



Luke Tietokortti



Viherlannoitus- ja kerääjäkasvit avomaavihannestuotannossa

Pirjo Kivijärvi, Sari Iivonen, Asko Hannukkala ja Terhi Suojala-Ahlfors
etunimi.sukunimi@luke.fi

Innovatiivinen
elintarvikeketju

© Luonnonvarakeskus (luke.fi) 2019

1 Viherlannoitus

1.1 Viherlannoituskasvit ja niiden ominaisuuksia

Viljelykierrolla ylläpidetään maan kasvukuntoa ja pyritään minimoimaan kasvintuhoojien aiheuttamat vaikutukset satoon. Viherlannoitus on luomuvihannestiloilla yleisesti käytetty menetelmä pellon kasvukunnon ja ravinteiden lisäämiseksi, ja sitä voi suositella myös tavanomaiseen vihannesviljelykiertoon. Viljelymaan orgaanisen aineksen (humuksen) määrällä on oleellinen vaikutus maan ravinteiden- ja vedenpidätyskykyyn sekä maan rakenteeseen, koska orgaaninen aines ruokkii maaperän eliöstöä ja edistää maaperän

biologista monimuotoisuutta. Viherlannoitus lisää myös peltojen kasvipeitteisyyttä ja hiilen sidontaa maaperään.

Viherlannoituskasvit jaetaan tyypillisesti yksi- ja monivuotisiin viherlannoituskasveihin. Monivuotisia viherlannoituskasveja käytetään välikasveina erityisesti maanparannustarkoituksessa. Usein kasvit jaotellaan myös typensitojakasveihin (palkokasvit) ja muihin viherlannoituskasveihin. Saneerauskasveilla tavoitellaan maalevintäisten tautien ja tuholaisten torjuntaa, ja useat niistä ovat ristikkukaiskasveja (Taulukko 1.).

Taulukko 1. Suomen kasvuolosuhteissa menestyviä kasvilajeja, joita voidaan käyttää viherlannoitukseen.

KASVIRYHMÄ	YKSIVUOTISIA KASVILAJEJA	MONIVUOTISIA KASVILAJEJA
Nurmipalkokasvit	Veriapila (<i>Trifolium incarnatum</i>) Persianapila (<i>Trifolium resupinatum</i>) Maa-apila (<i>Trifolium subterraneum</i>)	Puna-apila (<i>Trifolium pratense</i>) Valkoapila (<i>Trifolium repens</i>) Alsikeapila (<i>Trifolium hybridum</i>) Sirppimailanen (<i>Medicago falcata</i>) Sinimailanen (<i>Medicago sativa</i>) Valkomesikkä (<i>Melilotus albus</i>) Vuohenherneet (<i>Galega</i>)
Nurmiheinät	Italianraiheinä (<i>Lolium multiflorum</i>) Westerwoldin raiheinä (<i>Lolium multiflorum</i> subsp.)	Timotei (<i>Phleum pratense</i>) Nurminata (<i>Festuca pratensis</i>) Englanninraiheinä (<i>Lolium perenne</i>) Koiranheinä (<i>Dactylis glomerata</i>) Ruokonata (<i>Festuca arundinacea</i>)
Palkoviljat	Rehuherne (<i>Pisum sativum</i>) Härkäpapu (<i>Vicia faba</i>) Rehuvirna (<i>Vicia sativa</i>) Ruisvirna (<i>Vicia villosa</i>) Valkolupiini (<i>Lupinus albus</i>) Sinilupiini (<i>Lupinus angustifolius</i>)	
Viljat	Kaura (<i>Avena sativa</i>) Ohra (<i>Hordeum vulgare</i>) Vehnä (<i>Triticum aestivum</i>) Spelttivehnä (<i>Triticum spelta</i>) Ruis (<i>Secale cereale</i>)	
Saneerauskasvit	Öljyretikka (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>oleiformis</i>) Muokkausretikka (<i>Raphanus sativus</i>) Valkosinappi (<i>Sinapis alba</i>) Samettikukka (<i>Tagetes</i>)	

”Useat heinäkasvit pystyvät tuottamaan yhtä suuren tai suuremman juurimassan kuin palkokasvit.”



Palkokasvipitoisen viherlannoituskasvuston etuina on ilmakehän sisältämän typen hyödyntämisen lisäksi maan mikrobitoiminnan lisääntyminen, koska palkokasvit erittävät yhteyttämistuotteita maahan juuriston kautta enemmän kuin heinäkasvit (Yli-Halla 2016, suullinen tiedonanto). Maan rakenteen paraneminen perustuu ensisijaisesti palkokasvien paksuihin paalujuuriin ja syväjuurisuuteen. Useat heinäkasvit pystyvät tuottamaan yhtä suuren tai suuremman juurimassan kuin palkokasvit (Pietola ja Alakukku 2005, Niemi ym. 2005).

Viherlannoituskasvustojen valintaan vaikuttavat, millaisia lannoitusvaikutuksia tavoitellaan ja millaisia maan-

päällisiä ja maanalaisia biomassoja halutaan saada aikaan maan viljavuuden parantamiseksi ja muokkausvaikutuksen aikaansaamiseksi (Taulukko 2.). Suurisiemeniset palkokasvit (virnat, herne, härkäpapu, lupiinit) eivät juuri kestä niittoa, mutta pienisiemenisten palkokasvien (apilat, mailaset, mesikät) kasvua niitto voi jopa parantaa. Rehunurmiinkin sopivat heinälajit sekä ristikukkaiset kasvit (rypsi, rapsi, retikat, sinappi) kestävät hyvin niittoa, mutta näitä suurempisiemeniset ei-palkokasvit (viljat, hunajakukka, auringonkukka, tattari) eivät yleensä sitä kestä (Känkänen 2014).

Taulukko 2. Arvioita erilaisten viherlannoituskasvien ominaisuuksista. Taulukon pohjana käytetty lähde: Leinonen 1993.

