

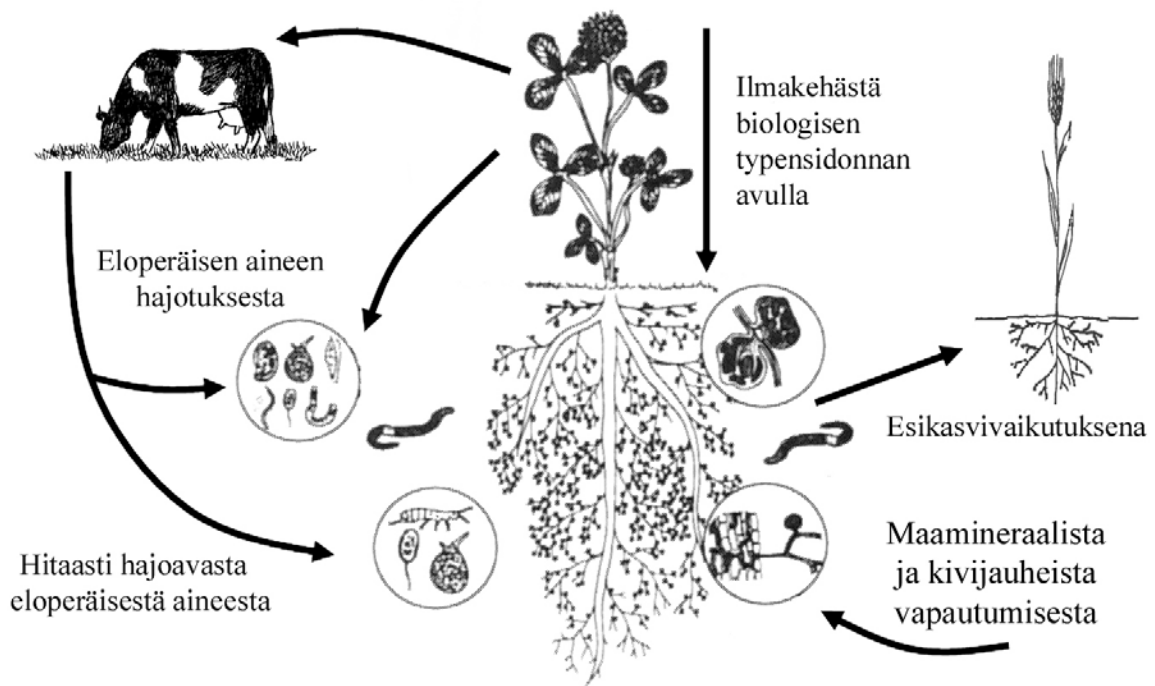
5.6 RAVINNELÄHTEET JA RAVINNEHUOLLON SUUNNITTELU

Kasvien ravinnehuolto luomuviljelyssä perustuu useiden eri ravinnelähteiden hyväksikäyttöön. Tilan lannoitus- eli ravinnehuoltosuunnitelmassa eri ravinnelähteiden hyväksikäytöstä muodostetaan tarkoituksenmukainen yhdistelmä.

Ravinteita kasvit voivat saada luomuviljelyssä seuraavista lähteistä

- A. Kierrätys tilan sisällä
 - lanta (=karjanlannan lannoitusvaikutus)
 - viherrannoitus (=vihermassan ja sadonkorjuutähteiden lannoitusvaikutus)
 - esikasvivaikutus (=juuriston ja sängen lannoitusvaikutus)
- B. Maaperästä
 - viljelykiertovaikutuksena (=maan maatuovasta eloperäisestä aineesta; typpi, fosfori)
 - maamineraaleista (kalium)
- C. Typensidonnalla ilmakehästä
- D. Tilan ulkopuolelta hankituista täydennyslannoitteista.

LUONNONMUKAINEN RAVINTEIDEN SAANTI



© HY/Mli Rajala 2005

Kuva 5.6.1. Ravinteiden luonnonmukaiset saantitavat.

Lannoitus ja lannoitussuunnittelu luomuviljelyssä perustuvat ravinteiden kierrätyksen tilalla ja ravinteiden hankintaan luonnon mukaisin keinoin.

Seuraavassa tarkastellaan eri ravinnelähteiden huomioonottamista luomutilan ravinnehuollon suunnitelmaa laadittaessa.

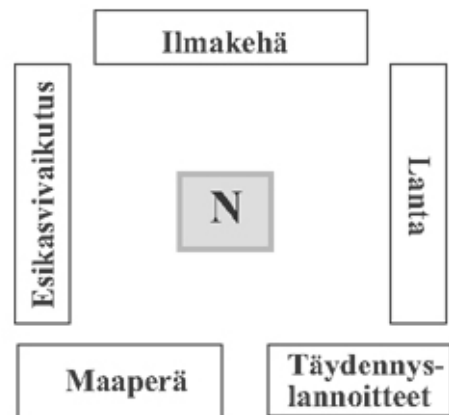
5.6.1 TYPPILANNOITUS (Lomakkeet 5.7.-)

Typpilannoituksen ja viljelykierron koko typpihuollon suunnittelussa etsitään vastauksia mm. seuraavankalisiin kysymyksiin:

- Mistä eri lähteistä kasvit saavat typpeä viljelykierrossa? Paljonko?
- Millä kasveilla typensaanti on tarpeeseen nähden sopivaa? Liian vähäistä? Liian runsasta?
- Miten maan kasvukunto vaikuttaa typentarpeeseen ja typpihuoltoon?
- Miten satotaso vaikuttaa typen tarpeeseen ja typpihuoltoon?
- Onko käytettävissä karjanlantaa?
- Miten viljelytekniikka vaikuttaa typpihuoltoon?
- Miten viljelykiertoa tulisi muuttaa, jotta päästäisiin omavaraiseen typpihuoltoon?
- Missä kohtaa typen kiertoa tilalla ja viljelykierrossa tapahtuvat merkittävimmät typen hävikit?

Typpeä kasvit voivat saada karjanlannoista, kasvijätteistä esikasvivaikutuksena ja viherlannoitteista sekä maaperän varastoista – lähinnä maatuovasta eloperäisestä aineesta ja tilan ulkopuolelta biologisesta typensidonnasta. Myös tilan ulkopuolelta typpeä voidaan saada eloperäisissä täydennyslannoitteissa. Kuva 5.6.1.2.

Typen lähteiden pääryhmät on lannoitussuunnittelussa hyödyllistä jakaa erilaisiin alaryhmiin. Näin lannoitussuunnittelu helpottuu ja täsmentyy.



Kuva 5.6.1.2. Typen lähteet pääryhmittäin

© HY/Mli Rajala/IP 2005

Typen lähteitä

- Eri kotieläinten lannat
 - Kuivikelannat
 - Virtsat
 - Lietelannat
 - Ensimmäisen vuoden lannoitusvaikutus*
 - Toisen vuoden lannoitusvaikutus*
- Esikasvivaikutuksia
 - Nurmi1:n esikasvivaikutus
 - Nurmi2:n esikasvivaikutus
 - Nurmi3:n esikasvivaikutus
 - 1-vuotisten viherrehujen ja viherlannoituksen esikasvivaikutus
 - Ensimmäisen vuoden lannoitusvaikutus*
 - Toisen vuoden lannoitusvaikutus*
 - Palkoviljojen esikasvivaikutus
 - Avokesannon esikasvivaikutus
 - Juurikasvien ja vihannesten esikasvivaikutus
 - Olkien negatiivinen esikasvivaikutus
 - Ensimmäisen vuoden lannoitusvaikutus*

- Viherlannoitus
 - Viherlannoitus kasvuston typpipitoisuus, kasvilajisto, kehitysaste ja massan käsittely vaikuttavat lannoitusvaikutukseen
 - Ensimmäisen vuoden lannoitusvaikutus*
 - Toisen vuoden lannoitusvaikutus*
- Maan hitaastihajoavista eloperäisestä aineksista vapautuva typpi
 - Viljelykiertovaikutus
 - Viljelykierron ja eloperäisten lannoitteiden maataparantavan vaikutusten typen vapautumista lisäävä vaikutus
 - Jatkuva lannoitusvaikutus*
- Biologinen typensidonta
 - Nurmi1
 - Nurmi2
 - Nurmi3
 - 1-vuotiset viherrehu- ja viherlannoitusseokset
 - Palkoviljat
 - Ensimmäisen vuoden lannoitusvaikutus*
- Eloperäiset täydennyslannoitteet
 - Lantavalmisteet
 - Luu jauho
 - Ensimmäisen vuoden lannoitusvaikutus*
 - Toisen vuoden lannoitusvaikutus*

Miten typpihuolto luomuviljelyssä toimii?

Tässä esitettävällä viljelykierron typpihuollon laskentamallin avulla voidaan:

- Vertailla eri viljelykiertoja typpihuollon kannalta
- Arvioida, kattaako eri kasvien typensaanti lasketun typentarpeen
- Selvittää, millä kasveilla on huomattava typen vajaus
- Selvittää, tuleeko jollekin kasville liikaa typpeä
- Havainnollistaa apilanurmen iän, apilapitoisuuden ja satotason merkitystä biologisen typensidonnan ja esikasvivaikutusten suuruuteen
- Havainnollistaa erilaisten viherlannoitusten typpilannoitusvaikutusten eroja jne.

5.6.1.1 KARJANLANNAN HYVÄSIKÄYTTÖ - RAVINTEIDEN KIERRÄTYSTÄ TILALLA

Karjanlanta on tärkeä typen lähde erityisesti karjatiloilta, mutta myös monella karjattomalla tilalla, joka tekee yhteistyötä karjatilan kanssa.

Karjanlanta on syytä ottaa talteen, varastoida ja kompostoida sekä käyttää niin, että ravinteiden, kuten typen hävikki jää mahdollisimman pieneksi. Lannoitusvaikutuksen – varsinkin typpilannoitusvaikutuksen kannalta huolellisuus on keskeistä. Lannan ravinnepitoisuuksien vaihtelu on suurta.

Kasvin kasvurytmi vaikuttaa siihen, miten paljon ko kasvi hyödyntää lannasta ja maasta kasvukauden aikana vapautuvaa typpeä.

- – ohra – nopea kasvurytmi (kesäkuu) => hyväksikäyttö heikohko
- kaura – hitaampi kasvurytmi (kesä-heinäkuu) => hyväksikäyttö parempi
- peruna – heinä-elokuun alkupuolisko –“–
- porkkana – heinä-elokuu –“–
- keräkaali – kesäkuun loppu - elokuu –“–
- Lisäksi mm. maan rakenne, kosteus, pieneliötoiminta ja happamuus vaikuttavat lannan typpilannoitusvaikutuksen suuruuteen.

Eri lantojen keskimääräiset kokonaistyyppipitoisuuksia ja liukoisen typen pitoisuuksia esitetään taulukoissa 5.6.1.1. ja 5.6.1.2..

Taulukko 5.6.1.1. Lantojen ja virtsan keskimääräisiä ravinnepitoisuuksia.

Pitoisuus, kg/t tuoretta lantaa					
Lantalaji	Kuiva- aine %	Kok. Typpi	Liuk. Typpi	Fosfori	Kalium
Nauta					
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
Sika					
Kuivikelanta	23,0	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	1,5
Kana					
Kuivikelanta	38,2	15,6	12,8	10,5	11,3
Lietelanta	4,3	4,2	3,4	2,0	1,9
Broileri					
Kuivikelanta			12,8	8,8	11,3
Lammas, vuohi					
Kuivikelanta	28,5	8,3	1,7	2,3	10,8
Kettu					
Kuivikelanta	34,8	18,0	9,5	28,8	3,0
Minkki					
Kuivikelanta	37,0	18,1	6,2	23,8	3,3
Hevonen					
kuivikelanta	27,0	4,6	0,62	0,92	3,1

Viljavuuspalvelu 2000

Kuivikelannan keskimääräisiä tilavuuspainoja (suluissa vaihteluväli)

Nauta	900 kg/m ³ (250–1020 kg/m ³)
Lammas	600 kg/m ³ (370–940 kg/m ³)
Sika	750 kg/m ³ (230–980 kg/m ³)
Siipikarja	400 kg/m ³ (150–1090 kg/m ³)
Hevonen	650 kg/m ³ (240–680 kg/m ³)

Viljavuuspalvelu 2000

Lannan orgaanisessa muodossa oleva typpi vähentää typpilannoitustarvetta myös levitystä seuraavana vuotena. Kuivikelantakompostien jälkivaikutus on yleensä noin 10–30 kg N/ha. Kuivikelannan – varsinkin kompostoituna- vaikutus kestää jopa vuosikymmeniä.

Lantojen tyyppillisinä jälkivaikutuksina voidaan käyttää seuraavia arvoja:

	kg/m ³	kg/t
– naudan kuivikelanta	0,5	0,6
– naudan liettelanta	0,2	0,2
– sian kuivikelanta	0,9	1,0
– sian liettelanta	0,4	0,4
– kananlanta	2,0	3,0

Virtsan typpi on käytännössä kasveille käyttökelpoista jo levitysvuotena eikä sillä siten ole juuri-kaan väkilannoitetyypeä suurempaa jälkivaikutusta.

Erityisesti puutarhaviljelyssä ja perunalla on varottava typen yliannostusta hyvälaatuisen sadon aikaansaamiseksi erityisesti käytettäessä nopealiukoisia lantalajeja, kuten liettelantaa, virtsaa ja kananlantaa jne.

Taulukko 5.6.1.2. Lannan käyttökelpoisten ravinteiden pitoisuudet

	kg N/ha	kg P/m ³
naudan kuivikelanta	1,2	1,2
naudan lietelanta	1,8	0,5
naudan virtsa	1,8	0,1
sian kuivikelanta	1,5	2,5
sian lietelanta	2,7	0,8
sian virtsa	1,6	0,2
kanan kuivikelanta	4,5	4,4
broilerin kuivikelanta	5,1	3,5
lampaan kuivikelanta	1,2	1,4
hevosen kuivikelanta	0,4	0,5
ketun kuivikelanta	3,8	11,5
minkin kuivikelanta	2,4	9,5

Ympäristösitoumusehdot 2005

5.6.1.2 ESIKASVIN LANNOITUSVAIKUTUS (JUURISTON + SADONKORJUUTÄHTEIDEN LANNOITUSVAIKUTUS)

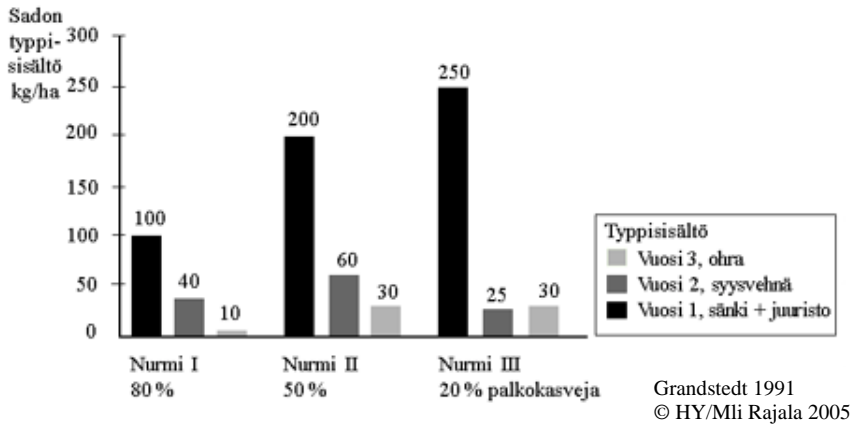
Esikasvien merkitys typen lähteenä on luomuviljelyssä suuri. Esikasvivaikutus ravinnehuollossa tarkoittaa viljelykasvia seuraavan ja sitä seuraavan vuoden kasvin saamaa lannoitusvaikutusta ko kasvista. Esikasvivaikutus aiheutuu viljelykasvin maahan jättämästä juuristosta, sängestä ja muista sadonkorjuutähteistä. Esikasvin typpilannoitusvaikutuksen suuruus vaihtelee useimmiten välillä 0–70 kg N/ha.

