

A photograph showing two men in a grassy field. One man is standing and leaning forward, while the other is crouching and holding a red measuring tape. A piece of scientific equipment with a circular sensor is positioned between them. The background shows a line of trees under a blue sky with some clouds.

Zero Carbon

HKSCAN OYJ

Raportti kasvukaudesta 2022

Heikki Aro

HKSCAN

A circular inset image showing an aerial view of a field with rows of crops, likely corn, in various shades of green and yellow, indicating different stages of growth or different varieties.

Sisällys

Tilan lihantuotannon hiilijalanjäljen laskenta - Biocode Producer-palvelu.....	2
Taustaksi	2
Tavoite	2
Koeasetelmien ja -menetelmien kuvaus.....	2
Tulokset.....	3
Johtopäätökset ja mahdolliset suositukset.....	8
Kasviravinteiden optimointi ja kasvinsuojelu – Yara & Syngenta.....	10
Taustaksi	10
Tavoite	10
Koeasetelmien ja -menetelmien kuvaus.....	11
Tulokset.....	12
Johtopäätökset ja mahdolliset suositukset.....	14
Arvo kierrätyslannoitteet – Novarbo/Biolan.....	20
Taustaksi	20
Tavoite	21
Koeasetelmien ja -menetelmien kuvaus.....	21
Tulokset.....	22
Johtopäätökset ja mahdolliset suositukset.....	24
Peltojen hiilivuomittaukset kammiomittausmenetelmällä – Datasense & Vaisala Oyj. 25	25
Taustaksi	25
Tavoite	25
Koeasetelmien ja -menetelmien kuvaus.....	26
Tulokset.....	26
Johtopäätökset ja mahdolliset suositukset.....	27
Muut tutkimus- ja testihavainnot pilottitiloilta	28
Taustaksi	28
Tavoite	28
Koeasetelmien ja -menetelmien kuvaus.....	29
Tulokset.....	29
Johtopäätökset ja mahdolliset suositukset.....	30

Tilan lihantuotannon hiilijalanjäljen laskenta - Biocode Producer-palvelu

Taustaksi

Biocode on ruokabrändeille, tuottajille ja viljelijöille kehitetty hiilijalanjälkilaskuri, jolla voidaan arvioida elintarviketuotteiden ilmastovaikutuksia. Työkalu soveltuu toistuvaan arviointiin ja antaa tätä kautta mahdollisuuden vaikutusten vähentämiseen. Palvelu mahdollistaa ajankohtaisen, tilalta suoraan saatavaan tuotannon raakadataan pohjautuvan ymmärryksen tilan lihantuotannon hiilijalanjäljestä.

HKScan ja Biocode ovat tehneet sopimuksen työkalun käytöstä HKScanin pilottitoiminnassa mukana olevien tilojen osalta. Tuloksista nähdään kehitys vaikutusluokittain ja tulokset ovat myös HKScanin käytettävissä yrityksen koko sopimustuotannon hiilijalanjäljen kehittämiseksi (kts. esimerkki, kuva 1).

Broilerinliha (iso pilottiryhmä 2021), elopaino 2.12 kg CO₂e /kg	Viljaporsas® Lihasika (malli 2021), 120 kg 439.02 kg CO₂e /kg	Naudanliha (maidontuotanto), elopaino 8.14 kg CO₂e /kg																																																				
<table><tr><th>VAIHE</th><th>% OSUUS</th></tr><tr><td>Oman vehnän tuotanto</td><td>10.1%</td></tr><tr><td>Ostovehnan tuotanto</td><td>0.0%</td></tr><tr><td>Teolliset rehut</td><td>71.3%</td></tr><tr><td>Energia</td><td>4.0%</td></tr><tr><td>Lanta</td><td>3.5%</td></tr><tr><td>Muut lähteet (untuvikkotuotanto, kuivike, vesi)</td><td>11.0%</td></tr><tr><td colspan="2">KOKONAISTUOTANTO: 2151223 KG</td></tr></table>	VAIHE	% OSUUS	Oman vehnän tuotanto	10.1%	Ostovehnan tuotanto	0.0%	Teolliset rehut	71.3%	Energia	4.0%	Lanta	3.5%	Muut lähteet (untuvikkotuotanto, kuivike, vesi)	11.0%	KOKONAISTUOTANTO: 2151223 KG		<table><tr><th>VAIHE</th><th>% OSUUS</th></tr><tr><td>Kasvatusvaiheeseen tuodut eläimet</td><td>40.1%</td></tr><tr><td>Rehut</td><td>46.1%</td></tr><tr><td>Energia</td><td>1.9%</td></tr><tr><td>Kuivikkeet</td><td>0.0%</td></tr><tr><td>Lantajärjestelmä</td><td>0.0%</td></tr><tr><td>Ruansulatus</td><td>3.6%</td></tr><tr><td>Kuljetukset</td><td>0.4%</td></tr><tr><td colspan="2">KOKONAISTUOTANTO: 2715 KPL</td></tr></table>	VAIHE	% OSUUS	Kasvatusvaiheeseen tuodut eläimet	40.1%	Rehut	46.1%	Energia	1.9%	Kuivikkeet	0.0%	Lantajärjestelmä	0.0%	Ruansulatus	3.6%	Kuljetukset	0.4%	KOKONAISTUOTANTO: 2715 KPL		<table><tr><th>VAIHE</th><th>% OSUUS</th></tr><tr><td>Itse tuotetut rehut</td><td>15.8%</td></tr><tr><td>Ostorehut</td><td>21.9%</td></tr><tr><td>Ruansulatuksesta</td><td>28.1%</td></tr><tr><td>Lantajärjestelmästä</td><td>9.4%</td></tr><tr><td>Kasvattamon energia</td><td>4.4%</td></tr><tr><td>Ostoväskoiden tuotannosta</td><td>19.9%</td></tr><tr><td>Muut lähteet (kuljetukset, kuivikkeet, vesi)</td><td>0.5%</td></tr><tr><td colspan="2">KOKONAISTUOTANTO: 1163455 KG</td></tr></table>	VAIHE	% OSUUS	Itse tuotetut rehut	15.8%	Ostorehut	21.9%	Ruansulatuksesta	28.1%	Lantajärjestelmästä	9.4%	Kasvattamon energia	4.4%	Ostoväskoiden tuotannosta	19.9%	Muut lähteet (kuljetukset, kuivikkeet, vesi)	0.5%	KOKONAISTUOTANTO: 1163455 KG	
VAIHE	% OSUUS																																																					
Oman vehnän tuotanto	10.1%																																																					
Ostovehnan tuotanto	0.0%																																																					
Teolliset rehut	71.3%																																																					
Energia	4.0%																																																					
Lanta	3.5%																																																					
Muut lähteet (untuvikkotuotanto, kuivike, vesi)	11.0%																																																					
KOKONAISTUOTANTO: 2151223 KG																																																						
VAIHE	% OSUUS																																																					
Kasvatusvaiheeseen tuodut eläimet	40.1%																																																					
Rehut	46.1%																																																					
Energia	1.9%																																																					
Kuivikkeet	0.0%																																																					
Lantajärjestelmä	0.0%																																																					
Ruansulatus	3.6%																																																					
Kuljetukset	0.4%																																																					
KOKONAISTUOTANTO: 2715 KPL																																																						
VAIHE	% OSUUS																																																					
Itse tuotetut rehut	15.8%																																																					
Ostorehut	21.9%																																																					
Ruansulatuksesta	28.1%																																																					
Lantajärjestelmästä	9.4%																																																					
Kasvattamon energia	4.4%																																																					
Ostoväskoiden tuotannosta	19.9%																																																					
Muut lähteet (kuljetukset, kuivikkeet, vesi)	0.5%																																																					
KOKONAISTUOTANTO: 1163455 KG																																																						

Kuva 1: Esimerkki Biocode -palvelun tulostuloksesta broileri-, sika- ja nautatilalta

Tavoite

Kukin pilottitila syöttää itse tarvittavat tiedot palveluun joko suoraan tai Sinetti-palvelun kautta ja voi näin seurata oman tuotannon hiilijalanjäljen kehittymistä. Kokonaistuloksen lisäksi tulos on jaettu useaan osa-alueeseen (rehut, lanta, energia, jne), jotta havaitut kehityskohteet ovat helpommin löydettävissä. Tätä kehitystä seurataan HKScanin oman Sinetti-palvelun kautta tuottajille tarjottavalla Zero Carbon -mittarilla.

Koeasetelmien ja -menetelmien kuvaus

Tilalta tarvittava raakadata tarkoittaa kaikkia niitä tuotantopanoksia, jotka tilalla tarvitaan lihantuotannossa. Tarvittavat tiedot syötetään kasvukausittain. Vuosina 2019-2021 tiloja on pyydetty syöttämään myös tuotetut lihamäärät. Vuodesta 2022 alkaen tuotantotiedot tullaan hakemaan suoraan HKScanin järjestelmästä.

Biocoden laskentamallit kattavat seuraavat tuotantosuunnat:

- broilerintuotanto
- rypsiporsaan tuotanto (porsas-, välikasvatus- ja loppukasvatusvaiheet erikseen)
- viljaporsaan tuotanto (porsas-, välikasvatus- ja loppukasvatusvaiheet erikseen)
- naudanlihantuotanto tuotantosunnittain
 - o ternistä teuraaksi
 - o teinistä teuraaksi
 - o emolehmatuotanto

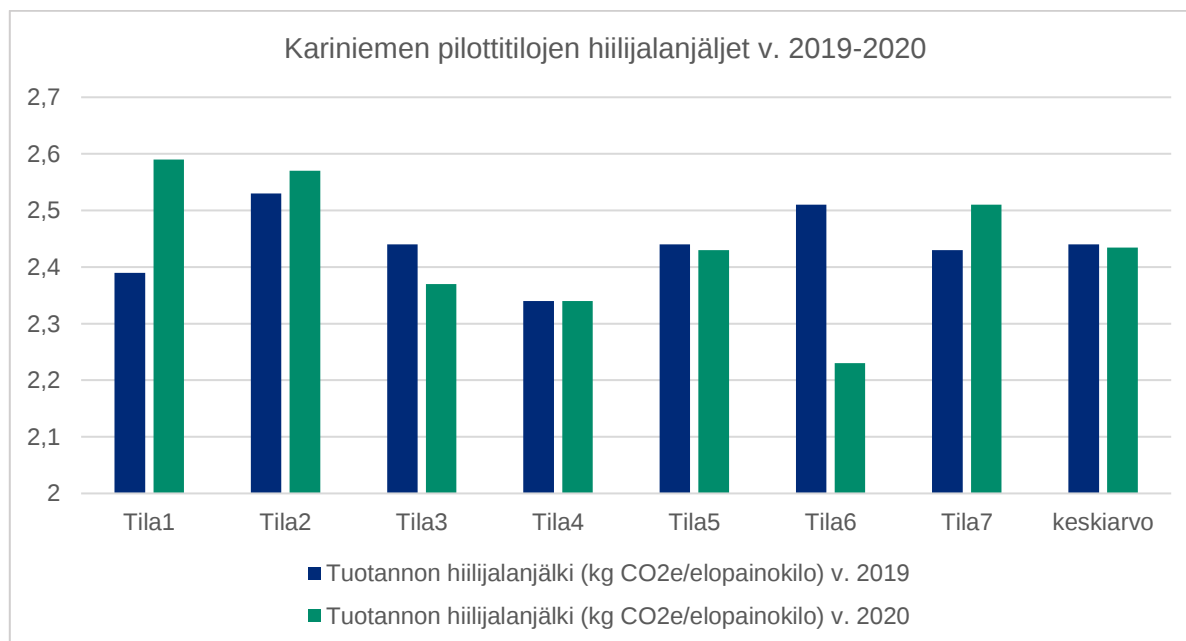
Tulokset

Broileri

Taulukossa 1 ja kuvassa 2 on esitetty vuodesta 2019 mukana olleen seitsemän Kariniemen pilottitilan hiilijalanjälkilaskennan tulokset vuosilta 2019-2020. Vuonna 2021 laskentaohjeistus muuttui, joten v. 2021 tuloksia ei voi pitää vertailukelpoisin aiempiin vuosiin. Lisäksi tuloksia vääristivät poikkeuksellisen hankalat sääolosuhteet.

Taulukko 1: Kariniemen pilottitilojen hiilijalanjäljet v. 2019-2020

	Tila1	Tila2	Tila3	Tila4	Tila5	Tila6	Tila7	Keski-arvo
Tuotannon hiilijalanjälki (kg CO ₂ e/elopainokilo) v. 2019	2,39	2,53	2,44	2,34	2,44	2,51	2,43	2,44
Tuotannon hiilijalanjälki (kg CO ₂ e/elopainokilo) v. 2020	2,59	2,57	2,37	2,34	2,43	2,23	2,51	2,43



Kuva 2: Kariniemen pilottitilojen hiilijalanjäljet v. 2019-2020

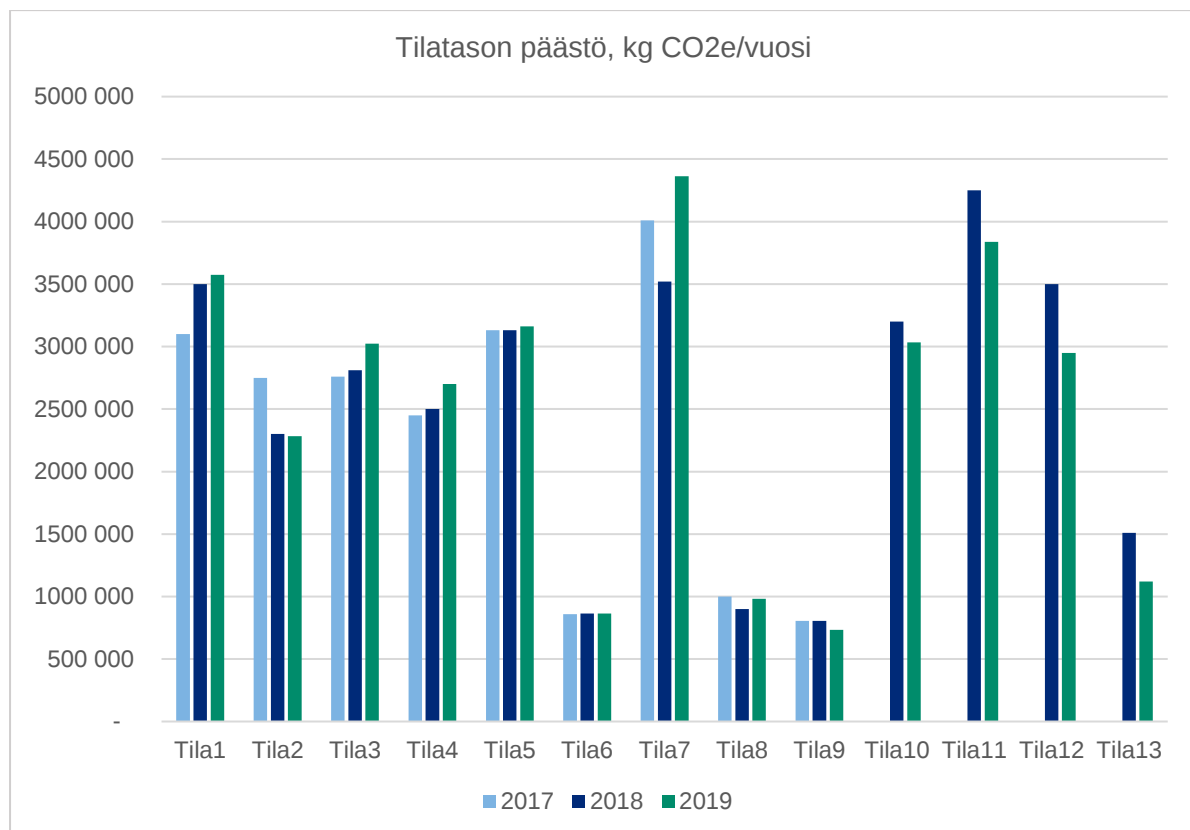
Suurimman osuuden hiilijalanjäljestä muodostivat

- teollinen rehu (59-71 %)
- oma tai ostovehnä (10-19 %)
- kuivikkeet ja lanta (12-16%)

Rypsiporsas

Rypsiporsaan tuotannon hiilijalanjälkeä on seurattu vuodesta 2018 lähtien. Kuvassa 3 on esitetty rypsiporsastilojen tilatason päästöt v. 2017-2019.

Rypsiporsaan ryhmätason tuotannon hiilijalanjälki oli vuonna 2019 $3,3 \pm 0,2$ kg CO₂e / kg elopainokilo. Laskentatulokset ovat olleet samansuuruisia myös vuosina 2017 ja 2018



Kuva 3: Rypsiporsastilojen tilatason päästöt v. 2017-2019

Tulokset sisältävät aina muutamia epävarmuuksia, jotka eivät kuitenkaan juuri vaikuta HK-tason tuloksiin. Monella tilalla päästöjä on saatu pienenemään, mutta joidenkin kasvatusvaiheiden päästöissä oli havaittavissa kasvua. Tilakohtaisten tulosten muutos voi johtua normaalista vuosittaisesta vaihtelusta, esim. satotasojen eroista kasvukausien välillä tai energiankulutuksen muutoksista, jotka aiheutuvat ulkoisista olosuhteista.

Rypsiporsaan lihasikavaiheen (120 kg) hiilijalanjälki elopainokiloa kohden on esitetty taulukossa 2. Laskennassa on mukana yhdeksän pilottitilan tiedot v. 2020-2021. Myös porsaanlihan laskentaperusteet muuttuivat v. 2021, mutta taulukon tulokset on muokattu vastaamaan yhtenäistä laskentamallia.

Taulukko 2: Rypsiporsastuotannon lihasikavaiheen hiilijalanjäljet

	Tila1	Tila2	Tila3	Tila4	Tila5	Tila6	Tila7	Tila8	Tila9	Keski-arvo
RP-tuotannon hiilijalanjälki (kg CO ₂ e/elop kg) v. 2020	3,4	3,3	3,4	3,2	3,2	3,2	3,0	3,4	3,7	3,3
RP-tuotannon hiilijalanjälki (kg CO ₂ e/elop kg) v. 2021	4,0	3,6	3,2	3,6	3,8	4,3	3,8	3,7	3,6	3,7

Vuoden 2021 tuloksissa on nähtävissä suurta vaihtelua, mitä selittävät todennäköisesti suuret alueelliset erot rehuviljasadoissa.

Laskennassa mukana olleiden tilojen välillä oli suurta vaihtelua eri tuotantopanosten hankinnassa. Tästä syystä myös tuloksiin vaikuttavien tekijöiden hajonta on suurta, mutta ilmoitettujen tietojen pohjalta suurimman osuuden hiilijalanjäljestä muodostivat

- oman rehuviljan tuotanto (0-51 %)
- ostovilja (8-46 %)
- teollinen rehu (8-23 %)
- lantajärjestelmä (20-27%)

Vuoden 2021 laskennassa käytettiin myös uusittua ohjeistusta, jossa porsas- ja välikasvatusvaiheiden vaikutus hiilijalanjälkeen (ns. selkäreppu) huomioitiin aiempaa tarkemmin. Näiden vaiheiden merkitys lihasian kokonaishiilijalanjäljestä on 30-35%.

Viljaporsas

Viljaporsaalte laskettiin koko viljapossuketjua kuvaava keskiarvo ensimmäistä kertaa v. 2020 tiedoilla. Laskenta perustui viiden tilan otokseen siten, että mukana oli

- emakko/välikasvattamo (1 tila)
- välikasvattamo/lihasikala (2 tilaa)
- lihasikala (2 tilaa)

Laskenta-arvion mukaan viljaporsaan keskimääräinen hiilijalanjälki on 4,4 kg CO₂e / elopainokilo. Laskennassa käytettiin uuden ohjeistuksen mukaista mallia, joten tulos ei ole vertailukelpoinen esim. rypsiporsaan laskennan tuloksiin aiemmilta vuosilta. Jos laskenta tehdään aiemmalla laskentamallilla, tulos olisi noin 3,8 kg CO₂e / elopainokilo.

Ketjulaskennan kautta voidaan arvioida myös eri kasvatusvaiheiden välisiä eroja. Jos otos olisi laajempi, tulokset todennäköisesti vaihtelisivat suuresti, mutta jonkinlaisen arvion saa seuraavista laskentatuloksista:

- yhden 8 kg porsaan kasvatus tuottaa noin 96 kg CO₂e
- yhden porsaan kasvatus 8-30 kg tuottaa noin 165 kg CO₂e
- yhden 120 kg lihasian kasvatus tuottaa noin 510 kg CO₂e

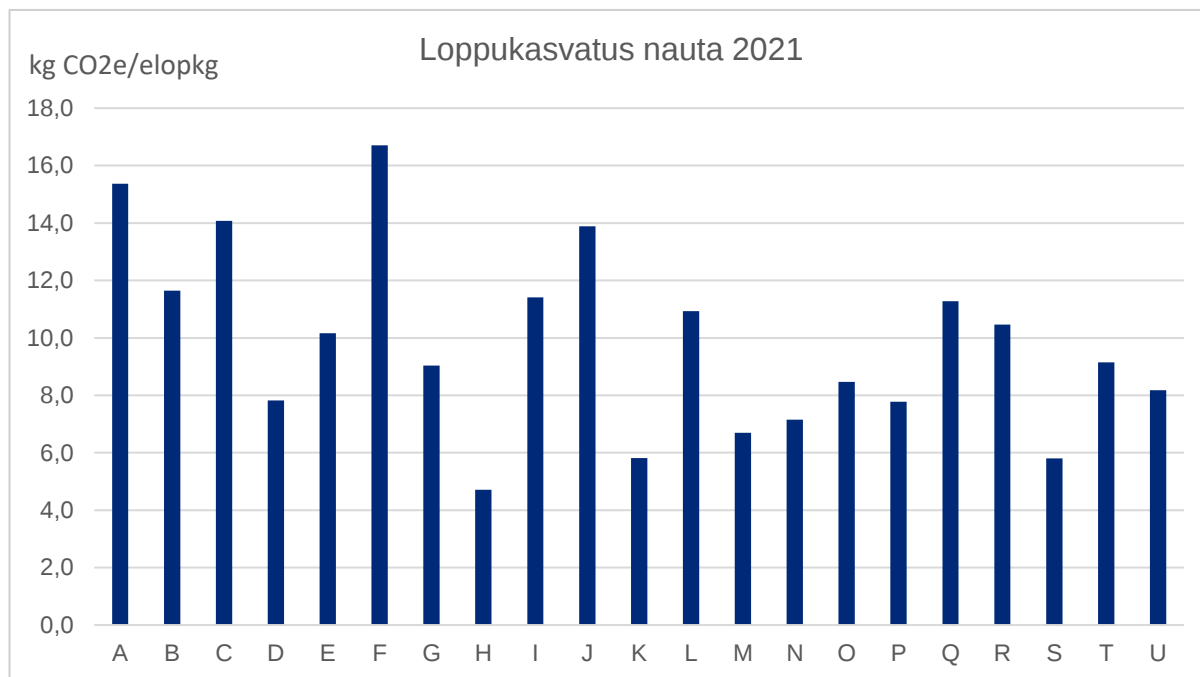
Myös viljaporsaan lihasikavaiheen osalta suurimman osuuden hiilijalanjäljestä muodostivat

- aiemmat kasvatusvaiheet (35-42 %)
- rehut (36-46 %)
- lantajärjestelmä (22-26 %)

Naudanliha

Naudanlihan loppukasvatus (terni/teini – teuras)

Naudanlihan loppukasvatusvaiheen osalta laajempi otos tuloksista laskettiin ensimmäisen kerran v. 2021 tietojen perusteella. Kuvassa 4 on esitetty yhteensä 21 HK Hiili -koulutukseen osallistuneen tilan laskennalliset tulokset.



Kuva 4: Naudan loppukasvatuksen hiilijalanjälki kg CO2e/elopainokilo

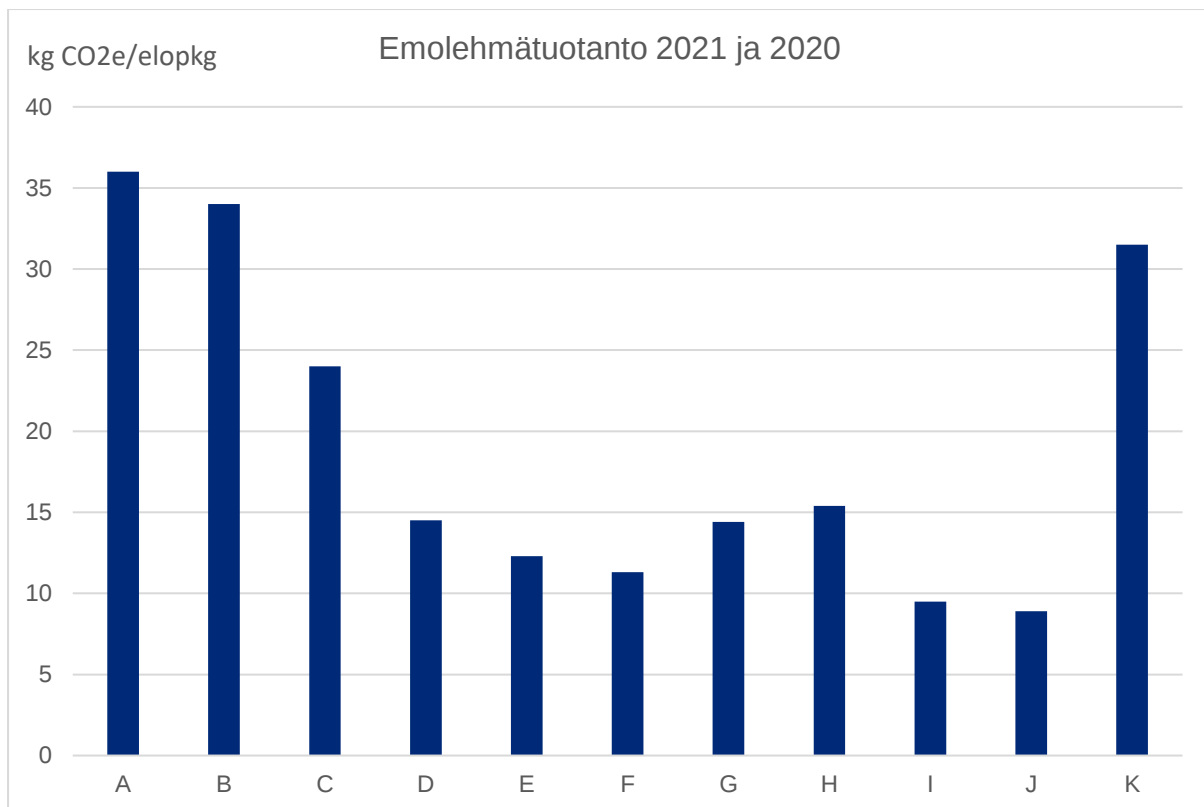
Tulosten keskiarvoksi saatiin 9,4 kg CO2e/elopainokilo. Suurimmat päästöluokat olivat

- oma ja ostorehu (nurmi&vilja) 10-63 %
- ruoansulatus (märehtiminen) 17-54 %
- lantajärjestelmä 5-21 %

Laskennallinen selkäreppu aiemmista kasvatusvaiheista vaihteli huomattavasti hankitun vasikan iän mukaan (0,5-34 %). Laskentamallia testattiin tässä laajuudessa ensimmäisen kerran ja sitä tullaan edelleen kehittämään vastaamaan paremmin tilojen tuotantotapaa.

Emolehmätuotanto

Emolehmätuotannon tulokset laskettiin ensimmäisen kerran v. 2020 ja 2021 tietojen perusteella. Kuvassa 5 on esitetty yhteensä 11 emolehmätilan laskennalliset tulokset. Pylväät A-C edustavat tuloksia v. 2020 ja muut pylväät tuloksia v. 2021



Kuva 5: Emolehmätuotannon hiilijalanjälki kg CO₂e/elopainokilo

Tulosten keskiarvoksi saatiin 19,2 kg CO₂e/elopainokilo. Suurimmat päästöluokat olivat

- oma ja ostorehu (nurmi&vilja) 40-60 %
- ruoansulatus (märehtiminen) 27-56 %
- lantajärjestelmä 5-15 %

Emolehmätuotannon laskentamalli on haasteellisin kaikista lihantuotantomalleista, mm. laidunnuksen huomioiminen erityyppisillä laitumilla on hankalaa. Tästä syystä tuloksia on syytä pitää suuntaa antavina, erityisesti tulosten suuren vaihteluvälin takia.

Johtopäätökset ja mahdolliset suositukset

Kaikki elintarvikkeisiin liittyvä ympäristövaikutusten arviointi on haasteellinen tehtävä. Esimerkiksi hiilijalanjäljelle on useita laskentamalleja ja eri tuotantopanosten osalta arviointia voidaan suorittaa mm. massa-, energia- tai taloudellisella allokoinnilla. Näin samalle tuotteelle voidaan saada lukuisia eri arvoja. Absoluuttisten lukuarvojen sijaan on keskeistä toteuttaa laskentaa samoin laskentaperustein pitemmällä aikavälillä ja seurata erityisesti eri vaikutusluokkien muutoksia.

Pääosa kaikista lihantuotannon ympäristövaikutuksista syntyy rehuntuotantoon tarvittavan peltoviljelyn kautta, joten tehokkain tapa on pyrkiä minimoimaan peltoviljelyn ympäristövaikutuksia. Käytännössä satotasotavoitteet kannattaa asettaa riittävän korkealle, pyrkien hyödyntämään kaikki eri tuotantopanokset mahdollisimman tehokkaasti. Sekä kotimaisten että kansainvälisten tutkimustulosten pohjalta seuraavilla suosituksilla voidaan parhaiten alentaa peltoviljelyn ympäristövaikutuksia:

- kehitä lohkojen kasvukuntoa / viljelyvarmuutta (vesitalous, pH, rakenne)
- teetä viljavuustutkimus hivenanalyysillä
- käytä nopeavaikutteisia, matalan hiilijalanjäljen lannoitteita
- suosi jaettua lannoitusta, vältä yllannoitusriskiä
- käytä lisälannoituksessa ravinteita mitatun tarpeen mukaan täsmälevitettynä
- käytä Megalab -kasvianalyysiä ja korjaa ravinnepuutteet lehtilannoituksella
- suosi viljelykiertoa
- tavoittele mahdollisimman pitkää kasvipeitteisyysaikaa. Hyödynnä kerääjäkasveja tai syyskylvöisiä kasveja
- suosi vähennettyä muokkausta tai suorakylvöä
- suosi rehunurmien niitossa korkeahkoa leikkuukorkeutta
- hyödynnä laitumia, valitse omalle tilallesi sopivin laiduntamistapa
- vältä yllaiduntamista
- laske ravinteiden käytön tehokkuus, erityisesti typen hyväksikäyttö ns. NUE - menetelmällä
- laske viljantuotannon hiilijalanjälki viljatonna kohden
- hyödynnä karjanlantaa, biologista typensidontaa ja kierrätyslannoitteita
- valikoi rehukasvien viljelyyn satopotentiaaaliltaan parhaat ja viljelyvarmimmat lohkot
- tavoittele optimaalista satoa pinta-alaan nähden.
- vältä maan tiivistämistä (rengastus, oikeat olosuhteet peltoliikenteelle)
- kehitä pellon vesitaloutta ((säätö)salaoitus, multavuus, rakenne)
- toteuta kasvinsuojelu tarkoituksenmukaisesti laadukkaan sadon saavuttamiseksi
- suosi monilajisia nurmen ja kerääjäkasvien siemenseoksia

Myös ostettujen rehujen (teollinen rehu, ostovilja ja -nurmirehu) merkitys tuotannon hiilijalanjälkeen on suuri. Teollisen rehun osalta vaikutusmahdollisuudet rehun raaka-aineisiin ovat vähäiset. Rehujen valinnalla voi kuitenkin vaikuttaa myös oman tuotannon hiilijalanjälkeen.

- hyödynnä teollinen rehu tehokkaasti ja tavoittele optimaalista rehuhyötysuhdetta (RHS).
- valitse mahdollisuuksien mukaan teollinen rehu, jonka tuoteselosteessa on ilmoitettu tuotteen hiilijalanjälki
- suosi sivutuoterehuja mahdollisuuksien mukaan

Lanta on arvokas kasviravinteiden lähde, jolla on myös suuri vaikutus lihantuotannon hiilijalanjälkeen. Lannan käytön ja lantajärjestelmän tehostamisella voidaan myös merkittävästi vaikuttaa lihatuotteiden ympäristövaikutuksiin.

- tehosta lannan ravinteiden hyödyntämistä. Hyödynnä lanta-analyysin tiedot
- mieti levitysmäärä ja -ajankohta sekä multaaminen
- mieti biokaasutuksen mahdollisuuksia (esim. lannan päästöjen vähentyminen, lannoitelaadun parantuminen, teollisen lannoitteen tarpeen vähentyminen, uusiutuva sähkö ja lämpöenergia)

Kasviravinteiden optimointi ja kasvinsuojelu – Yara & Syngenta

Taustaksi

Kasviravinteiden käytön optimointi sekä kasvinsuojelu ovat tärkeitä tekijöitä optimaalisen satotason saavuttamiseksi. Kasviravinteiden käytön optimoinnilla tarkoitetaan sitä, että kasviravinteita ei käytetä liian pientä tai liian suurta määrää. Mikäli kasviravinteita tarjotaan kasvustolle liian vähän, satotaso saattaa jäädä liian alhaiseksi verrattuna satopotentiaaliin. Mikäli kasviravinteita taas käytetään liian paljon, kasvusto ei pysty hyödyntämään kaikkia tarjottuja ravinteita kasvuunsa, vaan osa ravinteista valuu hukkaan, ja on vaarassa huuhtoutua ympäristöön. Ravinteiden käyttöä voidaan tehostaa myös suunnittelemalla lannoitus siten, että ravinteet ovat tasapainossa ja niitä on kasvuston käytettävissä oikeaan aikaan. Lannoitusta jakamalla kokonaisravinnemäärä voidaan sopeuttaa kasvukauden satopotentiaaliin ja olosuhteisiin. Täsmälannoituksen työkaluilla ravinteet saadaan kohdistettua kasvustoon tarkasti, jolloin niistä saadaan myös paras hyöty.



Kuva 6: Maanpäällisen kasvuston typenottoa mitattiin Yaran Handheld N-Sensorilla. Kuva: Pyhäjärvi-instituutti.

Kasvinsuojelun tarkoitus on suojata ja varmistaa sato, jotta se vastaa määrältään ja laadultaan tavoitetta. Zero Carbon tavoitteiden osalta tämä tarkoittaa sitä, että asianmukaisella kasvinsuojelulla hiilijalanjälki per tuotettu rehukilo on mahdollisimman pieni. Zero Carbon tavoitteiden näkökulmasta kasvinsuojeluaineiden valmistuksen aiheuttama hiilijalanjälki on niiden tuoman hyödyn suhteen pieni. Niiden vaikutus lopputulokseen, satotasoon sekä sadon laatuun on niin merkittävä.

Tavoite

Tällä kasvukaudella kasviravinteiden optimoinnissa tavoitteena oli pilotoida menetelmiä, joiden avulla tuottajat voivat optimoida omien peltolohkojensa kasviravinteiden käyttöä.

Kasvinsuojelun osalta hankkeen tavoitteena oli seurata kasvukauden etenemistä ja kasvustojen kehittymistä sekä tehdä ajankohtaisia havaintoja kasvustoista yhdessä kasvinsuojelun asiantuntijoiden kanssa, ja tätä kautta kerätä sekä lisätä tietoa hankkeen tavoitteita tukevista kasvinsuojelutarpeista.

Koeasetelmien ja -menetelmien kuvaus

Viljalohkojen kasviravinteiden optimoinnin menetelmät

Jokainen pilottitila valitsi yhden lohkon, joka toimi pilottilohkona tällä kasvukaudella. Näiden pilottilohkojen viljelysuunnitelmat käytiin läpi yhdessä kasviravinteiden asiantuntijoiden kanssa. Näiltä pilottilohkoilta otettiin keväällä laaja viljavuusanalyysi sekä maaperän NIR-analyysi, joiden avulla selvitettiin lohkojen tämänhetkinen kasvukunnon tilanne. Viljalohkojen osalta pilottitilat seurasivat kasvustojaan Yara Atfarm-sovelluksella sekä Yara N-tester BT:llä koko kasvukauden ajan. Näiden menetelmien avulla pilottitilat pystyivät seuraamaan kasvuston tarvitseman typpilannoituksen määrää. Tämän lisäksi kasvustoista otettiin kasvukauden edetessä Yara Megalab -kasvianalyysi, jonka avulla lannoitus voitiin tarkentaa satopotentiaalin mukaiseksi ja selvittää kasvuston piilevät ravinnepuutteet. Myös Yara N-Sensoria käytettiin jokaisella pilottilohkolla kasviravinteiden asiantuntijoiden kanssa, jotta pystyttiin vertaamaan nolla- ja yllannoitusruutujen typpilannetta muuhun kasvustoon. Kasvukauden lopussa pilottilohkoilta kerättiin satonäytteet nolla- ja yllannoitusruuduilta sekä kattava rehuanalyysi koko pilottilohkolta. Näiden näytteiden analysointien avulla oli mahdollisuus saada kattava tieto siitä, kuinka kasviravinteiden käytön optimoinnissa onnistuttiin tällä kasvukaudella.

Nurmilohkojen kasviravinteiden optimoinnin menetelmät

Myös nurmitiloilta pilottitilat valitsivat yhden nurmilohkon, joka toimi pilottilohkona tällä kasvukaudella. Myös nurmilohkojen osalta viljelysuunnitelma käytiin läpi kasviravinteiden asiantuntijan kanssa. Maaperästä otettiin laaja viljavuusanalyysi sekä NIR-analyysi, nolla- sekä yllannoitusruudut tehtiin seurantaan varten ja Yara Megalab -kasvianalyysit teetettiin. Näiden toimien lisäksi nurmilohkoilta otettiin korjuuajanäytteet, joiden avulla optimaalinen korjuuajankohta voitiin määrittää. Kasvukauden lopussa satonäytteenotto nolla- ja yllannoitusruudulta toteutettiin, kuten myös rehuanalyysit koko pilottilohkosta.



Kuva 7: Nurmilohkon nollaruutu (keskellä) ja yllannoitusruutu (oikealla). Kuva: Taija Saari, Yara.

Kasvinsuojelun menetelmät

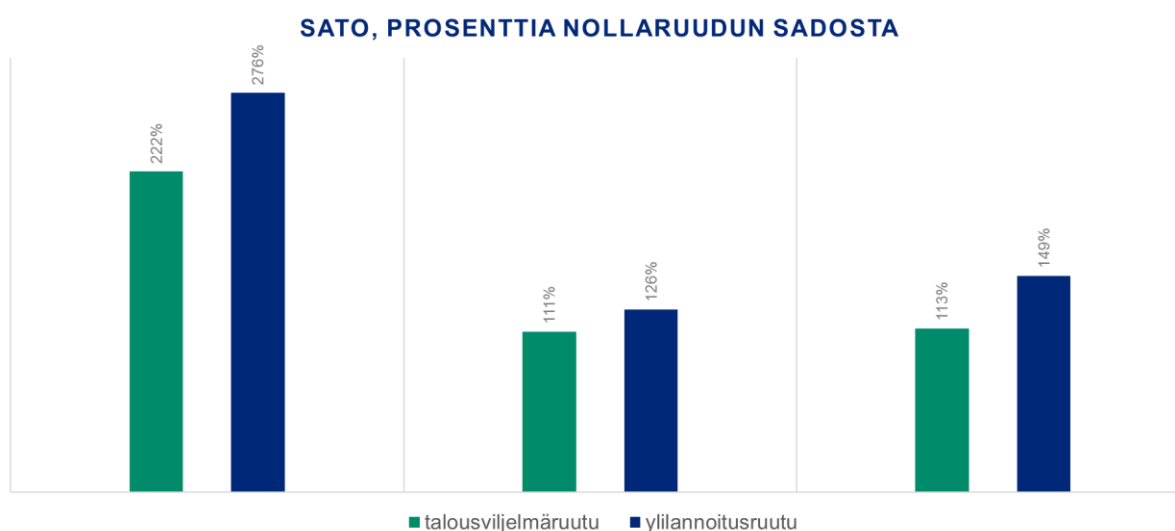
Kasvinsuojelun menetelmä oli tällä kasvukaudella hyvin erilainen kuin kasviravinteiden optimoinnin osalta. Kasvinsuojelun osalta tällä kasvukaudella kasvinsuojelun asiantuntijat vierailivat pilottitiloilla tehden havaintoja kasvustoista, ja antaen näkemyksiä kasvinsuojelun kannattavista toimenpiteistä lohkoakohtaisesti. Kiitos aktiivisten pilottitilojen, kasvukauden aikana vierailuja laajennettiin niin, että kaikki halukkaat pilottitilat saivat mahdollisuuden osallistua myös muiden kuin omien tilojensa tilavierailuille.

Peltokäyntien lisäksi pilottitilat olivat mukana hankkeessa WhatsApp-portaalin kautta, jota kautta viljelijät saivat esittää asiantuntijoille kysymyksiä ja havaintoja ajankohtaisista asioista.

Tulokset

Viljalohkojen tulokset

Kasvukaudella 2022 typen vapautuminen maasta oli voimakasta, mutta vaihtelee vuosittain. Tällä kasvukaudella vehnälohkojen nollaruutujen keskisato oli 2780 kg/ha, talousviljelmäruutujen keskisato oli 4905 kg/ha, ja ylilannoitusruutujen keskisato oli 6620 kg/ha. Nämä arvot on laskettu ruutunäytteistä. Voidaan siis todeta, että lannoituksen vaste näkyi satonäytteissä.



Kuva 8: Tulokset pilottitilojen ruutusatonäytteistä kasvukaudelta 2022. Koostanut Anna-Kaisa Salovaara, kehitysagronomi, Yara.

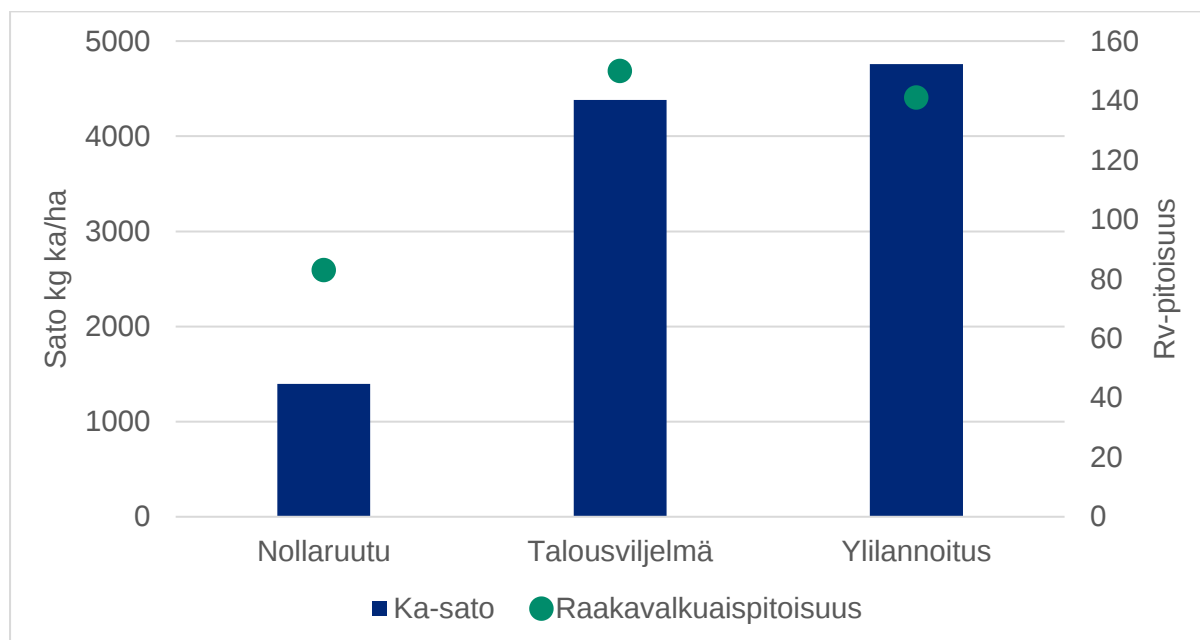
Kasvukaudella 2022 hivenistä boori ja mangaani olivat matalalla useimmissa kasvustonäytteissä. Näitä hivenaineita on myös lannoissa niukasti. Fosforitasot olivat matalia monissa kesäkuussa korrenkasvuvaiheessa otetuissa näytteissä (Taulukko 3).

Taulukko 3: Näytteiden lukumäärät, joiden tuloksissa havaittiin alhaisia ravinteiden tai hivenaineiden pitoisuuksia. Koostanut Anna-Kaisa Salovaara, kehitysagronomi, Yara.

Ravinne	Maa-analyysi (punaisella)	Megalab (punaisella)
Fosfori	2	4
Kalium	2	
Rikki	3	1
Boori	3	4
Mangaani	4	2
Sinkki	2	

Nurmilohkojen tulokset

Kuvasta 9 nähdään, että tällä kasvukaudella typen lisäämisellä on saatu N-vastetta, eli satomäärä sekä sadon raakavalkuaispitoisuus ovat kasvaneet selkeästi verrattuna nollaruutuun kyseisellä pilottilohkolla. Tämän lisäksi kuvasta nähdään, että lannoituksen määrä on ollut suhteellisen riittävä talousviljelmällä, koska yllannoituksella ei ole saavutettu merkittävää satotason tai sadon raakavalkuaispitoisuuden kasvua.



Kuva 9: Ka-sato sekä raakavalkuaispitoisuus yhden nurmipilottilohkon osalta. Koostanut Mervi Seppänen, kehitysagronomi, Yara.

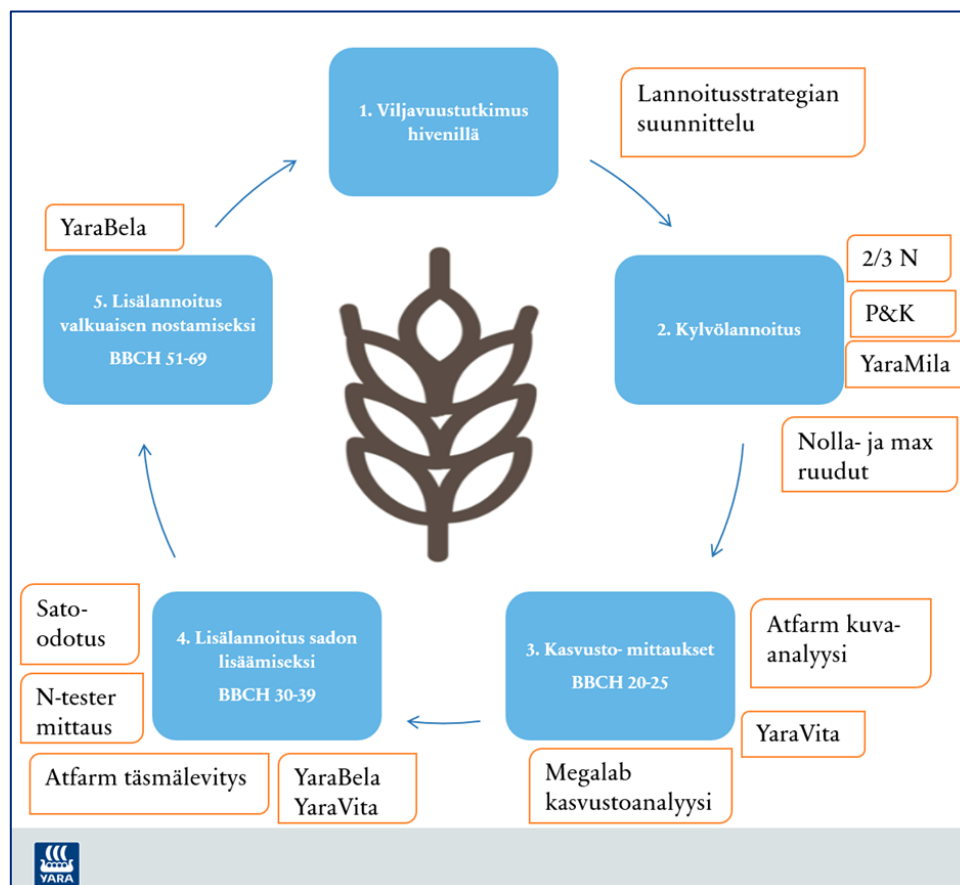
Kasvinsuojelu

Kasvinsuojelun osalta hankkeen tavoitteena oli seurata kasvukauden etenemistä ja kasvustojen kehittymistä sekä tehdä ajankohtaisia havaintoja kasvustoista yhdessä kasvinsuojelun asiantuntijoiden kanssa, ja tätä kautta kerätä sekä lisätä tietoa hankkeen tavoitteita tukevista kasvinsuojelutarpeista.

Johtopäätökset ja mahdolliset suositukset

Viljat

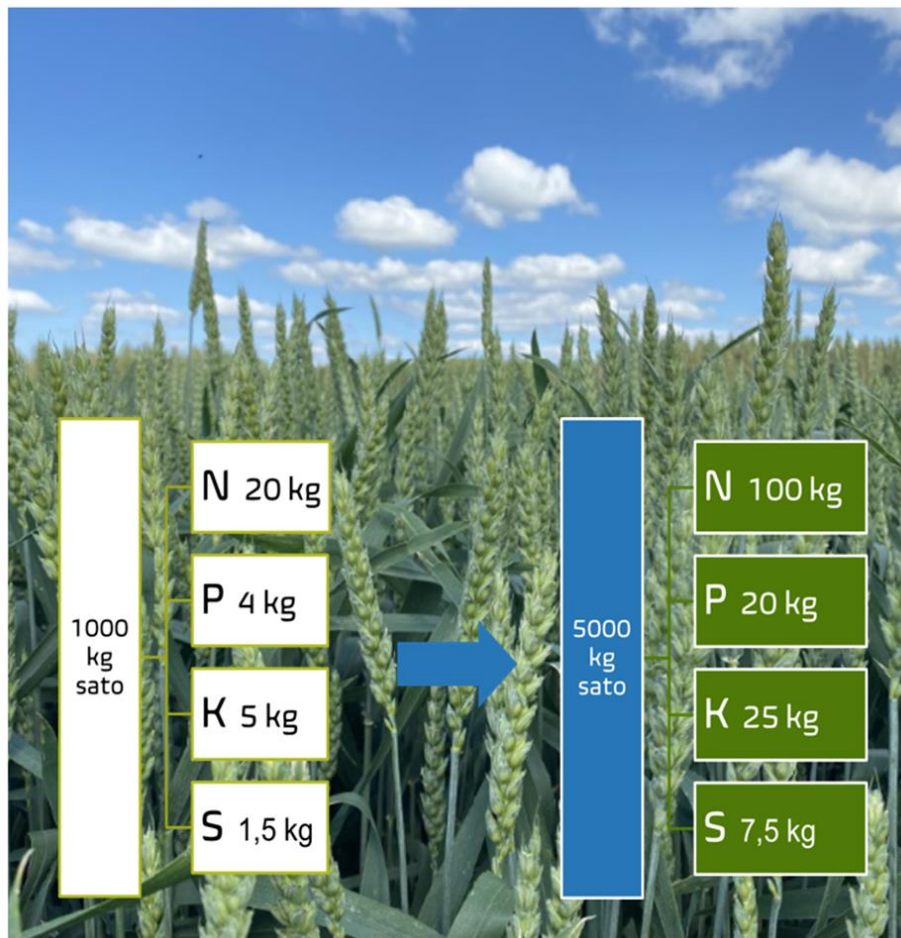
Kuvan 10 mukaisesti Yaran kehitysagronomi suosittelee, että kylvölannoituksena annetaan 2/3 kasvukaudelle suunnitellusta typpimäärästä (N) ja kaikki fosfori (P) ja kalium (K). Karjanlannan täydennyksenä puolet tai vähintään 60 kg typpeä keväällä kylvön yhteydessä annettavasta tyypestä YaraMila tai YaraBela lannoitteena. Lisälannoitukset kasvukaudella annetaan korrenkasvuvaiheessa, kun halutaan nostaa satoa, ja tähkävaiheessa kun tavoitteena on nostaa valkuaisista YaraBela-lannoitteella. Lohkolle perustettavilta nolla- ja ylilannoitusruuduilta seurataan kylvölannoituksen riittävyttä ja maasta vapautuvaa typpeä. N-testerillä mitataan kasvuston typpilannoitustarvetta (BBCH 30-51). Lisälannoitus täsmälannoituksena tasaa kasvustoa lohkon sisällä.



Kuva 10: Kasvukauden eteneminen viljapelloilla lannoituksen näkökulmasta. Koostanut Anna-Kaisa Salovaara, kehitysagronomi, Yara.

Viljavuustutkimus ja satotavoitteet tulee olla suunnittelun lähtökohtina. Hyvällä ja kasvukauteen suhteutetulla lannoitusstrategialla voidaan parantaa ravinteiden käytön

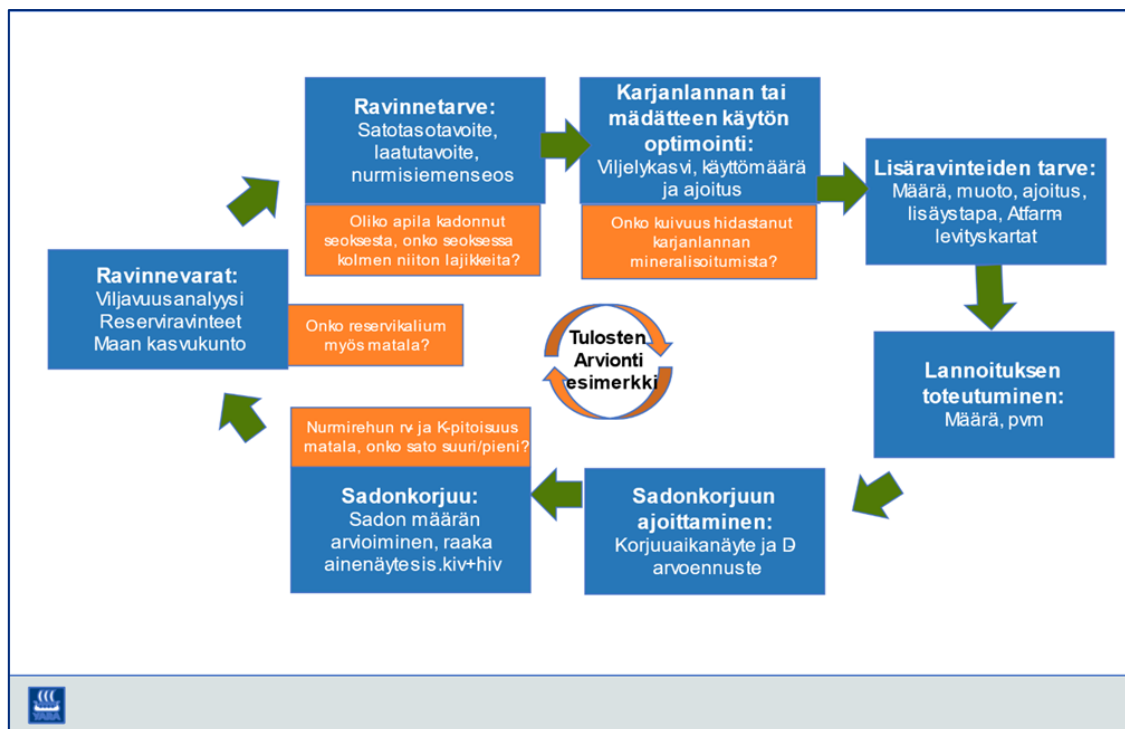
tehokkuutta. Lannan täydennyslannoitus kylvön yhteydessä varmistaa nopean ja tasaisen kasvuunlähdon. Hyvään alkuun päässyt kasvusto hyödyntää tehokkaasti myöhemmin kasvukaudella lannasta vapautuvat ravinteet. Täsmäviljelyn työkalut ja analyysitulokset ovat apuna lannoituksen tarkentamisessa.



Kuva 11: Jyväskylässä poistuvat ravinnemäärät. Koostanut Anna-Kaisa Salovaara, kehitysagronomi, Yara.

Nurmet

Yaran kehitysagronomi on koostanut kuvaan 12 vuoden kierron, jonka mukaan lannoitusta voidaan optimoida. Käytännössä kasvukausi lähtee liikkeelle maaperän ravinnevarojen selvittämisestä sekä kasvien ravinnetarpeen ennakkoinnista. Tämän jälkeen optimoidaan karjanlannan tai mädätteen käyttö sekä arvioidaan lisäravinteiden tarve. Lannoitusten toteutuminen merkataan ylös, jotta pystytään seuraamaan, kuinka paljon mitäkin ravinnetta on käytetty, ja minä ajankohtina. Lopuksi sadonkorjuu ajoitetaan optimaalisesti korjuuaikanaäytteen ja D-arvoennusteen avulla, jonka jälkeen sadonkorjuu toteutetaan. Sadon raaka-aineanalyysit eli rehun kivennäis- ja hivenainekoostumus kertoo lopullisesti lannoituksen onnistumisen ja paljastaa mahdolliset typenkäytön tehokkuutta rajoittavat ravinteet.



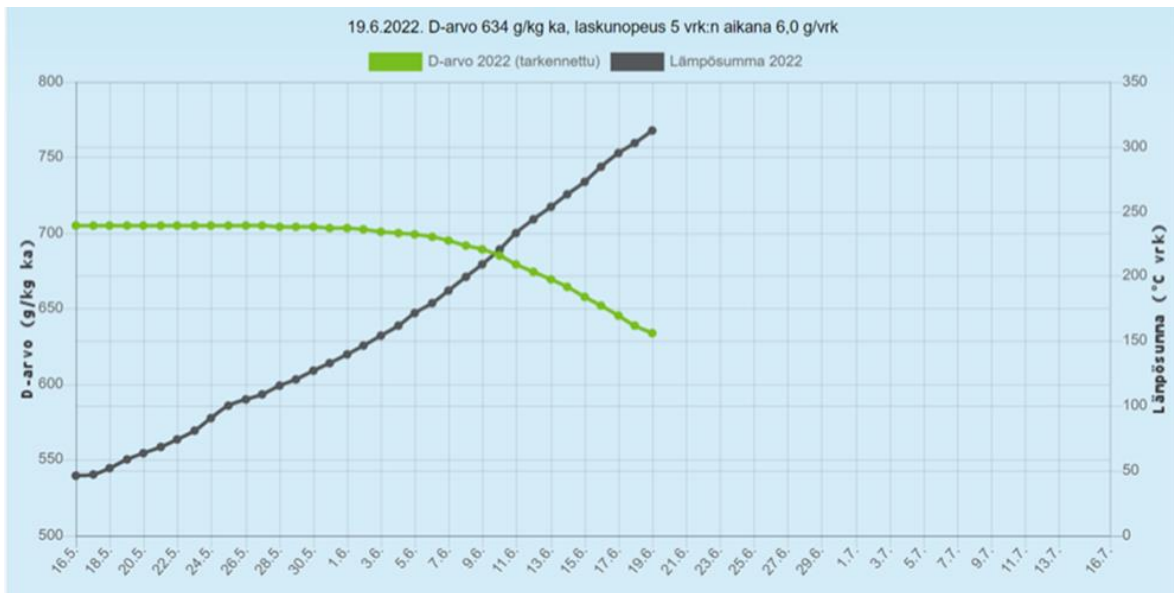
Kuva 12: Kasvukauden eteneminen nurmipelloilla lannoituksen näkökulmasta. Koostanut Mervi Seppänen, kehitysagronomi, Yara.

Lannoituksen suunnittelussa kannattaa kiinnittää huomiota esimerkiksi viljavuusanalyysin fosforin, kaliumin sekä magnesiumin määriin. Myös magnesiumin ja kaliumin varastoreservit on syytä huomioida lannoitusta suunniteltaessa.

Nurmiheinälajikkeiden satopotentiaali on jopa 12–14 t ka/ha, mutta keskisato on Suomessa 6 t/ha. 8–9 t ka/ha sato ottaa 200–250 kg typpeä ja kaliumia hehtaarilla, sekä 20–25 kg fosforia hehtaarilla.

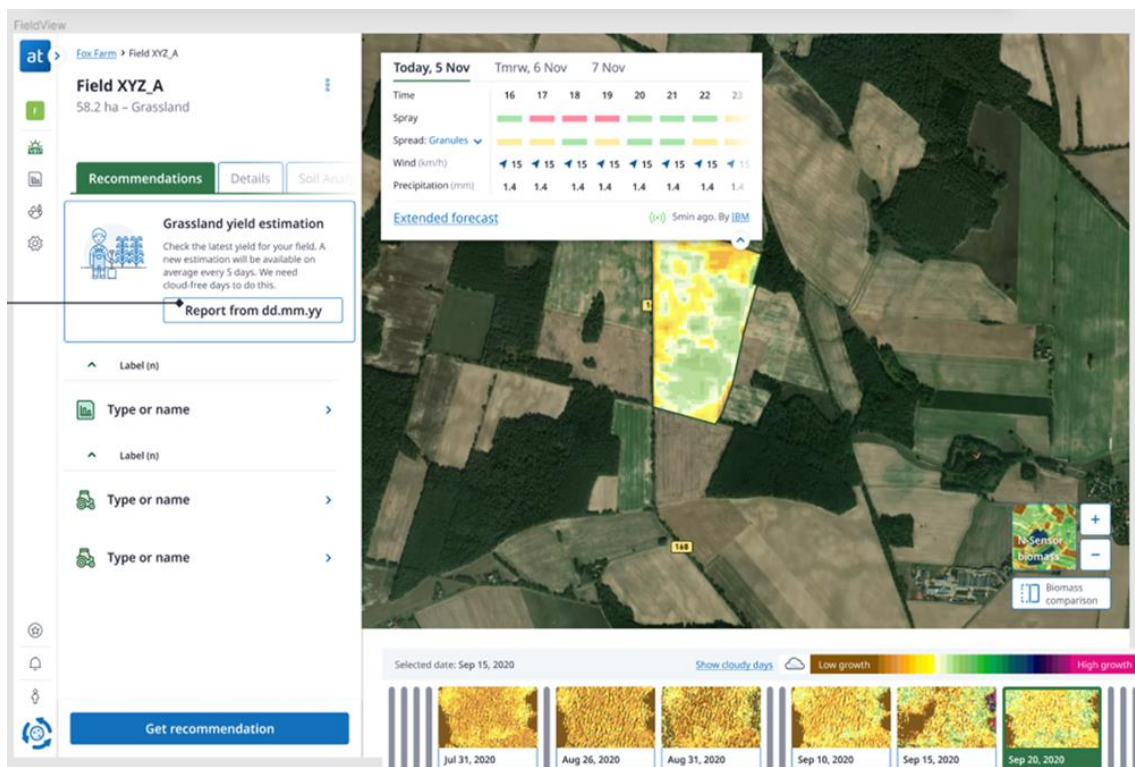
On myös syytä muistaa, että syksyllä valmistaudutaan kesään - rikkakasvien tunnistaminen ja apilan osuuden arvioiminen.

Korjuun ajoittaminen on erittäin tärkeää, jotta saavutetaan optimaalinen satotaso sekä optimaalinen D-arvo. Korjuun ajoittamisen apuvälineenä voidaan käyttää korjuuaikanäytettä, jonka D-arvo-analyysitulosta syötetään Karpe-laskuriin (www.karpe.fi/darvoennuste.php), jonka jälkeen laskuri näyttää 5 vuorokauden ennusteen D-arvon kehittymisestä lähimmän sääaseman lämpösummaennusteen perusteella (kuva 13). Tätä voidaan käyttää etenkin ensimmäisen nurmisadon ennustamiseen noin 1–2 viikkoa ennen arvioitua sadonkorjuuajankohtaa. Tämä menetelmä toimii parhaiten heinäseoksilla. Suositeltavaa on ottaa 2 näytettä per viikko.



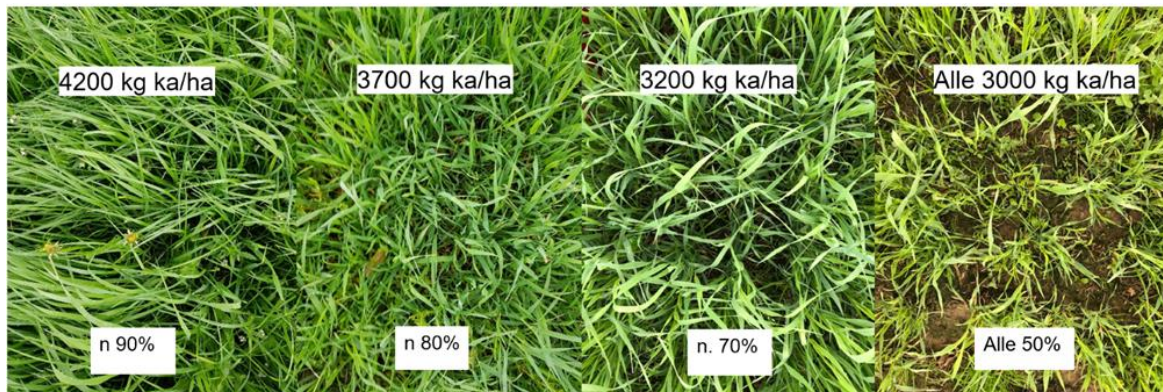
Kuva 13: www.karpe.fi/darvoennuste.php -osoitteessa voi syöttää laskuriin korjuuaikanytteen tuloksen, jonka perusteella laskuri ennustaa d-arvon seuraavien 5 vuorokauden aikana.

Satomäärän arvioiminen antaa lähtökohdan nurmiviljelyn ympäristötehokkuuden kuten ravinnetaseiden laskentaan. Nurmisadon mittaamiseen on eri tapoja kuten satomitta, joka antaa hyvän arvion ensimmäisen nurmisadon määrästä, kun tiheys on arvioitu oikein. Myös ajoneuvovaaka, ajosilppuri (tarkista kuiva-ainepitoisuus) ja Atfarm-satelliittipalvelu vuodesta 2023 eteenpäin ovat toimivia ratkaisuja (kuva 14).



Kuva 14: kuvakaappaus Yaran Atfarm-sovelluksesta, jonka avulla voidaan mitata nurmen satotasoa vuodesta 2023 alkaen.

Nurmen tiheys ja ikä vaikuttavat korjatun sadon määrään (kuva 15). 70 cm korkea kasvusto jossa 100 % tiheys tuottaa noin 4700 kg ka/ha. Nurmen satovuosien myötä lannoitusvaste alenee, mutta täydennykylvö vähentää iän vaikutusta nurmisatoon.



Kuva 15: Nurmen tiheyden vaikutus korjatun sadon määrään. Koostanut Mervi Seppänen, kehitysagronomi, Yara.

Yhteenvetona Yaran kehitysagronomi Mervi Seppänen on tiivistänyt, että tavoitteena on pilottilohkoilta otettavien maa- ja rehuanalyysien perusteella tarkastella eri mahdollisuuksia typenkäytön tehostamiseen. Hän myös korostaa, että rehunäytteiden ruokinnallinen laatu ja kivennäis- ja hivenaineanalyysi kuvaa parhaiten lannoituksen onnistumista. Lopuksi Seppänen mainitsee, että nurmikierron ajan tehty ravinneseuranta ohjeistaa nurmen perustamisvaiheen toimenpiteille kuten karjanlannan tai maanparannusaineiden käytölle.

Kasvinsuojelu

Kasvinsuojelun osalta Syngentan Arto Markkula sekä Antti Jaakkola ovat antaneet pitkin kasvukautta ohjeita kasvinsuojelun onnistumiseksi. Nämä ohjeet on koottu tähän osioon.

Havaintoja kasvukaudelta 2022

Ohrakirppaa esiintyi keväällä joillakin viljapelloilla (kuva 16). Syngentan asiantuntijoiden mukaan torjuntakynnys ylittyy ohran ja kauran osalta kun 1/3 lehtipinta-alasta on syöty. Vehnän osalta torjuntakynnys ylittyy, kun ½ lehtipinta-alasta on syöty.

Rikkakasvien torjunnan osalta Syngentan asiantuntijat neuvoivat, että rikkakasvien torjuntaan kannattaa lähteä heti, kun sääolot sallivat viljakasvien ollessa 3-4 lehtivaiheessa. Mikäli rikkakasvina esiintyy runsaasti pihatähtimöä, eli vesiheinää, niin ainevalinnassa pitää olla tarkkana, ja valita aine, joka tehoaa pihatähtimöön.

Syngentan asiantuntijat antoivat vinkkejään myös kasvunsäätteen käytön osalta. Jotta kasvustoon saadaan tiheyttä ja tasainen kehittyminen, on kasvunsäätteen käyttö aikaisessa vaiheessa suositeltavaa, koska se hillitsee pääversion kasvua. Eläinlantaä käytettäessä tyypeä vapautuu kasvien käyttöön niiden kehityksen kannalta melko myöhään (Juhannuksesta lähtien), mikä lisää jälkiversonnan riskiä.

Suosittelava taktiikka lantaa käyttäville tiloille on, että kylvön yhteydessä annetaan riittävä määrä mineraalilannoitetta, mikä saa kasvit hyvään alkuun lähtöön. Kasvunsäateellä kasvustoa ohjataan niin, että siihen muodostuu mahdollisimman paljon versoja ja sitä kautta tähkien aiheita. Kun tyyppi alkaa vapautua eläinlannasta, on sillä 'paikka' kasvissa, johon mennä. Mikäli kasvusto on vapautuvaan tyyden määrään nähden liian harva, alkaa siihen muodostua jälkiversoja, mikä ei ole hyvä asia.



Kuva 16: ohrakirpan aiheuttamaa voitusta ohralla. Kuva: Arto Markkula, Market Manager Finland, Syngenta.

Kun lannan typpi alkaa vapautua, aiheuttaa se kasvun kiihtymisen kasvustossa. Tämä aiheuttaa versojen liian nopean pituuskasvun, mikä lisää lakoriskiä. Korrenkasvun lopulla tehtävä kasvunsäädäkäsittely ehkäisee korren liiallista pituuskasvua ja siten lakoa.

Ohralla ja vehnällä muutama kasvunsäädö on hyväksytty vielä kasvuasteella 49, eli kun vihneet pilkistävät. Kovin myöhäisestä käsittelystä ei laonestomielessä saa välttämättä täyttä hyötyä, joten ajoissa kannattaa olla liikkeellä.

Tankkiseoksia kasvunsäätteen kanssa ei suositella kuumissa ja kuivissa olosuhteissa, sillä tankkiseoskumppaneiden sisältämät kiinnitteet lisäävät säätteen vaikutusta. Haastavissa olosuhteissa ruiskutukset tulee tehdä yöllä/aamuyöllä kun kasvusto on toipunut päivän lämpöstressistä.

Opittua kasvukaudella 2022

Kasvukaudella 2022 tautitorjunta oli normaalissa viljakierrossa taloudellisesti kannattavaa jyväkoon varmistajana. Alkukasvukausi oli kuivahko, joten viljan taudit eivät lähteneet liikkeelle kovin aikaisin. Ruutukokeissa T2- ja T3-käsittelyvaiheet antoivat parhaan satovasteen viime kasvukaudella. T1-vaiheen käsittelyä suositellaan edelleenkin etenkin viljakierrossa. Ajoissa torjuttuna kasvitaudit eivät saa jalansijaa kasvustossa, eivätkä tuhoa yhteyttävää kasvipintaa ennen loppuvaiheen käsittelyä.

Jostain syystä ohran lentonokea on näkynyt kasvustoissa aikaisempaa enemmän. Lentonoke voi torjua kunnon peittauksella ja se kannattaa tehdä huolella, jotta jokainen siemen saa riittävän annoksen ainetta. Ohran verkkolaikku ja vehnän lehtilaikku ovat myös siemenlevintäisiä tauteja ja peittaus torjuu myös näitä. Ne ovat myös maalevintäisiä tauteja ja ne hyötyvät yksipuolisesta viljan viljelystä ja kevytmuokkauksesta.

Ravinteiden käytön tehokkuutta voidaan tehostaa asianmukaisella kasvinsuojelulla. Kasvuston satopotentiaali on paremmin turvattu terveessä kuin vioittuneessa kasvustossa. Kasvinsuojeluaineiden oikeisiin levitystekniikoihin on syytä kiinnittää huomiota, jotta tuulikulkeumat peltolohkojen ulkopuolelle saadaan minimoitua. Näin vaalitaan peltoympäristön monimuotisuutta, kun aineet eivät kulkeudu väärään paikkaan. Lopuksi on syytä korostaa, että kasvinsuojelua suunniteltaessa etenkin viljelykierto sekä muokkaustapa pitää ottaa huomioon optimaalisten ratkaisujen löytämiseksi.



Kuva 17: Pilottitilavierailu Syngentan asiantuntijoiden kanssa kesäkuun alussa. Kuva: Pyhäjärvi-instituutti.

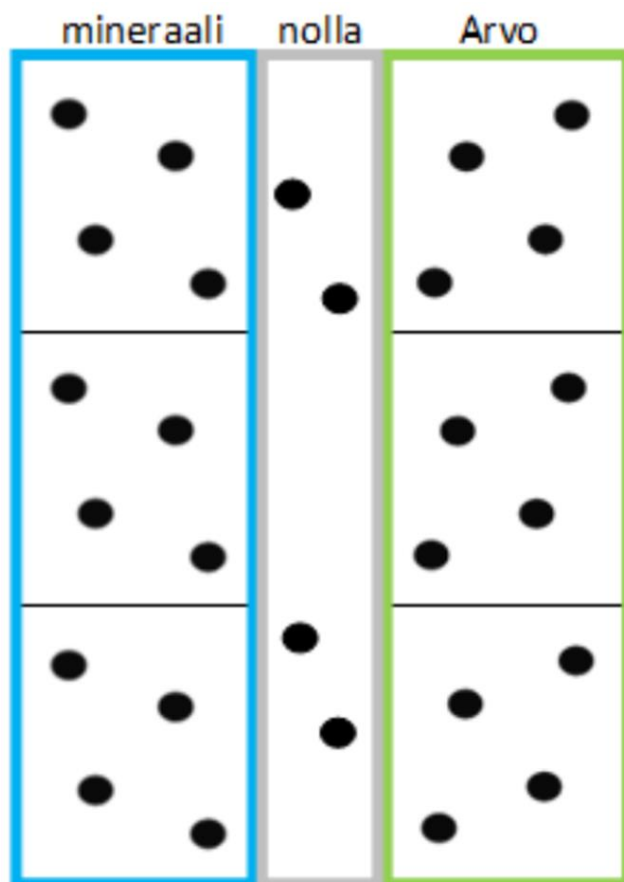
Arvo kierrätyslannoitteet – Novarbo/Biolan

Taustaksi

Kierrätyslannoitteilla on suuri potentiaali kasvinravitsemuksessa. Kierrätyslannoitteiden etuja perinteisiin mineraalilannoitteisiin verrattuna ovat esimerkiksi huoltovarmuus, lannoitteiden pitkäaikainen ravinteiden vapauttaminen sekä maan multavuuden parantaminen. Kierrätyslannoitteiden etu on myös se, että niiden avulla ravinteiden kierrättäminen maataloudessa ja teollisuudessa on mahdollista, jonka seurauksena ravinteiden louhinta neitseellisistä lähteistä vähenee.

Tavoite

Tällä kasvukaudella tavoitteena oli selvittää, sopiiko kierrätyslannoite rehuherneen lannoitukseen. Kierrätyslannoitteena käytettiin Biolanin Novarbo Arvo 3-1-15-5 -kierrätyslannoitetta, joka sisältää broilerinlantaa ja kaliumsulfaattia.



Kuva 18: Havainnekuva kierrätyslannoite-pilotin lannoitusaloista ja näytteidenottopisteistä. Kuva: Pyhäjärvi-instituutti.

Koeasetelmien ja -menetelmien kuvaus

Pilotointiin valittiin yhteensä kolme pilottitilaa, ja jokainen pilottitila valitsi itseltään sopivan pilottilohkon, jossa kasvatettiin rehuhernettä. Näiltä lohkoilta otettiin keväällä laajat viljavuusanalyysit sekä maaperän NIR-analyysit. Tämän jälkeen viljelijät kylvivät rehuherneen niin, että lohkolle oli kolme erilaista osiota: kierrätyslannoitteella lannoitettu, mineraalilannoitteella lannoitettu sekä lannoittamaton ala. Lannoitus tapahtui kylvön yhteydessä kylvölannoittimella.

Noin kuukausi kylvöstä toteutettiin taimettumisen laskenta, eli tarkasteltiin, onko lannoitus vaikuttanut taimettuneiden kasvien määrään. Tämän jälkeen nuoresta kasvustosta kerättiin Yara Megalab -kasvianalyysi, jonka perusteella verrattiin, onko lannoituksella vaikutusta nuorten kasvustojen ravinnepitoisuuksiin. Lopuksi korjuukypsästä sadosta kerättiin satonäytteet, jotka punnittiin sekä lähetettiin Eurofins Viljavuuspalvelut Oy:lle rehuanalyysiin.



Kuva 19: Kierrätyslannoite-pilotin näytteidenkäsittelyä, eroteltuina palot, herneet ja varret. Kuva: Pyhäjärvi-instituutti

Tulokset

Satotasot vaihtelivat runsaasti peltolohkojen sisällä ja peltolohkojen välillä (taulukko 4). Keskimääräisesti satotasoissa ei kuitenkaan havaittu merkittäviä eroja kierrätyslannoitteen tai mineraalilannoitteen välillä. Myös lannoittamattoman alan hernekasvusto menestyi suhteellisen hyvin. Syynä tähän lienee pilottilohkojen hyvä kasvukunto sekä herneen biologinen typensidonta.



Kuva 20: Säilörehuherneen satonäytteet kerättiin neljännes neliön kokoisilta aloilta. Kuva: Pyhäjärvi-instituutti.

Taulukko 4: pilottitilojen hernesatojen vaihteluväli (kg ka / ha). tiloilla 1 ja 2 kasvusto puitiin, kun taas tilalla 3 koko kasvusto korjattiin säilörehuksi.

Lannoitusala	Tila 1 (kg ka/ha)	Tila 2 (kg ka/ha)	Tila 3 (kg ka/ha)
Kierrätyslannoite	2770–5100	1645–4143	3033–4735
Mineraalilannoite	3081–5124	1399–4177	3236–5509
Lannoittamaton	3309–4268	2686–3460	3224–3995

Myös ruokinnallisten arvojen osalta havaittiin vaihtelua lohkojen välillä (taulukko 5). Samoin kuin satotasojen osalta, ruokinnallisissakaan arvoissa ei ollut havaittavissa merkittäviä eroja kierrätyslannoitteella lannoitetussa sadossa tai mineraalilannoitteella lannoitetussa sadossa. Myös lannoittamaton ala menestyi hyvin ruokinnallisten arvojen osalta.

Taulukko 5: Ruokinnallisten arvojen vaihteluväli eri lannoitustyypeillä.

Analyysi	Kierrätyslannoite	Mineraalilannoite	Lannoittamaton
Raakavalkuainen (g/kg ka)	147–254	160–245	146–241
D-arvo (g/kg ka)	613–905	613-912	611–903
Muuntokelpoinen energia (MJ/kg ka)	10–13	10–13	10–13

Johtopäätökset ja mahdolliset suositukset

Lannoituksella ei havaittu olevan selvää vaikutusta herneen taimettumiseen. Satotasoissa oli paljon vaihtelua lohkojen sisällä sekä tilojen välillä, mutta mineraalilannoituksen ja kierrätyslannoituksen väliset erot jäivät hyvin pieniksi. Myös rehuanalyysien tulosten perusteella ruokinnallisten arvojen osalta mineraalilannoitteen ja kierrätyslannoitteen erot jäivät erittäin pieniksi. Koska kyseessä oli peltotason koe, tuloksiin vaikutti merkittävästi kasvulohkot, kasvuolosuhteet, viljelykierrot, ynnä muut tekijät.

Kierrätyslannoitteen hyödyt tulevat selkeämmin esille pitkällä aikavälillä, koska ravinteet vapautuvat pidemmän ajan sisällä kuin mineraalilannoitteen. Samoin kierrätyslannoitteen positiiviset vaikutukset maan kasvukuntoon multavuuden lisäyksenä tulevat näkyviin vasta pidemmällä aikavälillä.

Näiden kolmen pilottilohkon tulosten perusteella voi todeta, että kierrätyslannoitetta käyttäessä rehuherneellä satopotentiaali sekä ruokinnalliset arvot ovat samansuuruisia kuin mineraalilannoitteellakin. Lannoituksessa on myös syytä ottaa huomioon herneen suhteellisen vähäinen typpilannoituksen tarve herneen biologisen typensidonnan vuoksi.

Peltojen hiilivuomittaukset kammiomittausmenetelmällä – Datasense & Vaisala Oyj

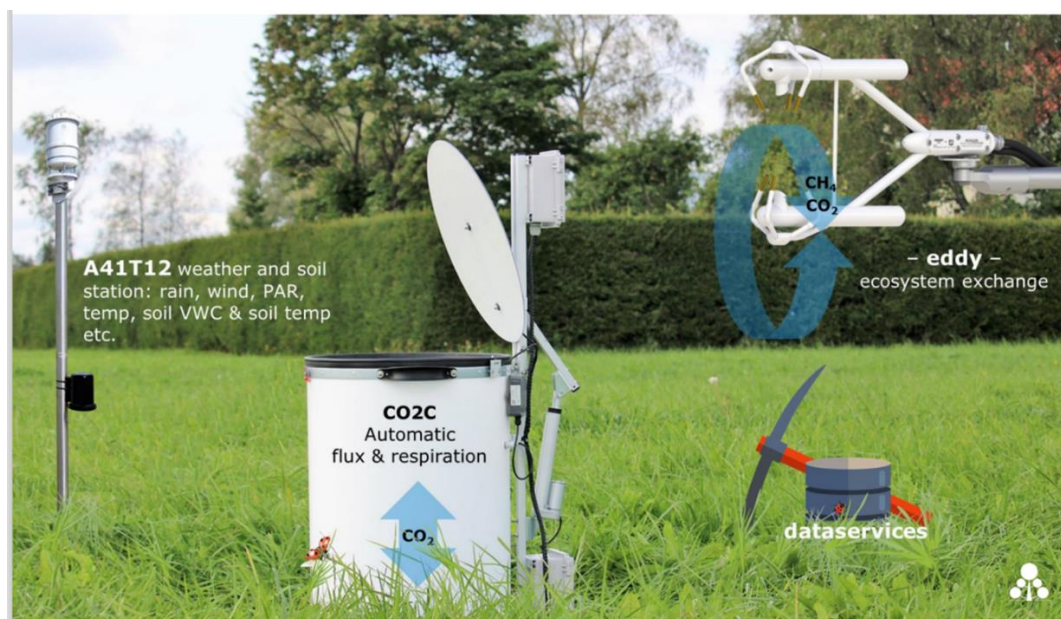
Taustaksi

Peltolohkojen hiilensidonnann menetelmien kehitys on viljelijöiden, HKScan Oyj:n, Vaisalan, tutkimuslaitosten, Datasense Oy:n ja usean muun tahon yhdessä toteuttama kokonaisuus. Työ hiilivuon kammiomittausteknologian kehittämiseksi on aloitettu v. 2019 ja varsinaista mittausdataa on saatavana vuosilta 2019-2022. Tutkimuksen kohteena oleva pellon hiilenkierto on monimutkainen prosessi. Tuloksiin vaikuttavat kasvukauden aikana vaihteleva sää, mittalaitteiden väliset erot ja tutkimuksen kesto. Mahdollisimman käytännönläheisellä hiilenkierron tutkimuksella, mittauksilla ja kokeiluilla pyritään löytämään ratkaisuja ympäristömyönteisen ruoan tuottamiseksi.

Positiivisten ympäristövaikutusten ja viljelymenetelmien kehityksen lisäksi ympäristömuuttujien mittauksilla on suoria vaikutuksia koko elintarvikeketjuun ja sen liiketoimintaan. Kuluttajat tekevät ostopäätöksiä lisääntyvissä määrin ympäristövaikutusten perusteella. Kauppa ja heidän asiakkaina olevat kuluttajat haluavat helposti ymmärrettävää faktaa ostopäätöstensä tueksi. Investoinnit ympäristöystävällisempiin tuotantomenetelmiin tuovat oikein hyödynnettyinä kilpailuetua koko ruokasektorille.

Tavoite

Hiilivuomittauksen tavoitteena on tuottaa mitattua tietoa eli dataa, jonka avulla voidaan edistää peltoviljelyn menetelmiä hiilenkiertoa ja -sidontaa tukeviksi ratkaisuksi. Datan avulla voidaan luoda malli sekä koko kalenterivuoden mutta erityisesti kasvukauden aikana tapahtuville muutoksille peltolohkoissa, jotka eroavat toisistaan sijainnin, maaperän laadun ja viljelymenetelmien kautta. Peltolohkoilla viljellään osana normaalia viljelytapaa vilja- ja valkuaiskasveja sekä nurmea. Kullekin peltolohkolle määritellään yksi keskeinen mittausavoite (muuttuja) ja muut mittaukseen vaikuttavat tekijät pyritään eliminoimaan mahdollisimman hyvin.



Kuva 21: Peltojen hiilivuomittaukseen käytettävä laitteisto

Koeasetelmien ja -menetelmien kuvaus

Pilottiprojekteissa 2019–2020 kehitettiin ja testattiin mittalaitteet ja menetelmät, joiden avulla havainnollistetaan hiilen kiertokulku erilaisissa olosuhteissa. Vuonna 2021 laadittiin malli hiilitaseen arvioinnille ja vuonna 2022 menetelmää kehitettiin edelleen. Käyttöön otettiin taselaskentamalli, jonka avulla voidaan arvioida kasvukauden ja koko vuoden hiilitase. Lisäksi tutkittavaa aluetta edustavien mittapisteyden valinta tehtiin maahengitysmittausten ja viherindeksin (NDVI) kartoituksen avulla.

Hiilivuoanalyysointori on automaattisesti tuulettuva kammiojärjestelmä. Datasense Oy:n vakiomallit ovat 78 ja 108 cm korkeita. Kammioiden ”hyötykorkeus” on 70 ja 100 cm. Kaasutiiviistä mittaustilasta mitataan CO₂ pitoisuuksien muutokset Vaisala GMP252 mittapäällä kannen ollessa suljettuna. Lisäksi mitataan mittaustilan lämpötila ja PAR säteily. Kasvukauden 2022 mittaukset toteutettiin Huittisissa ohralohkolla, Urjalassa hernelohkolla sekä Kiuruvedellä nurmilohkolla. Kiuruvedellä mittaukset päättyivät lokakuun puolivälissä. Huittisissa ja Urjalassa hiilitaseen mittauksia ja laskentaa jatketaan talven yli.

Kauden 2022 tutkimuskohteet ja koeasetelmat olivat seuraavat:

1. Huittinen ohra: kerääjäkasvi vs. ilman kerääjäkasvia
2. Kiuruvesi nurmi: niittokorkeus 7 cm vs. 14 cm
3. Urjala herne: kemiallinen lannoite vs. kierrätyslannoite

Mittauspaikoiksi valittiin jokaiselta lohkolta kaksi mittapistettä, jotka edustavat tutkittavaa aluetta mahdollisimman hyvin. Viherindeksin perusteella peltoala supistettiin pienempiin alueisiin, joilta sopiva mittapiste löydettäisiin. Kultakin lohkolta kerättiin maahengitysnäytteitä 3–6 eri pisteestä huhtikuussa 2022. Maahengitys kuvaa maaperän eliöstön aktiivisuutta, kun kasvuston vaikutus on minimoitu tai suljettu pois. Näin haluttiin löytää mittauspiste, joka kuvaa koko lohkoa mahdollisimman hyvin.

Mittaukset aloitettiin ennen termisen kasvukauden alkua Etelä-Suomessa 2.5.2022 ja Kiuruvedellä 11.5.2022. Sääolosuhteet kauden aikana olivat alueellisesti vaihtelevat, mutta tarjosivat monin paikoin vähintäänkin kohtalaiset olosuhteet kasvukauden onnistumiselle. Edellisten kasvukausien kaltaisia pitkiä kuivia kausia ei mittauskohteissa koettu. Kuivuudesta kärsittiin kasvukaudella 2022 voimakkaimmin Itä-Suomessa ja pahimmat sadekaudet osuivat Pohjanmaalle.



Kuva 22: Mittauskohteena ollut ohrapello eri kasvuvaiheissa

Tulokset

Kasvukauden aikana hiiltä sitoutui maaperään ja kasvustoon runsaasti kaikissa mittapisteissä. Koeasetelmista parhaiten hiiltä sitoutui nurmiviljelmällä, joka oli kasvukauden aikainen hiilinielu. Ohrapellolla tase oli positiivinen vain keskikesällä ja hernelpello sai apua hiilensidontaan alle kylvetyltä apilalta.

Vastaukset tutkimuskysymyksiin:

1. Sitooko ohra + kerääjäkasvikasvusto enemmän hiiltä kuin pelkästään ohrakasvusto?

Kasvukauden 2022 aikana ei havaittu merkittäviä eroja koealojen välillä. Alueelliset erot olivat kuitenkin pieniä. Kerääjäkasvin kasvu epäonnistui ja sen peittoala jäi vähäiseksi, mikä saattoi osin johtua liian pienestä siemenmäärästä. Suurin hyöty kerääjäkasvista on tyypillisesti lokakuussa, jolloin ilman kerääjäkasvia ei yhteyttämistä olisi ollenkaan.

2. Paljonko nurmi sitoo hiiltä? Onko niittokorkeudella väliä?

Nurmi sitoo hiiltä parhaimmillaan yli 5 g/m² /h eli 50 kg/ha/h. Esimerkiksi ohralla on kuitenkin parhaimmillaan yhtä hyvä hiilensidontapotentiaali kuin nurmella. Nurmella on rehevä ja vihreä kasvusto keväästä pitkälle syksyyn, joten hiilensidonta on tasaista ja yhteyttämistä tapahtuu aina, kun vihreää kasvustoa ja auringon säteilyä on saatavilla. Kasvukauden aikana Kiuruveden koelohko oli hiilinielu eli hiilitase oli kauden ajalla positiivinen. Tässä mittauksessa niittokorkeus ei vaikuttanut merkittävästi koeasetelman hiilitaseeseen. Suurin ero niittokorkeuden vaikutuksessa hiilitaseeseen on todennäköisesti heti niiton jälkeen uuden kasvun ollessa voimakkaimmillaan. Kasvu tasaantuu hyvissä olosuhteissa todella nopeasti, joten kahden viikon tauko mittauksista voi olla liian pitkä, jotta voitaisiin havainnoida vaikutusta laadukkaasti.

3. Sitooko kierrätyslannoitteella lannoitettu herne enemmän hiiltä kuin mineraalilannoitettu?

Lannoituksella ei havaittu olevan merkitystä koko kasvukauden hiilitaseeseen. Kasvun ollessa voimakkaimmillaan heinäkuussa, kierrätyslannoitetulla alueella hiiltä sitoutui voimakkaammin. Niiton jälkeen apilakasvuston alkaessa yhteyttää tilanne kääntyi päinvastaiseksi.

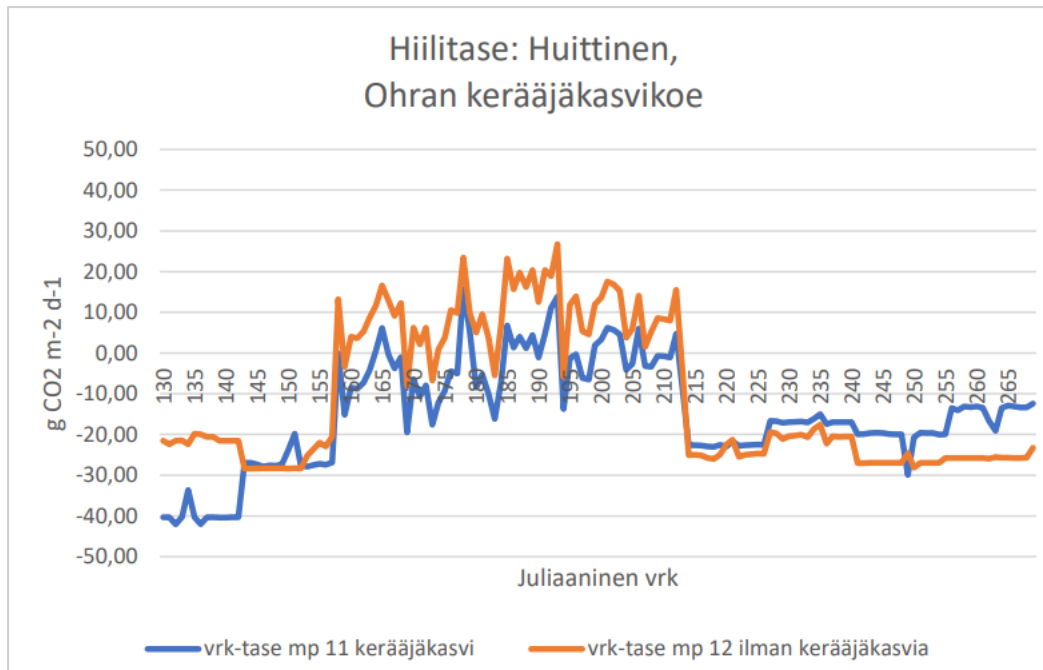
Johtopäätökset ja mahdolliset suositukset

Nurmikasvuston on todettu monessa yhteydessä olevan tehokas hiilinielu. Vuosi 2022 ei ollut poikkeus, nurmi oli kasvukauden aikana ylivoimaisesti tehokkaimmin hiiltä sitonut mittausalua. Se oli myös ainoa lohko, joka kasvukauden aikana toimi hiilinieluna eli hiiltä sitoutui maaperään. Ohralla ja hernelohkolla kokonaisuus jäi päästön puolelle.

Kasvukauden aikana lähes kaikkien mittapisteiden tase on ollut kesä-heinäkuussa positiivinen eli hiiltä on sitoutunut hyvin. Ohra tuleentui ja puitiin elokuun alussa, jolloin tase muuttui päästön puolelle. Syys-lokakuussa aurinkoisina päivinä nurmi- ja hernelohkoilla yhteyttämistä on vielä tapahtunut ja hiiltä on sitoutunut.

Teknisesti koeasetelmia voi pitää onnistuneena. Dataa kerättiin paljon, noin 600 hiilivuomittautulosta/ mittapiste/ kasvukausi, mutta yksityiskohtaisempien johtopäätösten tekoon dataa tarvitaan vielä selvästi enemmän.

Ohralohkolla kerääjäkasvi jäi laikkukkaammaksi kuin esimerkiksi kevätvehnä&kerääjäkasvi - kokeessa vuonna 2020. Onnistuneella kerääjäkasviseoksella (palkokasvi mukana?) sekä riittävällä kylvötiheydellä näytettäisiin saavutettavan hiilensidontan kannalta paras tulos. Myös nurmen niittoajankohdan valintaan kannattaa hiilensidonta-/mittausmielessä kiinnittää huomiota.



Kuva 23: Ohrapellon hiilitase kerääjäkasvilohkolta

Muut tutkimus- ja testihavainnot pilottitiloilta

Taustaksi

Maan mikrobeilla on suuri vaikutus pellon kasvukuntoon. Mikrobit mm. hajottavat orgaanista ainesta, pitävät yllä maan rakennetta, muokkaavat ravinteita kasveille sopiviksi ja torjuvat kasvitauheja. Mikrobit vaikuttavat myös pellon hiilensitomiskykyyn, sillä maan pysyvistä hiilestä merkittävä osa on peräisin kuolleesta mikrobimassasta.

Pellon mikrobeista muodostuu ravintoketjuja, joissa osa mikrobeista hyödyntää ravinnokseen juurieritteitä ja kasvijätteitä ja osa puolestaan syö muita mikrobeja. Mitä enemmän kasveista peräisin olevaa ravintoa mikrobeille on tarjolla, sitä paremmin viihtyvät myös näitä mikrobeja syövät eliöt. Ravinnonsaanti kaikissa ravintoverkon osissa vaikuttaa mikrobien määrään ja aktiivisuuteen eli siihen, miten tehokkaasti ne toimivat maan kasvukunnan ylläpitäjinä ja edistäjinä.

Tavoite

Kasvukaudella 2022 haluttiin selvittää minkälaisia maan mikrobiston eroja on havaittavissa eri ikäisissä nurmikasvustoissa. Olettama oli, että vanhemmissa kasvustoissa mm. mikrobien määrä on suurempi, mutta miten paljon ja millainen olisi maan sieni/bakteeri - suhde? Tätä haluttiin näytteenotoin havainnoida.

Koeasetelmien ja -menetelmien kuvaus

Peltomaan mikrobien määrän, aktiivisuuden ja sieni/bakteeri -suhteen selvittämiseksi kerättiin eri ikäisiltä nurmilta maanäytteet ns. NIR-analyysiin. NIR-analyysi on tavanomaista viljavuusanalyysiä laajempi ja antaa tietoa mm. maan biologisista ominaisuuksista. Näytteet NIR-analyysiin nostettiin kahdelta tilalta, joissa molemmissa tutkittiin kahden eri ikäisen nurmikasvuston maan biologisia ominaisuuksia. Tilalla 1 tarkasteltavana oli toisen ja neljännen vuoden nurmikasvustot ja tilalla 2 toisen ja kolmannen vuoden kasvustot. Kaikilta neljältä lohkolta valittiin näytteenottoon noin hehtaarin kokoinen, tasaisessa kasvussa oleva ala, joilta kultakin nostettiin maata 14 osanäytettä (kairanpistoa). Näytteet analysoi Eurofins Viljavuuspalvelut Oy.



Kuva 24: Toisen vuoden nurmikasvusto. Mitä runsaampi ja monilajisempi kasvusto on, sitä paremmin maan mikrobit viihtyvät. Kuva: Pyhäjärvi-instituutti.

Tulokset

Mikrobimassat jäivät lähes kaikilla nurmialoilla melko mataliksi. Tavoitearvoja tarkasteltaessa vain neljännen vuoden nurmikasvuston maaperän mikrobimassan määrä ylsi luokkaan "hyvä". Eri lohkojen suoraan vertailuun on suhtauduttava varauksella, mutta mikrobimassan määrän kasvun suunta oli kaikilla tutkituilla lohkoilla sama: mitä vanhempi nurmi, sitä enemmän mikrobimassaa maaperässä.

Mikrobien aktiivisuus jäi tilan 1 lohkoilla tavoitearvoista sekä toisen, että neljännen vuoden nurmilla. Sen sijaan tilan 2 lohkoilla sekä toisen että kolmannen vuoden nurmilla mikrobien aktiivisuus oli selvästi yli tavoitearvojen. Kaikilla lohkoilla tulosten suunta oli sama: mikrobien aktiivisuus kasvoi, mitä vanhempi nurmikasvusto oli kyseessä.

Kolmantena osa-alueena maan biologisten ominaisuuksien osalta tarkasteltiin maan sieni-/bakteeri -suhdetta. Tavoite on, että bakteereita olisi peltomaassa hieman sieniä enemmän. Selkeimmin tavoitearvoihin ylsivät kolmannen ja neljännen vuoden nurmikasvustot. Toisen vuoden kasvustoista tilan 2 lohko jäi alle tavoitearvojen ja tilan 1 lohko ylsi tavoitearvon alarajalle.

Taulukko 6: NIR-analyysin osoittamat maan biologiset ominaisuudet eri ikäisten nurmikasvustojen maaperässä.

Tila 1			Tila 2		
Mikrobien biomassa	Tulos	Tavoite	Mikrobien biomassa	Tulos	Tavoite
2. vuoden nurmi	177	175-525	2. vuoden nurmi	1481	1555-4665
4. vuoden nurmi	293	175-525	3. vuoden nurmi	1639	1555-4665
Mikrobien aktiivisuus	Tulos	Tavoite	Mikrobien aktiivisuus	Tulos	Tavoite
2. vuoden nurmi	31	60-80	2. vuoden nurmi	139	60-80
4. vuoden nurmi	49	60-80	3. vuoden nurmi	265	60-80
Sieni/bakteeri suhde	Tulos	Tavoite	Sieni/bakteeri suhde	Tulos	Tavoite
2. vuoden nurmi	0,6	0,6-0,9	2. vuoden nurmi	0,4	0,6-0,9
4. vuoden nurmi	0,7	0,6-0,9	3. vuoden nurmi	0,8	0,6-0,9

Tuloksia tarkasteltaessa on hyvä huomioida, että osa lohkojen tavoitearvoista vaihtelevat lohkoittain eikä niillä ole samoja tavoitearvoja. Tämä johtuu tavoitearvoihin vaikuttavien ominaisuuksien (esim. multavuus ja orgaanisen aineksen määrä) eroista eri lohkoilla. Tilalla 1 nurmikasvustot olivat runsasmultaisilla HHT ja HtMr -mailla. Tilan 2 lohkot olivat multamaita. Kaikille biologisille ominaisuuksille ei siis voida osoittaa yhtä absoluuttista tavoitearvoa, joka pätsi kaikille viljelymaille, vaan tavoitetta tulee tarkastella lohkoakohtaisesti.

Johtopäätökset ja mahdolliset suositukset

Tehtyjen NIR-analyysien tulokset korreloivat yleisten tutkimustulosten kanssa: maan mikrobiologinen tila paranee, mitä vanhempi kasvusto on kyseessä. Tämän perusteella peltolohkon pitkäaikainen kasvipeitteisyys ja mahdollisimman vähäinen mekaaninen häirintä vaikuttavat todennäköisesti positiivisesti maan biologisiin ominaisuuksiin.

Viljelyssä kannattaa suosia mahdollisimman pitkäaikaista kasvipeitteisyyttä peltolohkoilla, sekä mahdollisimman kevyttä muokkausta, jotta olosuhteet maaperän mikrobeille, ja tätä kautta niistä saataville hyödyille, kasvavat. Kasvipeitteisyysjakson pidentämistä ja muokkauksen keventämistä tulee kuitenkin tarkastella tila- ja tilannekohtaisesti, sillä esimerkiksi viljelykierto ja lohkojen ominaisuudet pitää huomioida uusia toimenpiteitä suunniteltaessa.