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

Kasvilaji tai -seos	Vihermassa	Juuriston määrä	Biolog. N -sidonta	Juuriston syvyys	Kasvunopeus	Maahan muokattavuus	Kuivumisen kesto	Jälki-kasvu
1. vuoden apilanurmi	***	***	***	***	***	**	***	***
Kylvövuoden puna-apila	**	**	**	**	*	***	**	***
Persianapila	***	*	**	*	**	**	*	***
Härkäpapu	**	**	***	**	***	**	**	*
Rehuvirna	***	*	***	**	***	*	*	**(*)
Ruisvirna	***	***	***	**	***	*	**	*(*)
Rehuherne	***	**	***	**	***	*	**	*
Valkomesikkä	***	***	***	***	*	*	***	*
Lupiinit	*(*)	**	***	***	*	**	*	*
Mailaset	***	***	***	***	**	**	**	***
Kaura, kevätviljat	**	*(*)	–	*	***	**	*	*
Ruis, syysviljat	**	**	–	**	***	**	**	**
Nurmiheinät	**	**	–	*	*	***	**	***
Raiheinä	**	**	–	*	**	**	*	***
Rehurapsi	***	*	–	**	**	*	**	*
Sinappi	**	*	–	**	**	**	*	*

1.2 Viherlannoituskasvustojen siemenmäärät

Eri lähteiden suositukset viherlannoituskasvien ja -seosten kylvösiemenmääristä poikkeavat toisistaan. Tärkeintä on löytää omille pelloille ja omiin käyttötar-koituksiin sopivat siemenmäärät ja kasvilajiseokset (Taulukko 3.). Nyrkkisääntönä voisi pitää, että siemen-määrissä ei kannata säästää. Harva kasvusto ei pidä kurissa rikkakasveja eikä myöskään tuo toivottua ra-vinne- ja maanparannusvaikutusta.

”Tiheä viherlannoituskasvusto estää tehokkaasti yksivuotisten rikkakasvien kasvua.”

Taulukko 3. Esimerkkejä luomuvihannestiloilla käytetyistä viherlannoituskasvustojen siemenmääristä sekä siemenmääräsuosituksia eri lähteistä (Ra-jala 2006, RaHa-hanke 2012, Naturcom Oy 2019).

Kasvi/seos	Käytetyt siemenmäärät, kg/ha	Suositukset, kg/ha
Puna-apila + timotei	5 + 10-20	2-10 + 6-15
Puna-apila + nurminata + timotei	4 + 10 + 10	2-10 + 4-8 + 6-15
Kaura + puna-apila + timotei	180 + 5 + 10	150 + 2-7 + 6-15
Persianapila + rehuvirna + engl.raiheinä	8 + 30 + 10	4-10 + 40-60 + 3-15
Valkoapila + timotei + ital.raiheinä	4,5 + 10 + 10	1-4 + 6-15 + 5-15
Valkomesikkä + timotei	12 + 6	7-15 + 6-15
Valkomesikkä	7	7-15
Herne + sinappi	100 + 10	60-100 + 5-20
Herne + kaura	90 + 90	60-100 + 50-80
Herne + härkäpapu	70 + 230	60-100 + 60-120
Sinappi + härkäpapu	20 + 250	5-20 + 60-120
Ruisvirna		20-40
Rehuvirna		40-60
Sinimailanen		5-15

1.3 Viherlannoituskasvustojen massan tuotto ja ravinnepitoisuus

Monivuotisia palkokasveja sisältävillä seoskasvustoilla voidaan saavuttaa korkeita, yli 10 000 kg/ha kuiva-ai-nesatoja, jotka sisältävät myös huomattavan määrän typpeä, keskimäärin yli 150 kg/ha. Monivuotiset kas-vustot tuottavat myös huomattavia juuristomassoja,

jotka kuohkeuttavat maata ja tuovat ravinteita maa-han. Yksivuotisilla viherlannoitusseoksilla saavutetaan huomattavasti alhaisempia kuiva-ainemassan tuottoja, keskimäärin 3500-4500 kg/ha, koska yleisesti luomu-vihannestiloilla näiden kasvu aika on vain toukokuusta heinäkuulle, jonka jälkeen kasvusto muokataan maa-han ja kylvetään kerääjäkasvi (Kuva 1.).



Kuva 1. Herne-sinappi-viherlannoituskasvusto juuri ennen maahan muokkausta (Kuva: Pirjo Kivijärvi).

Eri tiloilta keräämiemme viherlannoituskasvustonäytteiden perusteella voidaan todeta, että kasvustojen kuiva-ainemassan tuotto vaihtelee suuresti. Luotettavin viherlannoituskasvuston massan tuoton määrittäminen on punnitseminen. Kasvuston tasaisuus vaihtelee peltolohkolla kasvuston tiheydestä ja kasvuoloista johtuen, joten tuoresadon mittaamista varten olisi hyvä ottaa pellolta useampi näyte esimerkiksi 0,25 m² tai 0,50 m²:n alalta (Kuva 2.). Näytteenotossa satokasvusto leikataan lyhyeen sänkeen näytealalta. Jos viherlannoituskasvustoa niitetään useaan kertaan kasvukaudessa ja massa jätetään peltoon, on hyvä mitata massan tuotto jokaisella niittokerralla erikseen, jolloin saadaan mitattua koko kasvukauden aikainen massan tuotto.



Kuva 2. Näytteenotto viherlannoituskasvustosta 0,25 m²:n kehikon avulla (Kuva: Pirjo Kivijärvi).

Kasvimassa laitetaan esimerkiksi muovipussiin, jolloin näyte voidaan punnita helposti pellolla mukana kulkevalla kalaväällä. Punituksen jälkeen lasketaan näytteiden painon keskiarvo, jonka perusteella voidaan laskea hehtaariohtainen viherlannoituskasvuston tuoremassan tuotto:

Hehtaarisato (kg/ha) (tuorepaino) = Satonäytteiden keskipaino (kg) / näyteala (m²) x 10 000

Tuoremassan määrittämisen jälkeen saadaan laskettua kuiva-ainemassan tuotto käyttäen hyväksi olemassa olevaa tietoa eri kasvilajien kuiva-ainepitoisuuksista (Taulukko 4.). Mikäli kyseessä on seoskasvusto, voidaan eri kasvilajien osuudet arvioida silmämääräisesti

Taulukko 4.

Eri kasvilajien kuiva-ainepitoisuuksia eri kasvuasteilla.

Kasvilaji	Kuiva-ainepitoisuus %
Puna-apila	
kesäkuun lopulla, kukintavaihe	16
syyskuussa	21
Valkoapila	
alkukesä	13
kukinnan loppuvaihe	17
Timotei	
kesäkuu, osittain tähkällä	19-22
tähkällä, kukinnan alussa	23
kukinnan lopussa	28-29
Valkomesikkä	
nuori kasvusto, kukinta alussa	15
kukinta puolella välissä	23
Virnat	
kukinnan alku	20
palot muodostuneet	18-20
Herne	
heinäkuun alku, kukintavaihe	16-17
palot muodostuneet	21-22
Härkäpapu	
kukinnan alku	13
palot muodostuneet	17-18
Sinappi	
kukintavaiheessa	17-18
kukinnan loppuvaiheessa	21
Rehu- ja muokkausretikka	7-8
Viljat	
vihantaviljat	20
tähkällä	25

kasvustosta. Tarkempi arvio luonnollisesti saadaan, jos näytteen eri kasvilajien massat punnitaan erikseen. Seoksen kuiva-ainepitoisuus lasketaan huomioiden eri kasvilajien osuudet:

Seoskasvuston kuiva-ainepitoisuus, % =
 $((A1 \times B1) + (A2 \times B2) + (A3 \times B3)) \dots / 100$, jossa
 A = Kasvilajin kuiva-ainepitoisuus-%
 B = kasvilajin osuus (%) tuorepainosta

Kasvuston kuiva-ainemassan tuotto lasketaan seuraavasti:

Kasvuston kuiva-ainemassan tuotto, kg/ha = Hehtaarisato (kg/ha) x kuiva-aine-% / 100

Viherlannoituskasvien typpipitoisuudet vaihtelevat kasvilajin ja kasvin kasvuasteen mukaan. Muiden ravinteiden osalta vaihtelu on vähäisempää. Ristikukkaiset sisältävät muita kasvilajeja enemmän rikkiä. Kasvilajin hiili-typpi-suhde (C/N) vaikuttaa typen vapautumiseen maassa. Mitä alhaisempi C/N on, sitä nopeammin typpi vapautuu massasta maahan muokauksen jälkeen (Taulukko 5.). Kasvuston ikääntyessä C/N-suhde nousee kuiva-ainepitoisuuden kasvun myötä.

Peltoon muokattavan maanpäällisen viherlannoitusmassan typpimäärä saadaan laskennallisesti kaavalla:

Viherlannoituskasvuston typpimäärä (kg/ha) = Viherlannoituskasvuston kuiva-ainesato (kg/ha) x kuiva-aineen typpipitoisuus (%) /100

Maan hajottajamikrobisto tarvitsee omaan lisääntymiseen kasvimassaa, jonka typpipitoisuus on noin 1,7 %. Alhaisen typpipitoisuuden omaavien kasvien massasta vapautunut typpi sitoutuu aluksi kokonaan hajottajamikrobiston toimintaan, mistä se vasta myöhemmin vapautuu kasvien käyttöön.

Taulukko 5.

Eri kasvilajien mitattuja kuiva-aineen ravinnepitoisuuksia ja C/N-suhde.

	Eri ravinteiden pitoisuus kuiva-aineessa					
	N %	P %	K %	Ca %	S %	C/N
Sinimailanen	3,7	0,4	2,9	1,8	0,2	11
Retikat	3,0	0,5	5,6	1,8	0,6	12
Valko-apila	3,3	0,3	3,5	1,4	0,2	13
Herne	3,0	0,3	2,2	1,3	0,1	14
Härkäpapu	2,9	0,4	2,3	0,9	0,1	14
Virnat	2,4	0,4	1,3	1,6	0,2	17
Puna-apila	2,3	0,2	2,0	1,4	0,1	19
Valkomesikkä	2,4	0,3	2,4	0,8	0,2	20
Viljat	2,1	0,3	1,8	0,5	0,2	20
Sinappi	1,9	0,3	2,8	1,1	0,4	22
Timotei	1,5	0,3	2,4	0,3	0,1	30

Esimerkilaskelma

Timotei-puna-apila-viherlannoituskasvusto:

- Kuiva-ainesadon tuotto: 10 000 kg k-a/ha
- Timoteita 60 % ja puna-apilaa 40 %
- Timotein typpipitoisuus 1,5 %, puna-apilan typpipitoisuus 2,5 %

Massan typpipitoisuus: $((60 \times 1,5) + (40 \times 2,5)) / 100 = 1,9 \%$

Kuiva-ainesadon sisältämä typpimäärä: $1,9 \times 10\,000 / 100 = 190 \text{ kg N/ha}$

Maaperän mikrobiston hajotustoiminnan ”yli” jäävä typpi: $1,9 \% - 1,7 \% = 0,2 \%$

Maanpäällisestä viherlannoitusmassasta laskennallisesti seuraavan kasvin käyttöön tuleva typpimäärä:
 $0,2 \times 10\,000 / 100 = 20 \text{ kg N/ha} + \text{juurimassan sisältämä typpi}$

” Typen vapautuminen maahan muokatusta vihermassasta alkaa noin kolmen viikon kuluttua.”



1.4 Viherlannoituskasvustojen vaikutus maan liukoisen typen määrään

Viherlannoituskasvuston hajoamisnopeuteen ja typen vapautumiseen massasta vaikuttavat mm. kasvuston ikä, maan kosteus ja lämpöolosuhteet, kasvimassan hiili/typpi-suhde ja muokkausajankohta sekä muokkaussyvyys. Paljon typpeä sisältävistä kasvimassoista typpi vapautuu nopeasti. Maan routaantuessa typen vapautuminen kasvimassasta hidastuu ja lakkaa, kunnes keväällä maan lämmentyä typen vapautuminen jälleen käynnistyy. Viherlannoitusmassan murskaaminen

ja muokkaaminen maan pintakerrokseen nopeuttaa myös typen vapautumista. Taulukossa 6 on esimerkkejä maan liukoisen typen muutoksista muokkauskerroksessa erilaisten viherlannoituskasvustojen maahan muokkaamisen jälkeen. Viherlannoituskasvustot on muokattu maahan heinäkuussa ja kerääjäkasvit kylvetty noin kolme viikkoa muokkaamisen jälkeen.

Taulukko 6.

Esimerkkejä maan muokkauskerroksen (0–25 cm) liukoisen typen määrän (kg/ha) muutoksista erilaisten viherlannoituskasvustojen lopettamisen jälkeen luomuvihannestiloilla (piste = ei mittaustulosta).

Viherlannoitusseos	Viherlannoituskasvuston kuiva-ainemassan tuotto, kg/ha	Kerääjäkasvi	Maan liukoinen typpi kg/ha			
			Ennen kasvuston muok-kausta heinä-kuussa	1 kk muok-kauksen jälkeen	2 kk muok-kauksen jälkeen	3 kk muok-kauksen jälkeen
Valkomesikkä-timotei (2. vuosi)	10 454	muokkausretikka	40	56	.	32
Valkomesikkä (2. vuosi)	8 493	sinappi	32	.	27	79
Herne-sinappi	5 931	öljyretikka	35	.	.	< 20
Herne-härkäpapu	5 688	öljyretikka	54	102	46	28
Herne-sinappi	5 387	muokkausretikka	77	126	67	58
Herne-sinappi-rehuretikka	4 950	ei	32	.	.	55
Virna-ohra	4 730	ei	53	.	.	72
Sinappi	4 271	öljyretikka	41	.	.	50

” Herne on usean vihanneksilla esiintyvän taudin isäntäkasvi.”



1.5 Viherlannoituskasvin valinta tautipaine huomioiden

Vihannestiloilta kerättyjen viherlannoituskasvien juurinäytteiden tautimäärittysten perusteella herne ei sovi vihannestilojen viljelykiertoihin silloin, jos viljellään varastoitavaksi tarkoitettuja vihanneksia. Herneessä esiintyy erityisen runsaasti satoa pilaavia *Fusarium*-lajeja ja lisäksi *Rhizoctonia*- ja *Pythium*-lajeja, jotka voivat heikentää esimerkiksi porkkanan ja muiden juuresten laatua. Herne on lisäksi pahkahomeen (*Sclerotinia sclerotiorum*) isäntäkasvi. Myös viherlannoitukseen

tarkoitettut nurmipalkokasvit voivat lisätä vihannesten varastotautien riskejä, joten varastoitaviksi tarkoitettuja vihanneksia ei ole hyvä sijoittaa kierrossa heti näiden kasvien jälkeen.

Parhaiten vihannestilojen kiertoihin soveltuvat ristikkukaiset sinapit ja retikat, ellei tilalla viljellä ristikkukaisia tuotantokasveja, kuten kaalikasveja. Varsinkin sinappi voi olla ongelmallinen möhöjuuren lisääntymisen kannalta. Viljoissa esiintyy aika vähän vihanneksille riskejä aiheuttavia taudinaiheuttajia (Taulukko 7).

Taulukko 7.

Eri viherlannoituskasvien arvioitu tautipaine vihanneksille. Arviot perustuvat viherlannoituskasvien juurista tehtyihin tautimäärittelyihin sekä kirjallisuudesta löytyvään tietoon.

		lisää tautia, aiheuttaa sato- ja varastotappioita
		voi lisätä tautia, sato- ja varastotappiot mahdollisia
		ei lisää tautia

		Sipuli, valkosipuli, purjo	Kaalikasvit	Keräkaali, porkkana, salaattit	Keräkaali, sipuli, salaattit	Kaalikasvit, salaattit, juurekset	Juurekset	Kaalikasvit, salaattit
		Sipulimätä	Möhöjuuri	Pahkahome	Harmaahome	Taimipolte, tyvi- ja juuristotaudit	Varastomädät	Seittimädät (<i>Rhizoctonia</i>)
Viherlannoitus/kerääjäkasvit	Apilat (2. v)							
	Mailaset (2. v)							
	Mesikät (2. v)							
	Virnat							
	Herne							
	Härkäpapu							
	Sinapit							
	Retikat							
	Heinäkasvit							
	Kaura							
	Muut viljat							

2 KERÄÄJÄKASVIT

2.1 Kerääjäkasvilajit ja niiden ominaisuudet

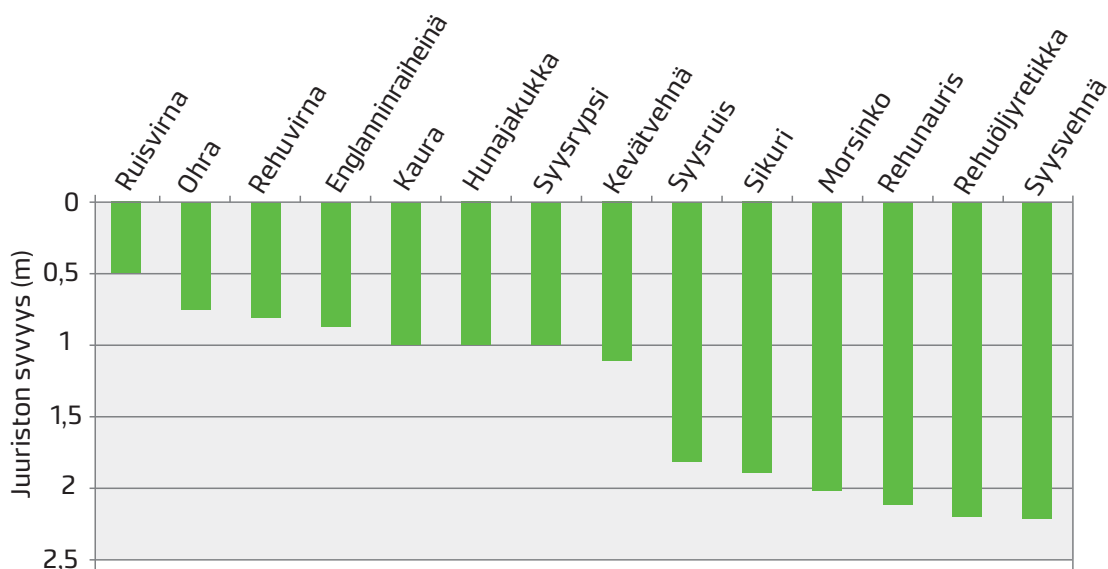
Kerääjäkasvilla tarkoitetaan kasvustoa, joka kerää biomassansa viljelykasvin maahan jättämiä ja viherlannoituksesta vapautuvia ravinteita ja suojaaa maata lisäämällä kasvipeitteisyyttä.

Kerääjäkasvien ravinteiden otossa tarkastellaan pääasiassa kasvien kykyä hyödyntää maan helppoliukoisia ravinteita, erityisesti typpeä. Typen oton tehokkuuteen vaikuttavat käytettävä kerääjäkasvi sekä edeltävän

kasvuston jälkeen maassa oleva typen määrä. Kasvilajin valinnalla ja kylvöajalla voidaan vaikuttaa biomassan määrään ja juuriston syvyyteen. Nopeakasvuiset ja syväjuuriset kasvit ovat yleensä parhaita kerääjäkasveja (Kuva 3.). Syväjuuriset kerääjäkasvit ottavat maassa syvemmällä olevia ravinteita kasvustoonsa, mistä ravinteet vapautuvat takaisin maan pintakerrokseen kerääjäkasvikasvuston murskauksen jälkeen. Kerääjäkasveina on vihannesviljelmillä hyödynnetty mm. viljoja, heinäkasveja, sinappia, muokkausretikkaa, öljyretikkaa, virnoja, apilaa ja hunajakukkaa (Kuva 4.).

Kuva 3.
Kerääjäkasvien juuriston kasvussyvyys Tanskan kasvuoloissa.
Lähteet: Thorup-Kristensen 2001, 2006b, Thorup-Kristensen ym. 2009, Sapkota ym. 2012.

Lähteet:
Thorup-Kristensen 2001, 2006b, Thorup-Kristensen ym. 2009, Sapkota ym. 2012.



Kuva 4. Kerääjäkasvina käytettävä muokkausretikka kasvattaa paksun pääjuuren ja runsaan lehvästön (Kuva: Pirjo Kivijärvi).

Pietola ja Alakukku (2005) ovat tutkineet keväällä kylvetyn rypsin, italianraiheinän, ohran ja kauran juuriston kasvurytmiikkaa ja juuriston kasvusyvyvyyttä toukokuun puolivälistä syyskuun alkupuolelle Etelä-Suomessa. Kaikilla tutkituilla kasveilla juuriston biomassasta 59–80 % oli maan pintakerroksessa 0–20 cm:n syvyydessä. Tutkituista kasveista rypsi saavutti nopeimmin juuriston maksimikoon ja raiheinä hitaimmin. Italianraiheinän juuriston kasvu jatkui pisimpään, ja sen juuriston biomassan suhde maanpäälliseen biomassaan oli selvästi suurin.

Kerääjäkasvin juuriston kasvutapa vaikuttaa siihen, kuinka paljon ja mistä maaprofiilin kerroksista kasvi kykenee sitomaan ravinteita. Kasvit keräävät ravinteita maanpäälliseen ja maanalaiseen biomassaan. Juuristotutkimuksen haastavuuden vuoksi meillä on kuitenkin rajatusti tietoa kerääjäkasvien juuristobiomassasta. Tanskan ilmasto-oloissa matalajuurinen raiheinä pystyy keräämään maanpäälliseen ja juuristobiomassansa keskimäärin 123 kg N/ha, kaura ja ruis noin 90 kg N/ha ja syväjuurinen öljyretikka 160 kg N/ha heinäkuun lopusta marraskuun puoliväliin mennessä (Thorup-Kristensen 2001).

Juuristotutkimuksen työläyden takia kerääjäkasvien typen ottoa on tarkasteltu useimmiten maanpäällisen biomassan typpisisällön avulla. Elokuun alussa kylvety rehuöljyretikka keräsi maanpäälliseen kasvustoonsa marraskuun alkuun mennessä Tanskan oloissa 55 kg N/ha (Munkholm & Hansen 2012). Känkäsen (2019) tutkimuksissa virna-viherlannoituskasvuston jälkeen elokuun alussa kerääjäkasviksi kylvetyn öljyretikan maanpäällisen kasvuston typpimäärä oli 123–143 kg/ha riippuen kasvuajasta ja viherlannoituskasvuston maahanmuokkaustavasta, ja virna-viherlannoituksen

aluskasvina kasvaneen italianraiheinän maanpäällisen kasvuston typpimäärä oli kasvukauden lopussa noin 90 kg/ha. Ruotsissa heinäkuun puolivälissä varhaisperunan jälkeen kylvetty valkosinappi pystyi sitomaan maanpäällisiin kasvinosiin 36 kg N/ha ja syysruis 20 kg N/ha marraskuuhun mennessä (Larsson ym. 2010).

Suomessa kasvukauden lyhyys rajoittaa kerääjäkasvien typen oton määrää. Suomessa tehdyssä tutkimuksessa kukka- ja keräkaalin jälkeen perustettujen ruis- ja raiheinäkasvustojen typen otto oli 15–30 kg/ha (Salo ym. 1998). Monet kasvilajit ovat viljoja tehokkaampia kerääjäkasveja. Luomuparsakaalin sadonkorjuun jälkeen elokuun puolivälissä kerääjäkasviksi kylvetty valkosinappi pystyi Suomen ilmasto-oloissa sitomaan maanpäälliseen kasvustoonsa noin 58 kg typpeä/ha ja vastaavasti hunajakukka noin 33 kg /ha lokakuun puoliväliin mennessä (Iivonen ym. 2017) (Kuva 5.). Samassa kokeessa italianraiheinä keräsi vajaa 10 kg N/ha. Italianraiheinä voi olla vähäisestä maanpäällisen biomassan kertymästä huolimatta tehokas typen kerääjä, mikä saattaa selittyä voimakkaalla juuriston kasvulla. Italianraiheinä, valkosinappi ja hunajakukka vähensivät samalla luomuvihannestilalla maan liukoisuuden typen määrää 0–50 cm:n syvyydessä 40–49 kg /ha. Heinäkuun puolivälissä kylvetty kerääjäkasvikasvusto pystyi tavanomaisella salaattitilalla vähentämään maan liukoista typpeä 0–60 cm:n syvyydestä noin 50 kg/ha (Tuomola ym. 2012). Vuosina 2016–2017 tehdyissä kokeissa virna-viherlannoituksen jälkeen elokuun alussa kylvetty kerääjäkasvi vähensi maan mineraalityppimäärää 0–90 cm:n maakerroksessa ja typen huuhtoutumisriskiä merkittävästi erityisesti silloin, kun kerääjäkasvin annettiin kasvaa talven tuloon saakka (Känkänen 2019).



Kuva 5. Luomuparsakaalin jälkeen kylvetyt kerääjäkasvikaistat. Oikealla hunajakukka, vasemmalla valkosinappi (Kuva: Pirjo Kivijärvi).

Kerääjäkasvit ottavat tehokkaasti myös muita huuhtoutumaan alttiita ravinteita. Rikki huuhtoutuu herkästi maassa syvemmälle, jolloin kerääjäkasvi voi nostaa sitä ylempiin maakerroksiin. Rikin kerääjinä ristikkaiset kerääjäkasvit, kuten sinapit ja retikat ovat erityisen tehokkaita. Vihanneskasveista sipuli vaatii paljon rikkiä tasapainoiseen kasvuun.

Kerääjäkasvien kylvön ajoittaminen heinä-elokuun vaihteeseen varmistaa kunnollisen kasvuston. Kylvön myöhästyessä elokuun loppuun kasvaa riski sille, että kerääjäkasvit (esim. retikat, sinappi) eivät pysty tuottamaan enää kunnollista kasvustoa eivätkä näin ollen myöskään sitomaan ravinteita (Tuomola ym. 2012).

KERÄÄJÄKASVIT PYSTYVÄT SYKSYLLÄ ESTÄMÄÄN LIUKOISEN TYPEN HUUHTOUTUMISTA PELLOLTA SYVEMPIIN MAAKERROKSIIN JA VESISTÖIHIN. HUUHTOUTUMISEN ESTOVAIKUTUS ON SUOMEN OLOISSA VÄHINTÄÄN 40-50 KG LIUKOISTA TYPPEÄ HEHTAARIA KOHDEN.

2.2 Käytetyt siemenmäärät ja suositukset

Kerääjäkasvien kylvösuositukset vaihtelevat suuresti riippuen kasvilajista ja sen kehitystavasta ja -nopeudesta. Tavoitteena on, että kerääjäkasvit muodostaisivat nopeasti peittävän kasvuston ja estäisivät kilpailullaan rikkakasvien kasvua. Tämä on erityisen tärkeää luomuvihannestiloilla, joilla rikkakasvien hallinta perustuu viljelykiertoon ja mekaaniseen torjuntaan. Koska tavoitteena on aikaansaada nopeasti peittävä kasvusto, kannattaa kerääjäkasvien kylvömäärät pitää riittävän suurina. Taulukossa 8 on esitetty Suomessa ja muissa Pohjoismaissa varhaisvihannesten jälkeen kylvettyjen kerääjäkasvien siemenmääriä puhdaskasvustoina. Näitä voidaan käyttää ohjeellisina kylvösiemenmäärinä.

Taulukko 8.
Kerääjäkasvien ohjeellisia kylvösiemenmääriä puhdaskasvustoissa.

Kerääjäkasvi	Kylvösiemenmäärä, kg/ha
Valkosinappi	17-20
Italianraiheinä	20-30
Hunajakukka	10-17
Öljyretikka	10-17
Kevätvehnä	180
Kaura	125
Syysruis	100
Syysrypsi ja -rapsi	180
Virnat	100

2.3 Kerääjäkasvien esikasvivaikutus

Kerääjäkasvin esikasvivaikutusta arvioidaan tavallisesti typpivaikutuksena, eli kuinka paljon seuraavan vuoden typpilannoitusta voidaan vähentää kerääjäkasvin viljelyn jälkeen. Kerääjäkasvista vapautuvien ravinteiden vaikutus satokasvin kasvuun riippuu satokasvin ravinteiden oton rytmiikasta, viherlannoituskasvin vaikutuksesta maaprofiilin typpimääriin ja kuinka syvältä satokasvin juuristo pystyy ottamaan ravinteita.

Useimmat kerääjäkasvit ovat Suomen ilmasto-oloissa yksivuotisia, joten ne kuolevat pakkasten tuhotessa kasvuston. Kasvusto voidaan muokata maahan myöhään syksyllä tai keväällä. Mitä aikaisemmin kasvusto muokataan maahan, sitä enemmän on aikaa typen vapautumiselle. Aikainen muokkaus puolestaan lisää kasvijätteistä vapautuvan typen huuhtoutumisriskiä. Muokkausajan merkitys ei Suomessa liene yhtä suuri kuin etelämpänä, jossa kerääjäkasvien biomassasta syysmuokkauksen jälkeen vapautuva typpi on vaarassa huuhtoutua etenkin sateisina talvina (Pedersen ym. 2009, Thorup-Kristensen & Dresbøll 2010). Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan kerääjäkasvina hyödynnetyn raiheinän muokkaus marraskuussa parantaa ravinteiden saatavuutta keväällä, mutta ei olennaisesti lisää ravinteiden huuhtoutumisriskiä hajoavasta kerääjäkasvibiomassasta (Torstensson & Aronsson 2000). Toisaalta paljon typpeä sisältävän valkosinapin muokkaus syksyllä lisäsi typen huuhtoutumista talvella ja keväällä syvempiin maakerroksiin (Larsson ym. 2010).

” Kerääjäkasvin hiili-typ-
pi-suhde vaikuttaa typen
vapautumisen nopeuteen.”

Kerääjäkasveilla on tutkimuksissa osoitettu selvä positiivinen vaikutus typen huuhtoutumisen vähentäjinä, mutta vaikutukset seuraavan vuoden viljelykasvin typen saatavuuteen ovat paljon monimutkaisemmat ja tästä syystä tulokset hyvin vaihtelevia. Viljeltäessä typpeä ilmakehästä sitovaa kerääjäkasvia (palkokasvit) typen saatavuus seuraavalle kasville paranee, mutta muiden kerääjäkasvien typpivaikutus voi olla positiivinen tai negatiivinen. Negatiivinen vaikutus voi syntyä, jos talvenkestävä kerääjäkasvusto muokataan vasta myöhään keväällä ennen keväällä istutettavaa satokasvia (Willumsen & Thorup-Kristensen 2001, Thorup-Kristensen & Dresboll 2010) tai jos viljelykasvin juuristo hyödyntää etupäässä maan syvemmissä kerroksissa olevia ravinteita (Thorup-Kristensen 2006b).

Typen vapautumisnopeuteen vaikuttavat lähinnä kasvuston hiili/typpi (C/N) -suhde, kasvuston murskaus- ja maahan muokkaustapa, maan lämpötila, kosteus ja maan rakenne. Maahan muokatun kasvimassan ravinteet tulevat uuden kasvuston käyttöön vasta, kun maamikrobit ovat hajottaneet ravinteet liukoiseen muotoon. Mikäli kasvijätteiden C/N-suhde on korkea, maamikrobit hyödyntävät kasvimassan sisältämän typen ensisijaisesti omaan kasvuunsa, minkä seurauksena typpi vapautuu kasvijätteistä hitaasti maanesteeseen seuraavan viljelykasvin käyttöön. Jos taas kerääjäkasvuston C/N-suhde on matala, typpi mineralisoituu kasvijätteistä nopeasti ja on seuraavan viljelykasvin käytettävissä. Palkokasveilla on tyypillisesti matala C/N-suhde, viljoilla ja raiheinällä korkea (Constantin ym. 2011). Typen vapautuminen kasvibiomassasta voi olla matalan C/N-suhteen biomassasta noin kaksi kertaa nopeampaa kuin korkean C/N-suhteen biomassasta (Jensen ym. 2005).

KERÄÄJÄKASVIN TYPPIVAIKUTUS SEURAAVAN VUODEN SATOKASVILLE RIIPPUU KERÄÄJÄKASVIN SITOMASTA TYPEN MÄÄRÄSTÄ JA TYPEN VAPAUTUMISNOPEUDESTA SEURAavana KASVUKAUTENA

- ✓ Kerääjäkasvi ottaa maasta typpeä kasvunsa aikana, jolloin maan liukoinen typpi vähenee syksyllä ja talvenkestävillä kerääjäkasveilla seuraavana keväänä.
- ✓ Maahan muokatusta kerääjäkasvista vapautuu typpeä keväällä maan lämmettyä, jolloin maan liukoisen typen määrä lisääntyy keväällä ja alkukesällä.

Tanskassa raiheinä ja rehuöljyretikka lisäsivät sipulin juuristokerroksessa saatavilla olevan liukoisen typen määrää 25 kg/ha ja 37 kg/ha, mikä vastasi sipulisadon kasvukauden aikana ottamasta typen määrästä 19-25 % (Thorup-Kristensen 2006b). Vos ja Putten (2001) arvioivat, että 1 kg typpeä kerääjäkasvimassassa vastaa noin 0,6 kg lannoitetyppeä perunalla. Vaikka kerääjäkasvin typpivaikutus useimmiten jää melko pieneksi seuraavalla kasvilla, tulee kerääjäkasvien sisältämä typpi kasvien käyttöön myöhemmin. Typen hidasta vapautumista ja samalla pitkäaikaista typpivaikutusta voidaan edistää valitsemalla kerääjäkasveiksi korkean C/N-suhteen lajeja.

Seuraava viljelykasvilaji vaikuttaa kerääjäkasveilla saatutettavaan hyötyyn. Kerääjäkasvien hyöty on suurin silloin, kun seuraava viljelykasvi on matalajuurinen kuten sipuli tai salaatti. Kerääjäkasvi nostaa typpeä syvemmistä maakerroksista ylemmäs ja vähentää ma-

” Kerääjäkasvien käytöstä
hyötyvät eniten matalajuuriset
vihannekset. ”

talajuurisen viljelykasvin typpilannoitustarvetta. Syväjuurisille viljelykasveille edellisvuoden kerääjäkasvin typpivaikutus on useimmiten negatiivinen. Kerääjäkasvi on poistanut syvemmistä maakerroksista liukoisen tyypin, joka muuten olisi syväjuurisen kasvin ulottuvilla. Näin kerääjäkasvi usein lisää syväjuurisen kasvin, kuten kaalin, typpilannoitustarvetta (Pedersen ym. 2009, Thorup-Kristensen 2006b, Thorup-Kristensen & Nielsen 1998, Willumsen & Thorup-Kristensen 2001).

Suomessa toteutetussa tilakokeessa ravinteiden otossa tehokas kerääjäkasvi valkosinappi ei vaikuttanut porkkanan kasvuun seuraavana kesänä, mutta korkeamman C/N-suhteen omaavat hunajakukka ja italianraiheinä heikensivät porkkanan kasvua seuraavana kesänä (livonen ym. 2017). Myös Känkäsen (2019) kokeissa italianraiheinä alus- ja kerääjäkasvina virna-viherlannoituksen jälkeen vähensi seuraavan vuoden viljasatoa. Viljeltäessä typpeä ilmakehästä sitovaa viherlannoitus- tai kerääjäkasvia tyypin saatavuus seuraavalle kasville yleisesti ottaen paranee, mutta niiden typpihyötyyn vaikuttaa selvästi myös seuraavana viljeltävän vihanneksen juuriston kasvutapa. Biologisen typensidontaan kykenevät kerääjäkasvit, kuten apilat ja virna, sopivat parhaiten tilanteisiin, jossa seuraavan vuoden viljelykasvi on syväjuurinen (Thorup-Kristensen 2006a). Sen sijaan matalajuuriset vihannekset pystyvät hyödyntämään paremmin muiden kuin palkokasvien pintaan nostamia typpireservejä.

Mikäli syksyn ja talven sademäärä on pieni, tyypin huuhtoutuminen maasta on vähäistä ilman kerääjäkasviakin. Hyvin sateisen syksyn ja talven jälkeen kerääjäkasvien typpivaikutus seuraavan vuoden viljelykasville on suurempi (Willumsen & Thorup-Kristensen 2001, Pedersen ym. 2009). Kerääjäkasvustojen typpivaikutus on suurin maalajeilla, joissa tyypin huuhtoutumisriski on suurin, kuten karkeilla hiekkamailla, ja pienin savipitoisilla maalajeilla (Pedersen ym. 2009).

MIKÄ KERÄÄJÄKASVI SOPII SYVÄJUURISILLE VIHANNEKSILLE?

- ✓ Kerääjäkasveiksi voidaan suositella palkokasveja positiivisen esikasvivaikutuksen aikaansaamiseksi. Seuraavaksi paras vaihtoehto on matalan C/N-suhteen omaavat ei-palkokasvit, joista vapautuu nopeasti ravinteita. Syväjuurisiet vihannekset pystyvät ottamaan alempiin maakerroksiin huuhtoutuvia, nopeasti vapautuvia ravinteita myöhemmin kasvukaudella, jolloin niiden ravinteiden tarve on suurempi.

MIKÄ KERÄÄJÄKASVI SOPII MATALAJUURISILLE VIHANNEKSILLE?

- ✓ Kerääjäkasveiksi sopivat monet ei-palkokasvit, jotka nostavat ravinteita tehokkaasti pintaan. Jos vihannes tarvitsee nopeasti vapautuvia ravinteita, kannattaa suosia kerääjäkasveja, joilla on matala C/N-suhde.

Tietolehtinen on tuotettu hankkeissa Suomalainen kannattava ja voimistuva luomupuutarhatuotanto sekä Resurssitehokas vihannestuotanto, joita rahoittivat MMM:n maatilatalouden kehittämisrahasto ja Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma.

3 KIRJALLISUUS

Constantin, J., Beaudoin, N., Laurent, F., Cohan, J.-P., Duyme, F. & Mary, B. 2011. Cumulative effects of catch crops on nitrogen uptake, leaching and net mineralization 341: 137-154.

Jensen, L.S., Salo, T., Palmason, F., Breland, T.A., Henriksen, T.M., Stenberg, B., Pedersen, A., Lundström, C. & Esala, M. 2005. Influence of biochemical quality on C and N mineralisation from a broad variety of plant materials in soil. *Plant and Soil* 273: 307-326.

Iivonen, S., Kivijärvi, P. & Suojala-Ahlfors, T. 2017. Characteristics of various catch crops in the crop rotation of an organic vegetable farm in Northern climate conditions - results from an on-farm study. *Ruralia-instituutin raportteja xx. Käsikirjoitus taitossa*.

Känkänen, H. 2014. Viherlannoitusopas. ProAgria Keskusten Liitto. 22 s.

Känkänen, H. 2019. Viherlannoituksen tehoa lisäävät menetelmät. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 25/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 31 s.

Larsson, C., Nilsson, A.T.S. & Svensson, G. 2010. Tests of a new catch crop technique in organic potato production. *Acta horticulturae* 852: 163-166.

Leinonen, P. 1993. Ilmasta typpeä. Pellervo 5/93: Peltoliite. Pellerovo-Seura ry. Vantaa. ss. 2-3

Munkholm, L.J. & Hansen, E.M. 2012. Catch crop biomass production, nitrogen uptake and root development under tillage systems. *Soil Use and Management* 28: 517-529.
Naturcom Oy 2019. www.naturcom.fi

Niemi, R.M., Vepsäläinen, M., Wallenius, K., Simpanen, S. 2005. Temporal and soil depth-related variation in soil enzyme activities and in root growth of red clover (*Trifolium pratense*) and timothy (*Phleum pratense*) in the field. *Applied Soil Ecology*. Volume 30, Issue 2: 113-125.

Pedersen, A., Thorup-Kristensen, K. & Jensen, L.S. 2009. Simulating nitrate retention in soils and the effect of catch crop use and rooting pattern under the climatic conditions of Northern Europe. *Soil Use and Management* 25: 243-254.

Pietola, L. & Alakukku, L. 2005. Root growth dynamics and biomass input by Nordic annual field crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 108: 135-144.

RaHa-hanke 2012. Monivuotiset viherlannoitusnurmet viljelykierrossa. www.ymparisto.fi/raha

Rajala, J. 2006. Luonnonmukainen maatalous. <https://luomu.fi/tietoverkko/luonnonmukainen-maatalous-oppikirja-netissa/>

Salo, T., Raiskio, S. & Aaltonen, M. 1998. Kaalipellon syysmuokkaus ja keräjäkasvit. Laatuvihannesten hyvät viljelymenetelmät : tutkimusohjelman loppuraportti / Terhi Suojala ja Raili Pessala (toim.). Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A, 43:18-24.

Sapkota, T.B., Askegaard, M., Laegdsmand, M. & Olesen, J.E. 2012. Effects of catch crop type and root depth on nitrogen leaching and yield of spring barley. *Field Crops Research* 125: 129-138.

Thorup-Kristensen, K. 2001. Are differences in root growth of nitrogen catch crops important for their ability to reduce soil nitrate-N content, and how can this be measured? *Plant and Soil* 230: 185-195.
Thorup-Kristensen, K. 2006a. Root growth and nitrogen uptake of carrot, early cabbage, onion and lettuce following a range of green manures. *Soil Use and Management* 22: 29-38.

Thorup-Kristensen, K. 2006b. Effect of deep and shallow root systems on the dynamics of soil inorganic N during 3-year crop rotations. *Plant Soil* 288:233-248.

Thorup-Kristensen, K. & Dresbøll, D.B. 2010. Incorporation time of nitrogen catch crops influences the N effect for the succeeding crop. *Soil Use and Management* 26: 27-35.

Thorup-Kristensen, K. & Nielsen, N.E. 1998. Modelling and measuring the effect of nitrogen catch crops on the nitrogen supply for succeeding crops. *Plant and Soil* 203: 79-89.

Thorup-Kristensen, K., Salmeron Cortasa, M. & Loges, R. 2009. Winter wheat roots grow twice as deep as spring wheat roots, is it important for nutrient uptake and N leaching losses? *Plant and Soil* 322: 101-114.

Torstensson, G. & Aronsson, H. 2000. Nitrogen leaching and crop availability in manured catch crop systems in Sweden. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56: 139-152.

Tuomola, J., Avikainen, H., Iivonen, S., Kivijärvi, P., Hao-Xi, L., Piirainen, A. & Pirhonen, M. 2012. Vihannesviljelyn taloudellisen kannattavuuden kehittäminen tautien ja lannoituksen hallinnalla. *Hel-singin yliopisto. Raportteja* 80: 39-42.

Vos, J. & van der Putten, P.E.L. 2001. Field observations on nitrogen catch crops. III. Transfer of nitrogen to the succeeding main crop. *Plant and Soil* 236: 263-273.

Willumsen, J. & Thorup-Kristensen, K. 2001. Effects of green manure crops on soil mineral nitrogen available for organic production of onion and white cabbage in two contrasting years. *Biological Agriculture and Horticulture* 18: 365-384.

Yli-Halla M. 2016. Palkokasveista on moneksi: ruokaa, rehua, viherlannoitusta ja maanparannusta -webinaari. Suullinen tiedonanto 12.12.2016.



Luonnonvarakeskus (Luke) on tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatio, joka edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä ja biotalouden kehitystä. Tuotamme tutkittuun tietoon perustuvia ratkaisuja ja palveluita, jotka lisäävät elinkeinotoiminnan kestävyyttä ja kilpailukykyä. Luonnonvarakeskuksella on myös viranomaistehtäviä. Toimipaikkaverkostomme kattaa koko Suomen. Lukessa työskentelee noin 1300 henkilöä.

Innovatiivinen elintarvikeketju

Lisätietoja

PIRJO KIVIJÄRVI, tutkija, Luke
SARI IIVONEN, johtaja, Luomuinstituutti, Luke
ASKO HANNUKKALA, erikoistutkija, Luke
TERHI SUOJALA-AHLFORS, tutkija, Luke

SÄHKÖPOSTI: etunimi.sukunimi@luke.fi

INTERNET: www.luke.fi/projektit/luomupuutarha

© Luonnonvarakeskus (luke.fi) 2019



Maa- ja metsätalousministeriö



Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus