

Märehtimistä mittaavan RuminAct™ laitteiston toiminnan testaaminen laidunolosuhteissa lypsylehmillä

Salla Ruuska¹, Mikko Järvinen², Sari Kajava², Reetta Anttila², Auvo Sairanen², Elina Juutinen², Paula Martiskainen¹ ja Jaakko Mononen^{1,2}

¹Itä-Suomen yliopisto, Biologian laitos, Kuopion kampus, PL 1627, 70211 Kuopio, etunimi.sukunimi@uef.fi

²Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, etunimi.sukunimi@mtt.fi

Tiivistelmä

RuminAct™ (Milkline SRL, Italia) on nautojen terveyden automaattinen seurantalaitteisto, joka mittaa märehtimiseen käytettyä aikaa märehtimisestä syntyvien äänien perusteella. Tutkimuksemme tarkoituksena on testata RuminAct laitteiston toimintaa ja laitteiston tuottamien tulosten luotettavuutta märehtimisen osalta. Tässä julkaisussa esitetään alustavat tulokset laitteiston testauksen ensimmäisestä vaiheesta, joka toteutettiin MTT:n Maaningan tutkimusasemalla lypsylehmien laidunnuskokeen yhteydessä. Kokeessa oli mukana 36 lypsylehmää, jotka jaettiin kokoaikalaidunnusryhmään (KL, n = 18) ja osa-aikalaidunnusryhmään (OL, n = 18). Käytännön kokemusta RuminAct kaulapantojen toimivuudesta kerättiin kaikilta eläimiltä. KL eläinten käyttäytymistä seurattiin elokuussa yhtäjaksoisesti 48 tunnin ajan suoralla seurannalla laidunolosuhteissa. Eläinten käyttäytyminen kirjattiin käyttäen hetkitäistä seurantaa (*instantaneous sampling*) 10 minuutin välein. Lehmien märehtimistä mitattiin samanaikaisesti RuminAct laitteistolla. RuminAct:in antamia lehmän märehtimistietoja verrattiin kerättyyn käyttäytymistietoon korrelaatioanalyysillä. Asennetuista 36 kaulapannasta kaksi ei toiminut ollenkaan (KL-ryhmä ja OL-ryhmä) ja yksi kaulapanta mittasi märehtimiseen käytettyä aikaa ja aktiivisuusarvoa, muttei pystynyt laskemaan näistä muutoskäyriä (OL-ryhmä). Lisäksi yksi kaulapanta jouduttiin poistamaan kesken tutkimuksen eläimen saamien kaulan alueen iho-oireiden takia (KL-ryhmä). KL-ryhmässä suoralla seurannalla ja RuminAct:illa saatujen tulosten korrelaatiot voitiin siis laskea 16 eläimeltä. Suoraseurannan ja RuminAct:n antamien märehtimistulosten välinen korrelaatio oli heikko ($r = 0,347$; $p < 0,001$), kun mukana olivat kaikki (n = 256) kahden tunnin havaintojaksot. Kun aineistosta poistettiin ne 2 tunnin jaksot, joissa ei voitu olla varmoja eläimen käyttäytymistoiminnosta, korrelaatio RuminAct:in mittaaman märehtimisen kanssa parani ($r = 0,582$; $p < 0,001$, n = 154). Kaulapantakohtaiset korrelaatiot suoraseurannan ja RuminAct:n välillä vaihtelivat kuitenkin suuresti ($r = -0,008$ – $0,843$; n = 7–13 2 h jaksoa / eläin). RuminAct mittasi yhtä poikkeusta lukuun ottamatta suurempia märehtimisaikoja kuin suoraseuranta. Kun aineistosta poistettiin kyseisen kaulapannan havainnot sekä havainnot kaulapannasta, jonka kohdalla kaulapannan ja suoran seurannan antama korrelaatio oli hyvin alhainen ja negatiivinen, suoran seurannan ja kaulapannan antamien tulosten välinen korrelaatiokerroin parani edelleen ($r = 0,698$; $p < 0,001$, n = 132). RuminAct laitteiston mittaustulotettavuus voi olla riittävä eläintuotannossa, mutta alustavien tulostemme mukaan laitteiston tarkkuus märehtimiseen käytetyn ajan mittaamisessa ei ollut kaikissa kaulapannoissa riittävä tutkimustarkoituksiin. Epätarkkuus voi osaltaan johtua myös kokemuksen puutteesta kaulapantojen kiinnittämisessä.

Asiasanat: Nauta, käyttäytyminen, märehtiminen, automaattinen mittaaminen, täsmäkotieläintuotanto

Johdanto

Eläintuotantoyksiköiden koon kasvaessa eläintuottajalta jää entistä vähemmän aikaa yksittäisen eläimen tarkkailuun. Tällöin automaattiset seurantalaitteistot voivat olla apuvälineenä eläinten käyttäytymisen, terveyden ja hyvinvoinnin monitoroinnissa. Lisäksi automaattiset käyttäytymisen seurantalaitteistot voivat vähentää merkittävästi työlästä käyttäytymishavaintojen keräämistä käyttäytymistutkimuksissa.

Naudan märehkimiskäyttäytymistä pidetään eräänä eläimen terveyden mittarina (esim. Phillips 2002). RuminAct™ (Milkline SRL, Italia) on nautojen terveyden automaattinen seurantalaitteisto, joka mittaa märehkimiseen käytettyä aikaa märehkimisestä syntyvien äänien perusteella. RuminAct sisältää myös kiihtyvyyssanturiteknoologiaan perustuvan aktiivisuusmittarin, jota voidaan hyödyntää kiimojen tunnistamisessa (vrt. esim. Firk ym. 2002). Vastaavat märehkimis- ja aktiivisuusmittarit ovat saatavina myös kauppanimillä Heatime Vocal (Fabdec, UK), ai24 HR-Tag (Micro Dairy Logic, US) ja Qwes-HR (Lely, NL). Nämä kaikki perustuvat alun perin israelilaisen SCR Engineers Ltd:n kehittämään teknoologiaan. Laitteistojen antamien tulosten luotettavuutta on testattu erilaisissa koeasetelmissa ja testausten tulokset ovat olleet joko melko hyviä tai vaihtelevia (Taulukko 1).

Taulukko 1. Yhteenveto tutkimuksista, joissa on testattu märehkimistä äänen perusteella mittaavien laitteistojen luotettavuutta.

Viite Laitteisto Eläimet	Korrelaatiokerroin automaattisen ja vertailumenetelmän välillä	Vertailumenetelmä	Automaattisen menetelmän ero vertailumenetelmään
Schirmann ym. 2009 Hi-Tag (SCR) Lypsylehmät	$r = 0,93$	Jatkuva seuranta	Yliarvioi 0,4 min / 2 h
Burfeind ym. 2011 Hi-Tag (SCR) Hiehot	$r = 0,88$	Jatkuva seuranta	Aliarvioi 4 ± 8 min / 2 h,
Lindgren 2009 RuminAct Lypsylehmät	$r = 0,92^a$	Hetkittäinen seuranta 2 min välein	Aliarvioi $2,2 \pm 7,9$ min / 2 h
Rutter ym. 2011 Heatime Vocal (Fabdec) Lypsylehmät	$r = 0,15-0,96$	Automaattinen laitteisto (IGER Behaviour Recorder)	Aliarvioi 3,6–44,4 min / 2 h

^aKorrelaatiokerrointa ei ole esitetty julkaisussa, vaan se on laskettu jälkikäteen julkaisun kuvan 3 perusteella.

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus hankki kesällä 2011 Maaningan tutkimusasemalle RuminAct laitteiston. Koska RuminAct:n ja samaan teknoologiaan perustuvien muiden laitteiden luotettavuudesta on jossain määrin ristiriitaisia tuloksia (Taulukko 1), haluttiin RuminAct:n toiminnan ja laitteiston tuottamien tulosten luotettavuutta testata märehkimisen osalta. Tässä julkaisussa esitetään alustavat tulokset laitteiston testauksen ensimmäisestä vaiheesta, joka on toteutettu lypsylehmien laidunnuskokeen yhteydessä.

Aineisto ja menetelmät

Kokeessa oli mukana 36 lypsylehmää (9 ayrshire ja 27 holstein-friisiläinen), jotka jaettiin kokoaikalaidunnusryhmään (KL, $n = 18$) ja osa-aikalaidunnusryhmään (OL, $n = 18$). KL ryhmä laidunsi ympäri vuorokauden lukuun ottamatta kaksi kertaa vuorokaudessa tapahtuneita lypsyjä (lehmien lypsyllä oloaika yhteensä $n. 8$ h / päivä). OL-eläimet olivat laitumella iltalypsyyn ja aamulypsyyn välisen ajan ja navetassa aamulypsyyn ja iltalypsyyn välisen ajan.

Kaikille lehmille kiinnitettiin märehkimistä ja aktiivisuutta mittaavat RuminAct kaulapannat maahantuojan ohjeiden mukaisesti. Kaulapannassa oleva HR-Tag mittaussyksikkö sisältää mm. mikrofonin, kiihtyvyyssanturin ja 24 tunnin muistin. HR-Tag mittaussyksiköstä tiedot siirtyvät langattomasti eläintiloihin (tässä kokeessa lypsyasemalle) asennettujen lukija-antennien välityksellä käyttöpaneelille,

josta järjestelmän keräämät tiedot siirrettävissä jatkokäsittelyä varten. Järjestelmä ilmoittaa märehitmi- seen käytetyn ajan (min / 2 h) ja aktiivisuusindeksin kahden tunnin jaksoissa.

Kokoaikalaiduntajien (n = 18) käyttäytymistä laitumella seurattiin elokuussa 2011 yhtäjaksoi- sesti 48 tunnin ajan lukuun ottamatta lypsyajoja (aamulypsy klo 4–8, iltalypsy klo 14–18). Eläinten käyttäytymistä tutkittiin suoralla seurannalla käyttäen hetkittäistä seuranta (*instantaneous sampling*) 10 minuutin välein (IS 10). Eläimen käyttäytymisestä kirjattiin ylös asento (makaa, seisoo) sekä käyt- täytymistoiminto (laiduntaa, liikkuu muuten, juo, syö, märehitii, hoitaa turkkia, puskee) silloin, kun se pystyttiin näkemään (60 % havainnoista). Lehmien märehitimistä mitattiin suoran seurannan kanssa samanaikaisesti RuminAct:lla. Lypsyajat poistettiin aineistosta, koska niiden ajalta ei ollut saatavilla suoran seurannan käyttäytymistietoja.

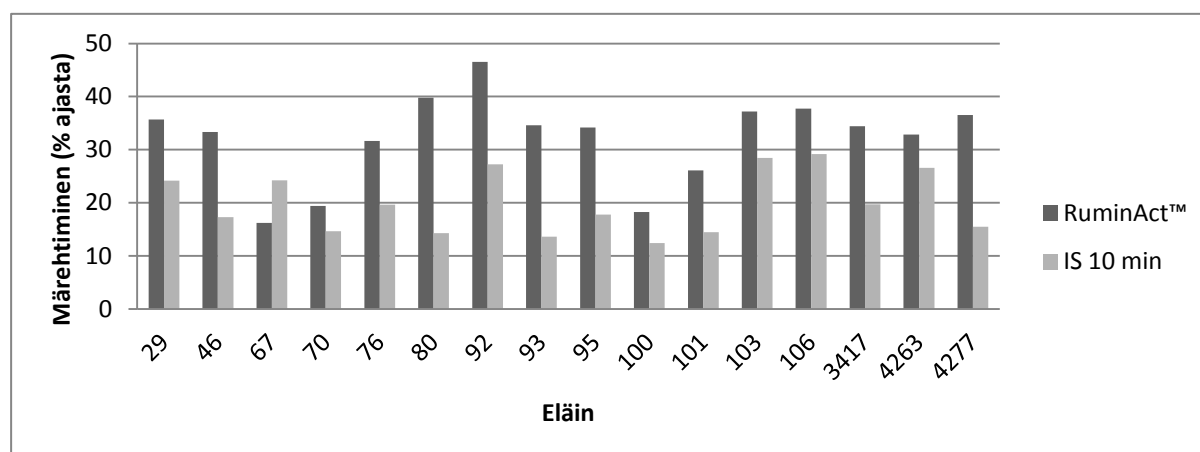
RuminAct:n antamia märehitimistietoja (% ajasta) verrattiin Pearsonin korrelaatiokertoimen avulla suorasta seurannasta saatuun kokoaikalaiduntajien märehitimistietoon (% ajasta) kahden tunnin jaksojen perusteella. Lisäksi laskettiin eläinakohtaiset märehitimen prosenttiosuudet ajasta jokaisen eläimen kaikkiin 2 h havaintoihin perustuen (7–13 2 h jaksoa eli 14–26 h).

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Asennetuista 36 kaulapannasta kaksi ei toiminut ollenkaan (KL- ja OL-ryhmä) ja yksi kaulapanta mit- tasi märehitimiseen käytettyä aikaa ja aktiivisuusarvoa, muttei pystynyt laskemaan näistä muutuskäyriä (OL-ryhmä). Lisäksi yksi toimiva kaulapanta jouduttiin poistamaan kesken tutkimuksen eläimellä ilmenneiden kaulan alueen iho-ongelmien takia (KL-ryhmä). KL-ryhmässä suoralla seurannalla ja RuminAct:lla saatujen tulosten korrelaatiot voitiin siis laskea 16 eläimeltä.

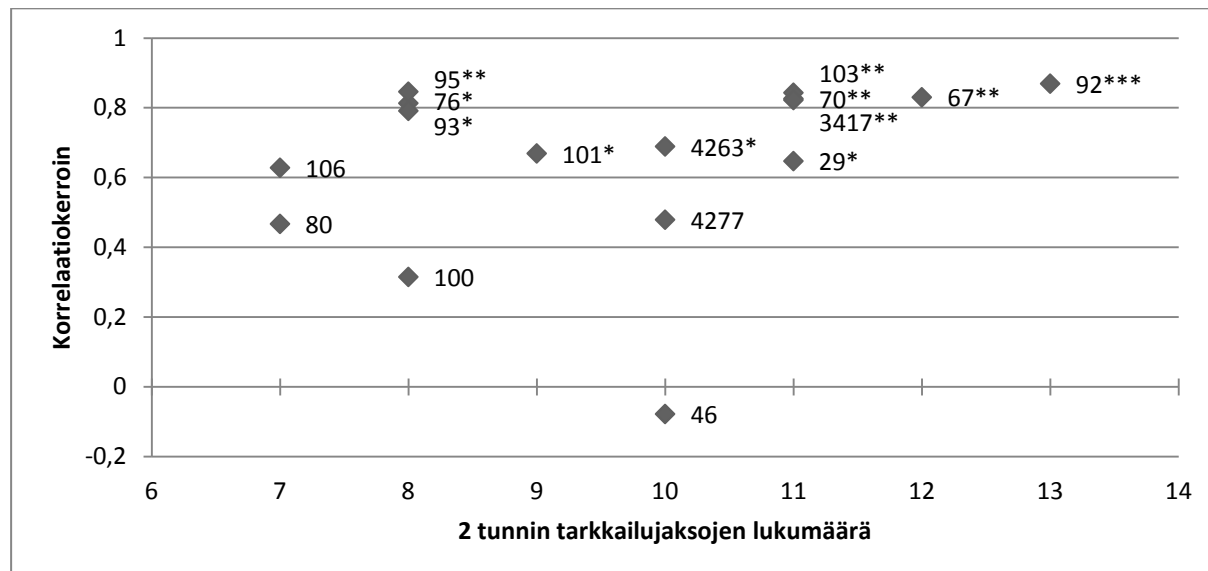
Suora seurannan ja RuminAct:n antaman tuloksen välinen korrelaatio oli märehitimen osalta heikko ($r = 0,347$; $p < 0,001$), kun mukana olivat kaikki (n = 256) kahden tunnin havaintojaksot. Suo- rassa seurannassa ei aina kyetty näkemään täysin varmasti lehmän käyttäytymistoimintoa (eläin oli kaukana, selin havainnoitsijaan tms.). Tällöin märehitimen osuutta koko ajasta helposti joko yli- tai aliarvioidaan. Siksi aineistosta poistettiin seuraavaksi puutteelliset havainnot eli sellaiset 2 h jaksot, joissa eläimen käyttäytymistoimintoa ei ollut pystytty määrittämään kaikissa kahdestatoista suoran seurannan havaintopisteestä. Tämän jälkeen suoran seurannan ja RuminAct:in välinen korrelaatio pa- rani keskipäiväiseksi ($r = 0,582$; $p < 0,001$; n = 154).

RuminAct mittasi yhtä poikkeusta lukuun ottamatta suurempia märehitisaikoja kuin suoraseu- ranta (Kuva 1). Eläimelle 67 RuminAct antoi muista eläimistä poiketen pienemmän tuloksen kuin suora seuranta. Eläimen 67 poistaminen aineistosta kasvatti edelleen RuminAct:in ja suora seurannan välistä korrelaatiota ($r = 0,630$; $p < 0,001$; n = 142). Toisaalta eläimen 67 korrelaatiokerroin on korkea (Taulukko 2), mikä kertoo siitä, että RuminAct antoi mahdollisesti tälläkin eläimellä totuuden mukais- ta tietoa märehitimessä tapahtuvista muutoksista.



Kuva 1. Märehitimistä mittaavalla RuminAct laitteistolla ja suoralla seurannalla (IS 10 min) mitatut märehitmi- sen prosenttiosuudet ajasta koko käyttäytymistarkkailun (48 h) aikana eläimittäin ilmoitettuna. Arvojen laskemi- seen on käytetty vain niitä 2 h jaksoja, joiden osalta käyttäytymistoiminto pystyttiin määrittämään suorassa seu- rannassa kaikissa 2 h jakson 12:sta havaintopisteestä. Laskennassa käytetyt eläinakohtaiset 2 h jaksosten määrät (n = 7–13) näkyvät kuvassa 2.

Eläinkohtaiset suoran seurannan ja automaattisen mittauslaitteiston antamien arvojen väliset korrelaatiokertoimet vaihtelivat suuresti (Kuva 2). Eläimellä 46 RuminAct:n ja suoran seurannan korrelaatio märehtimiselle on muista korrelaatioista poiketen hyvin heikko ja negatiivinen. Jos tämä yksilö poistetaan aineistosta, RuminAct:n ja suoran seurannan välinen korrelaatio paranee edelleen ($r = 0,698$; $p < 0,001$; $n = 132$).



Kuva 2. Suoran seurannan ja automaattisen mittauslaitteiston antamien tulosten korrelaatiokertoimet eläimittäin märehtimiselle. Arvojen laskemiseen on käytetty vain niitä 2 h jaksoja, joiden osalta käyttäytymistoiminto pysyttiin määrittämään suorassa seurannassa kaikissa 2 h jakson 12:sta havaintopisteestä. $n = 2$ h tarkkailujaksojen määrä. ***($p < 0,001$); **($p < 0,01$); *($p < 0,05$). Korrelaatiokertoimien ja 2 h tarkkailujaksojen lukumäärän välinen korrelaatio oli 0,517 ($p < 0,05$, Spearmanin korrelaatio).

Korrelaatiokertoimen paraneminen, kun virheellisiksi oletettuja havaintoja (eläimet 46 ja 67) poistettiin aineistosta, voi johtua siitä, että näiden eläinten kaulapantojen märehtimisanturit eivät toimineet kunnolla. Vaikka kaulapannat kiinnitettiin ohjeiden mukaisesti, myöhemmin huomattiin, että jotkut kaulapannat olivat löysällä eikä voitu olla varmoja, oliko HR-Tag mittausyksikkö ollut koko ajan oikeassa kohdassa. Myös aikaisemmissa märehtimistä mittaavien järjestelmien validointitutkimuksissa on havaittu pienempiä (Lindgren 2009, Schirmann ym. 2009) tai suurempia (Rutter ym. 2011) eroja yksittäisten kaulapantojen välillä märehtimisajan mittaamisen tarkkuudessa. Omassa tutkimuksessamme ongelmalaitteistojen poistaminen laskennasta paransi tulosta, mutta laitteiston ja vertailumenetelmän välinen korrelaatio ei kuitenkaan saavuttanut samaa tasoa kuin Lindgren 2009, Schirmann ym. 2009 ja Burfeind ym. 2011 ovat saaneet tutkimuksissaan.

Tutkimuksessamme käytettiin RuminAct:lle vertailumenetelmänä hetkittäistä seuranta kymmenen minuutin tiedonkeruuvälillä (IS 10). Mitä lyhyempää tiedonkeruuväliä käytetään ja mitä pidempi tutkittavan käyttäytymisen keskimääräinen kesto on, sen luotettavampi on hetkittäisellä seurannalla saatu arvio käyttäytymisen todellisesta kestosta (Martin & Bateson 1993). Naudan märehtimisjakson keskimääräinen kesto on noin 26–48 minuuttia (Pearson & Smith 1994, Kononoff ym. 2002, Phillips 2002, Harvatine & Allen 2006). Tiedossamme ei ole tutkimuksia, joissa olisi selvitetty märehtimisen osalta eri tiedonkeruuväliden vaikutusta IS menetelmän antaman tuloksen luotettavuuteen. Mitlohner ym. (2001) ovat osoittaneet, että IS 10 menetelmän ja suoran seurannan välinen korrelaatio nautojen syömiselle on 0,82. Koska syömis- ja märehtimisjaksojen kesto on naudoilla hyvin samankaltainen, mutta märehtimisjaksoja on vuorokaudessa enemmän (Kononoff ym. 2002, Harvatine & Allen 2006), voidaan olettaa, että myös märehtimiselle IS 10:n ja suoran seurannan välinen korrelaatio olisi vähintään 0,8. Eläinkohtaiset tuloksemme osoittavat, että tämä taso saavutettiin noin puolella eläimistä (Kuva 2). RuminAct:n ja suoran seurannan antamien tulosten korrelaatio oli parempi niillä eläimillä, joille oli käytettävissä useampia 2 h jaksoja (Kuva 2). Tämä saattaa kertoa siitä, että IS 10 seurantamme ei ollut kaikkien eläinten osalta riittävän pitkä.

Johtopäätökset

RuminAct laitteiston tarkkuus märehittämisen mittaamisessa voi olla riittävä eläintuotannon tarpeisiin, mutta alustavien tulostemme mukaan tarkkuus ei ollut kaikilla testaamillamme kaulapannoilla riittävä tutkimustarkoituksiin. Tutkimuksemme seuraavassa vaiheessa testaamme RuminAct laitteistoa kontrolloiduissa oloissa (parteen kytketyt lehmät) ja käytämme vertailumenetelmänä jatkuvaa käyttäytymisen seuranta. Lisäksi kaulapantojen paikallaan pysymiseen tullaan kiinnittämään erityistä huomiota.

Kiitokset

Kiitämme Martti Suvilehtoa ja koko muuta MTT:n Maaningan navetan henkilökuntaa avusta kokeiden suorittamisessa. Juhani Sepposelle kiitokset avusta tulosten käsittelyssä. Tutkimus tehtiin Nykyaikainen navetateknologia -hankkeessa, jonka rahoittajina ovat Pohjois-Savon liitto (Euroopan aluekehitysrahasto) ja Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (Euroopan sosiaalirahasto).

Kirjallisuus

- Burfeind, O., Schirmann, K., von Keyserlingk, M.A.G., Veira, D.M., Weary, D.M. & Heuwieser, W.** 2011. Technical note: Evaluation of a system for monitoring rumination in heifers and calves. *J. Dairy Sci.* 94: 426-430.
- Firk, R., Stamer, E., Junge, W. & Krieter, J.** 2002. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. *Livestock Prod. Sci.* 75: 219-232.
- Harvatinen, K.J. & Allen, M.S.** 2006. Effects of Fatty Acid Supplements on Feed Intake, and Feeding and Chewing Behavior of Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 89: 1104-1112.
- Kononoff, P.J., Lehman, H.A. & Heinrichs, A.J.** 2002. Technical Note -A Comparison of Methods Used to Measure Eating and Ruminating Activity on Confined Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 85: 1801-1803.
- Lindgren, E.** 2009. Validation of rumination measurement equipment and the role of rumination in dairy cow time budgets. A Master's thesis. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Martin, P. & Bateson, P.** 1993. *Measuring behaviour. An introductory guide.* Second edition. 222 s. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mitlohner, F.M., Morrow-Tesch, J.L., Wilson, S.C., Dailey, J.W. & McGlone, J.J.** 2001. Behavioral sampling techniques for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 79: 1189-1193.
- Pearson, R.A. & Smith, D.G.** 1994. The effects on work on food intake and ingestive behavior of draught cattle and buffalo given barley straw. *Anim. Prod.* 58: 339-346.
- Phillips, C.** 2002. *Cattle Behaviour and Welfare.* Second edition. 264 s. Blackwell Publishing, Oxford.
- Rutter, S.M., Brizuela, C. & Charlton, G.** 2011. The reliability of rumination data recorded by a commercial rumination monitor. Teoksessa: E.A. Pajor & J.N. Marchant-Forde (toim.), Proceedings of the 45th Congress of the International Society for Applied Ethology (ISAE). Scientific evaluation of behavior, welfare and enrichment. 31 July – 4 August 2011, Indianapolis, USA. 166 s. Wageningen Academic Publishers, the Netherlands.
- Schirmann, K., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., Veira, D.M. & Heuwieser, W.** 2009. Technical note: Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92: 6052-6055.