



3-NOP vähensi lehmien metaanintuotantoa suomalaisissa tutkimuksissa

vanhempi yliopistonlehtori Tuomo Kokkonen
Helsingin yliopisto, maataloustieteiden osasto

Ilmastoviisaat ruokintaratkaisut Suomen maidontuotannossa

IRMA





Tausta ja tavoitteet

- Ulkomaisten tutkimusten mukaan 3-nitro-oksipropanoli (3-NOP; kauppanimi Bovaer®) vähentää tehokkaasti lypsylehmien metaanipäästöjä; keskimäärin 30 % vähennys
- 3-NOP ns. entsyymiblokkeri, joka estää pötsin metaanisynteesin viimeisen reaktion.
- 3-NOP-rehulisäaineen vaikutusta lypsylehmien metaanin tuotantoon on tutkittu runsaasti, mutta tutkimukset on suoritettu pääasiassa maissisäilörehua sisältävillä ruokinnoilla
- Suuressa osassa aikaisempia tutkimuksia 3-NOP ei ole vaikuttanut lehmien rehun syöntiin ja maitotuotokseen
- Muutamissa viimeaikaisissa tutkimuksissa 3-NOP on jonkin verran vähentänyt syöntiä ja maitotuotosta, kun karkearehu on sisältänyt nurmisäilörehua



Tausta ja tavoitteet

- 3-NOP säilyy aktiivisena pötsissä noin kahden tunnin ajan
- Lehmän on saatava 3-NOP:ia rehusta jatkuvasti täyden metaanin vähennyspotentiaalin saavuttamiseksi
- Jatkuva saanti toteutuu seosrehuruokinnassa, mutta ei erillisruokinnassa
- Hankkeen ruokintakokeiden tavoitteet:
 - 3-NOP:in metaanin vähennyspotentiaalin määrittäminen suomalaisella lypsylehmien ruokintatyypillä
 - 3-NOP-ruokinnan vaikutuksen määrittäminen Suomessa edelleen yleisessä erillisruokinnassa



Karkearehuruokinnan koostumuksen vaikutus 3-NOP:n metaanin vähennyspotentiaaliin

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



- 3-NOP:n vaikutusta metaanin tuotantoon on tutkittu pääasiassa maissisäilörehua sisältävillä ruokinnoilla
- 3-NOP:n kyky vähentää metaanin tuotantoa voi olla pienempi runsaasti kuitua sisältävillä ruokinnoilla
- Maissisäilörehu edelleen harvinaista lypsylehmien ruokinnassa Suomessa; kokoviljasäilörehu lähinnä vastaava vaihtoehto
- Kokoviljasäilörehun tärkkelys- ja kuitupitoisuus lähellä maissisäilörehua
- Ruokintakoe Helsingin yliopiston Viikin tutkimusnavetassa; 20 lehmää
- Metaanin tuotannon mittaus lypsyrobotin yhteyteen asennetulla Greenfeed-järjestelmällä



Karkearehuruokinnan koostumuksen vaikutus 3-NOP:n metaanin vähennyspotentiaaliin

- Kokeessa 3 jaksoa, joilla karkearehuna:
 1. ohrakokoviljasäilörehu + nurmisäilörehu (50:50)
 2. nurmisäilöhua
 3. ohrakokoviljasäilörehu + nurmisäilörehu (50:50)
- Puolet lehmistä sai koko kokeen ajan kontrolliruokintaa ja puolet 3-NOP-rehulisäainetta sisältävää ruokintaa
- 3-NOP kivennäisrehussa, seosrehun väkirehukomponenttina
- Osittainen seosrehuruokinta; seosrehun lisäksi 4 – 4,5 kg/pv teollista väkirehua lypsyrobotilta
- Toteutunut ruokinnan 3-NOP-pitoisuus 64 mg/kg ka



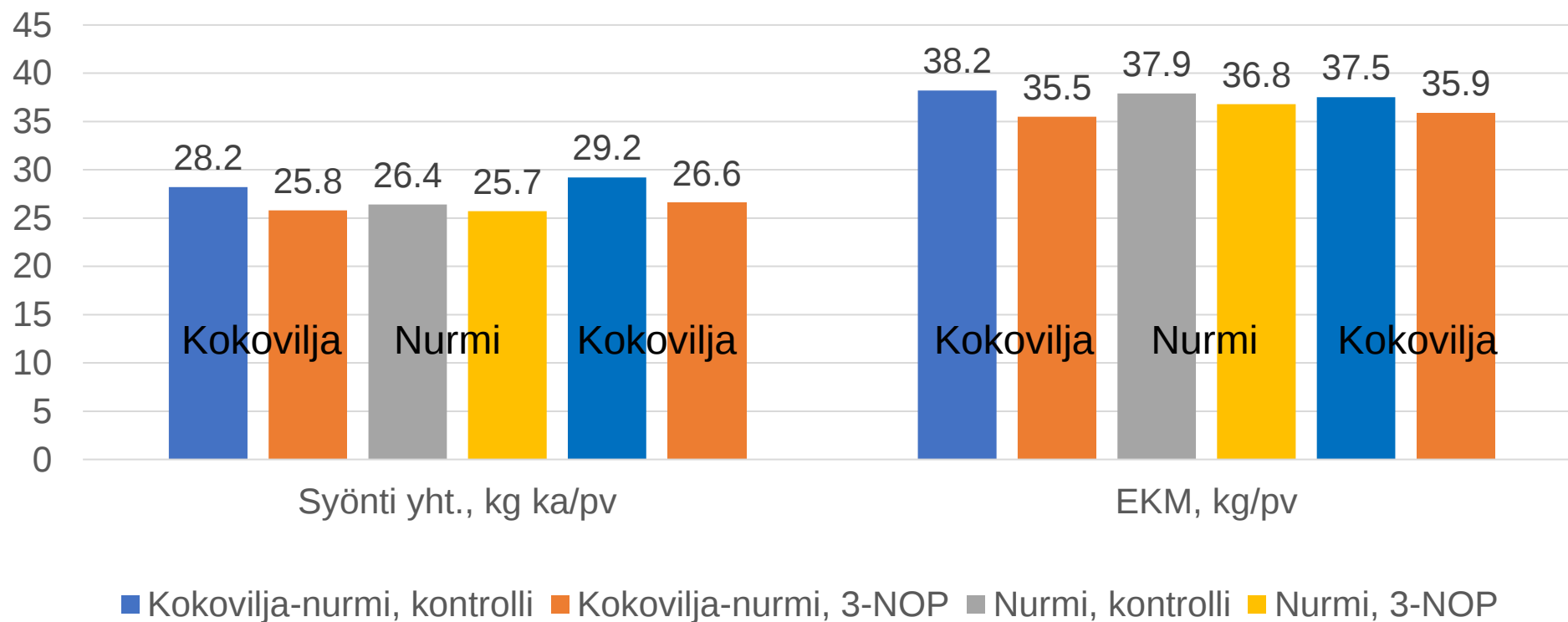
3-NOP:n vaikutus syöntiin ja maitotuotokseen

3-NOP vaikutus, syönti:

- Kokovilja: -2,5 kg ka/pv (-9 %)
- Nurmi: -0,7 kg ka/pv (-3 %)

3-NOP vaikutus, EKM:

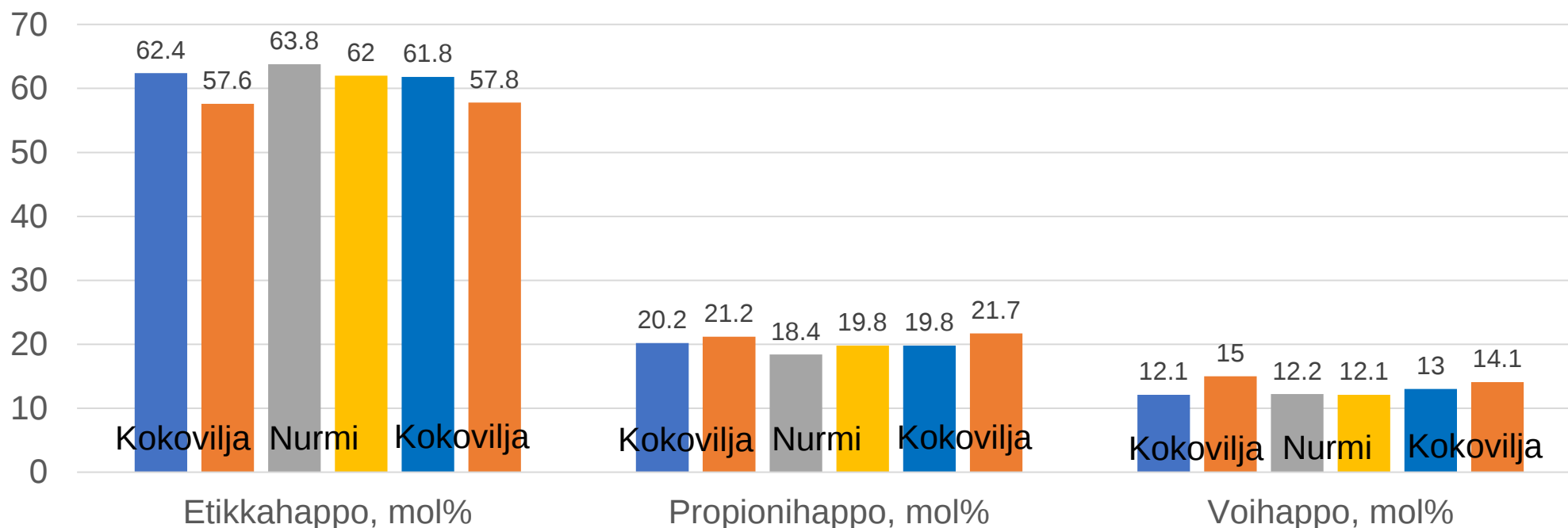
- Kokovilja: -2,2 kg/pv (-6 %)
- Nurmi: -1,1 kg/pv (-3 %)



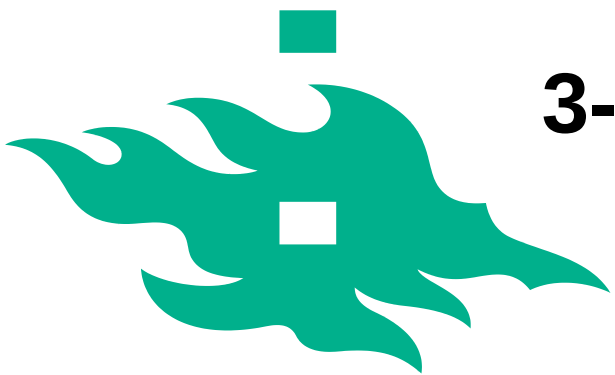


Kokoviljasäilörehun ja 3-NOP:n vaikutus pötsikäymiseen

- Kokoviljasäilörehu vähensi etikkahapon ja lisäsi propionihapon osuutta
- 3-NOP vahvisti tätä muutosta



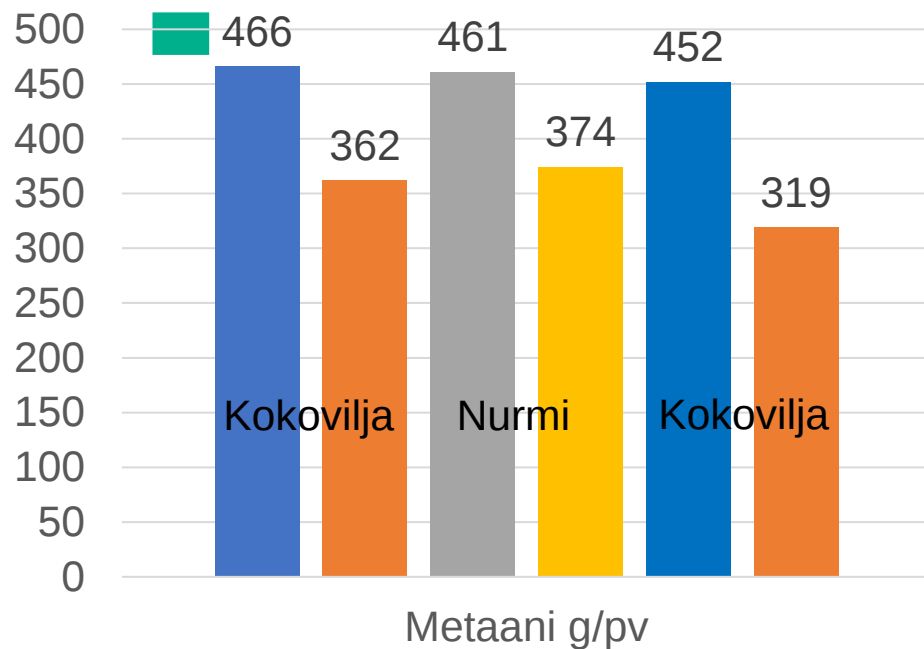
■ Kokovilja-nurmi, kontrolli ■ Kokovilja-nurmi, 3-NOP ■ Nurmi, kontrolli ■ Nurmi, 3-NOP



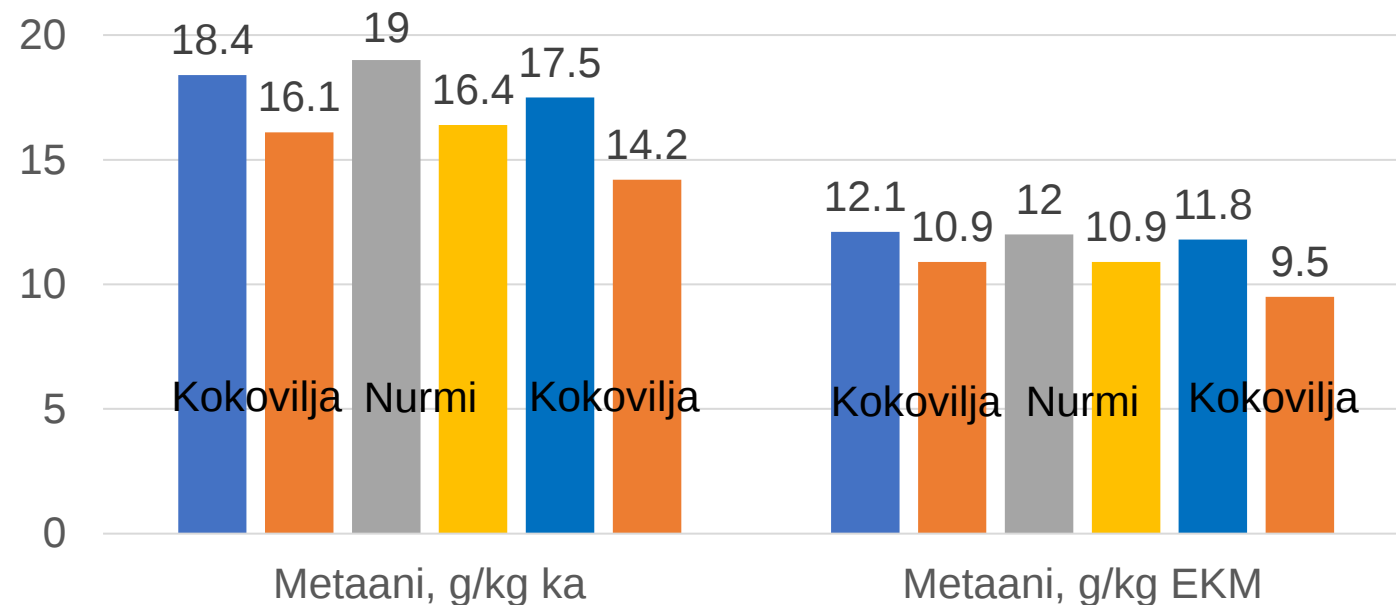
3-NOP:n vaikutus metaanin tuotantoon

3-NOP vaikutus, metaani (g/pv):

- Kokovilja: -119 g/pv (-26 %)
- Nurmi: -87 g/pv (-19 %)



- Kokovilja-nurmi, kontrolli
- Kokovilja-nurmi, 3-NOP
- Nurmi, kontrolli
- Nurmi, 3-NOP



- Kokovilja-nurmi, kontrolli
- Kokovilja-nurmi, 3-NOP
- Nurmi, kontrolli
- Nurmi, 3-NOP



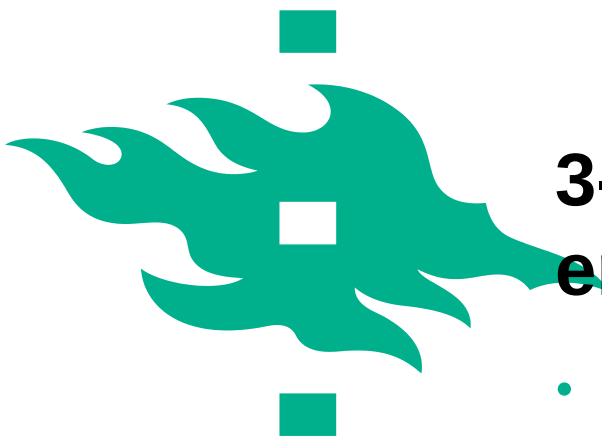
3-NOP:n vaikutus metaanintuotantoon erillisruokinnassa



Jenni Vattulainen, Sari Kajava, Milja Heikkinen,
Marketta Rinne, Auvo Sairanen

J. Vattulainen, S. Kajava, M. Heikkinen, M. Rinne and A. Sairanen. 2024. The effect of pelleted concentrate containing 3-NOP on methane emissions of dairy cows using separate vs. total mixed ration feeding. Proc. Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden 18-19 June 2024. pp. 55-58. DOI: <https://doi.org/10.54612/a.4h6nuvh43i>.

- Erillisruokinnassa on puolet Suomen karjoista
- Erillisruokinnassa voidaan käyttää rakeistettua teollista väkirehua, johon 3-NOP on lisätty
- Väkirehun mukana jaettavan lisäaineen jakokerrat jäävät harvoiksi, 3-4 krt/pv
- Luke Maaningalla tehdyssä ruokintakokeessa verrattiin eri 3-NOP jakotapojen vaikutusta pötsin metaanintuotantoon
- Jaksokoe, jossa jaksojen pituus oli 13 pv
- Metaanin tuotannon mittaaminen Greenfeed-väkirehukioskillalla



3-NOP:n vaikutus metaanintuotantoon erillisruokinnassa

- | <u>Jakso</u> | <u>Käsittely</u> |
|--------------|---|
| 1. | Kontrolliruokinta tavanomaisella seosrehuruokinnalla (TMR) |
| 2. | 3-NOP lisäainetta sisältävä seosrehuruokinta (TMR + 3-NOP) |
| 3. | 3-NOP lisäainetta sisältävä erillisruokinta (Erill + 3-NOP) |
| 4. | 3-NOP lisäainetta sisältävä seosrehuruokinta (TMR + 3-NOP) |
- Kaikilla jaksoilla käytettiin samaa rakeistettua teollista väkirehua, jossa ainoana muuttuvana komponenttina oli 3-NOP
 - Seosrehussa 25 % väkirehua; loppuosa väkirehusta lypsyrobotilta ja väkirehukioskeilta
 - Toteutunut 3-NOP-pitoisuus dieetissä oli seosrehujaksoilla 76 mg/kg ka ja erillisruokintajaksolla 67 mg/kg ka
 - Erillisruokinnassa keskimäärin 4,3 väkirehun (3-NOP) jakokertaa / vrk



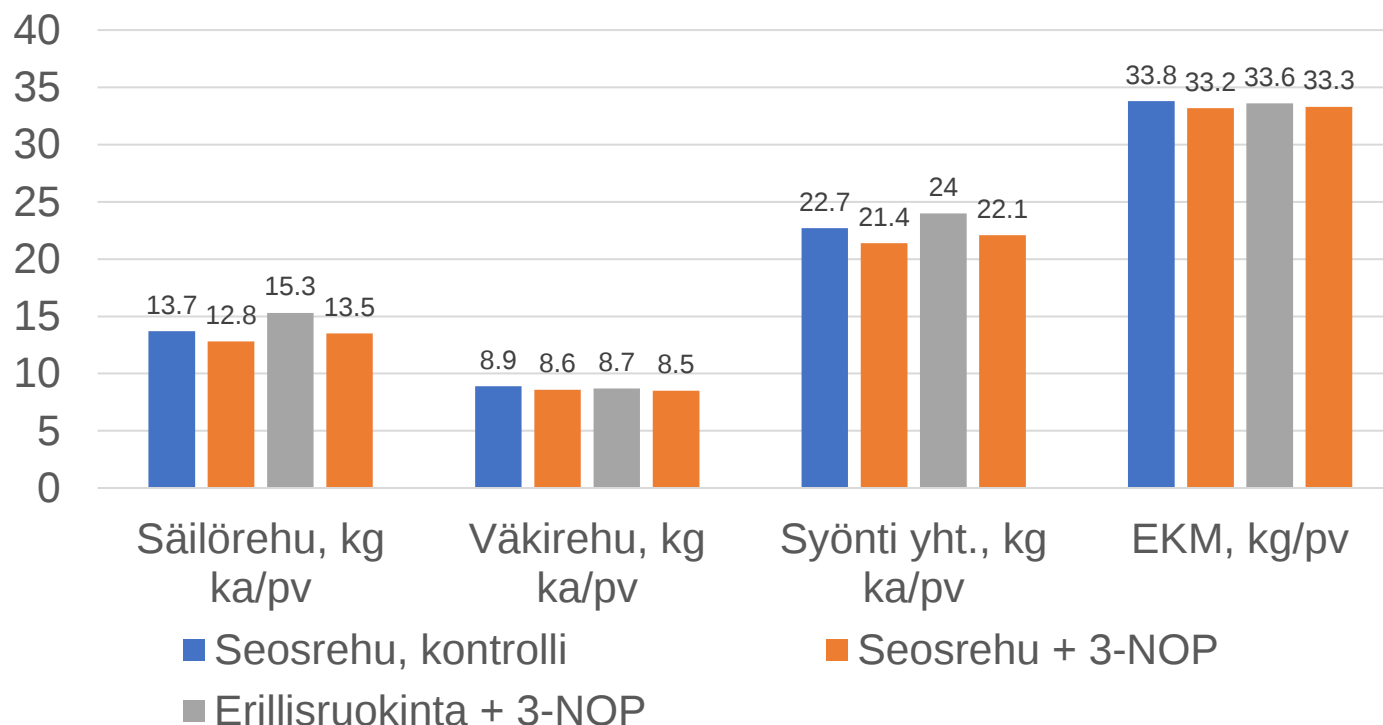
3-NOP:n vaikutus syöntiin ja maitotuotokseen

3-NOP vaikutus

seosrehuruokinnassa:

- Syönti -1,2 kg ka/pv (-5 %)
- EKM ei vaikutusta

Säilörehun syönti lisääntyi
erillisruokinnassa 2,2 kg ka/pv

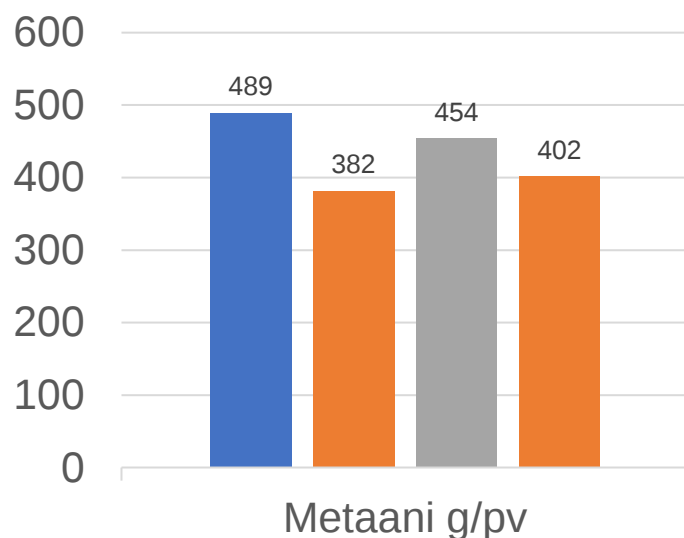




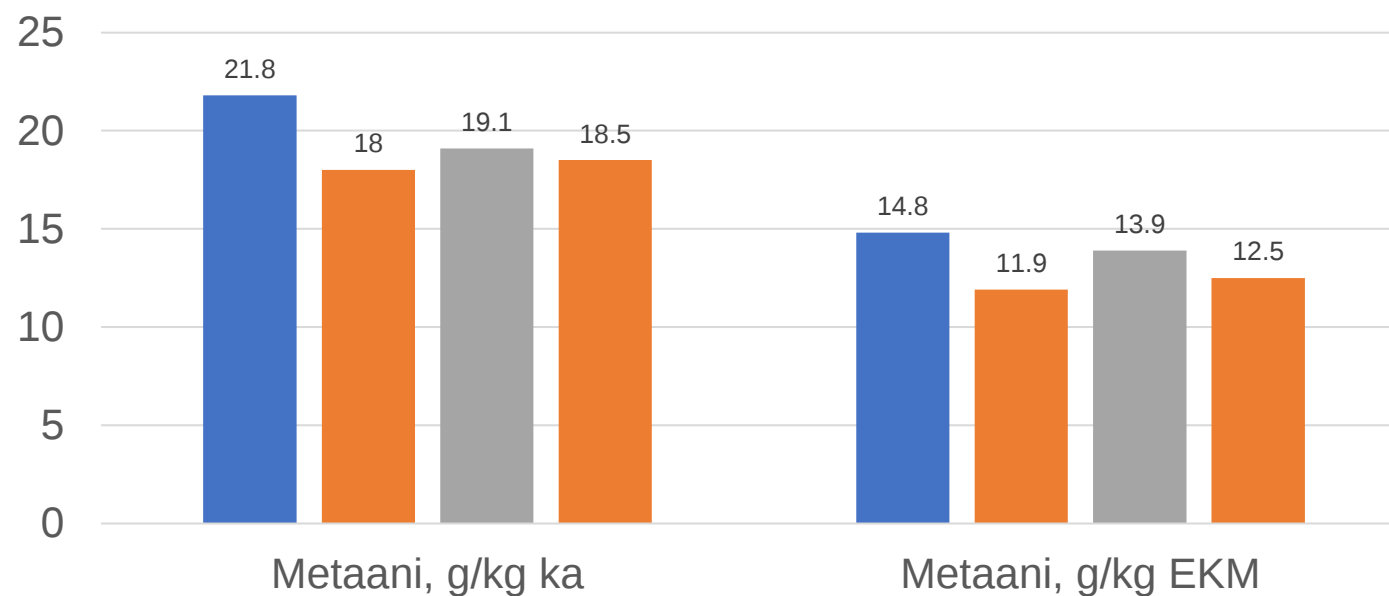
3-NOP:n vaikutus metaanin tuotantoon

Metaanin tuotannon vähennys (g/pv):

- Seosrehuruokinnassa: -21 % (-97 g/pv)
- Erillisruokinnassa: -7 % (-35 g/pv)



■ Seosrehu, kontrolli
■ Seosrehu + 3-NOP
■ Erillisruokinta + 3-NOP



■ Seosrehu, kontrolli
■ Seosrehu + 3-NOP
■ Erillisruokinta + 3-NOP



3-NOP:n vaikutus metaanintuotantoon seosrehu- ja erillisruokinnassa

Jenni Vattulainen, Nisola Ayanfe, Ilma Tapio,
Marketta Rinne, Alireza Bayat

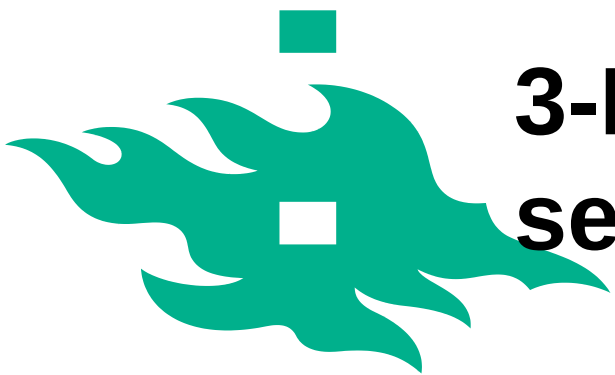
- **Luke Jokioinen**
- Jaksokoe, 4x4 latinalainen neliö
- Jaksojen pituus 4 viikkoa
- Neljä tuotoskauden keskivaiheessa olevaa lehmää
- Tavoiteltu 3-NOP-pitoisuus 65 mg/kg ka
- Metaanin mittaussuoritusmetodeissa

Koeruokinnat:

- **Erillisruokinta, kontrolli (Sep-0)**
- **Erillisruokinta, 3-NOP (Sep-NOP)**
- **Seosrehu, kontrolli (TMR-0)**
- **Seosrehu, 3-NOP (TMR-NOP)**

J. Vattulainen, I. Tapio, N. Ayanfe, M. Rinne and A.R. Bayat. 2024. 3-NOP reduces methane emissions more when used in total mixed ration than in separate feeding. Proc. Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden 18-19 June 2024.. pp. 51-54. DOI: <https://doi.org/10.54612/a.4h6nuvh43i>.

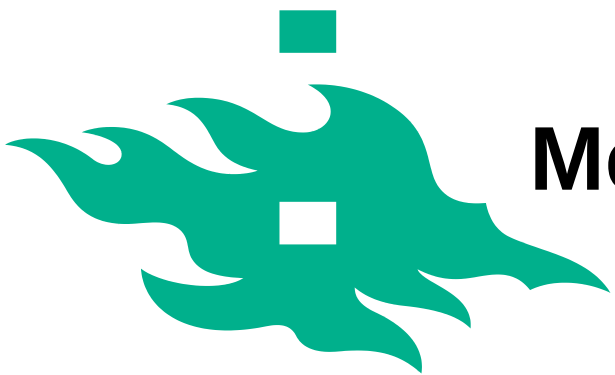




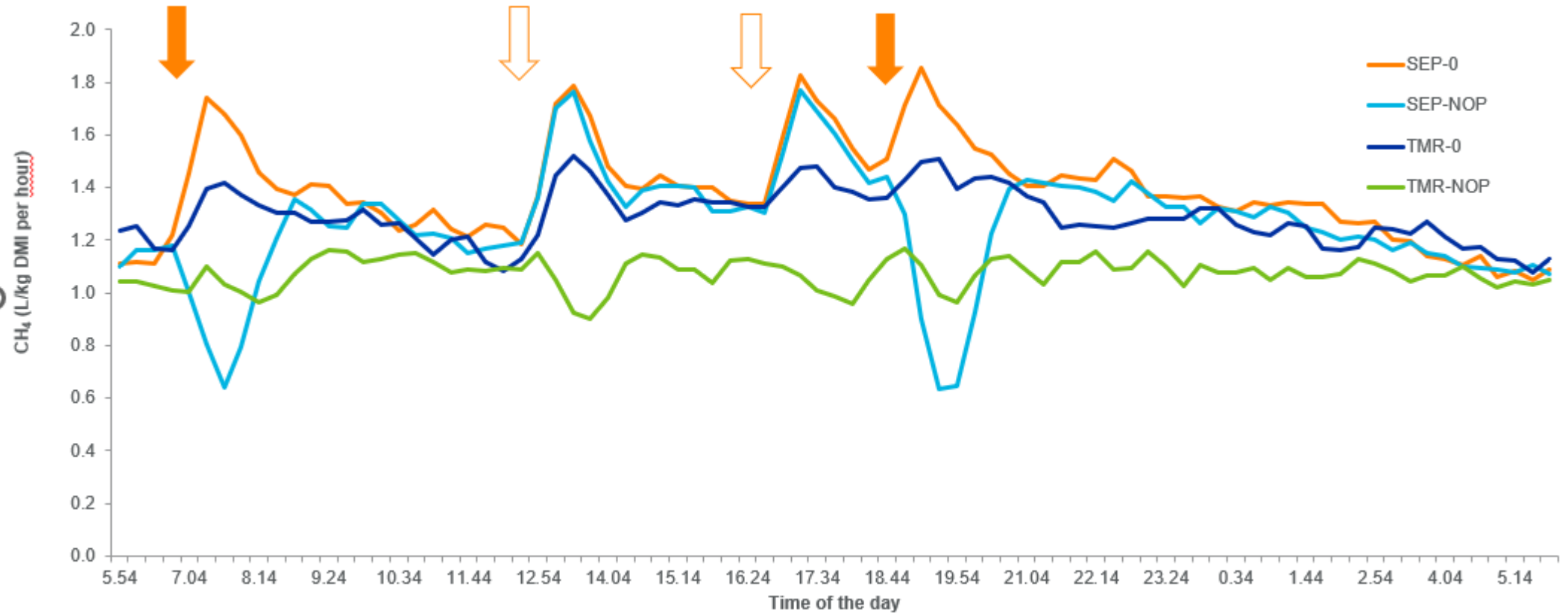
3-NOP:n vaikutus metaanintuotantoon seosrehu- ja erillisruokinnassa

- Ruokintojen karkearehu-väkirehusuhde: 65:35 (kuiva-aineessa)
- 3-NOP lisättiin jauheena suoraan seosrehuun tai erillisruokinnan väkirehuun
- Ruokinta 4 krt/pv (7:00, 13:00, 17:00 ja 19:00)
- Erillisruokinnassa 3-NOP:ia sisältävä väkirehu ruokittiin 2 krt/pv (7:00 ja 19:00)





Metaanin tuotannon vuorokausivaihtelu

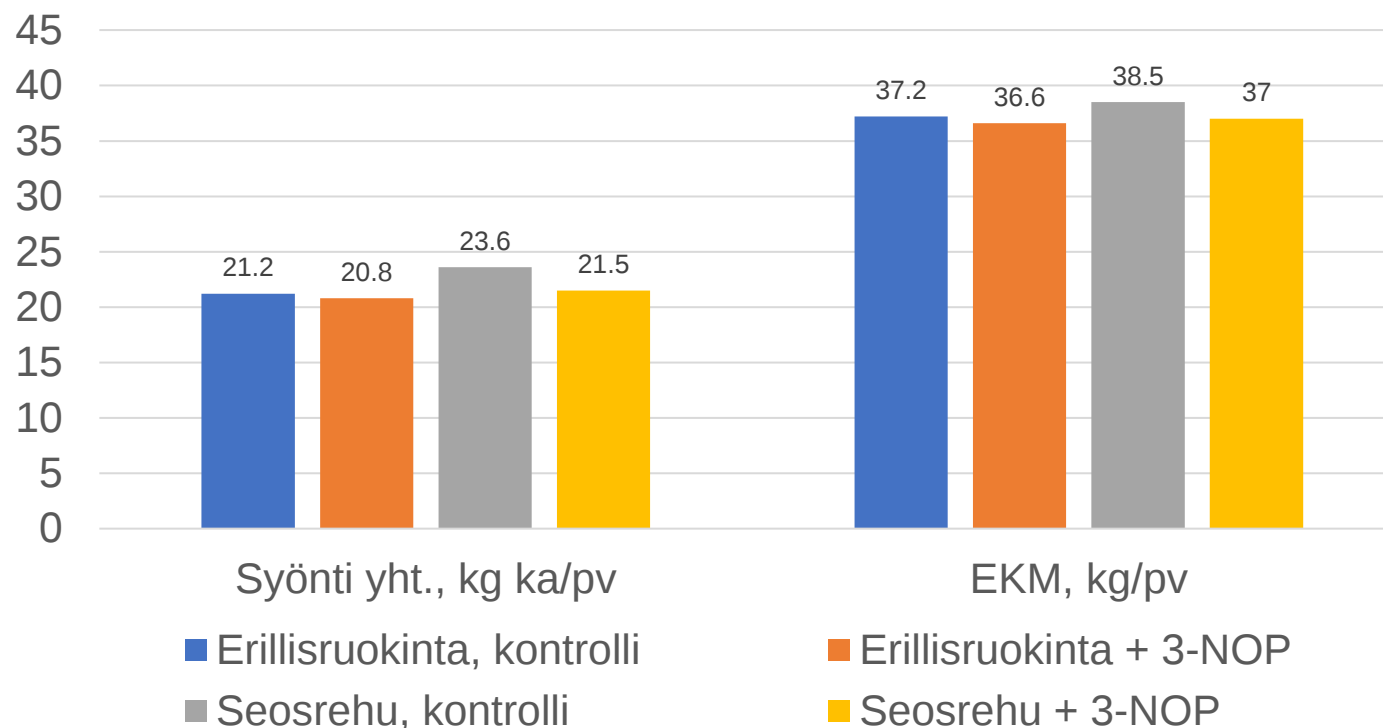




3-NOP:n vaikutus syöntiin ja maitotuotokseen

3-NOP vaikutus:

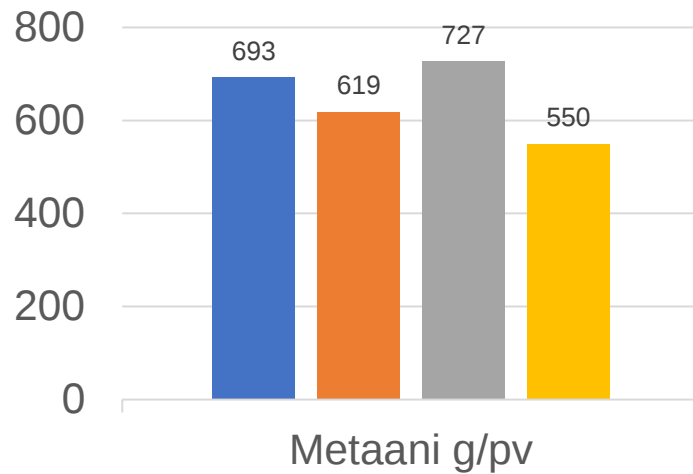
- Syönti -1,2 kg ka/pv (-5 %)
- EKM ei vaikutusta



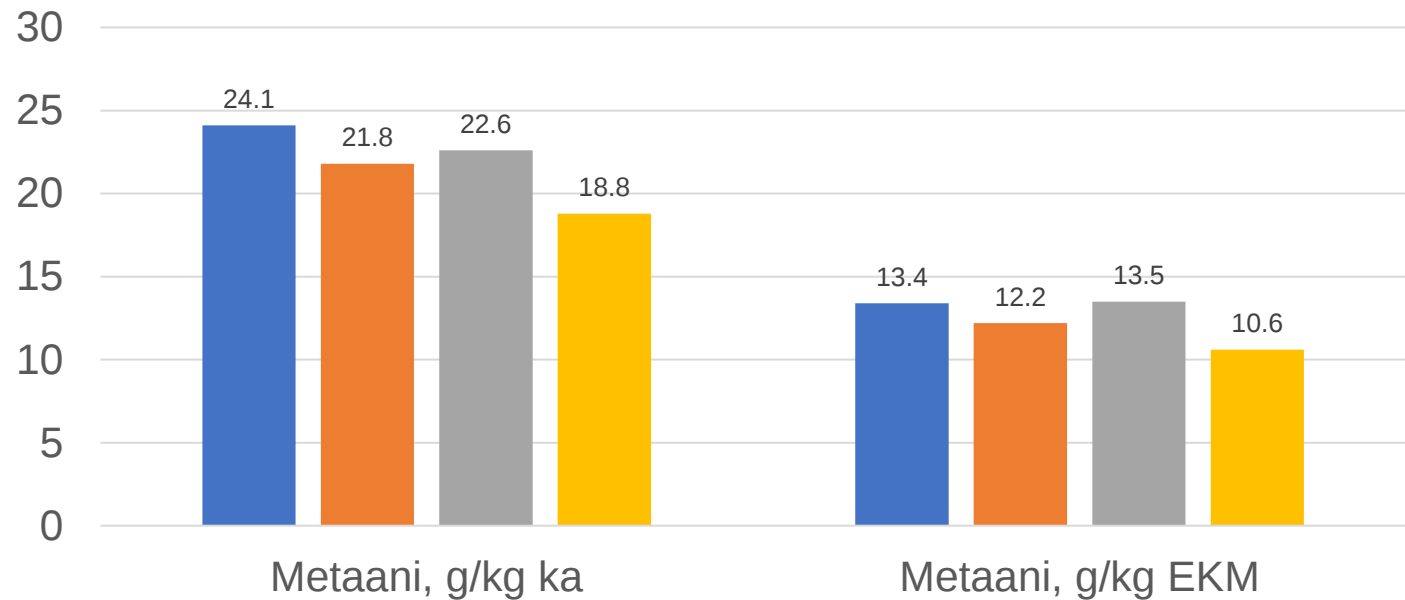
3-NOP:n vaikutus metaanin tuotantoon

Metaanin tuotannon vähennys (g/pv):

- Seosrehuruokinnassa: -24 % (-177 g/pv)
- Erillisruokinnassa: -11 % (-74 g/pv)



- Erillisruokinta, kontrolli
- Erillisruokinta + 3-NOP
- Seosrehu, kontrolli
- Seosrehu + 3-NOP



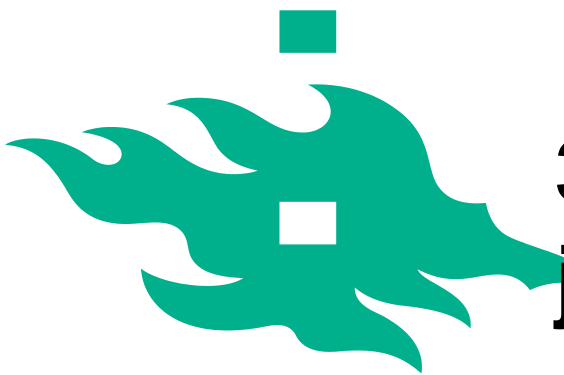
- Erillisruokinta, kontrolli
- Seosrehu, kontrolli

- Erillisruokinta + 3-NOP
- Seosrehu + 3-NOP



Karkearehun ja ruokintatavan vaikutus 3-NOP:lla saatuun metaanin tuotannon vähennykseen

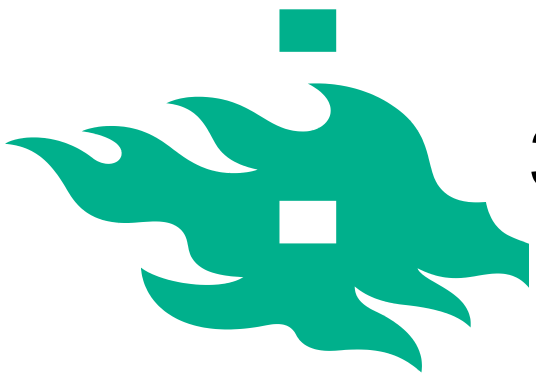
		Metaani, g/pv	Metaani, %	Metaani, g/kg EKM
Karkearehun vaikutus				
nurmi		-87	-19	-1.1
kokovilja		-119	-26	-1.8
Ruokintatavan vaikutus				
Maaninka				
seosrehu		-97	-21	-3.2
erillisruokinta		-35	-7	-0.9
Jokioinen				
seosrehu		-177	-24	-2.9
erillisruokinta		-74	-11	-1.2



3-NOP ja karkearehuruokinta, johtopäätökset



- 3-NOP vähensi metaanin tuotantoa tehokkaasti molemmilla karkearehuilla
- Vaikutus oli suurempi silloin, kun karkearehuna oli nurmi- ja ohrakokoviljasäilörehun seos (-26 %) kuin nurmisäilörehu (-19 %)
- Suurempi metaanin tuotannon vähennys (g/pv) kokoviljaa sisältävillä ruokinnoilla selittyy suurelta osin syönnin vähentymisellä
- Syönnin vähentymisen syynä mahdollisesti pötsikäymisen muutokset
 - Vedyn kertyminen pötsiin? Propionihapon osuuden lisääntyminen?



3-NOP ja erillisruokinta, johtopäätökset

- Seosrehuruokinnassa 3-NOP:n metaanituotantoa vähentävä vaikutus (21–24 %) jäi kirjallisuudessa esitettyä pienemmäksi (keskimäärin 30 %)
- Erillisruokinnassa lisääineen teho oli seosrehuruokintaa pienempi (7–11 %)
- Erillisruokinnassa 3-NOP:in metaanin tuotantoa vähentävä vaikutus pötsissä kestää noin kaksi tuntia
- Tulosten perusteella 3-NOP vähentää metaanintuotantoa myös erillisruokinnassa, mutta vaikutuksen laimeuden vuoksi mahdollinen 3-NOP:n käyttö kannattaa ohjata seosrehutiloille.

