



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2025

Ilmastoviisaat ruokintaratkaisut Suomen maidontuotannossa

IRMA-hankkeen loppuraportti

Marketta Rinne (toim.)

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2025

Ilmastoviisaat ruokintaratkaisut Suomen maidontuotannossa

IRMA-hankkeen loppuraportti

Marketta Rinne (toim.)



Maa- ja metsätalousministeriö



Viittausohje:

Rinne, M. (toim.) 2025. Ilmastoviisaat ruokintaratkaisut Suomen maidontuotannossa : IRMA-hankkeen loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 44 s.

Viittausohje yksittäiseen artikkeliin:

Kokkonen, T. Rummukainen, N., Rissanen, P., Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Salin, S., Lamminen, M. & Vanhatalo, A. 2025. Karkearehuruokinnan (nurmisäilörehu vs. koko-viljasäilörehu) vaikutus 3-NOP:n metaaninvähentämispotentiaaliin lypsylehmillä. Julkaisussa: Rinne, M. (toim.). Ilmastoviisaat ruokintaratkaisut Suomen maidontuotannossa : IRMA-hankkeen loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 32/2025. Luonnonvarakeskus. Helsinki. s. 11–14.



ISBN 978-952-419-052-7 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-419-052-7>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Marketta Rinne (toim.), Tuomo Kokkonen, Netta Rummukainen, Paula Rissanen, Anni Halmemies-Beauchet-Filleau, Siru Salin, Marjukka Lamminen, Aila Vanhatalo, Jenni Vattulainen, Sari Kajava, Milja Heikkinen, Auvo Sairanen, Pekka Huhtanen, Juha Nousiainen, Ilma Tapio, Nisola Ayanfe, Ali Reza Bayat, Tomasz Stefanski, Virpi Kling, Terhi Latvala, Jarkko K. Niemi, Amer Ait-Sidhoum ja Timo Sipiläinen.

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2025

Julkaisuvuosi: 2025

Kannen kuva: Marketta Rinne / Luke.

Tiivistelmä

Ilmastoviisaat ruokintaratkaisut Suomen maidontuotannossa (IRMA) -hanke kuului MMM:n Hiilestä kiinni – tutkimus- ja innovaatio-ohjelmaan. Sen toteuttivat yhteistyössä Luonnonvara-keskus (Luke), Helsingin yliopisto (HY), Valio Oy ja A-Rehu Oy vuosina 2022-2024.

IRMA-hanke keskittyi pötsin metaanintuotantoa vähentävien lisäaineiden, erityisesti 3-nitrooksypropanolin (3-NOP; kauppanimi Bovaer®) mahdollisuuksiin ja haasteisiin maidontuotannon ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Hankkeessa selvitettiin lisäaineiden mahdollisuuksia vähentää pötsin metaanintuotantoa laboratorioissa suoritettavien in vitro -tutkimusten ja lehmien ruokintakokeiden avulla, kehitettiin 3-NOP:n aktiivisuuden säilyttävä väkirehujen pellettointimenetelmä, toteutettiin 3-NOP:n ruokintapilotti 40 maatilalla sekä selvitettiin niin kuluttajien kuin maidontuottajien asenteita ilmastomyötäisen maidontuotannon eri kysymyksiin sekä politiikkakeinoja uusien ruokintakeinojen käyttöönoton edistämiseen.

IRMA-hankkeessa toteutettiin Suomen ensimmäiset ruokintakokeet ja metaanintuotantomittaukset 3-NOP:ia käyttäen sekä toteutettiin laaja maatilapilotti, mikä on oletettavasti lisännyt tämän metaaninvähennysvaihtoehdon tunnettuutta ja vähentänyt mahdollisia ennakkoluuloja lähestymistapaa kohtaan. Suhteessa kustannuksiin ja haittavaikutuksiin 3-NOP lienee tällä hetkellä paras ruokinnallinen vaihtoehto pötsin metaanintuotannon vähentämiseen. 3-NOP osoitti tehonsa pötsin metaanipäästöjen vähentämisessä myös Suomen olosuhteissa, vaikka suhteellinen vähennys oli jonkun verran pienempi (n. 20 %) kuin kansainvälisten tutkimustulosten perusteella odotettu (n. 30 %). Suhteellisen matala pitoisuus rehussa (jopa alle 60 mg/kg rehun kuiva-ainetta) lienee kannattavin ainakin suhteessa saavutetun päästövähennyksen hiilidioksidiekvivalenttihintaan. Metaanin osuus maidon hiilijalanjäljestä on 45 % (ilman maankäyttösektoria) ja viidenneksen vähennys tähän tuo noin 10 % pienennyksen maidon hiilijalanjälkeen.

Vaikka kuluttajat suhtautuivat pääsääntöisesti myönteisesti 3-NOP:n käyttöön maidontuotannossa, maksuhalukkuus oli melko pieni. Maitotilayrittäjät suhtautuivat kyselytutkimuksen perusteella pääasiassa myönteisesti ilmastopäästöjen vähentämiseen, mutta haluavat itse vaikuttaa keinojen valintaan eivätkä koe pystyvänsä osallistumaan merkittävästi päästöjen vähentämisen kustannuksiin, vaan haluavat saada korvauksen päästövähennystoimenpiteilleen.

Tämän hankkeen ja ulkomaisten kokeiden perusteella tuotettiin malli, jolla 3-NOP:n saannin perusteella voidaan estimoida toteutunut metaaninvähennys. Hankkeen aikana Valio otti käyttöön teollisuusasiakkaille suunnattuja tuotteita, joiden ilmastovaikutusta on pienennetty 3-NOP-ruokinnan avulla. 3-NOP:n vaikutus metaanintuotantoon on liitetty myös CARBO-laskuriin, jota käytetään monessa ruoka-alan yrityksessä (Valio, HK, Atria, Snellman, Juustoportti). Lisäaineilla voidaan vähentää nopeasti metaanin tuotantoa, mutta ne eivät korvaa pitkäjänteistä tuottavuuden tehostamista kuten rehuhyötysuhteen parantamista.

Avainsanat: metaani, kasvihuonekaasu, rehunlisäaine, seosrehu, kuluttaja, politiikkakeino

Abstract

The project "Climate smart feeding solutions for Finnish milk production sector" (IRMA) belonged to the Catch the Carbon research and innovation program of Finnish Ministry of Agriculture and Forestry. It was conducted jointly by Natural Resources Institute Finland (Luke), University of Helsinki (UH), Valio Ltd. and A-Rehu Ltd. during 2022 – 2024.

IRMA project focused on challenges and opportunities of enteric methane reducing additives, particularly 3-nitrooxypropanol (3-NOP, commercial name Bovaer®), in achieving the climate targets of Finnish milk production. The activities of the project included in vitro and in vivo experiments determining the methane reducing effects of various feed materials and additives, establishment of a concentrate pelleting procedure maintaining the activity of 3-NOP, a practical pilot on 40 dairy farms, investigation of the attitudes of consumers to climate friendly milk production and evaluation of various policy measures to support the adoption of the new methods.

The feeding trials and the farm pilot conducted as part of IRMA project have contributed to the awareness of methane reducing methods and reduced potential worries related to them. Based on the costs and efficiency, 3-NOP is likely to be the best currently available method to reduce enteric methane emissions. 3-NOP showed its potency also under Finnish conditions, although the methane reduction was slightly lower (20 %) than expected based on international studies (30 %). Relatively low dosage (even under 60 mg/kg feed dry matter) is probably most profitable at least in relation to the value of the reduction per carbon dioxide equivalent. The proportion of enteric methane in the carbon footprint of milk is 45 % (without the land use sector), so that a 20 % reduction results in ca. 10 % reduction in the carbon footprint of milk.

Consumer attitudes to use of 3-NOP were mostly positive, but the willingness to pay was rather low. Dairy farmers were mostly positive towards reducing emissions of greenhouse gases, but they preferred to choose themselves which measures to use, and felt that they cannot cover the costs of reduced emissions themselves but would require compensation for that.

Based on data produced in IRMA project and international data, the methane reduction in response to 3-NOP administration was modelled. During the project, Valio launched products for business-to-business customers that had reduced carbon footprint through 3-NOP usage. The effect of 3-NOP is included in the CARBO-calculator, which is used by several food companies (Valio, HK, Atria, Snellman, Juustoportti). Feed additives can quickly reduce methane production, but they do not substitute long-term productivity improvements such as improving feed efficiency.

Keywords: methane, greenhouse gas, feed additive, total mixed ration, consumer, policy measure

Sammanfattning

Projektet "Klimatsmarta utfodringslösningar för den finska mjölkproduktionssektorn" (IRMA) ingick i det finska jord- och skogsbruksministeriets forsknings- och innovationsprogram Catch the Carbon. Det genomfördes gemensamt av Naturresursinstitutet (Luke), Helsingfors universitet (UH), Valio och A-Rehu under 2022 - 2024.

IRMA-projektet fokuserade på utmaningar och möjligheter med enteriska metanreducerande tillsatser, särskilt 3-nitrooxypropanol (3-NOP, kommersiellt namn Bovaer®), för att uppnå klimatmålen för finsk mjölkproduktion. Projektets aktiviteter omfattade in vitro- och in vivo-försök för att fastställa metanreducerande effekter av olika foderråvaror och tillsatser, etablering av pelletering av koncentrat som bibehåller aktiviteten hos 3-NOP, en praktisk pilot på 40 mjölgårdar, undersökning av konsumenternas attityder till klimatvänlig mjölkproduktion och utvärdering av olika politiska åtgärder för att stödja införandet av de nya metoderna.

Utfodringsförsöken och pilotprojektet på gårdarna som genomfördes i IRMA-projektet har bidragit till att öka medvetenheten om metanreducerande metoder och minskat de potentiella farhågorna i samband med dem. Baserat på kostnader och effektivitet är 3-NOP sannolikt den bästa tillgängliga metoden för att minska enteriska metanutsläpp. 3-NOP visade sin styrka även under finska förhållanden, även om metanreduktionen var något lägre (20 %) än vad som förväntades baserat på internationella studier (30 %). Relativt låg dosering (även under 60 mg/kg fodertorrssubstans) är förmodligen mest lönsamt, åtminstone i förhållande till värdet av minskningen per koldioxidekvivalent. Andelen enterisk metan i mjölkens koldioxidavtryck är 45 % (utan markanvändningssektorn), vilket innebär att en minskning med 20 % resulterar i en minskning av mjölkens koldioxidavtryck med ca 10 %.

Konsumenternas inställning till användning av 3-NOP var mestadels positiv, men betalningsviljan var ganska låg. Mjölksproducenterna var mestadels positiva till att minska utsläppen av växthusgaser, men de föredrog att själva välja vilka åtgärder som skulle användas och ansåg att de inte själva kan täcka kostnaderna för minskade utsläpp utan skulle kräva kompensation för detta.

Baserat på data som tagits fram i IRMA-projektet och internationella data modellerades metanminskningen till 3-NOP-administrationen. Under projektet lanserade Valio produkter för business to business-kunder som hade minskat koldioxidavtrycket genom 3-NOP-användning. Effekten av 3-NOP ingår i CARBO-kalkylatorn, som används av flera livsmedelsföretag (Valio, HK, Atria, Snellman, Juustoportti). Fodertillsatser kan snabbt minska metanproduktionen, men de ersätter inte långsiktiga produktivitetsförbättringar som t.ex. förbättrad foderutnyttjande.

Nyckelord: metan, växthusgas, fodertillsats, konsument, politisk åtgärd

Sisällys

1. Johdanto	8
2. Karkearehuruokinnan (nurmisäilörehu vs. kokoviljasäilörehu) vaikutus 3-NOP:n metaaninvähentämispotentiaaliin lypsylehmillä	11
2.1. Johdanto	11
2.2. Aineisto ja menetelmät	11
2.3. Tulokset ja niiden tarkastelu.....	12
3. Pelletöidyn 3-NOP:ia sisältävän väkirehun käyttö erillis- ja seosrehuruokinnassa	15
3.1. Johdanto	15
3.2. Aineisto ja menetelmät	15
3.3. Tulokset ja niiden tarkastelu.....	16
3.4. Johtopäätökset	18
4. Metaaninvähennysmallin tarkentaminen uusien kotimaisten ja soveltuvien ulkomaisten tulosten perusteella.....	19
5. 3-NOP:ia sisältävien pellettien rehuteknologiset haasteet.....	21
6. Metaanintuotannon vuorokausivaihtelun määrittäminen erillis- ja seosrehuruokinnassa	23
6.1. Johdanto	23
6.2. Aineisto ja menetelmät	23
6.3. Tulokset ja niiden tarkastelu.....	24
7. Potentiaaliset uudet lisäaineet – kalsiumperoksidi ja biohiilivalmiste	26
7.1. Johdanto	26
7.2. Aineisto ja menetelmät	26
7.3. Tulokset ja niiden tarkastelu.....	26
8. Eri ruokinnallisten ratkaisujen metaaninvähennyspotentiaalin kartoittaminen	28
8.1. Johdanto	28
8.2. In vitro -kokeet Helsingin yliopistossa	28
8.3. In vitro -kokeet Luonnonvarakeskuksessa	29
9. 3-NOP:n käytön pilotointi suomalaisilla maitotiloilla	31
10. Kuluttajien suhtautuminen maidontuotannon metaaninvähentämiskeinoihin	32
10.1. Kuluttajatutkimuksen menetelmät.....	32

10.2. Kuluttajien maksuhalukkuus -tulokset	32
10.3. Tutkimusten merkitys.....	33
11. Poliittikkakeinot maidontuotannon metaanipäästöjen vähentämiseksi	35
11.1. Tutkimuksen toteutus	35
11.2. Tulokset.....	35
12. Poliittikkasuositukset ilmastoviisaiden ruokintaratkaisujen käyttöön kannustamiseksi.....	37
12.1. Suositukset tiivistettynä	37
12.2. Johdanto	37
12.3. Rehun lisäaineet ja ruokintakeinot metaanipäästöjen vähentäjinä.....	38
12.4. Ilmastotoimia mahdollistavat tekijät ja esteet.....	39
12.5. Miten poliittikkatoimenpiteillä voidaan kannustaa viljelijöitä vähentämään päästöjä?	40
12.6. Suositus 1: Markkinapohjaiset ratkaisut	40
12.7. Suositus 2: Julkiset hankinnat	41
12.8. Suositus 3: Taloudellinen tuki.....	42
12.9. Suositus 4: Päästömaksut ja -verot.....	42
12.10. Muita näkökohtia	43

1. Johdanto

Marketta Rinne

Luonnonvarakeskus

Ilmastoviisaat ruokintaratkaisut Suomen maidontuotannossa (IRMA) -hanke kuului MMM:n Hiilestä kiinni – tutkimus- ja innovaatio-ohjelmaan. Sen toteuttivat yhteistyössä Luonnonvarakeskus (Luke), Helsingin yliopisto (HY), Valio Oy ja A-Rehu Oy vuosina 2022-2024.

IRMA-hanke liittyi maa- ja metsätalousministeriön toteuttamaan maankäyttösektorin ilmastotoimenpidekokonaisuuteen, jonka avulla vähennetään sektorin päästöjä, lisätään hiilinieluja ja -varastoja, vahvistetaan samanaikaisesti ilmastomuutokseen sopeutumista sekä tuotetaan tietoa ilmastotoimien tueksi ja edistetään kyseisen tiedon käyttöä. Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa Hiilestä kiinni -tutkimus- ja innovaatio-ohjelmassa tuotetaan toimintaympäristön muutoksia ennakoivaa uutta tutkimustietoa ja ratkaisuehdotuksia, jotka edistävät maankäyttösektorin ilmastotoimia ja uusiutuvien luonnonvarojen kestävää käyttöä.

Tuotantoeläinten ruuansulatuksessa syntyvän metaanin osuus Suomen taakanjakosektorin päästöistä on noin kolmannes eli 2,1 miljoonaa tonnia CO₂-ekv. Lypsylehmien tuottama metaani kattaa tästä ison osan, joten sen pienentämiseen kehitetyillä ruokintaratkaisulla on huomattava potentiaali edistää maatalouden ilmastotavoitteita. Maidontuotannolla on monia hyviä ominaisuuksia osana kestävää ja huoltovarmuutta turvaavaa ruokajärjestelmää sekä terveyttä edistävää ruokavaliota, mutta märehtijöiden pötsikäymisessä muodostuvaa metaania vähentämällä olisi mahdollista edistää maatalouden ilmastokestävyttä. Tämä hanke keskittyi pötsin metaanintuotantoa vähentävien lisäaineiden, erityisesti 3-nitro-oksypropanolin (3-NOP; kaupp nimi Bovaer®) mahdollisuuksiin ja haasteisiin maidontuotannon ilmastotavoitteiden saavuttamisessa.

Hankesuunnitelmassa esitetyjä tavoitteita olivat

1. 3-NOP:in metaaninvähentämispotentiaalnin kvantifiointi suomalaisella lypsylehmien ruokintatyypillä
2. 3-NOP-ruokinnan käytännön ratkaisut Suomessa edelleen yleisessä erillisruokinnassa
3. Maidontuottajien valmius ja halukkuus ottaa uusia keinoja kuten 3-NOP käyttöön
4. Suomalaisten kuluttajien asenteet 3-NOP:lla tuotettua maitoa kohtaan
5. 3-NOP:n käytön kustannusvaikutukset ja tarvittavat tukitoimenpiteet suomalaisessa toimintaympäristössä
6. Lisäksi kartoitamme hankkeessa muita mahdollisia ruokinnallisia keinoja pötsin metaanipäästöjen vähentämiseksi tulevaisuudessa.

Tässä raportissa on esitetty hankkeessa käytetyt aineistot, menetelmät, tulokset ja johtopäätökset. IRMA-hankkeessa toteutettiin Suomen ensimmäiset ruokintakokeet ja metaanintuotantomittaukset 3-NOP:ia käyttäen sekä toteutettiin laaja maatilapilotti, mikä on oletettavasti lisännyt tämän metaaninvähennysvaihtoehdon tunnettuutta ja vähentänyt mahdollisia ennakkoluuloja tätä lähestymistapaa kohtaan. Suhteessa kustannuksiin ja haittavaikutuksiin 3-NOP lienee tällä hetkellä paras ruokinnallinen vaihtoehto pötsin metaanintuotannon vähentämiseen. 3-NOP osoitti tehonsa pötsin metaanipäästöjen vähentämisessä myös Suomen olosuhteissa, vaikka suhteellinen vähennys oli jonkun verran pienempi (n. 20 %) kuin kansainvälisten

tutkimustulosten perusteella odotettu (n. 30 %). Suhteellisen matala pitoisuus rehussa (jopa alle 60 mg/kg ka) lienee kannattavin ainakin suhteessa saavutetun päästövähennyksen hiilidioksidiekvivalenttihintaan. Metaanin osuus maidon hiilijalanjäljestä on 45 % (ilman maankäyttösektoria) ja viidenneksen vähennys tähän tuo 10 % pienennyksen maidon hiilijalanjälkeen.

Kestävin tie maidontuotannon ilmastokuormituksen vähentämiseen on tuotannon tehostaminen, jolloin vähemmällä määrällä eläimiä tuotetaan sama tai suurempi määrä maitoa. Tätä työtä on Suomessa tehty jo pitkään ja metaanintuotanto on vähentynyt 60 vuodessa 56 % (Huhtanen ym. 2022). Tämä osoittaa, että tuotannon optimointi johtaa merkittäviin ilmastohyötyihin. Maidontuotannon tehostamista eläinjalostuksen, ruokinnan ja hoidon keinoin on jatkettava. Globaalisti merkittäviä vaikutuksia olisi saavutettavissa myös kehittyvien maiden kotieläintuotannon tehostamisella. Lisäaineiden kuten muidenkin metaanintuotantoa vähentävien toimenpiteiden osalta on myös arvioitava kustannuksia verrattuna saavutettuun vähennykseen.

Välittömästi hankkeen päättymisen jälkeen joulukuun alussa 2024 netissä alkoi liikkua runsaasti viestejä 3-NOP:n vaarallisuudesta mm. miesten lisääntymisterveydelle. Väitteet oli helppo kumota EFSA:n turvallisuusarvioon perustuen ja koska 3-NOP hajoaa pötsissä eikä siitä jää jäämiä maitoon tai lihaan. Sosiaalisen median kanavissa myös kannustettiin lähettämään viestejä aineen käyttöön liittyviin yrityksiin, viranomaisiin ja muihin tahoihin. Niitä tuli myös IRMA-hankkeen toteuttajille.

Useat mediat ja viranomaistahot tuottivat 3-NOP:n turvallisuudesta oikeaa tietoa ja sitä on mm. alla olevissa linkeissä. Valitettavasti vahinkoa on vaikea korjata ja tämäntyyppinen aiheuton kohu voi johtaa tehokkaan metaaninvähennyskeinojen käyttökynnyksen nousemiseen ja vähentää kannusteita uusien innovaatioiden kehittämiseen. Myös kotieläintuotteiden turvallisuudesta voi jäädä epäilyjä.

- Luken uutinen: <https://www.luke.fi/fi/uutiset/mika-on-bovaerrehulisaaaine-ja-mita-luke-tutki>
- Aikaisempi Luken uutinen: <https://www.luke.fi/fi/uutiset/uuden-rehun-lisaaaineen-avulla-marehtiinmetaanipaastoja-voidaan-vahentaa-merkittavasti-jo-maitotilalla>
- IRMA-hankkeen nettisivu sisältäen mm. loppuwebinaarin aineistot: <https://www.luke.fi/fi/projektit/irma>
- Faktabaari: <https://faktabaari.fi/fakta/verkossa-leviaa-virheellisia-vaitteita-bovaer-lisaaaineesta/>
- Valio: <https://www.valio.fi/artikkelit/tietoa-bovaer-rehunlisasta/>
- Ruokavirasto: <https://www.ruokavirasto.fi/elaimet/rehut/tietoa-rehuista/rehun-lisaaaineet/enteeristen-metaanipaastojen-vahentaja-3-nop/>
- Aineen valmistajan DSM:n tiedote: <https://www.dsm-firmenich.com/content/dam/dsm-firmenich/corporate/documents/our-company/news/our-statements/statement-bovaer-november-2024-final.pdf>
- EFSA:n lausunto 3-NOP:sta: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6905>
- Ulkomaisia nettikirjoituksia:
- [Why is Arla Foods UK and dsm-firmenich's Bovaer trial stirring controversy in the UK.](#)
- [Bovaer cow feed additive explained – Food Standards Agency](#)
- [Bovaer is added to cow feed to reduce methane emissions. Does it get into milk and meat? And is it harmful for humans?](#)
- 3-NOP suomalaisessa mediassa
- Helsingin Sanomat 12.12.2024: <https://www.hs.fi/suomi/art-2000010890429.html>
- Svenska Yle 11.12.2024: <https://yle.fi/a/7-10068850> (kommenttipalsta on aika raskasta luettavaa)
- Maaseudun Tulevaisuus 11.12.2024: <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/3e51457a-eeeb-443c-98c3-4828f8f9992a>

Kirjallisuus

Huhtanen, P., Astaptsev, A., & Nousiainen, J. 2022. Methane production inventory between 1960–2020 in the Finnish dairy sector and the future mitigation scenarios. *Agricultural and Food Science* 31(1): 1–11. <https://doi.org/10.23986/afsci.113752>

2. Karkearehuruokinnan (nurmisäilörehu vs. kokoviljasäilörehu) vaikutus 3-NOP:n metaaninvähentämispotentiaaliin lypsylehmillä

Tuomo Kokkonen, Netta Rummukainen, Paula Rissanen, Anni Halmemies-Beauchet-Filleau, Siru Salin, Marjukka Lamminen ja Aila Vanhatalo

Helsingin yliopisto, Helsinki

2.1. Johdanto

3-NOP-rehulisäaineen vaikutusta lypsylehmien metaanin tuotantoon on tutkittu runsaasti, mutta tutkimukset on suoritettu pääasiassa maissisäilörehua sisältävillä ruokinnoilla. 3-NOP:n vaikutuksesta metaanin tuotantoon nurmisäilörehuun perustuvassa ruokinnassa on niukasti julkaistua tutkimustietoa. Karkearehuista johtuvia eroja 3-NOP:n kyvyssä vähentää metaanin tuotantoa on tutkittu vähän. Dijkstra ym. (2018) totesivat meta-analyysissään, että 3-NOP:n kyky vähentää metaanin tuotantoa on pienempi runsaasti kuitua sisältävillä ruokinnoilla.

2.2. Aineisto ja menetelmät

Viikin tutkimustilan lypsyrobottipihatossa tehtiin 23.12.2023—22.3.2024 lypsylehmien ruokintakoe, jossa oli mukana 20 lehmää. Lehmistä 9 oli ensimmäisellä tuotoskaudella ja loput olivat vanhempia lehmiä. Kokeessa tutkittiin säilörehun kasvilajikoostumuksen sekä 3-NOP-rehulisäaineen vaikutusta lypsylehmien rehunsyönttiin, pötsikäymiseen ja metaanin tuotantoon sekä maitotuotokseen. Kokeeseen valitut lehmät jaettiin pareihin tuotoskauden, koetta edeltävän maitotuotoksen, elopainon ja metaanin tuotannon perusteella. Pareilta lehmät arvottiin kontrolli- ja 3-NOP-ryhmiin. 3-NOP-rehulisäaine annettiin koeryhmän lehmille seosrehun mukana kivennäisessä, joka oli A-Rehun toimittamaa. 3-NOP-rehulisäaineen laskennallinen pitoisuus ruokinnassa oli 74 mg/kg kuiva-ainetta (ka). Kontrolliryhmä sai samaa seosrehua ja kivennäisrehua, mutta ilman 3-NOP-rehulisäainetta.

Tutkittavat karkearehut olivat puhdas nurmisäilörehu sekä ohrakokovilja- ja nurmisäilörehun seos (50:50 ka:sta). Kokeessa käytettiin osittaista seosrehuruokintaa. Ruokintakoe toteutettiin jaksokoemallilla (switch-back), jossa oli kolme neljän viikon jaksoa. Kaikki mittaukset tehtiin jakson viimeisellä viikolla. Kaikki lehmät saivat ensimmäisellä jaksolla karkearehuna ohrakokoviljasäilörehun ja nurmisäilörehun seosta, toisella jaksolla pelkkää nurmisäilörehua ja kolmannella jaksolla jälleen ohrakokoviljasäilörehun ja nurmisäilörehun seosta. Seosrehun lisäksi lehmät saivat robotilta lypsyt yhteydessä pelletöityä väkirehua (ensikot 4,0 kg/pv ja vanhemmat lehmät 4,5 kg/pv). Nurmisäilörehu oli ensimmäisen sadon rehua ja ohrakokoviljasäilörehu korjattiin taikinatuleentumisasteella 17.8.2023. Molemmat rehut säilöttiin happosäilöntäaineella laakasiiloon.

Kokeessa olleiden lehmien lisäksi myös karjan muut robottipihatossa olleet lehmät jaettiin kahteen ryhmään siten, että puolet lehmistä sai kontrolliruokintaa ja puolet 3-NOP-rehulisäainetta sisältävää ruokintaa. Näiden lehmien karkearehuruokinta toteutettiin samalla tavalla kuin koelehmien, ja niiden robottiväkirehuannos oli maitotuotokseen suhteutettu.

Rehun syöntiä, ravintoaineiden saantia ja maitotuotosta kuvaavien tulosten laskennassa käytettiin kunkin jakson kymmenen viimeisen päivän dataa. Metaanin tuotanto mitattiin lypsyrobotin yhteyteen asennetulla Greenfeed-järjestelmällä. Koelehmiltä otettiin pötsinestenyttöt yhtenä päivänä jakson viimeisen viikon aikana. Ne otettiin kerran päivässä suun kautta Ruminator-näytteenottolaitteella. Sulavuuden määrittämiseksi lehmiltä kerättiin sontanäytteitä kerran päivässä viiden päivän ajan jakson viimeisellä viikolla.

2.3. Tulokset ja niiden tarkastelu

Molemmat säilörehut olivat säilöntälaadultaan hyviä ja rajoittuneesti käyneitä. Nurmisäilörehun sokeripitoisuus oli poikkeuksellisen suuri (178 g/kg ka). Säilörehujen NDF-pitoisuudessa ei ollut eroa, mutta kokoviljasäilörehun sulamattoman kuidun pitoisuus oli kolminkertainen nurmisäilörehuun verrattuna ja se sisälsi runsaasti (235 g/kg ka) tärkkelystä. Nurmisäilörehun muuntokelpoisen energian pitoisuus (11,4 vs. 10,2 MJ/kg ka) ja raakavalkuaispitoisuus (150 vs. 112 g/kg ka) olivat suurempia kuin kokoviljasäilörehun. Koko dieetin raakavalkuaispitoisuus oli kokoviljaa sisältävissä ruokinnoissa pienempi (148 vs. 168 g/kg ka) ja tärkkelyspitoisuus suurempi (194 vs. 127 g/kg ka) kuin nurmisäilörehuruokinnassa. 3-NOP-rehulisäaineen toteutuneet pitoisuudet ruokinnassa olivat jaksoittain (jaksot 1–3) 64,8, 65,0 ja 62,7 mg/kg ka.

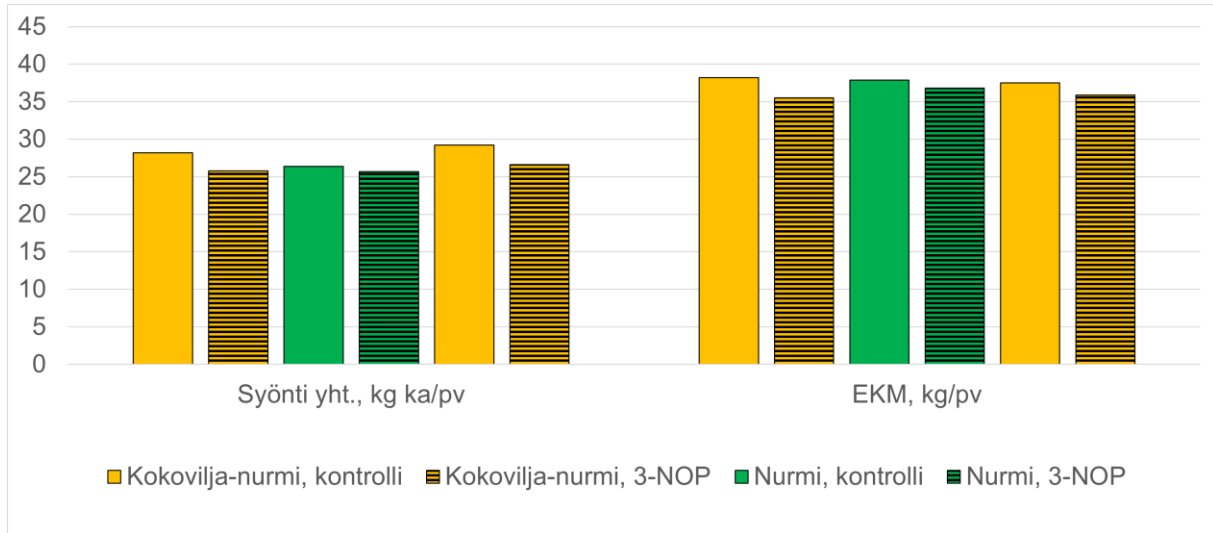
Karkearehun ja 3-NOP:n välillä havaittiin yhdysvaikutus siten, että 3-NOP vähensi kuiva-aineen syöntiä ja metaanin tuotantoa kaikilla jaksoilla, mutta vaikutus oli suurempi silloin, kun karkearehuna oli ohrakokovilja- ja nurmisäilörehun seos (Kuvat 2.1 ja 2.2). Vastaava yhdysvaikutus havaittiin myös energiakorjatussa maitotuotoksessa. Kokoviljasäilörehua sisältäneiden ruokintojen sulavuus oli selvästi nurmisäilörehuruokintoja huonompi (Taulukko 2.1). 3-NOP:lla ei ollut vaikutusta sulavuuteen. Etikkahapon osuus pötsin haihtuvista rasvahapoista vähentyi ja propionihapon sekä voihiapon lisääntyä kokoviljaa sisältävillä ruokinnoilla. 3-NOP:in lisääminen ruokintaan voimisti tätä muutosta (Kuva 2.3).

3-NOP vähensi metaanin tuotantoa (g/pv ja g/kg energiakorjattua maitoa (ekm)) molempiin karkearehuihin perustuvilla ruokinnoilla, mutta vähennys oli suurempi, kun ruokinnassa oli mukana kokoviljasäilörehua. Pääosin tämä selittyy vähentyneellä kuiva-aineen syönnillä, koska metaanin tuotanto syötyä kuiva-ainekiloa kohti väheni samalla tavoin molemmilla karkearehuilla. Toisaalta kokoviljasäilörehun lisäämisen myötä pötsikäyminen muuttui vähemmän vetyä vapauttavaan suuntaan. Mitään ilmeistä syytä 3-NOP:n syöntiä vähentävälle vaikutukselle ei tuloksista ole havaittavissa, mutta 3-NOP:n on äskettäin tehdyissä tutkimuksissa havaittu vähentävän rehun syöntiä, kun ruokinta perustuu nurmisäilörehuun tai nurmisäilörehuun ja maissisäilörehuun seokseen (van Gastelen ym. 2022, Kjeldsen ym. 2024).

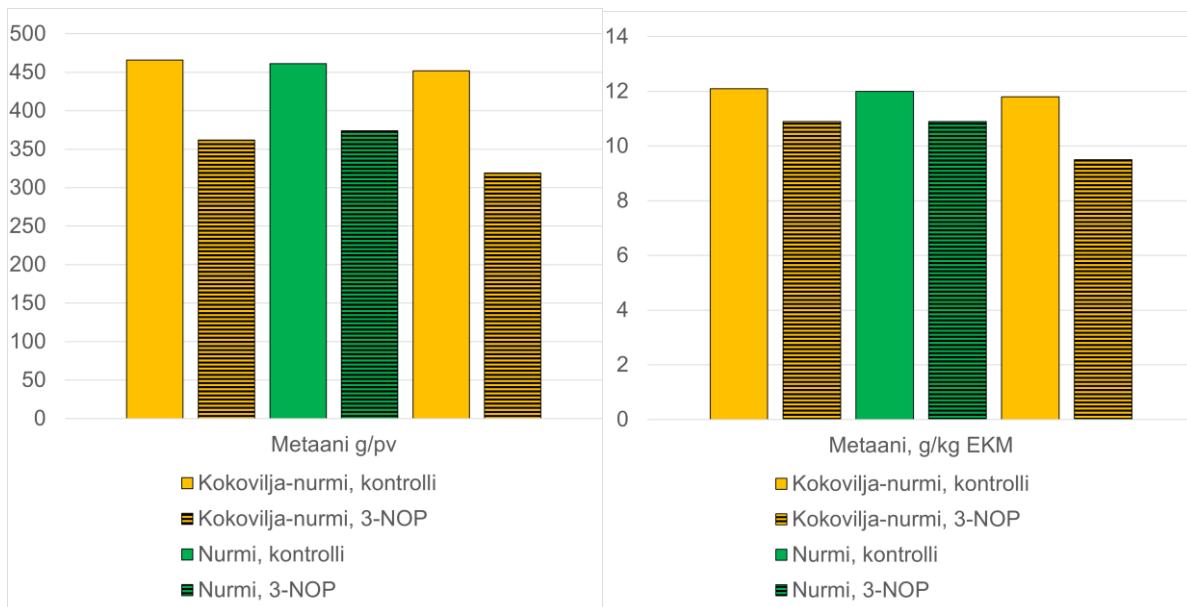
Taulukko 2.1. Karkearehuruokinnan ja 3-NOP:n vaikutus ruokinnan kuiva-aineen, kuidun (NDF) ja tärkkelyksen sulavuuteen (%).

	Kokovilja-nurmi Jakso 1		Nurmi Jakso 2		Kokovilja-nurmi Jakso 3	
	Kontrolli	3-NOP	Kontrolli	3-NOP	Kontrolli	3-NOP
Kuiva-aine	62,0	61,5	73,3	73,0	62,3	61,9
NDF	45,8	45,2	60,7	60,7	43,0	43,7
Tärkkelys	89,4	90,0	99,0	98,8	90,6	89,7

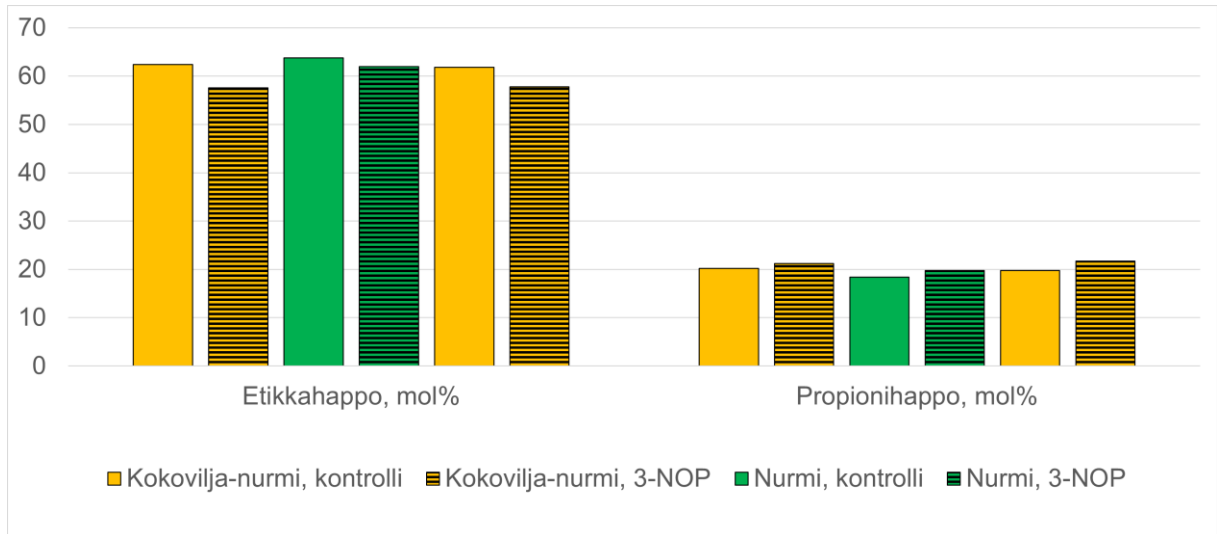
Jaksojen väliset erot 3-NOP:n metaanin tuotannon vähentämispotentialissa voivat jossain määrin selittyä 3-NOP:a sisältävän kivennäisen lajittumisella pystysiilossa varastoidussa väkirehuseoksessa. Pystysiiloja käytetään käytännön tiloilla yleisesti väkirehujen varastointiin. Vä-kirehuseoksen kivennäisrehupitoisuuden vaihtelu voi siten aiheuttaa vaihtelua väkirehuseosten 3-NOP-pitoisuuteen.



Kuva 2.1. Karkearehuruokinnan ja 3-NOP:n vaikutus kuiva-aineen syötiin ja energiakorjattuun maitotuotokseen (EKM).



Kuva 2.2. Karkearehuruokinnan ja 3-NOP:n vaikutus metaanin tuotantoon (g/pv) ja metaanin tuotannon intensiteettiin (g/kg EKM).



Kuva 2.3. Karkearehuruokinnan ja 3-NOP:n vaikutus etikka- ja propionihapon osuuksiin pötsin haihtuvista rasvahapoista.

Kirjallisuus

Dijkstra, J., Bannink, A., France, J., Kebreab, E. & van Gastelen, S. 2018. Short communication: Anti-methanogenic effects of 3-nitrooxypropanol depend on supplementation dose, dietary fiber content, and cattle type. *Journal of Dairy Science*, 101:9041–9047. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14456>.

Kjeldsen, M.H., Weisbjerg, M.R., Larsen, M., Højberg, O., Ohlsson, C., Walker, N., Hellwing, A.L. F. & Lund, P. 2024. Gas exchange, rumen hydrogen sinks, and nutrient digestibility and metabolism in lactating dairy cows fed 3-nitrooxypropanol and cracked rapeseed. *Journal of Dairy Science* 107: 2047–2065. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2023-23743>.

van Gastelen, S., Burgers, E.E.A., Dijkstra, J., de Mol, R., Muizelaar, W., Walker, N. & Bannink, A. 2024. Long-term effects of 3-nitrooxypropanol on methane emission and milk production characteristics in Holstein Friesian dairy cows. *Journal of Dairy Science* 107: 5556–5573. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2023-24198>.

3. Pelletöidyn 3-NOP:ia sisältävän väkirehun käyttö erillis- ja seosrehuruokinnassa

Jenni Vattulainen¹, Sari Kajava¹, Milja Heikkinen², Marketta Rinne¹ ja Auvo Sairanen¹

¹ Luonnonvarakeskus

² A-Rehu

3.1. Johdanto

Suomen lypsykarjoista noin puolet ruokitaan erillisruokintana, jolloin seosrehukivennäisen muodossa jaettava 3-NOP:n jako ei onnistu. Lisäaine voidaan sekoittaa myös pelletöityyn rehuun ja jakaa osana erillisruokinnan väkirehuosuutta (ks. luku 5). Menetelmän haittapuolena on väkirehun jakokertojen rajoittuminen 3–4 kertaan päivässä, jolloin osa lisäaineen tehosta menetetään. 3-NOP:n tehokas vaikutus vaatii tiheän annostelun läpi vuorokauden (ks. luku 6).

3.2. Aineisto ja menetelmät

Työpaketissa testattiin syksyllä 2023 3-NOP-lisäaineen (kauppanimi Bovaer®) vaikutusta lypsylehmien metaanintuotantoon eri ruokintatavoilla. Lisäaine oli sekoitettu teolliseen rakeistetun rehuun ja käsittelyiden eroina oli ainoastaan jakotapa, joko seosrehun seassa tai erillisruokintana. Lehmien väkirehuosuus pidettiin samana kaikissa ruokintavaihtoehdoissa. Koeasetelma oli jaksokoe (switch-back), jossa jokaisella jaksolla (jakson pituus 13 pv) oli yksi koe-käsittely kerrallaan. Koejaksojen käsittelyt olivat:

- | | |
|---|-------------|
| 1. Kontrolliruokinta tavanomaisella seosrehuruokinnalla | (Seos) |
| 2. 3-NOP lisäainetta sisältävä seosrehuruokinta | (Seos + B) |
| 3. 3-NOP lisäainetta sisältävä erillisruokinta | (Erill + B) |
| 4. 3-NOP lisäainetta sisältävä seosrehuruokinta | (Seos + B) |

Käsittely 1 oli tavanomainen seosrehuruokinta, jonka väkirehukomponenttina käytettiin rakeistettua rehua. Käsittely 2 oli muuten sama kuin 1, mutta seosrehun (Seos) väkirehukomponentti sisälsi 3-NOP lisäainetta (B). Tavoitteellinen ruokinnan 3-NOP-pitoisuus oli 75 mg/kg ka rehua. Käsittely 3 oli ravintosisällöltään sama kuin käsittely 2, mutta väkirehu jaettiin lypsyrobotin ja väkirehukioskin kautta erillisruokintana (Erill), jolloin lehmien saamat 3-NOP-lisäaineen saantikerrat olivat seosrehua harvemmat. Käsittelyn 3 seosrehu sisälsi vain säilörehua ja kivennäis-lisän. Käsittely 4 oli sama kuin käsittely 2.

Lehmien seosrehu sisälsi koeväkirehua 25 % ja loppurehustus saatiin houkutusrehuna lypsyrobotilta tai GreenFeed-mittauskioskilta. GreenFeed-houkutusrehu ei sisältänyt 3-NOP:ia. Tavoitteellinen väkirehuosuus oli 45 % kuiva-ainesyönnistä.

3-NOP-lisän vaikutus seosrehuruokinnalla testattiin vertaamalla jaksoja 1 ja 2 keskenään. Tilastotestauksessa käytetty toistettujen mittausten (= lehmän peräkkäiset jaksot) koemalli sisälsi jakson (Seos tai Seos+B) ja ajan poikimisesta, jolla otettiin huomioon etenevän lypsykauden aiheuttama ehtyminen. Erillisruokinnan vaikutus testattiin switch back -koemallilla vertaamalla jaksojen 2 ja 4 keskiarvoa jaksoon 3. Malli sisälsi kiinteänä tekijänä jakson ja satunnaisuuttajana lehmän.

3.3. Tulokset ja niiden tarkastelu

Toteutunut 3-NOP-pitoisuus dieetissä oli seosrehujaksoilla tavoitteen mukainen 76 mg/kg ka ja erillisruokintajaksoilla hieman pienempi 67 mg/kg ka 3-NOP-lisäaineena laskettuna. Ero johtui erillisruokintajakson poikkeuksellisen suuresta säilörehusyönnistä, joka nosti kokonaiskuiva-aineen syöntimäärää. Dieetin 3-NOP-pitoisuus perustuu A-rehun vakuuteen, koska DSM:n käyttämältä laboratorioilta ei saatu analyysitulosta. Rehunäytteet lähetettiin analysoitavaksi, mutta laboratorion sekaannusten vuoksi näytteitä ei saatu analysoitua. Erillisruokintajaksoilla kioskikäyntejä ja samalla 3-NOP:n jakokertoja (lypsyrobotti + kioski) oli keskimäärin 4,3 ($\pm 1,1$) vuorokaudessa.

Kokeen keskeisimmät tulokset on esitetty taulukoissa 3.1 ja 3.2. Seosrehuruokinnalla (taulukko 3.1) metaanintuotanto (g/pv) laski 3-NOP:ia käytettäessä 22 %. Tämä on vähemmän kuin kirjallisuudessa raportoitu 25–35 % (Kebreab ym. 2023) vähennys tai Huhtasen ja Nousiaisen luvussa 4 esittämä 25 % vähennys ennustaa. Luvun 4 ennustemalli perustuu metaanintuotannon lähtötasoon, kuiva-ainesyöntiin ja ruokinnan 3-NOP-pitoisuuteen. Metaanintuotannon intensiteettiluvut (g/kg maitoa tai g/kg ekm) pienenevät 18–22 % kontrolliruokintaan verrattuna. 3-NOP pienensi kuiva-ainesyöntiä (1,2 kg ka, $p < 0.01$) ja maitotuotosta (0,7 kg, $p = 0,05$). 3-NOP lisäsi maidon valkuaispitoisuutta, ja ekm-tuotoksessa ei ollut merkitsevää eroa kontrollin ja 3-NOP-käsittelyn välillä.

Erillisruokinnalla (taulukko 3.2) 3-NOP-erillisruokinnan metaanintuotanto oli 62 g/pv suurempi kuin seosrehuruokinnalla. Jos lähtötasona pidetään kontrollidieetin 489 g /pv, seosrehuruokinnalla 3-NOP:n metaanintuotannon vähennys oli 97 g/pv (21 %) ja erillisruokinnalla 35 g/pv (7 %). Erillisruokinnan heikkoa tulosta selittää harvojen 3-NOP-jakokertojen lisäksi epätavallisen suuri erillisruokintajakson säilörehun syönti. Käytetty rakeistettu koerehu ei maittanut lehmillä hyvin ja erillisruokinnan pelkkää säilörehua ja kivennäistä sisältänyttä seosta lehmät söivät 2,2 kg ka/pv enemmän verrattuna seosrehujaksojen säilörehun syöntiin. Lisääntynyt syönti heijastui metaanintuotantoon.

Taulukko 3.1. 3-NOP:n (B) vaikutus syöntiin, maitotuotokseen ja metaanin tuotantoon seosrehuruokinnalla.

-	Seos	Seos+B	sem	Merkitsevyys Seos vs Seos+B
Syönti, kg kuiva-ainetta (ka)				
Säilörehu	13,7	12,8	0,35	0,003
Väkirehu	8,9	8,6	0,21	0,002
Yhteensä	22,7	21,5	0,53	< 0,001
ME, MJ	267	252	6,5	<0,001
OIV, kg	2,14	2,01	0,05	<0,001
NDF, kg	9,34	8,89	0,23	< 0,001
Maito, kg	30,6	29,9	1,16	0,05
Ek, kg	33,8	33,5	1,00	0,56
Maidon koostumus, g/kg				
Rasva	48,6	48,5	1,15	0,93
Valkuainen	36,8	38,6	0,50	< 0,001
Urea, mg/dl	11	12	0,8	< 0,001
Metaani				
g/pv	489	381	7,7	< 0,001
g/kg maitoa	16,8	13,3	0,53	< 0,001
g/kg ek	14,8	11,6	0,34	< 0,001
g/kg ka	21,8	17,9	0,48	< 0,001

sem = keskiarvon keskivirhe, ME = muuntokelpoinen energia, OIV = ohutsuolesta imeytyvä valkuainen, NDF = neutraalidetergenttikuitu, ek = energiakorjattu maito

Taulukko 3.2. Rehunjakotavan (seosrehu (Seos) vs. erillisruokinta (Erill) ja 3-NOP:n (B) vaikutus syöntiin, maitotuotokseen ja metaanin tuotantoon.

	Seos+B	Erill+B	Seos+B	sem	Merkitsevyys Erill+B vs Seos+B
Syönti, kg kuiva-ainetta (ka)					
Säilörehu	12,8	15,3	13,5	0,41	<0,001
Väkirehu	8,6	8,7	8,5	0,21	0,24
Yhteensä	21,4	24,0	22,1	0,60	<0,001
ME, MJ	252	277	257	6,7	<0,001
OIV, kg	2,01	2,19	2,07	0,055	<0,001
NDF, kg	8,88	9,86	9,26	0,261	<0,001
Maito, kg	29,5	29,2	28,6	1,48	0,56
Ek, kg	33,2	33,6	33,3	1,26	0,24
Maidon koostumus, g/kg					
Rasva	48,9	50,5	51,6	1,32	0,51
Valkuainen	39	40,2	40,1	0,79	<0,001
Urea, mg/dl	12	11	9	0,7	0,52
Metaani					
g/pv	382	454	402	9,8	<0,001
g/kg maitoa	13,6	16,4	14,9	0,68	<0,001
g/kg ek	11,9	13,9	12,5	0,42	<0,001
g/kg ka	18	19,1	18,5	0,47	0,03

sem = keskiarvon keskivirhe, ME = muuntokelpoinen energia, OIV = ohutsuolesta imeytyvä valkuainen, NDF = neutraalidetergenttikuitu, ek = energiakorjattu maito

Kuiva-ainesyöntiä kohti laskettuna switch-back-koeosuudella metaaninvähennys oli seosrehuruokinnalla 19 % ja erillisruokinnalla 12 %, kun koejaksojen tuloksia verrataan ensimmäisen jakson ilman 3-NOP:ia olleeseen kontrolliin (Seos). 3-NOP:n teho oli viimeisellä jaksolla muuta koeosuutta heikompi, mille ei löydetty selkeää selitystä.

Erillisruokinnan tunnusluvuista intensiteetti syötyä kuiva-ainekiloa kohti kuvaa tässä tutkimuksessa 3-NOP:n tehoa vaihtoehdoista harhattomimmin, koska erillisruokinnan lisääntynyt säilörehunsyönti ilman maitotuotosvastetta on poikkeava tulos. Erillisruokinnalla 3-NOP:n teho eri intensiteettiluvuilla (kuiva-aineen syöntiä, maitoa tai energiakorjattua maitoa kohti) laskettuna jäi noin puoleen seosrehuruokintaan verrattuna.

3.4. Johtopäätökset

Seosrehuruokinnalla 3-NOP:n metaanituotantoa vähentävä vaikutus (18–22 %) jäi kirjallisuudessa esitettyä pienemmäksi (25–35 %). Erillisruokinnalla lisäaineen teho oli seosrehuruokintaa pienempi ja syötyä kuiva-ainekiloa kohti laskettu metaanintuotannon vähennys oli 12 %, kun metaanipäästöä verrataan lisäaineettomaan kontrolliin kokeen alkuosassa. Tulosten perusteella mahdollinen 3-NOP:n käyttö kannattaa ohjata seosrehutiloille.

Kirjallisuus

Kebreab, E., Bannink, A., Pressman, E. M., Walker, N., Karagiannis, A., van Gastelen, S., & Dijkstra, J. 2023. A meta-analysis of effects of 3-nitrooxypropanol on methane production, yield, and intensity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 106, 927–936.

Vattulainen, J., Kajava, S., Heikkinen, M., Rinne M. & Sairanen, A. 2024. The effect of pelleted concentrate containing 3-NOP on methane emissions of dairy cows using separate vs. total mixed ration feeding. *Proceedings of the Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden 18-19 June 2024*. pp. 107-109. DOI: <https://doi.org/10.54612/a.4h6nuvh43i>.

4. Metaaninvähennysmallin tarkentaminen uusien kotimaisten ja soveltuvien ulkomaisten tulosten perusteella

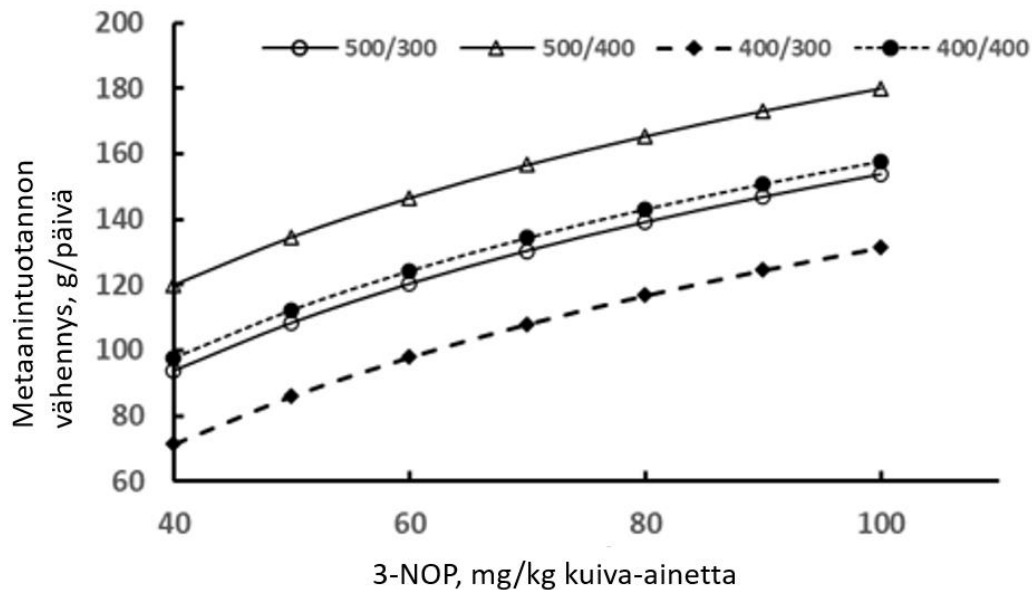
Pekka Huhtanen¹ ja Juha Nousiainen²

¹ Luonnonvarakeskus, Jokioinen

² Valio Oy, Helsinki

Mallinnuksen tavoitteena oli estimoida pötsin metaanintuotannon vähennys, kun käytetään 3-NOP-lisäainetta. Aineistona käytettiin IRMA-hankkeen 2 ensimmäistä Suomessa toteutettua 3-NOP-koetta (luvut 3 ja 6) sekä 32 kansainvälistä tutkimusta, joiden aineisto saatiin DSM:ltä. Aineistosta poistettiin lihanautakokeet ja ruokinnat, joissa taso oli yli 100 mg/kg DM. Yhteensä havainnot aineistossa oli 77. Keskimääräinen 3-NOP:n annostelutaso kokeissa oli 71 mg/kg ka (keskihajonta = 26). 3-NOP:n sallittu pitoisuus on määritelty 60–100 mg/kg ka. 3-NOP:n annostuksen vaikutusta metaanintuotantoon, kuiva-aineen syöntiin, energiakorjatun maidon tuotantoon ja rehuhyötysuhteeseen (ekm/ka-syönti) tarkasteltiin SAS Mixed -regressioanalyysillä, jossa koe oli satunnaistekijänä. Analyysissä tarkasteltiin metaanintuotannon absoluuttista, ei suhteellista, vähennystä ja laskettiin ns. discount-malli, joka kertoo kuinka paljon metaanintuotanto vähenee, kun rehuannokseen sisällytetään 3-NOP:ia.

Varsin pienetkin 3-NOP-pitoisuudet pienensivät mallin mukaan metaanin tuotantoa ja syöntiä (Kuva 4.1). Osa säästyneestä metaanin energiatappiosta näyttää lisäävän lehmän energiansaantia, jolloin kohtuullisilla 3-NOP käyttömäärillä tuotostappiota ei synny. Lisättäessä 3-NOP pitoisuutta dieetissä yli 60 mg/kg ka, syönti ja maitotuotos näyttivät alkavan vähentyä. Jos 3-NOP annostus pysyy kohtuullisena, siis enintään 60 mg/kg ka (eli myyntiluvan alarajalla), syönnin lievä väheneminen kompensoituu osittain metaanin tuotannon vähenemisenä, eikä tuotantoon (energiakorjattu maitomäärä päivässä) kohdistu oleellista vähenemistä. Syönnin ja tuotoksen erot ovat niin pieniä, että kokeellisesti niitä ei voi todentaa. Kun mallinetaan absoluuttista metaanin tuotannon vähenemää, perusdieetin koostumuksen vaikutus lopputulokseen on melko pieni. Entsyymi-inhibitiossa tärkeimpinä vaikuttavina tekijöinä ovat substraatin ja inhibiittorin määrä.



Kuva 4.1. Ennustettu metaanintuotannon (g/pv) vähennys 3-NOP:n käytölle, kun kontrolliruokinnan metaanintuotanto oli 500 tai 400 g/pv ja rehuannoksen neutraalidetergenttikuitupitoisuus 400 tai 300 g/kg ka.

Kun käytetään ns. entsyymiblokkereita, kuten 3-NOP, rehun lisäaineena vähentämään märehtijöiden pötsin metaanin tuotantoa, on oikeaan annostukseen kiinnitettävä huomiota, jotta syönte ja tuotos eivät vähene. Lähtöoletus on se, että kun ylimääräisen vedyn poistamiseen tarkoitetut reitit vähenevät (kuten metaani), niin pötsimetabolia voi häiriintyä, ja tällä voi olla negatiivinen vaikutus syöntein ja tuotantoon. Mekanismeja ei tunneta kovin hyvin, mutta ne voivat liittyä esimerkiksi vetykaasun akkumuloitumiseen pötsissä. Metaanin vähentyminen korvaa suureksi osaksi syönnin vähentymisestä johtuvan ME-saannin vähentymisen. Suuremmilla käyttötasoilla syönnin vähennykset ovat olleet aika suuria ja tuotoksetkin vähentyneet. Tämä voi liittyä pötsin toiminnan häiriintymiseen. Pieni määrä energiaa menetetään vedyssä (10 g = 1,2 MJ).

Malli on käytössä Valion teollisuusasiakkaille suunnattujen tuotteiden hiilijalanjälkilaskennassa. Lypsikki-malliin on sisällytetty sekä perusura- että discount -mallit, joilla voidaan ennustaa metaanin tuotanto lypsylehmillä niin, että 3-NOP on tai ei ole käytössä.

Lisäaineita (kuten 3-NOP) voi käyttää hallitusti, ja tällä saavutetaan nopeasti metaanin tuotannon vähennystä, mutta markkinan tai jonkun muun täytyy olla siitä valmis maksamaan. Perustyötä tuottavuuden kehittämiseksi lisäaineet eivät korvaa eli kehitystyötä ja tutkimusta mm. rehunhyväksikäytön parantamiseksi pitää jatkaa. Tällä tavoin voidaan pitkällä aikavälillä parantaa sekä tuotannon ympäristötehokkuutta että kannattavuutta pysyvästi. Rehun hyväksikäytön parantaminen vähentää päästöjä sekä navetassa että pellolla.

LCA-laskelmissa pitäisi ottaa erikseen huomioon kiertävä ja fossiilinen hiili. Metaanin vähentäminen vähentää vain kiertävää hiiltä, mutta rehun hyväksikäytön parantaminen molempia. CARBO-laskurissa jo eriyttynä kiertävä ja fossiilinen hiili. Jos turvemaiden päästöjä ei luokitella fossiiliseksi, maidon hiilijalanjäljessä on varsin vähän fossiilista hiiltä, joka tulee lähinnä polttoaineista. Lisäksi syntyy pitkäkiertoista N_2O :ta.

5. 3-NOP:ia sisältävien pellettien rehuteknologiset haasteet

Milja Heikkinen

A-Rehu, Kuopio

Suomessa useilla lypsykarjatiljoilla on käytössä erillisruokinta eli säilörehu ja pelletöity väki-rehu annetaan erikseen eikä kivennäisrehua sekoiteta säilörehun joukkoon. Suomessa ei ollut aikaisemmin lisätty 3-NOP-rehunlisäainetta pelletöityyn rehuseokseen. Tämän tehtävän tavoitteena oli selvittää eri rehumassojen esikäsittelylämpötiloja, jotta voidaan löytää oikeat rehumassan kuumennusajat ja -lämpötilat niin että valmiin pelletin lämpötila täyttää Suomen rehulain minimivaatimuksen sekä 3-NOP:in valmistajan antaman maksimisuosituksen ja että 3-NOP säilyy pelletissä aktiivisena.

3-NOP:ia sisältävien pellettien rehuteknologisten haasteiden ratkaiseminen toteutettiin A-Rehun Koskenkorvan ja Varkauden tehtailla. Yhteensä viisi eri rehuseosta pelletöitiin, joista neljässä erässä tavoite saavutettiin ja yhdessä ei.

Kaikista rehueristä otettiin näytteet kolmesta eri näytteenottopisteestä, jotta saatiin selville 3-NOP:in sekoittuminen rehumassaan ja sen aktiivisuuden säilyminen prosessin eri vaiheissa. Lämpötilan nousua seurattiin rakeistuksen aikana useaan otteeseen. Näytteet lähetettiin analysoitavaksi DSM:n laboratorioon Itävaltaan.

Yksi testiajoista toteutettiin Koskenkorvan tehtaalla ja neljä Varkauden tehtaalla. Molemmilla tehtailla on identtiset rehunvalmistuslinjat. Näytteiden otosta ja niiden lähettämisestä vastasi Milja Heikkinen. 3-NOP:a sisältävä rehulisäaine Bovaer® tuli DSM:ltä.

Koska tehtaan tarkat prosessit ja 3-NOP:ia sisältävien rehuseosten pelletöintien valmistusparametrit ja tiedot ovat liikesalaisuuksia, ei niitä voida julkisesti raportoida.

Tehtaiden prosesseista vastaavilla henkilöillä oli niin hyvä käsitys erilaisten rehumassojen käyttäytymisestä pelletöinnissä, että oikeat ajoparametrit ja lämpötilat löytyivät oletettua helpommin. Vain yksi rehuerä kuumeni selvästi yli tavoiterajan.

Tulokset ja niiden arviointi

Koskenkorvalla tehdyssä koerehussa 3-NOP aktiivisuus säilyi 85-prosenttisesti valmiissa pellettissä. Varkauden rehutehtaalla tehtyjen rehuerien vastaavat luvut olivat a. 92 %, b. 123 %, c. 98 %, d. 117 %, e. 95 %. Näistä rehuerä a oli erillinen ajo. B- ja c-näytteet ovat saman ajon alusta ja lopusta kuten myös d ja e. Yli 100 prosentin tulokset voivat johtua analysointivirheestä. Tehtaan annostelutiedoissa ei näy poikkeamaa, joka selittäisi lukemat. Tuloksista voidaan päätellä, että heti rehuerän ajon alussa, kun matriisin rauta on vielä kylmä, 3-NOP säilyy pelletöinnissä täydellisesti. Pitkän ajon loppuvaiheessa otetuissa näytteissä 3-NOP aktiivisuus on laskenut hieman. Tämä johtuu todennäköisesti lämpötilan noususta pelletöinnin loppuvaiheessa. Massan lämpötila ennen pelletöintiä oli vakioitu.

Tulosten perusteella tällä hetkellä kolmelle A-Rehun asiakkaalle toimitetaan 3-NOP:in sisältävää pelletöityä rehua. Tilat ovat myös Valion asiakkaita ja 3-NOP:in metaaninvähennyspotentiaali otetaan huomioon heidän laskelmissaan.

Tulokset ovat erittäin merkittävät. Niiden perusteella saatiin selville, että 3-NOP kestää korkeampia lämpötiloja aktiivisena, kuin missä sitä on aikaisemmin testattu. Tämä mahdollistaa 3-NOP:in ottamisen käyttöön myös tiloilla, jotka eivät käytä jauhemaisia kivennäisiä sekoitettuna seosrehuun.

6. Metaanintuotannon vuorokausivaihtelun määrittäminen erillis- ja seosrehuruokinnassa

Jenni Vattulainen, Ilma Tapio, Nisola Ayanfe, Marketta Rinne ja Ali Reza Bayat

Luonnonvarakeskus, Jokioinen

6.1. Johdanto

Yksi lupaavimmista lisäaineista märehitjän metaanipäästöjen vähentämiseksi on 3-nitro-oksi-propanoli (3-NOP), joka on hyväksytty turvalliseksi ja tehokkaaksi lypsylehmien ruokinnassa (EFSA FEEDAP Panel, 2021). Eri tutkimuksissa on raportoitu, että 3-NOP:lla on pystytty vähentämään lypsylehmien metaanipäästöjä keskimäärin 30 % (Kebreab ym., 2023). Tämän kokeen tavoitteena oli tutkia 3-NOP:n tehoa, kun sitä käytetään erillisruokinnassa (SEP), joka on yleinen ruokintakäytäntö Suomessa, verrattuna nopeasti yleistyvään seosrehuruokintaan (TMR), sekä tutkia metaanipäästöjen vuorokausivaihtelua, kun 3-NOP:ia käytetään SEP- tai TMR-ruokinnassa.

6.2. Aineisto ja menetelmät

Lypsylehmäkoe tehtiin keväällä 2023 Luken tutkimusnavetassa Jokioisilla. Koejärjestely oli 4 × 4 latinalainen neliö, jossa oli 2 × 2 faktoriaalinen koemalli ruokintojen osalta: erillisruokinta ilman 3-NOP:a tai sen kanssa (SEP-O ja SEP-NOP) ja TMR-ruokinta ilman 3-NOP:a tai sen kanssa (TMR-O ja TMR-NOP). Kokeessa oli neljä useamman kerran poikinutta Nordic Red -lypsylehmää (120 ± 21,8 päivää poikimisesta, maitotuotos 40 ± 4,1 kg/d, elopaino 635 ± 37,8 kg) ja neljä 21 päivän jaksoa, joista kunkin jakson ensimmäiset 17 päivää olivat totutus-kautta. Neljän viimeisen päivän aikana (päivät 18–21) lehmät olivat metaboliakammioissa näytteiden ottoa ja kaasujenvaihdon mittauksia varten.

Koerhut koostuivat nurmisäilörehusta ja väkirehusta suhteessa 65:35 kuiva-aineen (ka) perusteella. Tavoiteltu 3-NOP:n määrä oli 65 mg/kg rehun kuiva-ainetta, ja se lisättiin jauheena suoraan väkirehuun tai TMR-sekoittimeen. Rehunäytteitä otettiin kahdesti viikossa säilörehun kuiva-ainepitoisuuden mittaamiseksi, jotta säilörehun ja väkirehun suhde saatiin pidettyä vakiona. Lehmät ruokittiin neljä kertaa päivässä klo 7:00, 13:00, 17:00 ja 19:00. SEP-NOP-lehmille 3-NOP sekoitettiin väkirehuun vain klo 7:00 ja 19:00 (Kuva 6.1). TMR-NOP-lehmille 3-NOP lisättiin seosrehun sekoituksen yhteydessä (3 kertaa viikossa). Lehmät lypsettiin kahdesti päivässä klo 07:00 ja 17:00. Lehmien rehun syönti ja maidontuotanto mitattiin joka päivä, mutta laskelmissa käytettiin neljän viimeisen päivän tietoja. Näytteet otettiin kunkin jakson lopussa mahaletkun (Ruminator) avulla sen jälkeen, kun lehmät oli otettu ulos kammioista. Tulokset analysoitiin SAS® 9.4:n PROC Mixed -ohjelmalla (SAS institute Inc., Cary, NC, USA) käyttäen mallissa kiinteinä tekijöinä jaksoa, 3-NOP:tä, ruokintamenetelmää ja 3-NOP × ruokintamenetelmän yhdysvaikutusta sekä lehmää satunnaisvaikutuksena.

6.3. Tulokset ja niiden tarkastelu

Kaikkien dieettien kemiallinen koostumus oli samankaltainen, keskimäärin bruttoenergia oli 18,1 MJ/kg ka. Rehuannoksen orgaanisen aineen, raakavalkuaisen, raakarasvan, kuidun (NDF) ja tärkkelyksen pitoisuudet olivat 927, 153, 38, 431 ja 124 g/kg ka.

Kuiva-aineen syönti väheni 3-NOP:n vaikutuksesta (-5,4 %; $P < 0,05$), ja SEP-lehmien kuiva-aineen syönti oli pienempi kuin TMR-lehmien (-6,7 %; $P = 0,03$) (Taulukko 6.1). Ruokintamenetelmä tai 3-NOP eivät kuitenkaan vaikuttaneet maitotuotukseen, maidon koostumukseen, energiakorjattuun maitotuotukseen (ekm) ja rehuhyötysuhteeseen, joka lasketaan maito- tai ekm-tuotoksena jaettuna kuiva-aineen syönnillä. Ruokintakäsittelyt eivät myöskään vaikuttaneet kuiva-aineen tai ravintoaineiden sulavuuteen. 3-NOP:n käyttö vähensi ($P < 0,01$) etikkahapon mooliosuutta pötsin haihtuvista rasvahapoista ja lisäsi propionihapon, voihiapon ja iso-voihiapon osuutta. 3-NOP siis pienensi ($P < 0,01$) pötsin etikka- ja propionihapon suhdetta.

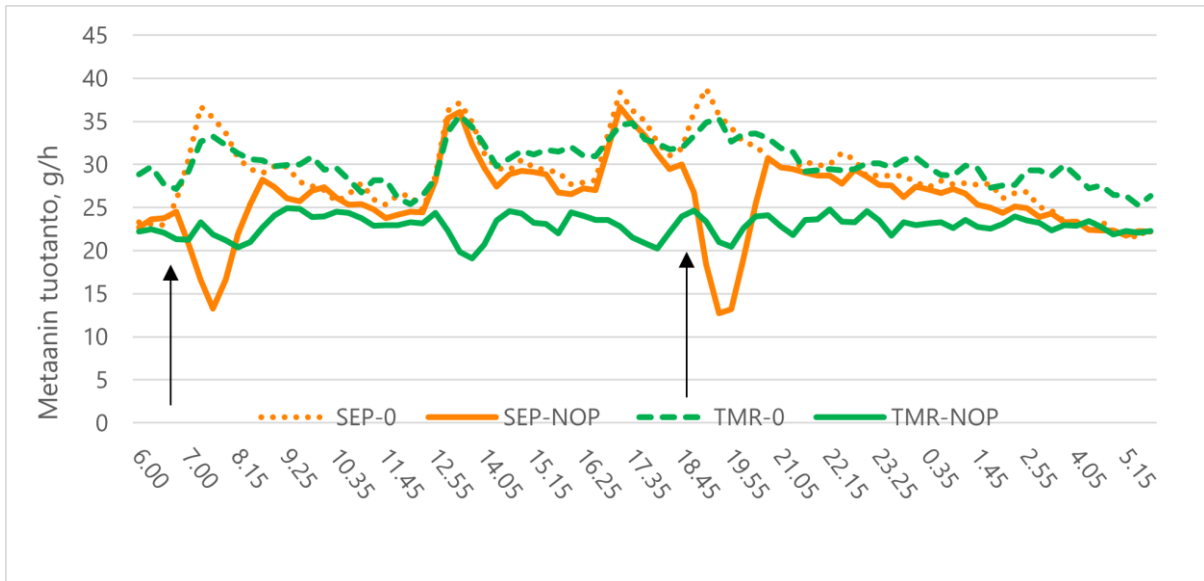
3-NOP:n ruokinta vähensi ($P < 0,01$ ruokintamenetelmän ja 3-NOP:n yhteisvaikutuksen osalta) metaanintuotantoa (g/pvä) 10,7 ja 24,4 % ja metaani-intensiteettiä (g/kg ekm) 9,0 ja 21,4 % ja pyrki vähentämään metaanintuotantoa (g/kg ka-syönti) 9,4 ja 16,9 % ($P = 0,06$ yhteisvaikutuksen osalta, kun sitä käytettiin SEP- tai TMR-ruokinnoissa; Taulukko 6.1). Päivittäinen vedyntuotanto oli paljon suurempi 3-NOP:lla ($P < 0,01$), ja lisäys oli huomattavampi TMR-ruokinalla ($P = 0,06$ ruokintamenetelmän ja 3-NOP:n yhteisvaikutuksen osalta).

Taulukko 6.1. Ruokintamenetelmän (erillisruokinta (SEP) vs. seosrehuruokinta (TMR)) ja 3-NOP:n (0 vs. NOP) vaikutus lypsylehmien metaanin ja vedyn tuotantoon.

	SEP-O	SEP-NOP	TMR-O	TMR-NOP	SEM	P-arvo		
						Menetelmä	NOP	Menetelmä × NOP
Metaani								
g/d	693	619	727	550	18,7	0,181	<0,01	<0,01
g/kg ka-syönti	24,1	21,8	22,6	18,8	0,74	0,002	<0,01	0,07
g/kg maitoa	14,8	13,7	14,8	11,7	0,51	0,02	<0,01	0,01
g/kg ekm	13,4	12,2	13,5	10,6	0,39	0,06	<0,01	0,02
Vety								
L/pv	1,6	55,3	3,7	90,4	7,66	0,04	<0,01	0,06
g/kg ka-syönti	0,07	2,74	0,17	4,27	0,27	0,01	<0,01	0,02

3-NOP:n ruokinta vaikutti eri tavoin metaanintuotannon vuorokausivaihteluun SEP- ja TMR-ruokinnoissa. Metaanintuotanto laski huomattavasti noin kahden tunnin ajan, kun lehmille syötettiin SEP-NOP:tä klo 7:00 ja 19:00. Kumpikin lasku palautui normaalille tasolle 3-NOP:n tyhjennyttyä pötsistä (Kuva 6.1). Kun lehmille syötettiin TMR-NOP:tä, metaanintuotanto pysyi jatkuvasti alhaisempana verrattuna TMR-O:han koko päivän ajan.

3-NOP:n ruokinta lisäsi ($P = 0,03$) virtsana ja lämpönä erittyvän energian osuutta saadusta energiasta ja vähensi ($P < 0,01$) metaanina erittyvän energian osuutta. Myös ruokinta TMR-ruokintana vähensi metaanina erittyvän energian osuutta verrattuna SEP-ruokintaan. Oli kuitenkin havaittavissa suuntaus ($P = 0,06$), että 3-NOP:n ruokinta vähentää tehokkaammin metaanin osuutta energian saannista, kun ruokintana oli TMR verrattuna SEP:hen. Käsittelyt eivät vaikuttaneet energia- tai typpitaseeseen.



Kuva 6.1. Metaanin (g/h) vuorokausivaihtelu lypsylehmillä, jotka saivat erillisruokintaa tai TMR-ruokintaa, johon oli lisätty 0 tai 65 mg 3-NOP /kg DM. Nuolet osoittavat ruokinta-ajat, jolloin SEP-NOP-rehua saaneet lehmät saivat 3-NOP:tä.

Kirjallisuus

EFSA FEEDAP Panel (EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed). 2021. Bampidis V, Azimonti G, Bastos ML, Christensen H, Dusemund B, Fašmon Durjava M, Kouba M, López-Alonso M, López Puente S, Marcon F, Mayo B, Pechová A, Petkova M, Ramos F, Sanz Y, Villa RE, Woutersen R, Aquilina G, Bories G, Brantom PG, Gropp J, Svensson K, Tosti L, Anguita M, Galobart J, Manini P, Tarrès-Call J and Pizzo F, 2021. Scientific Opinion on the safety and efficacy of a feed additive consisting of 3-nitrooxypropanol (Bovaer® 10) for ruminants for milk production and reproduction (DSM Nutritional Products Ltd). EFSA Journal 2021;19(11):6905, 35 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6905>

Kebreab, E., Bannink, A., Pressman, E.M., Walker, N., Karagiannis, A., van Gastelen, S. & Dijkstra, J. 2023. A meta-analysis of effects of 3-nitrooxypropanol on methane production, yield, and intensity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 106: 927–936.

Vattulainen, J., Tapio, I., Ayanfe, N., Rinne M. & Bayat, A.R. 2024. 3-NOP reduces methane emissions more when used in total mixed ration than in separate feeding. *Proceedings of the Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden 18–19 June 2024*. pp. 107–109. DOI: <https://doi.org/10.54612/a.4h6nuvh43i>.

Vattulainen, J., Ayanfe, N., Bayat, A.R., Rinne, M. & Tapio, I. 2024. 3-NOP vähentää pötsin metaanipäästöjä tehokkaammin seosrehu- kuin erillisruokinnassa. *Maataloustieteen Päivät 2024*. <https://journal.fi/smst/issue/view/10836/2204>. p. 87.

7. Potentiaaliset uudet lisäaineet – kalsiumperoksidi ja biohiilivalmiste

Jenni Vattulainen, Ali Reza Bayat, Tomasz Stefanski, Marketta Rinne ja Ilma Tapio

Luonnonvarakeskus, Jokioinen

7.1. Johdanto

Tässä työpaketissa selvitettiin vaihtoehtoisten pötsin metaanintuotantoon vaikuttavien valmisteiden tehoa ja vaikutusta pötsin mikrobiomiin. Kokeessa käytetyt aineet olivat kalsiumperoksidi-lisäaine (RumenGlas, GlasPortBio, Irlanti) kahdella eri tasolla (0,75 ja 1,5 % kuiva-aineen syönnistä) ja biohiiltä ja entsyymejä sisältävä DiGestoChar-valmiste (GoBioFarm, Iisalmi). Kalsiumperoksidi on käytössä mm. elintarvike- ja kosmetiikkateollisuudessa. DiGestoChar-valmisteen komponentit ovat EU:ssa elintarviketuotannossa käytettäväksi hyväksytyjä lisäaineita.

7.2. Aineisto ja menetelmät

Koe toteutettiin 21.10.2023-9.2.2024 Luken tutkimusnavetassa Jokioisilla. Koemalli oli 4 × 4 latinalainen neliö, jonka jaksot olivat 28 päivän mittaisia. Kokeessa oli 4 eri ruokintaa:

- Kontrolli (CON), joka koostui säilörehusta ja väkirehusta koostuvasta seosrehusta
- DiGestoChar (DC), eli CON + 0,2% ka:sta DiGestoChar
- Kalsiumperoksidi (CaPe1), eli CON + 0,75 % ka:sta kalsiumperoksidi-valmistetta
- Kalsiumperoksidi (CaPe2), eli CON + 1,5 % ka:sta kalsiumperoksidi-valmistetta

Jotta CaPe1- ja CaPe2- ruokintojen kalsiumin ja fosforin suhde pysyi sopivissa rajoissa, dieetien kivennäisruokintaa ja väkirehun osuutta jouduttiin hieman säätämään. Lehmien rehujen syönti, maitotuotos ja maidon koostumus määritettiin joka jakson lopussa. Kaasujen vaihto (happi, hiilidioksidi ja metaani) määritettiin metaboliakammioissa (21,5 m³) 4 viimeisen päivän ajan. Kammioissa lehmien sonta ja virtsa kerättiin kvantitatiivisesti talteen. Pötsinesteestä otettiin näyte (0,5 l) pötsin haihtuvien rasvahappojen (VFA) osuuksien ja ammoniakkipitoisuuden määrittämiseksi ja mikrobiomin analysoimiseksi jokaisen jakson lopussa. Näytteet käsiteltiin ja analysoitiin rutiinimenetelmin. Tulokset analysoitiin käyttäen PROC GLIMMIX of SAS 9.4. (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) siten, että jakso ja ruokintakäsittely olivat mallissa kiinteitä tekijöitä ja lehmä satunnaistekijä. LSD-testiä käytettiin keskiarvojen parivertailuun ja tilastollisen merkitsevyyden raja-arvona pidettiin $P < 0,05$.

7.3. Tulokset ja niiden tarkastelu

DC ei vaikuttanut kuiva-aineen ja orgaanisen aineen saantiin, mutta CaPe1-käsittely vähensi niitä numeerisesti ja CaPe2-käsittely vähensi niitä merkitsevästi ($P < 0,05$). Maitotuotos oli alhaisempi ($P < 0,05$) CaPe2-käsittelyssä verrattuna CON- ja DC-käsittelyyn. Ekm:n, rasvan ja valkuaisen tuotokset olivat pienemmät ($P < 0,05$) CaPe2:lla verrattuna CON:iin. Laktoosin tuotto oli pienempi ($P < 0,05$) molemmilla CaPe-dieeteillä verrattuna CON- ja DC-

ruokintoihin. Ruokintakäsittelyt eivät vaikuttaneet maidon koostumukseen, maidon ureapitoisuuteen, rehuhyötysuhteeseen tai somaattisten solujen määrään ($P \geq 0,13$).

Kuiva-aineen näennäinen sulavuus oli alhaisempi ($P < 0,01$) CaPe-ruokinnoilla kuin CON-ruokinnoilla. Orgaanisen aineen (OA), raakavalkuaisen, raakarasvan ja bruttoenergian (GE) sulavuudet olivat alhaisemmat ($P \leq 0,03$) CaPe2-käsittelyssä verrattuna CON-käsittelyyn. NDF:n sulavuus oli alhaisempi ($P < 0,05$) molemmilla CaPe-ruokinnoille kuin CON:lla. Ruokintakäsittelyt eivät vaikuttaneet Ca:n ja P:n näennäiseen sulavuuteen ($P \geq 0,22$).

Käsittelyt eivät vaikuttaneet ($P \geq 0,27$) pötsin happamuuteen, ammoniakki-N:n ja VFA:n kokonaispitoisuuksiin. Ruokinnat eivät vaikuttaneet etikkahapon osuuteen pötsissä, mutta propionihapon osuus oli ($P = 0,06$) pienempi ja isovaleriaanahapon osuus ($P = 0,09$) suurempi CaPe2- kuin DC- ja CaPe1-ruokinnoilla.

Päivittäinen metaanin tuotanto (g/pvä) oli 12,4 ja 14,3 prosenttia pienempi ($P = 0,02$) CaPe1- ja CaPe2-ruokinnoilla verrattuna CON-ruokintaan, mutta DC ei eronnut kontrollista. Metaanin tuotanto (g/kg OA-saantia) tai intensiteetti (g/kg maitoa tai ekm) eivät eronneet ($P \geq 0,14$) käsittelyjen välillä. Vastaavasti CO₂-tuotanto oli pienempi ($P < 0,01$) CaPe-ruokinnassa verrattuna CON- ja DC-ruokintaan, mutta hiilidioksidituotanto ja -intensiteetti eivät eronneet toisistaan ($P \geq 0,39$). Vedyn tuotanto (g/pvä) ja tuotto (g/kg OA-saanti) olivat alhaisemmat ($P < 0,01$) CaPe-dieeteillä verrattuna CON- ja DC-dieetteihin.

DC ei vaikuttanut bruttoenergian ja ME:n saantiin, mutta CaPe1-käsittely vähensi sitä numeerisesti ja CaPe2-käsittely merkitsevästi ($P < 0,05$). Sontaan päätyvä osuus GE:sta oli suurempi ($P < 0,01$) CaPe2-ruokinnalla kuin muilla käsittelyillä, mutta virtsaan päätyvän, maidon synteesiin käytetyn tai lämpönä haihtuneen GE:n osuus ei eronnut ($P \geq 0,30$) käsittelyjen välillä. Käsittelyt eivät myöskään vaikuttaneet ($P = 0,50$) maidontuotannon tehokkuuteen, joka ilmaistiin maidon energiana jaettuna ME:n saannilla.

DC ei vaikuttanut typen saantiin, mutta CaPe1 vähensi sitä lukumääräisesti ja CaPe2 merkitsevästi ($P < 0,05$). Sontaan erittyvän typen osuus N:n saannista oli suurempi ($P = 0,03$) CaPe2-käsittelyssä kuin CON- ja DC-käsittelyssä. Virtsaan tai maitoon erittyvä typpi ja tyypitase eivät kuitenkaan eronneet ($P \geq 0,24$) käsittelyjen välillä.

CaPe2-käsittely vaikutti merkittävästi pötsin bakteeri- ja sienialkueläinyhteisöjen rakentamiseen, mutta DC tai CaPe1 eivät. Pötsin arkkibakteerit ja anaerobiset sienet olivat enemmän isäntäeläimelle kuin käsittelylle ominaisia. Sonnan bakteerikoostumuksessa oli vähäisiä eroja CON- ja CaPe2-käsittelyjen välillä, mutta sonnan arkkibakteereihin ja anaerobisiin sieniin käsittelyt eivät ei vaikuttaneet.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tämän tutkimuksen olosuhteissa kalsiumperoksidi ja DiGestoChar eivät osoittautuneet lupaaviksi metaania vähentäviksi aineiksi lypsylehmien ruokinnassa.

Kirjallisuus

Vattulainen, J., Bayat, A.R., Stefanski, T., Rinne M. & Tapio, I. 2024. Effects of two novel feed additives on enteric methane production of Nordic Red dairy cows. Proceedings of the Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden 18-19 June 2024. pp. 107-109. DOI: <https://doi.org/10.54612/a.4h6nuvh43i>.

8. Eri ruokinnallisten ratkaisujen metaaninvähennyspotentiaalin kartoittaminen

Anni Halmemies-Beauchet-Filleau¹, Tomasz Stefanski², Marketta Rinne², Tuomo Kokkonen¹ ja Aila Vanhatalo¹

¹ Helsingin yliopisto, Helsinki

² Luonnonvarakeskus, Jokioinen

8.1. Johdanto

Kirjallisuuskatsauksessa kartoitettiin 3-NOP:lle vaihtoehtoisten rehulisäaineiden ja rehuosien vaikutusta pötsin metaanin tuotantoon. Tutkitut vaihtoehdot olivat bromoformi (enstyymiblokkeri), nitraatti (vedyn vastaanottaja), kasvien sisältämät lipidit, Mootral, tanniinit ja niitä sisältävät karkearehut sekä biohiili. Kirjallisuuskatsauksessa on käyty läpi julkaistujen tutkimustulosten perusteella kunkin vaihtoehdon potentiaali vähentää metaanin tuotantoa, niiden toimintamekanismi sekä käyttöön mahdollisesti liittyvät ongelmat. Tutkituista vaihtoehdoista 3-NOP ja bromoformi ovat tehokkaimpia, mutta biohiiltä lukuun ottamatta myös muista on saatu lupaavia tuloksia. Kaikkien vaihtoehtojen toiminnasta tarvitaan lisätutkimusta eri ruokinnoin ja annostasoilla. Myös kustannustehokkuutta on syytä tutkia.

Laboratoriomittakaavan in vitro -kokeita tehtiin Helsingin yliopistossa Viikissä ja Lukessa Jokioisilla.

8.2. In vitro -kokeet Helsingin yliopistossa

Eri ruokintavaihtoehtojen metaaninvähennyspotentiaalia tutkittiin kahdessa huhti-toukuussa 2023 toteutetussa in vitro -kokeessa. Ensimmäisessä kokeessa oli 12 ja toisessa 8 tutkittavaa ruokintaa. Tutkittavia rehuyhdistelmiä inkuboitettiin puskuroidussa pötsinesteessä 24 h ajan. Inkubaation aikana mitattiin kokonaiskaasun ja metaanin tuotanto sekä sulavuus, pH ja haihtuvat rasvahapot inkubaation päätteeksi.

Kokeessa 1 tutkittiin kolmen eri biohiilen annostason (0, 0,25 tai 0,5 % kuiva-aineessa) vaikutusta metaanin tuotantoon yhdistettynä neljään eri karkearehuvaihtoon. Karkearehut olivat nurmisäilörehu, nurmi- ja maissisäilörehun seos (50:50 kuiva-aineessa), nurmi- ja puna-apilasäilörehun seos (50:50 kuiva-aineessa) ja nurmi- ja härkäpapusäilörehun seos (50:50 kuiva-aineessa). Karkearehun osuus ruokinnassa oli 65 %. Väkiureuna käytettiin kauraa ja rypsi-rouhetta.

Kokeessa 2 tutkittiin rehulisäaineen ja biohiilen annostason (0,5 % kuiva-aineessa) vaikutusta metaanin tuotantoon yksin sekä yhdessä yhdistettynä kahteen eri väkiureutasoon (nurmisäilörehua 45 tai 65 % kuiva-aineessa). Väkiureuna käytettiin kauraa ja rypsi-rouhetta.

Tutkitut rehu- ja ruokintavaihtoehdot eivät vaikuttaneet kumulatiiviseen metaanin tuotantoon inkubaation lopussa sulaneeseen rehun kuiva-aineeseen suhteutettuna, vaikka metaanin tuotannon nopeudessa oli eroja karkearehujen välillä inkubaation alkuvaiheessa. Käytetty inkubaatioaika oli mahdollisesti liian lyhyt biohiilen täysimääräisen vaikutuksen toteuttamiseen.

8.3. In vitro -kokeet Luonnonvarakeskuksessa

Eri ruokintavaihtoehtojen metaaninvähennyspotentiaalia tutkittiin kahdessa tammi-huhtikuussa 2023 toteutetussa in vitro -kokeessa. Ensimmäisessä ns. esikokeessa kartoitettiin 15 eri aineen vaikutusta. Mukana oli männyn ja kuusen kuoresta uutettuja aineita (tanniineja) 5 % dieetin kuiva-aineesta ja paljon nitraattia sisältäviä kasvimateriaaleja 10 % dieetin kuiva-aineesta (pinaatti ja selleri). Perusrehuna oli nurmisäilörehu ja karkea- ja väkirehun osuus oli 50:50. Varsinaiseen kokeeseen valittiin esikokeen lupaavimmat aineet eli kuusiekstraktit TW6 ja TW7 tasoilla 1 ja 2 % sekä pinaatti (2,5 ja 5 %). Lisäksi mukaan otettiin biohiilivalmiste DiGestoChar (0,1 ja 0,2 %), kalsiumperoksidi (CaPe) (1,35 ja 2,25 %) ja bromoformiin perustuvia tuotteita kuivattu punalevä, punalevän öljyektstrakti ja öljyyn säilötty punalevä (0,27 ja 0,54 %). Väki- ja karkearehun suhde oli 40:60. Karkearehuina käytettiin nurmi- tai maissisäilörehua. Väki- ja väkirehu koostui ohrausta, kaurasta, sokerijuurikasleikkeestä ja rypsirouheesta. Käsittelyitä oli yhteensä 32 + kontrollit. Inkubaatio kesti 24 tuntia ja mittaustuloksina kerättiin kokonaiskaasujen ja metaanin tuotanto sekä sulavuus.

Esikokeen tuloksia on esitetty taulukossa 8.1. Lupaavimmat kuusiekstraktit TW6 and TW7 vähensivät metaanintuotantoa 7 ja 14 % ja negatiivinen vaikutus sulavuuteen oli pienin (7 ja 9 %). Pinaatti vähensi metaanintuotantoa 8 % ja sulavuutta 3 %. Varsinaisessa kokeessa punalevävalmisteeet olivat kaikkein tehokkaimpia vähentäen metaanintuotantoa jopa 44 %, mutta myös DiGestoChar ja CaPe tuottivat hyvät tulokset. Kuusiekstraktien metaaninvähennys johtui pääasiassa sulavuuden huononemisesta. Keskimääräinen metaanintuotanto oli hieman pienempi nurmisäilöhupohjaisilla dieeteillä maissiin verrattuna (7,3 vs. 8,8 mg/g dieetin ka) ja lisäaineiden tuottama vähennys suurempi (-14,6 vs. -12,8 %).

Taulukko 8.1. Lisäaineiden vaikutus metaanintuotantoon in vitro ja metaanintuotannon muutos suhteessa konrolliin 6 tunnin inkubaation jälkeen Jokioisten in vitro -kokeessa 2.

Lisäaine ja annostus	Nurmisäilörehu		Maissisäilörehu	
	mg/g dieetin ka	Muutos, %	mg/g dieetin ka	Muutos, %
Kontrolli	8,45		10,06	
Kuivattu punalevä, 0,27 %	7,07	-16,4	7,85	-21,9
Kuivattu punalevä, 0,54 %	5,65	-33,2	7,06	-29,8
Punalevän öljyektstrakti, 0,27%	8,22	-2,8	8,91	-11,4
Punalevän öljyektstrakti, 0,54%	6,71	-20,6	8,46	-15,9
Punalevä öljyssä, 0,27 %	7,77	-8,1	9,81	-2,5
Punalevä öljyssä, 0,54 %	5,80	-31,4	5,60	-44,3
Pinaatti (korvaten säilörehua), 2,5 %	7,46	-11,8	9,66	-3,9
Pinaatti (korvaten säilörehua), 5 %	7,18	-15,0	10,61	5,5
Kalsiumperoksidi, 1,35 %	6,84	-19,1	8,38	-16,7
Kalsiumperoksidi, 2,25 %	7,25	-14,2	8,53	-15,1
Kuusenkuoriekstrakti TW6, 1 %	7,28	-13,8	9,98	-0,8
Kuusenkuoriekstrakti TW6, 2 %	7,41	-12,3	9,21	-8,4
Kuusenkuoriekstrakti TW7, 1 %	7,00	-17,2	9,34	-7,1
Kuusenkuoriekstrakti TW7, 2 %	8,66	2,4	7,74	-23,0
DiGestoChar, 0,1 %	7,75	-8,3	9,75	-3,0
DiGestoChar, 0,2 %	7,52	-11,06	9,37	-6,9

Kirjallisuus

Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Konkova, T., Vanhatalo, A. & Kokkonen, T. 2024. Biohiilen ja säilörehun kasvilajin vaikutus pötsikäymiseen ja metaanin tuotantoon in vitro. Maataloustieteen päivät 2024. <https://journal.fi/smst/issue/view/10836/2204> s. 86.

Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Vanhatalo, A. & Kokkonen, T. 2024. The effect of biochar and forage species on rumen fermentation and methane production in vitro. Proceedings of the 30th General Meeting of the European Grassland Federation (EGF 2024) in Leeuwarden, Netherlands, 9-13 June, 2024.

Konkova, T. 2024. Effect of spruce (*Picea abies*) biochar on ruminal dry matter digestibility and methane production in vitro. Master's Programme in Agricultural Sciences. Animal Science. University of Helsinki. <http://hdl.handle.net/10138/576541>

Stefanski, T. & Rinne, M. 2024. Eri lisäaineiden vaikutus pötsin metaanintuotantoon in vitro. Maataloustieteen Päivät 2024. <https://journal.fi/smst/issue/view/10836/2204>. p. 89.

9. 3-NOP:n käytön pilotointi suomalaisilla maitotiloilla

Virpi Kling

Valio Oy, Helsinki

Työpaketissa pilotoitiin 3-NOP:ia sisältävää A-Rehun valmistamaa kivennäisseosta kevään 2023 aikana. Lisäksi joukossa oli yksi erillisruokintatila, jolle 3-NOP sekoitettiin pellettiin (luku 5). Pilotti alkoi liukuvasti tammikuun lopulla ja päättyi kesäkuun lopulla. Mukana oli 40 maitotilaa ja noin 3000 lehmää ja pilotin kesto kullakin tilalla oli noin 3 kk.

Tilojen käyttäjäkokemukset olivat positiiviset. 3-NOP-lisäys ei aiheuttanut tiloille lisätyötä eivätkä tilat havainneet 3-NOP:in käytön aiheuttaneen muutoksia lehmien käyttäytymisessä, hyvinvoinnissa, syönnissä tai maidontuotannossa.

Tilojen tuottama maitomäärä, koostumus ja laatu analysoitiin sekä ennen, pilotin aikana ja sen jälkeen. Samalta tarkastelujaksolta kerättiin maitodataa myös kahdelta referenssiryhmältä. Tuloksissa ei havaittu merkittäviä muutoksia pilottiryhmän ja referenssiryhmien välillä.

Pilotti kytkeytyi läheisesti työpakettiin, jossa selvitettiin maidontuottajien näkemyksiä. Sen tiimoilta tiloille lähetettiin kysely sekä ennen pilottia että pilotin jälkeen. Kysely kattoi käytännön asioita pilottiin liittyen ja kysymyksiä asenteesta ilmastonmuutoksen torjuntaan ruokinnallisilla keinoilla. Yksityiskohtaiset tulokset löytyvät luvusta 11.

Kirjallisuus

Kling, V., Heikkinen, M., Nousiainen, J. & Rinne, M. 2024. Piloting the use of methane reducing product 3-NOP on Finnish dairy farms. Maataloustieteen Päivät 2024. <https://journal.fi/smst/issue/view/10836/2204>. p. 88.

10. Kuluttajien suhtautuminen maidontuotannon metaaninvähentämiskeinoihin

Terhi Latvala¹ ja Virpi Kling²

¹ Luonnonvarakeskus, Helsinki

² Valio Oy, Helsinki

10.1. Kuluttajatutkimuksen menetelmät

Hankkeessa toteutettiin kaksiosainen kuluttajatutkimus. Ensimmäisessä tutkimuksessa käytettiin maksuhalukkuutta mittaavaa menetelmää, jossa kuluttajalle luodaan todellinen ostotilannetta vastaava valintatilanne ja selvitettiin matalapäästöisten tuotteiden ostohalukkuutta. Ennen kokeen alkua Valio testasi maksuhalukkuustutkimuksessa käytettävät kuluttajatekstit kyselyllä (7-9.12.2022/ Valio Consumer Insight / Cambri). Sen perusteella valittiin pakkauksen teksteihin eri vaihtoehdoista mm. maininnat ”uudenlainen ilmastoteko” ja pakkauksen sivutekstissä ”erikoisrehu”. Maksuhalukkuustutkimuksen kuluttajien rekrytoinnista (n=120) vastasi IRO Research ry. Kokeessa tutkittiin kuluttajien maksuhalukkuutta 10 erillisellä kokeella (kesto noin 45-60 min). Kokeessa osallistujille (n=8-12) kerrottiin lehmien ruokinnasta, metaanipäästöistä ja 3-NOP:n käytöstä ja sen vaikutuksesta metaanipäästöihin. Maksuhalukkuuskokeen lopussa arvottiin myyntituote (rasvaton maito) ja suurimman tarjouksen jättänyt vastaaja osti tuotteen toiseksi korkeimmalla tarjotulla hinnalla. Ostopäätös oli sitova, eli maitotuote ostettiin tilaisuudessa. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotteen myyntihinta tulee annettuna, samalla tavalla kuin tavanomaisessa ostotilanteessa. Lisäksi kokeeseen osallistujilta selvitettiin kyselyn avulla heidän taustatietonsa sekä asenteet ja odotukset nautakarjatuotannolle.

Toisessa vaiheessa tarkoituksena oli toteuttaa 3-NOP:lla tuotettu pilottituote, mutta heikkoon lisäarvotuotteiden markkinatilanteeseen perustuen tätä ei nähty sopivaksi ajankohdaksi. Korvaavana esitettiin kuluttajien ryhmähaastattelut. Aikavälillä 4.-11.6.2024 pidettiin kuusi ryhmäkeskustelua. Ryhmäkeskustelut toteutti Valion toimesta Pentagon Insight Oy hankkeen tutkimusryhmän antaman sisällön mukaisesti. Yhteensä 44 kuluttajaa osallistui keskusteluun.

10.2. Kuluttajien maksuhalukkuus -tulokset

”Uudenlainen ilmastoteko. Lehmiä ruokittu metaanipäästöjä vähentävällä erikoisrehulla.” maininta nosti kuluttajien maksuhalukkuutta tavanomaiseen rasvattomaan maitoon verrattuna 22,9 % (rasvattoman maidon (1 litra) keskiarvo 1,231 €, mediaani 1,150 [CI: 1,138–1,324]). Yleisesti lehmän ruokintaa koskevan tiedon lisääminen ja erikoisrehun metaanipäästöjen vähentäminen erikoisrehun avulla lisäsi edelleen keskimääräistä maksuhalukkuutta 3,09 % (keskiarvo 1,269 mediaani 1,200 [CL: 1,173–1,365]). Kolmannessa vaiheessa esitettiin 3-NOP:ia sisältävän rehun vähennyspotentiaaliksi 30 % metaanipäästöihin ja maidon hiilijalanjälkeen 10–15 % sekä 3-NOP-ainekosan vaikutusmekanismeja ja siitä tehtyjä tieteellisiä tutkimuksia (40 kpl yli 10 vuoden ajan). Maksuhalukkuus lisääntyi 2,680 % (keskiarvo 1.303, mediaani 1,200 [CL 1,207-1,399]).

Ryhmäkeskusteluissa esitettiin samat tekstit kuin maksuhalukkuuskokeessa. Uudenlaista ilmastotekoa pidettiin positiivisen asiana ja vihreä väri maitopurkissa herätti mielenkiinnon.

Teksti herätti myös jatkokysymyksiä siitä, kuinka merkittävä se vaikutus on ja väitteen tueksi kaivattiin tilastoja ja mittauksia. Lehmien terveys ja hyvinvointi pohditutti, pitävätkö lehmä rehusta ja tuleeko maitoon makueroja. Selvästi ilmaistiin tarve lisätiedolle erikoisrehun valmistuksesta.

Toisessa vaiheessa annettiin tietoa lehmän rehustuksesta ja se että lehmät pääasiassa röyhtäilevät metaanin oli uusi asia monelle. Metaanipäästöt maidon juonnista aiheuttavat osalle keskustelijoista syyllisyyttä. Ainesosan synty pohditutti ja kuka sen oli keksinyt, oliko Valion keksintö? Osa vastaajista piti maitotölkin kylkeen suunniteltua ruokinnasta kertovaa tekstiä hyödyllisenä.

”Valion lehmät syövät ympäri vuoden pääasiassa omalla tilalla kasvatettua nurmea. Koska nurmi kasvaa vain kesällä, säilötään sitä talvea varten lehmien ravinnoksi.”

Osa piti tekstiä lapsellisena, erityisesti ”nurmi kasvaa vain kesällä” osaa. Tämä rehustuksesta kertova osa myös johtaa joitakin kuluttajia harhaan, ja sai heidät pohtimaan, saavatko lehmät erikoisrehua myös kesällä, onko se luomua ja miten se eroaa normaalista säilörehuruokinnasta? Eläinten hyvinvointia ja maidon maun ennallaan pysymistä pidettiin tärkeinä mainintoina.

Osalle toisen vaiheen teksti vastasi jo heidän ensimmäisessä vaiheessaan esittämiin kysymyksiin, mutta osa kaipasi edelleen tietoa vaikutuksen prosenttimääristä. Vaikutus vähentäisi syyllisyyttä siitä, että käyttää maitotuotteita. Viestintään kaivattiin QR-koodia ja linkitystä faktasivuille, esimerkiksi ilmastoteko.fi -sivuille tai Valion sivuille.

Syventävän tekstin vaiheessa tieteellistä tekstiä pidettiin hyvänä, mutta silti toivottiin vielä selkeyttä 3-NOP:in vaikutuksista lehmien ja ihmisten terveyteen, erityisesti pitkällä aikavälillä. Osa piti mainittua 40 tieteellistä tutkimusta yli 10 vuoden ajalta riittävinä. Yleisesti mainittua 30 % vähennystä pidettiin merkittävänä, jopa yllättävän suurena. Vähennysprosentti haluttaisiin tietoon jo aikaisemmin, esimerkiksi pakkauksen kylkeen. Hiilijalanjätkivähennystä (10–15 %) pidettiin tutumpana ja sitä pystytään hahmottamaan paremmin. Ehdotettiin QR-koodeja pakkauksiin ja lisätietoa tehdyistä tutkimuksista viitteineen ja 3-NOP-aineosasta. Osa myönsi, että kerrottu tieto 3-NOP:ista oli heidän tietotasolleen liikaa. On tärkeää mainita maidon maun säilyminen ennallaan (tekstissä mainittiin ”maidon koostumus”). 3-NOP-maitotuotteita pitäisi saada laajemmin myös muihin maitotuotteisiin kuin rasvattomaan maitoon vaikuttavuuden lisäämiseksi. Kustannukset 3-NOP:in käytöstä ehdotettiin jaettavaksi kuluttajien, jalostajien ja mahdollisesti valtion kesken, mutta tuottajille lisäkustannuksia ei saisi syntyä maitotilojen heikon taloustilanteen takia.

10.3. Tutkimusten merkitys

IRMA-hankkeen kuluttajatutkimukset toivat lisäymmärrystä vastuullisuuteen liittyviin eri teemoihin. Ensimmäiset Cambrissä tehdyt kyselyt kertoivat, millaisilla viesteillä ja sanoituksilla kuluttajia voi lähestyä pakkauksissa. Maksuhalukkuutta tutkinut Vickreyn huutokauppa -tutkimus taas auttoi ymmärtämään, millaisella informaatiolla maksukiinnostusta voi (ainakin koetilanteessa) lisätä ja minkä verran. Lisäksi se oli Valion kuluttajatutkimustiimille uusi menetelmä, joten oppia tuli tässäkin mielessä.

Maksuhalukkuustulosten perusteella järjestetyt ryhmäkeskustelut päivittivät käsityksiämme siitä, millä tavalla ruoantuotannon ja erityisesti maitotuotteiden tuotannon vastuullisuudesta

keskustellaan tällä hetkellä. Uusia teemoja olivat kuluttajien ymmärrys liittyen metaanipäästöihin maidontuotannossa, ymmärrys kuluttajien tietotarpeista lehmien ruokinnasta sekä mitä tekijöitä kuluttajat liittivät maidon makuun, lehmien terveyteen ja hyvinvointiin.

Kokonaisuudessaan IRMA-hankkeen kuluttajatutkimukset antoivat työkaluja vastuullisuuden viestinnän suunnitteluun sekä ylipäänsä lisäymmärrystä siitä, miten kuluttajat suhtautuvat ruoantuotannon vastuullisuuskysymyksiin tällä hetkellä.

Kirjallisuus

Latvala, T., Heinola, K., Kling, V., Niemi, J. & Rinne, M. 2024. Kuluttajien maksuhalukkuus ilmastomyötäisestä maidontuotannosta. Maataloustieteen Päivät 2024.
https://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/Abstraktikirja%202024_Book%20of%20abstracts.pdf. p. 90.

11. Poliittikkakeinot maidontuotannon metaanipäästöjen vähentämiseksi

Jarkko K. Niemi¹, Amer Ait-Sidhoum¹, Virpi Kling² ja Timo Sipiläinen³

¹ Luonnonvarakeskus, Helsinki

² Valio Oy, Helsinki

³ Helsingin yliopisto, Helsinki

11.1. Tutkimuksen toteutus

Metaanintuotantoa vähentävän 3-NOP-lisäaineen pilottiin (ks. luku 9) osallistuneille maitotiloille lähetettiin kysely ennen pilotin alkua. Sama kysely lähetettiin myös lähes 2000:lle satunnaisesti valitulle muulle maitotilalle vuoden 2023 keväällä. Yhteensä kyselyyn vastasi 239 henkilöä. Luku sisältää pilottitilojen vastaajat. Kyselyllä kartoitettiin karjanomistajien suhtautumista, asenteita ja valmiutta ottaa käyttöön uusia ruokinnallisia keinoja metaanipäästöjen vähentämiseksi. Sama kysely toistettiin pilotin jälkeen pilottitiloille, jotta saatiin selville mahdolliset muutokset suhtautumisessa pilotin kokemusten jälkeen. Samalla vastaajilla oli mahdollisuus antaa palautetta pilotissa koetuista haasteista.

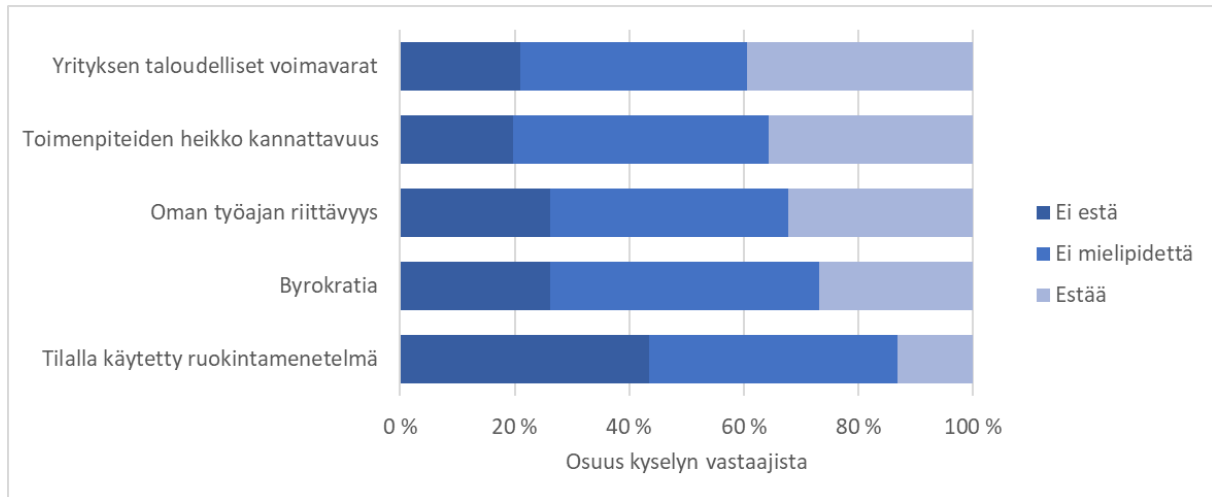
Keväällä 2024 maatilayrittäjille ja sidosryhmille järjestettiin erilliset työpajat, joissa käsiteltiin keinoja, joilla ilmastoviisaiden ruokintaratkaisujen käyttöä voitaisiin lisätä suomalaisilla nautatiloilla. Ennen työpajaa kartoitettiin, millaisia lisäaineisiin ja metaanipäästöjen vähennyksiin liittyviä poliittikkakeinoja Euroopan maissa on käytössä.

Rehun lisäaineen (3-NOP) vaikutusta maitotilayritysten talouteen tarkasteltiin maisterintutkielmassa, joka valmistui keväällä 2024 (Sallinen 2024). Tutkielman metaaninvähennysvasteet 3-NOP-ruokinnalle perustuivat Luken tekemiin kokeisiin, joihin kytkettiin yritystason taloudelliset tarkastelut mm. erilaisia hintaskenaarioita käyttäen.

Kyselyjen, työpajojen ja tutkielman perusteella laadittiin kesällä ja syksyllä 2024 poliittikkasuositukset siitä, miten eri keinoja voitaisiin hyödyntää maidontuotannon ilmastovaikutusten pienentämiseksi keskittyen päästöjä vähentäviin ruokinnallisiin ratkaisuihin. Nämä suositukset on esitetty tämän raportin luvussa 12.

11.2. Tulokset

Valtaosa kyselyyn vastanneista yrittäjistä suhtautui myönteisesti ilmastotoimiin, mutta edellytyksenä on pitkälti se, että niistä syntyvät lisäkustannukset korvataan yrittäjille. Yli kolmannes kyselyn vastaajista käytti tai aikoi käyttää metaanin tuotantoa vähentäviä rehulisäaineita. Muista kuin pilottitiloista lisäaineen käyttöä aikovia oli siten noin 20 %. Kyselyhetkellä 3-NOP:n tyyppiset rehun lisäaineet olivat vähän tunnettuja. Kokemusta rasvalisän käytöstä sen sijaan oli useammalla vastaajalla. Osa vastaajista koki taloudellisten tekijöiden estävän metaanipäästöjä vähentävän lisäaineen käytön tilallaan (kuva 11.1). Todennäköisyys käyttää rehun lisäainetta oli korkeampi, jos vastaajan taloudellinen tilanne oli hyvä tai jos hän luotti lisäainesten tehoon.



Kuva 11.1. Kyselyyn vastanneiden maitotilayrittäjien näkemyksiä siitä, estävätkö tietyt tekijät rehun lisäaineiden käyttöä.

Koska Luken kokeissa 3-NOP:lla saadut metaanivähennysprosentit olivat suomalaisella ruokinnalla alempia kuin esim. keskieuropalaisilla ruokinnoilla, saman metaanivähennyksen saavuttaminen oli taloudellisesti heikommin kannattavaa Suomessa. Koetulosten perusteella tehdyssä analyysissä havaittiin, että erillisruokinnassa metaanivähennyksen kustannus oli suurempi kuin seosrehuruokinnassa. Koska 3-NOP:n teho vähenee muutamassa tunnissa sen hajoessa pötsissä, esimerkiksi laiduntamisen yhteydessä vähennys jäänee pienemmäksi kuin sisäruokinnassa. Samasta syystä seosrehun sekoitustasaisuus voi käytännössä tilatasolla vaikuttaa saatuun päästövähennykseen. Lisäaineen hintataso näyttää olevan kytköksissä hiilen ETS-hintaan (päästökauppajärjestelmä). Lisäaineen tuotannon laajentuessa ja mahdollisten kilpailijoiden tullessa markkinoille lisäaineen hinnoittelukin saattaa muuttua.

Maitotilayrittäjien aikomusta ottaa käyttöön lisäaine nostaa luottamus siihen, että ympäristö- ja imagohyödyn lisäksi käyttö tuottaa taloudellista etua. Tämä edellyttäisi maidosta saatavaa lisähintaa tai päästövähennyksestä saatavaa korvausta esimerkiksi hiilikrediittien muodossa.

Vaikka 3-NOP:n tyyppisten rehun lisäaineiden käyttö onkin nopea metaanipäästöjä vähentävä keino, on oletettavaa, että ilman politiikkatoimia niiden käyttö ei yleisty nopeasti. Poliitiikan tulisi tukea toimia, jotka edistävät vähennyskeinojen käyttöönottoa markkinoihin liittyvä riski huomioiden. Kyselytulosten perusteella maitotilayrittäjät haluavat olla mukana muotoilemassa heihin kohdistuvaa ilmastopolitiikkaa. Hankkeen järjestämien työpajojen perusteella maitotilayrittäjät ja muut alan toimijat kannattavat kannustimia, mutta eivät halua esimerkiksi verotyyppisiä ohjauskeinoja, jotka ohjaavat voimakkaasti tiettyjen keinojen käyttöön. Sen sijaan markkinalähtöisiä ratkaisuja, mukaan lukien mahdollinen päästökauppa, pidettiin toivottavimpana vaihtoehtona lisäaineen käyttökustannusten rahoittamiseksi.

Päästöjen nopeassa vähentämisessä 3-NOP on lupaava keino. Lisäaineen käyttöön liittyy epävarmuutta, koska sen käytöllä voi olla negatiivinen yhteys kokonaissyönteihin ja siten maitotuotokseen. Kokonaispäästöjen vähentämisessä on kuitenkin hyödynnettävä kaikkia käytettävissä olevia keinoja niin peltoviljelyssä kuin kotieläintuotannossa. Pysyvää merkittävää päästövähennystä on saatu aikaan erityisesti eläinjalostuksen ja eläinten ruokinta- ja hoitokäytäntöjen edistymisen kautta. Näihin on syytä panostaa myös jatkossa.

12. Poliitikasuositukset ilmastoviisaiden ruokintaratkaisujen käyttöön kannustamiseksi

Jarkko K. Niemi¹, Amer Ait-Sidhoum¹, Virpi Kling² ja Timo Sipiläinen³

¹ Luonnonvarakeskus, Helsinki

² Valio Oy, Helsinki

³ Helsingin yliopisto, Helsinki

12.1. Suositukset tiivistettynä

Mistä on kyse?

Rehuntuotantoon, rehun ruoansulatuskanavassa tapahtuvaan käymiseen ja lannan käsittelyyn liittyvät päästöt aiheuttavat suuren osan kotieläintuotannon kasvihuonekaasupäästöistä. Viljelijät ovat valmiita hillitsemään ilmastomuutosta, mutta tämä ei saisi vaikuttaa heihin taloudellisesti epäedullisesti. Viljelijöille on tarjottava kannustimia, jotka ohjaavat nykyistä paremmin päästöjen vähentämiseen.

Suosituks

IRMA-hankkeen sidosryhmätyöpajojen ja kyselyiden avulla selvitettiin, miten kotieläinalaa voitaisiin rohkaista politiikan ja markkinoiden avulla ilmastoviisaiden ruokintaratkaisujen käyttöön. Hankkeessa tunnistettiin neljä politiikkasuositusta:

- Vahvistetaan markkinoiden valmiuksia arvostaa maitoalan metaanipäästövähennyksiä erityisesti yritysten välisen hiilidioksidikaupan avulla riippumatta siitä, myydäänkö päästövähennyksiä maitoalan arvoketjussa vai sen ulkopuolisille toimijoille.
- Julkinen tukijärjestelmä, jolla kannustetaan viljelijöitä ottamaan käyttöön vähäpäästöisempiä ruokintakäytäntöjä maatalouden ympäristö- ja ilmastotoimenpiteiden avulla.
- Ympäristökysymysten (ilmaston lämpenemisvaikutus, biologinen monimuotoisuus) huomioon ottaminen julkisissa hankinnoissa siten, että ne ohjaavat tarjoamaan ja hankkimaan vähäpäästöisiä maitotuotteita.
- Hiilidioksidiveroon perustuvien ratkaisujen käytön välttäminen kotieläintuotannossa.

12.2. Johdanto

Metaani on toiseksi merkittävin ihmisen toiminnan seurauksena vapautuva kasvihuonekaasu. Metaania syntyy, kun orgaaninen aines hajoaa hapettomissa olosuhteissa, kuten riisipelloilla, ihmisen pitämien tai luonnonvaraisten märehittijöiden suolistossa, kaatopaikoilla, luonnossa kosteikoilla, soilla tai pohjavesialueilla.

Maatalouden osuus koko Suomen kasvihuonekaasupäästöistä on noin 13 prosenttia. Eniten kasvihuonekaasuja vapautuu maaperästä ja kotieläinten ruoansulatuksessa, mutta myös lannankäsittely ja kalkitus aiheuttavat kasvihuonekaasupäästöjä. Pötsissä muodostuvan metaanin

osuus maitotilojen ilmastopäästöistä on noin puolet, joten metaanin vähentämiseksi kehitetyillä rehuratkaisuilla voidaan edistää maatalouden ilmastotavoitteita merkittävästikin.

Eduskunta on asettanut tavoitteeksi, että Suomi olisi hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Kansallisessa ilmasto- ja energiastrategiassa pyritäänkin siihen, että maataloussektori vähentää kasvihuonekaasupäästöjään merkittävästi lähivuosina. Myös Euroopan unionin New Green Deal ja Farm to Fork -strategiat tähtäävät kestävyuden parantamiseen.

Samaan aikaan tuotantopanostusten nousu korostaa entisestään maatalojen tulojen säilyttämisen tärkeyttä. Euroopan Unionin yhteisen maatalouspolitiikan (CAP) uudistuksessa yhdistetään nämä poliittiset tavoitteet ottamalla käyttöön uusi ympäristöystävällisen politiikan rakenne- ja ympäristöjärjestelmät. Poliitikoiden yhtenä tarkoituksena on parantaa toimenpiteiden koordinoitua.

Metaanipäästöt maitokiloa kohti ovat vähentyneet vuosien mittaan eläinten jalostuksessa, ruokinnassa ja hoidossa tapahtuneiden parannusten ansiosta. Metaanin muodostumista lehmien pötsissä voidaan kuitenkin edelleen vähentää esimerkiksi parantamalla ruokintaratkaisuja, jotka vaikuttavat ruokinnan intensiteettiin, ruokinnan terveysvaikutuksiin eläimille, rehun koostumukseen, rehun tehokkaaseen käyttöön, rehuhävikin minimointiin ja sellaisten rehun lisäaineiden käyttöön, jotka vähentävät metaanipäästöjä. Myös märehäjäiden ruokinnassa tärkeiden monivuotisten nurmikasvien viljely voi sitoa hiiltä maaperään.

Viljelijöitä on kannustettava käyttämään entistä parempia ruokintaratkaisuja ja niiden käytön esteitä on vähennettävä.

12.3. Rehun lisäaineet ja ruokintakeinot metaanipäästöjen vähentäjinä

Märehäjäiden rehun koostumuksen mukauttaminen, rehun lisäaineiden tai rasvojen lisääminen rehuun ja oikein suunnattu eläinjalostus voivat vähentää lypsylehmien metaanipäästöjä huomattavasti. Vuonna 2021 Euroopan komissio hyväksyi 3-nitro-oksypropanolin (3-NOP, kauppanimi Bovaer®) ensimmäiseksi lehmien rehun lisäaineeksi, joka vähentää metaanipäästöjä pötsissä. 3-NOP on synteettinen orgaaninen yhdiste, joka toimii hidastamalla metaanin muodostumisen viimeistä vaihetta katalysoivan entsyymin toimintaa ja vähentämällä siten metaania tuottavien mikrobien kasvua pötsissä.

Ulkomaisten tutkimusten mukaan 3-NOP voi vähentää lypsylehmien metaanipäästöjä 20-35 prosenttia vaikuttamatta maidontuotantoon. Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen (EFSA) mukaan 3-NOP-lisäaineen käyttö on turvallista lehmille ja kuluttajille, eikä se vaikuta tuotteiden laatuun. Suomessa IRMA-hankkeessa tehdyissä kokeissa lisäaineen vaikutus metaanipäästöihin on ollut noin 20 prosenttia. 3-NOP:n vaikutus lakkaa, kun lisäaine on hajonnut pötsissä, joten lehmille on syötettävä sitä rehun mukana jatkuvasti. IRMA-hankkeen tulokset vahvistivat, että 3-NOP vähentää metaanipäästöjä tehokkaammin seosrehuruokinnassa kuin erillisruokinnassa, jossa lisäaineen saanti rajoittuu väkirehunjakokertoihin. IRMA-hankkeen 40 kaupallisella tilalla toteuttamassa pilotissa todettiin, että 3-NOP:lla ei ollut vaikutusta maitotilojen tuotokseen, eikä lisäaineen käytössä havaittu käytännön ongelmia.

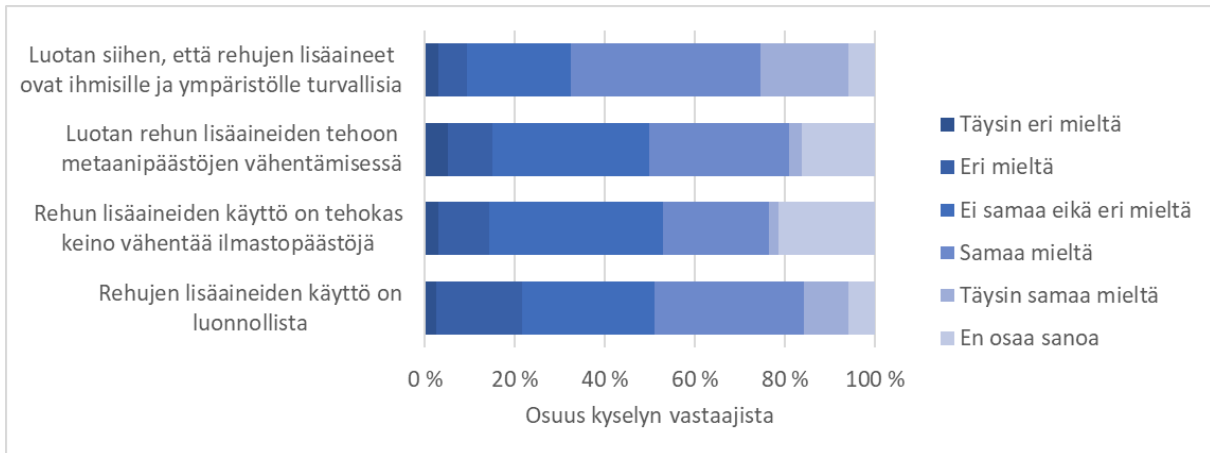
Ruokinnan intensiteettiä, rehujen hävikkiä ja ruokinnassa käytettäviä rehuja säättämällä sekä kiinnittämällä huomiota siihen, miten ja millaisia rehuja tuotetaan, voidaan vaikuttaa

maidontuotannon ilmastopäästöihin. Kasvipohjaisten rasvojen, esimerkiksi rypsiöljyn tai rypsi-pohjaisten rehuaineiden lisääminen lehmien rehuun vähentää lypsylehmien metaanipäästöjä. Suomalaisten kokeiden mukaan rypsiöljyn lisääminen rehuun voi vähentää metaanipäästöjä noin 10 %. Rasvalisä voi myös nostaa maitotuotosta ja maidon rasvapitoisuutta. Ruokinnan lisäksi myös muita keinoja (kuten eläinjalostus) pienentää maidontuotannon hiilijalanjälkeä on tarkasteltava.

12.4. Ilmastotoimia mahdollistavat tekijät ja esteet

IRMA-hankkeen tulosten mukaan useat näkökohdat ovat tärkeitä, kun viljelijät päättävät ilmastonmuutoksen hillitsemistoimista.

- Viljelijät tunnistavat ilmastokysymysten tärkeyden, mutta vain pieni osa katsoo, että ilmastonmuutoksen hillitseminen on pelkästään tuottajan vastuulla.
- Viljelijät ovat huolissaan siitä, että metaanin erityistä vähentävien rehun lisäaineiden käyttö voi nostaa tuotantokustannuksia. Selkeiden taloudellisten hyötyjen puuttuminen ja maatalouden heikko kannattavuus haittaavat lisäaineiden käyttöönottoa (kuvat 11.1 ja 12.1). Myös lisäaineiden valmistajien markkinavoima huolestuttaa. Lisäksi käytännön haasteet, kuten rajoitukset, jotka koskevat 3-NOP:n (3-nitrooksypropanoli, kauppanimeltään Bovaer®) käyttöä nuorille eläimille, ja mahdolliset kielteiset vaikutukset eläinten tuottavuuteen ovat viljelijöille tärkeitä.
- Valmius ottaa käyttöön vähäpäästöisempiä käytäntöjä lisääntyy viljelijän koulutustason noustessa. Moni viljelijä kokee, että tukea ja koulutusta ilmastoystävällisten käytäntöjen tehokkaaseen toteuttamiseen ei ole riittävästi. Naiset suhtautuvat miehiä kielteisemmin rehun lisäaineisiin.
- Nykyinen politiikka luo epävarmuutta, ja viljelijät vaativat johdonmukaisempia ja pitkäjänteisiä säännöksiä, jotka vastaavat maatalouden käytännön tarpeita. Viljelijät haluavat päättää itse, miten päästöjä vähennetään, ja haluavat olla mukana valmistelemassa politiikkaa.
- Vaikka markkinapohjaiset ratkaisut, kuten päästökauppa, ovat houkuttelevia, niihin liittyy riskejä ja epävarmuustekijöitä. Tämä korostaa tarvetta lähestymistapaan, jossa julkisen tukitoimet ja markkinamekanismit ohjaavat kehitystä samaan suuntaan.
- Kuluttajille suunnattuun viestintään on kiinnitettävä huomiota. Kuluttajien tietämystä on lisättävä helposti ymmärrettävien tosiasioiden pohjalta.



Kuva 12.1. Suomalaisen maidontuottajien näkemyksiä rehun lisäaineista keinona vähentää ilmastopäästöjä IRMA-hankkeessa tehdyn kyselyn mukaan.

12.5. Miten politiikkatoimenpiteillä voidaan kannustaa viljelijöitä vähentämään päästöjä?

Taloudellisessa toiminnassa voi olla ulkoisvaikutuksia, joita yritys tai muu päätöksentekijä ei ota huomioon, koska ne eivät vaikuta päätöksentekijään tai hänen organisaatioonsa. Esimerkiksi ympäristöpäästöistä aiheutuvat haitat voivat olla ulkoisvaikutuksia. Maidontuotannon kannattavuus rajoittaa viljelijöiden mahdollisuuksia ottaa käyttöön kestävämpiä tuotantomenetelmiä, vaikka useimmat viljelijät suhtautuvat niihin myönteisesti. Siksi on epätodennäköistä, että viljelijät ottaisivat laajamittaisesti käyttöön kustannuksia lisääviä tuotantomenetelmiä, mikäli niiden käyttöön ei tarjota erityisiä kannustimia. Tässä luvussa esittelemme neljä kannustinvaihtoehtoa: markkinapohjaiset ratkaisut, valtiontuki, julkisia hankintoja koskevat suositukset ja verotukselliset keinot tai verotus.

Politiikka (eng. policy) tarkoittaa toimintatapaa jossain asiassa. Poliitiikan on kannustettava toimiin, joilla ilmastonmuutosta voidaan hillitä tehokkaasti ja vaikuttavasti. Poliitiikan on otettava huomioon hallinnolliset näkökohdat, kuten seuranta-, raportointi- ja todentamistarpeet, jotka vaikuttavat valitun politiikan yhteiskunnalle tuomaan lisäarvoon. Esimerkiksi maatalous- ja elintarvikealan yritysten suuri lukumäärä ja pieni keskikoko voivat lisätä hallinnollista taakkaa. Lisäksi politiikan on otettava huomioon hiilivuodon mahdollisuus. Hiilivuodossa muiden alueiden viljelijät saavat kilpailuetua, jos he voivat toimia ilman politiikkatoimenpiteiden aiheuttamia kustannuksia, ja tämä voi aiheuttaa tuotannon siirtymistä alueille, joissa tuotantostandardit ovat muita alueita heikommat.

12.6. Suositus 1: Markkinapohjaiset ratkaisut

Markkinapohjaisia ratkaisuja käyttämällä ympäristöhaittojen kustannukset voidaan sisällyttää tuotteiden hintoihin ja niillä voidaan ohjata viljelijöiden valintoja. Taustalla on ajatus siitä, että viljelijälle korvataan maidontuotannon päästövähennysten arvo. Tämä voidaan tehdä maksamalla ilmastoviisaasti tuotetusta maidosta lisähintaa, korvaamalla tilalle päästövähennystoimenpiteiden aiheuttamat ylimääräiset kustannukset tai tarjoamalla kyseiset tuotantopanokset maksutta ("insetting") tai kompensoimalla tilalle päästövähennysten sisällyttäminen

toimitusketjuun tai maksamalla tilalle sen saavuttamista päästövähennyksistä (päästökauppa, "offsetting").

Toteutusvaihtoehdot

- Maidon lisähinta: Maidon, jonka päästökuormaa on vähennetty, tuottajahintaa nostetaan, jotta viljelijöille aiheutuvat lisäkustannukset voidaan korvata osittain tai kokonaan. Lisähinta kerätään kuluttajamarkkinoilta, joten hintalisän suuruus riippuu kuluttajien halukkuudesta maksaa vähähiilisestä maidosta ja meijerien ja kaupan kyvystä markkinoida vähähiilisiä tuotteita. Lisähinta saattaa edellyttää vähähiilisen maidon erilliskeräilyä tiloilta ja erilläänpitoa meijerissä, mikä aiheuttaa kuljetus- ja maidonkäsittelykustannuksia. Meijereillä voi olla erilaisia laatuvaatimuksia maidolle, ja viljelijöille maksettava lisähinta voi olla epävarma.
- Toimenpiteen kustannusten kompensointi (insetting): Alkutuotannon vähennyksiä käytetään maidon arvoketjun päästövähennyksinä (Scope 3 -lähestymistapa teollisuudelle). Viljelijöiden on noudatettava sovittua ruokintasuunnitelmaa, jossa käytetään erityisiä rehun lisäaineita. Meijeri huolehtii päästövähennysten todentamisesta, tuotantoprosessin seurannasta sekä rehun lisäaineen ostamisesta ja toimittamisesta tiloille, jolloin tilalle aiheutuu vain työkustannuksia. Massaperusteisen päästölaskennan käyttö vähentää vaihdantakustannuksia, eikä erilliskeräystä tarvita. Viljelijät saavat lisäkannustimen vastuullisuuslisän muodossa.
- Saavutetusta päästövähennyksestä maksaminen (offsetting): Tilan saavuttamia päästövähennyksiä myydään päästökaupassa ja sillä kompensoidaan teollisuuden päästöjä. Viljelijät vastaavat 3-NOP:n hankintakustannuksista ja käytöstä ja myyvät päästövähennykset asiakkailleen. Päästökaupan periaatteista on sovittava poliittisella tasolla. Tämän vaihtoehdon toteuttaminen edellyttää, että päästövähennykset ovat helposti mitattavissa esimerkiksi yleisesti hyväksytyjen päästökertoimien avulla, todennettavissa ja että päästövähennysten rahallinen arvo on suurempi kuin lisäaineen käytöstä ja päästöjen myynnistä aiheutuva kustannus.

12.7. Suositus 2: Julkiset hankinnat

Julkisia organisaatioita ja joukkoruokailua suositellaan käyttämään kestävämmiin tuotettuihin maitotuotteisiin ja siten lisäämään näiden tuotteiden kysyntää. Tämä luo lisäarvoa vähähiiliselle maidolle ja kannustaa sen tuottamiseen. MOTIVAa ja yrityksiä suositellaan sisällyttämään maitotuotteiden hankintasuositukseen ilmastonmuutoksen hillitseminen.

Toteutus ja vaikuttavuus

Noin puolet suomalaisista syö päivittäin lounaan kodin ulkopuolella ja yhteensä päivässä syödään noin kaksi miljoonaa julkisten suurtalouksien valmistamaa ateriaa. Ruokapalveluiden valinnoilla voidaan vaikuttaa päästöihin nopeasti ja merkittävästi. Valtioneuvoston periaatepäätöksessä edellytetään, että julkisten hankkijoiden tulee ottaa hinnan lisäksi huomioon vastuullisuus julkisia elintarvikehankintoja kilpailuttaessaan. Myös kansallinen hankintalaki kannustaa ja mahdollistaa ympäristö- ja sosiaalisten näkökohtien sisällyttämisen julkisiin hankintoihin. Nykyisissä MOTIVA:n maitotuotteita koskevista suosituksista ei kuitenkaan ole erityisiä kriteerejä, joilla edistettäisiin vähäpäästöisten maitotuotteiden hankintaa.

Päivitetty hankintasuositukset mahdollistaisivat vähäpäästöisten ja runsaspäästöisten maitotuotteiden erottelun, ja niillä voisi olla huomattava vaikutus, koska julkisten ateriapalvelujen volyyymi on suuri. Myös yksityisten ateriapalvelujen suositellaan noudattavan samankaltaisia kriteerejä ja suosivan vähäpäästöisiä maitotuotteita.

12.8. Suositus 3: Taloudellinen tuki

Valtion tuki, joka kattaa kustannukset ilmastopäästöjä vähentävän toimenpiteen kustannukset, kannustaa toimenpiteen käyttöön maidontuotannossa. Maidontuotannon päästöjen vähentäminen auttaa saavuttamaan Suomen kansalliset kasvihuonekaasupäästötavoitteet. Litra- tai lehmäkohtainen tuki voisi kattaa ylimääräiset tuotantokustannukset ja vähentää taloudellisiin seurauksiin liittyvää epävarmuutta.

Toteutusvaihtoehdot

- Litra-kohtainen tuki on viljelijöiden suosima vaihtoehto. Hintatuen käyttö ei kuitenkaan ole nykyisen EU:n yhteisen maatalouspolitiikan (CAP) mukaista.
- Lehmäkohtainen tuki, kuten ympäristötuki, on vähemmän suora kannustin, mutta se on hintatukea paremmin linjassa CAP:n kanssa. Tuet voivat lisätä hallinnollista taakkaa. Viljelijät odottavat paitsi saavansa korvauksen vaivannäöstään, myös saavansa lisäkorvauksen tuotannon laadusta. Esimerkiksi Belgiassa on lihanaudoille eläintä ja päivää kohti maksettava tuki, joka korvaa kustannusten nousun osittain.

12.9. Suositus 4: Päästömaksut ja -verot

Joissain maissa on harkittu lehmäkohtaisen päästöveron käyttöönottoa. Mikäli päästömaksu noudattaa saastuttaja maksaa -periaatetta, veroa voidaan laskea, jos tilalla käytetään tuotantotapaa, joka vähentää päästöjä. Sidosryhmät eivät kannata päästöveroa.

Toteutus

Jotkut maat, esimerkiksi Tanska vuoden 2025 alusta, ovat ottaneet käyttöön uusia veropohjaisia kannustimia kotieläintuotannon ilmastovaikutusten vähentämiseksi. Joissain maissa, kuten Uudessa-Seelannissa, puolestaan on päätetty luopua kotieläintuotannon päästöverosta.

IRMA-hankkeen tulosten mukaan viljelijät ja sidosryhmät vastustavat veropohjaisia ratkaisuja. Sidosryhmät suosivat vapaaehtoisia toimenpiteitä. Päästövero voi siirtää kulutusta myös edullisempiin ja ilmastoa enemmän kuormittaviin tuontituotteisiin. Veron hallinnollinen taakka voi olla pienempi kuin tuen. Vaikka hiilidioksidivero ei olekaan Suomen maataloudelle mieluinen vaihtoehto, maatalouden ympäristöpolitiikassa olisi kiinnitettävä enemmän huomiota siihen, miten viljelijöille voitaisiin tarjota vahvempia kannustimia kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi. Esimerkiksi:

- Rehujen verotuksen erilaistaminen siten, että runsaasti päästöjä aiheuttaville rehuille (esim. niille, jotka eivät sisällä metaania vähentävää rehun lisäainetta) on lisävero.
- Päästövero eläinyksikköä kohti.
- Kompensaatiomekanismi ja veroratkaisu: Päästövero lisää viljelijöiden kustannuksia ja vähentää tuottoa, ellei samanaikaisesti oteta käyttöön kompensaatiomekanismeja

(esim. tuki, lisähinta, päästöjen kompensointi). Esimerkiksi Tanskassa on tehty poliittinen päätös ottaa asteittain käyttöön hiilipäästömaksu, joka on 300 Tanskan kruunua lehmää kohti ja joka nousee 750 kruunuun vuoteen 2035 mennessä. Tila voi saada jopa 60 prosentin suuruisen verovähennyksen, jos se vähentää päästöjään esimerkiksi käyttämällä lehmien ruokinnassa metaanin eritystä vähentävää rehun lisäainetta.

12.10. Muita näkökohtia

Ilmastohaasteeseen vastaaminen vaatii työkalupakkia, josta voidaan valita kulloinkin sopivat keinot. Markkinoiden kysynnästä syntyvät, markkinoilla hinnoitellut keinot ovat tärkeitä, koska silloin myös kustannukset, joita ei ole aiemmin sisällytetty tuotteen hintaan, alkavat vaikuttaa yritysten tuotantopäätöksiin. Tarvitaankin keskustelua ja tutkimusta siitä, mitkä ovat tehokkaita teknisiä, taloudellisia ja poliittisia keinoja vähentää maidontuotannon ympäristövaikutuksia. Tässä yhteydessä tärkeitä näkökohtia ovat ainakin ruokintaratkaisut, rehuntuotanto ja eläinten jalostus rehuhyötysuhteen parantamiseksi. Pitkällä aikavälillä kustannustehokas vaihtoehto on investoida eläinten jalostukseen, koska se voi sekä lisätä maidontuotannon taloudellista kilpailukykyä että vähentää metaanipäästöjä. Rehun lisäaineet edellyttävät jatkuvaa tuotantopanosten hankintaa, eivätkä ne siksi paranna kustannuskilpailukykyä.

Keinojen käyttöönoton kannalta on tärkeää, että viljelijöiden ja muiden tahojen kannustimet käyttää keinoja ja kuluttajien suhtautuminen keinoihin otetaan huomioon. Myös maatalouden yleinen kannattavuus voi vaikuttaa viljelijöiden kiinnostukseen ottaa käyttöön metaanipäästöjä vähentäviä käytäntöjä. Viljelijöille on tärkeää, että he saavat osallistua prosessiin, jossa politiikkaa valmistellaan.

Metaanin vähentämisen yksikkökustannukset lisäainetta käyttämällä saattavat olla Suomessa korkeammat. Tarvitaan lisätutkimuksia vaikutusten selvittämiseksi ja tulosten syntetisöimiseksi nurmirehuruokinnan näkökulmasta.

Kirjallisuus

Ait-Sidhoum, A., Sipiläinen, T., Kling, V. & Niemi, J.K. 2024. Dairy farmers' perceptions on nutritional measures reducing greenhouse gas emissions in Finnish milk production. NJF REACH Conference 2024, 8-9.10.2024. Lithuania. Abstract and presentation.

Niemi J. 2024. Rehun lisäaineilla maidon metaanipäästöistä viidennes pois. Käytännön Maamies 73(5): 22–25.

Niemi, J., Ait-Sidhoum, A., Kling, V. & Sipiläinen, T. 2024. Finnish dairy farmers' motivations to adopt low climate impact feeding practices. Maataloustieteen Päivät 2024. https://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/Abstraktikirja%202024_Book%20of%20abstracts.pdf. p. 119.

Sallinen, A. 2024. 3-NOP-lisäaineen metaanipäästövähennysten taloudellinen arvo ja sen käytettävyys suomalaisilla maitotiloilla. Maatalousekonomian maisterintutkielma. Taloustieteen osasto. Helsingin yliopisto. <https://helda.helsinki.fi/items/1770215d-ae69-4cba-89e4-aebea42c39b7>

- Huhtanen, P. 2024. Thirty years of intensive research to reduce methane emissions – what has been achieved? Proceedings of the 12th Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden. Nordic Feed Science Conference. 18.-19.6.2024. SLU Reports from Department of Applied Animal Science and Welfare, no. 3: 38–44. https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/thv/konferenser/nfsc2024/nfsc_2024_240626em.pdf
- Maigaard, M., Weisbjerg, M.R., Johansen, M., Walker, N., Ohlsson, C. & Lund, P. 2024. effects of dietary fat, nitrate, and 3-nitrooxypropanol and their combinations on methane emission, feed intake, and milk production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 107: 220–241. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23420>
- MOTIVA 2023. Guide for the Responsible Procurement of Food – Recommendations for requirements and evaluation criteria. 6/2023 Motiva Oy. https://www.motiva.fi/julkisen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/elintarvikkeet/kriteerit
- Trinomics. 2023. Pricing agricultural emissions and rewarding climate action in the agri-food value chain. DOI 10.2834/200



**Löydät meidät
verkosta**

luke.fi



Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki