

Naudanlihantuotannon ympäristövaikutukset

Maiju Pesonen ja Arto Huuskonen

*Luonnonvarakeskus (Luke), Vihreä teknologia, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki,
etunimi.sukunimi@luke.fi*

Tiivistelmä

Tämän kirjallisuusselvityksen tarkoituksena oli selvittää naudanlihantuotannon ympäristövaikutuksia sekä mahdollisuuksia parantaa tuotannon ympäristötehokkuutta. Selvityksen perusteella suomalaisen naudanlihantuotannon vahvuus on tehokas nurmentuotanto. Tuotannossa tulisi tavoitella intensiivistä tuotantoa, jossa nurmi- ja eläinresurssit on hyödynnetty maksimaalisesti. Toinen vaihtoehto on keskittyä laajaperäisempään tuotantoon, jossa tuotannon tukijalkana ovat tuottavat ja pitkäikäiset laidunnurmet. Nopea kasvu ja lyhyt kasvatusaika ovat ympäristön kannalta edullisia. Nautojen teurasikä tulisi pitää noin 16 kuukaudessa. Korkeiden teuraspainojen tavoittelu aiheuttaa enemmän ympäristökuormitusta kuin eläinten teuraskypsyyden saavuttaminen nopeasti ennen kasvun hidastumista. Lyhyen kasvatusajan saavuttaminen karkearehuvaltaisella ruokinnalla voi olla haasteellista. Karkearehun ravitsemuksellisen ja säilönnällisen laadun tulisi olla koko kasvatuskauden ajan erinomaista.

Nautojen valkuaisruokinnassa on selkeästi tarkastelun paikka. Valkuaisrehujen käytön vähentäminen on kannattavaa sekä ympäristön että tuottajan kannalta. Ruokinnan matalampi valkuaispito vähentää virtsan ja sonnan tyypipäästöjä. Suomessa tyypillisesti käytettävillä, säilörehua ja viljaa sisältävillä ruokinnoilla yli 200 kg:n painoisten kasvavien nautojen pötsimikrobien tyypin tarve täyttyy säilörehun ja viljan kautta. Tutkimusaineistojen perusteella valkuaislisällä saadut tuotannolliset hyödyt liittyvät tilanteisiin, joissa eläinten energian saanti ja kasvu ovat heikkoja perusruokinnalla eli eläimet on ruokittu heikkolaatuisilla karkearehuilla ja vähäisellä määrällä väkirehua. Tällöin valkuaislisää vastaavat hyödyt voidaan saavuttaa energian saantia (väkirehun määrää) lisäämällä.

Noin 80 % Suomessa tuotetusta naudanlihasta tuotetaan maidontuotannon sivutuotteena. Ympäristöjalanjälki on sivutuotteena tuotetussa naudanlihassa pienempi kuin emolehmiin perustuvassa erikoistuneessa naudanlihantuotannossa, koska kuormitus jakaantuu sekä maidon- että naudanlihantuotannolle. Emolehmäntuotannon ympäristöjalanjälkeä lisää emon pitkä ylläpitokausi, jossa emojen ruokinta perustuu ravintoarvoltaan heikkoihin karkearehuihin. Sulavuudeltaan heikoista karkearehuista muodostuu puolestaan runsaasti metaania. Emojen ruokinnan toinen haaste on matala ylläpitoajan ravintoaineiden tarve, jossa ylikuormitus aiheuttaa ravintoaineiden hukkaantumista. Ravintoaineiden ylimäärä lisää lannasta muodostuvia kasvihuonekaasuja.

Naudanlihantuotannon ympäristökuormitus pienenee samansuuntaisilla toimenpiteillä, joilla voidaan parantaa tuotannon taloudellista kannattavuutta. Ympäristöjalanjäljen pienentämisessä korostuu kokonaisuuden hallinta. Yksittäisillä toimenpiteillä voidaan saavuttaa pieniä vaikutuksia, mutta kokonaisuuden hallitsemisella ympäristökuormitus voi muodostua huomattavasti pienemmäksi. Olemassa olevien resurssien mahdollisimman hyvä hyödynnyks parantaa kannattavuutta, mutta on myös ympäristöteko.

Asiasanat: naudanlihantuotanto, ympäristövaikutukset, metaani, typpi, fosfori, hiilidioksidi, maankäyttö, ruokinta, rehut, laidunnus, elinkaarianalyysi

Johdanto

Nautoihin perustuvaa kotieläintuotantoa harjoitetaan ympäri maailmaa. Nauta tuottaa ravintoa, ravinteita ja energiaa sekä lukuisia sivutuotteita mm. nahkaa ja erilaisia johdannaisia lääketieteellisyydelle (Rushton 2009). Naudat pystyvät muuntamaan kuitupitoista kasvibiomassaa maidoksi ja lihaksi. Märehtijöiden ruuansulatuskanavan ainutlaatuisia ominaisuuksia hyödyntämällä pystytään tuottamaan ihmisravitsemuksen kannalta arvokasta proteiinia hyvin erilaisilla alueilla (Gerber ym. 2013). Usein rehuksien viljely, kuten esimerkiksi nurmentuotanto Suomessa, onnistuu huomattavasti laajemmalla maantieteellisellä alueella kuin viljan viljely. Toisaalta naudat pystyvät laiduntamaan myös niitä alueita, jotka eivät sovellu laisinkaan koneelliseen kasvinviljelyyn (Niemi & Alhstedt 2013).

Suomessa naudanlihantuotanto sijoittuu voimakkaimpana niille alueille, joilla pellon hyödyntäminen on järkevintä ja osin mahdollistakin ainoastaan nurmiviljelyn kautta. Märehtijöiden käyttö elintarviketuotannossa lisää näin käytettävissä olevaa peltoalaa. Märehtijät pystyvät hyödyntämään elintarviketuotantoon nurmialaa, jota tarvitaan etelässäkin vesistönsuojeluun ja pellon kasvukunnon ylläpitämiseen ja monipuolistamaan viljelykiertoja (Niemi & Alhstedt 2013).

Edellä esitetyt näkökohdat puoltavat kotimaisen naudanlihantuotannon oikeutusta, mutta ne eivät poista tuotannon haitallisia ympäristövaikutuksia. Rehuviljelyn päästöt ovat ilmastonmuutosta edistäviä kasvihuonekaasupäästöjä (hiilidioksidi ja typen oksidit) sekä rehevöitymistä ja vesien tilaa heikentäviä ravinnepäästöjä (typpi ja fosfori). Märehtijöiden ruokinta synnyttää muista eläinlajeista poiketen omana haasteenaan myös rehujen fermentoitumisen yhteydessä syntyvän metaanin. Lannan talteenotto, varastointi ja levitys aiheuttaa sekä kasvihuonekaasupäästöjä että ravinnepäästöjä. Tämän kirjallisuusselvityksen tarkoituksena oli selvittää naudanlihantuotannon ympäristövaikutuksia sekä mahdollisuuksia parantaa tuotannon ympäristötehokkuutta. Selvitys toteutettiin osana InnoTietoa! –hanketta, joka rahoitettiin Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta. Rahoitus myönnettiin Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen kautta.

Tehokas tuotanto hillitsee päästöjä

Kirjallisuuden perusteella päästöjä voidaan vähentää tehokkaasti vähentämällä tuotettua lihakiloa kohden kuluva rehumäärä. Siten naudanlihantuotannon tuottavuuden ja kestävyuden kehittäminen voidaan periaatteessa toteuttaa samoilla toimenpiteillä. Nautojen nopea kasvu ja lyhyt kasvusaika ovat ympäristön kannalta edullisia (Martin ym. 2010). Korkeiden teuraspainojen tavoittelu aiheuttaa enemmän ympäristökuormitusta kuin eläinten teuraspainsyiden saavuttaminen nopeasti ennen kasvun taittumista (Dawson 2010).

Biologinen optimi teuraspainon saavuttamisessa on noin 75 % eläimen aikuispainosta (Field 2007). Lyhyen kasvusaajan saavuttaminen karkearehuvallaisella ruokinnalla voi olla haasteellista. Karkearehun ravitsemuksellisen ja säilönnällisen laadun tulisi olla koko kasvusaajan ajan erinomaista. Sulavuudeltaan tulisi tavoitella rehua, jonka D-arvo on noin 680–710 g/kg ka (Huuskonen 2010). Eläinten tulisi käyttää rehut mahdollisimman tehokkaasti hyväksi, jolloin lannassa olisi mahdollisimman vähän ympäristökuormitusta aiheuttavia ravinteita. Nopeassa kasvatuksessa muodostuu vähemmän lantaa (Basarab ym. 2013). Ympäristön kannalta on edullista, että lantaa varastoidaan vain rajoitettu aika tai/ja sitä prosessoidaan eteenpäin (Sommer ym. 2013).

Naudanlihan ympäristövaikutus tulisi määrittää tuotantopanoksen suhteena/erokseksi tuotantotuloksista. Helpoin tapa on laskea dieetin sisältämä energiamäärä ja määrittää, kuinka paljon tuotantovastetta ruokinnalla on saavutettu. Loppukasvatuksessa intensiivisen, nopean kasvatuksen ympäristövaikutus on pienempi kuin vähemmän tuotantopanoksia käyttävän, pitkän kasvusaajan (Martin ym. 2010). Dawson (2010) vertasi laajaperäistä ja voimaperäistä kasvatusa erilaisella eläinaineksella. Eläinaineksen kasvupotentiaali ja kasvusaika vaikuttivat ratkaisevasti hiilijalanjäljen muodostukseen. Sonnen kasvatuksen ympäristöjalanjälki oli pienempi verrattuna härkien kasvatukseseen (6,7 vs. 11,4–11,8 CO₂e kg/teuraspaino kg). Tutkijat korostivat, että nopean kasvatuksen ehtona ei ole suuri väkirehujen käyttö dieetissä, vaan oikeanlaisten karkearehujen ja väkirehun optimaalinen yhdistäminen ja maksimaalinen eläinaineksen hyödyntäminen. Nopea loppukasvatus vähentäisi myös emolehmätuotannon hiilijalanjälkeä jopa 28 % (Hyslop 2008). Emolehmätuotannossa eläinten ruokinta on merkittävässä osassa ympäristöjalanjäljen muodostumisessa. Yliaruokinta lisää kaikkia keskeisiä (N, P, CH₄) ympäristökuormitusta aiheuttavia päästöjä (Estermann ym. 2002).

Rehukustannus on suurin muuttuvien kustannusten erä naudanlihantuotannossa. Ruokintakus-

tannus määrittelee naudanlihantuotannon kannattavuuden (Ramsey ym. 2005). Jalostuksellisesti reuhyötysuhteessa (residuaalinen syönti) on runsas potentiaali tuotannon kannattavuuden parantamiseen ja ympäristövaikutusten pienentämiseen (Basarab ym. 2013). Eläinten valinta residuaalisen syönnin perusteella voi olla mahdollinen tapa vähentää sekä maidontuotannon että naudanlihantuotannon ympäristökuormitusta. Residuaalinen syönti periytyy keskinkertaisesti ($h^2 = 0,26-0,43$), ja sen korrelaatio eri dieettien kanssa on keskinkertainen ($r^2 = 0,29-0,49$) (Basarab ym. 2013). Tutkimuksissa on havaittu, että residuaalisen syönnin perusteella tehtävällä eläinvalinnalla pystytään vähentämään naudanlihantuotannon metaanipäästöjä 15–30 % ja lannan tuotantoa 15–20 % (Alford et al. 2005, Nkrumah et al. 2006, Hegarty et al. 2007) sekä lannan typpi-, fosfori- ja kaliumpitoisuuksia 15–17 % (Nkrumah et al. 2006, Hegarty et al. 2007).

Valkuaisruokinta tarkasteluun

Nautojen valkuaisruokinnassa on selkeästi tarkastelun paikka sekä Suomessa että maailmanlaajuisesti. Valkuaisrehut ovat rehustuksen kalleimpia komponentteja. Ylimääräisen valkuaisruokinnan vähentäminen on kannattavaa sekä ympäristön että tuottajan kannalta. Dieetin tasapainoinen valkuaisrasva vähentäisi virtsan ja lannan NH_3 ja N_2O päästöjä (Sonesson ym. 2009).

Huuskosen ym. (2014a) tekemän laajan meta-analyysin perusteella valkuaislisärehuja ei kannattaisi syöttää käytännössä lainkaan yli 200 kg:n painoisille kasvaville naudoille, koska valkuaislisällä saatava kasvuvaste osoittautui hyvin pieneksi. Huuskosen ym. (2014a) mukaan PVT:n alaraja voitaisiin turvallisesti pudottaa arvoon -20 g/kg kuiva-ainetta ilman negatiivista vaikutusta kasvutuloksiin. Valkuaislisän käytöllä ei ole myöskään vaikutusta ruhon laatuun, jos eläimet on ruokittu tyypillisillä suomalaisilla säilörehu-vilja-pohjaisilla rehuilla. Ruhojen rasvaisuus näyttää jopa hieman lisääntyvän valkuaisrehujen käytön myötä (Steen 1988, 1996, Huuskonen ym. 2014a). Kasvavien nautojen ruokinnassa ollaan Suomessa lähes aina tilanteessa, että valkuaislisää ei tarvita. Säilörehua ja viljaa sisältävällä ruokinnalla pötsimikrobien typen tarve täyttyy perusrehujen kautta. Valkuaisrehujen turha käyttö on myös osaltaan heikentämässä valkuaisomavaraisuutta. Kriittisempi asia lienee kuitenkin lisääntyvä ympäristökuormituksen riski. Tutkimusaineistoista tehtyjen meta-analyysien (Huhtanen ym. 2010, Huuskonen ym. 2014a) perusteella noin 90 % valkuaislisän sisältämästä tpeestä eritetään nimenomaan virtsan mukana. Virtsan typpi on huomattavasti sonnan tyyppiä herkempää sekä huuhtoutumisen että haihtumisen kautta tapahtuvalle hävikille.

Valkuaisruokinta tulisi kohdentaa eläinryhmille, jotka sitä tarvitsevat ja jotka siitä hyötyvät eniten. Eniten valkuaislisästä hyötyvät yksimahaiset (sika ja siipikarja) ja nautojen osalta lypsylehmät ja alle 200 kg:n painoiset nuoret naudat. Suomessa tyypillisesti käytettävillä säilörehua ja viljaa sisältävällä ruokinnalla yli 200 kg:n painoisten kasvavien nautojen pötsimikrobien typen tarve sen sijaan täyttyy perusrehujen kautta. Jos pötsin mikrobisynteesi ei jostain syystä tuota riittävästi mikrobivalkuaisista (esimerkiksi erittäin heikko karkearehu ja matala väkirehun saanti), tilanne voidaan korjata lisäämällä rehuannokseen kohtuullinen määrä viljaväkirehua. Huuskosen ym. (2014a) tulosten perusteella valkuaislisällä saadut tuotannolliset hyödyt liittyvät nimenomaan tilanteisiin, joissa eläinten energian saanti ja kasvu ovat heikkoja perusruokinnalla eli eläimet on ruokittu heikkolaatuilla karkearehuilla ja vähäisellä määrällä väkirehua. Tällöin voidaan valkuaislisää vastaavat hyödyt saavuttaa pelkästään eläimen energian saantia (väkirehun määrää) lisäämällä.

Yhdistelmätuotanto on ympäristötehokasta

Yli 80 % Suomessa tuotetusta naudanlihasta tuotetaan maidontuotannon sivutuotteena (Niemi & Alhstedt 2013). Ympäristöjalanjälki on sivutuotteena tuotetussa naudanlihassa pienempi kuin emolehmiin perustuvassa erikoistuneessa naudanlihantuotannossa, koska kuormitus jakaantuu sekä maidon- että naudanlihantuotannolle (Nemecek ym. 2013).

Yhdistelmätuotannon ympäristötehokkuutta pystyttäisiin edelleen parantamaan jonkin verran lisäämällä liharoturiesteityssiemennysten käyttöä maitotiloilla. Liharoturiesteityssiemennysten käyttöä suomalaisilla maitotiloilla on suositeltu pidettävän 10–20 prosentin tasolla. Käytännössä toteutuma on ollut viime vuosina alle 10 prosentin luokkaa. Liharoturiesteityssiemennysten osuus voitaisiin kuitenkin uusia tekniikoita (genominen valinta, siittiöiden sukupuolilajittelu) hyödyntäen nostaa ainakin 25 prosenttiin siemennyksistä. Maidontuottajan kannalta toimenpiteellä voitaisiin tehostaa lehmävalintaa ja edistää eläinaineksen paranemista. Samalla olisi mahdollista lisätä naudanlihantuotannon tehokkuutta risteystvasikoiden kautta. Suomalaisten teurasaineistojen perusteella liharoturisteityksillä pystytään tuot-

tamaan puhtaisiin maitorotuisiin verrattuna paremmin kasvavia ja paremmin luokitettavia lihanautoja (Huuskonen ym. 2013a,b, 2014b). Risteytyseläimet tuottavat suuremman teurasruhon samassa kasvatujassa ja samalla rehumäärällä kuin puhtaat maitorotuiset, joten samoilla tuotantopanoksilla saavutetaan suurempi määrä lopputuotetta (Huuskonen ym. 2014b).

Emolehmätuotannon ympäristöjalanjälkeä lisää emon pitkä ylläpitokausi, jossa emojen ruokinta perustuu usein ravintoarvoltaan heikkoihin karkearehuihin. Sulavuudeltaan heikoista karkearehuista muodostuu runsaasti metaania (Veysset ym. 2010, Beauchemin ym. 2011). Emojen ylläpitokauden matala ravintoaineiden tarve asettaa haasteita ruokinnan suunnittelulle. Emojen ruokinnan toinen haaste onkin matala ylläpitoajan ravintoaineiden tarve, jossa ylikuokinta aiheuttaa ravintoaineiden hukkaantumista. Ravintoaineiden ylimäärä lisää lannasta muodostuvia kasvihuonekaasuja (Gerber ym. 2013). Emolehmien tuotanto-ominaisuudet, ravintoaineiden tarve, kasvatusolosuhteet ja markkinoiden preferenssi tulisi yhteen sovittaa mahdollisimman tarkasti (Hoquette & Chatellier 2011). Emolehmätuotannon ympäristöä kuormittavia ravinne- ja kasvihuonekaasupäästöjä voidaan saada pienennettyä suomalaisissa kasvatusolosuhteissa kahdella erilaisella strategialla.

Ensimmäisessä strategiassa hyödynnetään vajaatuottoisten alueiden käyttöä kasvukauden laidunnuksessa. Kevätpoikivilla emoilla kunnostus tapahtuu tässä strategiassa sisäruokintakaudella, jolloin mahdolliset ravinnepäästöt sitoutuvat kuivikkeeseen ja kierrätetään pellolle. Toisessa strategiassa hyödynnetään hyvätuottoisten peltolaitumien käyttöä kasvukauden laidunnuksessa. Emojen ruokinta suunnitellaan siten, että kuntoluokka laskee sisäruokintakaudella kuntoluokkaan 2,0–2,5 (Manninen 2007). Emojen ravintoaineiden tarve on laidunkaudella korkea maidontuotannosta ja kunnostuksesta johtuen, jolloin ravintoaineiden pidättyminen on mahdollisimman suurta. Ravinnepäästöt sisäruokintakaudella sitoutuvat kuivikkeisiin ja kierrätetään pelloille. Molemmissa strategioissa hyödynnetään emolehman kuntoluokka, erilaiset laidun- ja pelto-olosuhteet, hyvä kuivitus sisäruokintakaudella ja mahdollinen rotu tai risteytys (Hyslop 2008, Dawson ym. 2011, Fraser ym. 2014).

Suomalaisessa emolehmätuotannossa tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota tilakohtaisiin karjan rotu- ja/tai risteytysvalintoihin. Rotutyypin tulisi sopia tilan tuotanto-olosuhteisiin mahdollisimman hyvin. Jos tilalla on paljon hyvätuottoista peltolaidunta, runsaammin ylläpitoenergiaa tarvitsevat isojen rotujen emot ovat ympäristön kannalta edullisempia. Luonnonlaitumia ja muita heikko-tuottoisia alueita hyödyntävillä tiloilla keskikokoisten rotujen käyttö olisi ympäristön kannalta suotavampaa. Emolehmätuotannon vahvuus voi olla niin sanottu ekologinen ja sosiaalinen kestävyys.

Luonnon monimuotoisuus ympäristöarvona

Luonnon monimuotoisuuden kohdistuvien vaikutusten todellinen arvioiminen on hyvin haasteellista. Tuotannon vaikutusta luonnon monimuotoisuuteen on joissakin arvioissa arvioitu laadullisena mittarina (Cederberg & Darelius 2000, Cederberg & Nilsson 2004, Cederberg ym. 2009, Penman ym. 2010). Maankäytön vaikutus voi olla joko negatiivista tai positiivista luonnon monimuotoisuuden kannalta. Maailman laajuisesti suurin uhka luonnon monimuotoisuuden kannalta on trooppisten metsien raivaus laidunalueiksi (Cederberg ym. 2009). Pohjoisella maanviljelyalueella luonnon monimuotoisuutta lisäävät ja säilyttävät vaikutukset muodostuvat perinteisten laidunnusalueiden (perinnetuotanto ja hakamaat) avoimena pitämisestä laiduntavien nautojen avulla (Cederberg & Darelius 2000, Cederberg & Nilsson 2004).

Suoranainen vaikutus luonnon monimuotoisuuteen muodostuu yksinkertaisimmillaan rehuhyötysuhteen paranemisen kautta, jolloin tuotantoon tarvittava peltopinta-ala on pienempi ja maankäyttö on vähäisempää. Tällöin tuotannolta vapautuu maa-alaa luonnon monimuotoisuuskohteisiin (Röös ym. 2013). Luonnon monimuotoisuus ei rajoitu pelkästään maa-alueisiin, jotka eivät ole maatalouskäytössä. Maatalouskäytössä oleva peltoala voi sisältää luonnon monimuotoisuutta edistäviä tekojaita. Nurmien lisääminen tuotantoon, useiden kasvien/kasvilajien suosiminen samalla alueella, tuotantomuodon viherryttäminen tuotannostasosta tinkimättä ja metsäsaarekkeiden hyödynnyksellä laidunalueilla auttavat muodostamaan ympäristöllisesti rikkaita alueita, joiden avulla luonnon monimuotoisuus säilyy tai jopa paranee.

Tuotannon kannattavuus on kestävyden tukijalka

Naudanlihantuotannon yhteiskunnallinen haaste on kuluttajien tietoisuus maataloustuotannon aiheuttamasta ympäristökuormituksesta (Hocquette & Chatellier 2011). Tuotantoon tulisi muodostaa käytännöllisiä toimintatapoja, joilla ympäristökuormitusta saadaan yksinkertaisesti pienemmäksi (Veysset

ym. 2010). Ruokinnan tarkkuus, pötsi- ja maamikrobien parempi tunteminen ja ravinteiden kierrätys voivat olla tapoja kuormituksen pienentämiseksi (Martin ym. 2010, Hermansen & Kristensen 2011).

Maatalouden tulisi tavoitella kestäviä tuotantomuotoja. Tuotannon kestävyttä voidaan lähestyä lukuisista eri näkökulmista. Tuotannon kestävyys muodostuu kolmesta päälähestymisalueesta, joihin voi liittyä lukuisia ala-alueita. Tuotannon kestävyuden tärkein tukijalka on tuotannon kannattavuus, yrittäjän toimentulon on tultava tuotannosta (Hocquette & Chatellier 2011).

Naudanlihan laatu voi olla merkittävä osa tuotannon kannattavuutta, jos sillä saavutetaan kuluttajatytyväisyys (Hocquette & Chatellier 2011). Naudanlihan kuluttajatytyväisyyteen eniten vaikuttava tekijä on mureus. Maku, mehukkuus ja väri koetaan myöskin tärkeiksi (Hui 2012). Varmimmin kuluttajatytyväisyys saavutetaan, kun naudanlihan laatu pysyy tasaisena aina lautaselle saakka (Scollan ym. 2010).

Tuotannon kannattavuus on tae tuotannon kehittymiselle ja kokonaisvaltaiselle kestävyydelle. Laadukasta tuotetta voidaan myydä mielikuvilla ja käyttöä suunnata erikoistilanteisiin. Haasteena on laadullisten standardien muodostaminen, niissä pysyminen ja tasaisen laadun saavuttaminen (Hocquette & Chillard 2011, Scollan ym. 2010).

Yhteenveto ja johtopäätökset

Ravinteiden kierrättäminen on tehokkaampaa, jos ihminen syö kasvin itse kuin, jos eläin syö kasvin ja ihminen eläimen. Useilla alueilla viljelyolosuhteet kuitenkin rajoittavat ihmisravinnoksi kelpaavien kasvien viljelyä. Näillä alueilla pystytään toisaalta tuottamaan menestyksekkäästi rehukasveja ja nurmea. Nurmen kierrättäminen naudan ruuansulatuksen kautta ihmisravitsemuksessa arvokkaiksi valkuaisaineiksi ylläpitää maataloustuotantoa ja maaseudun elinvoimaisuutta useilla alueilla Suomessa ja Pohjois-Euroopassa. Suomalaisen naudanlihantuotannon vahvuus onkin tehokas nurmituotanto.

Naudanlihantuotannossa voidaan saavuttaa ympäristöllisiä hyötyjä kahdella erilaisella toimintamallilla. Ensimmäisessä vaihtoehdossa tulisi tavoitella intensiivistä tuotantoa, jossa nurmi- ja eläinresurssit on hyödynnetty maksimaalisesti. Toinen vaihtoehto on keskittyä laajaperäisempään tuotantoon, jossa tukijalkana ovat tuottavat ja pitkäikäiset laidunnurmet. Nurmien tiheydestä on huolehdittava. Nurmien kasvukuntoa on ylläpidettävä täydennys- kylvöillä ja riittävällä ravinnehuollolla. Kummassakin toimintamallissa tuotannon tulisi tavoitella suljettua ravinnekiertoa ja omavaraista rehujen tuotantoa.

Hiilijalanjälkeä voidaan soveltaa naudanlihantuotannon ympäristövaikutuksien arviointiin, jos nautojen ruokinta on karkearehuvallista ja nurmentuotannon hiilensidontakyky pystytään määrittämään. Naudanlihan ympäristövaikutuksen arviointiin voidaan käyttää elinkaariarviota. Ympäristövaikutus painottuu tällöin suuremmalla todennäköisyydellä oikealle kohderyhmälle. Ympäristöllisiä vaikutuksia arvioitaessa tulisi huomioida lukuisia eri kategorioita tuotannon aiheuttamasta suorasta vaikutuksesta aina vaikeasti mittaviin ympäristöllisiin arvoihin. Usein vaikeasti mitattavat tekijät, kuten naudanlihantuotannon vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen, maan viljavuuteen ja veden käyttöön sekä haitta-ainejäämien arvioiminen jätetään elinkaarianalyysissä pois.

Vesijalanjälkeä tulisi punnita kriittisesti naudanlihantuotannon ympäristövaikutusta arvioitaessa. Naudanlihantuotanto soveltuu pohjoiselle alueellemme riittävän vuosittaisen sademäärän ja kannattavan nurmentuotannon johdosta. Vesijalanjälki muodostuu pienemmäksi, jos nurmien tuotantokykyä huolehditaan ja eläinaineksen geneettinen potentiaali hyödynnetään hyvinä kasvuina sekä lyhyenä kasvatusaikana.

Naudanlihantuotannon ympäristökuormitus pienenee samansuuntaisilla toimenpiteillä, joilla voidaan parantaa tuotannon taloudellista kannattavuutta. Ympäristöjalanjäljen pienentämisessä korostuu kokonaisuuden hallinta. Yksittäisillä toimenpiteillä voidaan saavuttaa pieniä vaikutuksia, mutta kokonaisuuden hallitsemisella ympäristökuormitus voi muodostua huomattavasti pienemmäksi. Tuottajien kannattaa sijoittaa kestäviin eläimiin, jotka ovat valmiimpia ympäristön aiheuttamiin muutoksiin. Olemassa olevien resurssien mahdollisimman hyvä hyödynnyks parantaa kannattavuutta, mutta on myös ympäristöteko.

Kirjallisuus

Alford, A.R., Hegarty, R.S., & Parnell, P.F. 2005. The impact of breeding to reduce residual feed intake on enteric methane emissions from the Australian beef industry. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 45: 985-993.

- Basarab, J.A., Beauchemin, K.A., Baron, V.S., Ominski, K.H., Guan, L.L., Miller, S.P. & Crowley, J.J. 2013.** Reducing GHG emissions through genetic improvement for feed efficiency: effects on economically important traits and enteric methane production. *Animal* 7 (suppl. 2): 303-315.
- Beauchemin, K.A., Janzen, H.H., Little, S.M., McAllister, T.A. & McGinn, S.M. 2011.** Mitigation of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada – Evaluation using farm-based life cycle assessment. *Animal Feed Science and Technology* 166-167: 663-677.
- Cederberg, C. & Darelus, K. 2000.** Livscykelanalys (LCA) av nötkött – en studie av olika produktionsformer. Naturresursforum Halland, Sweden. www.regionhalland.se.
- Cederberg, C. & Nilsson, B. 2004.** Livscykelanalys (LCA) av ekologisk nötköttsproduktion i ranchdrift. SIK Rapport Nr 718. SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg, ISBN 91-7290-231-0. 33 s.
- Cederberg, C., Sonesson, U., Davis, J. & Sund, V. 2009.** Greenhouse gas emissions from production of meat, milk and eggs in Sweden 1990 and 2005. SIK-Rapport No 793. SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg. ISBN-978-91-7290-284-8. 96 s.
- Dawson, L.E.R. 2010.** Comparison of performance and carbon footprint of dairy-origin beef steers. In advances in animal biosciences. Proceedings of British society of animal science and agricultural research forum. Toim. Athanasiadou, S., Baxter, E.M., Berry, D.P., Bolton, D., Carson, A.F., Crowe, M.A. British Society of Animal Science, Edinburgh, UK. 42 s.
- Dawson, L.E.R., O’Kiely, P.O., Moloney, A.P., Vipond, J.E., Wylie, A.R.G., Carson, A.F. & Hyslop, J. 2011.** Grassland systems of red meat production: intergration between biodiversity, plant nutrient utilization, greenhouse gas emissions and meat nutritional quality. *Animal* 5: 9: 1432-1441.
- Estermann, B.L., Sutter, F., Schlegel, P.O., Erdin, D., Wettstein, H.-R. & Kreuzer, M. 2002.** Effect of calf age and dam breed on intake, energy expenditure, and excretion of nitrogen, phosphorus, and methane of beef cows with calves. *Journal of Animal Science* 80: 1124-1134.
- Field, T.G. 2007.** Beef production and management. 5th edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River. 718 s.
- Fraser, M.D., Moorby, J., Vale, J.E. & Evans, D.M. 2014.** Mixed grazing systems benefit both upland biodiversity and livestock production. PLOS ONE. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0089054>.
- Gerber, P.J., Henderson, B. & Makkar, H.P.S. 2013.** Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production. A review of technical options for non-CO₂ emissions. NO. 177. Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome. 206 s.
- Hegarty, R.S., J. P. Goopy, J.P., Herd, R.M., & McCorkell, B. 2007.** Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. *Journal of Animal Science* 85: 1479-1486.
- Hermansen, J.E. & Kristensen, T. 2011.** Management options to reduce the carbon footprint of livestock products. *Animal Frontiers* 1: 33-39.
- Hocquette, J.-F. & Chatellier, V. 2011.** Prospects for the European beef sector over the next 30 years. *Animal Frontiers* 1: 20-28.
- Huhtanen, P.J., Ahvenjärvi, S., Broderick, G.A., Reynal, S.M. & Shingfield, K.J. 2010.** Quantifying ruminal digestion of organic matter and neutral detergent fibre using the omasal sampling technique in cattle – a meta-analysis. *Journal of Dairy Science* 93: 3203-3215.
- Hui, Y.H. 2012.** Handbook of meat and meat processing. Second edition. CRC Press 2012. eBook ISBN: 978-1-4398-3684-2.
- Huuskonen, A. 2010.** Nurmisäilörehun merkitys lihanaudan ruokinnassa. Teoksessa: Maataloustieteen päivät 2010, 12-13.1.2010 Viikki, Helsinki: Esitelmät, posterit. Toim. Hopponen, A. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote 26. 7 s.
- Huuskonen, A., Huhtanen, P. & Joki-Tokola, E. 2014a.** Evaluation of protein supplementation for growing cattle fed grass silage-based diets: a meta-analysis. *Animal* 8: 1653–1662.
- Huuskonen, A., Pesonen, M., Kämäräinen, H. & Kauppinen, R. 2013a.** A comparison of purebred Holstein-Friesian and Holstein-Friesian × beef breed bulls for beef production and carcass traits. *Agricultural and Food Science* 22: 262–271.
- Huuskonen, A., Pesonen, M., Kämäräinen, H. & Kauppinen, R. 2013b.** A comparison of the growth and carcass traits between dairy and dairy × beef breed crossbred heifers reared for beef production. *Journal of Animal and Feed Sciences* 22: 188–196.
- Huuskonen, A., Pesonen, M., Kämäräinen, H. & Kauppinen, R. 2014b.** Production and carcass traits of purebred Nordic Red and Nordic Red × beef breed crossbred bulls. *Journal of Agricultural Science* 152: 504–517.
- Hyslop, J.J. 2008.** Simulated global warming potential figures for UK suckler cow beef production systems. In livestock and global climate change. Proceedings of the International Conference on Livestock and Global Climate Change. Yoim. Rowlinson, P., Steele, M. & Nefzaoul, A. British Society of Animal Science, Edinburgh and Cambridge University Press, UK. s. 127-129.

- Manninen, M. 2007.** Winter feeding strategies for suckler cows in cold climatic conditions. Helsingin Yliopiston Kotieläintieteenlaitoksen Julkaisuja n:o 91. 231 s.
- Martin, C., Morgavi, D.P. & Doreau, M. 2010.** Methane mitigation in ruminants: from microbe to farm scale. *Animal* 4: 351-365.
- Nemecek, T., Alig, M. & Grandl, F. 2013.** The role of grasslands in a green future: threats and perspectives in less favoured areas. In: Proceedings of the 17th symposium of the European Grassland federation. Toim. Helgadóttir, Á. & Hopkins, A. Akureyri, Iceland 23.-26.6.2013. *Grassland Science in Europe* 18: 88-90.
- Niemi, J. & Ahlstedt, J. 2013.** Finnish agriculture and rural industries 2013. MTT Agrifood Research Finland, Economic Research, Helsinki, Finland, Publications 114a.
- Nkrumah, J. D., Okine, E. K., Mathison, G. W., Schmid, K., Li, C., Basarab, J. A., Price, M. A., Wang, Z., & Moore, S. S. 2006.** Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *Journal of Animal Science* 84: 145-153.
- Penman, T.D., Law, B.S. & Ximenes, F. 2010.** A proposal for accounting for biodiversity for biodiversity in life cycle assessment. *Biodiversity and Conservation* 19: 3245-3254.
- Ramsey, R., Doye, D., Ward, C., McGrann, J., Falconer, L. & Bevers, S. 2005.** Factors affecting beef cow-herd costs, production, and profits. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 37: 91-99.
- Rushton, J. 2009.** The economics of farm animal health & production. CAB International, UK. 364 s.
- Röös, E., Sundberg, C., Tidåker, P., Strid, I. & Hansson, P.-A. 2013.** Can carbon footprint serve as an indicator of the environmental impact of meat production? *Ecological Indicators* 24: 573-581.
- Scollan, N.D., Greenwood, P.L., Newbold, C.J., Yáñez Ruis, D.R., Shingfield, K.J., Wallace, R.J. & Hocquette, J.F. 2010.** Future research priorities for animal production in a changing world. *Animal Production Science* 51: 1-5.
- Sommer, S.G., Christensen, M.L., Schmidt, T. & Jensen, L.S. 2013.** Animal manure recycling: Treatment and management. John Wiley & Sons Ltd. UK. 868 s. ISBN: 9781118488539.
- Sonesson, U., Cederberg, C. & Berglund, M. 2009.** Utsläpp av växthusgaser vid production av nötkött. Underlag till klimatcertifiering. Klimatmärkning för mat. Rapport 2009: 4. 26 s.
- Steen, R.W.J. 1988.** The effect of supplementing silage-based diets with soya bean and fish meals for finishing beef cattle. *Animal Production* 46: 43-51.
- Steen, R.W.J. 1996.** Effects of protein supplementation of grass on the performance and carcass quality of beef cattle. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 127: 403-412.
- Veysset, P., Lherm, M. & Bébin, D. 2010.** Energy consumption, greenhouse gas emissions and economic performance assessments in French Charolais suckler cattle farms: Model-based analysis and forecasts. *Agricultural Systems* 103: 41-50.