Viljelykierron kokoonpanosta paljolti riippuu, miten suuri merkitys esikasvivaikutuksilla voi olla kasvien ravinteiden saannissa keskimäärin koko viljelykierrossa. Viljelykierrossa tulee olla vaihteita, jolloin maaperän typpivarastoa täydennetään "latausvuosina" eli apila- ja viherlannoitusvuosina. Maaperän typpivarastoja ladataan myös kuivikelantaa ja kompostia levitettäessä. Maan eloperäiseen aineeseen varastoitunutta typpeä – ja myös fosforia – hyödynnetään "typpiakun purkamisvuosina" eli tällöin ei-palkokasveja ei lannoiteta lainkaan tai lannoitetaan vain niukalti. Nämä kasvit saavat kasvaa joko osaksi tai kokonaan maasta vapautuvien ravinteiden turvin.

Nurmin iällä ja apilapitoisuudella sekä *satotasolla* on huomattava merkitys esikasvivaikutuksen suuruuteen typenlähteenä ja vaikutuksen keston. Kuvassa 5.6.1.3. seosnurmen satotaso on 7 t ka/ha ja apilapitoisuus on 80, 50 ja 20 % ensimmäisen, toisen ja kolmannen vuoden nurmissa. Juuristossa ja sängessä maahan muokattavan eloperäisen aineen määrä kasvaa nurmen iän lisääntyessä. Samalla eloperäisen aineen typpipitoisuus alenee ja hajoaminen hidastuu. Toisen vuoden nurmen maahan muokkauksen jälkeen typpeä vapautuu eniten ensimmäiselle viljalle. Ja jälkivaikutus on suurin myös toisen vuoden viljalle. Kahden vuoden aikana 1. vuoden nurmen juuristosta vapautuu typpeä yhteensä noin 50, 2. vuoden nurmen noin 90 ja 3. vuoden nurmen noin 35 kg/ha. Vanhimman nurmen vaikutus on pitkäaikaisin.

Taulukkoon 5.6.1.3. on koottu eri-ikäisten nurmien juuriston ja sängen määriä prosentteina sadon määrästä sekä niistä vapautuvan typen osuus ensimmäisenä ja toisena jälkivaikutusvuotena.

NURMEN ESIKASVIVAIKUTUS KG N/HA (NURMISATO 7000 KG KA/HA JA VUOSI)



Kuva 5.6.1.3. Nurmen iän ja apilapitoisuuden merkitys typenlähteenä esikasvivaikutuksen suuruuteen.

Taulukko 5.6.1.3. Seosnurmien juuriston ja säntgen määriä t/ha sekä niistä vapautuvan typen osuus % ja määrä kg/ha ensimmäisenä ja toisena jälkivaikutusvuotena.

Palkokasveja	Kylvövuosi		Nurmi 1 80 %		Nurmi 2 50 %		Nurmi 3 20 %	
	Kuiva-aine t ka/ha	N kg/ha	Kuiva-aine t ka/ha	N kg/ha	Kuiva-aine t ka/ha	N kg/ha	Kuiva-aine t ka/ha	N kg/ha
Sato	1	20	5-7	125-150	5-7	125-150	4-6	80-
Juuristo+								
Säntki	0,5	10	2,8-4	70-100	6-8	150-200	6,5-10	135-
200								
Typestä vapautuu 1. vuonna			40 %	30-40	30 %	45-60	10 %	15
Typestä vapautuu 2. vuonna			10 %	10	15 %	20-30	15 %	20-30
Varastoituu maan eloperäiseen ainekseen				40-50		75-100		90-
150								

Granstedt 1996, muutettu

Nurmikasvien lisäksi palkoviljoilla ja vihanneksilla voi olla huomattavan suuri esikasvivaikutus. Ohjeellisia lukuja eri viljelykasvien jälkeen esikasvivaikutuksena vapautuvan typen määrästä seuraavassa.

Kasvi	Vapautuvan typen määrä kg/ha	
	1. vuonna	2. Vuonna
Apilavalt nurmi 1	30 (20-40)	7 (5-10)
Apilavalt nurmi 2	15 (10-20)	20 (15-30)
Nurmi 3	10 (5-20)	20 (15-30)
1.v. viherrehu	30 (20-40)	3 (2-4)
Herne, härkäpapu	20 (10-60)	
Vilja + apila-aluskasvi	0	
Viljat	-20 (-15- -30)	
Olkien maahan muokkaus	30 (10-60)	
Maan tehokas muokkaus	30 (10-60)	
Avokesanto	40 (20-60)	
Kaalit, selleri, purjo	50 (30-90)	

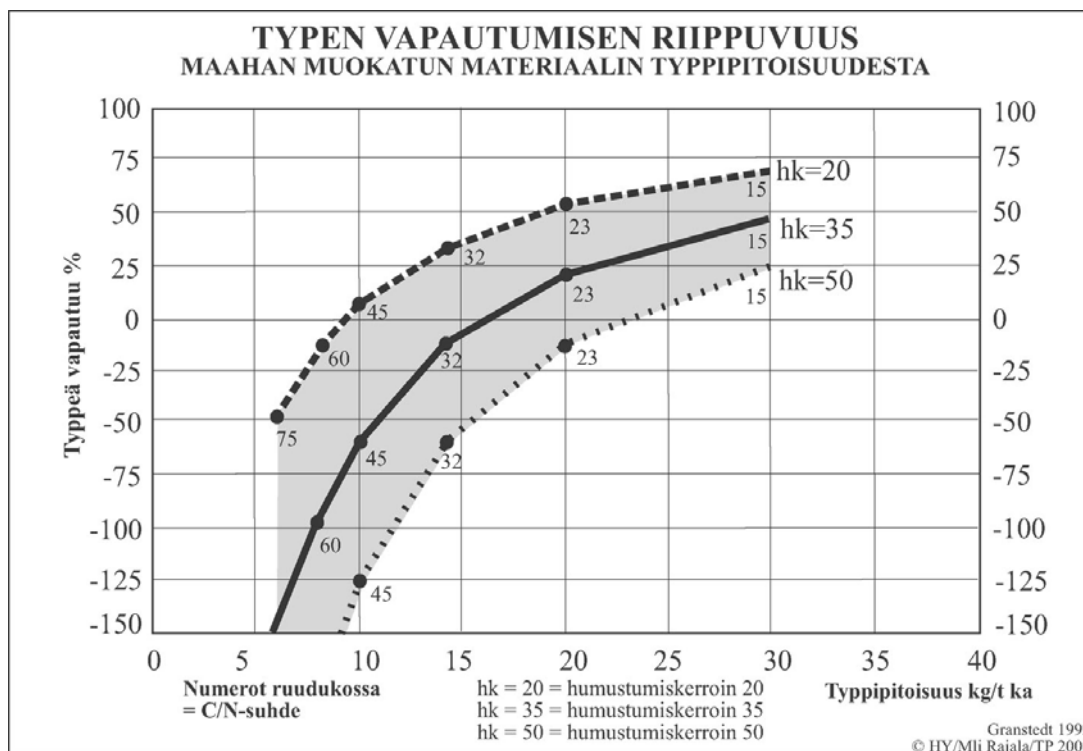
© HY/Mli Rajala 2005

Esikasvivaikutus voi olla myös negatiivinen. Esimerkiksi oljen maahan kyntö vähentää seuraavana kesänä kasvuston käyttöön tulevan typen määrää noin 8 kg/t olkia. Kolmen tonnin olkisadon maahan muokkaus voi siten lisätä typen tarvetta noin 24 kg/ha.

5.6.1.3 VIHHERLANNOITUKSEN LANNOITUSVAIKUTUS (Lomakkeet 5.5. ja 5.7.3.)

Maahan muokatusta viherlannoituskasvustosta hajoaa osa jo ensimmäisenä vuonna ja vähäisempi osa seuraavana vuonna. Hajoamisessa typpeä ja muita ravinteita vapautuu maaperään. Hajoamisnopeus – ja typen vapautumisnopeus - riippuu ennenkaikkea kasvuston *typpipitoisuudesta*, *kasvilajista* ja *kasvuston iästä* sekä myös *massan karkeudesta* (silppuamisesta) ja *maan ominaisuuksista* (rakenne, kosteus, pieneliötoiminta).

Maahan lisätyn eloperäisen aineen kokonaistypestä vapautuvan typen osuuden määrittämisessä voidaan käyttää apuna myös oheisen kuvan 5.6.1.4. käyrästä, joka on laadittu Ruotsissa viherlannoitus-kokeitten tulosten perusteella.



Kuva 5.6.1.4. Vapautuvan typen osuuden riippuvuus maahan lisätyn eloperäisen aineen typpipitoisuudesta ja hajoamisherkyydestä (humustumiskertoimesta).

Kuvan vaaka-akselilta katsotaan käytettävän viherlannoituksen tms typpipitoisuuden kohdalta pystyakseli, jota lähdetään nousemaan, kunnes tullaan keskimäisen käyrän leikkauspisteeseen ja siirrytään vasemmalle pystyakselille, josta katsotaan kokonaistypestä vapautuvan typen prosenttiosuus. Kun viherlannoituksen typpipitoisuus on 3 % (eli 30 kg/t ka), niin sen sisältämästä tpestä vapautuu ensimmäisenä vuonna 50 %.

Esim. 1. Nurmi 2 esikasvivaikutuksen määrittäminen.

Toisen vuoden apilapitoisen nurmen satotaso on 6 t ka/ha ja apilapitoisuus on 50 %. Nurmen sadot korjataan, jonka jälkeen nurmi kynnetään. Juuristosta ja sängestä typpeä vapautuu seuraavan kesän aikana esikasvivaikutuksena seuraavasti: Juuriston määrä on 115 % maanpäällisestä sadosta eli $1,15 \times 6 \text{ t ka/ha} = 7 \text{ t ka/ha}$. Typpipitoisuus on noin 24 kg/t ka Nkok, josta vapautuu ensimmäisenä vuotena 30 % eli 7,2 kg/t ka Nliuk. Toisena vuotena vapautuu 15 % eli 3,5 kg/t Nliuk.

Juuristossa ja sängessä on typpeä yhteensä $7 \text{ t ka/ha} \times 24 \text{ kg/t Nkok} = 168 \text{ kg/ha Nkok}$.
Ensimmäisenä jälkivaikutusvuotena vapautuu $7 \text{ t ka/ha} \times 7,2 \text{ kg/t Nliuk} = 50 \text{ kg/ha Nliuk}$.
Toisena jälkivaikutusvuotena vapautuu $7 \text{ t ka/ha} \times 3,5 \text{ kg/t Nliuk} = 25 \text{ kg/ha Nliuk}$.

Palkokasvit sisältävät yleensä runsaasti typpeä ja ne hajoavat nopeasti. Nuoresta palkokasvivaltaisen viherlannoituskasvuston tyypestä vapautuu ensimmäisenä vuonna noin 40–50 %. Sensijaan timotei-apilaseosnurmesta korsiintuneena (vanha heinäaste) vapautuu merkittävästi vähemmän – noin 10–20 %. Mikäli kasvusto on korsiintunutta ja tuleentunutta (esim. siemennurmen olki), tyyden vapautuminen on ensimmäisenä vuonna vähäistä ja lannoitusvaikutus olematon.

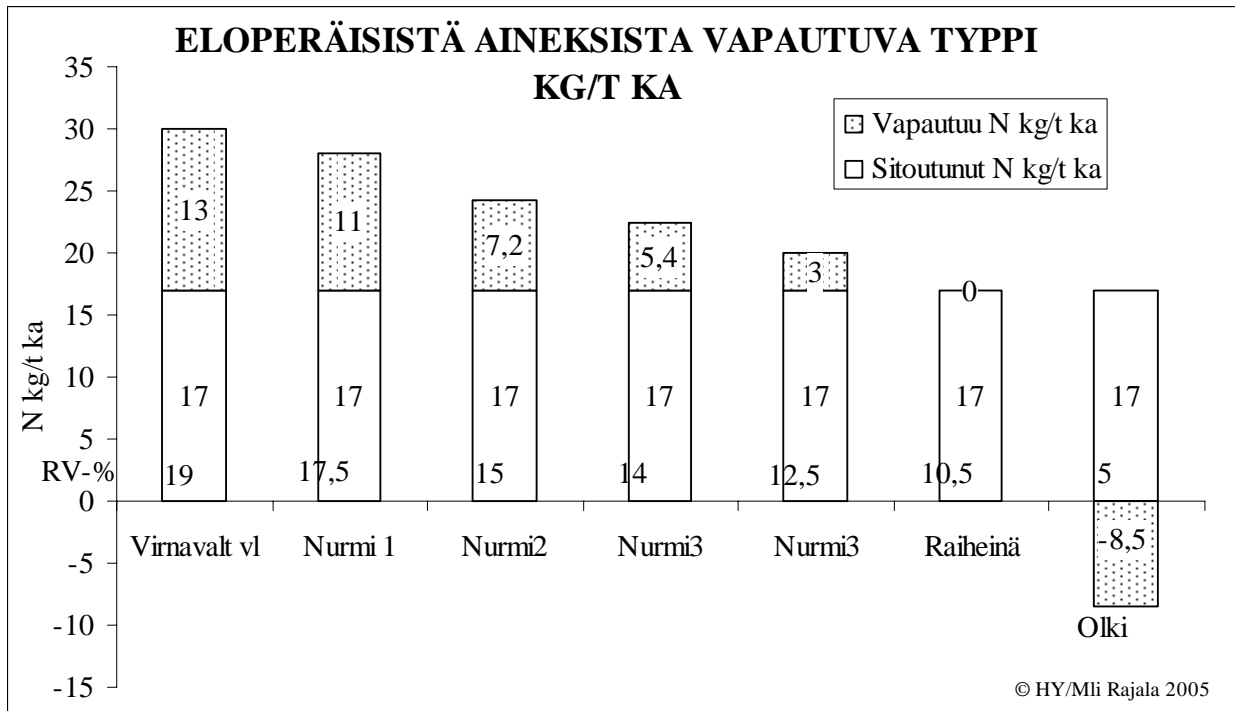
Esim. 2. Jos maahan muokataan nuorta palkokasvivaltaista vihermassaa 4 t ka/ha, jonka typpipitoisuus on 3 % (30 kg/t ka), niin siitä hajoaa ensimmäisenä vuonna 50 %. Tyypeä vapautuu tällöin noin 15 kg/t ka.

Vihermassan kokonaistyyppipitoisuus on 5 t ka/ha x 30 kg/t ka = 150 kg/ha, josta vapautuu 50 % eli 75 kg/ha.

Esim. 3. Jos maahan muokataan kaura-raiheinävaltaista vihermassaa 4 t ka/ha, jonka typpipitoisuus on 2,0 % (eli 20 kg/t ka), siitä hajoaa ensimmäisenä vuonna 25 % eli 5 kg/t ka. Tällöin massan kokonaistyyppipitoisuus on 4 t ka/ha x 20 kg/t ka = 80 kg/ha, josta vapautuu 25 % eli 20 kg/ha.

Kohottamalla kasvuston typpipitoisuutta (niittämällä useammin tai lannoittamalla virtsalla tai lisäämällä maahan vihermassan sekaan heppoliukoista tyypeä "sytykkeeksi", voidaan hajoavaa osuutta nostaa. Jos massan tyypestä vapautuu tällöin 50 %, saadaan tyypeä kasveille käyttökelpoiseen muotoon 40 kg/ha.

Eloperäisten aineksien tyypestä voi vapautua ensimmäisen kasvukauden aikana noin 17 kg/t ka ylitävä osuus. Erilaisista nurmista vapautuvia typpimääriä esitetään kuvassa 5.6.1.5. eri raakavalkuaispitoisuuksilla. Esimerkiksi, kun nurmi 1:n raakavalkuaispitoisuus on 17,5 % kuiva-aineesta, niin siinä on tyypeä 28 kg/t ka, josta vapautuu $28 - 17 = 11$ kg/t ka. Toisena kasvukautena vapautuvan tyyden osuus voi olla noin 10 prosenttia kokonaistyypestä.



Kuva 5.6.1.5. Eloperäisistä aineksista vapautuvan tyyden määriä eri raakavalkuaispitoisuuksilla.

Eri materiaalien suuntaa-antavia raakavalkuais- ja typpipitoisuuksia:

	Raakavalkuaista %	Typeä kg/t ka
Puhdas palkokasvi	17,5-22	28-35
Palkokasveja 80 %	15,5-18	25-29
Palkokasveja 50 %	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

Kasvien typpipitoisuudet laskevat kasvuston vanhetessa.

Maahan muokatun eloperäisen aineen kuten juuriston ja viherlannoituksen hajoamisnopeuteen ja *esikasvivaikutuksen* suuruuteen vaikuttaa mm. maahan tulevan *eloperäisen aineen määrä, typpipitoisuus, kasvuston ikä ja kemialliset ominaisuudet* (hajoamisherkkyys) (humustumiskerroin). Lisäksi hajoamisnopeuteen vaikuttaa mm. *maan rakenne, pieneliötoiminta ja muokkaukset*. Hyvärakenteisessa maassa pieneliöstön toiminta on vilkasta ja hajoaminen nopeaa.

Viherlannoituksen *silppuaminen* nopeuttaa jonkin verran sen hajoamista. Samoin *sekoittaminen taiseisesti ruokamultakerroksen yläosaan* ilmaviin olosuhteisiin. Tiiviillä savimailla pitkän viherlannoituskasvuston kyntäminen kerroksittain syvälle puolestaan hidastaa hajoamista.

Muokkaus, esim. kolmannen vuoden nurmea pikakesannoimalla 2-4 viikon ajan, ennen syysviljan kylvöä nopeuttaa juuriston hajoamista ja lisää siten jo syksyllä ja seuraavan vuoden alkukesällä vapautuvan typen määrää.

Humustumiskerroin kertoo sen, kuinka suuri osuus ko materiaalin hiilestä muuttuu maan hitaasti hajoavaksi tai erittäin hitaasti hajoavaksi eloperäiseksi aineeksi. Jos kerroin on pieni, niin materiaali hajoaa nopeasti ja siitä vapautuu runsaasti ravinteita. Tällöin maahan jää vain vähäinen osa. Jos humustumiskerroin on suuri, niin materiaalista suuri osa jää maahan, koska materiaalin hajoaminen on hidasta. Tämän takia vapautuvan typen osuus on vähäinen.

Seuraavassa eri materiaalien suuntaa-antavia humustumiskertoimia (Hk).

1-v. viherlannoitus	20-30
apilavaltainen nurmi	n. 35
kuivikelanta	30-35
vanha heinänurmi, olki	40-50
komposti	40-50

Esimerkiksi nuori virnavaltainen viherlannoituskasvusto hajoaa suurimmalta osin jo ensimmäisenä vuonna. Hitaasti hajoavaa eloperäistä ainetta siitä jää maahan vähän. Vain noin 20 % sen eloperäisestä aineesta muuttuu hitaasti hajoavaksi eloperäiseksi aineeksi. Sensijaan apilapitoisen nurmen juuristosta maahan jää noin kolmasosa. Kompostista maan hitaasti hajoavaksi eloperäiseksi aineeksi voi jäädä 40–50 %.

Viherlannoituksen hajoaminen ja vapautuvan typen määrä voivat vaihdella eri lohkoilla suuresti riippuen nimenomaan maan ominaisuuksista. Esim. eräessä MTT:n tutkimuksessa 10 luomulohkolta otettuihin maanäytteisiin lisättiin apilaa viherlannoitteeksi. Yhdeksän viikon jälkeen maahan viherlannoituksesta ja maan omista typpivaroista vapautunut typpimäärä oli keskimäärin noin 60 kg/ha. Vaihtelu oli kuitenkin suurta. Vapautuva typpimäärä voi usein olla keskiarvoa noin neljännestä pienempi tai isompi, toisinaan ero voi olla vielä huomattavasti suurempikin.

5.6.1.4 MAAN MULTAVUUS JA VILJELYKIERTOVAIKUTUS

Maan eloperäisen aineksen määrä eli multavuus vaikuttaa merkittävästi maasta vapautuvan typen määrään. Seuraavia ohjeellisia lukuja voidaan käyttää arvioimaan maan multavuuden vaikutusta typpilannoitustarpeeseen, mikäli maan kasvukunto muutoin on kohtuullisen hyvä.

<i>Maan multavuus</i>	<i>Typpeä vapautuu Kg/ha/v</i>	<i>Typpilannoitustarpeen tarkennus Kg/ha</i>
Vähämultainen < 3%	20 (10–30)	+10
Multava 3–5,9 %	30 (20–40)	0
Runsasmultainen 6–11,9 %	40 (30–50)	-10
Erittäin runsasmultainen 12–19,9 %	50 (40–60)	-20
Multamaa > 20 %	60 (50–70)	-30
Turvemaa > 40 % rahka	70 (60–100)	-40
Turvemaa > 40 % sara	100 (80–120)	-70

© HY/Mli Rajala 2005

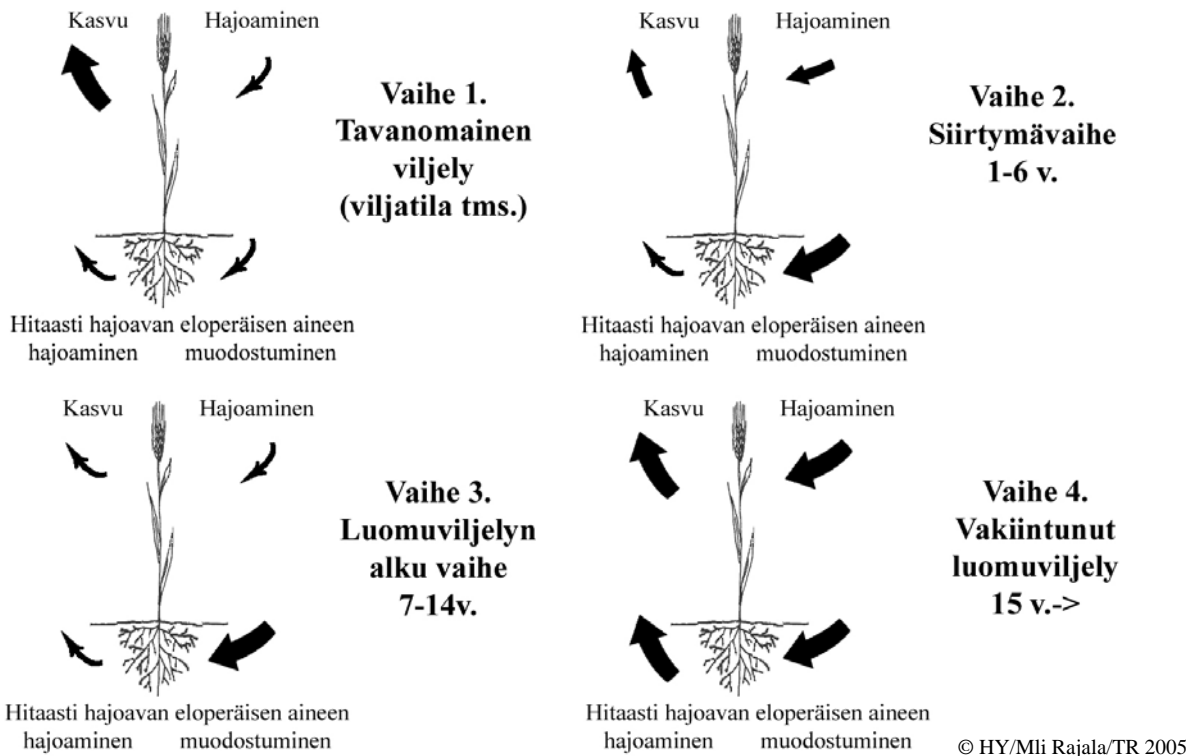
Viljelykiertovaikutus tarkoittaa maasta (maan eloperäisistä aineksista) vapautuvien ravinteiden, ennenkaikkea typen lannoitusvaikutusta. Esikasvivaikutuksen katsotaan ulottuvan kahden kasvukauden päähän eloperäisen aineksen maahan lisäämisestä. Kolmannesta vuodesta eteenpäin kyseessä on viljelykiertovaikutus. Viljelykiertovaikutuksen kehittymiseen vaikuttaa mm. maan eloperäisen aineen määrä ja laatu. Nämä ovat puolestaan riippuvaisia siitä, miten peltojen multavuutta on hoidettu eli millaista viljelytekniikkaa (mm. viljelykierto ja lannoitus) on käytetty.

Maata parantavien kasvien ja eloperäisen lannoituksen avulla maan eloperäisen aineksen määrää voidaan kohottaa. Mitä suurempi osuus viljelykierrossa on maata parantavilla kasveilla ja mitä enemmän eloperäistä lannoitusta käytetään, sitä enemmän maan eloperäisen aineksen kokonaismäärä lisääntyy. Samalla *helpohkosti hajoavan eloperäisen aineksen osuus lisääntyy – ja viljelykiertovaikutus paranee.*

Maan multavuuden hoidossa voidaan erottaa neljä tapahtumaa (kasvien kasvu, eloperäisen aineen hajoaminen, eloperäisen aineksen maatumisen humukseksi ja hitaasti maatuvan eloperäisen aineksen hajoaminen), joiden keskinäinen suuruus vaihtelee käytetyn viljelytekniikan mukaan. Viljelykierrossa typpeä voi pidäytyä maahan hitaasti maatuvaan eloperäiseen ainekseen noin 30–60 kg/ha/v enemmän kuin typpeä vapautuu. Tällöin maan eloperäisen aineksen pitoisuus nousee. (Kuva 5.6.1.6.).

Mikäli lannoitussuunnittelun pohjana käytetään viljavuustutkimusta ja ympäristösitousehtojen perusteella laskettuja typpilannoitustarpeita, oleellista on se, eroaako luomuviljelyssä maasta vapautuvan typen määrä tavanomaisesta (väkilannoitus) ja paljonko se siitä eroaa. Siirtymävaiheessa eli alkuvuosina eroja eloperäisestä aineesta vapautuvan typen määrässä ei liene. Silloin viljelykiertovaikutuksen ero tavanomaiseen viljelyyn verrattuna on 0.

MAAN MULTAVUUDEN HOITO



Kuva 5.6.1.6. Maan multavuuden hoidon neljä keskeistä tapahtumaa sekä niiden vaihtelu viljelytekniikan mukaan.

Kun pitkään tavanomaisessa viljanviljelyssä tai muiden maan multavuutta kuluttavien kasvien viljelyssä ollut pelto siirretään luomuviljelyyn, maa on 'nälkäinen' tai 'akussa' on suuri 'varauksen vajaus'. Suurin osa lisättävän eloperäisen aineen määrästä menee maan hitaasti hajoavan eloperäisen aineen lisäämiseen. Tarvitaan 'maa-akun latausvaihe', joka voi kestää esim. noin 1-2 viljelykierron verran. Tällöin maan eloperäisestä aineksestä ravinteiden vapautuminen kasvien käyttöön on vähäistä ja eloperäisten lannoitteidenkin (esim. kompostit, viherlannoitus) lannoitusvaikutus on pieni.

Mitä pitempään käytetään maata parantavaa viljelykiertoa ja lannoitusta, sitä suuremmaksi muodostuu maasta vapautuvan typen määrä ja ero tavanomaiseen esim. pelkkään viljanviljelyyn kasvaa. Seuraavassa esimerkkejä viljelytekniikan mahdollisista vaikutuksista maasta vapautuvan typen määriin.

Viljelykiertovaikutus=Maasta vapautuva lisätyppi, kun	N vapautuu kg/ha/v
– Lietelantaa käytetään säännöllisesti	10 (0–20)
– Kuivikelantaa/kompostia käytetään säännöllisesti	20 (10–30)
– Viljelykierrossa nurmea säännöllisesti	20 (10–30)
Lannoituksen ja viljelykierron pitkäaikaisvaikutus yhteensä	15–40

© HY/Mli Rajala 2005

Maasta ja eloperäisestä aineksista vapautuvan typen määrään vaikuttaa

Typen vapautuminen on niukkaa silloin, kun

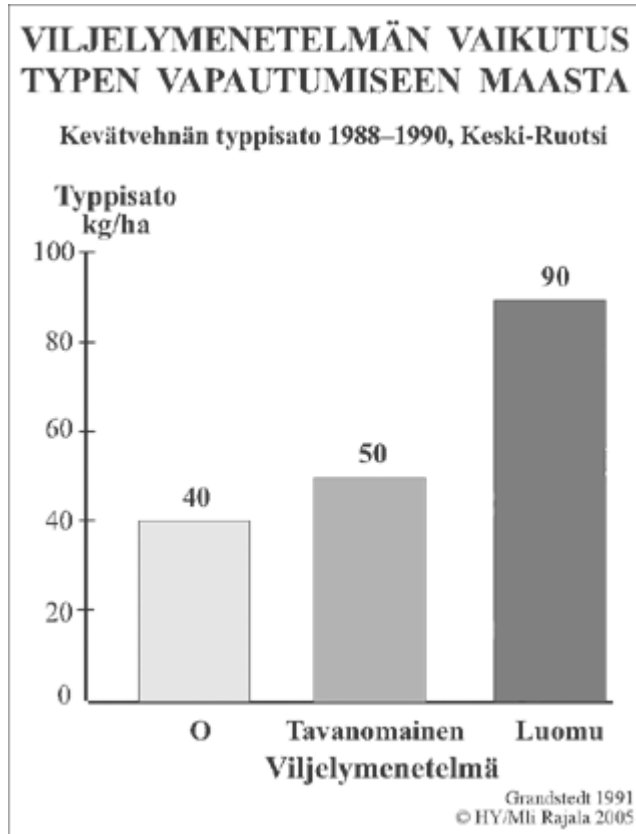
- maan kuivatus on puutteellinen
- rakenne on huono
- maa on hapan
- pieneliötoiminta on heikkoa.

Typen vapautuminen on runsasta silloin, kun

- maan kuivatus on hyvä
- rakenne on hyvä
- pH on neutraali
- pieneliötoiminta on vilkasta.

Esimerkki maan hoidon vaikutuksesta vapautuvan typen määrään.

Keski-Ruotsissa yli 20 vuotta jatkuneessa kenttäkokeessa ilmeni, että lannoittamatta viljelty maa luovutti typpeä viljelykiertovaikutuksena kevätvehnälle noin 40 kg/ha, tavanomaisessa viljelyssä (väkilannoitus) ollut koejäsen noin 50 kg/ha ja luomuviljelyssä (eloperäinen lannoitus) maasta vapautui typpeä noin 90 kg/ha eli noin 40 kg/ha tavanomaista suurempi. Kuva 5.6.1.7..



Kuva 5.6.1.7. Maasta vapautuvan typen määrän riippuvuus maan aikaisemmasta hoidosta.

Tässä tapauksessa lannoitussuunnittelussa viljelykiertovaikutukseksi voidaan merkitä 40 kg/ha typpeä. Tämän suuntainen viljelykiertovaikutus on Suomessakin osoittautunut mahdolliseksi käytännön luomutiloilla. Voidaan saada huomattavan korkeita viljasatoja 'lannoittamatta'. Käytännössä 10–30 kg/ha N viljelykiertovaikutukset lienevät saavutettavissa 2–4 viljelykierron kuluessa, mikäli kierto on multavuutta selvästi lisäävä.

Maasta vapautuvan typen määrää voidaan hahmottaa oheisen taulukon 5.6.1.4. avulla. Kun tunnetaan maan kokonaistypin määrä ja arvioidaan maasta vapautuvan typen osuus prosentteina, niin taulukosta nähdään vapautuvan typen määrä kg/ha. Multavuuden lisääntyessä lisääntyy myös maan typpimäärä. Yksi prosenttiyksikkö vastaa noin 1000 kg/ha typpeä. Maan hyvä kasvukunto, maata parantava viljelykierto ja eloperäinen lannoitus lisäävät myös vapautuvan typen osuutta.

Taulukko 5.6.1.4. Maasta vapautuvan typen määrän kg/ha riippuvuus maan typen määrästä ja hajoamisnopeudesta.

Tyypestä vapautuu %/v	Maan typpimäärä kg/ha				
	4000	6000	8000	10000	12000
1,0	40	60	80	100	120
0,9	36	54	72	90	108
0,8	32	48	64	80	96
0,7	28	42	56	70	84
0,6	24	36	48	60	72
0,5	20	30	40	50	60
0,4	16	24	32	40	48

© HY/Mli Rajala 2005

Esimerkki maan multavuuden vaikutuksesta vapautuvan typen määrään

Savipellon eloperäisen aineen osuus on 6 % ja se on ollut pitkään yksipuolisessa viljanviljelyssä. Maan kokonaistypen määrä on noin 6000 kg/ha. Tällöin maan kokonaistypestä vapautuu kesän aikana 0,5 % eli noin 30 kg/ha typpeä. Toisella pellolla eloperäistä ainetta on 8 % ja multavuutta on hoidettu viljelykierron ja eloperäisen lannoituksen avulla. Typen kokonaismäärä on noin 8000 kg/ha. Tällöin kokonaistypestä vapautuu suurempi osuus eli 0,8 % (noin 64 kg/ha). Viljelykiertovaikutuksena vapautuva typpimäärä on tässä esimerkkitapauksessa $64-30 = 34$ kg/ha. Typpihuollossa viljelykierron maan luontaisen viljavuuden hoidon merkitys voi olla näinkin suuri pitkällä tähtäimellä.

5.6.1.5 BIOLOGINEN TYPENSIDONTA (Lomake 5.7.2.)

Biologinen typensidonta on luomuviljelyssä useimmiten määrällisesti tärkein typen lähde viljelykierrossa. Typensidonnan suuruus kasvustossa on riippuvainen mm. palkokasvin lajista, seoksen palkokasvipitoisuudesta ja satotasosta sekä typensitojamikrobien tehokkuudesta. Lisäksi typensidontaan vaikuttaa maasta vapautuvan typen määrä sekä mahdollinen typpilannoitus.

Biologisesti sidotun typen ohjeellisia määriä sekä vaihteluväliä eräillä kasveilla esitetään seuraavassa.

Ohjeellisia typensidonnan suuruuksia ja vaihtelua eri kasveilla kg/ha		
Nurmi 1	160	(130–190)
Nurmi 2	120	(90–150)
Nurmi 3	60	(30–90)
1-vuotinen viherrehu, virna, rehuherne	150	(120–180)
Herne, puitava	90	(70–120)
Härkäpapu	120	(90–150)
Laidun	40–150	
Apila-aluskasvi viljassa	20–60	

© HY/Mli Rajala 2005

Viljelykierrossa tulee olla apilaa, hernetä/härkäpapua ja/tai 1-vuotisia viherrehu-/viherlannoituskasveja tuotantosuunnasta riippuen noin 30–60 %. Näin palkokasvien merkitys typen lähteenä karjatiloillakin on 2–5 kertaa lannan merkitystä suurempi.

Kun tunnetaan sadon kuiva-ainesato ja palkokasvien osuus, niin laskemalla voidaan edellistä tarkemmin arvioida typensidonnan likimääräinen suuruus seuraavasti:

Biologinen N-sidonta (BTS) on monivuotisilla nurmilla apilasadon määrä tonnia kuiva-ainetta kerrottuna luvulla 40. Tämä saadaan seuraavasta kaavasta (Väisänen 2000).

$$\text{BTS} = \text{ka-sato (kg/ha)} \times \frac{\text{sadon palkokasvi-\%}}{100} \times \frac{3,3}{100} \times \frac{70}{100} \times 1,7$$

$$\text{BTS} = \text{ka-sato (t/ha)} \times \frac{\text{sadon palkokasvi-\%}}{100} \times 40 \text{ kg/t ka N}$$

Apilan keskimääräinen typpipitoisuus on noin 3,3 %, apilan ottamasta typestä keskimäärin noin 70 % on peräisin biologisesta typensidonnasta, sadossa korjattavan osuuden lisäksi sidottua typpeä jää myös sänkeen ja juuristoon, siksi tarvitaan kerroin 1,7 (2-niittojärjestelmä). Vaihtelu on kuitenkin suurta (noin 30–50 kg/t ka).

Esimerkki Biologisen typensidonnan suuruuden määrittäminen

Kun apilan osuus sadossa on 3 t ka/ha, niin typensidonta on $3 \text{ t ka/ha} \times 40 \text{ kg/t ka} = 120 \text{ kg/ha N}$.

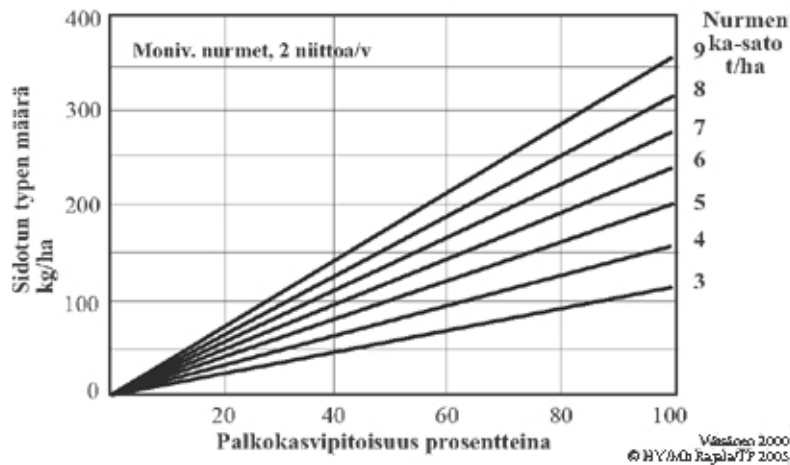
Nurmien typensidonnan suuruus voidaan katsoa oheisesta kuvasta 5.6.1.7. eri satotasolla ja palkokasviprosenteilla.

Puitavalla herneellä typensidonnan suuruutena voidaan käyttää 35 kg/t palkoviljan siemensatoa kohti.

Ensimmäisen vuoden apilaseosnurmen palkokasvipitoisuutena suunnittelussa voidaan käyttää 80 % ja toisen nurmivuoden palkokasvipitoisuutena 50–60 %. Kolmantena vuonna nurmen palkokasvipitoi-

suus vaihtelee eniten ollen edellisiä selvästi alhaisempi eli noin 20–30 %. Nurmien satotasotavoitteena voidaan yleensä käyttää 1. ja 2. vuoden nurmilla 5–6 t ka/ha sekä kolmannen vuoden nurmilla 4 t ka/ha.

TYPENSIDONNAN MÄÄRÄ ERI SATOTASOILLA



Kuva 5.6.1.8. Typensidonnan määriä apilaseosnurmillä eri satotasolla.

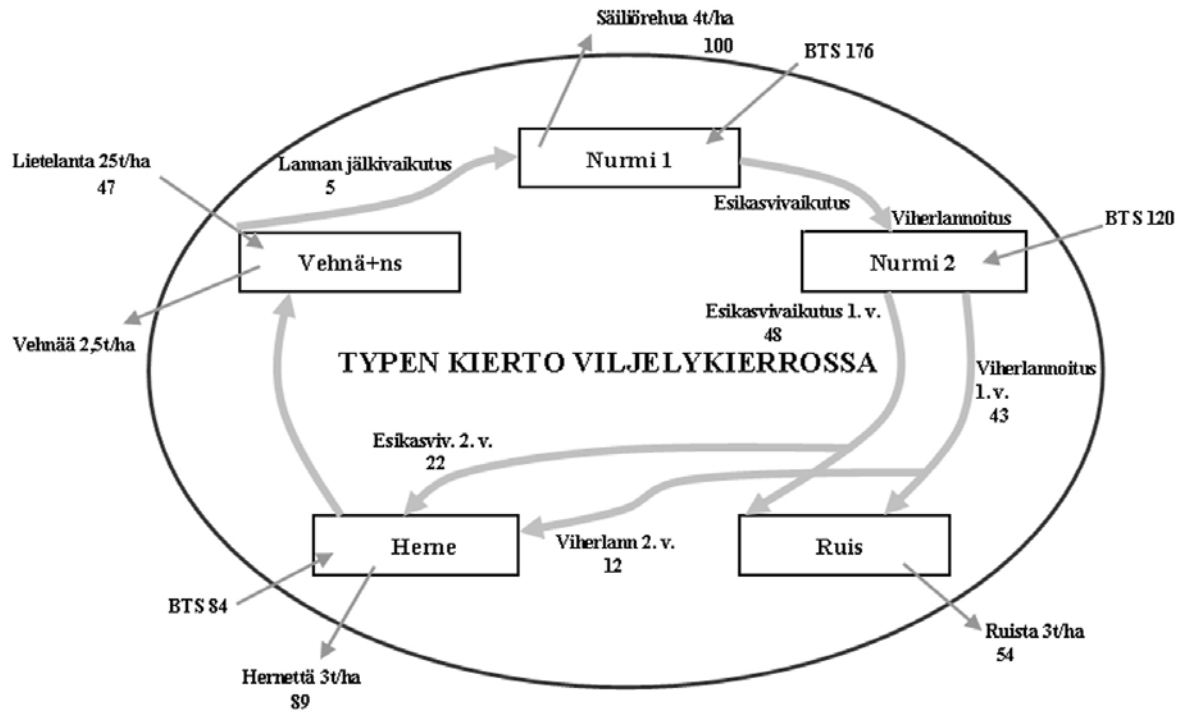
Viljelykierron eri kasvien ja koko viljelykierron keskimääräisen typensidonnanmäärät voidaan laskennallisesti suunnittelussa määrätä oheisen esimerkin tapaan.

Esimerkki viljelykierron typensidonnan laskemisesta viljatilalle.

Viljelykierron Kasvi	Pinta-ala ha	Brutto-sato t/ha	Palkokasvin osuus %	Palkokasvi sato t/ha	BTS kg/t	BTS kg/ha	BTS kg/lohko
Kvehnä+ns	12	3					
Nurmi 1	12	5	80	4,0	40	160	1920
Nurmi 2	12	5	50	2,5	40	100	1200
Ruis	12	3					
Herne	12	3	80	2,4	35	84	1008
Yhteensä	60 ha					Yhteensä N kg/kierto	4128
						Keskimäärin N kg/ha	69

5.6.1.6 VILJELYKIERRON TYPPIHUOLTO

Koko viljelykierron typpihuoltoa suunniteltaessa on syytä ensin hahmottaa kierron eri kasvien typenlähteet (Kuva 5.6.1.9). Kierron eri kasvien tulisi saada tavoitteeksi asetetut ja työntarvelaskelman osoittamat määrät käyttökelpoista typpeä.



Kuva 5.6.1.9. Typenlähteet viljelykierron eri kasveille sekä arvio eri lähteiden typpilannoitusvaikutuksista Viljakaisen viljatilän viljelykierrossa

Tämän jälkeen arvioidaan eri typenlähteiden merkittävyyksiä sekä typen riittävyyttä suhteessa kukin kasvin typpitarpeeseen oheisen esimerkin tapaan.

Esimerkki eri typenlähteiden suhteellinen merkitys viljatilän koko viljelykierron typpihuollossa.

Kierto	Ruis	Herne	Kvehnä	Nurmi 1	Nurmi 2
Satotaso t/ha, t ka/ha	3,0	3	2,5	5	5
N-tarve	+++	+++	+++	+++++	+++++
N-sidonta	0	+++	+	+++++	++++
Lanta 1.v.	0	0	+	0	0
2.v.	0	0	0	+	0
Viherlann.vaikutus 1.v.	++	0	0	0	0
2.v.	0	+	0	0	+
Esikasvivaikutus 1.v.	++	-	+	0	+
2.v.	0	+	0	+	0
Viljelykiertovaikutus	+	+	+	+	+
Maasta vapautuu	+	+	+	+	+

- negatiivinen vaikutus
 0 ei vaikutusta
 + pieni
 ++ pienehkö
 +++ keskinkertainen
 ++++ suuri
 +++++ erittäin suuri

© HY/Mli Rajala 2005

Seuraavaksi määritetään eri typenlähteiden arvioidut suuruudet ja verrataan kukin kasvin käyttöön tulevia typpimääriä laskettuun typpitarpeeseen. Esimerkki eri lähteistä kertyvistä käyttökelpoisen typen määristä alla numeroina sekä graafisessa muodossa kuvassa 5.6.1.10.

Esimerkki. Eri typenlähteiden suuruus Viljakaisen viljatilän viljelykierrossa N kg/ha.

	Kvehnä+ns	Nurmi1	Viherlann2	Ruis	Herne	Keskimäärin
Satotaso t/ha/palkokasvi%	2,5	5,5/80	5/60	3	3/80	
N-tarve kg/ha	65	185	170	110	105	127
N-sidonta		176	120		84	76
Naud lietalanta 1.v.	47					
2.v.		5				10
Viherlann.vaikutus 1.v.				43		
2.v.					12	12
Esikasvivaikutus 1.v.	24		20	48		
2.v.					22	22
Viljelykiertovaikutus						
Täydenn lannoitus				14		
Yhteensä kg/ha	71	181	140	105	118	123
Typen yli-/alijäämä kg/ha	6	-4	-30	-5	13	-4

© HY/Mii Rajala 2005

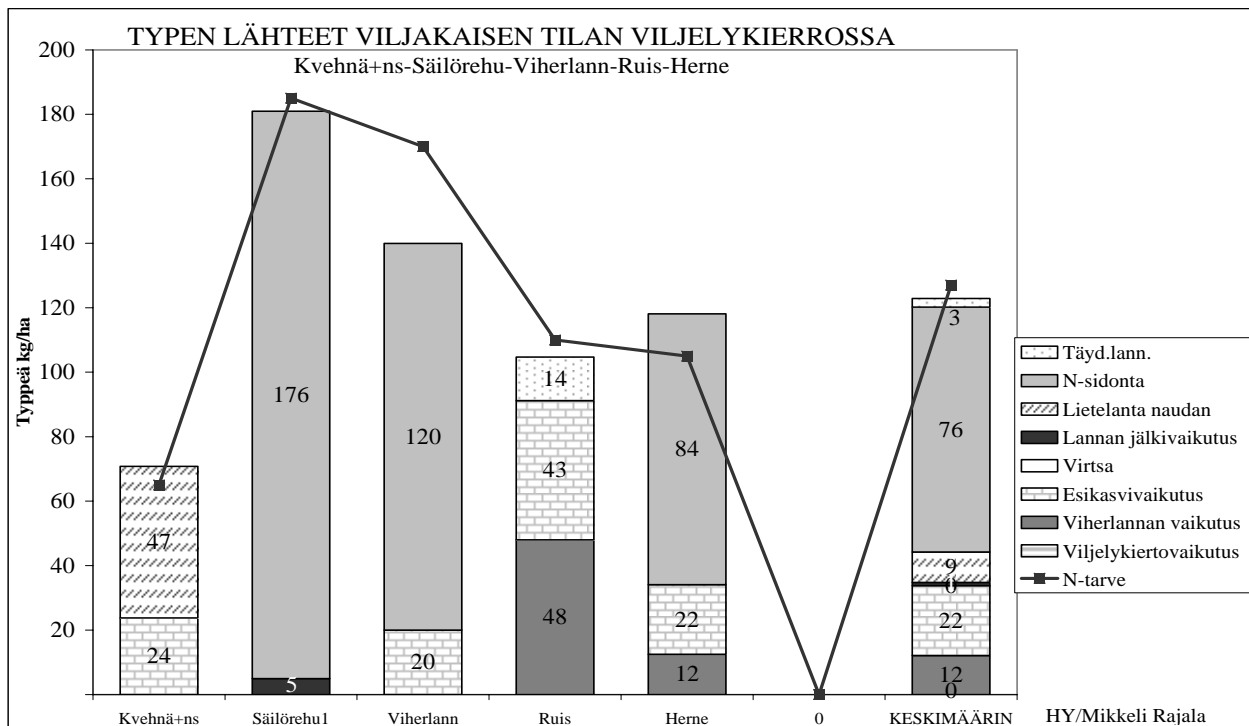
Viljelykierron typpihuollon arviointia

Yleisesti voidaan todeta, että tässä kierrossa biologinen typensidonta turvaa nurmien tarvitseman typen saannin, samoin myös herneellä. Esikasvivaikutukset turvaavat ensisijaisesti rukiin ja myös vehnän typensaantia. Lisäksi viherlannoitusvaikutus on tärkeä rukiin typensaannille. Nurmiensaantilla ja apilapitoisuudella on suuri merkitys koko kierron typpihuollolle ja erityisesti rukiin typensaannille.

Vehnän typensaanti jää kierrossa alle puoleen lasketusta tarpeesta, jollei täydennystä (lantaa) käytetä.

Fosforitäydennyslannoitteena käytettävä luujauho voi olla myös merkittävä typenlähde yksittäiselle viljalle.

Typpihuollon toimintaan vaikuttavat muutkin tekijät, kuten maan kasvukunto, muokkaus, viherlannoituksen käsittely, kasvukauden sääolot jne. Viljelijän kokemus eri peltolohkojen ominaisuuksista tarkentaa laskentamallin antamia tuloksia.



Kuva 5.6.1.10. Viljelykierron typen lähteiden suuruus viljelykierron kasveilla sekä eri kasvien saamat typpi määrät suhteessa laskettuun typpilannoitustarpeeseen kg/ha.

5.6.2 FOSFORILANNOITUS

FOSFORILANNOITUSTARVE

Kasvien fosforipitoisuudet vaihtelevat yleensä 0,2–0,35 % välillä kuiva-aineesta. Kasvien ottaman ja sadoissa poistuvan fosforin määrä vaihtelee eri kasvien välillä melko vähän. Viljakasvusto ottaa fosforia noin 12–16 kg/ha. Viljan jyväsadoissa fosforia poistuu noin 9–12 kg/ha. Lisäksi oljissa poistuu noin 3–4 kg/ha. Nurmisadoissa fosforia poistuu noin 15–20 kg/ha ja perunasadoissa noin 10–15 kg/ha.

Satotaso vaikuttaa eniten maasta ja viljelykierrosta poistuvan fosforin määrään. Nurmilla satotaso – ja myös fosforin poistuma – on yleensä viljoja suurempi.

Eri kasvien fosforin hyväksikäyttökyvyssä on suuria eroja. Tämän takia esim. kaura, ruis ja apilanurmet voidaan viljellä niukalla fosforilannoituksella ja ohra, peruna ja sipuli vaativat runsaan fosforilannoituksen.

Kasvien fosforin saantiin ja fosforilannoitukseen vaikuttavia tekijöitä

- Kasvin ominaisuudet; fosforin tarve ja fosforinottotehokkuus
- Viljelykierron kokoonpano
- Koko tuotannon tasapainoisuus ja kierrätys
- Maan ominaisuudet
 - Kemialliset; fosforipitoisuus, pidättymisalttius ja vapautumisherkyys, pH
 - Fysikaaliset; maalaji, rakenne, kosteus, lämpötila
 - Biologiset; eloperäisen aineksen määrä ja laatu, pieneliötoiminta
- Lannoitteiden ominaisuudet
- Sää

Fosforilannoituksen suunnittelussa etsitään vastauksia mm. seuraaviin kysymyksiin

- Miten paljon maasta voi vapautua fosforia kasvien käyttöön?
- Mikä merkitys lannalla on fosforilannoituksessa?
- Mikä merkitys viherlannoituksella on fosforilannoituksessa?
- Miten sadon laatu otetaan huomioon fosforilannoituksessa?
- Miten maan viljavuuden kehitys otetaan huomioon fosforilannoituksessa?
- Miten paljon tarvitaan ulkopuolista täydennyslannoitusta turvamaan kasvien riittävä fosforin saanti?
- Mitä täydennyslannoitteita käytetään? Paljonko? Miten? Mille kasveille kierrossa?

FOSFORILANNOITUSTARPEEN ERI PERUSTEITA

Eri lannoitustarpeiden merkittävyyttä hahmotetaan taulukossa 5.6.2.1. viljavuusluokittain. *Peruslannoitusta* tarvitaan, kun maan fosforitila on alhainen ja maan fosforipitoisuutta halutaan nostaa. *Sadon määrän* takia fosforilannoitus on tarpeen alhaisilla ja myös keskinkertaisilla pitoisuuksilla. Varsinkin hyvässä ja tyydyttävässä luokassa lannoitustarve on pääasiassa maan ravinteisuuden ylläpitoon tähtäävää *ylläpitolannoitusta*. Sadon hyvän *laadun* tuottamiseksi lannoitusta voidaan tarvita myös tätäkin korkeammilla pitoisuuksilla (*laatulannoitus*).

Ravinteiden alkuperä: Fosforin *kierrätys* tilalla on tärkeää varsinkin alhaisilla ja keskinkertaisilla viljavuustasoilla. *Täydennyslannoitusta* tarvitaan alhaisilla viljavuustasoilla täydentämään kierrätystä (=lantaa, viherlannoitusta). Korkeilla ja hyvillä viljavuustasoilla voidaan *hyödyntää maan fosforivaroja*, jolloin lannoitustarve on satopoistumaa pienempi. Maan kokonaisfosforin määrä sekä helppoliukoisin fosforin pitoisuudet vähenevät tällöin.

Taulukko 5.6.2.1. Fosforilannoituksen tarve arvioituna lannoitusperusteiden ja lannoituslähteiden alkuperän perusteella eri viljavuusluokissa.

Maan ravinnepitoisuus Pvaihtuva nen 1)	Lannoituksen peruste		Fosforin lähde			
	Perus- lannoitus	Sadon määrä	Laatu	Kierrätys tilalla	Täydennys lannoitus	Vähentämi-
Arveluttavan korkea	-	-	-	-	-	xxx
Korkea	-	-	(x)	(x)	-	xx
Hyvä	-	(x)	x	x	-	x
Tyydyttävä	-	x	xx	xx	(x)	(x)
Välttävä	(x)	x(x)	xxx	xxx	x	-
Huononlainen	xx	xx	xxx	xxx	xx	-
Huono	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	-

1) Vaihtuvan ravinteiden pitoisuuden alentamistarve

© HY/Mli Rajala 2005

xxx = lannoitustarve tai ravinnepitoisuuden vähentämistarve on suuri

xx = tarve keskinkertainen

x = tarve vähäinen tai varsin vähäinen (sulut)

- = tarvetta ei ole

Peruslannoitus = varastolannoitus = maan ravinnevarastojen lisäämiseen tähtäävä lannoitus

Sadon määrä = sadon määrän lisäämiseen tähtäävä lannoitus

Laatu = laatulannoitus = lannoitusta, jonka tarkoitus on parantaa sadon laatua

Kasvien fosforin oton kannalta kriittisiä vaiheita ovat mm:

- Oras- ja taimivaihe, jolloin juuristo on vielä pieni; juuriston nopea kehitys, sienijuuren apu
- Niiton jälkeinen kasvuvaihe, jolloin ravinteiden otto on keskeytynyt ja vielä heikentynyt
- Kuivuus, koska kuivasta maasta kasvien fosforin otto on heikkoa
- Maan tiiviys, liiallinen märkyys, happamuus jne. Maan hyvä peruskunto on tärkeä laajan juuriston kasvulle ja toiminnalle, maan sopivalle kosteudelle jne.
- Kylmyys; pieneliötoiminta hidasta.

Lannoitustason valinta

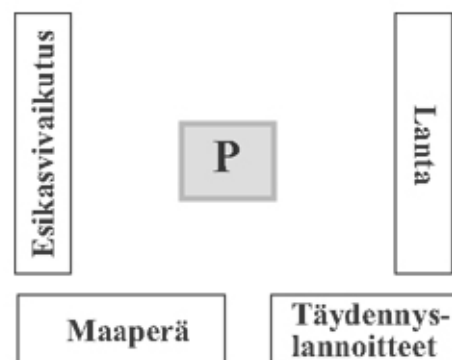
Fosforilannoituksen mitoituksessa otetaan huomioon sadon määrän ja laadun sekä taloudellisuuden lisäksi myös maan viljavuuden kehitys, ympäristönäkökohdat sekä omavaraisuus ja uusiutumattomien luonnonvarojen riittävyys. Lannoitussuunnittelussa määritetään fosforilannoituksen tavoitteet tila- ja viljelykierto kohtaisesti.

Fosforilannoitustarpeen laskemista käsitellään luvussa 5.2.2 ja luvussa 5.3.3.

KASVIEN FOSFORINLÄHTEITÄ LUOMUVILJELYSSÄ

Kasvien fosforin lähteitä luomuviljelyssä ovat:

- Maaperän, erityisesti maan eloperäiseen ainekseen sitoutunut fosfori
- Tilan kotieläinten lannan fosfori
- Viherrannoituksen fosfori
- Esikasvivaikutuksena juuriston ja sadonkorjuutähteiden fosfori
- Täydennyslannoitteet; esim. tilalle hankittu lanta (nauდანlantaa fosforipitoisempia lantoja ovat mm kanan- ja sianlannat), apatiitti ja luujauho.



© HY/Mli Rajala/TP 2005

Kuva 5.6.2.1. Kasvien fosforin lähteitä

Peltomaissa fosforin kokonaisuus on nykyisin noin 3000 kg/ha, josta noin 1000 kg on lannoituksesta peräisin olevaa fosforia. Maaperän fosforista on noin 1000 kg/ha eloperäistä.

Pääosa fosforista on kuitenkin sitoutunut lujasti maan kivennäisainekseen sekä eloperäiseen ainekseen. Fosforin luontainen sitoutumismuoto on apatiitti. Tyypillistä on, että maahan lisätty vesiliukoisen fosfori pidättyy melko nopeasti maahan erittäin vaikealiukoiseen muotoon. Lannoitteissa lisätty fosfori on pidättynyt happamilla mailla alumiini- ja rautayhdisteisiin sekä kalkkipitoisilla mailla kalsiumyhdisteisiin.

Orgaanista fosforia on sitoutuneena lujasti maan orgaanisten yhdisteiden sisään sekä löyhemmin niiden pinnoille. Maassa on myös kasvimassan fosforia sekä nopeakiertoista pieneliöstön fosforia. Vesiliukoista fosforia maassa on vain noin kasvien yhden päivän tarve. Maasta tulisi vapautua uutta fosforia otetun tilalle. *Vaihtuvan fosforin* määrä vaihtelee noin 3-50 kg/ha välillä.

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

Fosforin	
<i>pidättyminen on suurta, kun</i>	<i>pidättyminen on pientä, kun</i>
– Maan fosforin kyllästysaste on pieni	– Maan fosforikyllästysaste on suuri
– Maa hapanta	– Lannoitus on niukkaa
– Käytetään vesiliukoista fosforia	– Fosfori on lannoitteissa eloperäisten aineiden suojaamaa
– Suolapitoisuus korkea	– Käytetään hidasliuk., eloperäisiä fosforin lähteitä
	– Käytetään hidasliuk. kivennäisfosforilannoitteita

Maan eloperäinen aines on luomuviljelyssä tavanomaista tärkeämpi fosforin lähde kasveille. Maan pitkälle maatuneessa eloperäisessä aineksessa typen ja fosforin suhde on melko kiinteä. Kun maan pieneliötoiminta on sopivan aktiivista, niin fosforia vapautuu runsaammin kasvien käyttöön ja päinvastoin.

Maasta otetun 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 helppoliukoisen fosforin merkitys vähenee. Hyviä varastofosforin hyödyntäjiä ovat mm. palkokasvit ja rypsi, jotka ottavat paljon kalsiumia ja erittävät runsaasti vetyioneja ja orgaanisia happoja maahan, jolloin maan pH laskee ja fosforin liukoisuus lisääntyy.

Viherlannoitus ja kalkitus irrottavat myös maaperän mineraaliainekseen sitoutunutta fosforia kasvien käyttöön. Maan hyvä rakenne parantaa kasvien fosforin saantia, samoin sienijuuren esiintyminen kasveissa.

Maasta kasvit voivat saada fosforia yli 15 kg/ha, mikäli maassa on runsaasti fosforia. Kun pitoisuus on huono tai huononlainen, kasvien fosforin saanti jää useimmiten alle 5 kg/ha.

Maan fosforipitoisuuden muutos luomuviljelyssä

Maan helppoliukoisen fosforin pitoisuus laskee usein luomuviljelyn aikana. Näin tapahtuu erityisesti, jos pitoisuus lähtötilanteessa on korkea tai korkeahko ja lannoitus on niukka tai niukanlainen.

Maan fosforipitoisuuksien muutoksia luomumaitoiloilla tutkittiin Norjassa keräämällä viideltä luomumaito-tilalta maanäytteet 6–12 v välein.

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.

Luomutilojen fosforitaset olivat alijäämisiä, mikä selittää maan fosforipitoisuuden laskua. Alimmissa viljavuusluokissa tarvitaan vähintään tasapainoinen fosforitas, jotta maan fosforipitoisuus saadaan säilymään ennallaan ja vältetään tulevaisuudessa mahdollinen satotason lasku. (Loes & Ögard 2001).

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

Fosforilannoituksen määrä voidaan mitoittaa enintään perustukiehtojen ja viljavuustutkimuksen suositusten mukaiseksi keskimäärin kierron aikana (kg/ha). Tilalle ostetun fosforin käyttömäärä saisi olla enintään kaksinkertainen tilalle ostettuun fosforimäärään verrattuna (porttitaselaskelma). Uudismailla ja viljavuusluokan ollessa huono, tarvitaan kuitenkin suurta varastolannoitusta.

Kotieläinten lanta on kotieläintiloilla tärkeä fosforilannoite. Fosforipitoisimpia lantoja ovat kanan ja sianlannat. Eri eläinten lannoista kertyviä fosforimääriä eri lannan käyttömäärillä esitetään taulukossa 5.6.2.2.

Taulukko 5.6.2.2. Eri eläinten lannoista kertyviä fosforimääriä eri käyttömäärillä P_{kok} kg/ha.

Lantalaji	Lannan levitysmäärä t/ha						
	10	15	20	25	30	35	40
Kanan kuivikelanta	105	158	210	263	315	368	420
Sian kuivikelanta	31	46	61	77	92	107	123
Lampaan kuivikelanta	23	35	47	58	70	82	93
Kanan lietalanta	20	30	40	50	60	70	80
Naudan kuivikelanta	13	20	27	33	40	47	53
Hevosen kuivikelanta	9	14	18	23	28	32	37
Naudan lietalanta	6	9	12	15	18	21	24

Viljavuuspalvelu 2000

Lannan kokonaisfosforista lasketaan ympäristöehtojen mukaan 75 % käyttökelpoiseksi. Pitemmällä tähtäimellä luomuviljelyn lannoitus suunnittelussa lannan fosfori voidaan laskea kokonaan käyttökelpoiseksi (=väkilannoitefosforin veroiseksi). Pitemmällä tähtäimellä ja säännöllisessä käytössä lannan fosforin käyttökelpoisuus voinee olla jopa väkilannoitefosforia parempi.

Lanta suosii myös lieroja, jotka puolestaan kaivavat käytäviä ja sekoittavat maata sekä sekoittavat fosforia syvempiin maakerroksiin. Ne tuottavat lantaa, jossa on runsaasti kasveille käyttökelpoista fosforia (Nuutinen ym 1998). Lanta parantaa maan rakennetta ja suosii juurten kasvua, jolloin juuret voivat jättää maan syvempiin kerroksiin enemmän fosforia. Kompostoitu lanta voi olla maan fosforihuollon kannalta tuoretta edullisempaa lisäämällä esim. fosfataasientsyymien aktiivisuutta maassa (Mäder ym 2002). Edellytyksenä on, että vesiliukoisien fosforin pitoisuus on maassa tällöin alhainen.

Esimerkki.

Mikä on lannan merkitys Viljakaisen viljatilalla fosforilannoituksessa, kun 5-vuotisessa viljelykierrossa naudan lietalantaa levitetään kerran viljelykierrossa 30 t/ha?

Naudan lietalannassa on fosforia 0,6 kg/t, jolloin fosforia levitetään lannan mukana 30 t/ha x 0,6 kg/t = 18 kg/ha. Koska lantaa levitetään vain kerran viljelykierrossa, kierron aikainen fosforilannoitus on 18 kg/ha / 5 v = 3,6 kg/ha keskimäärin vuodessa.

Lietelannan fosfori $30 \text{ m}^3/\text{ha} \times 0,6 \text{ kg}/\text{m}^3 = 18 \text{ kg} / 5 \text{ v} = 3,6 \text{ kg/ha}$

Fosforin laskettu lannoitustarve tyydyttävässä luokassa (Luku 5.4.) 10,2 kg/ha

Alijäämä = Täydennyslannoitustarve lannan lisäksi -6,6 kg/ha

Koska fosforin laskettu tarve on 10,2 kg/ha ja lannasta kertyy fosforia 3,6 kg/ha, niin fosforin täydennyslannoitustarpeeksi jää 6,6 kg/ha.

Lantaa käytetään kierrossa keskimäärin $30 \text{ m}^3/\text{ha} / 5 \text{ v} = 6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$. Määrä vastaa noin 0,3 ey/ha eläintiheyttä.

Viherlannoituksen fosfori voidaan laskea lyhyen tähtäimen suunnittelussa kaikki käyttökelpoiseksi. Vihermassa sisältää fosforia yleensä noin 2,5–3,0 kg/t ka. Keskinäinen viherlannoituksen sato on 5 t ka/ha. Tällöin vihermassa sisältää fosforia 12,5–15 kg/ha. Lisäksi runsasjuuristoisten kasvien juuristossa ja muissa sadonkorjuutähteissä on myös merkittäviä määriä fosforia.

Taulukko 5.6.2.2. Viherlannoituskasvuston sisältämiä fosforimääriä kg/ha eri fosforipitoisuuksilla ja satotasoilla (ilman juuriston ja sängän sisältämää fosforia).

Fosforipitoisuus kg/t ka	Viherlannoituskasvuston satotaso t ka/ha				
	3	4	5	6	7
2	6	8	10	12	14
2,5	7,5	10	12,5	15	17,5
3	9	12	15	18	21

Viherlannoituksen avulla voidaan myös edistää fosforin vapautumista maan reserveistä, jolloin osa viherlannoituksen fosforista voidaan laskea täydennykseksi kiertoon. Maan alhaisilla fosforipitoisuuksilla (viljavuusluokka punaisella) vapautuminen on suurempaa kuin runsailla pitoisuuksilla (viljavuusluokka vihreällä).

Viherlannoitus:

- Voidaan rinnastaa seuraavan kasvin lannoituksessa karjanlantaan
- Ei laskennallista fosforilannoitustarvetta
- Ei yleensä lannoiteta
- Parantaa maan fosforivarojen hyväksikäyttöä.

Esimerkki. Mikä on viherlannoituksen merkitys fosforilannoitteena viljakierrossa?

Viljelykierto: Vehnä+ns-Nurmi1-Nurmi2-Ruis-Herne

Nurmi2:n sato 5 t ka/ha käytetään viherlannoitukseksi rukiille.

Rukiin lannoitukseen käytettävä viherlannoituskasvusto sisältää fosforia 2,5 kg/t ka x 5 t ka/ha = 12,5 kg/ha - ja keskimäärin kierrossa 12,5 kg/ha/5v = 2,5 kg/ha/v.

Tämä fosforimäärä voidaan rukiin vuotuislannoituksessa laskea kaikki käyttökelpoiseksi.

Viljelykierron aikana viherlannoituksen fosforia tulee lannoitteena käyttöön keskimäärin 2,5 kg/ha/v.

Fosforia on lisäksi myös viherlannoitusnurmen juuristossa ja sängessä suunnilleen vastaava määrä.

TÄYDENNYSLANNOITUS

Mikäli tilalla on *fosforilannoituksen täydennystarvetta*, lasketaan ensin keskimääräinen täydennystarve luomusuositusten perusteella viljelykierron (kg/ha/kierto) (Luku 5.2.2 ja 5.3.2.). Sen jälkeen valitaan, mitä tilan ulkopuolisia fosforilannoitteita käytetään eri viljelykierron sekä lasketaan tarvittava käyttömäärä. Seuraavaksi suunnitellaan täydennyslannoitteiden levitysajankohta viljelykierron ja levitysmenetelmä.

Mikäli tilalla ei ole karjaa, niin *lantaa* voidaan hankkia tilan ulkopuolelta täydennyslannoitteena. Lantaa hankitaan mieluiten lähistön yhteistyötilalta, jonne toimitetaan rehua.

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. Luettelo sallituista kaupallisista lannoitteista on KTTK:n [www-sivuilla \(www.kttk.fi >luomu\)](http://www.sivuilla(www.kttk.fi >luomu).

Luujuuhot

Luujuuho ja lihaluujuuho ovat lannan jälkeen nopeavaikutteisimpia fosforitäydennyslannoitteita luomuviljelyssä. Niiden sisältämästä fosforista vain pieni osa on vesiliukoista (noin 4 %). Sitruunahappoliukoista fosforia on noin 26 % kokonaisfosforista. Fosfori on saatavissa kasvien käyttöön sitä nopeammin, mitä hienommaksi luuaines on jauhettu. Palkokasvit ja rypsi pystyvät hyödyntämään happamien juurieritteiden avulla muita kasveja paremmin luujauhon fosforia. Sienijuuri parantaa merkittävästi luujauhon fosforin hyväksikäyttöä. Luujauho näyttää myös suosivan sienijuuria kasvien juuristossa. Luujauholla on monivuotinen jälkivaikutus kierron aikana.

Nykyisin lihaluujuuho sisältää kokonaisfosforia noin 6 % ja tyyppiä 7 %, kaliumia ja rikkiä on noin 0,3 %. Lihaluujauholla on myös huomattava typpi- sekä rikkilannoitusvaikutus.

Lihaluujauho sopii esim. viljatilan kierrossa viljan typpi- ja fosforilannoitteeksi sekä koko kierron fosforilannoitteeksi. Luujauhon käyttömäärä voi vaihdella 100–1000 kg/ha välillä. Levitys tapahtuu useimmiten kerran viljelykierron aikana.

Varmistu luujauhoa koskevista määräyksistä ennen luujauhon sisällyttämistä lannoitus suunnitelmaan.

Raakafosfaatit

Fosforimineraalit jaetaan alkuperänsä perusteella ns. *pehmeisiin raakafosfaatteihin*, jotka ovat orgaanista alkuperää sekä koviin raakafosfaatteihin, jotka ovat magmaattista alkuperää. Kovia raakafosfaatteja nimitetään *apatiittimineraaleiksi*.

Niiden lannoitusvaikutus on riippuvainen niiden pehmeystä ja hienousasteesta. Raakafosfaatit ovat pehmeitä ja apatiitit kovia. Mitä hienommaksi ne on jauhettu ja mitä suurempi on happamuus, sitä nopeampaa on niiden fosforin vapautuminen. Hienoudeltaan alle 0,2 mm jauhe voi vaikuttaa noin 15 kertaa nopeammin kuin yli 0,6 mm jauhe. 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 tällä hetkellä ole Suomen markkinoilla lähinnä niiden korkean kadmiumpitoisuuden takia.

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).

Apatiitin seula-analyysi	
alle 0,5 mm	99 %
alle 0,1 mm	70 %
alle 0,05 mm	39 %

Apatiitin fosforin liukoisuus on alhaisempi kuin raakafosfaatin. Apatiitissa fosforista vesiliukoista on noin 0,01 % ja sitruunahappoon liukenevaa fosforia noin 1/7 fosforin (2 %-yks) kokonaismäärästä. Happamalla savimaalla tehdyssä astiakokeessa vaikutus oli noin 10–15 % superfosfaatin fosforilannoitusvaikutuksesta. Vaikutusajan pidentyessä fosforin käyttökelpoisuus paranee.

Sitruunahappoliukoista osuutta raakafosfaattien fosforista pidetään suhteellisen helposti käyttöön saatavissa olevana, mikäli olosuhteet ovat fosforin vapautumiselle sopivat. Maan pH vaikuttaa merkittävästi raakafosfaattien liukoisuuteen. Happamalla mailla (pH alle 5,5) aikoinaan käytössä ollut hienofosfaatista fosforia vapautui merkittävästi suoraankin esimerkiksi kauran käyttöön. Palkokasvien juurieritteet pystyvät laskemaan juuristovyöhykkeen pH:ta, joka parantaa apatiitin liukoisuutta. Maan aktiivinen pieneliötoiminta parantaa kasvien fosforin saantia raakafosfaateista.

Kompostoinnissa hajottajat tuottavat orgaanisia happoja ja voivat niiden avulla liuottaa raakafosfaattien fosforia. Hajotuksessa syntyy myös humiiniaineita, jotka myös parantavat fosforin käyttökelpoisuutta. Apatiittia ja raakafosfaattia käytetään karjatiljoilla mieluiten navetan/ lantalan/ kompostin kautta. Käyttömäärät (kg/pv, kg/vk, kg/ha, kg/m³) on tarpeen laskea, jotta lantaan saadaan sopiva ja tasainen fosforitäydennys.

Karjattomilla tiloilla raakafosfaatit ja muut hidasliukoiset fosforilannoitteet levitetään suoraan peltoon ensisijaisesti apilanurmille ja viherlannoituksille kohdistettuna. Yleensä hidasliukoiset fosforilannoitteet on suositeltavaa levittää viljelykierrossa viimeistään 1–2 vuotta ennen nurmen perustamista tai viherlannoitusta. Fosforilannoitus hidasliukoisilla fosforilannoitteilla tehdään yleensä 1–2 kertaa viljelykierron aikana.

Apatiitin käyttömäärät voivat olla noin 500–1000 kg/ha. Uudismailla ja muutoinkin maan fosforiluokan ollessa huono, kasvien vuotuisen fosforin saantiin tulee kiinnittää huomiota. Niillä mailla käytetään suuria fosforimääriä, esim. 1 - 3 t/ha raakafosfaatteja tai tuomaskuonaa ylimääräisenä peruslannoituksena. Vuotuislannoitukseen on tällöin syytä käyttää fosforipitoisia lantoja tai luujauhoa hidasliukoisten kivijauheiden lisäksi.

Fosforilannoituksen suunnittelussa on varmistuttava, että lisättyjen lannoitteiden liukoisen fosforin määrät eivät ylitä ympäristöehtojen sallimia enimmäismääriä neljän vuoden tasausjakson aikana.

Enimmäismääriä laskettaessa ympäristöehtojen mukaiset liukoisuuskertoimet ovat seuraavat:

lannat, virtsa	0,75
luujauho	0,75
tuomaskuona, raakafosfori	0,5
raakafosfaatti, apatiitti	0,1

Viljelykierron fosforilannoitustarpeen laskemista ja lannoituksen suunnittelua on käsitelty mm. luvuissa 5.2.2. ja 5.3.3.3. sekä 5.4.

Eräiden täydennyslannoitteiden ravinnepitoisuuksia esitetään taulukossa 5.6.3.4.-5.

Keinoja parantaa fosforin käyttökelpoisuutta ja kasvien fosforin saantia niukan fosforilannoituksen strategiassa

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

© HY/Mli Rajala 2005

Fosforilannoituksen ydinkohtia

- Sadoissa poistuva fosfori 9-15 kg/ha on syytä palauttaa maahan viljavuudeltaan alhaisilla ja keskinertaisilla mailla.
- Mikäli maan helppoliukoisen fosforin määrää halutaan nostaa, niin yleensä tarvitaan poistumaa suurempi lannoitus.
- *Hyvässä* ja osin myös *tydyttävässä* luokassa lannoitus voi olla poistumaa pienempi.
- *Korkeassa* luokassa ei lannoiteta tilan ulkopuolisilla lannoitteilla. Fosforilannoitus jätetään mieluiten hyvin vähäiseksi tai kokonaan pois. Arveluttavan korkeassa luokassa ei fosforilannoitusta saa käyttää lainkaan.
- *Tydyttävässä* ja sitä korkeammissa luokissa vuotuislannoituksen merkitys sadon määrään on vähäinen. Lannoitustarve on lähinnä maan ravinnepitoisuuden ylläpitoon tähtäävää sekä laatulannoitustarvetta.
- *Välttävissä* ja sitä huonommissa luokissa on syytä lannoittaa vähintään satopoistuman verran.
- *Huonossa* ja *huononlaisessa* luokassa lannoitustarve on suurin. Mikäli halutaan runsas ja hyvälaatuinen sato ja/tai nostaa maan fosforipitoisuutta, tulee fosforilannoituksen olla selvästi poistumaa suurempi. Näissä luokissa kuitenkin vaihtuvan fosforin määräytyminen on epäluotettavin lannoitustarpeen ilmaisija. Orgaanisella fosforilla ja pieneliötoiminnalla voi olla suuri merkitys kasvien fosforin saantiin.
- Aikaisilla ja lyhytkortisilla (vilja)lajikkeilla lannoitustarve on viljasta suurin.
- Lannoitustarve määräytyy ensisijaisesti maan vaihtuvan fosforin perusteella. Vaikuttava tekijä on myös maan eloperäinen fosfori, joka ei näy viljavuustutkimuksessa.
- Lannan fosfori voi olla keskipitkällä aikavälillä väkilannoitefosforia tehokkaampaa fosforilannoitetta.
- Viherlannoituksen fosfori voidaan rinnastaa karjanlannan fosforiin kasvien fosforin lähteenä.
- Esikasvivaikutuksilla voi myös olla huomattava fosforilannoitusvaikutus.
- Eloperäiset fosforilannoitteet ja satojätteet tulisi mullata ennen sateiden huuhtovaa vaikutusta fosforin hävikkien minimoimiseksi.
- Maan rakenne, eloperäisen aineksen määrä ja laatu, pieneliötoiminta ja kosteus sekä happamuus vaikuttavat merkittävästi kasvien fosforin saantiin maasta.

© HY/Mli Rajala 2005

5.6.3 KALIUMLANNOITUS

KASVIEN KALIUMIN TARVE

Sadot ottavat kaliumia runsaasti kuten tyyppäkin. Tarve vaihtelee kasvilajeittain. Runsaasti kaliumia ottavat nurmet ja juurikasvit sekä vihannekset, joilla sitä myös poistuu sadon mukana runsaasti. Viljoilla kaliumin lannoitustarve on pienekkö ja poistuma jyväsadossa on pieni.

Kasvien kaliumpitoisuudet vaihtelevat yleensä 2–3 % välillä kuiva-aineesta. Tuleentuneissa kasvinosissa kaliumpitoisuudet voivat poiketa oleellisesti vihreiden kasvinosien kaliumpitoisuuksista. Laidun- ja säilörehuasteella nurmien kaliumpitoisuudet ovat noin 3 %, mutta heinäasteella alle 2 %. Viljanjyvissä kaliumia on noin 0,5 % ja oljissa 1–2 %. Tuleentuessa perunan mukulan kaliumpitoisuus nousee noin 0,3–0,6 %:iin.

Kaliumlannoituksen suunnittelussa etsitään vastauksia mm seuraaviin kysymyksiin:

- Miten paljon kasvit voivat saada kaliumia maasta?
- Mikä on vaihtuvan kaliumin määrä maassa?
- Miten paljon kaliumia voi vapautua maan kaliumreserveistä?
- Mikä merkitys lannalla on kaliumlannoituksessa?
- Mikä merkitys viherlannoituksella on kaliumlannoituksessa?
- Miten viljelykierto ja satotaso sekä tuotantosuunta vaikuttavat kaliumlannoitukseen?
- Paljonko tarvitaan ulkopuolista täydennyslannoitusta?
- Mitä täydennyslannoitteita käytetään? Paljonko? Mille kasveille viljelykierrossa ne annetaan?

Kasvien ottaman ja sadoissa poistuvan kaliumin määrä vaihtelee eri kasveilla suuresti. Viljakasvusto ottaa kaliumia noin 60–100 kg/ha. Viljan jyväsadoissa kaliumia poistuu noin 15–20 kg/ha. Lisäksi oljissa poistuu noin 35–80 kg/ha. Nurmisadoissa kaliumia poistuu noin 100–200 kg/ha ja perunasadoissa noin 100–200 kg/ha. Nurmissa poistuma on suuri, samoin perunassa, muissa juureksissa ja vihanneksissa.

Poistuva määrä vaihtelee satotason ja kasvilajin mukaan. Koko kasvuston ottamat kaliummäärät ovat aina satopoistumaa huomattavasti suurempia. Satopoistuma muuttuu suorassa suhteessa satotason muutokseen.

Kasvien kaliumin oton kannalta kriittisiä vaihteita ovat mm:

- Oras- ja taimivaihe, jolloin juuristo on vielä pieni
- Niiton jälkeinen kasvuvaihe, jolloin ravinteiden otto on keskeytynyt ja vielä heikentynyt
- Kuivuus; kuivassa maassa kalium ei liiku
- Maan tiiviys, liiallinen märkyys, happamuus jne. Maan hyvä peruskunto on tärkeä tiheän, laajan juuriston kasvulle ja toiminnalle, maan sopivalle kosteudelle jne.

KALIUMLANNOITUSTARVE

Eri kasvien kaliumin hyväksikäyttökyvyssä on huomattavia eroja. Tämän takia esim. viljoja lannoitetaan yleensä enemmän kuin kaliumia sadossa poistuu. Nurmia lannoitetaan vastaavasti huomattavasti vähemmän kuin sadoissa poistuu. Kaliumlannoitusta tarvitaan myös hyvän laadun tuottamiseksi esimerkiksi ruokaperunan viljelyssä.

Tilatyyppin vaikutus kaliumin poistumaan tilalta

Korjattaessa viljelykierroista ainoastaan viljan jyväsatoja kaliumin poistuma on pienin. Mitä suurempi on nurmen ja/tai perunan osuus kierrossa, sitä suurempi on myös kaliumin poistuma – ja lannoitustarve.

Kasvinviljelytiloilla kaikki tai suurin osa (noin 80–100 %) sadon mukana pelloilta pois korjatusta kaliumista myös poistuu tilalta tuotteiden mukana. Karjatiloihin rehujen kaliumista yli 90 % erittyy virtsaan ja sontaan ja alle 10 % myydään eläintuotteissa tilalta. Tällöin tilan kaliumhuollon kannalta on ratkaisevaa, miten hyvin kaliumin hävikit kierron eri vaiheissa voidaan ehkäistä ja miten hyvin

kasvustojen ottama kalium saadaan takaisin peltoon ja seuraavien kasvien käyttöön (lanta, puristeme-hu ym).

Taulukko 5.6.3.1. Kaliumin poistuman suuruusluokkia sadoissa pelloilta ja tilalta kg/ha eri tilatyypeis-sä.

	Sadoissa		Tuotteissa tilalta poistuva	
	K kg/ha	K kg/ha	K kg/ha	%
Viljatilat	10-15	10-15	10-15	100
Viljatilat, Nurmea 20%	30-45	30-45	30-45	100
Juures- ja vihannestilat	80-100	60-90	60-90	60-90
Sikatilat	15-20	4	4	20-25
Nautatilat	80-120	5	5	5

© HY/Mli Rajala 2005

Viljatilalla vain viljojen jyväsadot korjataan ja poistuvat tilalta. Jos myytävän nurmen osuus on 20 %, niin satojen ja poistuvan kaliumin määrä kolminkertaistuu. Sikatilalla vain viljat korjataan.



Kuva 5.6.3.1. Kaliumlannoitustarpeeseen vaikuttavia tekijöitä.

Kaliumin lannoitustarve voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen:

1. Sadon määrään vaikuttava lannoitustarve (määrälannoitustarve)
2. Sadon laatuun vaikuttava (laatulannoitustarve)
3. Maan kaliumvarastojen ylläpito- ja täydentäminen (peruslannoitustarve).

Eri tyyppisten kaliumlannoitustarpeiden merkittävyyttä havainnollistetaan oheisessa taulukossa 5.6.4. eri viljavuusluokissa. Kaliumin lähteet on ryhmitelty kolmeen ryhmään; kierrätyslannoitteet tilan sisällä, täydennyslannoitteet tilan ulkopuolelta sekä maan kaliumpitoisuuden alentaminen (=reservien käyttö).

Taulukko 5.6.3.2. Kaliumlannoituksen tarve arvioituna lannoitusperusteiden ja lannoituslähteiden alkuperän perusteella eri viljavuusluokissa.

Maan ravinnepitoisuus Vaihtuva+reservi nen1)	Lannoituksen peruste		Kaliumin alkuperä			
	Perus- lannoitus	Sadon määrä	Laatu	Kierrätys tilalla	Täydennys lannoitus	Vähentämi-
Arveluttavan korkea	-	-	-	x	-	xxx
Korkea	-	-	(x)	x	-	xx
Hyvä	-	(x)	x	x	-	(x)
Tyydyttävä	-	(x)	xx	xx	-	-
Välttävä	x	x(x)	xxx	xxx	x	-
Huononlainen	xx	xxx	xxx	xxx	xx	-
Huono	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	-

2) Vaihtuvan ravinteiden pitoisuuden vähentämistarve

© HY/Mli Rajala 2005

3) xxx = lannoitustarve tai ravinnepitoisuuden vähentämistarve on suuri

xx = tarve keskinkertainen

x = tarve vähäinen tai varsin vähäinen (sulut)

- = tarvetta ei ole

Peruslannoitus = varastolannoitus = maan ravinnevarastojen lisäämiseen tähtäävä lannoitus

Sadon määrä = sadon määrän lisäämiseen tähtäävä lannoitus

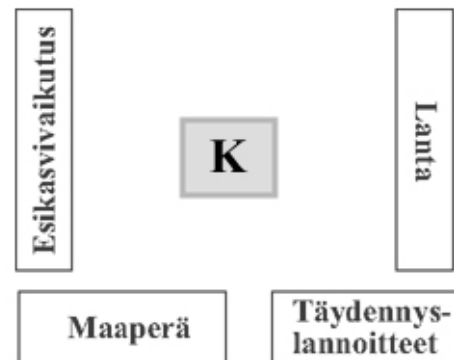
Laatu = laatulannoitus = lannoitusta, jonka tarkoitus on parantaa sadon laatua

Kaliumlannoitustarpeen laskemista on käsitelty luvussa 5.2. Lannoitustarve kohdassa 5.3. 3. Pelto-tase.

KALIUMIN LÄHTEET

Kasvit voivat saada kaliumia mm. seuraavista lähteistä:

- Maaperän vaihtuva kalium
- Maaperän reservikalium
- Lannan kalium
- Viherlannoituksen kalium
- Täydennyslannoitteiden kalium



Kuva 5.6.3.2. Kasvien kaliumin lähteitä.

© HY/Mli Rajala/TP 2005

Vaihtuvan kaliumin määrä ruokamultakerroksessa vaihtelee viljavuusluokittain noin 60–1600 kg/ha välillä ja koko juuristokerroksessa määrät ovat noin kolminkertaisia. Vaihtuvan kaliumin määrä kuvaa vaatelioiden kasvien kaliumin saannin mahdollisuuksia. Tehokkaasti kaliumia ottavat kasvit, kuten esim. nurmet voivat hyödyntää myös reservikaliumia ja pohjamaan kaliumia.

Vesiliukoista kaliumia on maassa noin 1 % vaihtuvan kaliumin määrästä.

Maan kaliumin luovutuskyky on tärkeä kaliumlannoituksen suunnitteluun vaikuttava tekijä (reservikalium viljavuustutkimuksessa!).

Reservikaliumin määrä viljavuustutkimuksessa kertoo melko hyvin maan kaliumin luovutuskyvyn. Reservikaliumia on savi- ja hiesumaissa noin 10–20 t/ha 60 cm juuristokerroksessa eli reservikaliumin viljavuusluokka on yleensä aina hyvä. Lannoitustarve on silloin hyvin pieni. Hiekkamailla reservejä on vain noin 1–2 t/ha ja turvemilla tätäkin vähemmän, luokka on yleensä huono tai huononlainen. Hietamailla reservejä voi olla yleensä noin 4–10 t/ha. Toisinaan kuitenkin paljon enemmänkin. Viljavuusluokka on yleensä välttävä tai tyydyttävä, toisinaan myös hyvä. Mikäli hietamaa sisältää savesta vähintään 5–10 %, saattaa maasta vapautuva kalium riittää esimerkiksi nurmen tarpeisiin ilman lannoitustakin. Kaliumin vapautuminen maasta voi savimailla olla noin 50–150, karkeilla kivennäismailla noin 10–50 (70) ja eloperäisillä mailla 0–50 kg/ha/v.

Savimailla sekä savesta sisältävillä mailla kaliumtäydennystä ei yleensä tarvita, vaan näillä mailla voidaan käyttää hyväksi maan omia ravinnevaroja. Tällöin komposti/lietelanta tai viherlannoitus on viljojen, perunan ja puutarhakasvien tärkein kaliumin lähde.

Kaliumin käyttökelpoisuuden ja vapautumisen ennakointi maasta

1. Maalaji ja tarkemmin maalajin savespitoisuus (kiillepitoisuus) kertoo maan kaliumin luovutuskyvystä. Saveksesta ja kiilteistä kaliumia vapautuu merkittäviä määriä. Savimailla sekä savesta (kiilteitä) sisältävillä karkeilla kivennäismailla kaliumia voi vapautua jopa sadon koko tarvetta vastaava määrä.

2. Vaihtuvan kaliumin viljavuusluokka viljavuustutkimuksessa kertoo epäsuorasti myös maan kaliumin luovutuskyvystä. Huonossa ja huononlaisessa viljavuusluokassa maasta vapautuvan kaliumin varastot ovat yleensä aina vähäisiä. Tyydyttävässä ja hyvässä viljavuusluokassa maan varastot ovat useimmiten runsaat. Välttävissä luokassa tilanne voi olla vaihteleva. Tällöin kaliumreservien tutkiminen on hyödyllisintä.

3. Maan reservikaliumin määrä (uutto kuumaan suolahappoon) kertoo tarkemmin maan kyvystä luovuttaa kaliumia kasvien käyttöön. Mikäli viljavuustutkimuksessa kaliumreservien määrä on hyvä, voi kaliumin vapautuminen olla runsasta. Se ollessa välttävä tai tyydyttävä, voi kaliumin vapautuminen maasta olla myös huomattavaa.

4. Viljelykierrossa vanhimpien nurmien odelmasadon kaliumpitoisuutta seuraamalla voidaan arvioida kaliumin riittävyttä ja havaita mahdolliset puutokset.

Karjatiloiilla *lanta* on merkittävin kaliumlannoite. Lannan huolellinen talteenotto ja varastointi on tärkeää tilan kaliumhuollon kannalta. Erityisesti virtsa tulee ottaa huolella talteen, koska siihen erittyy noin 2/3 rehujen kaliumista. Myös lannan varastoinnissa kaliumin hävikit tulee minimoida. Kompostoinnissa valumat tulee estää, jotta kaliumin hävikit vältetään.

Karjattomilla kasvinviljelytiloilla tilalle hankittu komposti/lietelanta on viherlannoituksen ohella viljojen, perunan ja puutarhakasvien tärkein kaliumlannoite.

Lannan eri käyttömäärillä kaliumia levitetään taulukon 7 mukaisia määriä. Pienet kertalevitysmäärät ovat suositeltavimpia kaliumlannoituksen hyväksikäytön kannalta. Näin varsinkin huuhtoutumiselle alttiilla maalajeilla (karkeat kivennäismaat ja eloperäiset maat).

Taulukko 5.6.3.3. Eri eläinten lannoista kertyviä kaliummääriä eri levitysmäärillä kg/ha.

Lantalaji	Lannanlevitysmäärä t/ha						
	10	15	20	25	30	35	40
Kanan kuivikelanta	113	169	225	281	338	394	450
Lampaan kuivikelanta	108	163	217	271	325	379	433
Naudan virtsa	45	68	90	113	135	158	180
Sian kuivikelanta	37	56	75	93	112	131	149
Naudan kuivikelanta	36	53	71	89	107	124	142
Hevosen kuivikelanta	31	46	62	77	92	108	123
Naudan lietelanta	29	44	58	73	87	102	116
Kanan lietelanta	19	29	38	48	57	67	76
Sian lietelanta	19	29	38	48	57	67	76
Sian virtsa	15	23	30	38	45	53	60

Viljavuuspalvelu 2000

Kaliumlannoitukseen tarvittava lannan määrä vaihtelee eri viljavuusluokissa ja viljelykierroissa huomattavasti. Karjatiloiilla omavarainen ruokinta (noin 0,5–0,7 ey/ha) ja omavarainen kaliumlannoitus on mahdollista, kun hävikit minimoidaan ja käytetään tasapainoista viljelykiertoa, ja mikäli kaliumin viljavuusluokka on keskimäärin vähintään välttävä ja maan kaliumreservit ovat vähintään tyydyttävät.

Esimerkki. Mikä on lannan osuus viljatilalla kaliumlannoituksessa 5-vuotisen viljelykierron aikana, kun naudan lietelantaa käytetään 30 t/ha kerran viljelykierrossa?

Naudan lietelantaa levitetään kerran viljelykierrossa 30 t/ha. Keskimäärin sitä levitetään kierron aikana 6 t/ha/v, joka vastaa eläintihyeytenä noin 0,3 ey/ha. Lietelannassa kaliumia on 2,9 kg/t ja 30 tonnissa on 30 t/ha x 2,9 kg/t = 87 kg/ha. Koska lantaa levitetään vain kerran viljelykierrossa eli viidessä vuodessa, on keskimääräinen kaliumlannoitus 87 kg/ha / 5 v = 17,4 kg/ha/v. Näin 30 tonnista lietelantaa kertyy laskettu 17,5 kilon kaliumin tarve hehtaaria kohti keskimäärin vuosittain.

Lietelannan kaliumia	30 t/ha x 2,9 kg/t = 87 kg/ha / 5 v = 17,4 kg/ha/v
Kaliumin laskettu lannoitustarve (Luku 5.4.)	16,5 kg/ha/v
Ylijäämä kg/ha	0,9 kg/ha/v

=> Lannan kalium riittää kattamaan lasketun kaliumlannoitustarpeen, mikäli kaliumin hävikit lannasta ja pellostasta saadaan pidettyä vähäisinä.

Viherlannoituksen kalium voidaan laskea lyhyen tähtäimen suunnittelussa kaikki käyttökelpoiseksi. Vihermassa sisältää kaliumia yleensä noin 25–30 kg/t ka. Keskimääräinen viherlannoituksen sato on 5 t ka/ha. Tällöin vihermassa sisältää kaliumia 125–150 kg/ha. Lisäksi runsasjuuristoisten kasvien juuristossa ja muissa sadonkorjuutähteissä on myös kaliumia. Viherlannoituksen avulla saadaan myös lisättyä kaliumin vapautumista maan reserveista, jolloin osa viherlannoituksen kaliumista voidaan rinnastaa ”täydennyslannoitteeksi”. Alhaisilla maan kaliumpitoisuuksilla (viljavuusluokka punaisella) vapautuminen on vähäistä (turvemaiilla olematonta) ja runsailla pitoisuuksilla (viljavuusluokka vihreällä) vapautumismahdollisuudet ovat runsaat. Maan *reservikaliumin määräitys viljavuustutkimuksessa* kertoo maan kaliumin luovutuskyvyn.

Esimerkki. Mikä on viherlannoituksen merkitys kaliumlannoitteena viljakierrossa?

Viljelykierto: Vehnä+ns-Nurmi1-Nurmi2-Ruis-Herne
Nurmi2:n sato 5 t ka/ha käytetään viherlannoitukseen rukiille.

Rukiin lannoitukseen käytettävä viherlannoituskasvusto sisältää kaliumia 25 kg/t ka x 5 t ka/ha = 125 kg/ha - ja keskimäärin kierrossa 125 kg/ha / 5 v = 25 kg/ha/v. Tämä määrä voidaan laskea rukiin lannoituksessa rukiille käyttökelpoiseksi kaliumiksi. Kaliumia on lisäksi myös nurmen juuristossa, jossa sen pitoisuus on versoja noin puolta pienempi. Viherlannoituksesta kaliumia kertyy selvästi laskettua tarvetta 17 kg/ha/v enemmän (25 kg/ha/v) kaliumia. Viherlannoituksen kaliumia voi myös huuhtoutua ja pidättyä. Hävikki riippuu ensisijaisesti sääolosuhteista ja maalajista sekä käytettävästä viljelytekniikasta.

Pitemmällä tähtäimellä on erikseen arvioitava, minkä verran viherlannoituskasvuston kaliumista voidaan laskea ”ulkopuolelta täydennyksenä saaduksi”. Jos tilan kaliumhuollon tavoitteena on mahdollisimman suuri omavaraisuus, niin savimailla kaikki viherlannoituksen kalium voidaan laskea varsinaiseksi ”täydennys”lannoitteeksi.

Pohjamaan kalium voi olla tärkeä kasvien kaliumin lähde, jos pohjamaassa on enemmän savesta kuin ruokamultakerroksessa. Hyvissä (juuriston kasvu)olosuhteissa noin puolet kaliumista voi olla peräisin pohjamaasta. Viljavuustutkimuksessa onkin suositeltavaa ottaa myös *pohjamaanäytteitä* (muilla kuin savimailla) ja analysoida niistä vaihtuvan ja reservikaliumin määrät.

Karjattomilla tiloilla viherlannoituksen ja esikasvien juuriston ja sadonkorjuutähteiden kaliumlannoitusvaikutus on tärkeä osa tilan kaliumhuoltoa. Karkeilla kivennäismailla ja turvemaiilla tarvitaan lisäksi täydennyskaliumia tilan ulkopuolelta niin paljon, että lannoituksessa kertyy kaliumia suunnitteen satopuiston verran.

Biotiitti-kivijauhe ja bioapatiitti ovat merkittävimmät kaliumtäydennyskaliumlannoitteet lantojen ohella. Ensin määritetään biotiitin käyttötarve viljelykierron kaliumlannoitustarpeen ja/tai pelto-taselaskelman perusteella. Biotiittia käytetään nurmia perustettaessa 1 - 3 t/ha/nurmivuosi (= tavoite). Puutarhaviljelyssä biotiittia voidaan käyttää maan kaliumvaraston täydennykseen. Puun tuhkaa voidaan käyttää myös rajoitetusti kaliumlannoitteena, mikäli puutavaraa ei ole varastoitu vedessä, jolloin suurin osa kaliumista on huuhtoutunut pois. Tuhkan käyttöä rajoittavat korkeat raskasmetallipitoisuudet.

Eräiden täydennyslannoitteiden ravinnepitoisuuksia esitetään taulukossa 5.6.3.4 ja 5.6.5. sivulla 182.

Esimerkki.

Mikä on kaliumin täydennyslannoituksen tarve viljakierrossa, kun kummankin nurmivuoden sato myydään? Tarvittaessa voidaan hankkia biotiittia täydennyslannoitteeksi. Biotiitin kaliumpitoisuus on 33 kg/t. Viljelykierto: Vehnä+ns-Nurmi1-Nurmi2-Ruis-Herne.

Lannoitustarvelaskelman perusteella kaliumlannoitustarve on 24 kg/ha. Lantaa käytetään 30 t/ha/5v, jolloin siitä kertyy kaliumia $30 \text{ t/ha} \times 2,9 \text{ kg/t} = 87 \text{ kg/ha} / 5 \text{ v} = 17,4 \text{ kg/ha/v}$. Lisälannoitusta tarvitaan $24 - 17,4 \text{ kg/ha} = 6,6 \text{ kg/ha}$.

Biotiittia tarvitaan $6,6 \text{ kg/ha} / 33 \text{ kg/t} \times 5 \text{ v} = 1 \text{ t/ha/5 v}$.

Biotiittia 1 t/ha kerran viisivuotisessa viljelykierrossa riittää kattamaan lasketun kaliumin täydennyslannoitustarpeen.

Kaliumlannoituksen ydinkohtia luomutilalla

- Kaliumia poistuu luomutilalta tuotteissa usein enemmän kuin sitä rehuissa ja lannoitteissa tilalle ostetaan.
- Kaliumin alijäämäinen tase voidaan kattaa kokonaan tai osittain maamineraaleista vapautuvan kaliumin avulla.
- Runsaasti kaliumia sisältävillä savimailla kaliumia voi vapautua viljelykierron aikana keskimäärin noin 50–100 kg/ha. Savesta (kiilteitä) sisältävillä karkeilla kivennäis- ja multamailla kaliumin vapautuminen voi olla savespitoisuudesta riippuen noin 15–70 kg/ha. Savesta sisältämättömillä hiekka- ja hietamailla kaliumia voi vapautua vain noin 5–15 kg/ha ja turvemailla ei lainkaan. Lannoitus voi olla vapautuvan kaliumin verran sadossa poistuvaa kaliummäärää pienempi. Kaliumin huuhtoutuminen ja mahdolliset muut hävikit on tarpeen myös ottaa huomioon.
- Lämpö ja maan kosteus edistävät kaliumin ottoa ja vapautumista maamineraaleista.
- Maan vedenpidätyskyvyn lisäys parantaa maan kosteusoloja ja poudan kestävyyttä sekä kasvien kaliumin ottoa.

© HY/Mli Rajala 2005

Kaliumlannoitustarve pääpiirtein eri viljavuusluokissa nurmi-viljakierroissa

- *Hyvä ja korkea*
 - *ei lannoitustarvetta
- *Tyydyttävä*
 - *riittää lähes täyteen satoon ilman vuotuislannoitusta
- *Välttävä*
 - *pieni sadonalennus ilman K-lannoitusta
 - *pienikin lisälannoitus riittää täyteen satoon
 - *vuotuislannoituksen tarve korostuu – vanhat nurmet! tai
 - *annettava hidasliukoinen varastolannoitus
- *Huononlainen ja huono*
 - *kaliumin vuotuislannoitus on tarpeen tai
 - *annettava hidasliukoinen varastolannoitus

© HY/Mli Rajala 2005

Taulukko 5.6.3.4. Luomuviljelyn täydennyslannoitteiden 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	35	-	3	0,2	0,4	-	-	++
2. Kuonat								
Masuunikuona, Raahe	26	33	6,5	-	-	1,5	16,8	+
Masuunikuona, Koverhar	22	33	8	-	-	-	-	+
Teräskuona	36	35	8	-	-	-	6,3	+
Tuomaskuona	33	-	0,9	-	7,4	0,1	5,3	++
Silikaattikalkki	>10	>10	-	-	-	-	-	-
3. Kivijauheet								
Biotiitti	7	14	5	4,7	0,6	-	-	++
Bioapatiitti	10	14	9	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	5-35	4	9	2	-	-	++
Kuorituhka	10-20	-	1-2	1-3	<1	-	-	++

Taulukko 5.6.3.5. Eräiden eloperäisten täydennyslannoitteiden ravinnepitoisuuksia.

Teurasjäte- valmisteet	N kok %	N liuk %	P %	K %	Mg %	Ca %	Hivenet - / + / ++	Huom!
Luu jauho	3-7	0,5	5-10	0,2	0,4	21	+	
Lihaluujauho	7	-	5-8	0,3	0,3	10-20	+	
Sarvijauhe	9-12	3,8	3-4	-	-	4	-	
Rypsi-/sinappirouhe	5	1,3	1,4					
Merileväjauhe	0,25	-	-	3,0	-	-	-	Sis. kasvua stimuloivia aineita betaiini ja syto- kiniini.

Maatalouden ympäristötuen ehtojen mukaiset fosforin (P) liukoisuuskertoimet

Lannat	0,75
Luu jauhot	0,75
Tuomaskuona, trikalsiumfosfaatti (raakafosfori)	0,50
Raakafosfaatti, apatiitti	0,10

Tarkista kulloinkin voimassa olevat luomuviljelyssä sallitut lannoitteet ja niiden ravinteiden liukoisuusker-
toimet.

Luettelo sallituista lannoitteista löytyy kasvintuotannon tarkastuskeskuksen internet-sivuilta
www.kttk.fi (>luomu >kasvintuotanto > luonnonmukaisessa tuotannossa sallitut lannoitteet).