



VIISAS
TYPPI-
KIERTO

ViiMa

Lypsylehmien valkuaisruokinnan yksilövasteita vaikea todentaa – karjatason valkuaisruokinnan tarkastelu tärkeämpää

Tommi Karhula, Auvo Sairanen ja Sari Kajava

9.1.2026



Kirsi Järvenranta/Luke



Euroopan unionin
osarahoittama

Valkuaisruokinnan vaste heikentynyt & Yksilöruokinnan mahdollisuus

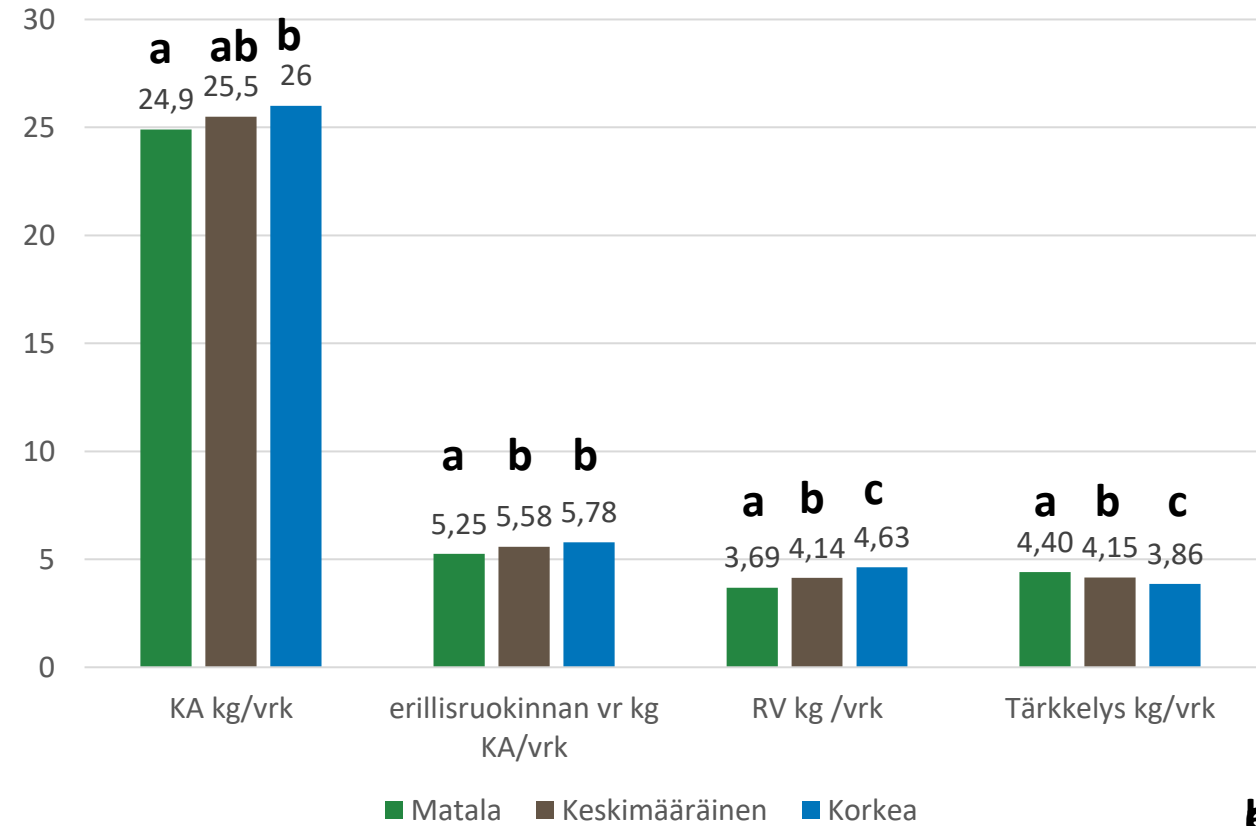
- Luke Maaningalla 2024 tehty ruokintakoe oli osa Valkuaisviisas maidontuotanto (Viima) –hanketta
- Valkuaisrehujen vaste heikentynyt viimeaikaisissa kokeissa (esim. Pitkänen ym. (2023), Kuoppala ym. (2021))
 - 104:n rypsi-ruokinnan aineisto vuosilta 1999-2024 vahvisti trendin
 - Aineisto: väh. 2 valkuais-astea, ero saatu aikaan vain rypsi-alku-ruokalla
 - Vasteen heikentyminen voidaan esittää johtuvan mikrobi-alku-ruokaisen tuotannon tehostumisesta korkeatuotoksisien lehmien suuren KA-syönnin takia (Broderick ym. 2010)
 - Useamman tason annos-vaste -kokeita tehty harvoin
 - Hypoteesi: valkuaisen tuotosvaste on **käyräviivainen**
- Voiko yksilöruokinnalla parantaa valkuaisen hyväksikäyttöä?
 - Aikaisempien tuloksien mukaan voi (Liu ja Van de Haar 2020)
 - Voidaanko erot lehmien välillä määrittää luotettavasti?
 - Hypoteesi: Lehmien välillä on **toistettavia** eroja

Tutkimus

- 18 lehmää (112 ± 47 pv maidossa, 40.0 ± 5.67 kg EKM) ja viisi 17 vrk jaksoa
- Vapaa robottilypsy (Delaval VMS 300)
- Matala, keskimääräinen ja korkea OIV:n pitoisuus: 89.1, 93.6 ja 98.0 g/kg KA
 - Rypsiä robotilla 0; 1.58 ja 3.24 kg KA
- Switch back –koeasetelma
 - Lehmä vuorotteli joko
 - Matalan ja keskimääräisen
 - TAI matalan ja korkean valkuaispitoisuuden välillä
 - $Y = \text{ruokinta} + \text{jakso} + \text{blokki} + \text{lehmän satunnaisvaikutus} + \text{jäännösvaihtelu}$
 - Yksilövastemallissa satunnaismuuttujat > tarkoituksena testata kuinka suuren osan vaihtelusta **eläin** selittää

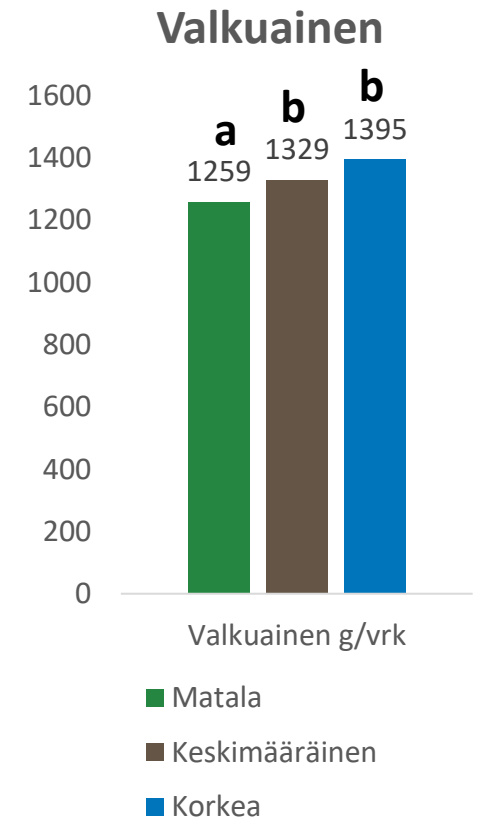
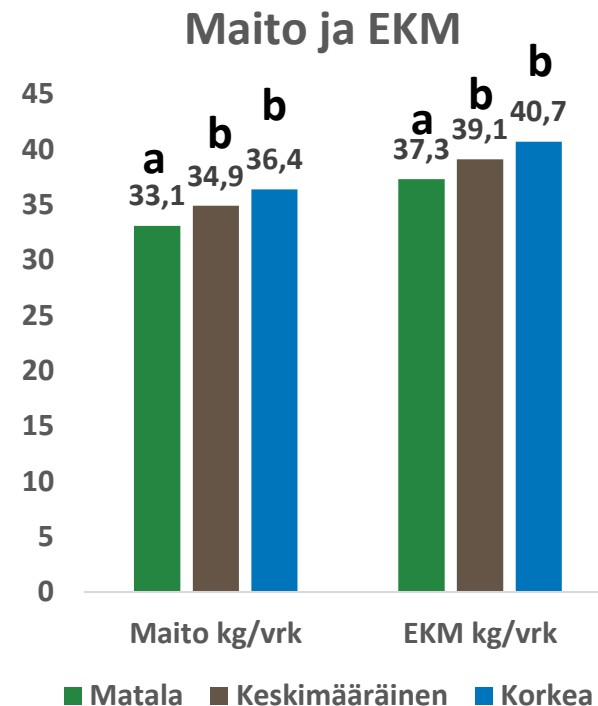
Syöinti

- Syöinti lisääntyi
 - Puolet syönnin lisästä oli erillisruokinnan väkirehua



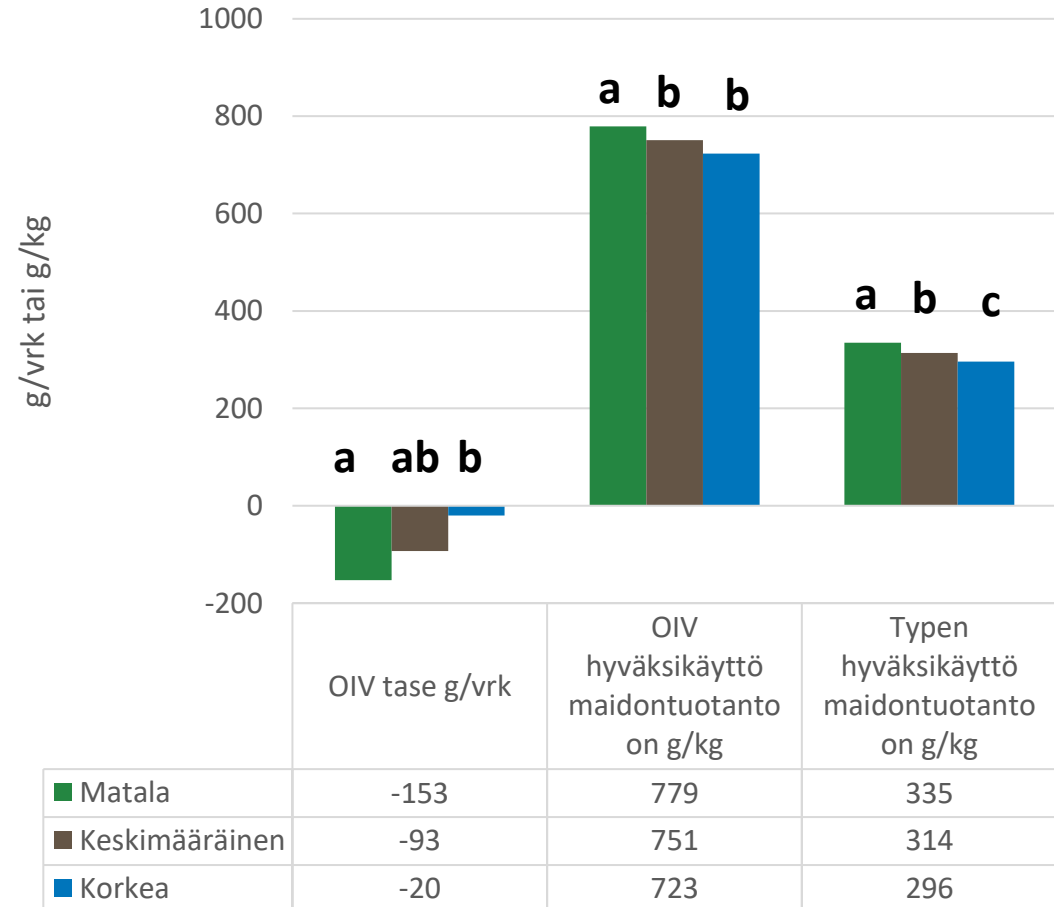
Tuotokset

- Maito, EKM, valkuais-, rasva- ja laktoosituotos lisääntyivät lineaarisesti
 - Mutta parivertailujen mukaan keskimääräisen ja korkean dieetin välillä eroja ei ollut



Ravintoaineiden hyväksikäyttö

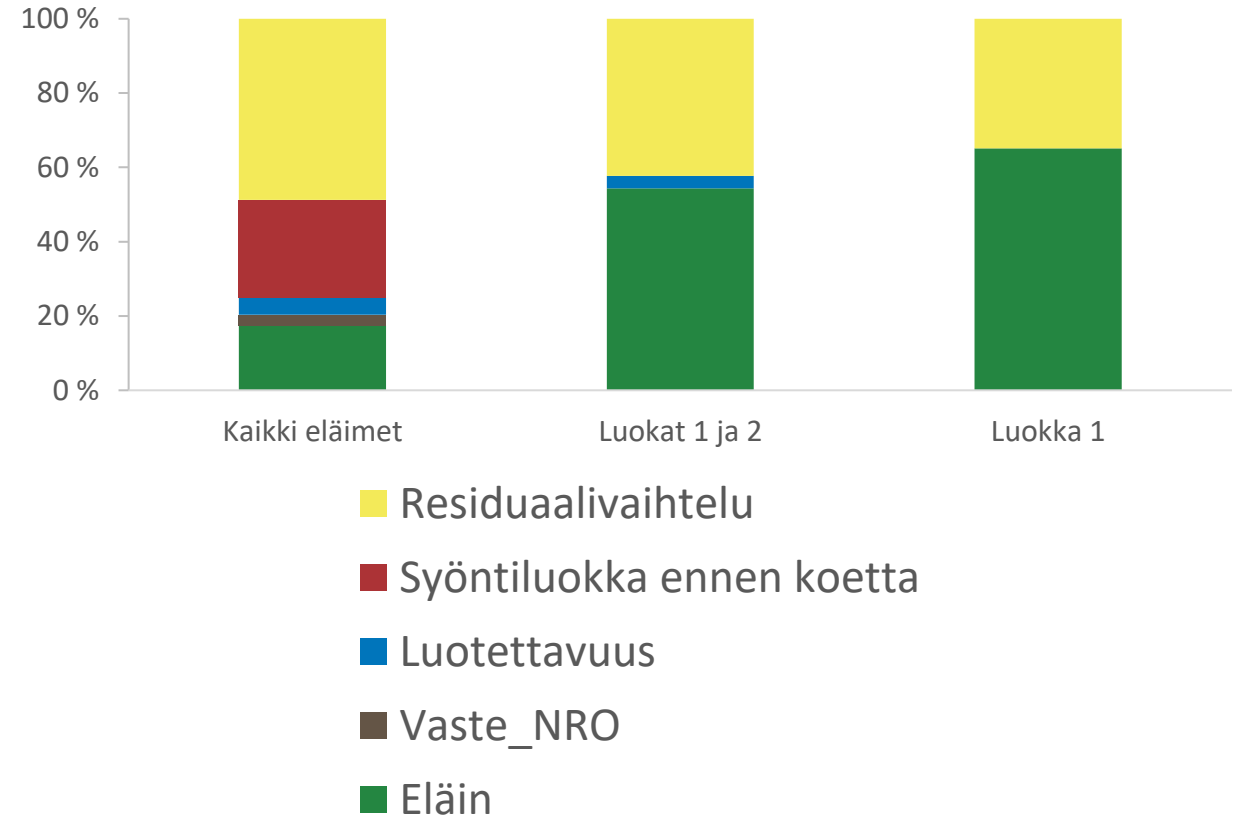
- Rehuhyötysuhde (EKM/KA-syönti tai MJ ME/kg EKM) parani lineaarisesti
- Typen ja OIV:n hyväksikäyttö kuitenkin heikkeni lineaarisesti
 - Maidon urea (mg/dL) nousi lineaarisesti 19.9:ta 27.2:aan



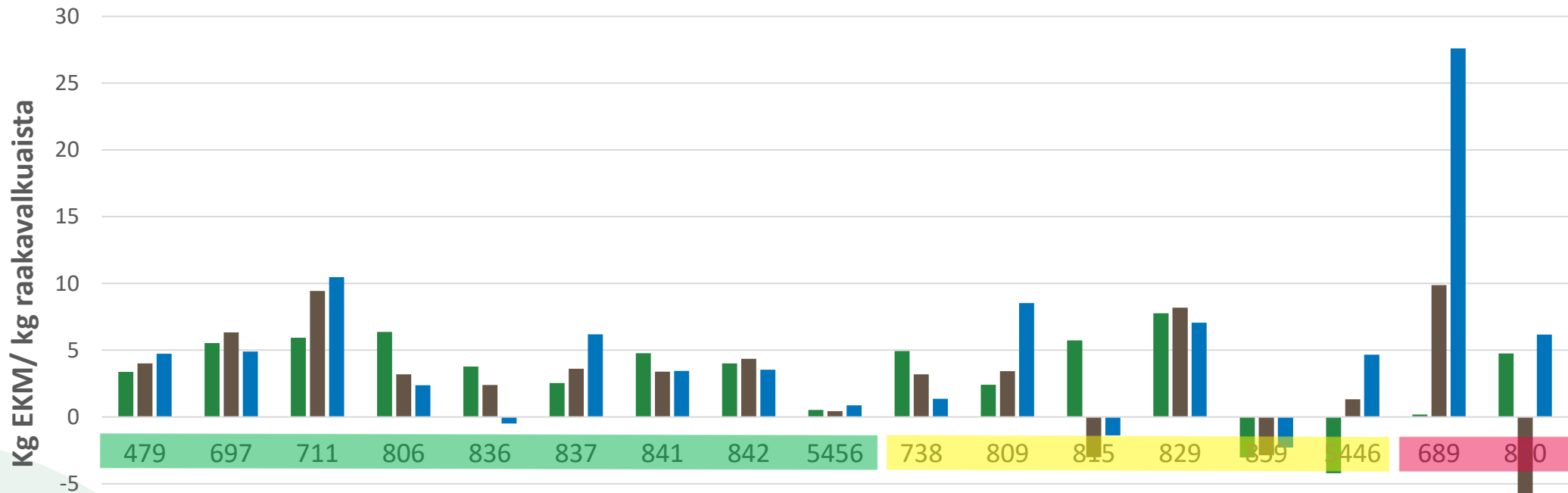
Yksilövasteet

- Osalla eläimistä vaihtelu hyvin suurta
- **luotettavuusluokat 1, 2 ja 3**
 - Robottikäyntien + syönnin **satunnainen** muutos ja lypsykauden vaikutus

Yksilövasteiden selitettävyys eri luotettavuusluokissa



Osalla vaste vaihtui satunnaisesti, osalla pysyi samana



14.1.2026

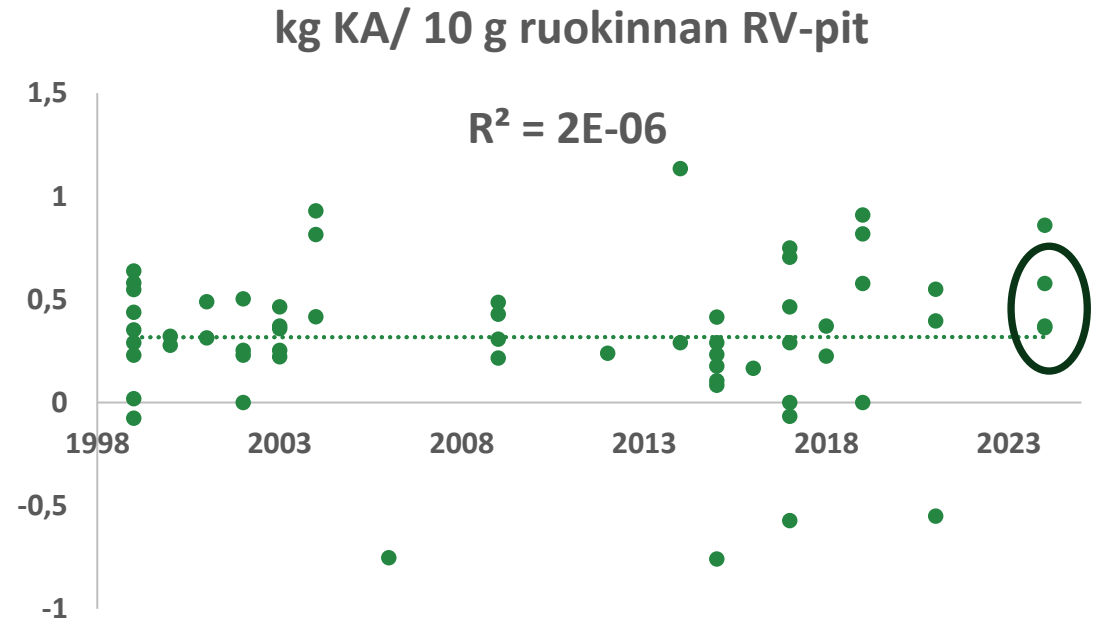
Lehmä

■ Vaste_1 ■ Vaste_2 ■ Vaste_3

	1 (hyvä)
	2 (keskinkertainen)
	3 (ei kelpoinen)

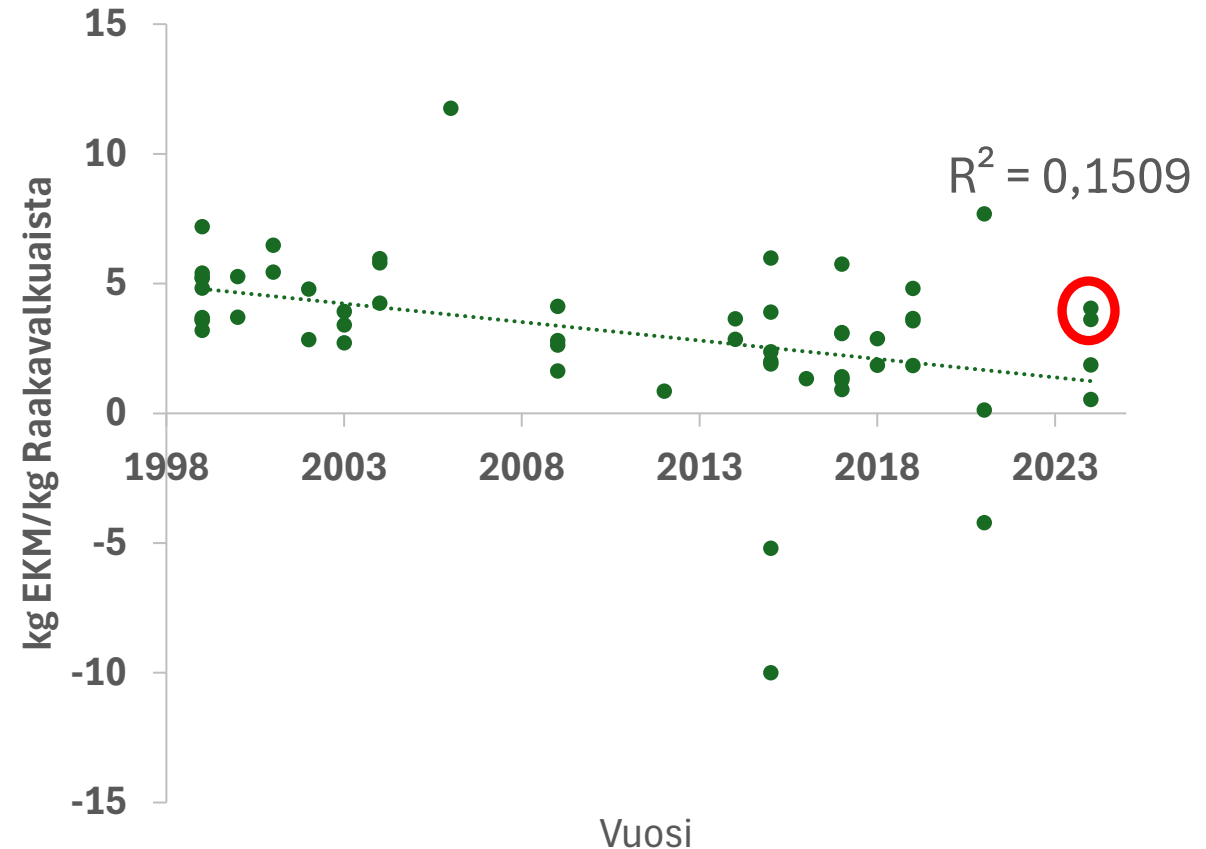
Tulosten tarkastelu: syöntivasteet

- Syöntivaste hyvin linjassa kirjallisuuden kanssa
- Syöntivaste pysynyt vuosien saatossa samana
 - Aineistossa maito- ja syöntivasteen suuruuden välillä ei ollut yhteyttä ($R^2 < 0.001$)
- Korkein valkuaistaso vastasi OIV:n tasolta tuotosseurantakarjojen keskiarvoa (97-98 g/kg KA)



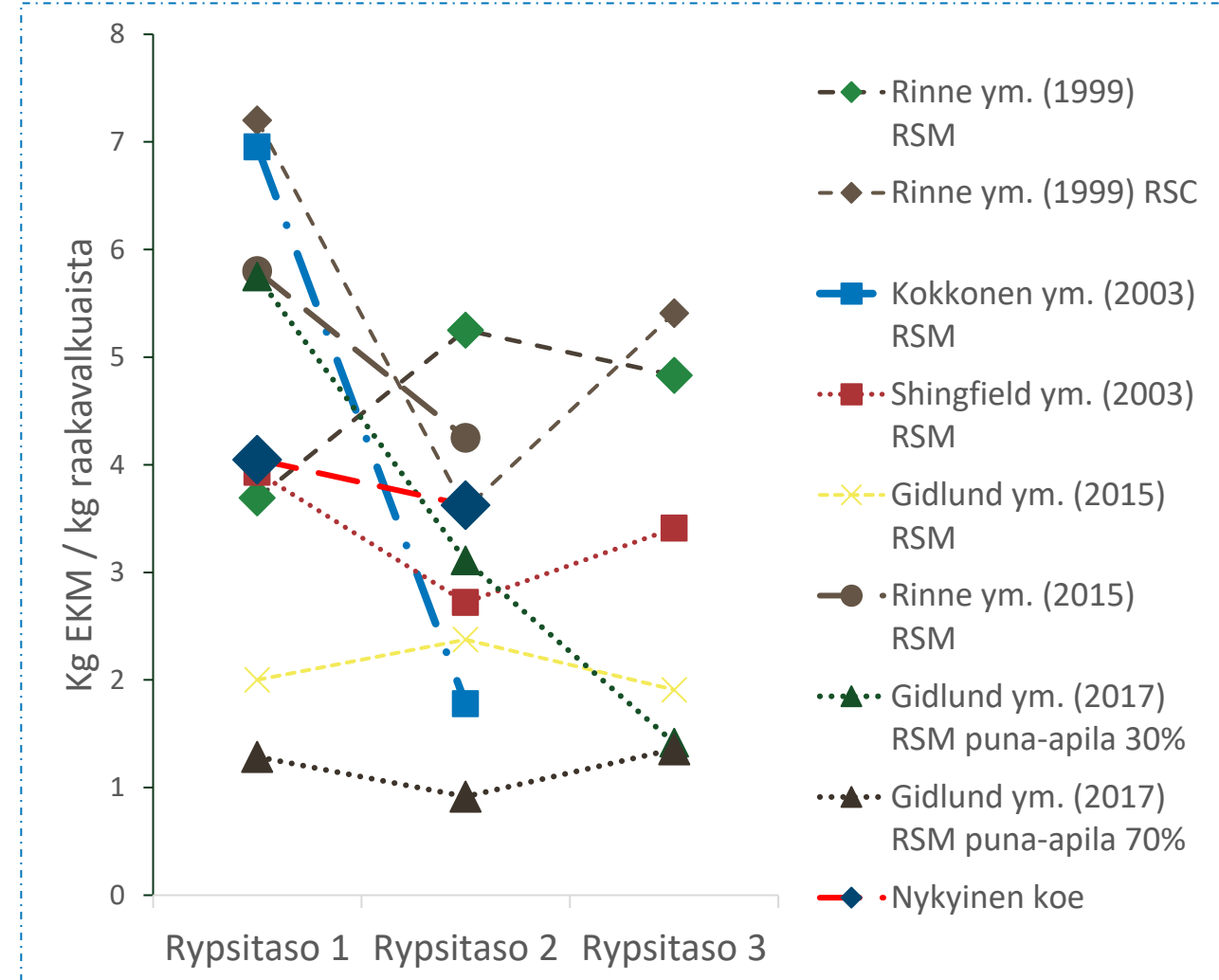
Maitovasteet

- Rypsin maitovasteet ovat heikentyneet aikaisempiin tuloksiin nähden
 - **Vaihtelua** silti paljon
 - Kokeen tuotosvasteet viime aikojen tutkimuksia huomattavasti suuremmat
 - Selittyy osin lypsykertojen kasvulla
 - Perusruokinnan koostumus tai lehmien tuotostaso ei selitä **nykyisen** vasteen suuruutta
 - OIV:n laskennassa epävarmuuksia (Ahvenjärvi ja Huhtanen 2022) > ei selitä vasteita sen paremmin



Maitovasteet: millä valkuaisistasolla vaste alkaa heikentyä?

- Vähenevän lisätuoton laki
 - Valkuaisrehujen marginaalinen hyväksikäyttö aina < perusdieetin tyyppien hyväksikäyttö
 - Mutta yksittäisissä tutkimuksissa saavutettu myös lineaarisia vasteita
- Nykyisessä kokeessa tuotosvaste ei ollut lineaarinen parivertailun mukaan
 - Tulos oli linjassa hypoteesin kanssa



Yksilövasteet

- Hypoteesin vastaisesti eläinten välisiä eroja ei voida luotettavasti arvioida eläinten sisäisen vaihtelun takia
 - Erillisruokinnassa koerehujen syönti voi erota tavoitellusta
 - Vaste voidaan laskea käytännön tiloilla vain TMR-ruokinnalla (Liu ja Van de Haar 2020)
 - Satunnaisvaihtelua paljon, robottilypsy ja lyhyt koejakso
 - Mutta pidemmällä jaksoilla lypsykauden vaihe voi muuttaa vastetta (Liu ja Van de Haar 2020)
 - Myös vaikutukset elopainoon tulisi ottaa huomioon (Liu ja Van de Haar 2021) mutta yksilökohtaisen elopainon muutoksen arviointi on haastavaa lyhyillä jaksoilla
- Typen hyväksikäyttö \approx ruokinnan rv-pit.
 - Yksilöiden erot selittää vain vähän (Huhtanen ym. 2015)
 - Mutta RFI (residuaalinen syönti) ja valkuaisresilienssi ovat korreloituneita (Liu ja Van de Haar 2020b)

Yhteenveto

- Rypsi tuontitavaraa, kallista ja lisää lannan ammoniakkipäästöjä
 - Todennäköisesti käyttömääriä voitaisiin hieman alentaa nykyisestä ilman tuotosmenetyksiä
 - Perusruokinnan energia -ja OIV-taso vaikuttaa todennäköisesti vasteen suuruuteen
 - Kirjallisuuden mukaan OIV:n ennustettavuutta olisi parannettava
- Valkuaisrehujen yksilökohtaisella ruokinnalla saavutettavat hyödyt todennäköisesti pieniä
 - Yksilövastetta ei voida luotettavasti määrittää nykyisin keinoin

Lähteet

- Broderick, G. A., Huhtanen, P., Ahvenjärvi, S., Reynal, S. M., & Shingfield, K. J. (2010). Quantifying ruminal nitrogen metabolism using the omasal sampling technique in cattle—A meta-analysis¹. *Journal of Dairy Science*, 93(7), 3216–3230. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2009-2989>
- Gidlund, H., Hetta, M., & Huhtanen, P. (2017). Milk production and methane emissions from dairy cows fed a low or high proportion of red clover silage and an incremental level of rapeseed expeller. *Livestock Science*, 197, 73–81. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.01.009>
- Gidlund, H., Hetta, M., Krizsan, S. J., Lemosquet, S., & Huhtanen, P. (2015). Effects of soybean meal or canola meal on milk production and methane emissions in lactating dairy cows fed grass silage-based diets. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 8093–8106. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9757>
- Huhtanen, P., & Ahvenjärvi, S. (2022). Review: Problems in determining metabolisable protein value of dairy cow diets and the impact on protein feeding. *Animal*, 16, 100539. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100539>
- Huhtanen, P., Cabezas-Garcia, E. H., Krizsan, S. J., & Shingfield, K. J. (2015). Evaluation of between-cow variation in milk urea and rumen ammonia nitrogen concentrations and the association with nitrogen utilization and diet digestibility in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 98(5), 3182–3196. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8215>
- Kuoppala, K., Jaakkola, S., Garry, B., Ahvenjärvi, S., & Rinne, M. (2021). Effects of faba bean, blue lupin and rapeseed meal supplementation on nitrogen digestion and utilization of dairy cows fed grass silage-based diets. *Animal*, 15(7), 100300. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100300>



Lähteet 2

- Liu, E., Hanigan, M. D., & VandeHaar, M. J. (2021). Importance of considering body weight change in response to dietary protein deficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(11), 11567–11579. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19566>
- Liu, E., & Van de Haar, M. J. (2020). Relationship of residual feed intake and protein efficiency in lactating cows fed high- or low-protein diets. *Journal of Dairy Science*, 103(4), 3177–3190. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17567>
- Liu, E., & VandeHaar, M. J. (2020). Low dietary protein resilience is an indicator of the relative protein efficiency of individual dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 11401–11412. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2020-18143>
- Pitkänen, O., Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Räisänen, S. E., Jaakkola, S., Kokkonen, T., & Vanhatalo, A. (2023). Processed fava bean as a substitute for rapeseed meal with or without rumen-protected methionine supplement in grass silage-based dairy cow diets. *Journal of Dairy Science*, 106(5), 3217–3232. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2022-22897>
- Rinne, M., Jaakkola, S., Varvikko, T., & Huhtanen, P. (1999). Effects of Type and Amount of Rapeseed Feed on Milk Production. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*, 49(3), 137–148. <https://doi.org/10.1080/090647099424042>
- Rinne, M., Kuoppala, K., Ahvenjärvi, S., & Vanhatalo, A. (2015). Dairy cow responses to graded levels of rapeseed and soya bean expeller supplementation on a red clover/grass silage-based diet. *Animal*, 9(12), 1958–1969. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S1751731115001263>
- Shingfield, K. J., Vanhatalo, A., & Huhtanen, P. (2003). Comparison of heat-treated rapeseed expeller and solvent-extracted soya-bean meal as protein supplements for dairy cows given grass silage-based diets. *Animal Science*, 77(2), 305–317. <https://doi.org/10.1017/S135772980005904X>





VIISAS
TYPPI-
KIERTO

ViiMa



Euroopan unionin
osarahoittama

 **A-REHU**


Osuuskunta
MAITOSUOMI


Osuuskunta
Pohjolan Maito



KIITOS!



32.4 Lypsylehmien valkuaisruokinnan yksilövasteita vaikea todentaa - karjatason valkuaisruokinnan tarkastelu tärkeämpää

Tommi Karhula, Sari Kajava, Auvo Sairanen

Luonnonvarakeskus (Luke)

TIIVISTELMÄ

Lypsylehmiä lisäruokitaan valkuaisrehuilla tuotoksen nostamiseksi. Pitkällä aikavälillä rypsirouhe on ollut tuotosvasteeltaan paras valkuaisrehu, mutta tuotosvasteissa näyttää olevan laskeva, joskin vaihteleva kehityssuunta. Valkuaisrehujen hyväksikäytön tehostamiseksi on yhtenä keinona esitetty lypsylehmien tuotospotentiaalihin mukaan määräytyvää tarkkuusruokintaa. Tarkkuusruokinta vaatii eläinokohtaisen tuotosvasteen tuntemista. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia yksilökohtaisia tuotosvasteita sekä tuotosvasteiden toistettavuutta laktaatiovaiheen sisällä.

Tutkimus toteutettiin Euroopan maaseuturahaston rahoittamassa Valkuaisviisas maidontuotanto - hankkeessa. Ruokintakokeessa Luke Maaningalla tutkittiin 15.9.-15.12.2024 18 lehmällä rypsi Valkuaisen vaikutusta syöntiin, elopainon muutokseen ja maitotuotokseen. Koeruokintoina oli kolme valkuaisastoa: matala 89, keskisuuri 94 ja korkea 98 g OIV kg⁻¹ ka, jotka vastasivat 148, 163 ja 176 g rv kg⁻¹ ka. Erot saatiin aikaan antamalla robotilla ja ruokintakioskissa matalan OIV:n (ei rypsi Valkuaisesta, rv 140 g kg⁻¹ ka) ja korkean OIV:n (rv 275 g kg⁻¹ ka) rehua suhteessa 100:0 (matala, 1), 50:50 (keskisuuri, 2) ja 0:100 (korkea, 3). Väkirehun osuus vakioitiin 42 %:iin kuiva-aineesta. Koemallina oli 5-jaksoinen change over, jossa jakson pituus oli 17 vrk. Dieettisekvenssejä oli neljä. Jokaisessa sekvenssissä lehmä sai ruokintaa 1 ja vuorotteli ruokinnalla 2 (I, II sekvenssit) tai 3 (III, IV sekvenssit). Lisäksi lehmät oli jaettu kahteen blokkiin maitotuotoksen ja päiviä maidossa mukaan. Yksilövaste valkuaiselle laskettiin 3 jakson tuotoksista ensimmäisen ja viimeisen jakson tuotoksen erotuksena keskimmäisestä (switch back). Hypoteesina oli, että valkuaisruokinnan vaste heikkenee valkuaisannoksen suurentuessa ja että valkuaisvasteessa esiintyy lehmien välillä yksilöllistä vaihtelua.

Valkuaisruokinta lisäsi lineaarisesti kuiva-aineen, raakavalkuaisen, OIV:n, PVT:n, ja ME:n saantia. Myös robotilla käynti, maitotuotos, energiakorjattu maitotuotos, rasva-, valkuais- ja laktoosituotos lisääntyivät. Täydennysvalkuaisella oli numeerisesti hieman suurempi tuotosvaste tasojen 1 ja 2 välillä kuin tasojen 2 ja 3 välillä, mutta vasteen käyräviivaisuus ei ollut merkitsevä. Valkuaisruokinta pienensi typen ja OIV:n hyväksikäyttöä ja suurensi urean pitoisuutta maidossa sekä rehuhyötysuhdetta (maito- ja EKM-perustaisesti) ja ME:n hyväksikäyttöä.

Yksilövasteet (g maitovalkuaisen N g⁻¹ rehuvalkuaisen N ja EKM kg⁻¹ rv) olivat matalasti ja keskimääräisesti korreloituneita eri jaksojen välillä korrelaatiot olivat suurimmillaan vierekkäisten jaksojen välillä. Lehmien halukkuus käydä lypsyrobotilla vaihtelee, mikä suurentaa vasteiden vaihtelua. Tutkimuksessa valkuaisen yksilövasteen olemassaoloa ei voitu poissulkea. Sen määrittäminen on kuitenkin jopa tutkimusolosuhteissa vaikeaa lehmän syönnin ja tuotoksen vaihtelun takia. Täydennysvalkuaisen tuotosvaste ylipäättään oli tässä kokeessa suuri verrattuna viimeaikaisiin ruokintakokeisiin.

AVAINSANAT: valkuainen, rypsirouhe, tuotosvaste, tarkkuusruokinta