



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 86/2024

Kestävyyttä nurmesta

Kestävyyttä nurmesta -hankkeen (2022–2024) tulosraportti

Sari Kajava ja Maarit Termonen (toim.)

Kestävyyttä nurmesta

Kestävyyttä nurmesta -hankkeen (2022–2024) tulosraportti

Sari Kajava ja Maarit Termonen (toim.)

Marita Jääskeläinen, Kirsi Järvenranta, Sari Kajava, Panu Korhonen, Outi Kuvaja, Sanna Kykkänen, Miikka B. Laine, Arja Louhisuo, Kaisa Matilainen, Oiva Niemeläinen, Annu Palmio, Anni Palvi, Mikko Saastamoinen, Auvo Sairanen, Maarit Termonen, Hannu Viitala ja Perttu Virkajärvi

Viittausohje:

Kajava, S. & Termonen, M. (toim.) 2024. Kestävyyttä nurmesta : Kestävyyttä nurmesta -hankkeen (2022–2024) tulosraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 86/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 38 s.

Viittausohje yksittäiseen artikkeliin:

Termonen, M., Kykkänen, S., Korhonen, P., Louhisuo, A., Järvenranta, K. & Virkajärvi, P. 2024. Typpilannoitus pidennetyssä nurmikierrossa. Julkaisussa: Kajava, S. & Termonen, M. (toim.). Kestävyyttä nurmesta: Kestävyyttä nurmesta -hankkeen (2022–2024) tulosraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 86/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 5–6.

Sari Kajava ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1769-4622>

Maarit Termonen ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7649-8293>



ISBN 978-952-380-977-2 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-977-2>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Toimittajat: Sari Kajava ja Maarit Termonen, Luonnonvarakeskus

Kirjoittajat:

Luonnonvarakeskus: Kirsi Järvenranta, Sari Kajava, Panu Korhonen, Sanna Kykkänen, Arja Louhisuo, Oiva Niemeläinen, Annu Palmio, Anni Palvi, Auvo Sairanen, Maarit Termonen ja Perttu Virkajärvi

Jyväskylän yliopisto: Miikka B. Laine

ProAgria Itä-Suomi: Marita Jääskeläinen, Kaisa Matilainen ja Mikko Saastamoinen

Savonia-ammattikorkeakoulu: Outi Kuvaja ja Hannu Viitala

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2024

Julkaisu vuosi: 2024

Kannen kuvat: Kirsi Järvenranta, Sari Kajava ja Panu Korhonen / Luke

Alkusanat

Kestävyttä nurmesta -hanke toteutettiin Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan ja Kainuun alueella aikavälillä 1.4.2022–31.12.2024. Hankkeen toteutti Luonnonvarakeskus (Luke) yhdessä Pro-Agria Itä-Suomen ja Savonia-ammattikorkeakoulun kanssa. Rahoituksensa hanke sai Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta (EMR) Pohjois-Savon, Pohjois-Karjalan ja Kainuun ELY-keskusten kautta. Yksityisrahoittajina hankkeessa toimivat Yara Suomi Oy, Hankkija Oy, Boreal Kasvinjalostus Oy, Laidunyhdistys, Pohjois-Karjalan maataloussäätiö, MTK:n säätiö, MTK:n Öljy- ja valkuaiskasvit -verkosto, pienryhmiin osallistuneet viljelijät sekä pellonpiennarpäiviin omalla standilla osallistuneet yritykset.

Hankkeen tavoitteena oli lisätä nurmentuotannon kokonaiskestävyyttä muuttuvassa tuotantoympäristössä, jossa viljelijöiltä odotetaan ilmastonmuutosta hillitseviä hiiliviljelytoimenpiteitä samalla kun tuotantokustannukset nousevat erittäin voimakkaasti. Hankkeen teemoja olivat nurmen iän pidentäminen, karjanlannan tehokas käyttö nurmen lannoitteena, laji- ja lajikevalinnat, mob-laidunnus ja kestävä pellonkäytön tehostaminen.

Tässä tulosjulkaisussa esitellään hankkeen keskeisimmät tulokset. Tuloksia on esitelty myös erillisinä julkaisuina, kuten ammattilehtiartikkeleina, blogiteksteinä, kongressijulkaisuina tai esitelminä, joihin löytyy linkkejä lukujen lopusta. Linkit kaikkiin materiaaleihin löytyvät myös hankkeen nettisivulta www.kestavyyttanurmesta.fi. Sosiaalisesta mediasta (Facebook, Instagram) hanke löytyy hashtagilla #kestavyyttanurmesta. Ajankohtaisia hanketoimijoiden kuulumisia voi seurata myös jatkossa Facebookissa sivuilla "Luonnonvarakeskus, Maaninka", "Laari.info / Maatila 2030 -hanke" ja "ProAgria Itä-Suomi" sekä Instagramissa tileillä "lukemaaninka", "laari.info" ja "proagriaitasuomi".

Haluamme kiittää rahoittajia, hankkeen ohjausryhmää, yhteistyöhankeita ja kaikkia hankkeen toiminnassa tavalla tai toisella mukana olleita. Yhdessä saimme uuden tutkimustiedon ja käytännön kokemukset parhaista käytänteistä liikkumaan maatilojen, tutkimuksen, koulutuksen ja neuvontatyötä tekevien asiantuntijoiden välillä. Toivomme, että tämä sähköinen julkaisu jatkaa omalta osaltaan tiedon välitystä ja hyväksi havaittujen toimintamallien siirtymistä käytäntöön.

1.11.2024

Maarit Termonen

tutkija, projektipäällikkö

Asiasanat: benchmarking, karjatalous, laiduntaminen, lannoitus, nurmikasvit, nurmiviljely, syysrypsi, säilörehu, tuotantokustannukset



Sisällys

1. Typpilannoitus pidennetyssä nurmikierrossa	5
2. Lietelannoituksen jälkivaikutus pidennetyn nurmikierron jälkeen – ravinnehuuhtoumat	7
3. Nurmivuosien typpilannoituksen jälkivaikutus uudistusvuoden viljasatoon	9
4. Ymmärrys juuristosta auttaa optimoimaan viljelyvalintoja	11
5. Viljelytekniikka vaikuttaa mikrobitoimintaan – kohti pysyviä hiilivarastoja	14
6. Lannoitus, korjuurytmi ja nurmiseos tukevat toisiaan	17
7. Rehumailasilla kestävyyttä palkonurmiin	20
8. Timoteilajikkeiden D-arvon seuranta	23
9. Nuorkarjan mob-laidunnus	26
10. Kestävä pellonkäytön tehostaminen ja rehuomavaraisuuden lisääminen nautatilalla	29
11. Nautatiloille vaihtoehtoisten syyspeltokasvien viljelymahdollisuudet	31
12. Kokemuksia pilottitilatoiminnasta	34
13. Hankeviestintää viljelijöille ja asiantuntijoille	37

1. Typpilannoitus pidennetyssä nurmikierrossa

Maarit Termonen, Sanna Kykkänen, Panu Korhonen, Arja Louhisuo, Kirsi Järvenranta ja Perttu Virkajärvi, Luke

Nurmikierron pidentämistä on ehdotettu keinoksi parantaa viljelyn kasvihuonekaasutasetta, sillä uudistamisvuosi lisää KHK-päästöjä vähemmän yhteyttämisen ja maan muokkauksesta johtuvan maan hiilivarojen lisääntyneen vapautumisen vuoksi. Vanhempien nurmien typpilannoituksen satovasteesta ja satotason alenemisestä nykyisissä viljelyolosuhteissa on kuitenkin olemassa vain niukasti tutkimustietoa. Tässä kokeessa tutkittiin vuonna 2022 neljän vuoden ikäistä nurmea suorana jatkona VarmaNurmi-hankkeen kokeeseen Maaningalla. Kolmen ensimmäisen nurmivuoden tuloksista voit lukea VarmaNurmi-hankkeen [tuloraportista](#).

Kolme karjanlantastrategiaa ja viisi typpilannoitustasoa

Kokeessa naudat lietelanta levitettiin kahdella strategialla: sijoittamalla toiselle sadolle ("liete 30 tn") ja sijoittamalla sekä ensimmäiselle että toiselle sadolle ("liete 30+30 tn"). Yksi levityskerta sisälsi keskimäärin 92 kg/ha kokonaistyppeä, josta liukoista typpeä oli 43 kg/ha ja orgaanista, ei liukoista typpeä, oli 49 kg/ha. Liete oli laimeampaa kuin aiempina koevuosina. Kolmas strategia toteutettiin mineraalilannoitteilla ("ei lietettä"). Kullekin strategialle toteutettiin viisi eri liukoisen typen käyttötasoa: 0, 150, 250, 350 ja 450 kg liuk. N/ha/v, jotka jaettiin kolmelle sadolle suhteessa 44 %, 36 % ja 20 %. Lietteen typpi täydennettiin mahdollisimman lähelle näitä tavoitearvoja mineraalilannoittein. Liettestrategioiden porrastus sisälsi vain lietteen typen. Maalajina kokeessa oli hieno hieta (orgaaninen aines 3,4 %).

Neljännän vuoden sato oli aiempia vuosia heikompi, mutta silti hyvä

Neljäntenä vuonna ensimmäinen sato oli 250 kilon liukoisen typen lannoituksella keskimäärin 4 000 kuiva-ainekiloa hehtaarilla, toinen sato 1 700 kg ka/ha ja kolmas 2 660 kg ka/ha. Kokonaissadossa päästiin korkeilla typpitasoilla

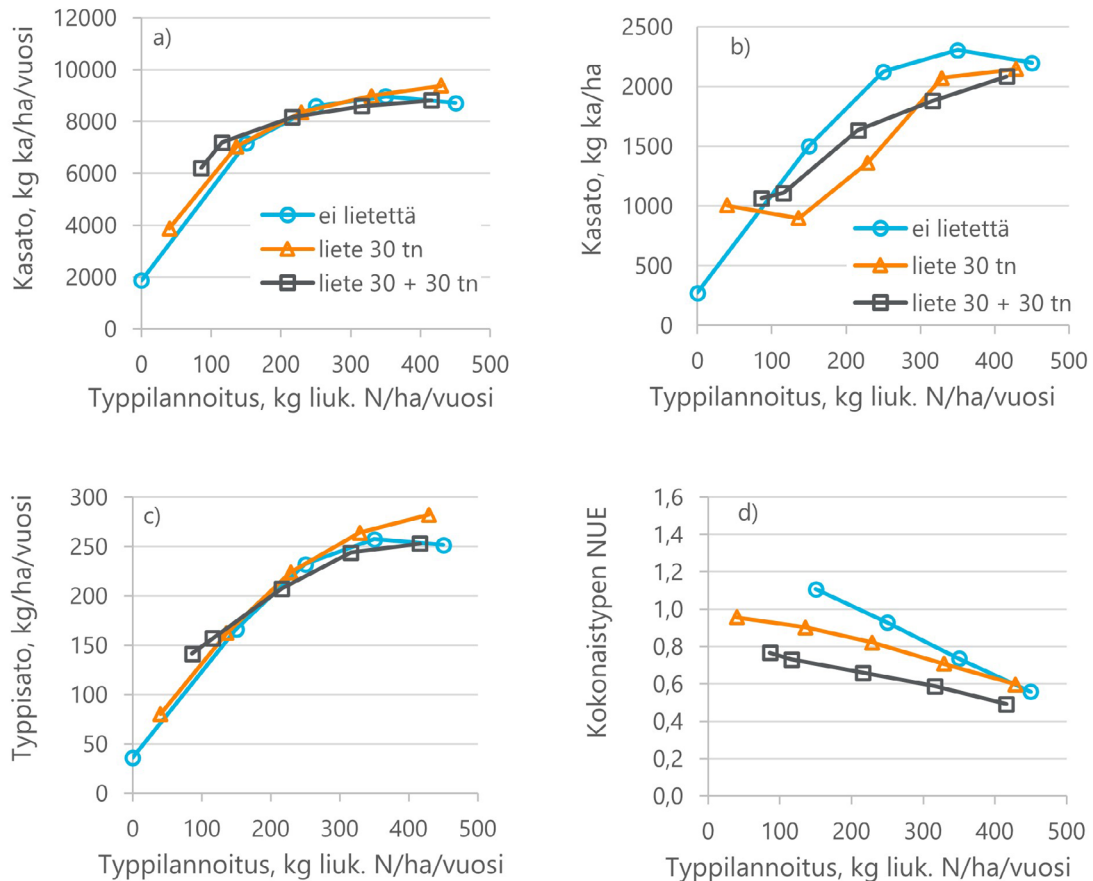
parhaimmillaan noin 9 000 kuiva-ainekiloon hehtaarilla (Kuva 1a). Tämä on hieman vähemmän kuin aiempina kolmena vuonna, jolloin korkeimmat sadot olivat keskimäärin 10 100–10 200 kg ka/ha, mutta satotaso oli edelleen hyvä. Kasvusto arvioitiin keväällä 2022 silmämääräisesti täystiheäksi kaikilla koejäsenillä. Kaikkina neljänä kasvukautena oli kuivia jaksoja, joten voidaan ajatella kuivuuden vaikuttaneen satotasoon jossain määrin jokaisena vuonna.

Lietteen liukoinen typpi ei ollut mineraalityypen veroista, mutta jälkivaikutus kompensoi tämän

Karjanlannan liukoinen typpi ei ollut mineraalityypen veroista sille sadolle, jolle se levitettiin. Tämä näkyi etenkin toisen sadon satomäärissä, jossa karjanlantastrategiat tuottivat "ei lietettä"-strategiaa heikomman sadon (Kuva 1b). Lietteen jälkivaikutus, eli orgaanisen ei liukoisen typen mineralisaatio maassa liukoiseen muotoon pitemmällä aikavälillä, kuitenkin kompensoi tätä ensimmäisessä ja kolmannessa sadossa. Tämän takia lannoitusstrategioiden välillä ei enää ollut merkittäviä eroja kokonaissadossa.

Typen hyväksikäyttötehokkuus

Typen hyväksikäyttötehokkuudesta (nitrogen use efficiency, NUE) puhutaan nykyisin paljon. Se lasketaan yksinkertaisimmillaan jakamalla satoon sitoutuneen typen määrä (typpisato, Kuva 1c) lannoitetypen määrällä. Kuvassa 1d esitetään kokonaistypelle laskettu typen hyväksikäyttö. Kun $NUE = 1$, satoon on sitoutunut saman verran typpeä kuin sille on annettu. NUE:n tulokinnassa ja tavoitearvoissa tulisi huomioida, onko se laskettu liukoiselle vai kokonaistypelle. NUE:sta voit lukea lisää luvun lopussa olevien linkkien takaa.



Kuva 1. a) koko kasvukauden kuiva-ainesato, b) kuiva-ainesato toisessa sadossa c) koko kasvukauden typpisato ja d) kokonaistypen hyväksikäyttötotehokkuus (NUE) eri lannoitusstrategioilla vuonna 2022.



Kuva: Sanna Kykkänen / Luke

Lue lisää tämän kokeen tuloksista:

[Termonen M. ym. 2022.](#) Karjanlanta nurmen typpilannoituksen perustana. VarmaNurmi -hankkeen tulosraportti s. 17-18.

[Kykkänen, S. ja Mustonen, A. 2023.](#) Karjanlanta, nurmien arvokas lannoittaja. Käytännön maamies 1/2023.

[Kykkänen, S. ym. 2024.](#) Uusi koesarja tarkentaa karjanlannan typpilannoitusvaikutusta nurmikierrossa. Maataloustieteen Päivät 2024. Esitelmädiat.

[Termonen M. ja Kykkänen, S. 2024.](#) Typen hyväksikäyttötotehokkuus nurmenviljelyssä – miten se laskeaan? Käytännön maamies 8/2024.

- Neljäntenä vuonna kuiva-ainesato oli hieman aiempia vuosia matalampi, mutta edelleen hyvä.
- Kaikki lannoitusstrategiat tuottivat yhtä korkean kesän kokonaissadon. Lietteen liukoinen typpi ei ollut mineraalitypen veroista sille sadolle, jolle se levitettiin, mutta lietteen jälkivaikutus kompensoi tämän.
- Typen hyväksikäyttötotehokkuus NUE voidaan laskea monella tavalla, mikä on huomioitava sen tulkinnassa. Orgaanisten lannoitteiden ei liukoinen -typpi laskee NUE:a.

2. Lietelannoituksen jälkivaikutus pidennetyn nurmikierron jälkeen – ravinnehuuhtoumat

Kirsi Järvenranta, Maarit Termonen, Sanna Kykkänen, Arja Louhisuo, Panu Korhonen ja Perttu Virkajärvi, Luke

Typen huuhtoutumisen kannalta nurmikierron kriittisin vaihe on nurmen uusiminen, jolloin typpeä huuhtoutuu yleensä enemmän kuin nurmipeitteisenä aikana. Tämä johtuu kahdesta syystä: kasvusto ei enää sido ravinteita, vaan päinvastoin tarjoaa hajotettavaa ainesta maaperän mikrobeille. Samaan aikaan maan muokkaaminen muutenkin kiihdyttää maan mikrobi-toimintaa ja typen mineralisaatio nopeutuu. Näin maahan vapautuu liukoista typpeä, joka on alttiina huuhtoutumaan.

Lannoituksen vaikutus typen huuhtoutumiseen ei nurmilla ole aivan suoraviivaista. Nurmivuosina typpilannoituksen nostaminen lisää satoa, mutta saattaa kasvattaa myös N-taseen ylijäämää, etenkin, jos lannoitukseen käytetään karjanlantaa, jossa puolet tpeestä on orgaanisessa muodossa ja vapautuu viiveellä. Typpitaseen yhteys typen huuhtoutumiseen on vuositasolla heikko, mutta jatkuva ylijäämä lisää huuhtoutumisriskiä.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin miten lannoitelaji ja lannoitusmäärä vaikuttavat typen huuhtoutumiseen pidennetyn nurmikierron jälkeen erilaisilla mineraalilannoite/karjanlanta yhdistelmillä.

Huuhtoumakoe säädettävässä SIMU-olosuhdekammiossa

Huuhtoumakoe toteutettiin edellisessä luvussa kuvatus typpilannoituskokeen ruuduilta nostetuilla maamonoliiteilla. Kokeeseen valittiin kaikki lannoitusstrategiat: 1) ei lietettä, 2) liete vain toiselle sadolle ja 3) liete sekä ensimmäiselle että toiselle sadolle, mutta kustannussyistä vain kolme typpitasoa: 0 (tai vain lietteen N), 250 ja 350 kg liukoista typpeä/ha. Lietteen N (n. 60 kg/ha liuk. N) täydennettiin mineraalitypellä. Koeruuduilta nostettiin kynnön jälkeen lokakuussa 2022 maamonoliitit (halkaisija 15 cm, syvyys 40 cm) ja otettiin maanäytteet 0–20 cm

ja 20–40 cm. Ennen koetta monoliitit varastoi-tiin +0,5°C 25–56 vrk. Kokeessa olosuhdekam-mion päivälämpötila säädettiin +10 asteeseen ja öisin laskettiin -3 asteeseen. Ennen koetta monoliitit kasteltiin maapatsaan alapuolen kaut-ta kenttäkapasiteettiin. Koejaksolla monoliitteja sadetettiin 14 vrk aikana yhteensä 120 mm, mikä tuotti n. 93 mm valuntaa. Valumavedestä määritettiin liuennut orgaaninen hiili (DOC), kokonais-N, nitraattityppi (NO₃-N) ja ammoni-umtyppi (NH₄-N) sekä laskennallisesti liuennut orgaaninen typpi (SON). Ravinnekuormituksen määrä (kg/ha) laskettiin vastaamaan 244 mm läpivaluntaa, joka on Maaningan huuhtouma-kentän nurmiruutujen keskimääräinen läpiva-lunta vuosilta 2005–2016. Maanäytteistä määri-tettiin kaliumkloridi (KCl) -uutossa liuennut kokonais-N, NO₃-N, NH₄-N ja SON. Tuloksia tarkasteltiin funktioiden avulla liukoisen typen lannoitusmäärillä 90 kg, 150 kg ja 300 kg heh-taarilla.

