä vuonna siitä vapautuu 4 t ka/ha x 4 kg/t ka = 16 kg/ka.

Toisena vuotena typeä vapautuu noin 15 % eli 15 % x 20 kg/t ka = 3 kg/t ka
 4 t ka/ha x 3 kg/t ka = 12 kg/ha.

ERI MATERIAALIEN SUUNTAANTAVIA RAAKAVALKUAIS- JA TYYPPIPITOISUUKSIA

Raakavalkuaista %	Typeä	kg/t ka
Puhdas palkokasvi	17,5-22	28-35
Palkokasveja 80 % (Nurmi1)	15,5-18	25-29
Palkokasveja 50 % /Nurmi2)	14-16	22-26
Palkokasvien varret	12,5-14	20-23
Nurmiheinät, niukka N-lann.	9-10,5	15-17
Viljan olki	4-5	6-8

Vihermassan typpipitoisuus saadaan jakamalla raakavalkuaispitoisuus luvulla 6,25.

hitaammin. Typen vapautuminen on tällöin vähäistä ja lannoitusvaikutus pieni tai olematon.

Olosuhteista, viljelykasvista ja viljelyn järjestämisestä riippuu, miten suuren osan vapautuvasta tpeestä viljelykasvit pystyvät hyödyntämään. Vapautuvan typen osuus maahan lisätyn eloperäisen aineen kokonaistypestä voidaan määrittää oheisen kuvan käyrästä avulla.

Kohottamalla kasvuston typpipitoisuutta esim. niittämällä useammin tai lannoittamalla virtsalla tai lisäämällä maahan vihermassan sekaan helppoliukoista typpeä ”sytykkeeksi”, voidaan vapautuvaa osuutta nostaa. Jos massan tyypestä vapautuu tällöin 40 %, saadaan typpeä kasveille käyttökelpoiseen muotoon 32 kg/ha.

ESIMERKKEJÄ VIHHERLANNOITUKSESTA VAPAUTUVISTA TYPPIMÄÄRISTÄ ENSIMMÄISENÄ JA TOISENA VUONNA

Kasvi	N pitoisuus Kg/t ka	1. v. vapautuu N		2. v. vapautuu N	
		%	kg/t ka	%	kg/t ka
Nurmi1	27	40	10	10	3
Nurmi2	24	30	7	15	4
1-vuotinen viherlannoitus	30	45	12	10	2

Kasvusto niitetään usein keskikesällä, jolloin syksyn odelmasadossa on vähemmän maahan muokattavaa vihermassaa. Niitto pitää kasvuston nuorena, typpipitoisena ja nopeavaikutteisena. Vanha, puutunut ja pääasiassa heinäkasveja sisältävä kasvusto sisältää typpeä noin 1,5–2,2 % kuiva-aineesta eli 15–22 kg/t ka ja se vapautuu nuorta kasvustoa huomattavasti hitaammin. Viherlannoitusnurmien satotaso vaihtelee useimmiten 5–7 t ka/ha välillä.

Noin puolet kevätsadon määrästä voidaan laskea mukaan syksyllä maahan muokattavaan viherlannoitusmassaan, kun kevätsato niitetään kesällä maahan.

Kasvilajit lahoavat eri nopeudella ja niiden viherlannoitus- ja esikasvivaikutus eroavat tämän takia toisistaan. Esimerkiksi valkoapila ja herne hajoavat nopeammin kuin puna-apila ja härkäpapu. Oheisessa kuvassa annetaan eräiden viherlannoituskasvien sisältämän typen vapautumisosuuksia prosentteina kasvukauden edetessä.

Maahan niitetty kasvusto hajoaa osaksi maan pinnalla. Kostealla säällä vapautuvat ravinteet painuvat sadevesien mukana maahan, eivätkä ole alttiina haihtumiselle. Loppukesällä kasvava toinen sato käyttää näin vapautuneita ravinteita.

Eri peltolohkoilla viherlannoituksen hajoaminen ja vapautuvan typen määrä voivat vaihdella huomattavasti. Luomutiloilta otettuihin maanäytteisiin lisättiin apilaa viherlannoitteeksi astiakokeessa. Viherlannoituksesta ja maan omista typpivaroista maahan vapautui typpeä yh-

ERÄIDEN VIHHERLANNOITUSKASVIEN TYPEN VAPAUTUMISNOPEUKSIA %

Kasvilaji	Tyypestä vapautui %		
	1 kk	2 kk	4 kk
Ruisvirna	30	35	45
Lupiini	15	25	30
Öljyretikka	5	10	20
Italian raiheinä	-10	0	10

(Thorup-Kristensen 1997)

deksän viikon aikana keskimäärin noin 60 kg/ha. Vaihtelu oli kuitenkin suurta. Viherlannoituksesta ja maasta vapautuva typpimäärä oli usein joko neljännessä pienempi tai suurempi tai toisinaan vielä paljon enemmänkin.

4.7. TÄYDENNYSLANNOITUS

Tilan omia ravinnevaroja täydentämään voidaan poikkeustapauksissa käyttää oman tai toisen luomutuotantoyksikön ulkopuolisia eloperäisiä sekä kivennäistä *tyden- nyslannoitteita*.

Luettelo luonnonmukaisessa tuotannossa sallituista täydennyslannoitteista löytyy KTTK:n internet-sivuilta www.kttk.fi (>luomu > kasvintuotanto > luonnonmukaisessa tuotannossa sallitut lannoitteet

Täydennyslannoitteiden käyttö on sallittu vain, mikäli:

- Riittävää ravinnemäärää ei voida saavuttaa käyttämällä monivuotista viljelykiertoa ja luomutuotantoyksiköistä saatavia eloperäisiä aineksia.
- Niiden käyttötarve perusteluineen on osoitettu lannoitus suunnitelmassa.

4.7.1 ELOPERÄISIÄ

TÄYDENNYSLANNOITTEITA

TILAN ULKOPUOLELTA HANKITTU LANTA

Mikäli tilalla ei ole karjaa, niin kotieläinten lantaa voidaan hankkia tilan ulkopuolelta täydennyslannoitteeksi. Tilan ulkopuolisen lannan käyttöön luomuviljelyssä liittyy useita rajoituksia. Lannan alkuperän (luomu/tavanomainen) ja eläinlajin tulee olla selvillä.

Luomulantaa on lanta, joka on peräisin luonnonmukaisesti hoidetuista, luomuvalvontaan kuuluvista kotieläimistä. Tilan ulkopuolelta hankitun luomulannan alkuperän ja eläinlajin on oltava selvillä. Sitä koskevat määrälliset rajoitukset.

Tavanomainen lanta voidaan jaotella laajaperäisen kotieläintuotannon lannaksi (eläintiheys alle 2 ey/ha) ja teollisesta kotieläintuotannosta peräisin olevaksi lannaksi (eläintiheys yli 2 ey/ha). Teollisesta kotieläintuotannosta peräisin olevan lannan käyttö on luomuviljelyssä kielletty eli lantaa luovuttavalla tilalla tulee eläintiheyden olla alle 2 ey/ha lannanluovutussopimukset huomioonottaen.

Kuivikelanta tulee aina kompostoida, mikäli se on peräisin tavanomaisesta tuotannosta eikä todistusta laajaperäisestä tuotannosta ole tai lanta on peräisin turkiseläimistä. Tavanomaisesta tuotannosta peräisin oleva lie-

telanta tulee aina käsitellä kompostoimalla/ilmastaen, tai vähintään vedellä laimentaen.

Lisäksi tulee varmistua, ettei lannan ja kuivikkeiden mukana tule haitallisia jäämiä esim. korrenvahvistajasta tai antibiooteista ym.

Tilan ulkopuolisen lannan käyttömäärän tulee olla rajallista. Sitä saa käyttää vain täydentämään tilan omaa ravinnetaloutta. Yleensä ulkopuolisen lannan osuus voi-nee olla enintään puolet kierron lannoitustarpeesta, eli enintään 0,75 ey/ha/v (= 70 Nkok kg/ha/v).

LANNASTA VALMISTETTUJA KAUPALLISIA LANNOITTEITA

Markkinoilla on eri eläinten lannoista valmistettuja eloperäisiä lannoitteita. Ne on yleensä valmistajan toimesta kompostoitu, pelletoitu ja pakattu. Osa on pelkästään kuivattu ja pelletoitu sekä pakattu. Niiden ravinnepitoisuus vaihtelee valmistajan ja tuotteen mukaan. Niitä voidaan käyttää lähinnä vihannesviljelyssä täydentämään kotoisia ja paikallisia lannoitteita.

LUUJAUHOT

Luu jauho ja lihaluu jauho ovat lannan jälkeen nopeavai-
kutteisimpia fosforitäydennyslannoitteita luomuviljelys-
sä. Luujauhot ovat eläinten luista, sarvista ja muista teu-
rasjätteistä valmistettuja eloperäisiä lannoiteaineita.

Niiden sisältämästä fosforista vain pieni osa on vesi-
liukoista (noin 4 %), mutta sitruunahappoliukoista fosfo-
ria on 26 % kokonaisfosforista. Niiden sisältämä fosfori
on saatavissa kasvien käyttöön sitä nopeammin, mitä
hienommaksi luuaines on jauhettu. Mm. palkokasvit ja
rypsi pystyvät hyödyntämään happamien juurieritteiden
avulla muita kasveja paremmin luujauhon fosforia. Sie-
nijuuri parantaa merkittävästi luujauhon fosforin hyväk-
sikäyttöä. Luujauho näyttää myös suosivan sienijuuria
kasvien juuristossa. Luujauholla on myös monivuotinen
jälkivaikutus kierron aikana.

Nykyisin lihaluu jauho sisältää kokonaisfosforia noin
6 %. Ympäristöehdoissa luujauhon kokonaisfosforista
voidaan laskea käyttökelpoiseksi 40 %. Pidemmällä täh-
tämällä viljelykiertokohtaisessa suunnittelussa luujau-
hon fosfori voitaneen laskea kokonaisuudessaan käyttö-
kelpoiseksi (=väkilannoitefosforin tehoiseksi). Lihaluu-
jauholla on myös huomattava typpilannoitusvaikutus. Se
näyttää kiihdyttävän maan eloperäisen aineen hajoamis-

LUUJAUHON SUOSITELTAVIA KÄYTTÖMÄÄRIÄ VILJELYKIERRON AIKANA

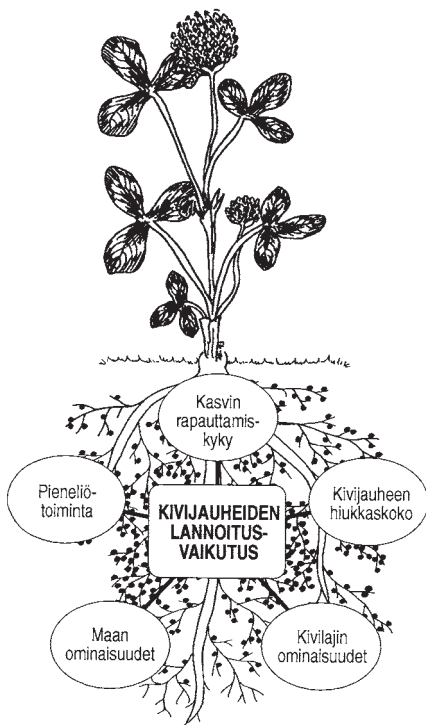
Viljavuusluokka	Luu jauho kg/ha	Fosforia kg/ha Pkok
Huono	800–1000	-60
Huononlainen	500–800	-48
Välttävä	300–500	-30
Tyydyttävä	0–500	-18

Käyttötarve riippuu muusta lannoituksesta.

**ERÄIDEN TYPENLÄHTEIDEN
VAPAUTUVAN TYPEN OSUUS %**

Lannoite	Nkok-%	N-käyttökelp %
Herne	4	50
Lupiini	5,2	53
Kurpitsa	9	60
Risini	5,4	60
Sienijauhe	7	64
Sienijauhe+rapsi	6,3	64

RUEHRER YM 2003

KIVIJAUHEIDEN LANNOITUSVAIKUTUS


ta. Kompostoinnissa se sopii kompostiherätteeksi esim. talvikompostoinnissa.

Luu jauhon käyttömäärä voi vaihdella noin 100–1000 kg/ha välillä. Levitys tapahtuu useimmiten kerran viljelykierron aikana.

Varmistu luujauhoa ja muita täydennyslannoitteita koskevista määräyksistä ennen luujauhon sisällyttämistä lannoitussuunnitelmaan.

KASVIPERÄISIÄ RAVINNELÄHTEITÄ

Valkuaispitoisten kasvien siemeniä/siemenrouhetta voidaan myös käyttää lähinnä typpilannoitteina. Niiden lannoitusvaikutus vastaa niistä vapautuvan typen osuutta. Eri kasvien siementen lannoitusvaikutuksia havainnollistaa oheinen tutkimus Itävallasta.

4.7.2 KIVIJAUHEET

Lannoitukseen ja maanparannukseen voidaan käyttää eri kivilajeista saatavia kiviljauheita. Ne ovat hienoksi jauhettua ravinnepitoista kiveä ja yleensä kaivostoiminnan tai kiviteollisuuden sivutuotteita. Emäkiset, tummat kivilajit (esim. kiilteet) ovat yleensä ravinnepitoisempia ja helpommin rapautuvia kuin happamat kivilajit (esim. graniitti). Erot kiviljauheiden käyttöarvoissa riippuvat kivilajien erilaisesta mineraalikoostumuksesta.

Kiviljauheiden käytön tarkoituksena on täydentää kasvien muista lähteistä tapahtuvaa ravinteiden saantia. Kiviljauheet voivat vaikuttaa kahdella eri tavalla. Ensinnäkin ne sisältävät itsessään ravinteita ja toimivat siten varsinaisina lannoitteina. Toiseksi kiviljauheet toimivat maanparannusaineina.

LANNOITUSVAIKUTUS

Kiviljauheiden ravinteet tulevat kasvien käyttöön ravinteiden vapautumisen kautta luonnon elonkierron mukaisesti. Niiden lannoitusvaikutus riippuu kivilajin ominaisuuksista (ravinnepitoisuudesta ja kovuudesta) sekä jauheen hiukkaskoosta; mitä hienommaksi kiviljauhe on jauhettu, sitä nopeammin se vaikuttaa. Toisaalta kiven jauhaminen on kallista. Kiviljauheiden lannoitusvaikutukseen vaikuttavat myös merkittävästi maan ravinnepitoisuus, happamuus ja multavuus sekä pieneliötoiminta. Lisäksi viljelykasvien kyky hyödyntää niukkaliukoisia ravinnelähteitä vaihtelee.

Tehokkaita kiviljauheiden hyväksikäyttäjiiä ovat yleensä syväjuuriset kasvit ja palkokasvit, kuten apilat ja muut

nurmipalkokasvit, palkoviljat, mesikät, lupiini ja tattari sekä vahvajuuriset ristikukkaiset. Heikkoja hyödyntäjiä ovat esim. viljat ja peruna. Viljoista kaura ja ruis ovat tehokkaampia niukkaliukoisten ravinnevarojen hyväksikäyttäjiä kuin ohra ja vehnä.

JUURISTO TÄRKEÄ

Kasvin kunto, ennen kaikkea juuriston kunto, vaikuttaa viljelykasvien kykyyn käyttää hyväkseen kivijauheita. Tiheä, hyvin kehittynyt juuristo pystyy hyödyntämään paremmin kivijauheiden ravinteita kuin niukka juuristo.

Kivijauheiden käytön periaatteena on: mitä viljelyn kannalta arvokasta mineraalia maassa on niukkimmin, niin sitä lisätään. Suomen maaperä on useinkin melko karua. Kivijauheiden käyttötarve on meillä monia eteläisempiä maita suurempi. Eloperäisillä ja karkeilla kivennäismailla käytetään kaliumpitoisia kivijauheita, kuten biotiittia. Fosforia niukalti sisältävillä mailla käytetään fosforipitoisia kivijauheita.

MAANPARANNUS

Karkeilla kivennäismailla ja eloperäisillä mailla kivijauheet toimivat maanparannusaineina. Esim. biotiitti rapautuu illiitiksi – savimineraaliksi, jonka ravinteiden varastointikyky (kationinvaihtokapasiteetti eli KVK) on suuri. Vaikka kivijauheen arvokkaimmat ravinteet tulisivatkin käytetyiksi loppuun viljelykierron aikana, jäävät savimineraalit maahan maanparannusaineeksi.

Emäksiset kivijauheet nostavat maan pH:ta. Ne toimivat siten kalkitusaineina. Kivijauheet parantavat myös eloperäisten maiden lämpimyyttä. Karkeiden kivennäismaiden veden varastointikyky voi lisääntyä kivijauheita käyttämällä. Kivijauheiden käyttö vastaa näin osaksi maanparannustoimenpiteenä *saveusta* ja osittaista kalkitusta.

LUONTO ESIKUVANA

Luonnossa kiviaines rapautuu vähitellen tullen pieneliöstön ja juurten ravinteiden oton ulottuville. Sade kuljettaa rapautuneita kivijauheita osaksi mukanaan. Näin kasvien ulottuville tulee rapautumisen nopeudesta ja sijainnista riippuen vaihtelevia määriä uutta jauhautunutta kiviainesta. Jokien tulvaniityllä laskeutuva liete on merkittävä kasvien ravinteiden lähde ja maanparannusaine. Esim. Niilin laakson hedelmällisyys on vuosituhantisen viljelyn aikana perustunut lähes kokonaan tulvan muka-



Kivijauheiden käytön etuja ja haittoja**Etuja**

- ravinteet vapautuvat luonnollisten vapautumismekanismien avulla hitaasti
- peltoekosysteemin toiminta säilyy luonnollisena
- ympäristöystävällisyys – ravinteet turvassa huuhtoutumiselta
- ravinteiden pidättyminen erittäin vaikealiukoiseen muotoon vähäistä
- voidaan hyödyntää matalaprosenttisia esiintymiä – säästetään uusiutumattomia luonnonvaroja
- ovat usein teollisuuden sivutuotteita – hyödyntämättömiä jätteitä

Haittoja

- käyttömäärien tulee olla melko suuria
- suuret kuljetuskustannukset
- vain osa kasveista pystyy hyödyntämään riittävässä määrin kivijauheiden niukkaliukoisia ravinnevaroja.

naan tuomaan lietteeseen, jossa kulkeutunut kivijauho oli peräisin Etiopian vuorilta.

ETUJA JA HAITTOJA

Kivijauheiden käytön etuina on mm., että niistä ravinteet vapautuvat luonnollisten säätelymekanismien välityksellä. Ravinteiden virta tapahtuu kivennäisaineksesta pieneliöstön välityksellä kasveihin. Näin voidaan välttää liukoisten ravinteiden korkeat pitoisuudet maanesteessä ja niiden alttius huuhtoutumiselle. Kasvien ravinnesuhteet säilyvät tasapainoisina, koska ns. luksusottoa ei tapahdu.

Kivijauheita käytettäessä voidaan hyödyntää matalampiprosenttisia esiintymiä kuin varsinaisessa lannoite-tuotannossa. Lisäksi kivijauheita syntyy yleensä suuria määriä kaivostoiminnan ja kiviteollisuuden sivutuotteena, jotka ovat pääosin käyttämätöntä jätettä. Kivijauheet ovat näin käytännössä lähes ehtymättömiä luonnonvaroja ja lannoite-esiintymiin verrattuna.

Kivijauheet ovat ympäristöystävällisiä, koska niistä ei huuhtoudu ravinteita. Kivijauheiden ravinteiden pidättyminen erittäin vaikealiukoiseen muotoon on vähäistä. Haittoina ovat suuret kuljetus- ja levityskustannukset, koska tarvittavat määrät ovat suurehkoja. Kivijauheiden ravinteita ei saada myöskään suoraan kaikkien kasvien käyttöön riittäviä määriä. Kivijauheiden käyttö on tarpeen kohdentaa viljelykierrossa tietyille kasveille osana lannoituksen suunnittelua.

ERI KIVIJAUHEITA**KALKKIKIVIJAUHE**

Tunnetuin kivijauhe on kalkkikivijauhe, jota käytetään yleisesti kaikessa maataloudessa – tarpeen mukaan myös luonnonmukaisessa viljelyssä maan happamuuden säätelyyn. Kalkitus on edullinen mm. sen happamien maiden pieneliötoimintaa vilkastuttavan ja savisten maiden mururakennetta lujittavan sekä fosforin liukoisuutta parantavan vaikutuksen takia.

BIOTIITTI

Biotiitti on tumma, suomumainen kerrossilikaatteihin kuuluva kiillemineraali. Se on muodostunut tummasta biotiittikerroksesta $[K(Mg, Fe^{2+})_3(OH)_2Si_3AlO_{10}]$ ja vaa-leasta muskoviittikerroksesta $[KAl_2(OH)_2Si_3AlO_{10}]$. Biotiitin rapautuessa suomut irtoavat toisistaan. Kasvien poistaessa siitä kaliumia ja magnesiumia se muuttuu vähitellen illiitiksi, joka on savimineraali.

Siilinjärven biotiitin koostumus

kiillemineraaleja (biotiitti ja muskoviitti)	74 %
kalsiittia	18 %
apatiittia	3 %
sekä muita mineraaleja	5 %

Siilinjärven biotiitin kemiallinen koostumus on seuraava:

kalium, kokonaismäärä	5,0 %
kalium, helposti vapautuva	3,3 %
magnesium	5,0 %
kalsium	7,0 %
fosfori	0,6 %

sekä piitä, alumiinia, rautaa, mangaania

ja muita kivennäisiä.

Vettä biotiitissa on noin 8 %.

Biotiitin kaliumista noin kaksi kolmasosaa eli 33 kg/t on helposti vapautuvaa. Hienousasteen kasvaessa vapautuminen nopeutuu.

Biotiittia saadaan Siilinjärven apatiittilouhokselta. Apatiittia louhittavasta kiviaineksesta on vain 11 %. Loput 89 % on jättekiveä. Louhittavasta kiviaineksesta noin 25 % on kalsiittikalkkia. Pääosa kiviaineksesta eli noin 60 % on biotiittia, jota muodostuu noin 1–2 miljoonaa tonnia vuodessa. Biotiittia riittäisi näin 1–2 t/ha/v Suomen kaikille pelloille. Määrä on niin suuri, että se riittää kattamaan koko Suomen kaliumlannoitustarpeen.

Biotiitin maanparannusvaikutus perustuu osaksi sen kalkitusvaikutukseen (neutraloivaa kalsiumia noin 14 %). 10 t biotiittia vastaa kivennäismailla noin 1,5 tonnia ja turvemaille noin 2,5 tonnia kalkkia. Biotiitti ja sen rapautumistuotteena syntyvä illiitti lisäävät myös maan kykyä varastoida kaliumia ja ammoniumia hilaväleihin. Biotiitin käyttö parantaa näin maan ravinteiden varastoimiskykyä (KVK). Biotiitti parantaneekin myös karkeilla kivennäismailla veden varastoitumista. Eloperäisillä mailla biotiitti lisää maan lämpimyyttä. Biotiitin käyttö vastaa näin maanparannustoimenpiteenä pitkälti saveusta ja osin kalkitusta.

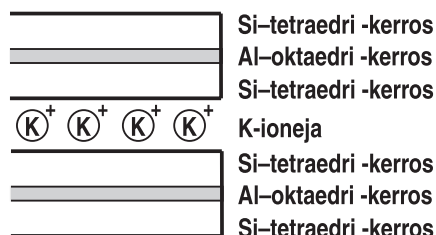
Biotiitilla on myös muita vaikutuksia. Sitä käytettäessä kasvuston ravinnesuhteet säilyvät tasapainoisina, koska kaliumin luksusotto jää vähäiseksi. Nurmirehu on näin eläimille terveellisempää. Myös maan viljavuus säilyy parempana. Biotiitti yksinkertaistaa lannoitusta, koska se voidaan levittää yhdellä kertaa peltoviljelyssä koko viljelykierrolle ja puutarhaviljelyssä koko kasvukaudeksi. Biotiitti ei nosta johtolukua eikä häiritse kasvien veden ottoa.

Biotiitti soveltuu parhaiten maille, joilla maan luon-

BIOTIITIN SEULA-ANALYYSI

alle 2 mm	99 %
alle 0,5 mm	60 %
alle 0,15 mm	n. 20 %

BIOTIITIN RAKENNE



Biotiitin etuja

- hidaslukoinen kaliumlannoite
 - tasapainoinen kasvien ravinteiden saanti
- terveellisempi rehu eläimille
 - parempi maan viljavuudelle
 - ei noste johtolukua
- maanparannusvaikutus
 - kalkitusvaikutus
 - KVK
 - veden varastointi
 - lämpimyyt
- yksinkertaistaa lannoitusta
- hyödynnetään käyttämätöntä jätettä
- säästetään uusiutumattomia luonnonvaroja

Biotiitin käyttö

- nurmen peruslannoituksen vuotta ennen nurmen perustamista
- viherlannoitukselle
- marjoille ja hedelmille
 - peruslannoitukseen
- tomaatille ja muille kasvihuone- vihanneksille
 - peruslannoitukseen
- kaalille ja muille vahvajuurisille vihanneksille
 - peruslannoitukseen
- taimimultaseoksiin
 - peruslannoitukseen
- kaikilla kasveilla maan kaliumvaraston täydennykseen

taiset kaliumreservit ovat niukat sekä vahvajuuristen, pitkän kasvukauden kasvien kaliumlannoitukseen. Tällaisia kasveja ovat esim. nurmet, joiden kaliumin otto on tasaista kasvukauden eri vaiheissa. Samoin viherlannoituskasvustot soveltuvat hyvin biotiitilla lannoitettaviksi. Perunalla ja puutarhakasveilla biotiittia voidaan käyttää peruslannoitukseen. Tällaisille heikkojuurisille kasveille kaliumia on syytä antaa myös helpommin vapautuvassa muodossa esim. kompostina, mikäli maan vaihtuvan kaliumin pitoisuus on alhainen.

Viljelykierrossa biotiitti voidaan levittää kertalevityksenä koko viljelykierrolle. Koska biotiitti on kosteaa, se levitetään kostean kalkin levittimillä tai omatoimisesti esim. yleisperävaunulla. Kertalevitysmäärä on maan kaliumtilanteen ollessa huono tai huononlainen karkeilla kivennäismailla ja turvemailla noin 5–15 t/ha. Nämä määrät sisältävät helposti vapautuvaa kaliumia 165–495 kg/ha.

BIOTIITIN KÄYTTÖSUOSITUKSIA

Maalaji	Viljavuusluokka	Biotiittia t/ha	Kaliumia kg/ha Kliuk
Turvemaat	Huono	8–15	-495
	Huononlainen	5–10	-330
	Välttävä	3–8	-264
	Tyydyttävä	0–5	-165
Karkeat kivennäismaat – ei sisällä savesta	Huono	8–15	
	Huononlainen	5–10	
	Välttävä	3–8	
	Tyydyttävä	0–5	
Karkeat kivennäismaat – sisältää savesta	Huono	5–10	
	Huononlainen	0–5	
	Välttävä, Tyydyttävä	0	
Savimaat		0	

Kertalevitys riittää noin 1–3 viljelykierron ajaksi. Tarkempi käyttötärve ja -määrä selvitetään ravinnetase- ja/tai lannoitustarvelaskelmilla.

Biotiitin kuten muidenkin kivijauheiden käyttökelpoisuus paranee, mikäli ne sekoitetaan koko ruokamultakerrokseen. Biotiitti voidaan levittää myös lumelle kevättalvella, jolloin lumen sulaminen nopeutuu ja maan lämpeneminen keväällä aikaistuu.

Biotiitin käyttöä rajoittavat suuret kuljetuskustannukset, mikäli tila sijaitsee kaukana Siilinjärveltä.

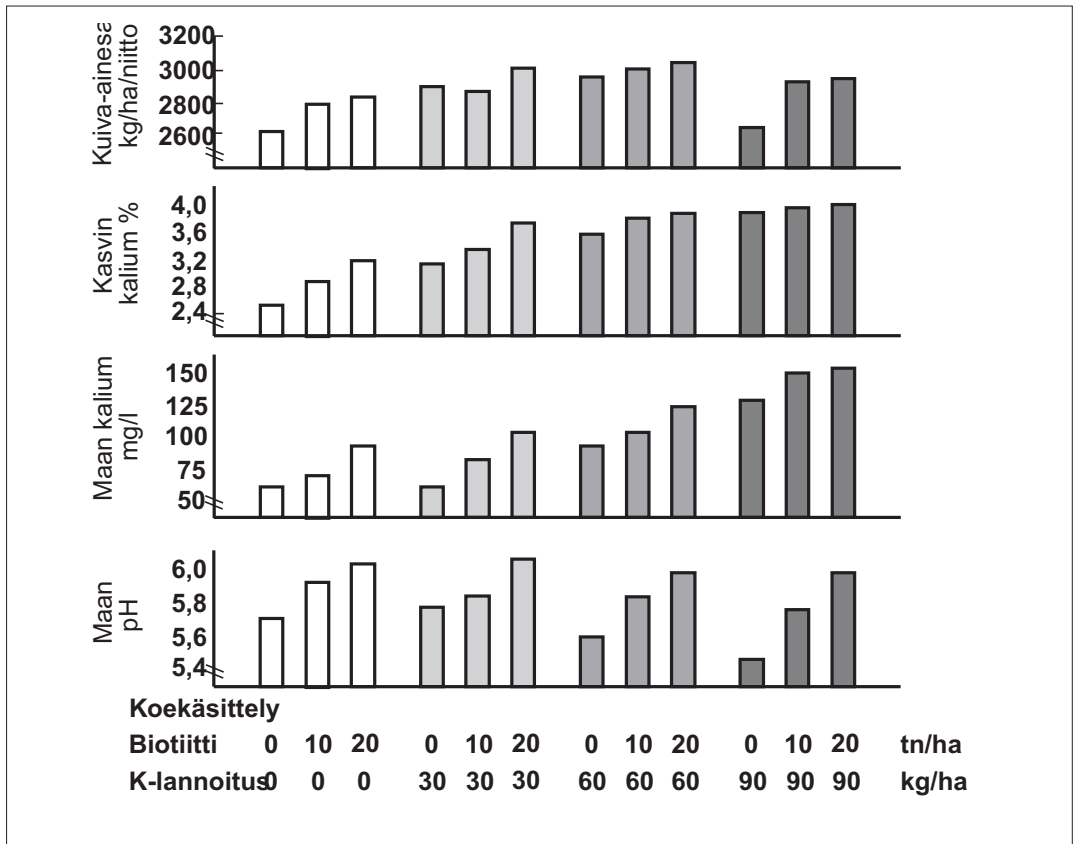
Biotiitin käyttö – tutkimustuloksia

MTT:n koekasemille perustettiin vuonna 1979 nurmen biotiittilannoituskoke. Koekasvina ollut koiranheinä niitettiin kolmesti. Jokainen niitto lannoitettiin 100 kg N/ha ja 10 kg P/ha sekä kaliumlannoitukseksi käytettiin biotiittia nurmia perustettaessa 0, 10 ja 20 t/ha. Lisäksi vuotuislannoitukseen käytettiin kaliumia kalisuolana 0, 10, 20 ja 30 kg K/ha/niitto.

Kymmenen tonnia biotiittia riitti kaliumköyhillä mailla turvaamaan nurmen kasvun neljäksi vuodeksi korkealla satotasolla ja 20 t biotiittia riitti viideksi vuodeksi. Lisäkalium 30 kg/ha/v lisäsi satoa 10–15 %, kun biotiittia käytettiin 10 t/ha. Isompi biotiittimäärä riitti yksin lähes maksimisatoihin. Sadon kaliumpitoisuus oli kolmantena satovuonna pelkällä biotiittilannoituksella 2,8–3,2 % lannoitustasosta riippuen. Helppoliukoinen kaliumlannoitus nosti sadon kaliumpitoisuuden 3,6–4,0 %:iin.

Kolmantena vuonna maan pH oli 20 t biotiittia saaneilla ruuduilla 0,3–0,4 yksikköä korkeampi kuin ilman biotiittia viljeltyjen ruutujen. Vastaavasti 10 biotiittitonniin vaikutus oli puolet tästä. Viljoille ja perunalle biotiitti ei riitä ainoaksi kaliumlannoitteeksi. Kaura näyttää hyödyntävän biotiitin kaliumia selvästi ohraa paremmin. Mutta myös heikkojuurinen peruna hyötyy jossain määrin biotiittilannoituksesta.

BIOTIITIN VAIKUTUS NURMEN SATOON JA KALIUMPITOISUUTEEN



FOSFORIMINERAALIT

Fosforimineraalit jaetaan alkuperänsä perusteella ns. *pehmeisiin raakafosfaatteihin*, jotka ovat orgaanista alkuperää sekä *koviin raakafosfaatteihin*, jotka ovat magmaattista alkuperää. Kovia raakafosfaatteja nimitetään *apatiittimineraaleiksi*. Näiden lannoitusvaikutus on riippuvainen pehmeystä ja hienousasteesta. Raakafosfaattit ovat pehmeinä helpommin fosforia luovuttavia kuin kovat apatiitit.

Mitä hienommaksi ne on jauhettu ja mitä suurempi on happamuus, sitä nopeampaa on fosforin vapautuminen. Hienoudeltaan alle 0,2 mm raakafosfaatista fosforia vapautuu noin 15 kertaa nopeammin kuin yli 0,6 mm jauheesta. Kiviaineksen jauhaminen on kuitenkin kallista. *Hienofosfaatti* on niin hienoksi jauhettua raakafosfaattia, että siitä vähintään 90 % läpäisee 0,05 mm seulan. Nopeammin liukenevia, ns. pehmeitä raakafosfaatteja ei ole tällä hetkellä Suomen markkinoilla lähinnä niiden korkean kadmiumpitoisuuden takia.

Apatiitti on kovaa ja sen fosfori vapautuu huomattavasti hitaammin kuin pehmeämpien raakafosfaattien fosfori. Apatiitissa fosforia on noin 14 %, josta vesiliukoista on noin 0,01 % ja sitruunahappoon liukenevaa fosforia noin 1/7 eli kaksi prosenttiyksikköä.

Suomen markkinoilla nykyisin oleva apatiitti on peräisin Siilinjärveltä. Tämä ns. Kovdor-apatiitti sisältää fosforia 14 %, magnesiumia 1 %, kalsiumia 34,5 % ja kadmiumia alle 0,00002 % eli alle 0,2 mg/kg (= alle 1,2 mg/kg P) sekä piioksidia 1,2 %.

Maan pH vaikuttaa merkittävästi raakafosfaattien liukoisuuteen. Happamilla mailla (pH alle 5,5) aikoinaan käytössä ollut hienofosfaatti liukeni merkittävästi suoraankin jopa esimerkiksi kauran käyttöön. Savimaalla tehdyssä astiakokeessa sen lannoitusvaikutus oli noin 10–15 % superfosfaatin fosforilannoitusvaikutuksesta. Apatiitin sisältämästä fosforista lasketaan ympäristöehtojen mukaan liukoiseksi 10 %. Vaikutusajan pidentyessä fosforin käyttökelpoisuus paranee.

Sitruunahappoliukoinen osuus fosforista on suhteellisen helposti kasvien käyttöön saatavissa, mikäli olosuhteet ovat fosforin vapautumiselle sopivat.

Raakafosfaattia kykenevät hyödyntämään parhaiten palkokasvit, tattari ja ristikkukaiset kasvit. Puna-apilaturmen peruslannoitteeksi hienoksi jauhettua raakafosfaattia voidaan käyttää suoraan peltoon levitettynä. Kovemman apatiitin käyttökelpoisuus on huomattavasti hi-

APATIITIN SEULA-ANALYYSI

alle 0,5 mm	99 %
alle 0,1 mm	70 %
alle 0,05 mm	39 %

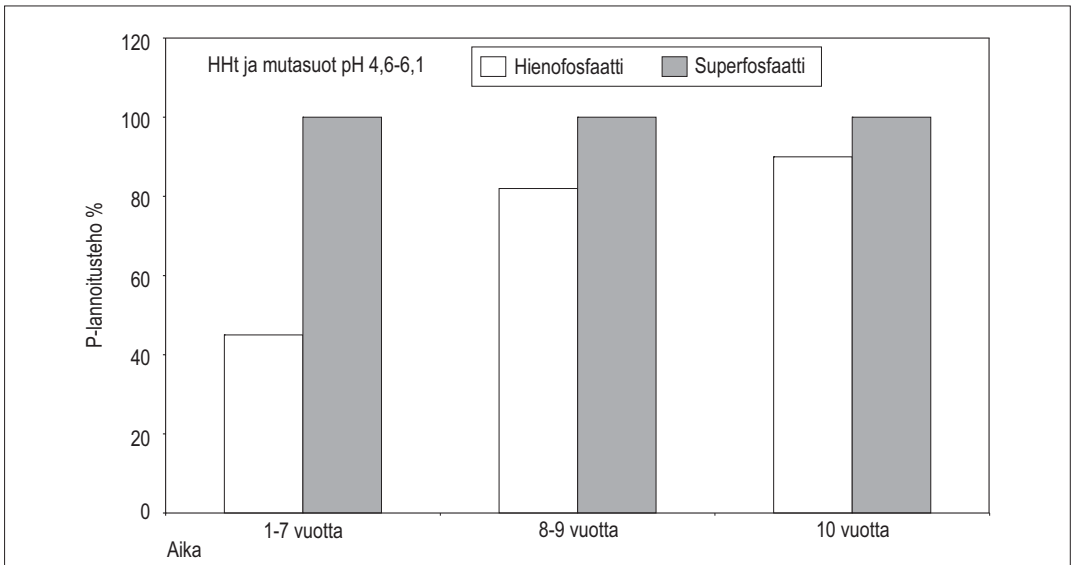
taampi. Ruotsalaisessa kokeessa luonnonmukaisesti viljelty kaura pystyi hyödyntämään apatiitin fosforia jossain määrin jo kylvövuonna. Käyttömäärän ollessa 1 500 kg/ha vaikutus alkoi olla selvä. Kyseessä voi olla myös kalkitusvaikutus, joka paransi kauran fosforin saantia.

Raakafosfaatista fosfori tulee hitaasti kasvien käyttöön useiden vuosien kuluessa, kuten oheinen kuva osoittaa. Happamilla mailla raakafosfaattien liukoisuus on parempi. Voimakas kalkitus ja korkea pH heikentävät niiden liukoisuutta.

Soklin fosforimalmia 3 000 kg/ha nurmen peruslannoitteena tuotti lähes väkilannoitteilla saadun sadon. Apatiitin fosforista arvioitiin saatavan kasvien käyttöön noin 10-20 % 10 vuoden aikana. Hyväksikäyttö paranee aikaa myöten.

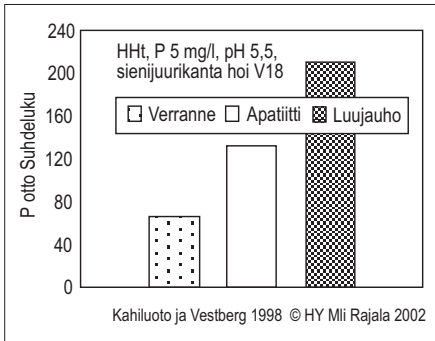
Pieneliötoiminta, ennen kaikkea sienijuuret ja lierit voivat parantaa kasvien fosforin saantia niukkaliukoisista lannoitteista kuten luujauhasta ja raakafosfaateista. Maan helpoliukoisen fosforin pitoisuuden tulee olla melko alhainen, jotta fosforia saadaan niistä kasvien käyttöön. Hyöty sienijuuresta on huomattavasti suurempi, kun käytetään eloperäistä lannoitusta. Eloperäisen lannoituksen tulee olla hidaskaikutteista. Eloperäisen lannoituksen säännöllinen ja pitkäaikainen käyttö on sienijuurelle edullisinta.

HIENOFOSFAATTIN FOSFORILANNOITUSVAIKUTUS SUPERFOSFAATTIIN VERRATTUNA

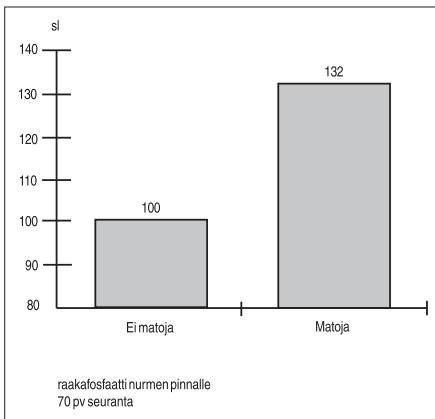


Tainio 1958
© HY MII Rajala 2002

SIENIJUUREN VAIKUTUS LUUJAUHON JA APATIITIN KÄYTTÖKELPOISUUTEEN



LIEROJEN VAIKUTUS RAAKAFOSFAATIN KÄYTTÖKELPOISUUTEEN



Kompostointi voi parantaa raakafosfaattien liukoisuutta, minkä vuoksi niitä kannattaa luonnonmukaisessa viljelyssä käyttää kompostin kautta, mikäli tilalla tehdään kompostia. Kompostin vilkas pieneliötoiminta vapauttaa fosforia kasvien käyttöön.

Kompostointia varten raakafosfaatit voidaan levittää jo karjasuojassa lannan sekaan. Seuraavassa esimerkkejä sopivista käyttömääristä:

Kompostoinnin vaikutus raakafosfaattien fosforin liukoisuuteen

Kompostoinnin vaikutusta raakafosfaattien fosforin liukoisuuteen tutkittiin Saksassa sekoittamalla raakafosfaatteja naudanlantaan. Pehmeiden raakafosfaattien sisältämästä fosforista 15–25 % saatiin liukoiseksi 2–4 kk kompostoinnin aikana. Kompostoinnin kulku vaikutti merkittävästi fosforin liukenemiseen. Esimerkiksi helposti käytettävän energianlähteen lisäksi kompostiin paransi fosforin liukoisuutta selvästi.

Liuenneesta fosforista vain 1–5 % säilyi vesiliukoisena ja 95–99 % muuttui orgaaniseen muotoon pidättyen eloperäisiin yhdisteisiin, mikrobistoon ja humiiniaineiden muodostamiin kelaatteihin. Siitä kuitenkin noin 70–75 % pysyi helposti tai melko helposti kasvien käytettävissä olevana ja ainoastaan 10–12 % pidättyi hyvin pysyvään muotoon.

Raakafosfaateista liennut orgaaninen fosfori jakautui kokeen lopussa liukoisuuden perusteella seuraaviin ryhmiin:

- Helposti käytettävissä oleva 4–6 %
- Melko helposti käytettävissä oleva 68–72 %
- Melko pysyvä 12–16 %
- Hyvin pysyvä 10–12 %

Pidätymislujuus lisääntyi ajan kuluessa. (Singh ym 1991).

Apatiitin fosforin liukoisuus on alhaisempi kuin raakafosfaatin. Apatiitin kadmiumpitoisuus vastaa suomalaisen peltomaiden pitoisuutta. Sen sijaan aikaisemmin maahantuodut raakafosfaattierät ovat sisältäneet kadmiumia moninkertaisia määriä.

Apatiitin kalkitusvaikutus vastaa suunnilleen kalkin kalkitusvaikutusta, mutta se vaikuttaa huomattavasti hitaammin. Apatiitin käyttömäärät voivat olla tavallisimmin noin 500–1500 kg/ha. Uudismailla ja fosforiluokan ollessa huono käyttömäärien tulee olla suuria – noin 2000–3000 kg/ha. Niitä suositellaan käytettäväksi vain viljavuusluokan ollessa huono tai huononlainen (välttävä).

Raakafosfaattien avulla ei voida poistaa akuuttia fosforin puutetta niiden hidasliukoisuuden takia ja koska tarvittavat käyttömäärät olisivat huomattavan suuria. Orgaanisten lannoitteiden fosfori on merkittävin menetelmä turvata kasvien akuutti fosforin tarve.

RAAKAFOSFAATTIEN SUOSITELTAVIA KÄYTTÖMÄÄRIÄ VILJELYKIERRON AIKANA

Viljavuusluokka	Raakafosfaattia kg/ha
Huono	1 500–3 000
Huononlainen	1 000–2 000
Välttävä	0–1 000
Tyydyttävä, Hyvä	0

Käyttötarve riippuu muusta lannoituksesta.

4.7.3 MUITA KIVENNÄISTÄYDENNYS-LANNOITTEITA

Puun tuhka on monipuolinen kalkitusaine ja hivenlannoite. Pääravinteista siinä on ennenkaikkea kaliumia ja fosforia. Tuhkien käyttöä rajoittaa mm. niiden sisältämät raskasmetallit, lähinnä kadmium. Tuhkista tulee olla käytettävissä analyysi raskasmetallien pitoisuuksien selvittämiseksi.

Puun tuhkaa käytetään perushivenlannoitukseen korkeintaan noin 1 t/ha. Se sopii myös juureksien lannoitteeksi, käyttömäärä korkeintaan noin 1 t/ha. Marjoille ja hedelmäpuille tuhkaa voidaan käyttää korkeintaan noin 300 kg/ha vuosittain. Kivihiilen, öljyn jne. tuhkaa ei saa käyttää viljelyksille raskasmetallivaaran takia. Myös puun kuorituhkien käyttöä rajoittaa usein niiden melko korkeat kadmiumpitoisuudet.

4.7.4 HIVENLANNOITTEET

Hivenlannoitus pyritään hoitamaan mahdollisimman pitkälti luonnonmukaisilla keinoilla kuten viljelykierrolla, eloperäisellä lannoituksella, kierrätyksellä ja maan biologisen aktiivisuuden hoitamisella sekä kohtuullisella kalkituksella. On kuitenkin tilanteita, joissa on tarpeen käyttää tavanomaisia kemiallisia hivenlannoitteita. Käyttötarve selviää mm. viljavuustutkimuksen avulla. Hivenlannoitteet annetaan maan kautta. Hivenlannoitus voi olla erityisesti paikallaan siirtymävaiheessa.

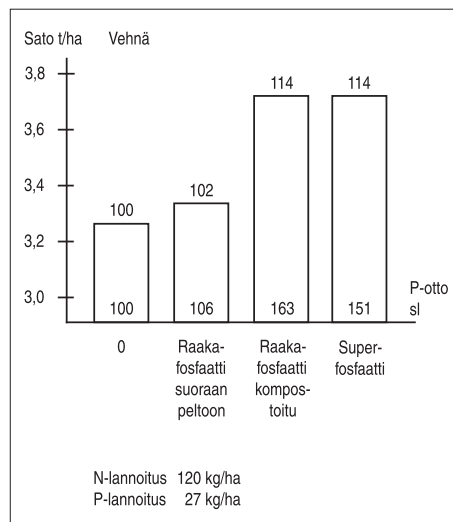
4.7.5 LUONNONMUKAISESSA VILJELYSSÄ KÄYTETTÄVIEN LANNOITTEIDEN OMINAISUUKSIA

Seuraavan sivun taulukoissa on tietoja eräistä luonnonmukaisessa viljelyssä käytettävistä lannoitteista.

Raakafosfaattien käyttömääriä

Lantakouruun	0,5–2,0	kg/ey/pv
Lantalaaan	5–20	kg/m3
Kompostiin	0–30	kg/m3

RAAKAFOSFAATTIN KOMPOSTOINTI



Mischra ym. 1986

KIVENNÄISTÄYDENNYSLANNOITTEIDEN JA MAANPARANNUSAINEIDEN RAVINNEPITOISUUKSIA

	Ca %	Ca neutr.	Mg %	K %	P %	S %	Si %	Hivenet - / + / ++
1. Kalkit								
Kalkkikivijauhe	30	33	-	-	-	-	-	-
Mg-pitoiset kalkit	24	32	2-7	-	-	-	-	-
Dolomiittikalkki	18	32	7-12	-	-	-	-	-
Leväkalkki	29	25	1	0,2	0,4	-	-	++
2. Kuonat								
Masuunikuona	22-26	33	6,5-8	-	-	1,5	16,8	+
Teräskuona	35	35	1	-	-	-	-	+
3. Kivijauheet								
Biotiitti	7	13	10	5/3,3	0,6	-	-	++
Bioapatiitti	11	18	8	4	1,9	-	-	+
Apatiitti	35	-	1	-	14	-	1,2	-
Raakafosfaatti	25	-	0,3	-	14	-	-	+
Raakafosfori (trikalsiumf.)	33	-	1,7	-	17,5	-	1,7	+
Kivijauhe, graniitti	5-8	-	0,3-6	0,4-2,5	0,4	-	-	++
4. Tuhkat								
Puutuhka	5-25	5-50	4	9	2	-	-	++
Kuorituhka	10-20	-	1-2	1-3	<1	-	-	++

Eräiden eloperäisten täydennyslannoitteiden ravinnepitoisuuksia

	N kok %	N liuk %	P %	K %	Mg %	Ca %	Hivenet - / + / ++
Teurasjäte- valmisteet							
Luu jauho	3-7	0,5	5-10	0,2	0,4	21	+
Lihaluujauho	7	1,0	6	0,3	0,3	10-20	+
Verijauho	12-15	-	0,2	0,2	0,2	0,2	++
Sarvijauhe	9-15	3,8	3-4	-	-	4	-
Höyhenjauho	10	-	1,7	0,2	0,1	3,3	++
Rypsi-/sinappirouhe	5	1,3	1,4				
Merileväjauhe	0,25	-	-	3,0	-	-	-

Maatalouden ympäristösitoumuksen ehtojen mukaiset fosforin (P) liukoisuuskertoimet: Lannat, luujauhot, sarvilastut 0,75, trikalsiumfosfaatti (raakafosfori) 0,50, raakafosfaatti, apatiitti 0,10. Tarkista voimassa olevat kertoimet.

ERÄIDEN LANNOITTEIDEN OMINAISUUKSIA JA KÄYTTÖMÄÄRIÄ

	Vaikutus maan pH:hon neutr.emäks	Lannoitusvaik. 1/2/3 v % *)	Levitys- määrä t/ha 40/20/10	Lannoitus- ajankohta 10-40	Huom.
Naudan kuivikelantakomp	neurt.	75/15/5	10-40	kevät/kesä	kevät/(syksy)
Naudan lietelanta	hapan	95/5/0	10-40	kevät/kesä	laimennus vedellä
Sianlietelanta	hapan	75/15/5	10-20	kevät/kesä	laimennus vedellä
Hevoslantakomp	neutr. emäks	45/25/15	10-40	kevät/(syksy)	
Kananlantakomp	emäks.	70/15/5	5-10	kevät	
Luu jauho	emäks.	20/25/20	0,2-1,0	kevät	
Lihaluujauho	emäks.	30/20/20	0,2-1,0	kevät	
Tuomaskuona	emäks.	4/5/6	0,2-1,0	kevät/kesä/syksy	
Raakafosfori	emäks.	3/4/5	0,2-1,0	kevät/kesä/syksy	vain emäks maille
Raakafosfaatti	emäks.	2/3/4	0,5-2,0	kevät/kesä/syksy	
Apatiitti	emäks.	1/2/3	0,5-3,0	kevät/kesä/syksy	
Biotiitti	emäks.	25/25/20	3-15	talvi/syksy/kevät	
Puutuhka	emäks.	60/20/10	0,5-1,0	kevät	
Dolomiittikalkki	emäks.	50/30/10	1-8	talvi/syksy/kevät	

*Arvioitu lannoitusvaikutus 1., 2. ja 3. vuotena % kokonaislannoitusvaikutuksesta.

4.8 LANNOITUKSEN SUUNNITTELU

Lannoituksen järjestämisessä suunnitellaan kotoisten ravinnelähteiden hyödyntäminen, minkä jälkeen laaditaan viljelykierroittain lohko-kohtainen lannoitussuunnitelma kullekin kierrolle erikseen.

4.8.1 RAVINNEKIERTO TILALLA JA LANNAN HYÖDYNTÄMINEN

Lannoitussuunnitelmaa laadittaessa kartoitetaan kotoiset ravinnelähteet tilan sisällä tai yhteistyötilan puitteissa. Ravinnetaselaskennalla saadaan selville tilan ravinneyleisyyden suuruus. Ravinteiden hyväksikäyttöä tilalla kehitetään suunnitteleamalla lannan talteenotto, varastointi ja mahdollinen kompostointi tai ilmastus. Ensiksi lasketaan, paljonko tilan eläimet tuottavat lantaa sekä tehdään tarpeelliset laidun- ym. vähennykset. Sen jälkeen suunnitellaan, miten lannan talteenottoa ja varastointia kehitetään, jotta lanta saadaan mahdollisimman tarkoin hyötykäyttöön.

Kompostointia varten lasketaan kuivikkeiden tarve sekä kuivikkeiden saanti omalta tilalta. Samoin lasketaan lisäaineiden kuten apatiitin tarve ja suunnitellaan niiden käyttö. Mihin ja missä aikataulussa kompostia valmistetaan sekä millä kalustolla. Lietelantaa varten laaditaan ilmastussuunnitelma. Tämän jälkeen laaditaan viljelykierroittain varsinainen lohko- ja kasvikohtainen lannoitussuunnitelma.

4.8.2 LANNOITUSSUUNNITELMA

Lannoitussuunnitelman lähtökohtana on viljelykierto. Peltoviljelyssä voidaan yksittäisen kasvin lannoituksen asemasta päähuomio kiinnittää viljelykierron keskimääräisen lannoituksen suunnitteluun, koska käytetään pääasiassa pitkävaikutteisia lannoitteita. Ensin lasketaan viljelykierron keskimääräinen lannoitustarve. Tarve on syytä laskea jokaiselle kierrolle erikseen. Viljelykiertojen yhteenlasketun lannoitustarpeen ja siten koko tilan lannoitustarpeen selvittämisen jälkeen suunnitellaan kotoisten lannoitteiden käyttö, biologisen typensidonnan ja esikasvivaikutusten sekä viherlannoituksen hyväksikäyttö. Mikäli viljelykiertoa muuttamalla ei päästä ravinneomavaraisuuteen, niin lasketaan tilan ulkopuolisten täydennyslannoitteiden tarve. Tämän jälkeen suunnitellaan,

Käytettäviä ravinnelähteitä ovat

- Lannan lannoitusvaikutus
- Esikasvivaikutus
- Viherlannoitusvaikutus
- Viljelykiertoaikutus – maanparannusvaikutus
- Biologinen typensidonta
- Täydennyslannoitteet

missä suhteessa eri lannoitteet jaetaan viljelykierron eri kasveille.

TYPPILANNOITUS

Kasvien ja koko tilan typpihuollossa tärkein menetelmä on biologisen typensidonnan hyväksikäyttö. Biologisen ty-pensidonnan merkitys on karjatiiloillakin 2–5 kertaa suurempi kuin lannan osuus. Toiseksi tärkein menetelmä on lannan huolellinen talteenotto, käsittely ja käyttö. Kolmanneksi maan omia typpivaroja hyödynnetään esikasvivaikutuksen kautta sekä hoitamalla maan rakennetta ja pieneliötoimintaa.

FOSFORILANNOITUS

Fosforin poistumaan pellolta viljelykierron kokoonpanolla on karja- ja viljatiiloilla melko pieni vaikutus. Fosforin poistuman pellolta ratkaisee ensisijaisesti satotaso ja viherlannoituksen osuus viljelykierrossa. Eläintuotteita myyviltä tiloilta fosforia poistuu vähemmän kuin kasvituotteita myyviltä tiloilta.

Huomattavalla osalla maamme pelloista on kertynyt niin paljon fosforia, että sen hyväksikäytön tehostamisella mm. vilkkaamman pieneliötoiminnan avulla saadaan katettua täydennysfosforin tarve. Monipuolinen viljelykierto on tässä tärkeä väline. Maaperän fosforin käyttökelpoisuutta voidaan parantaa myös viherlannoituksella sekä happamien kivennäismaiden kalkituksella. Lannan fosforin tarkka kierrätys on luonnollisesti tärkeä menetelmä karjatiiloilla. Uudismailla ja kun maan fosforitilanne on huono tai huononlainen, fosforilannoitukseen käytetään edellisten lisäksi täydennyslantaa tilan ulkopuolelta ja apatiitti-kivijauhoa tai luujauhoa.

KALIUMLANNOITUS

Kaliumia myydään tuotteiden mukana tilalta suhteellisesti vähiten. Varsinkin karjatiiloilta ja myös viljatiiloilta kaliumia poistuu tuotteiden mukana vain vähän. Poistuma on suuri peruna- ja vihannestiloilta sekä tiloilta, jotka myyvät nurmea. Lannan ja erityisesti virtsan huolellinen talteenotto ja käyttö ovat tärkeä osa kaliumlannoitusta. Savimaissa on niin runsaat kaliumvarat, että lannan kierrätys ja maan rakenteen hoito yleensä riittävät turvaamaan kasvien kaliumin tarpeen. Savesta sisältämättömillä karkeilla kivennäismailla ja eloperäisillä mailla käytetään kaliumtäydennykseen tilan ulkopuolis-

ta lantaa tai biotiitti-kivijauhetta. Kaliumreservien määrityksellä viljavuustutkimuksessa voidaan tarkentaa kaliumlannoituksen tarvetta.

SIVU- JA HIVENRAVINNELANNOITUS

Kasvit sisältävät pääravinteiden lisäksi myös sivu- ja hivenravinteita ja muita aineita. Esimerkiksi rikki on välttämätön kasvinravinne, jota kasvit tarvitsevat suunnilleen yhtä paljon kuin fosforia. Runsaimmin sitä tarvitsevat ristikukkaiset kasvit ja sipulit. Sen riittävä saanti on tärkeää hyvän laadun muodostumiselle. Puutosoireet muistuttavat typen puutetta. Rikkiä huuhtoutuu helposti. Sen puutosta voi esiintyä esim. pelkästään viherlannoitusta käyttävillä tiloilla, joilla ravinteita myydään paljon ja joilla maiden multavuus on alhainen.

Hivenravinteiden riittävää saatavuutta kasveille seurataan viljavuustutkimuksen avulla. Tärkeimpiä seurattavia hivenravinteita ovat boori, kupari ja mangaani. Hivenlannoituksen tarve on suurin karuilla mailla, turveilla ja ”ylikalkituilla” vähämultaisilla karkeilla kivennäismailla. Mikäli hivenlannoitustarvetta esiintyy ja monipuolinen viljelykierto, eloperäinen lannoitus, kierrätys ja tuhka eivät riitä, käytetään hivenlannoitteita. Niitä on syytä käyttää mieluiten jo siirtymävaiheessa ja nurmen/viherlannoituksen peruslannoitteena maan kautta.

”HAPPILANNOITUS”

Maan hyvä rakenne on ratkaisevan tärkeä luonnonmukaisten lannoitteiden hyväksikäyttöön vaikuttava tekijä. Maan hyvän rakenteen ylläpitoon ja hoitoon ”happilannoitukseen” on syytä kiinnittää erityistä huomiota. Näin voidaan parantaa ravinteiden käyttökelpoisuutta, juuriston kehitystä ja juurten ravinteiden ottoa sekä ravinteiden hyötysuhteita kokonaisuutena.

MUUT AINEET

Kasvit sisältävät varsinaisten ravinteiden lisäksi myös muita aineita. Esim. heinäkasvit ottavat piitä suunnilleen yhtä paljon kuin tyypeä eli noin 50 kg/ha. Kaksisirkkaiset kasvit ottavat piitä vain vajaan kymmenesosan edellisestä. Pii on todettu välttämättömäksi joillekin kasveille, esim. peltokortteelle. Satoa se lisää selvästi esim. riisillä, jonka lannoitteisiin lisätään piitä.

Pii on kasveille hyödyllinen aine. Se lisää mm. kasvien tautien ja tuholaisten kestävyyttä, vahvistaa kortta

ja tukisolukoita, tehostaa yhteyttämistä ja säästää vettä sekä edistää kasvien fosforin saantia.

Kasvien piin saantia voidaan edistää mm. maan toimintaa edistävällä eloperäisellä lannoituksella. Piitä kasvut saavat paitsi maasta vapautumisen avulla, karjanlannasta kierrätyksen avulla, puun tuhkasta, masuunikuonasta ja kivijauheista (biotiitti).

Esimerkki lannoitussuunnitelmasta

Tilan peltoala on 42 ha. Tilalla on lypsykarjaa 26,6 ey. Lannan käsittelyssä käytetään virtsasäiliömenetelmää.

Maat ovat runsasmultaisia karkeita kivennäismaita, joiden kasvukunto on keskimäärin: pH hyvä, fosfori välttävä ja kalium välttävä.

Viljelykierto on 6-vuotinen, jossa apilapitoisia nurmia viljellään kolme vuotta. Typensidontaa lisää myös herneen viljely rehuviljan seassa, jolloin tyyppiä sitovia kasveja viljellään neljänä vuotena kuudesta.

Näin merkittävämpiä esikasvivaikutuksia voidaan hyödyntää kolmena vuotena kuudesta. Viljelykierto on maataparantava.

Tilan eläimet tuottavat vuodessa yhteensä kiinteää lantaa 320 t ja virtsaa 214 t. Laidunvähennyksen jälkeen levitettävissä on 194 t lantaa ja 160 t virtsaa. Laidunlantaa kertyy laitumille noin 70 t ja laidunvirtsaa 47 t. Käytettävä lanta on kaikki oman nautakarjan lantaa.

Lannan hyödyntämiseen laaditaan lannanhoitosuunnitelma. Lantala on laajennettu muutamia vuosia sitten tarvetta vastaavaksi. Kuivikelannan aumakompostointi tehdään erityisellä huolella kompostiaumat peittäen ja valumilta suojaen.

Kuivikkeeksi tarvitaan olkia $26,6 \text{ ey} \times 5 \text{ kg/pv} \times 270 \text{ pv} = 36 \text{ t/v}$. Tämä määrä olkia saadaan tilan vilja-alalta. Tarvittaessa lisäkuivikkeita mm. turvetta ostetaan.

Lannan sekaan käytetään fosforitäydennykseksi apatiittia 15 kg/pv eli 4200 kg/v .

Kiinteä lanta kompostoidaan siirtämällä se lantalasta lannanlevittimellä pellolle kompostiaumaan marraskuussa, joulutammikuussa ja mahdollisesti maaliskuun lopulla sekä kesäkuussa. Talvikompostointi edellyttää runsasta kuivikkeiden käyttöä, jo lantalassa lämmintä lantaa ja huolellisuutta.

Kompostit peitetään oljilla/turpeella sekä mustalla muovilla tai kompostipeitteellä. Kompostien sijoittelussa ja teossa otetaan vesiensuojeluohjeet huomioon.

Esimerkkitalan viljelykierto on 6-vuotinen: 3 vuotta apilavaltaisia nurmia – ruis/kaura – hernekaure/peruna/vihantarehu – ohra + ns.

Laskettu lannoitustarve on keskimäärin P 19 ja K 57 kg/ha/v. Lannasta saadaan keskimäärin fosforia 8,6 kg/h/v ja kaliumia 45 kg/ha/v. Täydennyslannoitustarve on keskimäärin fosforin osalta noin 11 ja kaliumin osalta noin 12 kg/ha/v.

Komposti käytetään perunalle, rukiille ja suojaviljana toimivalle ohralle. Laidunlantaa kertyy laidunnettaville nurmille, lähinnä toisen ja kolmannen vuoden nurmille. Virtsa levitetään kolmannen vuoden nurmelle ja kauralle. Laidunvirtsaa kertyy laidunnettaville nurmille.

Täydennyslannoitteina käytetään siirtymävaiheessa fosforilannoituksen apatiittia 4200 kg/v eli noin 600 kg/ha kerran viljelykierrossa, joka annetaan kompostin kautta. Koska tilan maalajit ovat karkeita kivennäismaita, kaliumtäydennykseen käytetään siirtymävaiheessa biotiittikivijauhetta 5 t/ha eli 35 t/v . Biotiittia levitetään kerran pelloille, joiden vaihtuvan kaliumin määrä on huononlainen tai välttävä. Levitys tehdään mulloksille, ensisijaisesti hernekauralle. Lisäksi voidaan käyttää luujauhoa 1200 kg/v , joka levitetään kauralle.

Rehujen ja kivennäisten ostot kattavat fosforin ja kaliumin myynnit

tuotteissa valtaosin; fosforitaseen alijäämä on vain 2 ja kaliumin 4 kg/ha/v. Tilan ravinnetase on siten lähes tasapainoinen. Täydennyslannoitteiden ostojen kanssa tilan ravinnetase on fosforin osalta 17 ja kaliumin osalta 28 kg/ha ylijäämäinen. Biotiitin kertalevitys riittää kattamaan alijäämäisen kaliumtaseen kohtuullisten hävikkien kanssa noin 2 viljelykierron ajaksi. Kaliumin vapautumispotentiaali maamineraaleista ratkaisee pitemmällä tähtämellä kaliumin täydennyslannoitustarpeen.

LANNOITUSSUUNNITELMA

Tila MÄKITALO Laatija Luomu Viljelijä 6.2.2002
 pH hyvä , P välttävä , K välttävä

Kasvi	Lohko/ Kuvio	Pinta-ala ha	Komposti		Virtsa		Apatiitti		Biotiitti			
			t/ha	t	t/ha	t	t/ha	t	t/ha	t	t/ha	t
Ohra+ns	D1, D2	6,00	15	90			0,3	1,8				
Nurmi 1	C1, C2	6,00										
Nurmi 2	B1, B2, B3	6,00			5	30						
Nurmi 3	A1, A2	6,00			15	90						
Ruis	F1	3,00			5	15	0,2	0,6				
Vehnä	F2	3,00	16	48			0,2	0,6				
Hernekaura	E1	5,00							5	25		
Peruna	E2	1,00	20	20			0,4	0,4	5	5		
Yhteensä		36 ha		158 t		135 t		3,4 t		30 t		

KIRJALLISUUTTA Ravinteista ja ravinnekiirroista

- Anon. 1999. Fertilizer strategies. FAO. Rooma. 97 p.
- Anon. 2003. Luonnonmukaisen tuotannon ohjeet – kasvintuotanto. KTTK:n julkaisuja B2 Luomutuotanto 1/2003. 68 s.
- Anon. 2003. Luonnonmukaisen tuotannon ohjeet - eläintuotanto. KTTK:n julkaisuja B2 Luomutuotanto 4/2000, päivitetty 6/2003. 52 s.
- Aquilars, A. & van Diest, A. 1981. Rock phosphate mobilization induced by the alkaline uptake pattern of legumes utilizing symbiotically fixed nitrogen. *Plant and Soil* 61, Pp. 27-42.
- Bachhinger, J. 1996. Effects of different fertilisers on the C- and N-dynamics in soil. *New Research in Organic Agriculture*. 11th International Scientific IFOAM Conference August 11 – 15, 1996, Copenhagen. Proceedings Vol. 2. Pp. 11-16.
- Eriksen, J., Olesen, J.E. & Askegaard, M. 2002. Sulphate leaching and sulphur balances of an organic cereal crop rotation on three Danish soils. *European Journal of Agronomy* 17, Pp. 1-9.
- Fagerberg, B. ym. 1996. Comparisons between Conventional and Ecological Farming Systems at Öjeby. *Nutrient flows and balances*. Swedish J. agric. Res. 26. Pp. 169-180.
- Fidanovski, F. 1969. Der Einfluss von Silicium auf Pflanzen. Diss. Giessen. 11 p.
- Flaig, W. 1976. Organische Bodensubstanz als nachliefernde Stickstoffquelle fuer die Ernährung der Pflanze und einige Modelle zur technischen Verwirklichung. *Landbauforschung Völkenrode* 2, pp 117-121.
- Fragstein, P. von. 1983. Steinmehl in der Landwirtschaft. *IFOAM* 44/45. Ss 7-12.
- Fragstein, P. von. 1996. Nutrient management in organic farming. *Fundamentals of Organic Agriculture*. 11th IFOAM International Scientific Conference August 11 – 15, 1996, Copenhagen. Proceedings Vol. 1. Pp. 62-72.
- Friedel, J.K. & Scheller, E. 2002. Composition of hydrolysable amino acids in soil organic matter and soil microbial biomass. *Soil Biol and Bioch* 34. Pp 315-325.
- Föhse, D., Claassen, N. & Junk, A. 1988. Phosphorus efficiency of plants. I. External and internal P requirement and P uptake efficiency of different plant species. *Plant and Soil*. Vol 110, 101-109.
- Gahoonia, T.S., Nielsen, N.E. & Lyshede, O.B. 1999. Phosphorus (P) acquisition of cereal cultivars in the field at three levels of P fertilization. *Plant and Soil* 211 (2): 269-281.
- Granstedt, A. 1990. Fallstudier av kväveförsörjning i alternativ odling. *Alternativ Odling*: 4. SLU. Uppsala. 271 s.
- Granstedt, A. 1993. Lannoitus luomuviljelyssä. *Omavarainen maatalous* 4/1993. ss. 28-29.
- Granstedt, A. 1996. Nurmikasvit luomuviljelyn typpihuollossa. *Omavarainen maatalous* vol. 15 nro 6. Ss. 29-31.
- Granstedt, A. 1996. Nurmikasvit luomuviljelyn typpihuollossa, osa II. *Omavarainen maatalous* vol. 15 nro 7. Ss. 24-25.
- Granstedt, A. 1996. Luomutuotannon fosforihuolto. *Omavarainen maatalous* vol. 15 nro 4. S. 21.
- Granstedt, A. 2000. Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural system as a way of reducing the load to the environment – experience from Sweden and Finland. *Argiculture Ecosystems & Environment* 80. Pp. 169-185.
- Grönroos, J., Nikander, A., Syri, S., Rekolainen, S. ja Ekqvist, M. 1998. Maatalouden ammoniakkipäästöt. Suomen ympäristö 206. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 68 s.
- Hagin, J. & Harrison, R. 1993. Phosphate rocks and partially-acidulated phosphate rocks as controlled release fertilizers. *Fert. Res.* 35:25-31.
- Haglund, S. 2002. Ensilering av kløvereng – hvor stort blir tapet av svovel? *Forskningsnytt* nr 2. Pp. 23.
- Haglund, S., Ebbesvik, M., Hansen, S. 2000. Is ley production in organic farming limited by sub-optimal sulphur supply? *Proceedings 13 th IFOAM Scientific Conference*. Basel. Pp. 31.
- Hauck, R.D. ja Tanji, K.K. 1982. Nitrogen Transfers and Mass Balances. In *Stevensson, F.J., ed. Nitrogen in Agricultural Soils - Agronomy Monograph* no. 22. ss. 891-925. ASA-CSSA-SSSA, Madison. 940 s.
- Holten, J.M. & Loes, A.-K. 2002. Rothår og fosforoptak i korn. *Ökologisk Landbruk*. 4. pp. 24-27.
- Huhta, H. 1989. Kokemuksia biotiitista suonurmen kaliumlannoitteena. *Koetoiminta ja Käytäntö*. 19.12.1989.
- Huss-Danell, K. 2000. Jordbruksväxter kan ta upp organiskt kväve. *Forskningsnytt* Nr 3. s. 9.
- Jansson, H. 1985. Biotiitin vaikutus maan viljavuuslukuhiin. *Koetoiminta ja Käytäntö*. 28.5.1985.
- Jonsson, S. 2001. Två gårdssystem i Öjebyn – plan och utfall efter 11 år. *Ekologiskt lantbruk. Sammanfattningar av föredrag och postrar*, Ultuna. CUL. SLU. Ss. 137-140.
- Johnston, A.E. and Poulton, P.R. 1992. The role of phosphorus in crop production and soil fertility: 150 years of field experiments at Rothamsted, United Kingdom. 4th international Imphos Conference PHOSPHORUS, LIFE AND ENVIRONMENT. From Research to Application. Ghent, Belgium 8-11 September 1992. Pp. 539-575.
- Jonsson, S. 2004. Öjebynprojektet -ekologisk produktion av livsmedel. Slutrapport. SLU. Institutionen för orrländsk jordbrukvetenskap -SLU Öjebyn. Rapport 5:2004. 84 p. http://www.njv.slu.se/sections/animal/RM5_2004.pdf
- Kemppainen, R. 1995. Biotiitti ja raakafosfaatti apilanurmen lannoitteena. *MTT. Tiedote* 10/95. 21 S.
- Kristensen, E.S., Olesen, J.E. (toim.). 1998. Kvælstofudvaskning og –balancer i konventionelle og økologiske produktionssestemer. *Forskningscenter for Økologisk Jordbrug*. 114 p.
- Kristensen, L., Stopes, C., Kolster, P., Granstedt, A. 1995. Nitrogen leaching in ecological agriculture - summary and recommendations. *Biol Agric & Horti*, 11(1-4). Pp. 331-340.
- Kuono, K. Wu, J. & Brookes, P.C. 2002. Turnover of biomass C and P in soil following incorporation of glucose or ryegrass. *Soil Biol & Bioch* 34, Pp. 617-622.

- Kuzyakov, Y., Friedel, J.K., Stahr, K. 2001. Review of mechanisms and quantification of priming effects. *Soil Biol & Bioch* 32. Pp. 1485-1498.
- Kähäri, J. 1975. Siilinjärven apatiitti ja Soklin fosforiitti fosforilannoitteena. *Koetoiminta ja Käytäntö* 32:12.
- Köpke, U. 1995. Nutrient management in organic farming systems - the case of nitrogen. *Biol Agric & Hortic*, 11(1-4). Pp. 15-29.
- Linna, P. ja Jansson, H. 1994. Biotiitti nurmen kaliumlannoitteena. *MTT. Tiedote* 1/94. 13 s +Liitteet.
- Lund, V. 1990. Svensk apatit kan ge ökade fosforskördar. *Alternativ odlings brevet* Nr 29. ss. 14-15.
- Løes, A-K. 1999. Kalium som plantenæringsstoff. Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK. 43 p.
- Løes, A-K. 1999. Opptak og funksjon av fosfor og kalium i planter – med eksempler på tilpasninger som kan øke opptaket fra jorda. Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK. 34 p.
- Løes; A.-K. , Øgaard, A.F. 1997. Changes in the nutrient content of agricultural soil on conversion to organic farming, in relation to farm level nutrient balances and soil contents of clay and organic matter. *Acta Agric. Scand, Sect B, Soil and Plant Sci.* 47, pp. 201-204.
- Løes, A-K. & Øgaard, A.F. 2001. Long-term changes in extractable soil phosphorus (P) in organic dairy farming systems. *Plant and Soil* 237 (2): 321-332.
- Mackay, A.D., Springett, J.A., Syers, J.K. & Gregg, P.E.H. 1983. Origin of the effect of earthworms on the availability of Phosphorus in a phosphate rock. *Soi Biol. Biochem.* 15. 1, pp. 63-73.
- Magnusson, M. 2000. Soil pH and nutrient uptake in cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) and broccoli (*Brassica oleracea* L. var. italica) in northern Sweden. Multielement studies by means of plant and soil analyses. *Acta Univ. Agric. Suec. Agraria* 220, Umeå, 564 pp.
- Magnusson, M. 2002. Manganbrist smyger sig på. *Fakta Trädgård*. Nr 3. 4 p.
- Magnusson, M. 2002. Mineral Fertilizers and Green Mulch in Chinese Cabbage (*Brassica pekinensis* (Lour.) Rups.): effect on Nutrient Uptake, Yield and Internal Tipburn. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil and plant Sci* 52: 25-35.
- Marschner, H., Römheld, V., Horst, W.J. & Martin, P. 1986. Root-induced changes in the rhizosphere: Importance for the mineral nutrition of plants. *Zeitsch. f. Pflanzenern u. Bodenkunde* 149: 441-456.
- Mengel, K & Steffens, D. 1982. Beziehung zwischen Kationen/Anionen-Aufnahme von Rotklee und Protonenabscheidung der Wurzeln. *Zeitschrift fuer Planzenernährung und Bodenkunde.* 145, Pp. 229-236.
- Michael, G. 1979. Stickstoffernährung, Phytohormonenaktivität und Stoffbildung bei Kulturpflanzen. *Landw. Forschung.* 32, 1-2. Pp. 110-118.
- Murphy, D.V., Macdonald, A.J., Stockdale, E.A., Goulding, K.W.T., Fortune, S., Gaunt, J.L., Poulton, P.R., Wakefield, J.A. Webster, C.P., Wilmer, W.S. 2000. Soluble organic nitrogen in agricultural soils. *Biol Fertl Soils.* 30. Pp. 374-387.
- Mäder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P, Niggli, U. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Reports. Science*, vol 296. Pp. 1694-1697.
- Nissinen, O. 1991. Soklin fosforimalmin käyttökelpoisuus nurmen fosforilannoitteena. *Koetoiminta ja Käytäntö.* 29.10.1991.
- Nuutinen, V, Pitkänen, J., Kuusela, E., Widbom, T., Lohilahti, H. 1998. Spatial variation of earthworm community related to soil properties and yield in a grass-clover field. *Applied Soil Ecology* 8, Pp. 85-94.
- Nykänen, A. 1995. Typen ja fosforin huuhtoutuminen luonnonmukaisessa viljelyssä: kirjallisuuskatsaus. *Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote* 14/95: 24 s.
- Oberson, A., Besson, J.M., Maire, N., Sticher, H. 1996. Microbiological processes in soil organic phosphorus transformations in conventional and biological cropping systems. *Biol. and Fertility of Soils* 21, 3, pp 138-148.
- Oehl, F., Oberson, A., Probst, M., Fliessbach, A., Roth, H.-R., Frossard, E. 2001. Kinetics of microbial phosphorus uptake in cultivated soils. *Biol Fertl Soils* 34, Pp. 31-41.
- Peltola, R., Seuri, P. M., Granstedt, A., Parviainen, T. ja Vehkasalo, V. 1995. Ympäristötaloudellisesti kestävä maatalouden mahdollisuudet Mikkelin läänissä. *Julkaisu* nr 42. Helsingin yliopisto. Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Mikkelin. 81 s.
- Puustjärvi, V. 1986. Maa- ja kasvi-analyysin keskinäiset suhteet. *Puutarha* 89, 8. Ss. 464-466.
- Puustjärvi, V. 1986. Kasvualustan ja kasvien hivenainepitoisuuksien keskinäiset riippuvuus-suhteet. *Puutarha* 89, 9. Ss. 533-536.
- Puustjärvi, V. 1986. Kasvin omatoimisuus alustansa ravinteisuuden säätelijänä. *Puutarha* 89, 11. Ss. 662-664.
- Rajala, J. 2001. Ravinnetaseopas. *Kestävä Maatalous Vantaanjoella-projekti. Uudenmaan ympäristökeskus.* Helsinki. 31 s.
- Saarela, I. 1983. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. *Tiedote* 10/83. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. 13 s.
- Saarela, I. 1993. Kotieläinten lannat ja puhdistamoliete fosforilannoitteina. *Koetoiminta ja käytäntö* 50, 28.9.1993. S. 27.
- Saarela, I. 1995. Niukkafosforisten maiden lannoitus. *Koetoiminta ja käytäntö* 52, 28.3.1995: Ss. 11-12.
- Saarela, I. 1996. Selvitä fosfori- ja kaliumlannoituksen tarve. *Koetoiminta ja käytäntö* 53, 19.3.1996. Ss. 13.
- Saarela, I. 1996. Maalla on pitkä fosforimuisti. *Koetoiminta ja käytäntö* 53, 19.11.1996. Ss. 45.
- Saarela, I. 2000. Ravinteikkaan kerroksen syventäminen parantaa kasvua kuivissa oloissa. *Koetoiminta ja käytäntö* 57, 1. Ss. 3.
- Saarela, I. 2001. Maan kaliumvarojen käyttökelpoisuus nurmikasveille. In: toim. Oiva Niemeläinen, Mari Topi-Hulmi, Eeva Saariso. *Nurmitutkimusten satoa: tuloksia lannoituksesta, palkokasveista, luomunurmista, laitumista, ruokonadasta.* Suomen Nurmijhdistyksen julkaisu 14. Ss. 100-107.

- Saarela, I. 2001. Siilinjärven biotiitti maanparannusaineena. Tutkimusraportti. (mimeografia). 5 s.
- Saarela, I., Huhta, H., Salo, Y., Sippola, J., Vuorinen, M. 1998. Kaliumlannoituksen porraskokeet 1977-1994. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 42: 41 p. + 1 liite.
- Saarela, I., Huhta, H., Salo, Y., Sippola, J., Vuorinen, M. 1999. Satotulokset ja maan viljavuuden kehitys kertovat: vilja ja öljykasvien kaliumlannoitusta voi vähentää. Koetoiminta ja käytäntö 56, 17.8.1999. Ss. 6.
- Saarela, I., Järvi, A., Hakkola, H., Rinne, K. 1995. Fosforilannoituksen porraskokeet 1977-1994 : vuosittain annettun fosforimäärän vaikutus maan viljavuuteen ja peltokasvien satoon monivuotisissa kenttäkokeissa. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 16. 118 p.
- Scheller, E. 2000. Importance of protein and amino acid metabolism in soil for plant nutrition and soil fertility. Proceedings 13 th IFOAM Scientific Conference. Basel. P. 17.
- Seuri, P. 1997. Luomuviljelyn ravinnetalous (ravinnetasetarkastelu). Luomulehti 16, 4. Ss. 13-14.
- Seuri, P. 1998. Luomuviljelyn ravinnetalous ja ympäristövaikutukset: osa I. Luomulehti 17, 6. Ss. 38-39.
- Seuri, P. 1998. Luomuviljelyn ravinnetalous ja ympäristövaikutukset: osa II. Luomulehti vol. 17, 7. Ss. 25-27.
- Seuri, P. 2000. Ravinnetase kestävyysindikaattorina. In: Anja Yli-Viikari et al. Maatalouden kestävyuden indikaattorit. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 74. Ss. 38-44.
- Seuri, P. & Grönroos, J. 2000. Tilamallien kuvaukset. Maatalouden tuotantotavat ja ympäristö nro 431. Suomen ympäristö. Ss. 39-43.
- Seuri, P. & Grönroos, J. 2000. Kokonaistuotantomallien ympäristövaikutukset. Maatalouden tuotantotavat ja ympäristö nro 431. Suomen ympäristö. Ss. 124-128.
- Sippola, J. 1981. Viljelymaan tyyppivarat. Koetoiminta ja Käytäntö 24.11.1981.
- Sippola, J. 1985. Maan tyyppivarojen mineraloituminen. Koetoiminta ja Käytäntö. 25.11.1985.
- Sippola, J. 1999. Maan kaliumvarat: liukoinen, nopeasti- ja hitaasti vaihtuva, vaihtumaton. In: Maan viljavuus- ja kasvinravitsemuspäivä 15.4.1999, Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen, M-talo. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Ss. 3-4.
- Syltje, P.W. 1985. Effects of very small amounts of highly active biological substances on plant growth. Biol. Agric & Hortic, 2(3). Pp. 245-270.
- Tainio, A. 1958. Hienofosfaatin lannoitusarvosta superfosfaattiin verrattuna. Kiinteillä koekentillä suoritettujen kokeiden tuloksia v. 1947-1956. Valtion maatalouskoetöiminnan julkaisuja N:o 168:1-22.
- Tarafdar, J.C. & Jungk, A. 1987. Phosphatase activity in the rhizosphere and its relation to the depletion of soil organic phosphorus. Biol. Fert. Soils. Vol 3. P. 199-204.
- Turtola, E. 1999. Kaliumin huuhtoutumistappiot. In: Maan viljavuus- ja kasvinravitsemuspäivä 15.4.1999, Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen, M-talo. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Ss. 8-10.
- Turtola, E. 2001. Tarve ja keinot vähentää peltoviljelyn typpihuuhtoutumaa. In: Hannu Känkänen (toim.). Viherkesannot ja aluskasvit viljan viljelyssä : Viljelyjärjestelmät-tutkimuksen loppuseminaari, Jokioinen, 7.3.2001. MTT:n julkaisuja. Sarja B 25. Ss. 16-20. <http://mttinfo.mtt.fi/bsarja/pdf/bsarja25.pdf>
- Turtola, E. ym. 2001. Vesistökuormitus siirryttäessä luonnonmukaiseen viljelyyn. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. 3 s.
- Valle, E. ja Virtanen, A.I. 1965. On the injurious and growth-promoting effects in peas and barley of various amino acids given together with nitrate. Eri aminohappojen herneen ja ohran kasvua edistävästä ja haitallisista vaikutuksista annettaessa samalla nitraattityyppiä. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja. 107. Acta Agralia Fennica. Ss. 308-320.
- Vestberg, M. 1993. Arbuskelimykorrhizans merkitys kasveille. Kasvinsuojelulehti 2. ss. 36-39.
- Vestberg, M. 1999. Rungas fosfori haittaa mykorrhizaa. Puutarha & Kauppa 3, 33. Ss. 17.
- Vestberg, M. 2000. Korkea fosforilannoitus heikentää sienijuuren toimintaedellytyksiä. Vuosikirja - Maatalouden tutkimuskeskus (MTT) puutarhatuotanto 1997-1999. Ss. 18-19.
- Virkajärvi, P., Saarela, I. 1999. Nurmien kaliumlannoitus. In: Maan viljavuus- ja kasvinravitsemuspäivä 15.4.1999, Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen, M-talo. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Ss. 19-21.
- Virtanen, A.I. 1948. Apilalle karjanlantaa siemenille multaa! Käytännön Maatalous. Ss. 154-155.
- Witter, E. & Johansson, G. 2001. Kalium från alven. –Djupgående rötter kan hitta dolda reserver. Fakta Jordbruk Nr 18. 4 p.
- Vuorinen, M. 1989. Kiille ja kuonat edullisia turvemaalle. Koetoiminta ja Käytäntö. 18.4.1989.
- Väisänen, J. 1996. Ravinnehuollon onnistuminen luomussa ei ole itsestäänselvyys. Omavarainen maatalous 15, 7. Ss. 22-23.
- Väisänen, J. 1996. Ravinteiden kauppataiset nautakarjatilojen ravinteidenkäytön kuvaajina. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 8: 54 s.
- Ylivainio, K. ja Turtola, E. 2003. Lihaluujauhon sisältämän fosforin liukoisuus. Loppuraportti Honkajoki Oy:n rahoittamasta tutkimuksesta, 31.3.2003. MTT/Maaperä ja ympäristö. 6 s.
- Öborn, I., Holmqvist, J., Witter, E. 2001. Vittring kan täcka kaliumbrist på vissa jordar. Fakta Jordbruk nr 17. 4 P.

KIRJALLISUUTTA karjanlannasta ja kompostoinnista

- Bernath, K. 1985. Düngung. IFOAM-Sonderausgabe Nr 11. SÖL. Kaiserslautern. 48 s.
- Berner, A. 1990. Aufbereitung von Mist. Theorie und Praxis. FIBL. Oberwil. 44. s.
- Berner, A., Scherrer, D., Alföldi, T. 1997. Stickstoffeffizienz von unterschiedlich aufbereiteten Misten in einer Ackerfruchtfolge auf Lösslehm. Posterbeiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3. und 4. März 1997, an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn. 4 p.
- Eklind, Y., Rämert, B. & Wiwstad, M. 2001. Evaluation of Growing Media Containing Farmyard Manure Compost, Household Waste Compost or Chicken Manure for the Propagation of Lettuce (*Lactuca Sativa* L.) Transplants. *Biol Agric. & Hortic.* 19, 1, Pp. 157-181.
- Eklind, Y., Salomonsson, L., Wiwstad and Rämert, B. 1998. Use of Herbage Compost as Horticultural Substrate and Source of Plant Nutrients. *Biol Agric & Hortic* 1. Pp. 269-290.
- Von Fragstein, P. 1995. Manuring, manuring strategies, catch crops and N-fixation. *Biol Agric & Hortic*, 11(1-4). Pp. 275-287.
- Fricke, K., Turk, T. & Vogtmann, H. 1990. Grundlagen der Kompostierung. EF-Verlag fuer Energie- und Umwelttechnik GmbH. Berlin.
- Godden, B.; Penninckx, M.. 1997. Management of farmyard manure composting is important to maintain sustainability in organic farming. Resource use in organic farming. Proceedings of the third ENOF workshop Ancona, 5-6 June 1997. Pp 225-232.
- Gottschall, R. 1986. Kompostierung. Alternative Konzepte 45. Stiftung Ökologie und Landbau. Verlag C.F. Müller. Karlsruhe. 296 s.
- Gottschall, R., Hampl, U., Kähn, B., Schmitz, H. ja Scholz, C. 1991. Kompostieren - die technischen Aspekte der Kompostierung im ökologischen Landbau. SÖL-Sonderausgabe Nr 53. 38 s.
- Grönroos, J., Nikander, A., Syri, S., Rekolainen, S. ja Ekqvist, M. 1998. Maatalouden ammoniakkipäästö. Suomen ympäristö 206. Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 68 s.
- Haimi, J. ja Huhta, V. 1983. Mitä llerot tekevät kompostissa. Koetoiminta ja Käytäntö. 3.5.1983.
- Hallin, S. & Schnürer, A. 2002. Kan restprodukter från organiskt avfall skada odlingsmark? *Forskningsnytt* nr 2. Pp. 8-9.
- Halling-Soerensen, B. 2001. Miljøforening fra rester af antibiotika i organisk affald og husdyrgoedning. *Miljøforskning*. 49, pp 23-27.
- Harms, H. 1983. Phenolstoffwechsel von Pflanzen in Abhängigkeit von Stickstoffform und -angebot. *Landw. Forschung* 36, 1-2, pp 9-17.
- Haukioja, M., Hovi, A. ja Rajala, J. 1983. Komposti. Tammi. 116 s.
- Holma, M. 1975. Lannan käsittely ja hyväksikäyttö. Kirjallisuustutkimus. Työehöseuran julkaisuja nro 180.
- Kemppainen, E. 1989. Nutrient content and fertilizer value of livestock manure with special reference to cow manure. Maatalouden tutkimuskeskus. 284 s.
- Kemppainen, E. 1990. Levitysjän vaikutus lannan tehoon. In: Viljavuustutkimuksen hyväksikäyttö. Viljavuuspalvelu. Kiljala, J., Forsman, K., Lehto, E. 2002. Turpeella lantapattereiden päästöt kuriin. Koetoiminta ja käytäntö nro 2. S. 15.
- Klemola, E. ja Malkki, S. 1995. Lannan rumpukompostointi. Työehöseuran maataloustiedote 4 (456). 12 s.
- Kirchmann, H. 1986. Kvävebalansstudier med 15N-märkt stallgödsel i ett fléarigt kärllförsök. Nordisk Jordbruksforskarskares Förening Seminarium 106: Odlings-system och växtföljder med huvudvikt på alternativ odling, SLU.
- Leinonen, P. 1991. Kuiviketta kompostiin. Omavarainen maatalous 4/1991. ss. 8-9.
- Leinonen, P. & Roinila, P. 1995. Komposti sateelta piiloon. Koneviesti 43,12. s 11.
- Peltola, I. 1984. Kuivikkeen vaikutus navettailmaan. Työehöseuran maataloustiedote Nr 317.
- Piorr, A. 1996. Farm yard manure. Fundamentals of Organic Agriculture. IFOAM International Scientific Conference. August 11-15, 1996, Copenhagen. Proceedings Vol 1. Pp. 73-84.
- Rajala, J. 1997. Luomulannoitus. Luomulehti 16, 8. Ss. 6-7.
- Rajala, J. 1998. Siirtyminen luomuviljelyyn edellyttää muutoksia lannan käsittelyssä. Luomulehti 17, 7. Ss. 12-14.
- Rinne, S.-L. ja Simojoki, P. 1988. Kompostin jälkivaikutus. Koetoiminta ja käytäntö 20.9.1988.
- Roinila, P. 1995. Kattamisen vaikutus ravinnetappioihin karjanlannan aumakompostoinnissa. Helsingin yliopisto. Kasvintuotantotieteen laitos. 57 s.
- Roinila ja Leinonen. 1994. Julkaisemattomia koetuloksia. MTT/Luonnonmukaisen tuotannon tutkimusasema Partala. Juva.
- Roinila, P. ja Räikkönen, P. 1996. Kalan kompostointi ja kalakompostin käyttö lannoitteena. Kala- ja Riistahallinnon julkaisuja Nro 25. MMM. Helsinki. 86 s.
- Sauerlandt, W.R. & Tietjen, C. 1970. Humuswirtschaft des Ackerbaues. DLG Verlag. Frankfurt. 239 s.
- Schueler, C.; Vogtmann, H.; Stopes, C.. 1990. The use of composted materials to control plant diseases. Crop protection in organic and low input agriculture : options for reducing agrochemical usage nro 45. BCPC Monograph. Pp 235-238.
- Steineck, S., Gustafsson, A., Stintzing, A.-R., Salomon, E., Myrbäck, Å., Albihn, A. & Sundberg, M. 2000. Växtnäring I kretslopp. SLU Kontakt 11. 118 p.
- Stintzing, A.-R., Salomon, E., Beck-Friis, B. 1999. Stallgödsel I ekologisk grönsaksodling. Jordbruksberket. Jordbruksinformation 11. 32 P.
- Ulen, B. 1993. Losses of nutrients through leaching and surface runoff from manure-containing composts. *Biol Agric & Hortic*, 10, 1. Pp. 29-37.

- Vogtmann, H., Obrist, W., Hauser, K., Pfirter, H.P. and Augstburger, F. 1978. Composting and plant growth: use of chicken manure containing antibiotics. *Compost Science Land Utilization*. 19, 5. Pp 22-25.
- Vogtmann, H., Fricke, K., Fuchshofen, W. and Gottschall, R.. 1994. Quality and utilization of compost. IFOAM conference proceedings. *Ecological efficiency - components : nutrition 1*. Pp 1-17
- Vuorinen, A. 1999. Phosphomonoesterase and β -D-Glucosidase Enzymes as Indicators of the Maturation of Manure Composts. *Joensuun yliopiston luonnontieteellisiä julkaisuja* No: 57. Joensuu. 54 s.
- Väisänen, H.-M., Partanen-Podduikin, J., Leskinen, M. 2003. Eloperäisten lannoitteiden mikrobiologisten riskien hallinta elintarviketeollisuudessa. Luonnonmukaisesti tuotettujen avomaavihannesten mikrobiologiseen laatuun vaikuttavat tekijät. *Tutkimusraportti Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus Mikkeli*. 46 s.
- Väisänen, J., Leinonen, P. ja Kivelä, J. 1990. Sianlannan kompostointi ja lannoitusvaikutus. *Omavarainen maatalous* 3/1990. s. 27.

KIRJALLISUUTTA lietalannasta ja lietalannan käsittelystä

- Abele, U. 1978. Ertragssteigerung durch Fluessingmistbehandlung. *KTBL-Schrift* 224. 134 s.
- Emanuel, C. 1990. Vom richtigen Umgang mit Mist, Jauche und Gülle. *Bioland* Nr 5/1990. ss. 21-23.
- Gudat, J. ja Bless, H-G. 1991. Gülle. Ausbringungstechniken im Vergleich. *Bioland* Nr 4/1991. ss. 26-27.
- Heinonen-Tanski, H., Leinonen, P., Niskanen, M., Lanki, E., Airaksinen, S., Pasanen, T. ja Päätaalo, K. 1996. Lietalannan ilmastuksessa onnistumista ja epäonnistumista. *Koneviesti* vol. 44 nro 17. Ss. 26.
- Heinonen-Tanski, H. 1998. Karjanlannan aiheuttamat mikrobiologiset riskit ja niiden välttäminen. Luonnonmukaisen tuotannon tutkimusseminaari 18.-19.3.1998. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A. 46:38-44.
- Heinonen-Tanski, H., Joki-Tokola, E. & Martikainen, E. 1998. Lietalannoituksen vaikutus säilörehun hygieniaan. Karjanlannan ympäristöstävällinen ja kustannustehokas käyttö. MMM:n karjanlantatutkimusohjelman loppuraportti 1995-97. Toim. I. Sipilä & A. Pehkonen. Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos julkaisuja. *Agricultural Economics Research Institute, Finland* 87: 67-77. Heinonen-Tanski, H., Niskanen E. M. Mielonen, M. M., Räsänen, H., Valta, T., Leinonen, P., Rinne, K. & Joki-Tokola, E. 1998. Aeration improves the hygiene of cattle slurry and the hygiene of grass forage and silage. *Acta Agr. Scand. Soil and Plant*. 48: 212-221
- Heinonen-Tanski, H., Niskanen, E. M., Salmela, P. & Lanki, E. 1998. Salmonella in animal slurry can be destroyed by aeration at low temperatures. *Journal of Applied Microbiology* 85: 277-281.
- Heinonen-Tanski, H., Rahikainen, H. ja Leinonen, P. 1998. Lietalannan jatkuva ilmastus voi toimia korkeassakin lämpötilassa. *Koneviesti* 46, 18. S. 19.
- Heinonen-Tanski, H. 1999. Listeriaa ja muita suolistotauteja voidaan torjua lietalannasta. *KM Vet.* 4/99:10-11.
- Heinonen-Tanski, H. 1999. Listeria on hankala elintarviketekijä. *KM Vet.* 4/99:12.
- Heinonen-Tanski, H. 2000. Karjakoot ja riskit kasvavat. *Luomulehti* vol. 19 nro 2. Ss. 30-31.
- Joki-Tokola, E. 1998. Lietalannan levityksajan ja -tavan sekä ilmastuksen vaikutus säilörehusadon määrään ja laatuun. *Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja sarja A* 44. Jokioinen. 20 s.
- Kapuniin, P. & Karhunen, J. 1996. EPS-rakeet ja EPS-rouhe sikalan litesäiliön katteena. *Vakolan tiedote* 72. 18 s.
- Karhunen, J. 1991. Lietalannan käyttömahdollisuuksien parantaminen. *Tiedote Vakola* (11.11.1991). 7 s.
- Karhunen, J. ja Puumala, M. 1998. Lietalannan ilmastus. *Vakolan tiedote* 79: 17 p.
- Kemppainen, E. 1985. Lietalanta ohran lannoitteena. Biologisen typensidonnin ja ravinnetypen hyväksikäytön projekti. *Sitra*. Julkaisu 21. 66.s
- Koivunen, K. 1998. Lietalannan anaerobikäsittely. *Tutkimusraportti*. Maa- ja metsätalousministeriön kehittämis-/ tutkimushanke Dnr. 5523/505/96. 9 s.
- Leinonen, P. 1991. Lietalannan laimentaminen kannattaa. *Omavarainen maatalous* Nr 1/1991. ss.10-11.
- Leinonen, P. 1993. Lietalannan ilmastus ja käyttö nurmen lannoitteena. *VYH:n monistesarja* Nro 472. 70 s.
- Leinonen, P., Heinonen-Tanski, H. 1996. Kokemuksia pilottilalta : lietalannan jatkuva ilmastus: 26. *Koneviesti* 44, 7. Ss. 26.
- Leinonen, P. & Heinonen-Tanski, H. 1996. Lietalannan jalostusta ilmastamalla. *Nauta* 26, 1. Ss. 31-32.
- Leinonen, P. & Heinonen-Tanski, H. 1996. Ilmastettua lietalantaa nurmelle. 30-31. *Nauta* 26, 1. Ss. 30-31.
- Leinonen, P. & Heinonen-Tanski, H. 1996. Lietalannan jalostusta ilmastamalla. *Nauta* 26, 1. Ss. 31-32.
- Leinonen, P., Heinonen-Tanski, H. & Rinne, K. 1998. Nitrogen economy of cattle slurry aeration and spreading into grassland. *Acta Agr. Scand. Soil and Plant*. 48: 65-72.
- Redelberger, H. 1992. Gülle und Mist. Ausbringen ohne Verlust. *Bioland* Nr 2. ss. 9-11.
- Schepel, I. 1992. Haihtuvan typen talteenotto biosuodattimella. *Koneviesti* nro 7. ss. 18-19.
- Schepel, I. 2000. Luomun koneet ja laitteet. Helsingin Yliopisto/MTKK. Mikkeli.
- Schepel, I. ja Miettinen, A. 2001. Tehokas, alhaisen pintapaineen lietelevitysmenetelmä urakoitsijoille. *Käytännön Maamies* 6. ss 38 – 40.
- Sengelov, G., Agerso, Y., Halling-Sorensen, B, Baloda, S.B., Andersen, J.S., Jensen, I.. 2002. Bacterial antibiotic resistance levels in Danish farmland as a result of treatment with pig manure slurry. *Environment-International*, 28, 7, pp 587-595.

- Singh, C.P., Amberger, A. 1991. Solubilization and availability of phosphorus during decomposition of rock phosphate enriched straw and urine. *Biological Agriculture & Horticulture*, 7(3). Pp. 261-269.
- Skjelhaugen, O.J. ja Gjervan, J.O. 1988. Våtkompostering. Småskrift 3/88. Statens fagteneste for landbruket. 31 s.
- Skjelhaugen, O.J. 1991. Liquid composting unit. ITF-trykk 16/91. Ås. 7 s.
- Takala, E. 1984. Lietelanta lannoitteena: sijoituksen ja pintalevityksen vertailu. Biologisen typensidonnän ja ravinnetyö-
pen hyväksikäytön projekti. Sitra. Julkaisu 9. 55 s. +liitteet.
- Torikka, E. 1991. Biosuodattimen käyttö ympäristötekniikassa. VTT:n esitutkimus. Jyväskylä 1/1991. 20 s.

KIRJALLISUUTTA viherlannoituksesta ja kivijauheista

- Breland, T.A. & Hansen, S. 1996. Nitrogen mineralization and microbial biomass as affected by soil compaction. *Soil Biol. Biochem.* Vol. 28, No. 4/5. Pp. 655-663.
- Börjeson, A. 1997. Methods of using harvested green manure. Olika sätt att använda skördad grönmassa. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU). Examenarbete 1997, nr 103. Uppsala. 38 p.
- Båth, B. 2001. Nitrogen Mineralization and Uptake in Leek after Incorporation of Red Clover Strips at Different Times during the Growing Period. *Biological Agriculture & Horticulture*. 2001. Pp. 243-258.
- Esala, M., Lemetti, I., Palojärvi, A. 2001. Mineralization of nitrogen from 15N labelled clover tops in soils under conventional vs organic farming - a laboratory incubation experiment. In: 11th Nitrogen Workshop; Book of Abstracts, 9-12 September 2001, Reims, France. Pp. 75-76.
- Goldstein, A.H. 1995. Recent progress in understanding the molecular-genetics and biochemistry of calcium-phosphate solubilization by gram-negative bacteria. *Biological Agriculture & Horticulture*, 1995, 12(2), 185-193
- Granstedt, A. 1993. The mobilization and immobilization of soil nitrogen after green-manure crops at three locations in Sweden. Soil management in sustainable agriculture. Proceedings of the third international conference on sustainable agriculture Wye College, University of London, 1993. Pp. 265-275.
- Granstedt, A., L-Baekström, G. 2000. Studies of the preceding crop effect of ley in ecological agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*. Vol. 15, No 2. Pp. 68-78.
- Granstedt, A. 1993. Gröngödsling och kväve mineralisering - risker och möjligheter. *Alternativodlingsbrevet* Nr 51. SLU, Uppsala. ss. 8 - 15.
- Drinkwater, L.E., Wagoner, P. & Sarrantonio, M. 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature* vol 396, 19, Pp. 262-265.
- Gunnarsson, S. & Marstorp, H. 2002. Carbohydrate composition of plant materials determines N mineralization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 62, pp. 175-183.
- Holmegaard, J. 1987. Gröngödsning og efterafgrøder. Skarvs Landbrugsserie. Skarv Publications, Holte. 224 s.
- Huokuna, E. 1987. Etelä-Savon Tutkimusaseman koetuloksia.
- Huhta, H. 1989. Kokemuksia biotiitista suonurmen kaliumlannoitteena. *Koetoiminta ja Käytäntö* 19.12.1989.
- Kaila, A. 1969. Residual effect of rock phosphate on the fine sand soil. *J. Sci Agric. Soc. Finland* 41, ss 133-142.
- Kaupilla, R. 1983. Palkokasvit viljelykierroissa ja seoksissa. *Julk.* 6. Sitra, Helsinki.
- Kaupilla, R. 1989. Lyhytikäisen viherkesannon vaikutus syysviljan satoon. *Koetoiminta ja Käytäntö* 23.5.1989.
- Kaupilla, R. ja Laurila, V.-P. 1992. Eri kesantomuodot rukiin viljelyssä. In: Viherlannoituskokeiden tuloksia vuosilta 1979-87. Helsingin yliopiston kasvinuotantotieteen laitos. Kasvinviljelytieteen julkaisuja nro 30, - 63-96.
- Känkänen, H. 1994. Viherkesannon tyyppi hyödyksi. *Koetoiminta ja käytäntö*. 22.2.1994.
- Känkänen, H. 2001. Maan nitraattityypen määrä loppusyksyllä. In: Hannu Känkänen (toim.). Viherkesannot ja aluskasvit viljan viljelyssä : Viljelyjärjestelmät-tutkimuksen loppuseminaari, Jokioinen, 7.3.2001. MTT:n julkaisuja. Sarja B 25. Ss. 21-25. <http://mttinfo.mtt.fi/bsarja/pdf/bsarja25.pdf>
- Känkänen, H. 2001. Viherkesannot ja aluskasvit viljan viljelyssä : Viljelyjärjestelmät-tutkimuksen loppuseminaari, Jokioinen, 7.3.2001. MTT:n julkaisuja. Sarja B 25: 41 p. + 1 app. [HtmlResAnchor http://mttinfo.mtt.fi/bsarja/pdf/bsarja25.pdf](http://mttinfo.mtt.fi/bsarja/pdf/bsarja25.pdf)
- Känkänen, H., Turtola, E. 1998. Typpihuhtoutumat kuriin aluskasvilla. *Koetoiminta ja käytäntö* 55, 3. Ss. 4.
- Känkänen, H., Kangas, A., Mela, T., Nikunen, U., Tuuri, H., Vuorinen, M. 1999. The effect of incorporation time of different crops on the residual effect on spring cereals. *Agricultural and food Science in Finland* 8, 3. Pp. 285-298.
- Leinonen, P. 1993. Ilmasta typpeä. *Pellervo* 5/93: Peltoliite. Pellervo-Seura ry. Vantaa. ss. 2-3.
- Mackay, A.D., Springett, J.A., Syers, J.K. & Gregg, P.E.H. 1983. Origin of the Effect of Earthworms on the Availability of Phosphorus in a Phosphate Rock. *Soil Biol. Biochem.* 15. pp. 63-73.
- Mayer, J., Buegger, F., Hess, J. 2000. Residual nitrogen turnover of three grain legumes to wheat and rape using an in situ 15N-labelling-method. *Proceedings 13 th IFOAM Scientific Conference*. Basel. Pp. 93.
- Mishra, M.M., Bangar, K.C. 1986. Rock phosphate composting - transformation of phosphorus forms and mechanisms of solubilization. *Biol Agric & Hort.* Vol.3, No.4. Pp. 331-340.
- Mishra, M.M., Bangahr, K.C. ja Goyal, S. 1986. Verbesserter Rohphosphataufschluss durch Kompostierung. *Öko-Landbau - eine weltweite Notwendigkeit. Alternative Konzepte* 50. s. 100-109. Karlsruhe.

- Müller, M.M. 1987. The release and fate of clover nitrogen in soil. Department of General Microbiology. University of Helsinki. Väitöskirja. 53 p.
- Nissinen, O. 1991. Soklin fosforimalmin käyttökelpoisuus nurmen fosforilannoitteena. Koetoiminta ja käytäntö 29.10.1991.
- Palojärvi, A., Alakukku, L., Martikainen, E., Niemi, M., Vanhala, P., Jörgensen, K., Esala, M. 2001. Agricultural management systems and microbial soil quality indicators. In: 9th International Symposium on Microbial Ecology (ISME-9); Interactions in the Microbial World : Final Programme and abstracts, 26-31 August 2001, Amsterdam, The Netherlands. p. 176.
- Preuschen, G. ja Bernath, K. 1983. Die Kunst der Gründüngung. Voraussetzung für Bodenfruchtbarkeit. Leopold Stocker Verlag, Graz. 164 s.
- Preuschen, G. 1985. Bodengesundung. Aktiver Bodenschutz durch Wiederbelebung der Böden und Herstellung der natürlichen Bodenfunktionen. Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Methoden. IFOAM-Sonderausgabe Nr. 18. SÖL, Kaiserslautern. 22 s.
- Rinne, S.-L. 1985. Apila rukiin vihantalannoituksena. Koetoiminta ja käytäntö 28.5.1985.
- Ruehrer, J., Friedel, J. & Freyer, B. 2003. Pflanzliche Duenger zur Stickstoffversorgung bei Bio-Tomaten – Test bestanden. Ernte Nr 1. ss 40-41.
- Saarela, I., Hartikainen, H., Kahiluoto, H. ja Schepel, I. 1996. Kasvien fosforin saanti luomutuotannossa. Omavarainen maatalous. 15, 1. Ss. 18-21, 25.
- Sikkilä, J. 1994. Viherkesanto mehiläislaitumena. Koetoiminta ja käytäntö 24.5.1994.
- Sillanpää, M. 1976. Maan ravinnetasapaino ja "Vihreä linja". VSOM Tiedottaa 2, ss. 6-9.
- Sillanpää, M. ym. 1985. Biotiitti - lannoite vai maanparannusaine? Leipä leveämmäksi nro 1. ss. 16-17.
- Stintzing, A.R. 1998. Skörderester som växtnäringsresurs I grönsaksodlingen. Jordbruksverket. Jordbruksinformation 3. 23 p.
- Torstensson, G. 1998. Nitrogen delivery and utilization by subsequent crops after incorporation of leys with different plant composition. Biol Agric and Hort 16, Pp. 129-143.
- Varis, E. ja Kauppila, R. 1992. Viherlannoituskokeiden tuloksia vuosilta 1979-87. Helsingin yliopiston Kasvintuotantotieteen laitos. Kasvinviljelytieteen julkaisuja N:o 30. Helsinki. 260 s.
- Vuorinen, M. 1993. Viherkesanto typenkerääjänä. Koetoiminta ja käytäntö. 50. 25.5.1993. ss 14-15.