

Lehmien ylläpitotarpeen ja muuntokelpoisen energian käytön tehokkuuden perinnöllinen vaihtelu maidontuotannossa

Marja-Liisa Sevón-Aimonen ¹⁾, Mike Coffey ²⁾, Martin Lidauer ¹⁾, Tianhai Yan ³⁾

¹⁾Luonnonvarakeskus (Luke), Vihreä teknologia, etunimi.sukunimi@luke.fi

²⁾Scotland's Rural College, UNITED KINGDOM

³⁾Agrifood-Food and Biosciences Institute, UNITED KINGDOM

TIIVISTELMÄ

Tutkimus kuului osana EU:n rahoittamaan Solid (Sustainable Organic and Low Input Dairying) -hanketta ja työpaketin tarkennettuna tavoitteena oli selvittää ylläpitotarpeen ja muuntokelpoisen energian käytön tehokkuuden perinnöllistä vaihtelua maidontuotannossa. Aineiston lähtömateriaalina käytettiin 17 vuoden aikana tehdyistä metaboliakammiotutkimuksista koottua aineistoa (AFBI Hillborough), joka sisälsi yhteensä 734 havaintoa 296 holstein-friisiläislehmältä. Varianssikomponenttien estimointia varten aineistosta poimittiin eläimet, joilla oli polveutumistiedot. Mukaan hyväksyttiin vain sellaiset yksittäiset kokeet, joissa oli vähintään kolme polveutumistietoehdot täyttävää lehmää. Lisäksi lehmien isiltä vaadittiin vähintään kaksi ehdot täyttävää tytärtä. Lopullinen analyysiaineisto sisälsi 469 havaintoa kaikkiaan 161 lehmältä, jotka olivat 64 sonnin jälkeläisiä. Sukulaisuusaineisto sisälsi 1297 eläintä. Varsinaiset tutkittavat muuttajat olivat muuntokelpoisen energian tarve ylläpitoon (ME_m) ja muuntokelpoisen energian käytön tehokkuus maidontuotannossa (k_l). Nämä arvot oli laskettu lehmäkohtaisesti metaboliakammiotulosten perusteella. Lisäksi analysoitiin energiakorjatun maidon tuotanto muuntokelpoisen energian syöntiä kohti (ECE) sekä elopaino (LWT) vertailuominaisuutena. Varianssikomponentit estimointiin eläinmallilla DMU-ohjelmistoa ja Restricted Maximum Likelihood (REML)-menetelmää käyttäen. Malli sisälsi kokeen numeron sekä luokitellun karkearehun osuuden kiinteinä tekijöinä ja additiivisen eläintekijän, pysyvän eläintekijän ja jäännöstekijän satunnaisina. Varianssikomponenteista laskettiin eläinikohtaisen pysyvän ympäristövarianssin osuus kokonaisvarianssista (c^2) ja periytymisaste (h^2) keskivirheineen (SE). Muuttujien ME_m ja k_l c^2 ja h^2 estimaatit eivät eronneet nolasta. Sekä ECE:n ($0,09 \pm 0,04$) että LWT:n ($0,25 \pm 0,23$) c^2 poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi nolasta. ECE:ssä ($0,05 \pm 0,09$) näytti olevan perinnöllistä vaihtelua vaikkakaan h^2 poikennut tilastollisesti nolasta. ECE:n erona ME_m - ja k_l -muuttujiin on, että elopainon muutosta ei ole muuttujaa laskettaessa otettu huomioon. Myös vertailuominaisuutena olleen LWT:n ($0,50 \pm 0,23$) h^2 poikkesi tilastollisesti nolasta ja oli ominaisuudelle yleensä saatujen estimaattien tasoa. Vaikka aineisto oli laajuudeltaan huomattava lehmien energiametaboliatutkimuksen alalla, oli eläinmäärä liian pieni varianssikomponenttien luotettavaan estimointiin varsinkin heikosti periytyvissä ominaisuuksissa. Tämän aineiston perusteella ei muuntokelpoisen energian tarpeessa ylläpitoon tai energian käytön tehokkuudessa maidontuotantoon ilmennyt perinnöllistä vaihtelua, joka tarkoittaa ettei näiden ominaisuuksien kehittäminen jalostusvalinnalla olisi mahdollista. Energiakorjatun maidon tuotannossa muuntokelpoisen energian syöntiä kohden näytti kuitenkin olevan viitteitä perinnöllisestä vaihtelusta.

Asiasanat: perinnölliset tunnusluvut, maidontuotanto, ylläpitotarve, tehokkuus

JOHDANTO

Tutkimus kuului osana EU:n rahoittamaan Solid (Sustainable Organic and Low Input Dairying) -hanketta ja työpaketin tarkennettuna tavoitteena oli selvittää ylläpitotarpeen ja muuntokelpoisen energian käytön tehokkuutta maidontuotannossa eri roduilla. Koska muilta kuin holstein-früsiläisiltä havaintoja oli vähän, tarkennettuna tavoitteena oli estimoida periytymisasteet tutkittaville muuttujille.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Aineiston lähtömateriaalina käytettiin 17 vuoden aikana tehdyistä metaboliakammiotutkimuksista koottua aineistoa (AFBI Hillborough). Metaboliakammiotuloksia oli enemmänkin, mutta analyysiaineistoa varten rajattiin mukaan holstein-früsiläisrotuiset lehmät eli yhteensä 734 havaintoa 296 lehmältä. Varianssikomponenttien estimointia varten aineistosta poimittiin vain sellaiset eläimet, joilla oli polveutumistiedot. Mukaan hyväksyttiin ainoastaan sellaiset yksittäiset kokeet, joissa oli vähintään kolme polveutumistietoehdot täyttävää lehmää. Lisäksi lehmien isiltä vaadittiin vähintään kaksi ehdot täyttävää tytärtä. Lopullinen analyysiaineisto sisälsi 469 havaintoa kaikkiaan 161 lehmältä, jotka olivat 64 sonnin jälkeläisiä. Sukulaisuusaineisto sisälsi 1297 eläintä.

Varsinaiset tutkittavat muuttujat olivat muuntokelpoisen energian tarve ylläpitoon (ME_m) ja muuntokelpoisen energian käytön tehokkuus maidontuotannossa (k_i). Yksilöllinen ylläpitotarve ME_m (MJ/pv) oli estimoitu lämmöntuotannosta (HP, MJ/pv, josta oli vähennetty energiahävikki muuntokelpoisen energian hyväksikäytöstä maidontuotantoon, painon muutos ja tiineyden vaihe. Lehmän yksilöllinen k_i laskettiin jakamalla nollaenergiataseeseen korjattu maidon energiamäärä (AFRC 1993) ME saannin ja ylläpitoenergiatarpeen (ME_m) erotuksella. Lisäksi tarkasteltiin energiakorjatun maitotuotosta jaettuna muuntokelpoisen energian syönnillä (ECE) sekä elopainoa (LWT).

Varianssikomponentit estimoitiin käyttäen DMU-ohjelmistoa ja AI-REML menetelmää (Madsen & Jensen, 2013). Käytetty tilastollinen malli oli:

$$y_{ijklm} = \text{Exp}_i + \text{FPC}_j + \text{Lehmä}_k + \text{Eläin}_m + e_{ijklm}, \text{ jossa}$$

$$y_{ijklm} = \text{havainto } (ME_m, k_i, ECE, LWT)$$

$$\text{Exp}_i = \text{kiinteä koevaikutus } i, i = 1 \dots 24$$

$$\text{FPC}_j = \text{kiinteä luokiteltu karkearehun osuus } j, j = 1 \dots 8$$

$$\text{Lehmä}_k = \text{eläimen pysyvä ympäristövaikutus, } k$$

$$\text{Eläin}_l = \text{satunnainen additiivinen eläintekijä, } l$$

$$e_{ijklm} = \text{jäännöstekijä}$$

Lehmä, eläin ja jäännöstekijä oletettiin normaalisti jakautuneiksi ja varianssi-kovarianssi matriisin rakenne oli $V_{(a)} = A\sigma^2a$, $V_{(c)} = I\sigma^2c$, $V_{(e)} = I\sigma^2e$ ja $\text{cov}(a,e) = 0$, jossa I identiteettimatriisi ja A additiivinen geneettinen sukulaisuusmatriisi.

Varianssikomponenteista laskettiin eläinakohtaisen pysyvän ympäristövarienssin osuus kokonaisvarienssista (c^2) ja periytymisaste (h^2) keskivirheineen (SE).

TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Muuttujien ME_m ja k_l c^2 ja h^2 estimaatit eivät eronneet nolasta (Taulukko 1). Samaan metaboliokammioaineistoon pohjautuen tehdyssä rotuvertailussa (holstein-friisiläisiä ja holstein-friisiläisristeytyksiä) ei havaittu ME_m ja k_l eroja puhtaiden ja risteytysten välillä (Dong et al. 2014), mikä tukee käsitystä, ettei selviä geneettistä vaihtelua näiden muuttujien osalta ole.

Sekä ECE:n ($0,09 \pm 0,04$) että LWT:n ($0,25 \pm 0,23$) c^2 poikkesi tilastollisesti merkittävästi nolasta. ECE:ssä ($0,05 \pm 0,09$) näytti olevan viitteitä perinnöllisestä vaihtelusta vaikkakaan h^2 poikennut tilastollisesti nolasta. Kirjallisuudessa on havaintoja, että ECE periytyy keskinkertaisesti ja lypsykauden alussa ja lopussa h^2 estimaatit ovat korkeammat kuin keskivaiheilla (Liinamo et al. 2015).

Myös vertailuominaisuutena olleen LWT:n ($0,50 \pm 0,23$) h^2 poikkesi tilastollisesti nolasta. Ominaisuudelle on saatu kirjallisuudessa samaa suuruusluokkaa olevia estimaatteja (Muller et al. 2006).

Taulukko 1, Varianssikomponenteista laskettiin eläinokohtaisen pysyvän ympäristövarianssin osuus kokonaisvarianssista (c^2) ja periytymisaste (h^2) keskvirheineen (SE).

Muuttuja	c^2	c^2 SE	h^2	h^2 SE
ME_m	0,00	0,00	0,00	0,09
k_l	0,00	0,00	0,00	0,10
ECE	0,09	0,04	0,05	0,09
LWT	0,26	0,23	0,50	0,23

JOHTOPÄÄTÖKSET

Vaikka aineisto oli laajuudeltaan huomattava lehmien energiametaboliatutkimuksen alalla, oli eläinmäärä liian pieni varianssikomponenttien luotettavaan estimointiin varsinkin heikosti periytyvissä ominaisuuksissa. Tämän aineiston perusteella ei muuntokelpoisen energian tarpeessa ylläpitoon tai energian käytön tehokkuudessa maidontuotantoon ilmennyt perinnöllistä vaihtelua, joka tarkoittaa ettei näiden ominaisuuksien kehittäminen jalostusvalinnalla olisi mahdollista. Energiakorjatun maidon tuotannossa muuntokelpoisen energian syöntiä kohden näytti kuitenkin olevan viitteitä perinnöllisestä vaihtelusta.

KIRJALLISUUS

Agricultural and Food Research Council (AFRC). 1993. Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingford, Oxon, United Kingdom.

Dong, L., Yan, T. Ferris C.P. & McDowell, D.A. 2014. Comparison of maintenance energy requirement and energetic efficiency between lactating Holstein-Friesian and other groups of dairy cows. Journal of Dairy Science 98(2).

Muller, C.J.C., Cloete, S.W.P., Olivier J.J., Botha J.A. & de Waal H. 2006. Heritability of live weight and condition score in a Holstein herd and correlations with milk traits - preliminary estimates. SASAS 36 (2).

Jensen J. and Madsen P. 2013. A user guide to DMU. A package for analysing multivariate mixed models. Version 6, release 5.2. National Institute of Animal Science, Tjele, Denmark

Liinamo, A.-E.; Mäntysaari, P.; Lidauer, M. H.; & Mäntysaari, E. A. 2015 Genetic parameters for residual energy intake and energy conversion efficiency in Nordic Red dairy cattle Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science