Typpi liikkuu maassa liukkaasti – uuttaminen haastavaa

Lannoitusstrategialla ei ollut vaikutusta maan KCl-uuttoisen typen pitoisuuteen, mutta typpi-lannoitusmäärän nostaminen lisäsi maan liuko-i-sen typen pitoisuutta molemmissa syvyyksissä. Koko maapatsaan KCl-liukoisen kokonaistypen määrä kasvoi vain 59 kilosta 68 kiloon hehtaaria kohti, kun lannoitteen liukoisen typen määrä nousi 90 kilosta 300 kiloon hehtaarilla. Pinta-kerroksessa 0–20 cm typpeä oli vähemmän kuin syvemmissä 20–40 cm kerroksessa (tosin tulos-ten hajonta oli suurta), mikä kertoo vesiliuko-i-sen typen liikkuneen jo maaprofiilissa alaspäin. Orgaanisen typen osuus maan KCl-liukoisesta tpeestä oli yli 60 %.

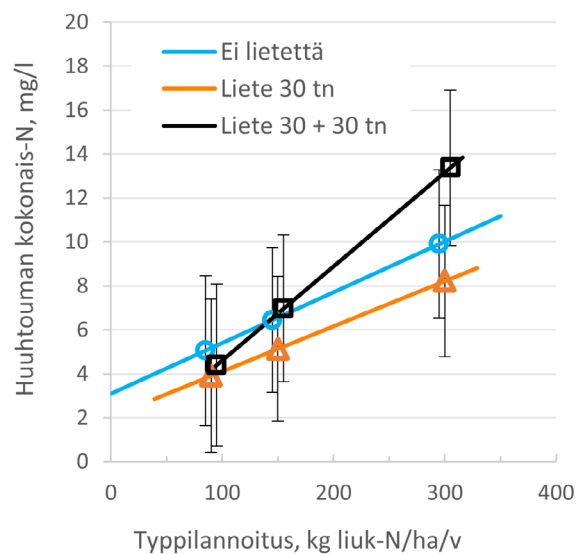
Kaliumkloridiuuton tulkintaa ja luotettavuutta on kritisoitu paljon, ja tässäkin kokeessa sen kyky indikoida typen huuhtoutumisriskiä oli-

heikko. Menetelmä on altis näytteenkäsittelyvaiheen olosuhteille ja erityisesti säilytyslämpötila (esim. pakastaminen) ja näytteen mekaaninen käsittely saattavat aiheuttaa merkittäviä muutoksia uuttotuloksiin.

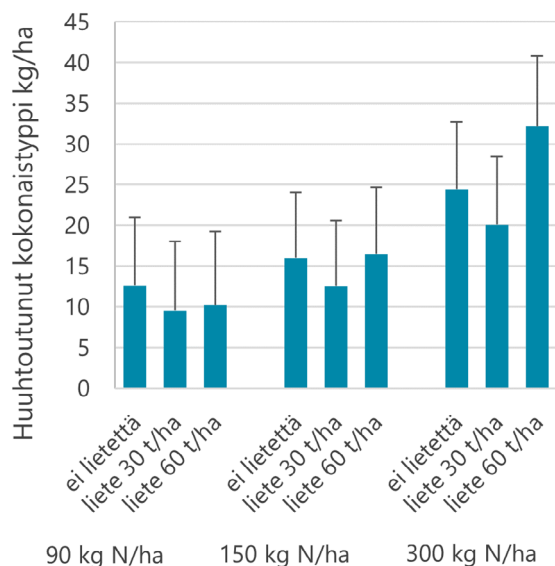
Miten lannoitus vaikutti huuhtoutumiseen?

Liukoisen typen lannoitusmäärällä oli merkittävä vaikutus huuhtouman N-pitoisuuteen, kun taas lannoitusmenetelmällä ei ollut vaikutusta. Kokonaistypen keskimääräinen pitoisuus 300 kg N/ha lannoitusmäärällä oli 10,5 mg N/l, kun 90 kg N/ha lannoituksella Kok-N pitoisuus oli keskimäärin 4,4 mg N/l (Kuva 1). Samalla NO₃-N osuus kokonaistypestä laski 91 prosentista 72 prosenttiin ja liuenneen orgaanisen typen pitoisuus nousi vastaavasti. Kun vesimäärä laskettiin vastaamaan Luke Maaningan huuhtoumakentän nurmiruutujen keskimääräistä valuntaa (2005–2016) 244 mm, 90 kg N/ha lannoitusmäärällä huuhtoutui n. 11 kg, 150 kg N/ha määrällä n.15 kg ja lannoitusmäärällä 300 kg N/ha n. 26 kg N/ha (Kuva 2).

Kokeessa mitattu N-taseen ylijäämä heijastui siis jonkin verran huuhtoutuneeseen N-määrään. Karjanlannan käytöllä ei tässä kokeessa ollut tilastollisesti vaikutusta huuhtoutumiseen, vaan selittävä tekijä oli liukoisen N-lannoituksen määrä. Huuhtouman typpipitoisuus "Lietelanta kahdesti kesässä" -käsittelystä näyttää kuitenkin nousevan enemmän kuin muiden strategioiden, mutta tulosten hajonta on niin suurta, että eroa lannoitusmenetelmien välillä ei voida osoittaa. "Lietelanta kahdesti kesässä" -käsittely lisäsi liukoisen orgaanisen hiilen huuhtoutumista "Ei lietettä" -käsittelyyn verrattuna n. 36 % (25 kg DOC/ha vs. 34 kg DOC/ha).



Kuva 1. Kokonaistypen pitoisuus (mg/l) monoliittien läpi huuhtoutuneessa vedessä. Virhepalkit kuvaavat 95 % luottamusväliä.



Kuva 2. Huuhtoutunut kokonaistyyppi (kg/ha) lasketuna vastaamaan 244 mm valuntaa. Virhepalkki 95 % luottamusväli.

- Vuotuisen N-taseen ylijäämän ja typen huuhtoutumisen välillä oli heikko yhteys.
- Runsaskaan satovuosien lietelannan käyttö ei monoliittikokeessa lisännyt uusimisyvuoden N-huuhtoumaa, vain lannoitteen sisältämän liukoisen typen määrä selitti tulosta.
- Koe tehtiin suhteellisen matalilla maamonoliiteilla, joten osa liukoisesta tpestä oli voinut liikkua syvempiin kerroksiin jo ennen monoliittien nostoa tai se ei vielä kokeen aikana ehtinyt mineralisoitumaan. Huuhtoutunut typpimäärä oli pienehkö, mikä voi myös viitata edelliseen.
- Kyseessä oli ensimmäinen nurmikierto, jolloin maassa on todennäköisesti enemmän kapasiteettia pidättää tyypeä kuin jatkuvassa nurmikierrossa olevilla mailla.

3. Nurmivuosien typpilannoituksen jälkivaikutus uudistusvuoden viljasatoon

Sanna Kykkänen, Maarit Termonen, Arja Louhisuo, Panu Korhonen, Kirsi Järvenranta ja Perttu Virkajärvi, Luke

Edellisessä kahdessa luvussa käsiteltiin neljännen vuoden nurmen typpilannoitusvastetta vuonna 2022 sekä typpihuuhtoumia, jotka mitattiin neljännen nurmivuoden jälkeen nurmen uudistamisvaiheessa. Tässä luvussa esitellään havaintoja nurmivuosina toteutettujen lannoitusten jälkivaikutuksista ohrasatoon nurmen uudistamisvuodelta 2023. Kuinka edellisten vuosien lannoitushistoria vaikutti suojaviljana käytetyn ohran satoon ja jyvien laatuun?

Kokeen toteutus

Edellinen nurmikierto päätettiin syksyllä 2022 (glyfosaattiruiskutus ja kyntö). Keväällä 2023 kylvettiin Vertti-ohra (500 kpl itävää siementä neliölle) ja Nuutti-timotei. Koko koealue sai samanlaisen lannoituksen mineraalilannoittein (50 kg N, 6,5 kg P, 50 kg K). Ruudut puitiin elokuussa, jyväsato punnittiin ja jyvistä määritettiin mm. hehtolitrapaino, tuhannen jyvän paino ja raakavalkuaispitoisuus. Lannoitus oli suosituksiin nähden alhainen, jotta karjanlannan ja typpilannoitustasojen jälkivaikutus saataisiin näkyviin.

Liukoisen typen lannoitushistorialla oli vaikutus ohran satoon

Kokeessa mitatut jyväsadot olivat suhteellisen korkeita. Pelkällä 50 kg/ha typpilannoituksella saatiin lähes 3 000 kg hehtaarisato (15 % kosteus; Kuva 2). Sadon määrä kasvoi sen myötä, mitä korkeampi nurmivuosien liukoinen typpilannoitus oli ollut. Karjanlannan käyttömäärällä ei sen sijaan näyttänyt olevan yhtä vahvaa jälkivaikutusta. Sama ilmiö näkyi oljen määrässä. Myös ohran laatu noudatti pääpiirteissään samaa ilmiötä: karjanlannan käytöllä ei havaittu vaikutuksia, mutta liukoisen typen korkeampi käyttömäärä nurmivuosina nosti hehtolitrapainoa ja tuhannen jyvän painoa. Raakavalkuaispitoisuuden nousu ei ollut tilastollisesti merkitsevää.



Kuva 1. Koeruudut heinäkuussa 2023.
Kuva: Maarit Termonen / Luke

Sallituilla typpilannoitusmäärillä (korkeintaan 250 kg N/ha) ei laatutuloksissa kuitenkaan ollut eroja. Tulosten perusteella ei tilatasolla voi juurikaan laskea karjanlannan jälkivaikutuksen varaan nurmen uudistamisvuonna.

Mikä vei orgaanisen typen?

Orgaanisten lannoitteiden ei-liukoisessa muodossa oleva typpi voi mineralisoitua maassa kasveille käyttökelpoiseen muotoon ajan kuluessa ja siten vaikuttaa seuraavien kasvukausien satoon. Sen sijaan liukoisen, heti kasveille käyttökelpoisen, typen odotetaan pääasiassa huuhtoutuvan tai haihtuvan, jos se ei päädy lannoitusvuonna kasvien käyttöön.

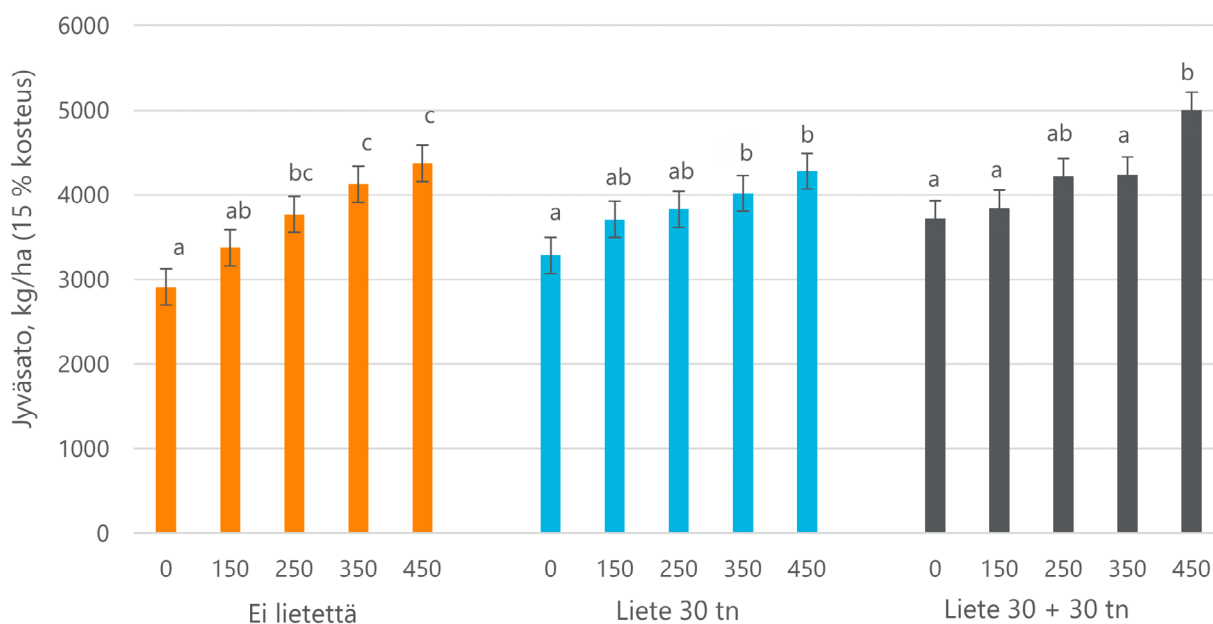
Tässä kokeessa havaittiin vahva jälkivaikutus nimenomaan liukoisen typen suhteen (Kuva 2). Sen sijaan nurmivuosien karjanlannan käytöllä oli vain vähän tai ei lainkaan satoa lisäävää vaikutusta uudistamisvuoden ohran satotasoon. Tulos on etenkin liukoisen typen osalta yllättävä. Syitä yllättävään jälkivaikutukseen voi etsiä sekä nurmen syyskasvusta että mikrobitoiminnan muutoksista. On mahdollista, että nurmivuosien "ylimääräinen" liukoisen typen lannoitus on lisännyt syyskasvua ja biomassaan sitoutunut typpi on talven aikana siirtynyt kasveille käyttökelpoiseen muotoon. Satovaikutus on kuitenkin niin merkittävä, että sitä on vaikea selittää vain tällä. Taustalla voivat vaikuttaa myös mikrobien

hajotusprosessit. Typen reaktiot ovat vahvasti riippuvaisia mikrobien ravinnon, eli hiilen ja typen saatavuudesta, tässä tapauksessa lannoitteiden ja erityisesti maan C/N-suhteesta, jonka ohjaamana mikrobitoiminta asettuu "luontaiselle tasolle". Typpilannoitus voi lisätä orgaanisen aineen hajotusta, jos ympäristö on ollut typpirajoitteinen ja siten lisätä typen vapautumista kasvien käyttöön ja/tai se voi siirtyä osaksi mikrobien biomassaa ja vapautua kasveille käyttökelpoiseksi vasta, kun mikrobibiomassa hajoaa. Karjanlantaa käytettäessä peltoon päätyy myös hiiltä. Mikrobit hajottavat myös karjanlannan orgaanista ainetta, jolloin niiden typentarve kasvaa.

Viljoilla ravinteiden tarve ajoittuu pääasiassa kasvukauden ensimmäiselle puolikkaalle, jonka jälkeen mahdollisesti vapautuva typpi ei ole enää viljan hyödynnettävissä. Kuvatut prosessit ovat päällekkäisiä ja monen suuntaisia. Typen ja hiilen lisäksi mikrobeihin vaikuttavat esimerkiksi maan happamuus, fosforin saatavuus, juuristo-peräisen orgaanisen aineksen määrä sekä maan kosteus ja lämpötila.

Sitä, miksi kokeessa havaittiin vahva jälkivaikutus nimenomaan liukoiselle typelle, ei voida tulosten perusteella varmaksi selittää. On todennäköistä, että nurmivuosien kasveilta käyttämättä jäänyt liukoinen typpi on siirtynyt osaksi orgaanista poolia, kuten mikrobibiomassaan tai kasviainekseen, josta se on vapautunut seuraavana vuonna ohran käyttöön.

- Neljän vuoden lietelannan käytöllä nurmivuosina ei todettu olevan merkittävää jälkivaikutusta uudistamisvuoden ohrasatoon.
- Nurmivuosina annettu liukoinen typpitaso heijastui ohran jyväsatoon uudistamisvuonna.
- Karjanlannan orgaaninen typpi vapautuu kasvien käyttöön mikrobitoiminnan kautta ja on riippuvainen ympäristöolosuhteista, minkä vuoksi satovaikutukset voivat näkyä vasta useamman vuoden päästä.



Kuva 2. Nurmivuosien 2019–2022 lannoitusstrategioiden jälkivaikutus ohran jyväsadossa (15 % kosteus) nurmen uusimisvuonna 2023. Kaikki koejäsenet saivat keväällä yhtä suuren typpilannoituksen (50 kg N/ha). Eri kirjaimella merkityt seokset eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (kukin strategia erikseen). Virhepalkki on kokonaissadon keskiarvon keskivirhe.

4. Ymmärrys juuristosta auttaa optimoimaan viljelyvalintoja

Sanna Kykkänen ja Panu Korhonen, Luke

Juuret ovat välttämättömiä paitsi kasvien kasvulle ja terveydelle, myös maan biologiselle, kemialliselle ja fysikaaliselle viljavuudelle. Juuret ankkuroivat kasvin maahan, imevät vettä ja ravinteita sekä ylläpitävät kasvien terveyttä ja stressinsietokykyä. Ekosysteemitasolla niillä on merkittävä rooli aineiden ja ravinteiden kierrossa. Jopa puolet kasvien yhteyttämästä hiilestä voi allokoitua maanalaiseen biomassaan, kuten juuriin ja juurieritteisiin.

Juurien moninaisen roolin vuoksi niiden kasvun ja kehityksen ymmärtämistä voidaan hyödyntää viljelyssä. Esimerkiksi paalujuurisia kasveja on jo pitkään hyödynnetty maanparannustarkoituksessa. Tuntemalla kasvilajien juuristot voidaan viljelyyn valita kasvilajeja, jotka esimerkiksi tuottavat mahdollisimman paljon juuriperäistä hiilisyötettä maaperään tai kykenevät tehokkaaseen vedenottoon kuivien kausien aikana.

Juurten merkittävästä roolista huolimatta niiden kasvusta ja kehityksestä tiedetään vähän. Käytössä olleet kalliit ja käsityövaltaiset tutkimusmenetelmät ovat osaltaan hidastaneet juuristotutkimuksen laajempaa toteutusta. Luke Maaningalla on noin viimeisen viiden vuoden aikana selvitetty eri mahdollisuuksia juuriston

määrän ja syvyysprofiilin määrittämiseksi resurssitehokkaasti valokuvista. Kestävyyttä nurmesta-hankeesta tavoitteena oli selvittää eri nurmikasvilajien ja niiden seosten vaikutusta juuriston määrään, kehitysrytmiin ja jakautumiseen eri syvyyskerroksiin.

Lajieroja tutkittiin kolmessa kenttäkokeessa

Hankkeessa oli yhteensä kolme kenttäkoetta (Taulukko 1), joissa juuria tutkittiin joko pääasiallisena tutkimuskohteena tai lisäarvoa tuovana muuttujana. Kaikissa kokeissa maalajina oli vähämullainen karkea hieta. Tutkimusmenetelminä olivat perinteiset kairatut maanäytteenotukset (0–40 cm, juurten erottelu juuristopesurilla ja käsin) sekä juuristokuvaus miniritsotronilla. Juurien kuvausta varten maahan asennettiin ennen kylvöä noin yhden metrin syvyyseen 30 asteen kulmaan kairattuihin reikiin kirkaat polykarbonaattiputket. Putket olivat paikallaan koko kokeen ajan ja niiden pintaan kasvaneet juuret kuvattiin kameralla tai skannerilla. Kuvista määritettiin juurten pinta-ala. Kuvaukset keskitettiin niittojen yhteyteen. Tuloksia tulkittaessa on huomioitava, että kasvilajien välisiä eroja tulee vertailla kokeittain, ei kokeiden välillä.

Taulukko 1. Toteutetut kokeet, koevuodet, tutkitut kasvilajit ja seokset, typpilannoitusmäärät, tutkimusmenetelmät ja kairanäytteiden ottamisen ajankohdat.

Koe	Kasvilajit ja lajiseokset	Typpilannoitus	Nurmen ikä, v	Tutkimusmenetelmä
Koe 1 (2023-2024)	timotei (Tuure), nurminata (Klaara), ruokonata (Karolina) seos 1: timotei (75 %)/ nurminata (10 %)/ruokonata (15 %) seos 2: timotei (75 %)/nurminata (25%)	100 + 90 + 60 N/ha	1 ja 2	Skanneri (CID CI-602), kairanäytteet 2. niitossa
Koe 2 (2022)	timotei (Nuutti) ruokonata (Retu)	100 + 100 kg N/ha	3	Juuristokamera (Bartz VSI MA-190), kairanäytteet 1. ja 2. niitossa
Koe 3 (2022)	timotei (Tuure) nurminata (Klaara), ruokonata (Karolina), puna-apila (SW Yngve) seos: timotei (75%)/puna-apila (25%)	Timotei ja ruokonata: 100 + 100 kg N /ha puna-apila: 0 + 0kg N/ha seos: 50+50 kg N/ha	2	Kairanäytteet 2. niitossa



Kuva 1. Juuristokuvausta voidaan tehdä siihen tarkoitettun kameran avulla. Kuvat käsitellään automaattisella tunnistuksella, joka tunnistaa juuret kuvasta paljon ihmissilmää tarkemmin. Kuva: Panu Korhonen/Luke

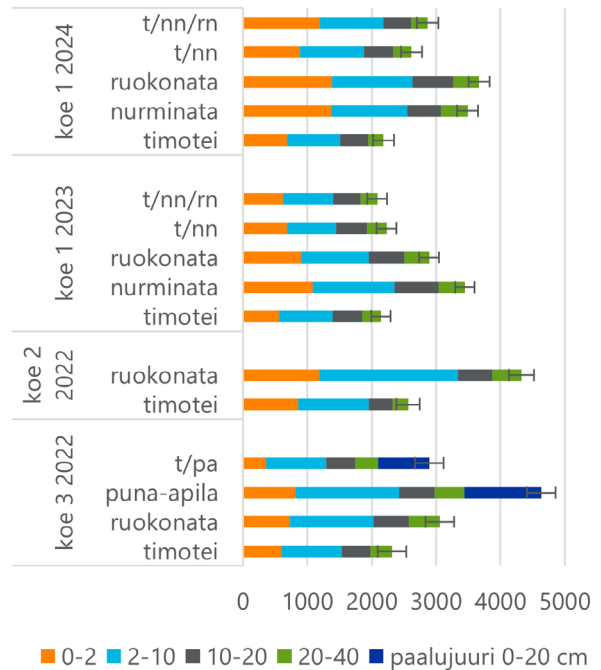
Nurminata yllätti

Toisen niiton yhteydessä mitattu juuriston määrä vaihteli noin 2 100–4 600 kg ka/ha välillä (0–40 cm syvyydessä), keskiarvon ollessa noin 3 000 kg ka/ha. Kokeiden tulosten perusteella juuriston määrä oli ruokonadalla, nurminadalla ja puna-apilalla korkeampi kuin timoteilla tai timoteivaltaisilla seoksilla (Kuvat 2 ja 3). Nadoilla myös juuriston syvyysprofiili poikkesi muista lajeista. Yleisesti nadoilla oli kyntökerroksen (0–20 cm) alapuolella enemmän juuria kuin timoteilla tai timoteivaltaisilla seoksilla, ja erityisen selvästi tämä näkyi yli 35 cm syvyydessä. Erot olivat selvät etenkin toisena ja kolmantena nurmivuotena.

Juurten tunkeutumissyvyys on merkityksellinen sekä hiilen kierron että veden oton kannalta. Syvissä maakerroksissa hajotustoiminta on hitaampaa, maan hiilipitoisuus yleensä matalampi ja savespitoisuus korkeampi. Siten syviin maakerroksiin päätyvällä hiilipitoisella aineella on paremmat mahdollisuudet pitkäaikaiseen säilymiseen maassa kuin kyntökerroksessa.

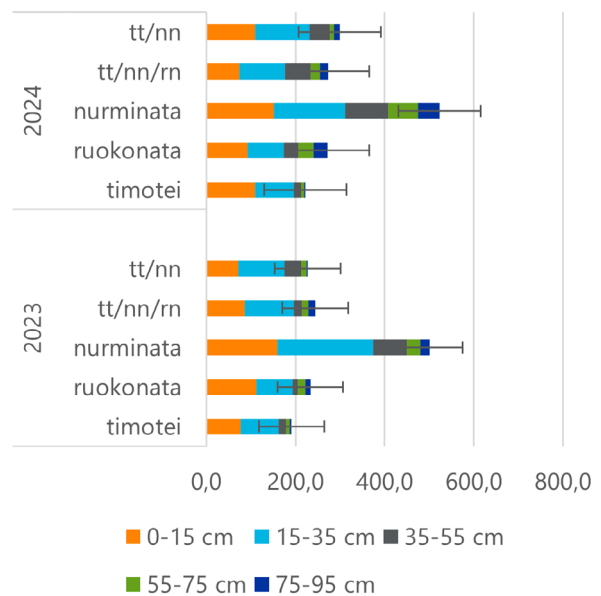
Paalujuuren vuoksi myös puna-apilalla tai puna-apilaseoksilla juuristoprofiili poikkesi heinäkaskuvustoista. Paalujuuri nosti selvästi juurten kokonaismassaa ja juuriston osuutta kyntökerroksessa (0–20 cm). Syvemmillä puna-apilan juuriston määrä ei kuitenkaan poikennut heinistä. Seosten juuriston määrä mukaili melko tarkasti valtalajin juuriston määrää. Timoteivaltaisilla seoksilla juuriston määrä oli siten yleensä timotein puhdas-kuvustoa vastaava tai hieman korkeampi.

Juuribiomassa, kg ka/ha



Kuva 2. Nurmikasvilajien ja -seosten juuriston biomassa 2. sadossa eri syvyyksissä (0–40 cm) eri kokeissa vuosina 2022–2024. Kasvustojen välisiä eroja tulee tulkita kokeittain.

Juuripinta-ala v. 2023 ja 2024, cm²



Kuva 3. Juurien kokonaispinta-ala (cm²) valokuvista tunnistettuna (0–95 cm).

Nurminadan korkea juuriston määrä suhteessa timoteihin ja erityisesti yhdenmukaisuus ruokonataan nähden oli yllätys. Ruokonataa on pidetty perinteisesti juuristoltaan erityisen poikkeavana, mutta kokeessa, jossa juuriston määrä mitattiin rinnakkain sekä nurminadalta että ruokonadalta, olivat tulokset natojen suhteen hyvin lähellä toisiaan.

Kuvausmenetelmä havaitsee lajien väliset suhteelliset erot

Juuristokuvaus tutkimusmenetelmänä vaikutti toimivan hyvin. Koneoppimiseen perustuvat juurtentunnistusmallit tunnistivat juuret kuvista tarkemmin kuin ihmissilmä ja väriä tunnistuksia oli suhteellisesti erittäin vähän. Tavoite arvioida juurten määrä kiloina hehtaaria kohden juuristopinta-alan avulla on vielä haastavaa. Suurin ongelma on, ettei massamittauksia eli kairanäytettä ole voitu ottaa täsmälleen kuvausputken kohdalta, mikä heikentää pinta-ala- ja biomassatuloksen yhdistämistä, ja yksittäisten poikkeavan suuruisten arvojen vaikutus korostuu. Maalajilla voi myös olla merkittävä vaikutus juurimassojen arviointiin juuristokuvauksin, mutta biomassanäytteitä ei toistaiseksi ole kerätty ja tutkittu riittävän kattavasti tämän yhteyden selvittämiseksi. Kasvilajien välisiä suhteellisia eroja kuvausmenetelmällä pystytään kuitenkin osoittamaan hyvin. Myös syvien maakerrosten tutkiminen mahdollistuu kuvauksen avulla.

Erilaiset juuristostrategiat

Kasvilajit eroavat toisistaan paitsi juuriston määrän, myös juurten rakenteen (läpimitta, pituus, haaroittuvuus, syvyysprofiili) suhteen. Myös juurten uusiutumiskierto eroaa lajien välillä. Arvioitaessa esimerkiksi peltoon jäävän hiilen määrää juuriston biomassan avulla on hetkelisen biomassamittauksen lisäksi huomioitava myös juuriston uudistuminen.

Niittojen jälkeinen juuriston kuolema ja sitä seuraava uusi kasvu näytti tutkimusten mukaan eroavan toisistaan siten, että nadoilla juuriston määrä lisääntyi läpi kasvukauden. Natojen juurten läpimitta oli myös timoteita suurempi. Koska läpimitta vaikuttaa kuolleen juuren hajoamisnopeuteen maassa, on vaikea erottaa, kuinka suuria kasvilajien väliset uudistumisnopeudet ovat.

Juurten kuvaamiseen perustuvat tutkimusmenetelmät mahdollistavat nyt entistä kattavamman ja tehokkaamman tiedonkeruun juuristojen kehityksestä eri lajeilla suhteessa viljelykäytäntöihin ja ympäristöolosuhteisiin. Tietoja voidaan hyödyntää monipuolisesti parannettaessa nurmen viljelyn tehokkuutta ja resilienssiä sekä kehitettäessä ympäristö- ja ilmastoystävällisempiä viljelymenetelmiä. Juuristotutkimuksen integrointi osaksi muuta ruutukoetutkimusta mahdollistaa vihdoin kohtuullisin kustannuksin arvokkaan lisätiedon keräämisen maan, kasvien ja ilmakehän vuorovaikutuksista. Lisääntynyt ymmärrys juurten kasvusta mahdollistaa kokonaisuuksien tarkastelun paremmin myös ekosysteemi- ja viljelyjärjestelmämallinnuksen avulla, joissa juuriston kasvun mallinnus on pääosin ollut melko kevyen tietopohjan varassa.

Lue lisää tämän kokeen tuloksista:

[Kykkänen ym. 2022](#). Viljelytekniset ratkaisut säilörehunurmen juuribiomassan hiilisyötteen määrän ja kemiallisen koostumuksen hallinnassa. Maataloustieteen Päivät 2022.

[Kykkänen ym. 2022](#). Biomass, soil profile and C concentration of timothy (*Phleum pratense*) and tall fescue (*Lolium arundinaceum*) roots. EGF 2022 kongressi.

[Kykkänen ym. 2024](#). Assessing root biomass in timothy and tall fescue via minirhizotron imaging and core sampling. EGF 2024 kongressi.

- Nurminadan ja ruokonadan viljely lisää todennäköisesti juuriston kokonaisbiomassaa sekä kyntökerroksen alapuolista juuristobiomassaa verrattuna timoteihin.
- Seosten juuriston biomassa ja syvyysprofiili noudattaa seosten kasvilajien biomassaa ja profiilia kasvilajikoostumuksen mukaisesti.
- Puna-apila lisää juuriston kokonaisbiomassaa paalujuurensa ansiosta.
- Juuriston mukana peltoon jäävään biomassaan vaikuttaa kasvilajikohtainen uudistumisnopeus.

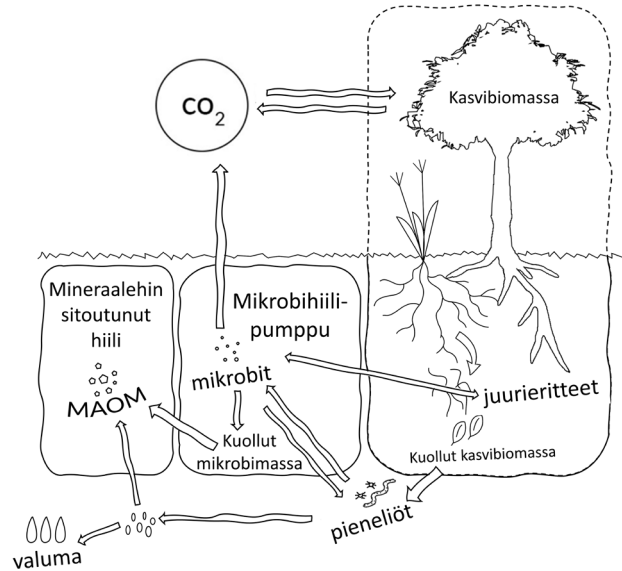
5. Viljelytekniikka vaikuttaa mikrobitoimintaan – kohti pysyviä hiilivarastoja

Sanna Kykkänen ja Anni Palvi, Luke. Miikka B. Laine, Jyväskylän yliopisto

Nykytietämys korostaa maaperän pitkäaikaisen hiilivarastojen lisäämisen tärkeyttä ilmastomuutoksen torjunnassa. Viljelytoimet, jotka lisäävät peltoon jäävän orgaanisen aineksen määrää eivät yksin takaa maan hiilivarastojen lisääntymistä, vaan lisääntyneen hiilisyötteen tulisi päätyä maaperän pitkäaikaisiin hiilivarantoihin. Näiden muodostumista edistävät mikrobit, suoraan ja välillisesti. Ne hajottavat orgaanisia aineita, kuten kasvijätteitä ja juurieritteitä, jolloin osa yhteytetystä hiilestä siirtyy osaksi mikrobin biomassaa. Hajotustoiminnassa syntyy hiilidioksidia, mutta myös orgaanisia yhdisteitä, lima-aineita sekä kuollutta mikrobimassaa, jotka edistävät maaperän viljavuutta ja hiilen pitkäaikaista varastoitumista. Kuvassa 1 esitetään maan tärkeimmät hiilivarastot.

Bakteerit ovat välttämättömiä hiilen ja ravinteiden, kuten typen kierrolle, kun taas sienet, erityisesti mykorritsat, edistävät tehokkaammin hiilen stabilointia ja sitomista maaperään. Siksi sienten määrän ja aktiivisuuden edistäminen viljelytekniisin valinnoin on tärkeää hiilen varastoinnin parantamiseksi viljelysmailla.

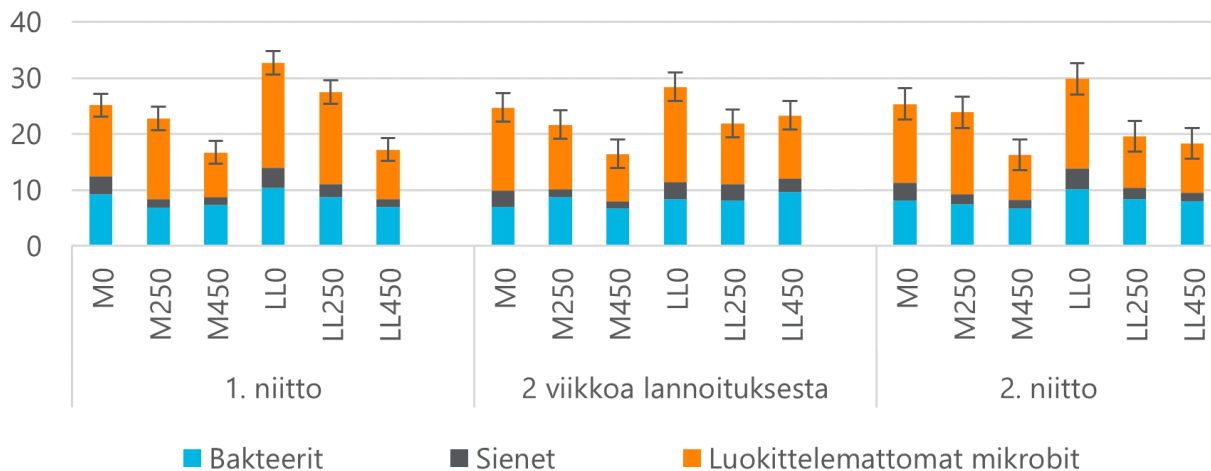
Pohjoisten nurmimaiden mikrobitoiminnan tai maaperän hiilivarastojen muutokset voivat poiketa muissa tuotanto-olosuhteissa tehdyistä tutkimuksista merkittävästi. Tämä johtuu siitä, että viljelymaan mikrobiston aktiivisuuteen ja määrään vaikuttavat oleellisesti sekä luonnonolosuhteet, kuten lämpötila, sadanta ja maaperä, että viljelytekniikka. Myös lyhyt kasvukausi ja pitkä talvi muuttavat maan prosesseja oleellisesti. Lisäksi pohjoisessa peltomaiden hiilipitoisuus on luontaisesti korkea, minkä vuoksi muutokset hiilivarastoissa näkyvät hyvin hitaasti tai eivät lainkaan. Tällöin tulisikin löytää keinoja, miten eri toimenpiteillä voitaisiin hidastaa hiilen määrän vähenemistä maaperässä ja tukea pitkäaikaisten varastojen syntymistä.



Kuva 1. Kolme tärkeintä hiilen varastointitapaa maaperässä ovat kasvibiomassa, mikrobihiilipumppu ja mineraaleihin sitoutunut orgaaninen aines (MAOM). Näistä MAOM on kaikkein stabiilein: mineraaleihin sitoutunut hiili voi säilyä maaperässä jopa vuosikansia. Hiili siirtyy ilmakehästä maaperään kasvien yhteyttämisen kautta ja poistuu takaisin ilmakehään kasvien hengityksen ja mikrobin hajotustoiminnan kautta. Lisäksi liukoinen orgaaninen hiili voi huuhtoutua. Hiilivarastot ovat tiiviisti yhteydessä toisiinsa kasvien ja mikrobin biologisten eritteiden sekä orgaanisten ja mineraalihiukkasten välisten kemiallisten reaktioiden kautta.

On huomion arvoista, että kasvanut mikrobiomassa lisää mikrobitoimintaa, mikä parantaa ravinteiden saatavuutta ja täten voi vaikuttaa positiivisesti maan viljavuuteen. Monimuotoinen mikrobisto puolestaan parantaa maaperän luontaista kykyä taistella tauteja sekä ympäristössä tapahtuvia muutoksia vastaan.

Kestävyyttä nurmesta -hankkeessa tutkittiin, voidaanko peltomaan mikrobitoiminnassa havaita muutoksia suhteellisen lyhytaikaisen viljelytekniikan muutoksen jälkeen ja siten mahdollisesti vaikuttaa pitkäaikaisten hiilivarastojen syntymiseen.

Mikrobibiomassa, $\mu\text{g C/g maata}$ 

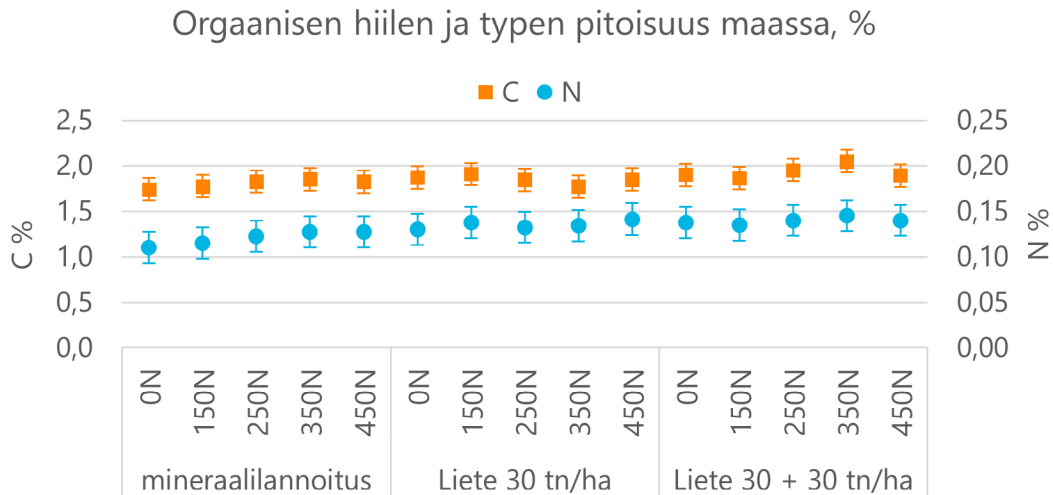
Kuva 2. Lietelannoituksen ja mineraalityypitöydennyksen (LL), mineraalilannoituksen (M) sekä liukoisen typen lannoitustason (0, 250 ja 450 kg liuk. N/ha/v) vaikutus mikrobien (bakteerit, sienet ja luokittelemattomat mikrobit) määrään. Tuloksia tulee tulkita määrien suhteellisina eroina.

Maan mikrobiston diversiteettiä ja massaa mitattiin kahdelta kenttäkokeelta, joista toisessa koekäsittelyssä oli kasvilaji/seos (timotei, ruokona, puna-apila ja timotei-puna-apilaseos) ja toisessa karjanlannan käyttö (liete 30 tn/ha sijoittamalla 2 kertaa kasvukaudessa + mineraalityypitöydennys vs. mineraalilannoitus) ja liukoisen typen lannoitustasot (0, 250 ja 450 kg liuk. N/ha/v). Ensimmäisessä kokeessa typpilannoituksen määrä vastasi kasvilaji-kohtaista lannoitussuosituksia (puhdas heinä 100 kg/ha kullakin sadolle ja heinä-apilaseos 50 kg/ha kullekin sadolle). Puhtaalle puna-apilakasvustolle typpeä ei annettu lainkaan. Lannoituskokeen koekäsitelmä on kuvattu tarkemmin tämän raportin luvussa 1. Molemmat kokeet tehtiin karkealla hietamaalla, jonka orgaanisen hiilen pitoisuus keskimäärin 2,4 % (multava). Maanäytteenotto mikrobianalytiikkaa varten tehtiin kasvilajiko-keessa toisen vuoden nurmella ja lannoituskokeessa neljännen vuoden nurmella. Maanäytteenotot maan hiili- ja typpipitoisuuden määrittämiseksi otettiin lannoituskokeessa neljäntenä nurmivuonna toisen niiton jälkeen. Tuloksissa esitetyt mikrobibiomassan määrät tulee tulkita määrien suhteellisina eroina eri käsittelyiden välillä.

Lannoitus vaikutti kasvilajia enemmän

Typpilannoitus ja erityisesti annettu liukoisen typen määrä vaikutti mikrobien määrään selvemmin (Kuva 2) kuin viljelty kasvilaji, jonka vaikutus jäi vähäiseksi. Lannoituksen suurempi liukoisen typen määrä vähensi selvästi mikrobien kokonaismassaa, ja etenkin mykorrhizasientien määrä laski korkeammilla typpitasoilla.

Typpi on keskeinen mikrobien määrään, laatuun ja aktiivisuuteen vaikuttava ravinne. Mikrobit tarvitsevat sekä hiiltä että typpeä ravinnokseen. Kun typpeä on paljon tarjolla, voi hiili muodostua mikrobien kasvua rajoittavaksi tekijäksi ja tällöin vähentää mikrobien määrää. Toisaalta ympäristössä, jossa typpi on ollut mikrobitoimintaa rajoittava tekijä, voi typpilannoitus hetkellisesti kiihdyttää mikrobitoimintaa ja lisätä siten niiden biomassaa. Ilmiö on kuitenkin ohi menevä, jos hiiltä ei saada systeemiin lisää. Tällöin ajan kuluessa mikrobien määrä laskee. Kyse on hiilen ja typen tasapainosta, jonka mukaan mikrobitoiminta asettuu luonnolliseen tilaan. Pelkkä mineraalilannoitus vähensi mikrobien, etenkin sienien, määrää verrattuna lietepohjaiseen lannoitukseen. Tulosten perusteella maltillinen liukoisen typen lannoitusmäärä ja karjanlannan käyttö lisäsivät hiilen pitkäaikaista varastoitumista edistävien mikrobien biomassaa.



Kuva 3. Maan hiili (C) ja typpi (N) -pitoisuus neljäntenä nurmivuonna.

Maan hiili- ja typpipitoisuudessa ei havaittu eroja

Typpilannoituskokeella maan orgaanisen hiilen ja typen pitoisuudet olivat nurmikierron päätteenä samalla tasolla kaikissa käsittelyissä, hiili keskimäärin 1,86 % (1,74–2,05 %) ja vastaavasti typpi 0,13 % (0,110–0,145 %) (Kuva 3). Maan hiilipitoisuudessa havaittiin kerranteiden välistä vaihtelua ja lisäksi karjanlannan käyttö lisäsi selvästi hajontaa tuloksissa, mikä teki aineiston tulkinnasta hankalaa.

Peltomaan hiilipitoisuuden muutosten seuraaminen maanäytteiden avulla on erittäin haastavaa, sillä maan hiilipitoisuuksissa esiintyy paljon pellon sisäistä vaihtelua sekä pellon osien välillä että eri maakerroksissa. Suurin ongelma on, että maan orgaanisen hiilen pitoisuus on korkea suhteessa todennäköisiin muutoksiin, jolloin pienten muutosten havaitseminen vaatisi suuren määrän näytteitä. Jotta mahdollisia pitkän aikavälin muutoksia pystyttäisiin havaitsemaan, tulisi näytteenottoa jatkaa useita vuosia eteen-

päin tai mitata hiilivarastoja tarkemmin esimerkiksi erotellen partikkelimainen orgaaninen hiili ja mineraaliainekseen assosioitunut hiili.

Puna-apilan potentiaali hiiliviljelyssä

Kokonaismikrobibiomassa oli sama kaikilla kasvilajeilla ja seoksella, eikä maan hiili- tai typpipitoisuudessa havaittu eroja (keskimäärin C 2,9 % ja N 0,19 %). Kasvilajeista puna-apilan viljelyn havaittiin kuitenkin lisäävän hiilen varastoitumisen kannalta merkityksellisten sienten määrää. Ottaen huomioon puna-apilan vähemmän typpilannoitustarpeen ja paalujuuren ansiosta suhteellisen korkean juuristobiomassan (ks. luku 4), on puna-apilan viljelyllä potentiaalisesti positiivinen vaikutus pitkäaikaisen hiilen varastoitumiseen.

Lue lisää tämän kokeen tuloksista:

[Palvi Anni, 2023.](#) The Effects of Northern Forage Crop Species on the Soil Carbon Sequestration and Microbial Community Structure. Pro gradu -tutkielma.

- Kenttäkokeiden tulokset viittaavat karjanlannan ja maltillisen liukoisen typen lannoituksen edistävän mikrobien ja erityisesti sienten lisääntymistä peltomaassa.
- Viljelytoimenpiteet, jotka mahdollistavat liukoisen typpilannoituksen vähentämisen todennäköisesti lisäävät peltomaan mikrobibiomassaa ja erityisesti sienten määrää, mikä edesauttaa pitkäaikaisten hiilivarastojen muodostumista.
- Maan hiilipitoisuuden muutokset näkyvät hitaasti hiilen kokonaismäärää mittaavissa maa-analyseissä.

6. Lannoitus, korjuurytmi ja nurmiseos tukevat toisiaan

Maarit Termonen, Sanna Kykkänen ja Arja Louhisuo, Luke

Suomessa tavallisin nurmiseos koostuu timoteista ja nurminadasta. Ne muodostavat myös monilajisemman seoksen perustan. Seoksen monipuolistamisella tavoitellaan muun muassa viljelyvarmuutta vaihtelevissa kasvuolosuhteissa. Typpeä sitovien nurmipalkokasvien, kuten puna-apilan, lisäämisellä voidaan muiden hyötyjen lisäksi alentaa lannoituskustannuksia, ja syväjuuristen lajien toivotaan parantavan maan rakennetta ja sitovan hiiltä maaperään. Monilajiset seokset voivat myös lisätä haasteita ja tuottaa yllätyksiä niin viljelyssä kuin eläinten ruokinnan suunnittelussa.

Maaningalla tutkittiin vuosina 2023–2024 kaupallisten nurmiseosten sato-ominaisuuksia (sadon määrä, D-arvo, raakavalkuaisen (rv) ja kuidun (NDF) pitoisuudet) erilaisilla viljelystrategioilla.

Koe perustettiin karkealle kivennäismaalle (m KHT), jolla ei ollut lietteenlevityshistoriaa. Vertailu tehtiin viidelle kaupalliselle nurmiseokselle (Tuurenurmi, Mehevä, Laatu, Tuottava ja

Mahtava; Taulukko 1), joita viljeltiin kolmella viljelystrategialla: Alennettu lannoitus, Kaksi niittoa ja Maksimilannoitus. Kustakin käsittelystä tehtiin kolme toistoa (kerrannetta). Alennettu lannoitus ja Maksimilannoitus niitettiin kolme kertaa kasvukauden aikana.

Kaikissa strategioissa käytettiin naudan lietelantaa (30 tn/ha) toiselle nurmisadolle sijoittamalla. Liete täydennettiin mineraali-lannoitteilla. Alennettu lannoitus toteutettiin alentamalla 1. sadon N-lannoitusta (70 kg N/ha) ja jättämällä kolmas sato lannoittamatta, vaikka se korjattiinkin. Lietteen lisäksi käytettiin vain mineraalityppeä. Kaksi niittoa -strategiassa käytettiin ympäristökorvausehtojen sallimaa typpimäärää (200 kg N/ha/v) ja P- ja K-lannoitusta. Maksimilannoitus-strategiassa typpilannoitustavoite oli 100 kg/ha 1. sadolle, 90 kg/ha 2. sadolle ja 60 kg/ha 3. sadolle. Samalla huolehdittiin muiden ravinteiden saannista. Vuonna 2024 tehtiin kasvinsuojeluruiskutus (Gratil 20 g/ha) ensimmäisen niiton jälkeen.

Taulukko 1. Kokeessa viljeltyjen seosten koostumus (paino-% siemenseoksesta).

Seos/ Lajike	Timotei		Nurminata		Ruokonata	Englanninraiheinä	Puna-apila	Valkoapila
	Tuure (P)	Rhonia (E)	Klaara	Eevert	Karolina	Riikka	Selma	Silvester
Tuurenurmi	75		10		15			
Mehevä	35	40	25					
Laatu	36	24	10			10	15	5
Tuottava	35	25	20		10	10		
Mahtava	20	40		10	10	10	10	

P = pohjoisen genotyypin timoteilajike E = eteläisen genotyypin timoteilajike

Kolmas korjuu lisäsi satoa merkittävästi

Ensimmäisenä satovuonna 2023 Kaksi niittoa tuotti keskimäärin 8 510 kuiva-ainekiloa hehtaarilla ja Maksimilannoitus 1 920 kg ka/ha enemmän (10 430 kg ka/ha). Vuonna 2024 kasvukausi oli kuiva ja niittorytmi kevään helteiden vuoksi poikkeuksellisen aikainen. Kaksi niittoa tuotti keskimäärin 6 010 kg ka/ha ja Maksimilannoitus 1 880 kg ka/ha enemmän (7 890 kg ka/ha). Kahden niiton strategiassa seosten väliset erot

olivat vähäiset, vain vuonna 2023 Tuottavan sato oli 960 kg ka/ha korkeampi kuin Tuurenurmen. Muiden sato oli näiden välissä. Maksimilannoituksella englanninraiheinää sisältävät Laatu, Tuottava ja Mahtava tuottivat Tuurenurmea ja Mehevää korkeamman sadon (+1 250 kg ka/ha) vuonna 2023. Vuonna 2024 seosten osat olivat vaihtuneet, sillä Tuurenurmi tuotti Tuottavaa 1 020 kg ka/ha korkeamman sadon.

Apila kompensoi alennettua typpilannoitusta

Alennetulla lannoituksella heinäseokset Tuurenurmi, Mehevä ja Tuottava tuottivat vuonna 2023 keskimäärin 8 350 kg ka/ha ja seuraavana vuonna 6 170 kg ka/ha. Alennetulla lannoituksella ja kolmella korjuulla tuotettiin siten saman kokoinen sato kuin kahdella korjuulla lannoituksen ollessa ympäristökorvausehtojen sallimalla maksimitasolla. Apilaa sisältävien seosten (Laatu ja Mahtava) sato oli vuonna 2023 keskimäärin 1 650 kg ka/ha heinäseoksia korkeampi (10 010 kg ka/ha) ja vuonna 2024 840 kg ka/ha korkeampi (7 010 kg ka/ha). Alennetun lannoituksen strategialla yllettiin siis lähes yhtä korkeaan satotasoon kuin Maksimilannoituksella, kun seoksessa oli mukana tyypeä ilmasta sitovaa apilaa.

Englanninraiheinä menestyi ensimmäisenä vuonna, puna-apila seuraavana, timotei molempina

Kokeelta määritettiin ensimmäisen sadon kasvilajikoostumus kahdelta kerranteelta lajittelemalla noin 300–700 g kokoinen näyte lajeittain ja punnitsemalla tuorepainot. Apilaa sisältäviltä seoksilta kasvilajikoostumus määritettiin myös jälkisadoista apilapitoisuuden seuraamiseksi.

Vuonna 2023 ensimmäisessä sadossa englanninraiheinän määrä oli yllättävän korkea (18–64 %; Kuva 2) ja nosti sitä sisältävän Tuottavan satotaso selvästi ensimmäisenä vuonna. Ilmiö oli samantapainen kaikilla viljelystrategioilla. Ruokonata ei ollut vielä ehtinyt kasvuun mukaan (osuus 0–1 %), ja puna-apilan osuus (3–13 %) oli sekin vielä vähäinen. On todennäköistä, että mikäli koe uusittaisiin toisenlaisissa sääolosuhteissa, englanninraiheinä ei menestyisi joka kerta yhtä hyvin. Jälkisadoissa puna-apilan ja ruokonadan osuudet lähtivät nousuun, ja alennetulla lannoituksella puna-apilan määrä kolmannessa sadossa oli jo 67–94 %.

Toisena nurmivuonna 2024 englanninraiheinän osuus oli odotetusti romahtanut (1–21 %) talvituhojen vuoksi, mikä on todennäköisesti suurin selitys Tuottava-seoksen heikkoon menestykseen ensimmäisessä sadossa (Kuva 2). Puna-apila sen sijaan menestyi lämpimänä ja kuivana



Kuva 1. Kolmannessa sadossa apilan määrä kasvustossa oli huomattavan korkea. Kuva: Sanna Kykkänen/Luke

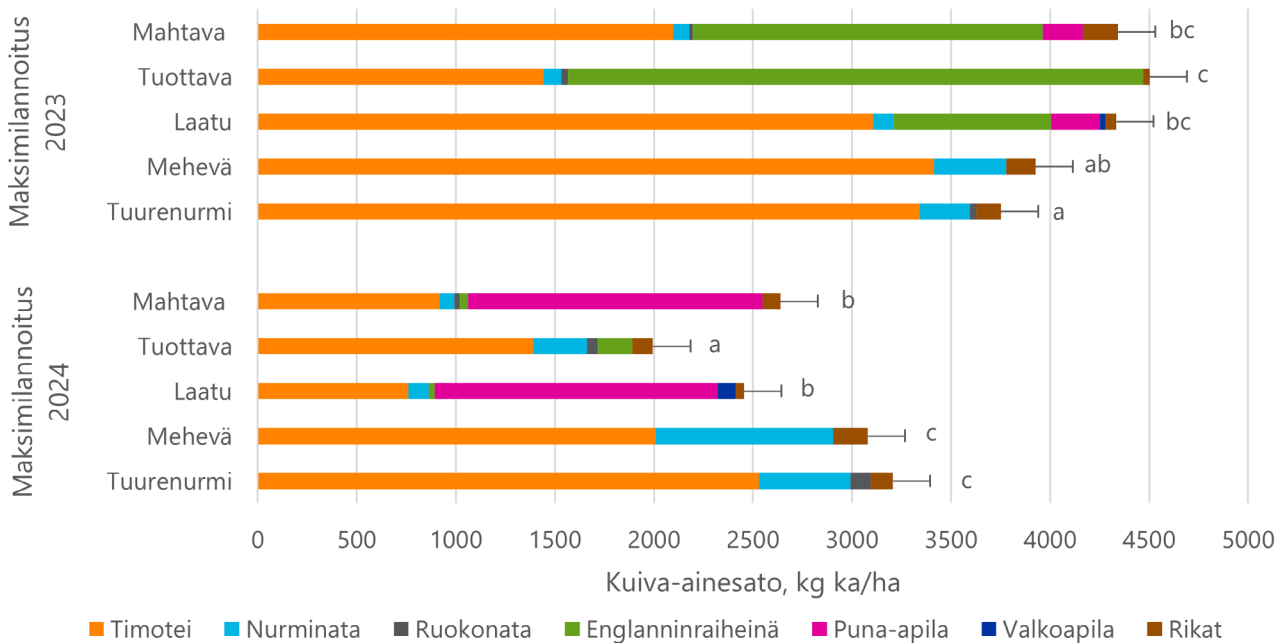
kesänä erinomaisesti, ja sen osuus ensimmäisessä sadossa oli 56–86 %. Tämäkään tuskin toistuisi, jos koe toistettaisiin toisenlaisissa sääolosuhteissa.

Toisen sadon kasvun aikana tehty kasvinsuojeluruiskutus alensi puna-apilan määrää toisessa sadossa huomattavasti (1–7 %), jolloin juola-vehnä runsastui aukkopaikoissa. Kolmanteen satoon apila runsastui jälleen (9–35 %). On mahdollista, että apilapitoisten seosten kokonaissato olisi ollut alennetulla lannoituksella korkeampi, jos ruiskutusta ei olisi tehty.

Timotei on kevään nopein kasvuun lähtijä. Sen sadontuottokyky on ensimmäisessä sadossa muita lajeja parempi, etenkin, jos alkukesä on lämmin ja kasvurytmi siksi nopea. Kokeen tulokset osoittavat, että timoteivaltaisten seosten satovarmuus ja sadon ennustettavuus on hyvä. Toisaalta timotein heikkona puolena voi olla keskikesän heikko kuivuuden sieto ja jälkikasvukyky.

Lajikoostumus vaikutti rehuarvoihin

Apila lisää tyyppillisesti rehun raakavalkuaispitoisuutta (rv) ja alentaa kuidun (NDF) määrää. Vuonna 2023 apilaa sisältävien seosten ensimmäisessä sadossa NDF oli keskimäärin 565 g/kg ka ja rv 133 g/kg ka, kun vastaavat luvut vuonna 2024, kun apilaa oli runsaasti, olivat 460 ja 238 g/kg ka. Heinäseoksilla NDF oli molempina vuosinasamaa tasoa (591 ja 599 g/kg ka), mutta rv vuonna 2024 korkeampi (122 ja 184 g/kg ka).



Kuva 2. Maksimilannoitus-strategian ensimmäisen sadon määrä jaoteltuna kasvilajikoostumuksen mukaan vuosina 2023 ja 2024 (ensimmäinen ja toinen nurmivuosi). Eri kirjaimella merkityt seokset eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Virhepalkki on kokonaissadon keskiarvon keskivirhe.

Lue lisää tämän kokeen tuloksista:

[Termonen, M. 2023.](#) Puna-apila nurmiseoksessa mahdollistaa typpilannoituksen alentamisen.
Blogiteksti

- Timotei-nurminataseos on edelleen toimiva yhdistelmä Suomen olosuhteissa.
- Alennetulla typpilannoituksella voidaan apilapitoisella seoksella saada korkeita satoja. Suotuisissa oloissa ja ilman lisätypeä apila nousee sadon pääkomponentiksi.
- Apilan viljelyssä on ensisijaista kiinnittää huomiota lajikkeen talvenkestävyyteen ja rikkakasvien torjuntaan ennen perustamista ja perustamisvuonna. Apilapitoisen seoksen kasvinsuojeluruiskutus voi alentaa apilan osuutta tilapäisesti. Heinämäisten rikkakasvien, kuten juolavehnan, osuus voi tämän vuoksi lisääntyä.
- Monilajisten seosten kasvilajisuhteet vaihtelevat vuodesta ja niitosta toiseen, mikä on hyvä huomioida niin viljelystrategian kuin ruokinnankin suunnittelussa. Tässä kokeessa vaihtelu oli erityisen suurta.
- Englanninraiheinä on toimiva seoskumppani ensimmäisenä satovuonna, mutta talvituhot voivat aiheuttaa satotappioita seuraavina vuosina.

7. Rehumailasilla kestävyttä palkonurmiin

Panu Korhonen ja Arja Louhisuo, Luke

Sinimailanen on kiinnostava nurmiseoksen typensitojakasvi, mutta sen vakiintuminen ja säilyminen kasvukuntoisena on Suomen oloissa ollut haastavaa. Vaihtoehtoja puna-apilalle kuitenkin kaivataan. Aikaisemmissa kokeissa huomattiin, että sirppimailasen ja sinimailasen risteymistä, rehumailasista, voisi löytyä riittävän kestäviä lajikkeita Suomeen. Tässä kokeessa kymmenen rehumailaslajikkeen sadon määrää ja ruokinnallista laatua verrattiin puna-apilaan ja sinimailaseen

Mailasten ja puna-apilan puhdaskasvustojen ruutukoe perustettiin kokoviljaan v. 2020 kivennäismaalle. Kokeen hoitotoimet näkyvät taulukossa 1. Rehumailaslajikkeiden kontrolli-lajeina käytettiin SW Yngve puna-apilaa ja SW Nexus sinimailasta.

Ensimmäisen vuoden satotulokset on raportoitu VarmaNurmi -hankkeen [tulokset](#). Tässä julkaisussa esitellään toisen ja kolmannen vuoden (2022–2023) satotuloksia. Kasvukausi alkoi Maaningalla 2022 9. toukokuuta (tehoisa lämpösumma 1. niitossa 447 °C vrk) ja 2023 7.5. (480 °C vrk). Kasvukaudet kestivät 23.10.2022 ja 15.10.2023 saakka.



Kuva 1. Rehumailasista löytyy vaihtelevasti sirppimailasta ja sinimailasta muistuttavia lajikkeita riippuen kumman perimä vallitsee ilmiä. Kuva: Panu Korhonen/Luke

Taulukko 1. Satovuosien hoitotoimet v. 2022–2023 Maaningalla.

Toimenpide	Selite	2022	2023
1. lannoitus	100 kg K/ha, 30 kg P/ha	10.5.	9.5.
1. niitto		30.6.	29.6.
2. lannoitus	60 kg K/ha	30.6.	7.7.
2. niitto		10.8.	15.8.

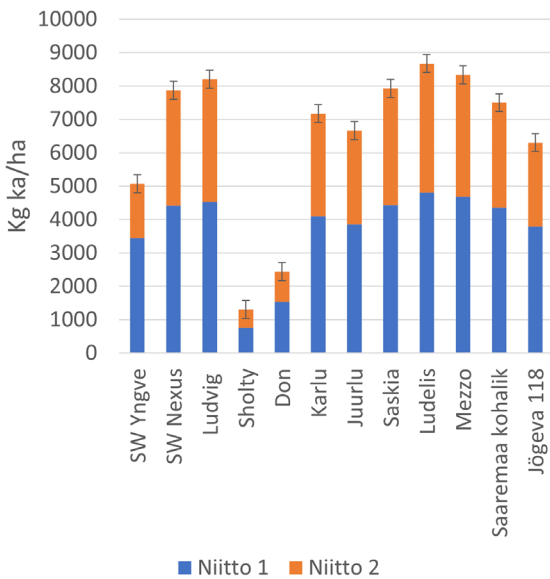
Satoisia vaihtoehtoja puna-apilalle

Rehumailaset kasvoivat molempina koevuosina hyvin. Sinimailasen (SW Nexus) n. 7 900 kg ka/ha satoon verrattuna vain Don- ja Sholty-lajikkeiden sato oli vuonna 2022 merkittävästi matalampi (Kuva 2). Kaikkien mailaslajikkeiden sato oli 1 200–3 600 kg ka/ha puna-apilan (SW Yngve) satoa parempi pois lukien Don- ja Sholty-lajikkeet. Lajikkeina Don ja Sholty muistuttavat ilmiänsuultaan eniten sirppimailasta.

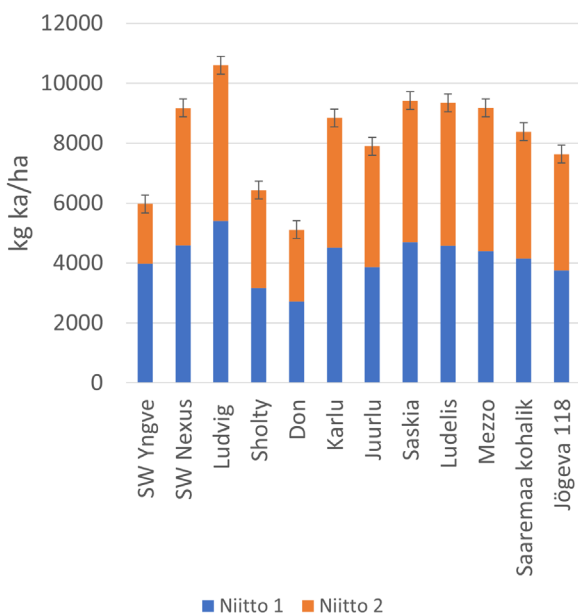
Ludvig-lajikkeen sato oli kolmantena satovuotena lähes merkitsevästi (+1 400 kg ka/ha) parempi kuin SW Nexus -sinimailasen (Kuva 3). Vastavasti lajikkeiden Don ja Sholty sato oli pääosin muita rehumailasia matalampi, vaikka Jögeva 118 ja Sholtyn välinen ero ei enää kolmantena satovuotena ollut merkitsevä. Puna-apilaan verrattuna lajikkeiden Don ja Sholty sato parani hieman edellisvuoteen verrattuna, ja Sholty tavoitti satotasossa SW Yngve -puna-apilan.

Nurmipalkokasveille tyypilliseen tapaan rehun D-arvot jäivät molemmissa niitoissa mataliksi (Taulukko 2). Erot D-arvoissa ensimmäisessä niitossa olivat melko suuria, mutta eroa syntyi vain yksittäisten lajikkeiden ja puna-apilan välille. Vuoden 2022 ensimmäisessä niitossa Mezzo-lajikkeen D-arvo jäi merkittävästi matalammaksi (-42 g/kg ka) kuin puna-apilan. Niin ikään vuonna 2023 vain Ludvig-lajikkeen D-arvo painui merkittävästi matalammaksi (-43 g/kg ka) kuin puna-apilan. Mailasten D-arvoissa ei ollut keskinäisiä eroja.

Toisessa niitossa havaittiin eroja vain vuonna 2022. Korkeimmat D-arvot olivat SW Yngve puna-apilalla (627 g/kg ka) ja Juurlu-rehumailasella (610 g/kg ka). Lisäksi lajikkeiden Don, Sholty ja Jögeva 118 D-arvo oli samaa tasoa edellä mainittujen kanssa. Millään rehumailasella ei kuitenkaan ollut merkittävästi matalampi D-arvo kuin sinimailasella (594 g/kg ka). Alle 600 g/kg D-arvoa voi kuitenkin pitää erittäin matalana. Vuonna 2023 D-arvo (632 g/kg ka) oli kaikilla lajikkeilla kohtuullinen.



Kuva 2. Rehumailaskokeen kuiva-ainesadot (kg ka/ha) lajikkeittain 1. ja 2. niitossa yhteensä v. 2022 (toinen nurmivuosi).



Kuva 3. Rehumailaskokeen kuiva-ainesadot (kg ka/ha) lajikkeittain 1. ja 2. niitossa yhteensä v. 2023 (kolmas nurmivuosi).

Taulukko 2. Mailaskokeen sadon D-arvo (g/kg ka) ensimmäisessä ja toisessa niitossa vuosina 2022–2023 (NIR). pa = puna-apila, sm = sinimailanen. Eri kirjaimella merkityt D-arvot eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

Lajike	D-arvo (g/kg ka) 2022		D-arvo (g/kg ka) 2023	
	1. niitto	2. niitto	1. niitto	2. niitto
SW Yngve ^{pa}	605 ^b	627 ^c	604 ^b	640
SW Nexus sm	595 ^b	594 ^b	577 ^b	631
Ludvig	580 ^b	579 ^a	561 ^a	623
Sholty	605 ^b	602 ^{bc}	590 ^b	613
Don	601 ^b	608 ^{bc}	601 ^b	629
Karlu	575 ^b	596 ^b	580 ^b	651
Juurlu	579 ^b	610 ^c	588 ^b	614
Saskia	573 ^b	584 ^a	576 ^b	631
Ludelis	582 ^b	574 ^a	568 ^b	616
Mezzo	563 ^a	572 ^a	587 ^b	637
Saaremaa kohalik	584 ^b	592 ^{ab}	580 ^b	663
Jögeva 118	584 ^b	603 ^{bc}	576 ^b	634

NIR ennusti heikosti apilan D-arvoa

Vuoden 2022 rehunäytteistä määritettiin apilan, sinimailasen ja kahden rehumailaslajikkeen pepsiini-sellulaasiliukoisuus (Taulukko 3). Tällä menetelmällä orgaanisen aineen sulavuus ja D-arvo saadaan määritettyä tarkemmin kuin NIR:llä, jonka tarkkuus riippuu referenssiaineistoon perustuvan kalibroinnin onnistumisesta. Orgaaninen aine (OA) muunnettiin D-arvoksi apilalla käytettävällä muuntokaavalla. Ensimmäisessä niitossa NIR menetelmällä saatiin puna-apilalla, sinimailasella ja Ludvig-rehumailasella matalampia D-arvoja kuin OA:sta laskettu D-arvo oli, mutta Karlulla NIR:llä saatiin hieman korkeampi D-arvo. Eri D-arvon määrittäminen ei kuitenkaan muuttanut lajikkeiden välistä järjestystä toiseksi. Toisessa sadossa puna-apilan NIR:llä määritetty D-arvo oli huomattavasti matalampi kuin OA:sta laskettu D-arvo. Mailasilla OA:sta määritetyn ja NIR mittauksen ero oli maltillisempi, eikä erotuksella ollut selkeää suuntaa korkeampaan tai matalampaan D-arvoon. Myös toisessa sadossa lajikkeiden välinen järjestys pysyi samana. Vertailtaessa NIR-D-arvoa ja OA:sta laskettua D-arvoa, näyttää apilan NIR-D-arvoon sisältyvän kuitenkin suurempaa epävarmuutta kuin mailasten NIR-D-arvoon.

Taulukko 3. Ensimmäisen ja toisen niiton orgaanisesta aineesta (OA) laskettu D-arvo vuonna 2022.

	D-arvo (g/kg ka, laskettu OA:sta)	
	Niitto 1	Niitto 2
SW Yngve ^{pa}	626	664
SW Nexus sm	600	585
Ludvig ^{rm}	590	586
Karlu ^{rm}	562	585

pa = puna-apila, sm = sinimailanen, rm = rehumailanen

Puhdaskasvustoissa nurmipalkokasvien raakavalkuainen (rv) on aina korkea - niin myös nyt. Vuoden 2022 ensimmäisessä niitossa rv oli keskimäärin 178 g/kg ka, eikä lajike-eroja ollut. Vuonna 2023 SW Yngve puna-apilan rv oli 163 g/kg ka ja SW Nexus sinimailasen 150 g/kg ka. Apilan ja mailasten rv eivät eronneet merkittävästi, mutta rehumailasissa sirppimailasta enemmän muistuttavat lajikkeet olivat valkuaispitoisempia. Toisen niiton rv oli molempina vuosina kaikilla lajikkeilla selvästi yli 160 g/kg ka.

Lajikkeiden väliset erot NDF-kuidussa olivat pieniä. Vuoden 2022 ensimmäisessä niitossa NDF-kuitua oli keskimäärin 450 g/kg ka, eikä lajike-eroja ollut. Toisessa niitossa NDF oli puna-apilalla ja Juurlu-rehumailasella vielä ensimmäistäkin niittoa matalampi. Vuonna 2023 NDF:ssä ei ollut lajike-eroja; ensimmäisen niiton kuitu oli keskimäärin 479 g/kg ka ja toisen 434 g/kg ka.

Vaikka rehumailaset rehuarvoissa pääosin vertautuivat sinimailaseen, voi NIR-määrittelyihin perustuvien tulosten epävarmuus olla haaste ruokinnassa. Toisaalta useat kokeen rehumailaset muistuttivat rehun laadun osalta sinimailasia. Aikaisemmissa sinimailaskokeissa rehun syönti on ollut noin 2 kg ka/pv suurempi kuin heinä-nurmilla, mikä kompensoi tuotosta ja maidon pitoisuudetkaan eivät laskeneet.

Lue lisää tämän kokeen tuloksista:

[Mustonen A. ym. 2022.](#) Uusilla kasveilla kuivuutta vastaan. VarmaNurmi -hankkeen tulosraportti s. 12–13.

- Pitkä syyslepo mahdollisesti ylläpiti mailasten satotasoa nurmen ikääntyessä.
- Rehumailasen sato oli useimmilla lajikkeilla vähintään samaa tasoa kuin puna-apilan.
- Puhdas mailaskasvusto ei tarvitse typpilannoitusta.
- Heiniin verrattuna D-arvo ja NDF-kuitu olivat matalia, mutta raakavalkuainen oli korkea.
- NIR-menetelmä saattaa antaa mailasille todellista matalampia D-arvoja.
- D-arvot olivat matalia, mutta syönnin kasvu todennäköisesti kompensoi matalaa rehuarvoa. Rehumailasten ruokinnallista laatua tulisi testata ruokintakokeissa.

8. Timoteilajikkeiden D-arvon seuranta

Arja Louhisuo ja Panu Korhonen, Luke

Nurmen sulavuudesta kertova D-arvo laskee timoteinurmilla keskimäärin 5 g/kg ka päivässä ensimmäisen korjuun lähestyessä. Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että timoteilajikkeiden välillä on eroja D-arvon laskunopeudessa. Laskunopeuden erojen tarkempi tunteminen antaisi mahdollisuuksia hyödyntää eri lajikkeita ja saada joustoa korjuu-aikaan.

Timotei on nurmiheinien valtias

Timotein osuus säilörehunurmien siemenseoksesta on usein 70–80 %. Timoteilajikkeen ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi koko seoksen ruokinnalliseen laatuun, erityisesti ensimmäisessä sadossa. Hyvän timoteilajikkeen tulisi olla ei ainoastaan satoisa ja ruokinnallisesti laadultaan korkea, vaan rehun D-arvon tulisi mieluusti pysyä hyvänä mahdollisimman pitkään. Lajikekokeissa kaikki lajikkeet niitetään samana päivänä. Tuloksia tarkastellaan suhteessa mittarilajikkeisiin. Lajikekokeiden tuloksista ei pystytä päättämään kuinka lajikkeen D-arvo ja muut ruokinnalliset ominaisuudet muuttuvat, jos sen niittoa aikaistetaan tai viivästytetään.

Kasvien kuvantaminen ja kaukokartoitusmenetelmät ovat kehittyneet nopeasti ja niiden luotettavuus rehun määrän mittauksessa on parantunut merkittävästi. Myös rehun laadun mittauksessa on edistytty. Tulevaisuudessa parantunutta kameratekniikkaa ja tekoälyä hyödyntävien mallien avulla rehun laatuominaisuuksia pystytään mittaamaan ilman työlästä näytteenottoa. Mallien kehittäminen vaatii kuitenkin sopivaa referenssimateriaalia. Kokeita, jotka yhdistävät kuvantamisen ja rehun ruokinnallisen laadun seuraamisen eri lajikkeilla, ei Suomessa ole kuitenkaan tehty aiemmin. Kestävyyttä nurmesta -hankkeessa tällainen koe toteutettiin kasvukaudella 2024.

Viisi kotimaista ja yksi norjalainen timoteilajike testissä

Kuuden timoteilajikkeen ensimmäisen sadon D-arvon ja muiden ruokinnallisten ominaisuuksien muutosta testattiin kahdella paikkakunnalla korjaamalla sato kolmessa osaniitossa (aikainen, normaali ja myöhäinen). Kokeen tavoitteena oli selvittää, millainen rehun määrä ja ruokinnallinen laatu oli eri niittohetykinä, kuinka paljon rehuarvot muuttuvat seurantajakson aikana ja onko muutosnopeudessa eroja. Kasvustojen kehitystä seurattiin myös kuvantamalla erilaisilla menetelmillä. Tavoitteena oli tuottaa lajikekokeiden tuloksia täydentävää tietoa timoteilajikkeiden rehun ruokinnallisen laadun eroista ja muutosnopeudesta sekä kehittää kuvantamisesta potentiaalinen menetelmä näiden muutosten seuraamiseksi lajikekokeissa.

Kokeeseen valittiin viisi kotimaista timoteilajiketta sekä mittarilajikkeena pitkään käytetty norjalainen Grindstad. Aikaisin kehittyviä lajikkeita olivat Grindstad ja Dorothy, keskimääräisiä Rubinia ja Rhonia ja myöhäisiä Tuure ja Uula. Mittarilajikkeina tässä kokeessa käytettiin lajikkeita Grindstad ja Tuure. Koepaikkakunnat olivat Maaninka ja Ruukki. Kokeet perustettiin karkealle kivennäismaalle v. 2023. Perustaminen tehtiin virallisten lajikekokeiden ohjeen mukaan, mutta neljänä kerranteena eli toistona. Maaningalla ruudut perustuivat täystiheinä, mutta Ruukissa suojakasvin lakoutuminen aiheutti aukkoja.

Varsinainen koe toteutettiin ensimmäisen satoisuuden nurmella 2024. Kasvustojen osaniitot toteutettiin ensimmäisessä sadossa aikaisella, normaalilla ja myöhäisellä kasvuasteella eli lippulehtivaiheessa, tähkälle tulon alussa ja tähkälle tulon lopussa. Maaningalla osaniitot tehtiin Haldrup-ruutuniittokoneella. Ruukissa satomäärityksissä käytettiin kehikkoja. Rehuarvot määritettiin Valion NIR-menetelmällä.

Tässä julkaisussa käsitellään eri lajikkeiden sadon määrää ja D-arvoa eri niittohetkinä. Lisäksi sadon määrän ja D-arvon päiväkohtainen muutos laskettiin jakamalla kokonaismuutos osaniittojen välisten päivien lukumäärällä sekä vertaamalla lajikkeen päiväkohtaista muutosta mittarilajikkeisiin Grindstadiin ja Tuureen.

Koevuoden toukokuu oli poikkeuksellisen lämmin ja vähäsateinen. Myös hellepäiviä oli ennätysellisen paljon ja kasvustojen kehitys oli aluksi nopeaa. Maaningan aikainen osaniitto tehtiin jo 31. toukokuuta ja normaali ja myöhäinen 4. ja 10. kesäkuuta. Ruukissa osaniitot aikainen, normaali ja myöhäinen tehtiin 3., 7. ja 14. kesäkuuta.

Malti on valttia sadon määrässä

Osaniiton ajankohdalla oli odotetusti huomattava vaikutus kuiva-ainesatoon ja kaikkiin rehuarvoihin. Lisäksi lajikkeiden välillä havaittiin joitakin eroja sekä Maaningalla että Ruukissa (Taulukko 1), mutta erot olivat samanlaisia kaikissa osaniitoissa.

Taulukko 1. Lajikkeen ja osaniiton vaikutus kuiva-ainesatoon (Ka-sato) ja D-arvoon Maaningalla ja Ruukissa. Eri kirjaimella merkityt luvut eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

Lajike	Maaninka		Ruukki	
	Ka-sato kg/ha	D-arvo g/kg/ka	Ka-sato kg/ha	D-arvo g/kg ka
Grindstad	2 601 ^c	698 ^{ab}	4 129	694
Dorothy	2 229 ^{ab}	698 ^{ab}	4 078	694
Rubinia	2 354 ^{ab}	706 ^{bc}	4 423	705
Rhonia	2 440 ^{bc}	696 ^{ab}	4 264	694
Tuure	2 410 ^{bc}	711 ^{abc}	4 462	709
Uula	2 609 ^c	716 ^{bc}	4 163	703
Keskiarvo	2 441	704	4 253	700
Osaniitto	Ka-sato kg/ha	D-arvo g/kg/ka	Ka-sato kg/ha	D-arvo g/kg ka
Aikainen	1 315 ^a	741 ^c	2 544 ^a	734 ^c
Normaali	2 290 ^b	698 ^b	4 413 ^b	697 ^b
Myöhäinen	3 717 ^c	674 ^a	5 803 ^c	669 ^a
Keskiarvo	2441	704	4253	700

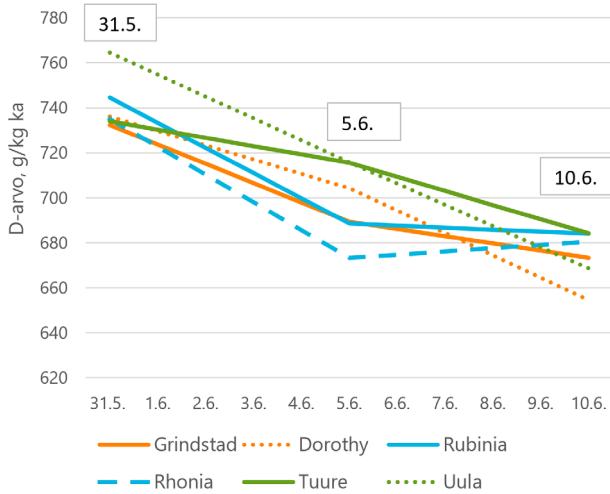
Satotaso jäi Maaningalla matalaksi, mutta Ruukissa sato oli hyvä. Niittoaikojen yli laskeutuisissa keskiarvoissa lajikkeiden ruokinnallisessa laadussa havaitut erot olivat pääosin vähäisiä. Joitakin eroja kuitenkin havaittiin. Maaningalla Uulan D-arvo oli 18–20 g korkeampi kuin Grindstadin, Dorothyn ja Rhonian. Ruukissa lajikkeiden D-arvossa ei ollut merkitseviä eroja.

Viiden gramman päivämuutos D-arvossa ei aina päde

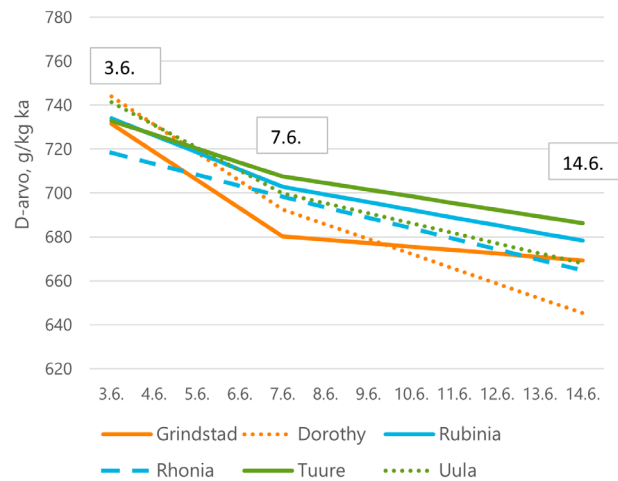
Uudempien lajikkeiden D-arvojen lasku-nopeudessa havaittiin eroja mittarilajikkeisiin verrattuna (Kuva 1). Kun Grindstadin D-arvo laski keskimäärin -5,6 g/kg ka ja Tuuren -5,0 g/kg ka päivässä, niin Uulalla laskua oli jo -9,6 g/kg ka. Uulan ero Grindstadiin oli suuntaa antava, mutta Tuureen verrattuna selkeä. Tuureen verrattuna myös Dorothyn D-arvo laski verrattain paljon päivässä (-8,15 g/kg ka), vaikkakin ero oli vain suuntaa antava.

Ruukissa aikaisen ja myöhäisen niiton väli oli 11 päivää. Tänä aikana Grindstadin D-arvo laski päivässä -5,7 g/kg ka, eli samaan tapaan kuin Maaningalla. Vastaavasti Uulan D-arvo laski -6,7 g/kg ka, mutta ero Grindstadiin ei ollut merkitsevä ja Tuureenkin verrattuna D-arvon laskussa oli vain suuntaa antava ero. Sen sijaan Dorothyn D-arvo laski päivässä -9,5 g/kg, mikä oli selvästi enemmän kuin Grindstadilla tai Tuurella.

D-arvon lasku voi olla selvästi nopeampaa kuin viisi grammaa päivässä ja siksi D-arvon muutosnopeuden testaus lajikekokeen yhteydessä olisi hyödyllistä. Osaniittojen käyttö lisäisi kuitenkin lajiketestauksen kustannuksia.



Kuva 1. Lajikkeiden D-arvon muutos osaniitoissa aikainen (31.5.), normaali (5.6.) ja myöhäinen (10.6.) Maaningalla.



Kuva 2. Lajikkeiden D-arvon muutos osaniitoissa aikainen (3.6.), normaali (7.6.) ja myöhäinen (14.6.) Ruukissa.

Kasvuston kehityksen arviointi kuvista

Kokeiden kasvustoja seurattiin myös erilaisin kuvantamismenetelmin. Maaningalla kasvun alkua sekä tilannetta niittojen yhteydessä seurattiin dronekuvauksin, joissa kerättiin sekä tarkat RGB-kuvat tähkimisen alun tunnistamiseen, että multispektrikuvat mahdollisten spektrierojen havaitsemiseen lajikkeiden välillä eri kehitysvaiheissa. Ruukissa vastaavat dronekuvaukset rajoittuivat viimeisen niittoajankohdan hetkeen.

Lisäksi tehtiin sarja hyperspektrikuvauksia (kamerana Specim IQ, VNIR 400-1 000 nm) tavoitteena selvittää miten erilaiset kuvausmenetelmät vaikuttavat aineiston tulkittavuuteen. Hyperspektri-kuvauksien osalta tehtiin kolme kokeilua: 1) ruutukuvaus, jossa kasvuston taustana näkyy maa, 2) kasvinäytteen kuvaus luonnonvalossa, mutta vakioidulla taustalla ja 3) kasvinäytteen kuvaus kontrolloidussa valo-

ympäristössä (halogeenivalaistus) sisätiloissa. Lisäksi koeruuduilta niittojen yhteydessä kerättyä aineistoa käytetään Haldrup-koeruutuniittokoneessa olevan NIRS-laitteiston (Zeiss Corona® extreme) kalibrointiin tavoitteena laitteiston entistä tehokkaampi hyödyntäminen myös rehun laadun tulkintaan koeruutuniittojen yhteydessä. Kasvuston kehitystä seurattiin myös satelliittikuvista kasvillisuusindeksien kehityksenä ruutukokeen välittömään läheisyyteen Grindstad-mittarilajikkeella perustetun 30x30m kokoisen koeruudun avulla.

Tarkkojen RGB-kuvien perusteella tehtiin koneoppimismenetelmiä hyödyntäen segmentointimalli, jonka avulla analysoiduista kuvista voidaan arvioida tähkien esilletulon vaihetta ja tähkien määrää koeruuduilla. Tietoa voidaan hyödyntää myös laadun kehitystä arvioivissa kasvumalleissa.

- Aikaisessa korjuussa sadon D-arvo on korkea, mutta sadon määrä voi jäädä hyvin matalaksi.
- Dorothy- ja Uula-lajikkeilla D-arvon päiväkohtainen lasku voi olla selvästi enemmän kuin 5 grammaa päivässä.
- Kaukokartoituksella ja koneoppimismalleilla voidaan tulevaisuudessa tunnistaa tähkimisen alkua ja tähkien kehityksen ja määrän avulla arvioida sadon laadun muutoksia.

9. Nuorkarjan mob-laidunnus

Auvo Sairanen, Annu Palmio ja Sari Kajava, Luke

Mob-laidunnusmenetelmässä tavoitellaan harvennettujen laidunsyöttökertojen ja suuren nurmimassan avulla maan hiilisyötteen määrän lisäystä, kun syömätöntä kasvimassaa jää jäljelle peltoon tavanomaista laidunnusta enemmän. Mob-laidun syötetään eläimille kaistasyöttönä nopeassa rytmissä ja syöttökertojen välillä nurmen lepojakso on normaalia pidempi. Käytännön syistä mob-laidun soveltuu parhaiten nuorkarjan ja umpilehmien laiduntamiseen, vaikka suuren nurmimassan ja nautojen valikoivan syöntitavan vuoksi mob-laidunta voisi hyödyntää osittain myös lypsylehmien ruokinnassa.

Mob-laitumen perusteet

- Laitumen maltillinen kevätlannoitus (50 kg N/ha). Muuten koko kasvukauden lannoitus satotavoitteen mukaisesti.
- Kolme syöttökertaa kasvukauden aikana. Laidunsuunnittelussa tavoitteena suuri nurmimassa/ha laidunlohkolle siirryttäessä.
- Intensiivinen laidunnus 3 päivää/kaista.
- Tarjolla olevasta laitumesta syötetään 30–40 % ja nurmen sänki jätetään pitkäksi.
- Laitumen lepojakso syöttöjakson jälkeen riittävän pitkä, jotta seuraavan kierron keskimääräinen nurmimassa on yli 2 500 kg ka/ha.
- Ei puhdistusniittoja.

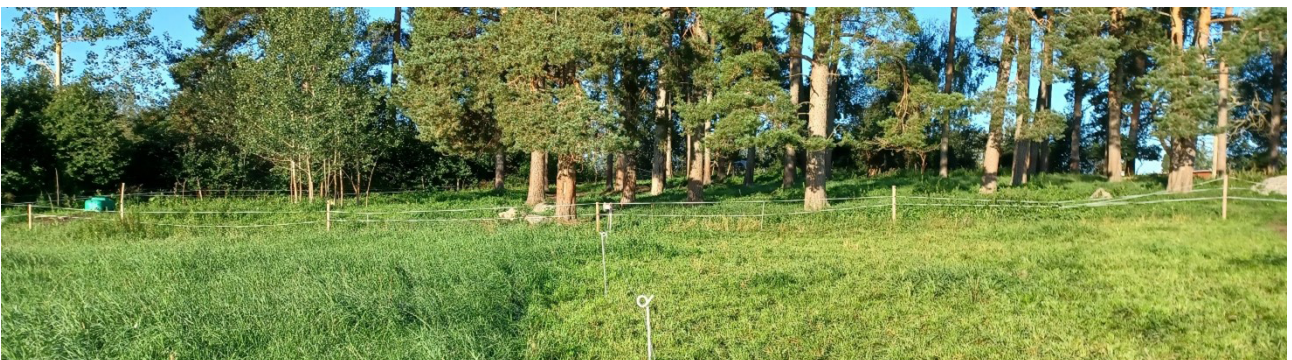
Mob-laidunkokeet nuorkarjalla

Luke Maaningan nuorkarjan mob-laidunkokeita toteutettiin kahtena kasvukautena vuosina 2022–2023. Laidunkokeiden tavoitteena oli tutkia mob-laidunstrategian soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin. Lisäksi tutkimuksissa arvioitiin laidunnukseen tarvittavan pinta-alan määrää ja maan hiilisyötemäärän muutosta.

Kokeissa nurmimassan määritykset tehtiin viikoittain määrälaniittotekniikalla käyttäen 3 cm leikkuukorkeuden näytteenottokehikkoa. Kasvukauden päättyessä laitumelta määritettiin samalla menetelmällä sänkimassa, jonka perusteella Yasso-mallilla ennustettiin maan hiilivaraston muutos 20 ja 100 vuoden tarkastelujaksolla. Syödyn laitumen rehuarvo määritettiin kasvuston ylimmän kolmanneksen korkeudelta mukailleen syödyn laitumen osuutta.

Laidunsuunnittelussa huomioitava nurmen kasvuolosuhteet

Kasvukaudella 2022 laidunkausi aloitettiin 17.6. laitumen nurmimassan ollessa 3 700 kg ka/ha (Taulukko 1). Suuri aloitusmassa yhdistettynä tavanomaiseen kevään typpilannoitukseen (75 kg N/ha, koko kesä 140 kg N/ha) tuotti otollisella sadesummalla 8 800 kg ka/ha nurmimassan ensimmäisen kierron lopussa. Suurta nurmimassaa on hankala laiduntaa järkevästi, ja tarjolla olevan nurmimassan hyväksikäyttö jäi vaatimattomaksi (21 %)



Kuva 1. Oikealla kuvassa laidunnettu mob-laidunala ja vasemmalla syöttöön tuleva. Kesällä 2023 hiehoilla oli koko kokeen ajan pääsy 0,4 ha mäntymetsään, jossa eläimille oli tarjolla sääsuojaa sekä juoma-allas vakioipakassa, mikä helpotti laidunnuksen käytännön toteutusta. Kuva: Mira Haapalainen/Luke

Toinen laidunkierto päästiin aloittamaan vasta 27.7., koska kukkineen kasvuston jälkikasvu lähti hitaasti liikkeelle ja heinäkuu oli lisäksi vähästeinen. Laidunkausi loppui toisen syöttökerran jälkeen 10.9. Laidunkauden aikana hiehot olivat vakioidun mob-laidunalan vuoksi väistölaitumella 12 vrk. Keskimääräinen laidunmassa oli 3 000 kg ka/ha.

Kaksi syöttökierrosta yhdistettynä suhteellisen suureen laidunalaan tuotti ravinnontarpeen kautta laskettua satoa 2 400 kg ka/ha. Käytännössä myöhäinen laidunkauden aloitus ja pelkän nurmimassan tavoittelu osoittautui huonosti toimivaksi strategiaksi suomalaisissa nurmen kasvuolosuhteissa. Lisäksi lyhyt kahden päivän kaistakohtainen laidunnusaika ja pienet kaistat todettiin kokeen aikana työläiksi. Eläimet eivät myöskään viihtyneet pienillä kaistoilla ja karkailivat niiltä usein. Voimakkailla sateilla pienikoiset kaistat tallautuivat pahasti.

Kasvukaudella 2023 kevätlannoitus suunniteltiin edellisvuotta pienemmäksi (50 kg N/ha). Seuraavat lannoitukset tehtiin jaettuina lannoituksina (153 kg N/ha koko kasvukausi), jotta nurmimassan kasvu olisi mob-laidunnukseen sopiva.

Laidunnus aloitettiin 16 hieholla 8.6.2023 nurmimassan ollessa 2 200 kg ka/ha (Taulukko 1). Laidunkaistaa vaihdettiin kolmen päivän välein. Ensimmäisen laidunkierron lopussa nurmimassaa oli 7 900 kg ka/ha. Hiehot olivat kuusi vuorokautta väistölaitumella ensimmäisen ja toisen laidunkierroksen välissä. Eläinmäärän pieneminen laidunkauden edetessä vähensi laidunalan tarvetta ja samalla väistöpäivien määrää. Hiehot päättivät laidunnuksen 24.8. suunnitellun kolmen laidunkierroksen jälkeen. Nettosadoksi muodostui riittävän sadesumman ja onnistuneen laidunkierron seurauksena 3 700 kg ka/ha.

Hiilisyötteen arviointi

Mob-laidunkaistoille jäi sänkimassaa laidunkauden lopussa molempien koevuosien keskiarvona 4 130 kg ka/ha, mikä on 2 450 kg ka/ha enemmän verrattuna tavanomaiseen laitumeen. Sänkimassan maatumista arvioivalla Yasso-mallilla laskettuna maan hiilivarasto kasvaisi mob-stra-

tegialla 820 kg CO₂-ekv/v enemmän verrattuna tavanomaiseen laidunnukseen, kun tarkastelujakso on ensimmäiset 20 vuotta. Sadan vuoden tarkastelujaksolla sidonta olisi mob-laitumella 360 kg CO₂-ekv/v enemmän kuin tavanomaisella, koska maan sidontakyky pienenee vuosien kumuloituessa. Malli tuottaa ennusteena strategioiden välisen laskennallisen eron hiilensidonnassa, mutta ei maan kokonaishiilivarannon määrää.

Mob-laitumen Suomi-sovellus

Mob-laidunalalla tarkoitetaan niitä lohkoja, jotka voidaan syöttää suurella laidunmassalla kolmeen kertaan kesän aikana. Tämä pinta-ala pysyy vakiona keväästä syksyyn. Nurmenkasvun hidastuessa laidunalaa tarvitaan syksyllä lisää ja tätä alaa voidaan kutsua väistölaitumeksi tai lisälaitumeksi. Lisääntynyt alantarve voidaan korvata myös esimerkiksi häkkiruokinnalla.

Suomen olosuhteisiin sovitettu mob-laidun tarkoittaa laiduntamisen aloitusta keväällä, kun laidunmassaa on riittävästi syötettäväksi ensimmäisen kierron alussa. Tällöin päiväkohtainen laidunala ei kasva liian suureksi. Käytännön syistä "nopea" lohkonvaihto tarkoittaa esimerkiksi 3 päivän loholla oloaika. Pidempi syöttöaika johtaa suurentuneisiin tallaustappioihin ja lyhyempi loholla oloaika lisää aitaustyötä.

Toisen laidunkierroksen lopussa mob-laidun ei ole ehtinyt kasvaa massaltaan riittävän suureksi, ja tässä vaiheessa eläinten ruokinta täytyy järjestää joko odelmalla tai muulla lisäruokinnalla. Kolmannen laidunkierron jälkeen laitumelle jää vielä massaa, mutta se on huomattavalta osalta tallaantunut maata vasten. Syksyllä nurmen kasvu on hidasta, joten syksyn massa jää käytännössä maahan hiilisyötteenä.

Nurmen kasvuasteen edetessä koko kasvin D-arvo pienenee. Suurella laidunmassalla eläimet syövät kasvustosta ylimmän kolmanneksen. Tämän osion D-arvo on huomattavasti koko kasvustoa suurempi.

Laitumen kustannukset

Ilman työn osuutta mob-laitumen tuotantokustannus ei eroa suuresti tavanomaisesta laitumesta. Tilan käytössä oleva peltoala, hehtaari-tuki ja eläinten ravinnontarve ovat vakioita laidunnustavasta riippumatta. Tavanomaiseen laitumeen verrattuna mob-laidunsato on arviolta 10 % pienempi, joten tarvittava laidunala kasvaa hieman.

Mob-laitumella lohkojen vaihtonopeus on tavanomaista laidunta suurempi, mikä lisää aitatyötä kiertojen aikana. Suomi-sovellettuna tavanomaisella laitumella voi olla lohkonvaihto kerran viikossa ja mob-laitumella 2–3 kertaa viikossa. Väistölaitumen osalta työmäärä on sama tavanomaisen ja mob-laitumen välillä.

Mob-laidunstrategiassa nurmelle jää hyvin aikaa kerätä juuriston ravinteita talvehtimista varten, joten todennäköisesti laitumen uusimistarve harvenee, jos rikkakasvipaine ei kasva liian suureksi. Lannoituksen osalta tarvittavaa rehukiloa

kohti lannoitusmäärä ja lannoitekustannukset pysyvät samana strategiasta riippumatta. Tasausniittojen poisjäänti pienentää mob-laitumen työmäärää.

Karkeasti arvioiden mob-laitumen kustannukset eivät eroa merkittävästi tavanomaisesta laitumesta. Näin ollen myös yhtä CO₂-ekv-tonnia kohti laskettuna mob-laitumen hyödyntäminen hiilensidontaan olisi edullista. Hinta riippuu strategian ylläpitoon varatusta lisätyöstä. Uutena menetelmänä mob-laidun tuskin yleistyy, ellei sitä jollain tapaa sisällytetä korvattavaksi ympäristötoimenpiteeksi. Käytännön hyötynä mob-laidun estää ylilaidunnuksen ja tätä kautta satotappioita ja ravinnehuuhtoumia.

Lue lisää kokeiden tuloksista:

[Haapalainen, M. 2023.](#) Mob-laidun hiilensidontan mahdollistajana. KM9/2023.

[Roivainen, J. 2024.](#) Hiehojen mob-laidunnus. Opinnäytetyö, Savonia-AMK.

[Roivainen, J. & Sairanen, A. 2024.](#)

Uusi mob-laidunstrategia parantamaan maan hiilensidontaa. Nauta 3/2024

Taulukko 1. Mob-laidunkokeiden tuloksia kasvukausilla 2022 ja 2023.

Mob-laidunkierros ¹	Hiehoja laitumella, kpl	Ha/hieho/laidunkierto	Laidunkaistoja, kpl	Nurmimassa, kg ka/ha	Laitumen D-arvo ²
1: 17.6.–22.7.2022 (35 vrk)	20	0,19	18	3 740–8 850	673
2: 27.7.–16.8.2022 25.8.–10.9.2022 (36 vrk)	18	0,21	21	2 870–3 650	688
1: 8.6.–3.7.2023 (25 vrk)	16	0,13	8	2 230–7 900	739
2: 4.7.–27.7.2023 (23 vrk)	15	0,14	8	3 600–4 300	694
3: 3.8.–24.8.2023 (21 vrk)	13	0,16	7	2 610–3 640	700

¹ Mob-laidunkierrosten lisäksi eläimet olivat tarvittaessa väistölaitumella.

² Hiehojen syömästä osasta eli nurmik kasvuston ylimmästä kolmanneksestä määritetty D-arvo.

Hiehojen ravinnontarpeeseen perustuva syönti keskimäärin kesän aikana noin 7,5 kg ka/vrk. Vastaavat laidunten nettosadot 2 400 kg ka/ha vuonna 2022 ja 3 700 kg ka/ha vuonna 2023.

- Suomen kesän aikana paljon vaihtelevan nurmen kasvunopeuden vuoksi mob-laitumesta joudutaan käyttämään Suomi-versiota, jossa koko laidunala lisätään syksyn väistölaitumella tai -ruokinnalla.
- Mob-laidunmenetelmä ilman tasausniittoja ja ylilaidunnusta toimii siinä missä tavanomaisenkin laidun, jos rikkakasvipaine ei karkaa suureksi.
- Mob-laitumen miinuspuolena on työmäärän lisääntyminen tavanomaista tiheämmän kaistanvaihdon vuoksi.

10. Kestävä pellonkäytön tehostaminen ja rehuomavaraisuuden lisääminen naudatilalla

Hannu Viitala ja Outi Kuvaja, Savonia-ammattikorkeakoulu

Onko maatilallasi liikaa peltoa? Kysymys kuulostaa omituiselta. Ei kai peltoa voi olla liikaa. Käytännössä tilanne monella karjatilalla on kuitenkin tämä. Peltoa on suhteessa eläinmäärään monella tilalla niin paljon, että se johtaa tehottomaan rehuntuotantoon. Eläimille tarvittava rehu saadaan tuotettua ilman merkittävä panostusta rehuntuotantoon. Rehuntuotanto on laajaperäistä, mikä johtaa korkeisiin rehuntuotantokustannuksiin. Tehoton rehuntuotanto johtaa alhaisen sadon lisäksi usein myös huonolaatuiseen rehuun, jota joudutaan korvaamaan ruokinnassa ostoväkirehuilla. Paradoksaalisesti omavaraisuusaste on pieni, vaikka naudatilalla on paljon peltoa suhteessa eläinmäärään.

Kestävyyttä nurmesta -hankkeessa tähän on haettu ratkaisua yhdeksällä yhteistyötilalla Pohjois-Savosta, Kainuusta ja Pohjois-Karjalasta. Kohdetiloille laadittiin yhdessä viljelijän kanssa rehuntuotannon kehityssuunnitelmat vuosina 2023–2024. Joissain tapauksissa suunnittelussa oli mukana myös ProAgrian asiantuntija, joka tunti yrittäjän ja maatilanteuudesta. Suunnittelun pohjana käytettiin VarmaNurmi -hankkeessa kehitettyä €Nurmilaskuria.

Kohdetilalle laskettiin alkutilanteessa säilörehun ja maidon/naudanlihan tuotantokustannukset. Rehun laatua selvitettiin mm. rehuanalyysien perusteella. Yhdessä viljelijän kanssa selvitettiin ongelmakohdat ja kehittämiskohteet, jonka perusteella laadittiin kehityssuunnitelma toimenpiteineen. Toimeenpano jäi viljelijän vastuulle. Suunnitelman toteutumista tarkasteltiin satokauden jälkeen, jolloin päivitettiin myös €Nurmilaskelmaa. Useimmilla yhteistyötiloista kierros toistettiin seuraavana vuonna.

Kaikilla yhteistyötiloilla kannattavuus parani. Rehun ja kotieläintuotannon tuotantokustannukset laskivat ja yrittäjätulo nousi. Merkittävimmät tekijät olivat säilörehun satotason kasvu ja laadun parantuminen. Tähän päästiin mm. pellon kasvukuntoa parantamalla, nurmen rikkakasveja

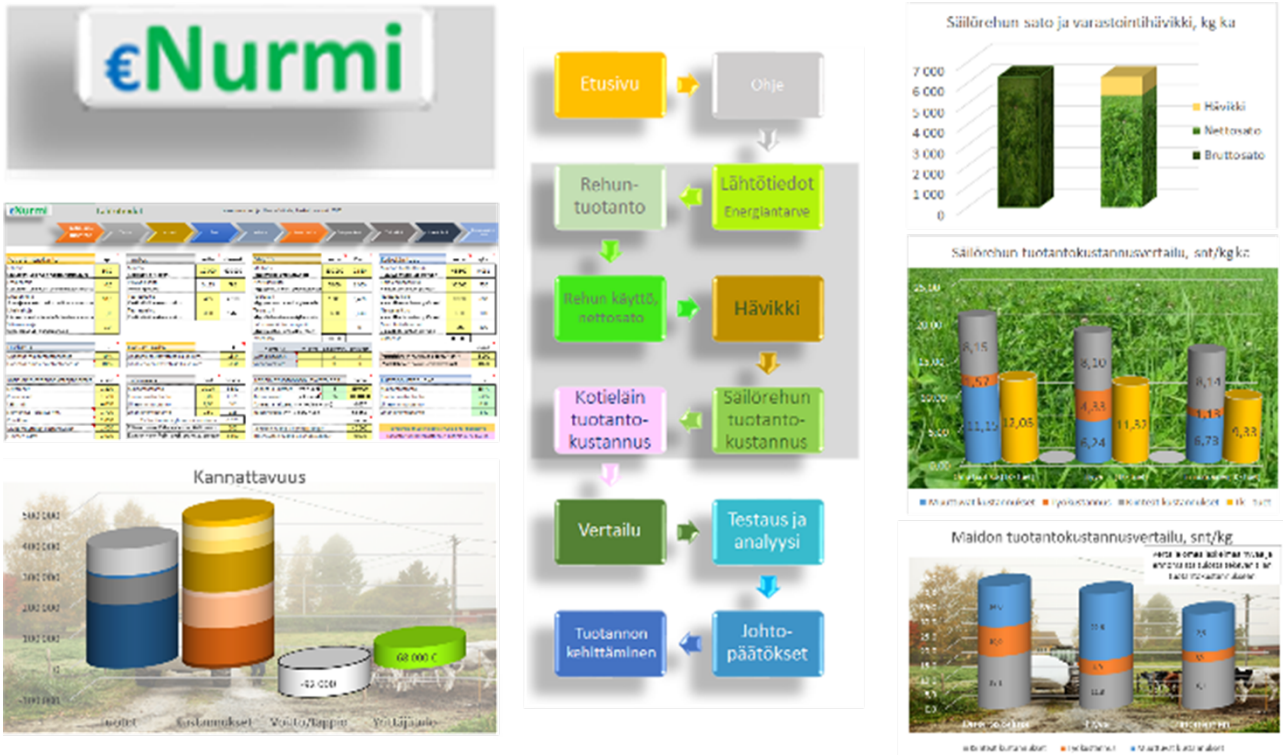
torjumalla ja säilöntää kehittämällä. Merkittävin säästö tuli väkirehukuluissa. Parempilaatuinen rehu näkyi myös maitotuotoksessa. Keskituotos nousi yhteistyötiloilla 10 500:sta 11 000 kiloon.

Kahdella tilalla otettiin käyttöön pikkukakkonen eli säilörehuntuotannossa aikaistettu toisen sadon korjuu, jolloin säilörehun sato ja laatu paranivat sekä maitotuotos nousi. Pikkukakkos- ta kokeilleet eivät halunneet enää palata aikaisempaan menetelmään. Valkuaiskasveista hernettä otettiin viljelyyn neljällä tilalla. Kolmella tilalla lisättiin apilanurmien osuutta säilörehuntuotannossa. Parilla tilalla valkuaiskasveja oli kokeiltu, mutta niistä luovuttiin, koska joko koettiin niiden viljely hankalaksi tai haluttiin suoraviivaistaa tuotantoa.

Eri vaiheiden tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska esimerkiksi säävaihtelut vaikuttivat satoiin. Kesällä 2024 kasvusto kärsi monin paikoin kuivuudesta, joten sadot jäivät tavanomaista pienemmiksi. Yhteistyötilat kokivat silti osallistumisen hankkeeseen hyödylliseksi. Viljelijöiden oma mielenkiinto talouden seurantaan ja suunnitelmien hyödyntämiseen kasvoi, mikä täytti yhden Kestävyyttä nurmesta -hankkeen tavoitteista.

Ratkaistiinko ”liikaa peltoa” -ongelma? Ainakin yhteistyötiloilla otettiin aimo harppauksia oikeaan suuntaan. Peltoviljelyyn panostetaan, mikä näkyy korkeampina rehusatoina ja parempana laatuna. Tilan talouskin parani samalla.

Yhteistyötilan viljelijä totesi, että suunnitelman tekeminen €Nurmilaskurilla auttoi kehittämään säilörehun tuotantoa, vaikka siihen oli tilalla aikaisemminkin panostettu. Säilörehun laatu parani pienillä toimenpiteillä ja rehuomavaraisuuden tarkeys korostui.



Kuva 1. €Nurmi on viljelijä- ja asiantuntijakäyttöön tarkoitettu Microsoft Excel-pohjainen laskuri, jonka voi ladata omaan käyttöön osoitteesta edunia.savonia.fi/€Laskurit (Avain on €Laskurit). €Nurmella lasket säilörehun ja maidon tuotantokustannukset, arvioit säilörehun näkymättömän hävikin ja laadit suunnitelman kannattavaan tuotantoon.

- Mukana yhteistyössä 9 maito- ja lihakarjatilaa Pohjois-Savosta, Kainuusta ja Pohjois-Karjalasta.
- Yhteistyön ja kehittämisen tuloksena säilörehun keskisato nousi tiloilla 5 600:sta 6 600 kuiva-ainekiloon/ha.
- Lypsylehmien keskituotos nousi yhteistyötiloilla 10 500:sta 11 000 kiloon.
- Yrittäjätulon ennustettu kasvu yhteistyötiloilla on keskimäärin 60 000 euroa.
- Kannattavuus parani yhteistyötiloilla, kun esimerkiksi ostoväkirehujen tarve laski paremman rehuomavaraisuuden myötä.



11. Nautatiloille vaihtoehtoisten syyspeltokasvien viljelymahdollisuudet

Arja Louhisuo, Luke

Suomessa viljellään viljoja ja öljykasveja pääasiassa kevätkylvöisinä. Syysvehnän ja syyskylvöisten öljykasvien viljely kiinnostaa kuitenkin viljelijöitä entistä enemmän. Syyspeltokasvien viljely on keskittynyt eteläiseen Suomeen. Pohjoisempana talvi on vakaampi ja lumipeite pysyvämpi, joten viljelyalueen laajentaminen voisi tasata kotimaisen rypsin saatavuutta markkinoilla ja monipuolistaa karjatilojen viljelykiertoa.

Luke Maaningan toimipaikalla viljeltiin syysrypsiä ruutukokeilla satovuosina 2023–2024. Lisäksi vuonna 2023 syysvehnää ja syysrypsiä viljeltiin myös peltomittakaavassa. Tavoitteena oli havainnoida, kuinka syyspeltokasvit sopivat nautatilan viljelykiertoon, jossa esikasvina on nurmi ja lannoitukseen käytetään myös naudnan lietettä. Tässä luvussa käsitellään syysrypsin ruutukokeen tuloksia sekä syysvehnän peltomittakaavan havaintolohkon tuloksia.

Syysrypsikokeet kylvettiin kesällä päätettyyn nurmeen. Lajikkeet olivat Legato ja Arrivé (Taulukko 1). Perustamisvaiheessa käytettiin joko naudnan lietelantaa tai mineraalilannoitteita. Kevätlannoitus annettiin mineraalilannoitteena. Molempien kokeiden maalaji oli multava karkea hietä.

Syysmittauksessa tarkasteltiin, olivatko kasvit riittävän kokoisia talvehtiakseen eli oliko taimilla vähintään 8 lehteä, vähintään 8 mm paksu juureniska sekä 8 cm pitkä pääjuuri. Lisäksi syysöljykasveilla tavoitellaan kylvön jälkeen vähintään 450–500 asteen lämpösummaa. Toisaalta tiedetään, että lämpiminä syksyinä rapsin kasvupiste nousee korkealle ja altistaa taimet pakkaselle. Siksi myös kasvupisteen korkeus maanpinnasta mitattiin.

Taulukko 1. Syysrypsin perustaminen ja hoito 1. kokeessa (satovuosi 2023) ja 2. kokeessa (satovuosi 2024) sekä lannoituksissa hehtaaria kohti annetut typpi (N), fosfori (P), kalium (K) ja rikki (S).

Toimenpide	Selite	1. koe		2. koe	
		2022	2023	2023	2024
Nurmen päättö	Roundup Flex 3 l/ha	13.7.		28.6.	
Kyntö		28.7.		24.7.	
Maanäytteet	1. koe pH, Mg tyydyttävä, P, Ca, K, S välttävä, 2. koe pH hyvä, P, Mg tyydyttävä, Ca, K, S välttävä	28.7.		31.7.	
Rikkatorjunta	Devrinol 450 SC 2 l/ha	28.7.		31.7.	
Syyslannoitus "Liete"	30tn/ha: 1. koe N liuk 31, P 10, K 99, S 7 kg/ha, 2. koe N liuk 31, P 10, K 99, S 7 kg/ha	28.7.		1.8.	
Syyslannoitus "Ei liete"	1. ja 2. koe N 50, P 12, K 25, S 8 kg/ha	29.7.		2.8.	
Kylvö	Arrivé ja Legato 100 kpl/m ²	29.7.		2.8.	
Tuholaistorjunta	Karate Zeon 37 ml/ha	23.8., 30.8.	19.5.	18.8.	22.5.
Tautitorjunta	Proline 0,7 l/ha tai Amistar 0,7 l/ha	20.10.	14.6.	13.10.	
Syysmittaukset	Lehdet ja juuret	12.10.		3.10.	
Lämpösumma	1. koe 29.7.–17.10. ja 2. koe 2.8–5.10.	553		631	
Kevätlannoitus "Liete"	1. koe N 64, K 5, S 10 kg/ha, 2. koe N 89, K 10, S 17 kg/ha		10.5.		8.5.
Kevätlannoitus "Ei liete"	1. koe N 60, K 88, S 8 kg/ha 2. koe N 70, K 77, S 13 kg/ha		10.5.		8.5.
Puinti	1. koe 11,1 % ja 2. koe 7–11 % kosteus		9.8.		22.7.
Lämpösumma	1. koe 7.5.–9.8.2023 ja 2. koe 6.5.–22.7.		950		873

Rapsipistiäishyökkäyksestä hyvään satoon

Ensimmäisessä kokeessa kokeelle tuli runsaasti rapsipistiäisiä heti taimettumisen jälkeen. Kahdesta torjuntakerrasta huolimatta osa lehdistä tuhoutui täysin. Juuristo oli kuitenkin melko hyvän kokoinen ennen talvea: juurenniskan paksuus oli keskimäärin 7,8 mm ja juuren pituus 12,8 cm. Lehtiä oli keskimäärin 5,5 kpl/taimi. Kasvupiste nousi vain 0,53 cm maanpinnan yläpuolelle.

Keväällä kasvusto oli epätasainen, mutta lähti lannoituksen jälkeen hyvin kasvuun. Rikkakasvi-ruiskutusta ei tehty, joten osalla ruuduista esiintyi runsaasti rikkoja. Lämpösumma 300 astetta ylitettiin 18.6., minkä jälkeen kukinta päättyi noin 20.6. Heinäkuu oli melko sateinen puintiin saakka, mutta puitaessa kasvusto oli kuitenkin hyvin joutunut ja puintikosteus oli keskimäärin vain 11,2 %.

Varastokostea sato oli hyvä, keskimäärin 1 900 kg/ha, mikä vastasi Legaton satoa lajikekokeissa. Sadon määrässä tai laadussa ei ollut eroja lajikkeiden tai lannoitusten välillä. Klorofyllipitoisuus, joka kertoo vihreiden siemenen määrästä, oli vain 2,3 ppm, kun virallisissa lajikekokeissa se on Legatolla ollut 6,9 ppm. Tuhannen siemenen paino (2,6 g) ja valkuaispitoisuus (18,3 % kg ka) olivat matalia. Varastokosteaan satoon muunnettuna valkuainen oli lähes 7 %-yksikköä matalampi kuin virallisissa lajikekokeissa. Sen sijaan öljypitoisuus (48,2 % kg ka) oli korkea.

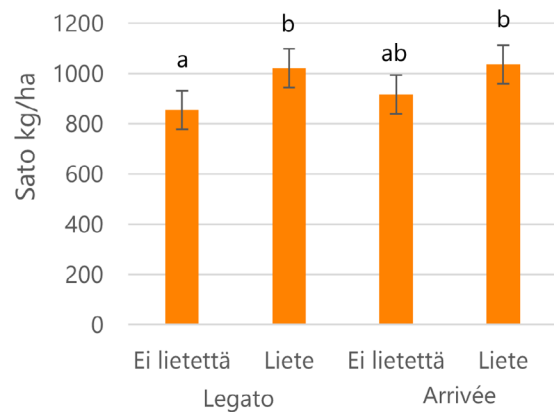
Tasainen rypikasvusto ei aina tarkoita hyvää satoa

Toisena koevuonna 2024 kasvukausi jatkui lämpimänä ja sateisena aina lokakuulle saakka, jonka jälkeen sää kylmeni nopeasti. Syysmittauksissa juurien keskipituus oli 11,8 cm, juurenniska oli yli 8 mm paksu ja juurenniskan korkeus maan pinnasta oli 0,98 cm. Lietelannoitettuihin ruutuihin muodostui kuitenkin vähemmän lehtiä (6 kpl), kuin mineraalilannoitettuihin (8 kpl).

Kasvukausi oli puintiin saakka hyvin kuiva. Tautiruiskutusta ei tehty ja tuholaistorjuntakin tehtiin vain kerran. Rikkakasveja oli vähän. Kukinnan ja

siementen muodostuksen aikaan esiintyi pitkiä hellejaksoja. Kukinta päättyi noin 5.6. Puintikosteus oli hyvin matala, vain 8,6 % ja karisemista oli jo hieman havaittavissa.

Sekä Legato että Arrivéé tuottivat lietalannoituksella korkeamman sadon kuin Legato ilman lietettä (Kuva 1). Ilman lietettä viljellyn Arrivéén sato oli näiden välistä. Lajikkeella tai lannoituksella ei ollut vaikutusta sadon laatuun. Matala, vain 2,4 ppm klorofyllipitoisuus kertoi sadon olleen hyvin joutunutta. Jälleen sadon valkuaispitoisuus (18,9 %) ja tuhannen siemenen paino (2,6 g) olivat matalampia kuin Legatolla lajikekokeissa. Öljypitoisuus sen sijaan oli hyvä 46,2 % kg ka.



Kuva 1. Syysrypsin 2. kokeen varastokostea (9 %) sato vuonna 2024. Syyslannoitus naudan lietalanta ("Liete") ja mineraalilannoite ("Ei lietettä"). Eri kirjaimella merkityt seokset eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Virhepalkki on keskiarvon keskivirhe.

Syysvehnän havaintolohko osoitti pellon peruskunnon parannuskohteet

Syksyllä 2022 Luke Maaningan toimipaikalla kylvettiin peltomittakaavaan havaintolohko syysvehnälle. Lohkon maalaji oli multava hiue. Lohkolta oli korjattu yksi säilörehusato, minkä jälkeen nurmen jälkikasvu päätettiin glyfosaatilla 19.7., kynnettiin 29.7. ja kylvömuokattiin sekä lannoitettiin naudan kuivalannalla (24 tn/ha, jossa 26 kg liuk. N/ha ja 24 kg P/ha), kylvettiin Igloo-syysvehnällä (303 kg/ha) ja jyrättiin 10–12.8. Ennen talvea rikkakasveja torjuttiin 13.9. Attribut 70:lla, sekä osalla alasta Sekator OD:llä. Lumihomeen torjunta tehtiin 20.10. Proline 250 EC:llä.

Kevätlannoitus tehtiin 12.5.2023 YaraBela Axanilla (104 kg N/ha). Kuvassa 2 nähdään, että kasvusto oli aukkoinen. Aukkoihin nousi harvalukuisia mutta kookkaita rikkoja (mm. pillikkeet), jotka ruiskutettiin 30.5. uudella Rexade 440 torjunta-aineella. Torjunnan yhteydessä lohkon keskelle jätettiin havaintokaista. Aukkoisessa kasvustossa rikkatorjunta oli välttämätön, sillä aukkoissa rikat kasvoivat kookkaiksi. Tautitorjunta tehtiin kertaalleen Amistarilla 14.6. Puinnissa 22.8. sato oli 3080 kg/ha. Sato oli noin 25 % matalampi kuin pitkän ajan keskiarvo Pohjois-Savossa.



Kuva 2. Kesäkuun alun ilmakuvasta nähdään, kuinka syysvehnä on kärsinyt talvituhoja erityisesti päisteissä sekä oikean reunan märällä alueella. Kuva: Panu Korhonen/Luke

Syyspeltokasvit vähentävät tarvetta levittää lantaa myöhään syksyllä, jolloin riski ravinteiden huuhtoutumiselle on suuri. Myös heinämäisten rikkojen torjuntaa pystytään tehostamaan. Lohkon peruskunnon osalta syyspeltokasvit ovat vaativampia kuin kevätkylvöiset kasvit (Kuva 2).

Aikaisesta kylvöstä ei näyttäisi olevan haittaa syyspeltokasveille. Syysrypsillä suuremmat taimet saattoivat jopa kestää tuholaispainetta paremmin ja ehtivät kasvattaa uusia lehtiä ennen talvea. Lisäksi syysrypsikokeissa saavutetut korkeat öljypitoisuudet voisivat ansaita oman tutkimuksen.

Lue lisää syyspeltokasveista:

[Sairanen ym. 2024.](#) Syysrypsyä naudatilan viljelykiertoon, Käytännön maamies 4/24.

[Venäläinen ym. 2024.](#) Öljykasvien tuholaisopas 2024.

- Sekä Legato- että Arrivéé-syysrypsilajikkeet kestävät talvea ja tuottavat hyvän sadon myös pohjoisemmissa oloissa.
- Lietteen käyttö syysrypsin perustamislannoituksessa ei pienennä satoa.
- Aikainen syyskylvö turvaa syksyn kasvua, mutta ei altista syysrypsyä kasvupisteen liialliselle kohoamiselle maanpinnasta, kuten syysrypsillä.
- Kevään ja alkukesän hellejaksot ja kuivuus saattavat haitata rypsin kukintaa ja vähentää satoa.
- Sadon valkuaispitoisuus on pohjoisissa oloissa matala, mutta öljypitoisuus korkea.
- Syysrypsi soveltuu naudakarjatilan nurmikiertoon, mutta vaatii perehtymistä ja valmiutta reagoida nopeasti tauteihin ja tuholaisiin.
- Syysvehnän sato jää vaatimattomaksi, jos vesi kertyy tiivistymiin, painanteisiin ja heikosti toimiviin ojiin.

12. Kokemuksia pilottitilatoiminnasta

*Marita Jääskeläinen, Kaisa Matilainen ja Mikko Saastamoinen, ProAgria Itä-Suomi
Oiva Niemeläinen, Luke*

Pilottitilatoiminta antaa mahdollisuuden kokeilla uusia tuotteita ja toimintatapoja käytännön tiloilla. Kestävyyttä nurmesta -hankkeessa havaintokokeet liittyivät pääosin nurmiryhmien viljelijöiden ideoihin. Tavoitteena pilottitilatoiminnalla on syventää viljelijöiden ja tutkimuksen yhteistyötä. Käytännössä kokeen pitää olla riittävän yksinkertainen ja tilan koneilla toteutettava. Lisäksi koelohkon kannattaisi olla maalajiltaan, ravinnetilanteeltaan ja rikkakasvien osalta yhtenäinen. Yleensä käytännön tiloilla tehdään isoja kaistoja, kun koeruutu-kylvökonetta ei monesti ole käytettävissä. Tällöin maalajien vaihtelu saattaa tehdä haasteita. Pilottitilatoiminta on haasteista huolimatta innostavaa, kun voidaan tiivistää tutkimus-viljelijä-neuvontayhteistyöverkostoa.

Hankkeessa kokeiltiin useanlaisia tekniikoita, kuten lannoitteita, siemenseoksia, syysöljykasvien viljelyä ja kylvötekniikoita nurmen perustamisessa. Yhtenä teemana oli syyskylvöiset kasvit ja tiloilla kokeiltiin syysrypsiä- ja rapsia. Outokummun ja Kiuruveden kokeissa oli epäonnea rapsipistiäisen ja talvihuhojen vuoksi ja kasvustot jouduttiin rikkomaan keväällä. Lieksassa oli onnistunut kokeilu luomu-syysrypsin kylvöstä herneen alle keväällä 2022. Viljelijä kylväi 5 kg/ha Legato-syysrypsiä herneen alle ja pui lohkolta herneen 3 300 kg/ha. Syksyllä syysrypsi näytti hyvältä, mutta keväällä kasvusto oli harventunut.



Kuva 1. Lieksan syysrypsi syksyllä 2022. Kuva: Kati Ronkainen/ProAgria Itä-Suomi

Keskimääräinen sato kasvustosta oli 600 kg/ha huonojen kohtien vuoksi. Pienestä sadosta huolimatta viljelijä aikoo vielä jatkaa viljelytekniikkaa. Rypsi käyttää herneen sitomaa tyyppä hyväkseen ja sitoo muitakin ravinteita ja myös hiiltä. Siemenkustannus on pieni ja kylvö on samassa herneen kanssa. Syysrypsi myös ylläpitää maan hyvää rakennetta paalujuurellaan.

Liperissä tehtiin viljelijäyhteistyönä suunniteltu maatilakoe luomuapilanurmelle Viljellään viisaasti -hankkeen kanssa. Vuonna 2021 suojaviljaan perustetut lannoituskäsittelyt olivat: a) boori, b) kalium & rikki, c) boori + kalium & rikki, ja d) lannoittamaton. Tavoitteena oli selvittää erityisesti boorin merkitystä apilan menestymiselle. Lannoitteet levitettiin 12-metrin rikkaäkeellä kaistoina siten, että boorilannoitekaista ajettiin suorakulmaisesti kaliumsulfaattikaistaan nähden. Kun väliin jätettiin lannoittamattomia kaistoja, koealalle (60 m x 72 m) muodostui kolmekymmentä 12 m x 12 m ruutua, joista kokeeseen otettiin 16 kpl. Kullekin lannoituskäsittelylle tuli neljä toistoa. Kokeen v. 2022 kevätsadosta otettiin määrälälyytteitä ja heinistä määritettiin kivennäispitoisuudet.

Boorilannoituksen havaittiin lisäävän heinäkaskasvien booripitoisuutta. Boorilannoitus lisäsi maan booripitoisuutta lannoittamattoman huonosta viljavuusluokasta ja pitoisuudesta 0,2–0,3 mg/l tasolle 0,5–0,7 mg/l eli viljavuusluokalle välttävää-tyydyttävä. Apilanurmi menestyi hyvin koko koealalla eikä silmämääräisiä eroja apilan menestymisessä havaittu koejäsenten välillä vuosina 2022 ja 2023. Vuonna 2024 lohko kuvattiin dronella ja kuva-analyysin avulla määritettiin eroja kasvuston apilapitoisuudessa 8 m x 8 m alalta koeruuduista. Dronedatan analyysin perusteella lannoituskäsittelyt eivät vaikuttaneet merkittävästi apilakasvustojen tiheyteen eikä apilapitoisuuteen keväällä 2024. Kokeen kerranteiden keskipisteet on GPS-paikannettu, mikä mahdollistaa boorilannoituksen vaikutuksen pitkäaikaisseurannan.



Kuva 2. Liperin boori-rikki-kalium-ko. Kuva: Sanna Kulmala/Luke

Viljelijä on skannannut lohkon maaperän Soil-Optix-menetelmällä. Koetta toteutettaessa saatiin arvokkaita kokemuksia kaukokartoituksen ja maaskannauksen mahdollisuuksista ja haasteista maatilakokeita tehtäessä. Havainto-koetoimintaa vaikeutti hanhien ruokailu lohkolta kevätmuuton aikana.

Kesällä 2024 tehtiin lannoitekokeita hivenliuoslannoitetuilla viljoilla. Hivenliuos-pilottikokeet toteutettiin ohralla Liperissä, Vesannolla ja Nilsissä. Näissä viljelijä ajoi kaistat hivenliuoksella ja jätti koelohkolle 0-ruudun. Ruuduilta otettiin Megalab-analyysejä ja tehtiin silmämääräisiä havaintoja. Megalab-analyyseissä hivenliuos oli nostanut siinä olleen hivenravinteen määrää kasvustossa. Tarkkoja satomäärityksiä ei tehty, mutta Liperin ja Vesannon kokeelta laskettiin jyvien määriä. Niissä ei havaittu eroja eri käsittelyillä. Nilsien kokeella viljelijä oli mitannut hehtolitranspajoina ja siinä käsitellyllä kaistalla oli hieman parempi hehtolitranspajoina (käsittelymäärä hlp 62 ja käsitelty hlp 66). Haasteena tilakohtaisissa lannoitekokeissa on se, että tarkka satomäärä on hankala saada määritettyä.

Vieremän pilottikokeet

Vieremän ryhmässä tehtiin kesän 2024 aikana jokaisella tilalla omat kokeensa, joita käytiin pienryhmänä havainnoimassa kesän aikana kolme kertaa. Kokeiden lähtökohdat tiloilla olivat maan rakenteen arviointi, viljakokeet, nurmiko-keet, muokkaustapojen vaikutukset sekä erikoiskasvit.

Kahdella tilalla tehtiin kokeet ohralla sekä hajattä rivikylvönä samalle lohkolle. Lopulta vain toisen tilan koe onnistui ja siitä otettiin Megalab-analyysit. Analyyseissä typpi ja kalium olivat korkeammat hajakylvetyllä alueella. Boori oli matala kaikissa näytteissä yhtä lukuun ottamatta. Lohkolle on levitetty boorilannoitetta vuonna 2023 ja viljavuustutkimuksen mukaan boorin määrässä on tullut selkeä nousu. Boorilannoituksesta on ollut siis hyötyä, mutta boorin määrä on laskenut kesän 2023 otetusta Megalab-analyyseistä. Kesän aikana havainnoitiin kasvuston kehittymistä ja alussa hajakylvetty alue vaikutti selkeästi heikommalle. Kasvukauden edetessä alojen väliset erot tasoittuivat huomattavasti. Lopulta hajakylvetyltä alalta saavutettiin korkeampi satotaso (4 656 kg/ha), kuin rivikylvetyltä alalta (4 556 kg/ha). Puintikosteus oli molemmissa 17 %. Lisäksi olkea korjattiin hajakylvetyltä alalta enemmän (5 paalia/ha) kuin rivikylvetyltä (2,9 paalia/ha).

Yhdellä tiloista tehtiin "kalsaritesti", jossa samalle peruslohkolle kaivettiin kuuteen eri kohtaan luomupuuvillaiset kankaat. Kyseisellä peruslohkolle on paljon lohkon sisäistä vaihtelua maalajeissa ja myös viljelyhistoriassa. Lohko oli vuonna 2024 laidunkäytössä ja vaikka paikat merkittiin hyvin, niin lopulta syksyllä onnistuttiin löytämään vain kolme paikkaa, koska tilan eläimet olivat kuljelleet merkkikeppejä ja GPS-sijainti ei toiminut toivotulla tavalla. Havaittujen kankaiden osalta niiden hajoaminen oli pitkällä, joten hajoamistoiminta maassa oli toiminut hyvin ja vaihtelu havaintopaikkojen välillä oli pientä.

Yhdellä tilalla testattiin säilörehunurmella lannoitekaistaa, jossa lannoitettiin koekaista pelkästään moniravinteisella keinolannoitteella ja toiselle kaistalle levitettiin keväällä lietelanta, jota täydennettiin typpilannoitteella. Typpitasot olivat molemmilla kaistoilla samat, mutta fosforin ja kaliumin määrät koealalla jäivät lietelannalla lannoitettua osaa pienemmiksi (Taulukko 1). Moniravinnelannoitteella lannoitetulla osalla raakavalkuainen ja kuitu olivat matalammat ja D-arvo hieman korkeampi. Raakavalkuaisen matalampi määrä lietteettömällä koealalla voisi johtua matalammaksi jääneestä kaliumlannoituksesta.

Parilla tilalla toteutettiin kylvökoe, jossa testattiin suojaviljan alle perustettavaa nurmea, jossa suojaviljan siemenmäärää pienennettiin toiselle osalle lohkoa. Tiloilla suojaviljan kylvömäärät olivat noin 150 kg/ha ja 200 kg/ha. Suojaviljan kylvömäärällä ei ollut merkittävää eroa kummallakaan tilalla. Johtopäätöksenä viljan kylvömäärää suurempi vaikutus on suojaviljan korjuuajan kohdalla.

Erikoiskasveista kokeilussa oli monipuolinen laidunseos, joka sisälsi mm. rehumailasta, sikuria ja heinäratamoia perinteisten heinäkasvien lisäksi (Kuva 3). Alue oli kesän hieholaitumena ja toimi siinä tarkoituksessa hyvin.

Taulukko 1. Nurmi-lannoitekokeen vertailu.

	Liete + typpi	Moniravinne
N kg/ha	113	113
P kg/ha	18	15
K kg/ha	98	39
Analyysitulokset, g kg/ka		
Kuiva-aine	230	234
D-arvo	671	676
Raakavalkuainen	179	160
Kuitu	562	587



Kuva 3. Yläkuvassa sikuri ja alakuvassa heinäratamo. Kuvat: Mikko Saastamoinen/ProAgria Itä-Suomi

13. Hankeviestintää viljelijöille ja asiantuntijoille

Outi Kuvaja Savonia-AMK, Kaisa Matilainen ProAgria Itä-Suomi ja Sari Kajava Luke

Kestävyttä nurmesta -hankkeen julkaisut keskittyvät kestäväan nurmiviljelyyn ja hiiliviljelykäytäntöihin, joilla pyritään parantamaan tuotannon ympäristöllisiä ja taloudellisia vaikutuksia. Hankkeen tuloksia on esitelty ammattilehtiartikkeleissa, eri some-kanavissa, blogiteksteissä, podcasteissa, videomateriaaleissa ja konferenssijulkaisuissa, jotta uusi tutkittu tieto tavoittaisi mahdollisimman laajan joukon tuottajia ja asiantuntijoita eri osa-alueilla. Materiaalit on koottu hankkeen [nettisivuille](#).

Pienryhmät ja tapahtumat kokosivat viljelijät ja asiantuntijat yhteen

Kestävyttä nurmesta -hankkeen pienryhmät kokoontuivat yli 40 kertaa hankkeen toimintakauden aikana. Pienryhmätoiminta kattoi koko hankealueen, ja ryhmiä muodostettiin Pohjois-Savoon (5 kpl), Pohjois-Karjalaan (3 kpl) ja Kainuuseen (1 kpl). Pienryhmissä käsiteltiin hankkeen omia teemoja, ja mukana kokouksissa oli ajoittain myös hankkeessa työskennelleet tutkijat ja TKI-asiantuntijat. Pienryhmätoiminnan tavoitteena oli lisätä tuottajien osaamista benchmarkingin keinoin, eli vaihtaa tietoa hyvistä käytännöistä ja testata uusia toimintatapoja toisten kokemuksiin nojaten. Pienryhmätoiminnan yksi merkittävä tavoite oli myös siirtää tutkimustietotarpeita tuottajilta tutkijoille ja saada tutkittua tietoa levitettyä nopeasti käytäntöön.

Hanke toteutti ja oli mukana muiden hankkeiden kanssa yhteistyössä toteuttamassa yhteensä 28 eri tapahtumaa. Tapahtumia järjestettiin paljon mm. muiden hankkeiden kanssa. Tästä hyvänä esimerkkinä pellonpiennartapahtumat, joiden suunnitteluun ja toteutukseen osallistui useita eri toteuttajia.

Hankkeen toimintakauden aikana järjestettiin kahdeksan pellonpiennarpäivää eri teemoilla. Suurimmat tapahtumat järjestettiin Kainuun Vuolijoella kesällä 2023 ja Sotkamossa kesällä 2024. Tapahtumissa oli kävijöitä yli 120. Lisäksi

pellonpiennartapahtumia järjestettiin Pohjois-Savossa neljä ja Pohjois-Karjalassa kaksi. Kaikkiaan hankkeen tapahtumat kokosivat yhteen lähes 1 000 osallistujaa.



Kuva 1. Joensuun seudun pienryhmän kokoontuminen syksyllä 2023. Kuva: Kaisa Matilainen/ProAgria Itä-Suomi



Kuva 2. Iisalmen pellonpiennartapahtumassa kesällä 2023 oli esillä mm. erilaisia nurmikoneita. Kuva: Hertta Mikkonen/ProAgria Itä-Suomi

Nilsjän pellonpiennartapahtumassa syksyllä 2022 oli teemana automaattiohjaus. Alkukesällä 2023 tutustuttiin Lieksassa syysrypsin talvehtimiseen. Kesällä 2023 Muuruveden tapahtumassa olivat teemoina maidontuotanto ja laidun-

asiat, kun puolestaan lisälmen tapahtumassa käsiteltiin teknologiaa. Kesällä 2024 Kiteen teemoina olivat sudaninruoho, rehuherne, luonnonlaidun ja Saarion myllyyn tutustuminen. Vesannon luomupäivässä oli esittelyssä syysvehnä, palkokasvinurmet ja hankkeen hivenliuoskoe.

Vuolijoen Pellonpiennarpäivän ohjelmassa esiteltiin erilaisia koneita ja järjestettiin työnäytöksiä, joissa havainnollistettiin mekaanista rikkakasvien torjuntaa. Havaintolohkoilla esiteltiin syysrypsiä, puhdaskauraa, keskikesän kesannointia sekä maan kasvukunnon arviointia.



Kuva 3. Sotkamon 2024 pellonpiennarpäivässä yleisö pääsi tutustumaan tilalle perustettuihin koelohkoihin. Kuva: Outi Kuvaja/Savonia-amk

Tieto liikkeelle hankeaikana koulutusten ja sidosryhmätapaamisten avulla

Hankeessa tuotettuja aineistoja esiteltiin erilaisissa koulutuksissa ja tapahtumissa ympäri hankealuetta. Yksi näistä tapahtumista oli lisälmen Kivirantapäivä, jonka yhteydessä esiteltiin mm. Savonian agrologiopiskelijöiden tuottamaa [Öljykasvien tuholaistorjuntaa](#).

Keväällä 2024 järjestetty Lantaralli hallintaan -hybriditapahtuma kokosi yhteen maatalouden ammattilaisia ja asiantuntijoita jakamaan tietoa ja kehittämään uusia ratkaisuja. Ohjelmassa puheenvuoroja pitivät hankeessa toimineet

tutkijat, mutta myös urakoitsija- ja viljelijänäkö-kulmat olivat esillä. Lietteen vetoletkulevityksestä ja lietelannan yleisestä hyödyntämisestä käytiin vilkasta keskustelua, ja yhdessä pohdittiin keinoja haasteellisen lietteenlevityksen hallitsemiseksi.



Kuva 4. Hankkeessa tuotettuja aineistoja jaettiin eri tapahtumissa. Kuva: Outi Kuvaja/Savonia-amk



Kuva 5. Luke Maaningalla järjestetyissä sidosryhmätapaamisissa esiteltiin meneillään olevia tutkimuksia ja vaihdettiin tietoa eri toimijoiden kesken. Kuva: Outi Kuvaja/Savonia-amk



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi



Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki