



Luonnonvara- ja  
biotalouden  
tutkimus 42/2018

## Elinvoimaiset pihvivasikat kylmissä tuotanto-olosuhteissa

Vaali viisaasti vasikkaa -hankkeen kirjallisuusselvitys

Maiju Pesonen

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 42/2018

# **Elinvoimaiset pihvivasikat kylmissä tuotanto-olosuhteissa**

Vaali viisaasti vasikkaa -hankkeen kirjallisuusselvitys

Maiju Pesonen

Luonnonvarakeskus, Helsinki 2018



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



MAASEUTU 2020



Pesonen, M. 2018. Elinvoimaiset pihvivasikat kylmissä tuotanto-olosuhteissa : Vaali viisaasti vasikkaa -hankkeen kirjallisuusselvitys. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 42/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 56 s.

ISBN 978-952-326-617-9 (Painettu)

ISBN 978-952-326-618-6 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-618-6>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittaja: Maiju Pesonen

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2018

Julkaisu vuosi: 2018

Kannen kuva: Maiju Pesonen

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

## Alkusanat

Vaali viisaasti vasikkaa (Vaavi) on Savonia-ammattikorkeakoulun ja Luonnonvarakeskuksen (Luke) toteuttama hanke, joka käynnistyi vuoden 2016 alussa. Hanke on toiminut Pohjois-Savon alueella tavoitteenaan vasikoiden hoitokäytäntöjen parantaminen ja vasikkakuolleisuuden alentaminen. Hanke on järjestänyt koulutuspaketteja alan toimijoille monipuolisilla tiedotusmenetelmin. Tässä julkaistava pihvivasikoiden elinvoimaisuutta kylmissä olosuhteissa käsittelevä kirjallisuusselvitys on tuotettu osana Vaavi-hanketta. Käsillä oleva julkaisu on jatkoa vuonna 2016 julkaistulle pihvivasikoiden vieroitukseen ja lisäruokintaan keskittyneelle selvitykselle.

Selvityksen toivotaan omalta osaltaan palvelevan suomalaisen emolehmätuotannon kehittämistä. Selvityksessä käydään läpi tutkimustietoa rotujen ja risteytysten tuotanto-ominaisuuksista, emolehmän tiineyden aikaisen ruokinnan vaikutuksista, kylmien olosuhteiden aiheuttamista haasteista sekä ternimaidon merkityksestä pihvivasikalle. Työssä esitetään myös käytännön suosituksia, joiden toivotaan olevan hyödyksi tuotannon kehittämisessä pihvivasikantuotantoon erikoistuneilla tiloilla.

Vaavi-hanketta on rahoitettu Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta, ja tuki on myönnetty Pohjois-Savon ELY-keskuksen kautta. Hankkeen yksityisrahoittajina ovat toimineet A-Tuottajat Oy, Faba, Osuuskunta ItäMaito sekä Pohjois-Savon alueen maatalousyrittäjät osallistumismaksujen kautta. Hankkeen toteuttajat kiittävät kaikkia rahoittajia ja yhteistyökumppaneita hyvin toimineesta yhteistyöstä.

Petäjävedellä 17.8.2018

Maiju Pesonen

Luonnonvarakeskus

# Tiivistelmä

Maiju Pesonen

Luonnonvarakeskus (Luke), Survontie 9A, 40500 Jyväskylä, maiju.pesonen@luke.fi

Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli koota tietoa pihvivasikoiden elinvoimaisuuteen vaikuttavista tekijöistä painottaen kylmissä olosuhteissa tapahtuvaa tuotantoa. Työssä tarkastellaan eri rotujen ja risteytysten tuotanto-ominaisuuksia, emolehmän tiineyden aikaisen ruokinnan vaikutuksia, kylmien olosuhteiden aiheuttamia haasteita sekä ternimaidon merkitystä.

Risteytys on helppo, käytännöllinen ja kustannustehokas tapa lisätä eläinaineksen tuotannontasoa. Hedelmällisyyteen ja vasikkasaantoon voidaan vaikuttaa suoraan risteytyksen kautta, koska risteytys vaikuttaa eritoten lisääntymisominaisuuksiin. Risteytysvaikutus antaa perinnöllisen lisäyksen jälkeläisten tuotannolliseen tasoon verrattuna vanhempaispolveen. Perinnöllinen lisäys saadaan parhaiten esille, kun tavoitellaan suunnitelmallisesti risteytettyjä emoja, jotka tiineytetään puhdasrotuisilla sonneilla. Näin vasikat ovat kolmen rodun risteytysjälkeläisiä. Kasvuominaisuudet muodostuvat korkeimmiksi, kun käytetään pääterodun sonneja.

Rotutyypin valinta tulee tehdä tilan resurssien kannalta tasapainoisesti. Rotutyypin valinta vaikuttaa merkittävästi tuotannon kannattavuuteen ja ympäristötehokkuuteen. Heikompana kasvuna, tiinehtymättöminä eläiminä ja kuolleisuutena menetetty tuotantopotentiali aiheuttaa hävikkiä, joka lisää tuotannon ympäristövaikutusta. Tuotantotuloksien tulee olla kokonaisuudessaan hyviä, jolloin ympäristövaikutus muodostuu pienemmäksi. Eläinaineksen tulee käyttää niille tarjotut rehut tehokkaasti hyväkseen, säilyttää hedelmällisyys, tuottaa hyvin kasvaneita vasikoita ja pysyä karjassa pitkään. Tilalle valitun rotutyypin tulee tuottaa jatkokasvatukseen eläinainesta, josta muodostuu lisäarvoa joka portaassa. Tuotantotuloksien muodostumiseen vaikuttaa eläinaineksen perimä. Puhdasrotuisen ja risteytyseläinaineksen perinnöllisen tason tulisi olla mahdollisimman korkeatasoista.

Poikimavaikeuksien ennaltaehkäisy on yksi olennaisimpia tekijöitä vasikoiden menestymisen kannalta. Korkea syntymäpaino ja suuri aikuiskoko ovat yhteydessä hyviin kasvuominaisuuksiin. Eläinvalintojen tulisi puoltaa helppoja poikimisia. Haasteeksi voi muodostua löytää yhdistelmä erinomaisesta kasvusta ja matalasta syntymäpainosta.

Emon kuntoluokka ja ruokinnan taso ovat keskeisiä tekijöitä vasikan menestymisen kannalta, kun poikiminen tapahtuu kylmissä tuotanto-olosuhteissa. Emon liian alhainen kuntoluokka ja ruokinnan rajoitus tiineyden viimeisenä kuukautena heikentävät vasikan elinvoimaa, ternimaidon laatua ja vasikan selviytymismahdollisuuksia. Kuntoluokitus on käytännöllinen ja helppo tapa seurata ruokinnan onnistumista. Kylmissä tuotanto-olosuhteissa poikimisten valvonta, mahdollisiin ongelmiin puuttaminen riittävän ajoissa, hyvästä kuivutuksesta huolehtiminen ja ternimaidon saanti ajoissa ovat vasikoiden menestymisen ehdottomia vaatimuksia.

Asiasanat: emolehmätuotanto, naudanlihantuotanto, rodut, ternimaito, tuotanto-olosuhteet, vasikat

# Sisällys

<b>1. Johdanto .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Liharodut .....</b>	<b>6</b>
2.1. Valintaan vaikuttavia rotutyypin ominaisuuksia.....	11
2.1.1. Aikuiskoko .....	11
2.1.2. Maidontuotanto.....	12
2.1.3. Lisääntymistehokkuus.....	12
2.1.4. Kasvuominaisuudet ja biologinen tehokkuus.....	19
2.1.5. Nupous vs. sarvellisuus .....	22
<b>3. Risteytys .....</b>	<b>23</b>
3.1. Pääteroturisteytys.....	26
3.2. Jatkuva/kiertävä risteytys .....	26
<b>4. Emolehmän ruokinnan vuosirytmä .....</b>	<b>32</b>
4.1. Ylläpitokausi.....	32
4.2. Tiineyden viimeinen kolmannes .....	33
4.3. Maidontuotantokausi .....	33
4.4. Kuiva-aineen syönti.....	33
4.5. Valkuaisen tarve.....	35
4.6. Kivennäisruokinta .....	35
4.6.1. Kivennäisaineet .....	35
4.6.2. Hivenaineet ja vitamiinit .....	36
4.7. Mitä huomioin rehuanalysistä .....	36
4.8. Kuntoluokitus.....	37
<b>5. Kylmät tuotanto-olosuhteet.....</b>	<b>41</b>
<b>6. Ternimaito .....</b>	<b>46</b>
<b>7. Yhteenveto ja loppupäätelmät.....</b>	<b>49</b>

# 1. Johdanto

Nautojen domestikaatio alkoi yli 8 000 vuotta sitten. Naudat ovat tämän ajan kuluessa sopeutuneet hyvin erilaisiin olosuhteisiin ja käyttötarkoituksiin. Systemaattinen rotujen jalostus ja valinta alkoi 1700-luvulla. Tämä merkitsi eläinten valintaa niiden ominaisuuksien, esimerkiksi karvan värin, sarvelisuuden/nupouden, rakenteen tai tuotanto-ominaisuuksien, perusteella. Tuotanto-ominaisuuksien perusteella rodut voidaan jakaa rotutyyppeihin, esimerkiksi emo- ja pääterotuihin. Emoroduissa koluokka sekä kasvu- ja teurasominaisuudet ovat usein keskinkertaisia, kun taas pääteroduissa kasvu- ja teurasominaisuudet ovat korkealla tasolla.

Eri rotutyypeillä on erilaiset ruokinnalliset vaatimukset, ja ne sopeutuvat eri tavalla erilaisiin olosuhteisiin. Yleensä korkeampi tuotannollinen taso lisää ruokinnallisia vaatimuksia ja heikentää sopeutumista haasteellisiin tai rajoittuneisiin tuotanto-olosuhteisiin. Rotutyypin risteytys antaa varteen otettavan mahdollisuuden emolehmätuotannolle. Risteytyksellä pystytään tuottamaan emoja, joiden tuotanto-ominaisuudet ovat keskimäärin korkeampia kuin puhdasrotuisten. Heteroosi eli risteytysvaikutus on erityisesti havaittavissa niissä ominaisuuksissa, joiden periytymisaste on matala ja joissa jalostuksellinen edistyminen hidasta. Vasikoiden isäroduksi voidaan valita sonni, joka tuottaa erinomaista kasvu- ja teuraslaatua. Risteytyseläin on kuitenkin vain yhtä hyvä, kun risteytykseen käytetty puhdasrotuinen eläinaines.

Emolehmätuotannossa tulisi aina pyrkiä parhaaseen mahdolliseen tuotantotulokseen. Emolehmätuotannossa tuotannon tulorakenne aiheuttaa sen, että tuotantopanoksiin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Tuotantoon sijoitettavat panokset, esimerkiksi rehu- ja työkustannukset, tulee pitää kurissa. Yksi avain tähän on parhaalla mahdollisella tavalla tilan olosuhteisiin sopiva rotutyppi. Eläinten kasvun, hedelmällisyyden ja tuotantotulosten ollessa hyviä, hävikki muodostuu pieneksi. Hävikki menetettyinä eläiminä (kuolleisuus) ja/tai tuotantopäivinä lisää tuotannon ympäristövaikutusta.

Kylmät tuotanto-olosuhteet aiheuttavat emolehmätuotannolle haasteen poikima-aikaan. Maailman laajuisesti kylmästä aiheutuvia vasikkakuolemia on jopa lähes 10 % kaikista vasikkakuolemista (Azzam ym. 1993, Arnott ym. 2012, Mille 2017). Vastasyntynyt vasikka on herkkä kylmettymiselle, jos emo hoivaominaisuudet ovat vaillinaisia, ternimaidon laatu on heikkoa ja/tai kuivitukseen ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota. Emojen kuntoluokka ja ruokinnantasot vaikuttavat vasikan menestymisen mahdollisuuksiin. Poikimavaikeuksien ennaltaehkäisy ja riittävä valvonta ovat olennaisimpia tekijöitä poimittaessa emolehmiä kylmissä tuotanto-olosuhteissa.

Vaali viisaasti vasikkaa (Vaavi) on Savonia-ammattikorkeakoulun ja Luonnonvarakeskuksen (Luke) toteuttama hanke, joka käynnistyi vuoden 2016 alussa. Hanke toimii Pohjois-Savon alueella tavoitteenaan vasikoiden hoitokäytäntöjen parantaminen ja vasikkakuolleisuuden alentaminen. Hanke järjestää koulutuspaketteja alan toimijoille monipuolisin tiedotusmenetelmin. Koulutuspaketteja tukevana selvityksinä on toteutettu kirjallisuuskatsauksia vasikoiden alkukasvatukseen liittyvistä aiheista. Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli koota tietoa pihvivasikoiden elinvoimaisuuteen vaikuttavista tekijöistä painottaen kylmissä olosuhteissa tapahtuvaa tuotantoa. Työssä tarkastellaan eri rotujen ja risteytysten tuotanto-ominaisuuksia, emolehmän tiineyden aikaisen ruokinnan vaikutuksia, kylmien olosuhteiden aiheuttamia haasteita sekä ternimaidon merkitystä.



## 2. Liharodut

Erilaisia nautarotuja arvioidaan olevan noin 1000. Useimmat näistä ovat varta vasten kehitetty alkuperäisroduista tiettyyn tarkoitukseen. Kehitystyö eli jalostaminen on usein vienyt rodun kauaksi alkuperäisistä olosuhteista ja jopa rodun alkuperäisestä tarkoituksesta. Rotu on joukko eläimiä, joilla on samanlaisia fyysisiä ominaisuuksia kuten esimerkiksi karvan väri tai sarven muoto. Samaan rotuun kuuluvilla eläimillä on myös samankaltaiset tuotanto-ominaisuudet. Rodun sisällä kudosjakauma, aikuisikoko ja maidontuotannon määrä ovat keskimäärin samalla tasolla. Usein kuitenkin yksilöiden välinen vaihtelu on liharotuisilla naudoilla suurta. Rodut voidaan jakaa geneettisen ja maantieteellisen alkuperän mukaan eri ryhmiin (Buchanan & Lenstra 2015). Usein jakoon otetaan huomioon myös joitakin tuotannollisia ominaisuuksia (Taulukko 1).



Kuva: Maiju Pesonen.



Taulukko 1. Rotujen jako alkuperän mukaan (Buchanan & Lenstra 2015).

<b>Ranskalaiset rodut</b>							
<b>Rotu</b>	<b>Alkuperämaa</b>	<b>Levinneisyys/käyttö</b>	<b>Väri</b>	<b>Koko ja kasvuominaisuudet</b>	<b>Maidontuotanto</b>	<b>Muita ominaisuuksia</b>	
Blonde d'Aquitaine	Ranska	Eurooppa, Pohjois-Amerikka	Vaalean kellertävä-punainen	Iso, hyvä kasvu	Matala/keskinkertainen	Muodostettu kolmesta rodusta risteyttämällä, lyhyt historia	
Charolais	Ranska	Pohjois- ja Etelä-Amerikka, Eurooppa	Kermanen valkoinen	Iso, hyvä kasvu	Matala	Korkea punaisen lihan saanto, myöhäinen sukukypsyyssikä, vähäinen lihaksen sisäisen rasvan määrä, heikko mureus	
Limousin	Ranska	Pohjois- ja Etelä-Amerikka, Eurooppa	Punaisen ruskea	Keskikokoinen, keskinkertainen kasvu	Matala	Korkea punaisen lihan saanto, vähäinen lihaksen sisäinen rasva, myöhäinen sukukypsyyssikä, heikko mureus	
<b>Mannermaiset rodut</b>							
Simmental	Sveitsi	Pohjois- ja Etelä-Amerikka, Eurooppa, Aasia	Punaisen ruskea valkoisin merkein, valkoinen pää, Pohjois-Amerikassa musta	Iso, hyvä kasvu	Keskinkertainen/korkea	Keskinkertainen sukukypsyyssiän saavuttaminen, vähäinen lihaksen sisäinen rasva, korkea/keskinkertainen punaisen lihan saanto	

Brittiläiset rodut							
Rotu	Alkuperämaa	Levinneisyys/käyttö	Väri	Koko ja kasvuominaisuudet	Maidontuotanto	Muita ominaisuuksia	
Angus	Skotlanti	Pohjois- ja Etelä-Amerikka, Eurooppa, Australia	Musta	Keskikokoinen, hyvä kasvu	Keskinkertainen	Nupo, runsas lihaksen sisäinen rasva, hyvä mureus, aikainen sukukypsyytikä, matala/keskinkertainen punaisen lihan saanto	
Punainen angus	Skotlanti	Pohjois- ja Etelä-Amerikka, Eurooppa, Australia	Punainen	Keskikokoinen, hyvä kasvu	Keksinkertainen	Nupo, keskinkertainen lihaksen sisäinen rasva, keskinkertainen mureus, aikainen sukukypsyytikä, matala/keskinkertainen punaisen lihan saanto	
Belted galloway	Skotlanti	Pohjois-Amerikka, Eurooppa	Musta valkoisella vyöllä	Pieni, keskinkertainen kasvu		Nupo, kihara karva	
Dexter	Irlanti	Pohjois-Amerikka, Eurooppa	Musta, harmaanruskea, punainen	Kääpiö	Keskinkertainen	Maidossa korkea rasvapitoisuus. Kaikki pohjoisamerikkalaiset pie-noisrodut polveutuvat dexter-rodusta.	
Galloway	Skotlanti	Pohjois-Amerikka, Eurooppa	Musta, harmaanruskea	Pieni, keskinkertainen kasvu	Matala/keskinkertainen	Pitkä, kihara karva, nupo, keskinkertainen mureus, keskinkertainen lihaksen sisäinen rasva, keskinen lihaksen sisäinen rasva, keskinkertainen sukukypsyytikä	
Hereford	Englanti	Pohjois- ja Etelä-Amerikka, Eurooppa, Australia	Punainen, valkoinen pää, valkoisia merkkejä	Keskikokoinen, hyvä kasvu	Matala/keskinkertainen	Keskinkertainen lihaksen sisäinen rasva, keskinkertainen mureus, keskinkertainen punaisen lihan saanto	
Highland	Skotlanti	Pohjois- ja Etelä-Amerikka, Eurooppa	Ruskea, musta, punainen	Pieni		Pitkä karva, pitkät sarvet, kestävä, sopeutunut kylmiin olosuhteisiin	

Rotujen erilaisia ominaisuuksia on tutkittu laajasti. Germ Plasm Evaluation (GPE) on mittavin ja pitkäaikaisin eri rotujen ja risteytyksien vertailuohjelma, joka on tehty samoissa olosuhteissa. Rotuja vertaillaan seitsemällä eri ominaisuudella, jotka esiteltiin jo 1960-luvulla. Nämä ominaisuudet ovat aikuiskoko, maidontuotantomäärä, sukukypsyyssikä, lihaksen sisäinen rasva, mureus ja punaisen lihan suhde ruhon rasvan määrään (Cundiff ym. 1984, 1986, 1993, 1997, 1998) (Taulukko 2).

**Taulukko 2.** Rotujen tuotanto-ominaisuuksia arvioituna samanlaisessa tuotantoympäristössä (Cundiff ym. 1984, 1986, 1993, 1997, 1998).

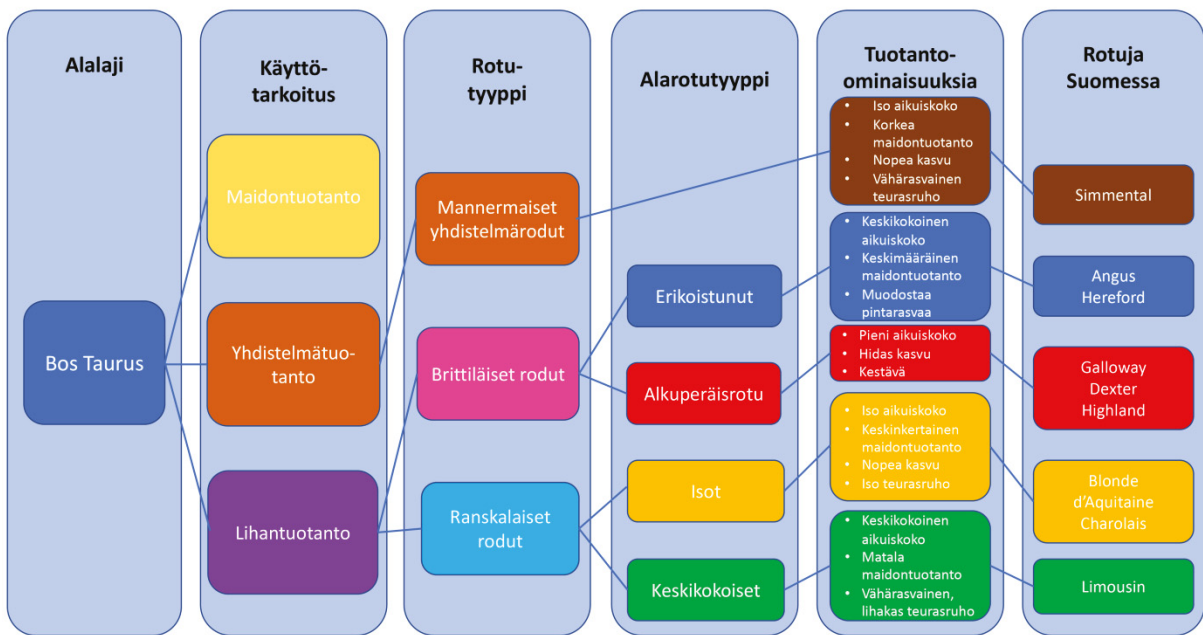
Rotu	Kasvuominaisuudet ja aikuiskoko	Punaisen lihan ja rasvakudoksen suhde	Sukukypsyyssikä	Maidon-tuotanto
Angus <sup>1</sup>	XXX <sup>2</sup>	XX	XXX	XX
Charolais	XXXXX	XXXXX	XXXX	X
Hereford	XXX	XX	XXX	XX
Limousin	XXX	XXXXX	XXXX	X
Simmental	XXXXX	XXXX	XXX	XXX
Galloway	XX	XXX	XXX	XX
Holstein	XXXX	XXXX	XX	XXXXXX

<sup>1</sup> Rodut esitetään isärodun mukaan. Teurasominaisuudet on määritetty 15 kuukauden iässä teurastetuista häristä.

<sup>2</sup> X = matalin, XXXXXX = korkein.

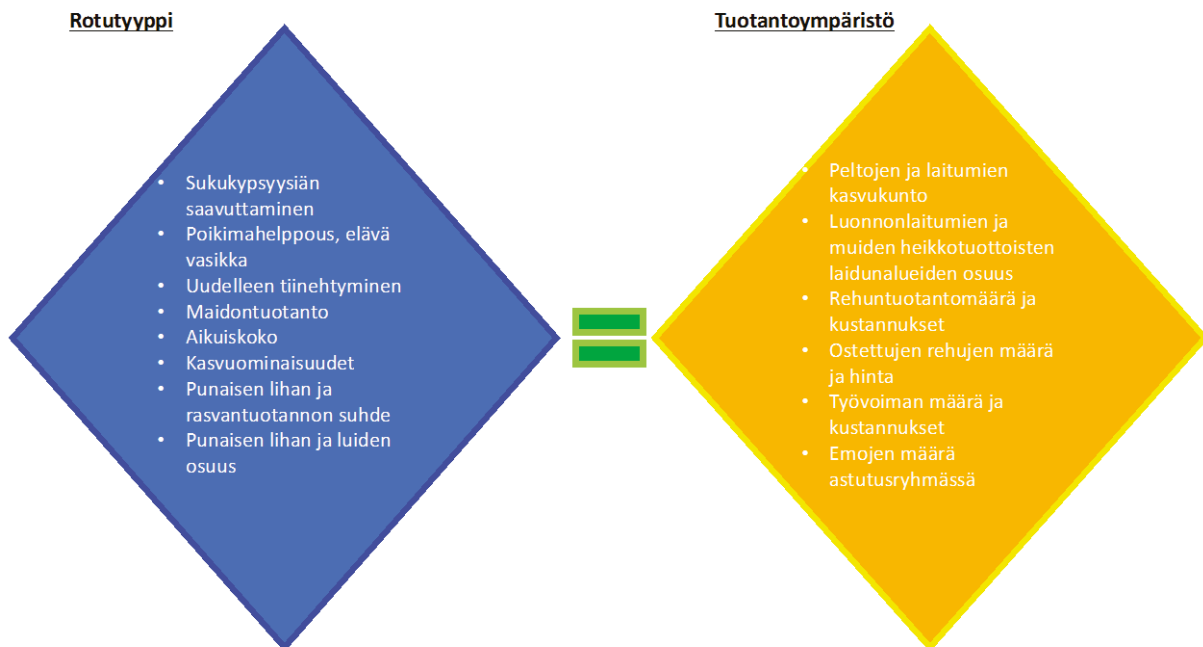
Kaikkien rotuverailujen tulkinnan ehtona on, että ne edustavat rodun ilmentämää keskiarvotulosta. Yksittäisillä eläimillä ja jopa karjoissa tuotantotulokset voivat olla joko huomattavasti parempia tai heikompia kuin keskiarvon esittämä ja tutkimuksien perusteella saatu tulos. Tutkimusten tulokset kuitenkin ilmentävät selkeästi, että roduissa voidaan havaita tietyt biologiset rotutyypit. Näiden biologisten ominaisuuksien tunnistamista tulisi hyödyntää valittaessa sopivimpaa rotutyyppeä tilantuotanto-olosuhteisiin.

Rodut jaetaan ns. biologisiin rotutyyppeihin (Kuva 1). Saman rotutyypin rotujen ominaisuudet tuotanto-ominaisuuksissa on samankaltaisia. Oikean rotutyypin valinta tulisi olla rotuvalinnan ydin, kun tilalle valitaan parhaiten tuotanto-olosuhteisiin sopivaa eläintyyppiä. Itse rodun tulisi aina tulla vasta toissijaisena valintana. Oikealla rotutyypin valinnalla voidaan helpottaa tuotantoa ja madaltaa kustannuksia. Jos rotutyypin valinta ei ole onnistunut, tuotannon panokset voivat nousta kohtuuttomiksi. Suurimmat kustannusten muodostajat emolehmätuotannossa ovat epäonnistuneet poikimiset, menetetyt tai heikosti kasvaneet vasikat sekä korkeat ruokinta- ja kuivituskustannukset (Field 2007, Herring 2014, Cottle & Kahn 2014).



**Kuva 1.** Liharotujen jakautuminen eri rotutyyppeihin (Herring 2014, Buchanan & Lenstra 2015, mukailtu).

Rotutyyppiä ja rotua valittaessa on pidettävä mielessä, ettei yksikään rotu ole vielä ylivertainen kaikissa emolehmätuotantoon tarvittavissa ominaisuuksissa. Jokaisessa tuotantovaiheessa ja rodussa tulisi punnita rotutyypin, ympäristön sekä tuotanto-olosuhteitten ja -tulosten aiheuttamaa vaatimusta (Kuva 2). Toimivan kokonaisuuden luomiseksi tarvitaan usein kompromisseja (tai ruusunpunaisia aurinkolaseja). Usein rotuja yhdistämällä päästään käytännössä parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen.



**Kuva 2.** Oikean rotutyypin valinta oikeaan tuotantoympäristöön vaikuttaa olennaisesti tuotannon onnistumiseen (Field 2007, Herring 2014, Berry & Evans 2014, Cottle & Kahn 2014).

Rotutyypin on sovelluttava valittuun tuotantoympäristöön. Jokaisella rotutyypillä on tavoiteltava parasta mahdollista tuotantotulosta, jonka eläinten perinnöllinen potentiaali mahdollistaa. Tällöin

tuotannon ympäristövaikutus muodostuu matalimmaksi. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotannon menetykset jokaisessa tuotantovaiheessa tulee minimoida, eläinten ruokinnan tulee olla tasapainossa tarpeiden kanssa, eläinten tulee kasvaa hyvin valitulla ruokintamallilla ja teuraskypsyys tulee saavuttaa kohtuullisen lyhyessä ajassa (de Vries ym. 2015, Dick ym. 2015, McAuliffe ym. 2018).

Rotutyypin välillä on eroja eläinten koossa ja tuotantopotentiaalissa. Pienemmän kokoluokan tai matalamman tuotantopotentiaalisen eläimet ovat joustavampia erilaisille tuotanto-olosuhteiden muutoksille. Isomman kokoluokan eläimet vaativat enemmän tuotantoympäristöltään. Luonnonlaitumille ja muille heikkotuottoisille laidunalueille soveltuu parhaiten rotutyypin, joka pystyy ylläpitämään kuntoluokkansa ja on aikuiskooltaan maltillinen (Jenkins & Ferrell 1994, Speidel ym. 2007). Kudosvarojen hyödynnyksen eli kuntoluokan hyödyntäminen on erilaista eri rotutyypeillä. Kestävämät, matalamman tuotantopotentiaalisen rodut pystyvät hyödyntämään kuntoluokkansa tehokkaammin kuin korkeamman tuotantopotentiaalisen rodut (De la Torre & Agabriel 2017). Jos tilalla on runsaasti korkeatuottoisia peltolaitumia ja nurmien tuotantopotentiaali on suuri, tilalle soveltuu parhaiten korkean tuotantopotentiaalisen rotutyypin (Jenkins & Ferrell 1994, Speidel ym. 2007).

## 2.1. Valintaan vaikuttavia rotutyypin ominaisuuksia

Rotutyypin valinnassa tulisi kiinnittää huomiota seuraaviin asioihin:

1. Valittu rotutyypin soveltuu tuotanto-olosuhteisiin ja tuottaa parhaan mahdollisen tuloksen
2. Lisääntymistehokkuus on säilytettävä valitussa tuotantoympäristössä
3. Eläinten koko ja tuotanto-ominaisuudet soveltuvat tuotantoympäristöön

### 2.1.1. Aikuiskoko

Emolehmän kuiva-aineen syönti on yhteydessä emon elopainoon ja käytetyn rehun sulavuuteen. Tilalla, jolla ei ole rajoitusta ruokinnallisissa tai ympäristöllisissä olosuhteissa, isokokoiset emolehmät tuottavat parhaan tuloksen (Roughsedge ym. 2003b). Isokokoisemmat emolehmät kuitenkin syövät enemmän rehun kuiva-ainetta ja tuottavat enemmän lantaa kuin pienemmät emolehmät. Lisäksi tuotanto on haavoittuvampi ympäristöolosuhteissa tapahtuville muutoksille, jos emolehmät ovat suurikokoisia (Beck ym. 2016, NRC 2016, Bir ym. 2018).

Emolehmän syömistä ravintoaineista vain noin 20 % pidättyy tuotantoon. Ravintoaineita menetetään sonnassa, virtsassa, hengityksessä ja röyhtäilyssä (NRC 2016). Tuotannon ympäristövaikutus muodostuu metaani-, typpioksi- ja hiilidioksidipäästöstä. Ympäristövaikutuksen suuruuteen vaikuttavat eläimille tarjotut rehut ja ravintoaineiden pidättyminen (Cottle & Kahn 2014).

Aikuiskoko on yksi olennaisimmista tekijöistä, joka vaikuttaa eläimen ja koko karjan ylläpitokustannuksiin. Emolehmän ylläpitoenergian tarve on noin 70 % eläimen kokonaisenergian tarpeesta. Emolehmän rehunkulutus muodostaa 50–60 % koko tuotantomuodon tarvitsemasta rehujen kuiva-ainemäärästä (tiinehtymisestä teurastukseen). Emolehmällä rotutyypin väliset ylläpitoenergian tarpeen erot voidaan selittää suoraan eläimen koolla ja eläimen maidontuotannon määrällä (Ferrell & Jenkins 1984). Isompi eläin tarvitsee enemmän energiaa ylläpitoonsa, samoin enemmän maitoa tuottavan eläimen energian tarve myös ylläpidossa kasvaa.

Isomman kokoluokan emän vatsaontelo on suurempi, joten kohdulla on runsaammin tilaa kasvua. Tämä voi olla edullista vasikan tiheyden loppuvaiheen kasvun kannalta (Ferrell 1991). Aikuiskoolta ja syntymäpainolta on positiivinen yhteys. Isomman aikuiskoon eläimillä on yleensä korkeampi syntymäpaino. Syntymäpainoltaan isomman vasikan etu kasvuominaisuuksissa menetetään, jos korkeampi syntymäpaino aiheuttaa poikimavaikeuksia (Cundiff ym. 1986).

Emolehmien koko muodostuu merkittäväksi tekijäksi haastavissa ympäristöolosuhteissa ja kustannuksiltaan korkeissa tuotantoympäristöissä. Iso koko voi muodostua rajoittavaksi tekijäksi tuotannon kannattavuuden muodostumisessa (Johnson ym. 2010).



## 2.1.2. Maidontuotanto

Maidontuotanto on keskinkertaisesti periytyvä ominaisuus ( $h^2 = 0,35$ ) (Herring 2014). Maidontuotantopotentiaalissa on runsaasti vaihtelua rotujen sisällä. Rotuja voidaan kuitenkin sijoittaa tiettyihin luokkiin keskimääräisen maidontuotantomäärän mukaan (Taulukko 3) (NRC 2016).

**Taulukko 3.** Rotukohtainen keskimääräinen korkein maitotuotos kilogrammoina päivässä (NRC 2016).

Rotu	Maitotuotos, kg/päivä
Angus	8
Charolais	9
Hereford	7
Hereford nupo	7
Limousin	9
Simmental	12

Emon maidontuotantomäärä on vahvasti yhteydessä vasikan vieroituspainoon. Emon suurempi maidontuotantopotentiaali lisää vieroitettuja vasikkakilogrammoja (Meyer ym. 1994). Emon maidontuotantomäärään vaikuttavat emon kuntoluokka poikiessa ja poikimisen jälkeinen ruokinta (Arthur ym. 1997, Lake ym. 2005). Matala kuntoluokka (alle 2,0) voi vähentää maidontuotantomäärää koko imetyskaudella 15–20 % (Cottle & Kahn 2014). Ennen vieroitusta emon maidontuotanto on olennainen tekijä vasikan kasvun turvaamisessa. Emon ruokinnallinen taso vaikuttaa maidontuotantoon koko vasikan kasvun ajan ennen vieroitusta. Heikoissa ruokinnallisissa olosuhteissa emoille tulisi tarjota lisäruokintaa maidontuotannon takaamiseksi. Emojen tulisi sopia parhaalla mahdollisella tavalla tuotantoympäristöönsä, jotta tuotantopotentiaali maidontuotannon osalta toteutuu ilman ylimääräisiä tuotannollisia panostuksia (Larson 2007).

Maidontuotannonmäärän vaikutukset emolehmäkarjan kannattavuuteen voivat olla kaksijakoisia. Runsaasti maitoa tuottavien emojen ylläpitoenergian määrä on korkeampi, mikä voi johtaa rehu-kustannusten lisääntymiseen. Haastavissa tuotanto-olosuhteissa, tai jos ravintoaineiden saanti on rajoittunut, emojen kuntoluokka voi laskea ja hedelmällisyys heikentyä (Jenkins & Ferrell 2002). Tuotantoympäristöissä, joissa rehun kuiva-aineen ja ravintoaineiden saanti ei rajoita tuotantoa, kannattaa tavoitella mahdollisimman korkeaa maidontuotantopotentiaalia. Korkea maidontuotantomäärä lisää tuotannon kannattavuutta intensiivisessä tuotannossa jokaisessa kasvatusvaiheessa (Miller ym. 1999). Vasikan vieroituspainon avulla voidaan valita maidontuotantopotentiaailtaan korkeammat emolehmät karjan sisällä, jos vasikoille ei ole ollut lisäruokintaa (Cottle & Kahn 2014).

## 2.1.3. Lisääntymistehokkuus

Useissa jalostusjärjestelmissä on keskitytty teurasominaisuuksien kehittämiseen. Emolehmien lisääntymiseen liittyvät ominaisuudet ovat haasteellisempia jalostettavia ja vaativat pitempiäaikaista työtä (Cottle & Kahn 2014, Herring 2014). Lisääntymistehokkuuden ominaisuuksia ovat tiinehtyminen, ensimmäisen poikimisen ikä, poikimaväli, poikimavaikeudet ja kestävyys. Kestävyysominaisuudella kuvataan eläimen elinikäistuotosta ja eläimen pysyvyyttä karjassa. Epäsuoria lisääntymistehokkuuden ominaisuuksia ovat emon koko ja elopaino, rakenne, kuntoluokan säilyttäminen, sukukypsyyksiän saavuttaminen ja vieroituspaino (Cottle & Kahn 2014, Herring 2014).

Erinomainen lisääntymistehokkuus on ensiarvoisen tärkeää tuotannollisesti kannattavalle ja ympäristöllisesti kestäväälle emolehmätuotannolle (Melton 1995). Emolehmätuotannon kannattavuuden kannalta avaintekijöitä ovat emojen hedelmällisyys, ensimmäisen poikimisen ikä, emon koko, oikea rotuvalinta, geneettisesti korkealaatuisen eläinaineksen käyttö ja suunniteltujen tavoitteiden asettelu (Roughsedge ym. 2003a,b). Naaraspuolista lisääntymistehokkuutta on pyritty emolehmäkarjoissa

epäsuorasti pitämään yllä ja jalostamaan siitossonnien kivesten ympärysmittan avulla. Sonnin suurempi kivesten ympärysmitta on yhteydessä tyttären korkeampaan hedelmällisyyteen ja aikaisempaan sukukypsyyksiin saavuttamiseen (Evans ym. 1999, Van Melis ym. 2010). Hedelmällisyyteen ja lisääntymiseen vaikuttavien ominaisuuksien periytymisaste on matala (Martinez-Velázquez ym. 2003, Donoghue ym. 2004). Alhaisesta periytymisestä huolimatta näissä ominaisuuksissa on yksilöllistä vaihtelua, jota voidaan käyttää jalostuksessa hyväksi (Berry ym. 2003, Goyache ym. 2005, Berry & Evans 2014) (Taulukko 4). Matala periytyminen on ominaisuudella, jonka periytymisaste on alle 0,2 ( $h^2 \leq 0,2$ ). Keskinkertainen periytymisaste on alle 0,4 ( $h^2 \leq 0,4$ ). Korkea periytyminen on ominaisuuksilla, joiden periytymisaste on yli 0,4 ( $h^2 \geq 0,4$ ) (Herring 2014).

**Taulukko 4.** Emolehmätuotannon merkittävien ominaisuuksien periytymisasteita irlantilaisessa aineistossa (Berry & Evans 2014).

Ominaisuus	Eläinten lukumäärä	Keskiarvo	Periytyvyys ( $h^2$ )
Hiehon poikimisikä, päiviä	64 380	936	0,31
Poikiminen ensimmäisen 42 päivän aikana poikimakaudella			
Hiehot, %	40 671	0,91	0,06
Lehmät, %	106 419	0,82	0,01
Poikimaväli, päiviä	101 864	384	0,02
Kestävyys, % <sup>1</sup>	104 117	0,85	0,358
Poikimavaikeudet, % <sup>2</sup>	100 445	1,42	0,726
Emolehmän elopaino, kg	18 009	603	0,35
Emolehmän teurashinta, €	18 009	501	0,30
Emolehmän teuraspaino, kg	109 222	312	0,17
Emolehmän lihakkuusluokka EUROP <sup>3</sup>	109 222	2,13	0,62
Emolehmän rasvaluokka EUROP <sup>4</sup>	109 222	2,49	0,18
Vieroituspaino, kg <sup>5</sup>	60 731	345	0,27
Vieroitettun vasikan hinta, €	33 826	616	0,38
Yli 12 kk ikäisen naudän elopaino, kg <sup>6</sup>	42 905	462	0,43
Yli 12 kk ikäisen naudän hinta, €	42 905	717	0,61
Teuraspaino, kg	100 838	340	0,82
Lihakkuusluokka EUROP <sup>3</sup>	100 838	6,6	0,60
Rasvaluokka EUROP <sup>4</sup>	100 838	6,4	0,31
Tuottajan arvioima käsiteltävyys <sup>7</sup>	103 427	3,49	0,28
Tuottajan arvioima vasikan laatu <sup>8</sup>	103 427	2,41	0,26

1 Kestävyys = emon pysyvyys karjassa. Emolehmältä tarkistettiin jokaiselle vuodelle poikiminen, teurastietoon saakka.

2 Poikimavaikeusluokat 1–4. 1=ei avustettu, 2=vähäinen avustaminen, 3=merkittävä avustaminen, 4=eläinlääkärin suorittama avustaminen.

3 EUROP-lihakkuusluokat 1–15. 1 = P- = erittäin vähäinen lihakkuus, 15 = E+ = erittäin hyvä lihakkuus.

4 EUROP-rasvaluokat 1–15. 1 = 1 = erittäin vähärasvainen, 15 = 5 = erittäin rasvainen.

5 Vieroituspaino on eläimiltä, joka on myyty tilalta toiselle tilalle 6-12 kuukauden iässä.

6 Sisältää tilalta myydyt 12–30 kuukauden ikäiset härät ja sonnit sekä 12–36 kuukauden ikäiset hiehot.

7 Käsiteltävyys on arvioitu asteikolla 1–5. 1 = helposti käsiteltävä, 5 = aggressiivinen.

8 Vasikan laatu on arvioitu asteikolla 1–5. 1 = heikkolaatuinen, 5 = erinomainen.

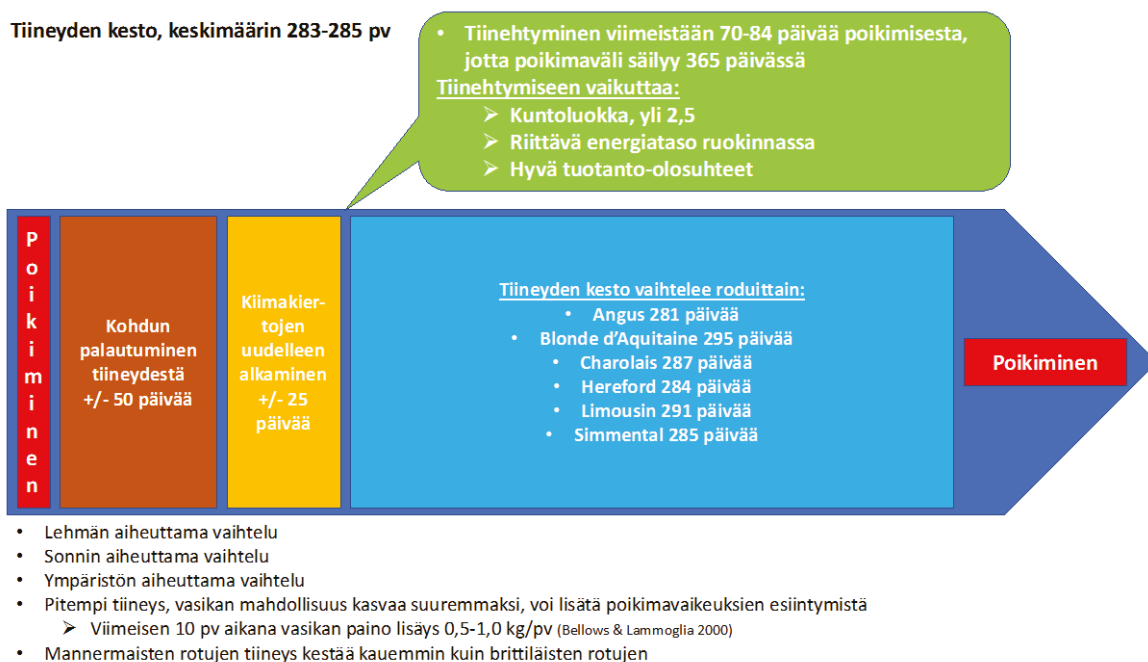
Suunnitelmallisessa emolehmätuotannossa emojen poikiminen tapahtuu tiettyinä määriteltyinä poikimakausina. Poikimakauden pituus tulisi olla noin 60–80 päivää. Lyhyt poikimakausi on tuotannollisesti edullinen sekä emoille että vasikoille. Emojen ruokinnansuunnittelu on yksinkertaisempaa, kun emot ovat saamaan aikaan samassa tuotannollisessa vaiheessa (Field 2007, Cottle & Kahn 2014, Mille 2017). Toisaalta erilaisten terveysongelmien esiintyminen pienenee, kun vasikkaryhmä on samanikäinen (Stokka 2010). Tasakokoisen ja -laatuisen vasikkaryhmän vieroitus ja jatkokasvatus on helpompaa, tehokkaampaa ja kannattavampaa (Field 2007, Cottle & Kahn 2014, Mille 2017).

Nurmeen perustuvassa emolehmätuotannossa poikimakauden ajoitus perustuu nurmen kasvun rytmiin. Nautojen nurmen syönnillä ja hyväksikäytöllä pyritään alentamaan mm. ruokintakustannuksia. Laidunnurmen kiihkein kasvu ja emojen maidontuotannon huippu pyritään ajoittamaan samaan ajankohtaan (Cottle & Kahn 2014). Onnistuneen, suunnitelmallisen nurmeen perustuvan emolehmätuotannon edellytys on että (Berry & Evans 2014):

- 1) Hiehot poikivat riittävän nuorina, ilman vahingollisia vaikutuksia eläimen tuotannolliselle menestymiselle jatkossa
- 2) Emolehmien kiimakierrot palautuvat nopeasti poikimisen jälkeen, emot tiinehtyvät ensimmäiseen mahdolliseen tiineyttämisyriytykseen, ylläpitävät tiineyden ja poikivat noin 365 päivän välein
- 3) Emolehmät poikivat useamman kerran, jolloin uudistusprosentti voidaan pitää matalana.

Naudoilla tiineyden keston lasketaan olevan keskimäärin 283–285 päivää. Tiineyden kestossa on kuitenkin jonkin verran rotukohtaista vaihtelua (Kuva 3). Ranskalaisilla roduilla tiineys voi kestää 10–14 päivää kauemmin kuin brittiläisillä roduilla. Tiineyden keston vaikuttavat lisäksi vanhempien yksilölliset ominaisuudet (Cottle & Kahn 2014). Pitempi tiineys antaa vasikalle mahdollisuuden kasvaa pitempään ja syntymäpaino voi nousta. Tiineyden kesto voi vaikuttaa vasikan menestymiseen. Jos vasikka syntyy yli 14 päivää ennenaikaisesti tai yli 7 päivää yliaikaisena, vasikan menetyksen riski kasvaa kaksinkertaiseksi verrattuna normaaliaikaan syntyneeseen vasikkaan (Bleul 2011, Ring ym. 2018). Tiineyden kesto ei suoranaisesti vaikuta poikimaväliin, jos rotuja ei risteytetä. Tiineyden kesto on huomioitava asia risteytysohjelmissa, joissa halutaan pitää poikimaväli tasaisena (Herring 2014).

#### Tiineyden kesto, keskimäärin 283-285 pv



**Kuva 3.** Poikimaväliin vaikuttaa emon palautuminen tiineydestä ja tuotanto-olosuhteisiin sopivuus (Field 2007, Dudouet 2010, Cottle & Kahn 2014, Herring 2014).

Lisääntymistehokkaat ja tuotannollisesti kannattavat hiehot poikivat ensimmäisen kerran 24 kuukauden iässä (Field 2007, Patterson & Smith 2013, Herring 2014). Hiehon tulisi vieroituksessa, noin kuuden kuukauden iässä, olla saavuttanut elopainon, joka on 40 % aikuispainostaan. Tällaiset lehmävasikat ovat yleensä kasvaneet vähintään 1,1–1,2 kg päivässä. Uudistushiehoiksi tulisi valita ne lehmävasikat, jotka pystytään kasvattamaan tavoite-elopainoihin kohtuullisin kustannuksin ja karkearehuvaltaisella ruokinnalla. Ajanjaksolla vieroituksesta tiineytykseen uudistushieholle riittävä kasvu on keskimäärin 0,70–0,85 kg/päivä. Noin 14–15 kuukauden iässä tapahtuvaan tiineytykseen mennessä hiehon tulisi olla saavuttanut 55–60 % aikuispainostaan ja ensimmäiseen poikimiseen mennessä 85 % aikuispainostaan (Taulukko 5) (Patterson & Smith 2013, Fleury 2014).

Uudistushiehon kasvatuksessa tulisi pyrkiä riittävään ravintoaineiden saantiin ja tasaiseen kasvuun. Energian tai valkuaisen puutteesta johtuvat kasvun hidastumat missä tahansa vaiheessa hiehon 2,5 ensimmäisen vuoden aikana voivat vaikuttaa negatiivisesti eläimen kokonaistuotokseen (tulevien vasikoiden elinvoimaisuus, maidontuotanto, hedelmällisyys) (Larson 2007, Patterson & Smith 2013). Uudistushiehojen ylikuokinta vaikuttaa myös negatiivisesti tuotantoon. Liiallinen energian saanti viljalisäruokinnalla 4–9 kuukauden iässä voi rasvoittaa hiehon utarekudosta ja alentaa maidontuotannon määrää. Tavoitteena tulisi olla tasapainoinen ruokinta koko kasvatuskauden ajan (Patterson & Smith 2013, Herring 2014). Keskimäärin paras tulos uudistushiehon valinnassa saavutetaan, kun valinta kohdistuu keskimääräisesti parhaimpiin yksilöihin ja vältetään ääripäitä ominaisuuksissa (Field 2007).

**Taulukko 5.** Tavoite-elopainot uudistushiehon kasvatuksessa ja valinnassa (Patterson & Smith 2013).

	<b>Elopaino, kg</b>	<b>% aikuispainosta</b>
Aikuispaino, kg	700	100
Vieroitus/sukukypsyyden saavuttaminen, kg	280	40
Tiineytys, kg	385–420	55–60
Ensimmäinen poikiminen, kg	595	85

Ikä ensimmäisen poikimisen aikaan vaikuttaa vuosittaiseen poikimarytmiin ja eläimen elinikäistuotokseen. Puoli vuotta myöhäisempi ensimmäinen poikiminen vähentää emon elinikäistuotosta 1,7 vasikalla ja siirtää vuosittaista poikima-ajankohtaa myöhäisemmäksi (Patterson & Smith 2013). Hiehon tulisi poikia ensimmäisen kerran samaan aikaan, kun se täyttää kaksi vuotta. Tällä hetkellä suomalaisessa aineistossa puhdasrotuiset hiehot ovat rodusta riippumatta hieman yli kaksi vuotiaita ensimmäisen poikimisen aikaan. Angus- ja hereford-hiehot ovat lähimpänä tavoitetta 24 kuukauden poikimäistä (Taulukko 6).

**Taulukko 6.** Eri rotuisten hiehojen poikimaikä (Sirkko 2018).

<b>Rotu</b>	<b>Poikimaikä, kk</b>
Angus	25,3
Blonde d'Aquitaine	27,8
Charolais	27
Galloway	29,7
Hereford	25,7
Highland	37,3
Limousin	29,8
Simmental	26,6

Ulkomaisissa aineistoissa on havaittavissa rotukohtaista eroa hiehojen tiinehtyvyydessä ja kyvystä vieroittaa vasikka (Taulukko 7). Tiinehtyvyys ensimmäiseen mahdollisuuteen on geneettinen ominaisuus, joka on yhteydessä sukukypsyyseen ja kuntoluokkaan. Tuotannon tavoitteena tulisi olla helposti tiinehtyvät ja menestyksekkäästi vasikan vieroittavat emot. Tuotanto-olosuhteisiin soveltuvien emorotujen käyttö voi parantaa hiehojen menestymistä tuotannossa (Cundiff ym. 1984, 1986, 1993, 1997, 1998).

**Taulukko 7.** Hiehojen tiinehtyminen ja vieroitettujen vasikoiden osuus (Cundiff ym. 1984, 1986, 1993, 1997, 1998).

Rotu	Tiinehtyminen ensimmäiseen mahdollisuuteen, %	Vieroitettujen vasikoiden osuus syntyneistä, %
Angus	87	84
Charolais	75	80
Hereford	87	84
Limousin	76	82
Simmental	80	83

Rehuhyötysuhde on tärkeä ominaisuus tuotannon kannattavuuden ja ympäristövaikutuksen kannalta. Rehuhyötysuhde voi vaikuttaa hedelmällisyysominaisuuksiin. Usein rehuhyötysuhteeltaan tehokkaammat eläimet ovat myös vähärasvaisempia. Pienempi rasvan määrä voi vaikuttaa negatiivisesti hedelmällisyyden ylläpitoon. Uudistushiehoilla tiinehtyminen on siirtynyt 5–6 päivää myöhemmäksi, kun eläimet ovat olleet rehuhyötysuhteeltaan tehokkaita (Randell & Welsh 2013). Eri tavoin mitatun rehuhyötysuhteen ja sukukypsyyden saavuttamisen välillä on havaittu positiivien yhteys ( $r = 0,36$ ). Tämä tarkoittaa sitä, että mitä tehokkaampi eläin on käyttämään tarjottuja rehuja, sitä vanhempana se saavuttaa sukukypsyyden (Crowley ym. 2011).

Rakennearvostelu on työväline, jolla voidaan tunnistaa eläimen rakenteellisia vahvuuksia ja heikkouksia. Rakenneominaisuudet ovat perityviä ominaisuuksia, joten niihin voidaan vaikuttaa valinnalla. Lineaarinen rakennearvostelu on koulutetun henkilön tekemä puolueeton arvio eläimen rakenteesta. Rakennearvostelussa eläimestä arvostellaan ja huomioidaan 24 eri kohtaa. Rakennearvostelun yhteydessä arvioidaan eläimen kuntoluokka ja luonne. Rakennearvostelu muodostetaan eri osaluokkien pisteistä: runko-, lihaksuus- ja jalkapisteet. Näistä muodostetaan eläimelle yhteispisteet. Optimaalinen, harmoninen rakenne tuo eläimeen hyviä käyttöominaisuuksia ja kestävyttä. Rakennearvostelua käytetään jalostuksen ja eläinvalintojen apuna erityisesti jalostuskarjoissa. Rakennearvostelutulokset voivat olla yhteydessä myös tuotannon kannattavuuteen, eläinten elopainoon ja teurashinnoitteluun. McHugh ym. (2012) havaitsivat, että teurashinta muodostui korkeammaksi eläimillä, jotka olivat rakennearvostelussa korkeampia, leveämpiä ja syvämpiä. Elopaino yhdessä 15 eri rakennearvostelukohdan kanssa selitti 86 % eläimen teurashinnasta. Lisäksi eläimen lihaksikkuus oli erityisesti yhteydessä tuottajan kokemaan parempaan vasikan laatuun ja hintaan.

Berry & Evans (2014) laskivat irlantilaisesta aineistosta rakennearvostelutietojen ja eläinten tuotantotulosten perusteella yhteyksiä emolehmiä hedelmällisyys- ja kestävyysominaisuuksiin. Aineistossa rakennearvosteltuja eläimiä oli yhteensä 64 557. Aineiston eläimet olivat pääasiassa risteytystaustaisia eläimiä (Taulukko 8). Aineiston perusteella emon suurempi koko on negatiivisesti yhteydessä lisääntymistehokkuuteen, mutta positiivisesti yhteydessä eläimen kestävyteen. Hiehojen poikimikään rakennearvostelun runko- tai lihaksuusasteilla ei ollut suurta vaikutusta. Täysikasvuisilla emoilla massiivisuutta ja lihaksikkuutta kuvaavat rakennearvostelupisteet olivat merkittävästi negatiivisesti yhteydessä ensimmäisen 42 päivän aikana tapahtuneeseen poikimiseen. Eläimet, jotka olivat saaneet korkeat rakennearvostelupisteet leveyttä, korkeutta ja lihaksikkuutta kuvaavista ominaisuuksista, poikivat myöhemmin kuin kapeammat ja pienemmän kokoluokan eläimet (Berry & Evans 2014). Charolais-hiehoilla lihaksikkuuden ja hiehojen tiinehtyvyyden välillä on raportoitu negatiivinen



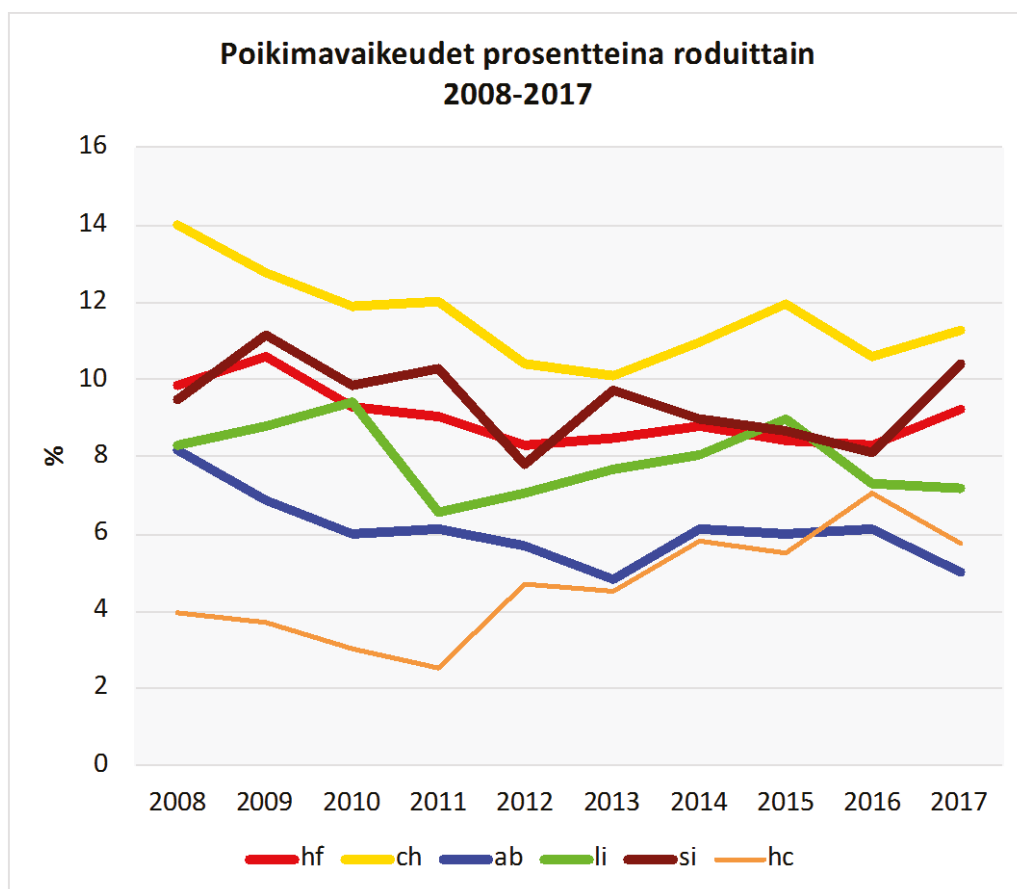
yhteys ( $r = -0,44 - -0,53$ ). Toisaalta eläimen koon ja poikimisen onnistumisen välillä on positiivien yhteys ( $r = 0,44-0,47$ ) (Pochas 2009). Käytännössä tämä merkitsee, että charolais-uudistushiehon tulee säilyttää riittävä feminiinisyyttä. Uudistushiehoiksi tulisi kuitenkin valita eläimiä, jotka ovat kasvaneet hyvin koko kasvatuskauden ajan. Kuitenkin Crowleyn ym. (2011) tutkimuksen mukaan ryhmän parhaiden kasvaneiden ja elopainoltaan suurimpien eläinten lisääntymistehokkuus oli heikompi kuin ryhmässä keskimääräiset tuotantotulokset saavuttaneilla eläimillä. Aikuiskoko on vahvasti yhteydessä nopeampaan kasvuun ja suurempaan elopainoon samassa kasvatusryhmässä olevilla eläimillä. Isompi aikuiskoko voi hidastaa sukukypsyyden saavuttamista ja näin heikentää lisääntymistehokkuutta (Herring 2014). Paremmat liikkeet ja korkeampi kuntoluokka olivat myös yhteydessä korkeampaan lisääntymistehokkuuteen (Berry & Evans 2014). Eläinten tulee olla rakenteellisesti terveitä, jotta ne ovat tuotannollisesti kestäviä.

**Taulukko 8.** Geneettiset korrelaatiot rakennearvostelutietojen hedelmällisyyden vaikuttavien tekijöiden välillä (Berry & Evans 2014).

		Hiehon poiki- maikä	Poikiminen en- simmäisen 42 päivän aikana		Poiki- maväli	Kestä- vyys
<b>Ominaisuus</b>	<b>Asteikko</b>		Hiehot	Lehmät		
<b>Luusto/runko</b>	1-10					
Rinnan syvyys	Kapea-syvä	0,18	0,00	0,05	0,00	0,27
Rinnan leveys	Kapea-leveä	0,08	-0,33	-0,43	0,09	0,58
Selän pituus	Lyhyt-pitkä	-0,07	-0,14	-0,45	0,14	0,27
Lantion pituus	Lyhyt-pitkä	-0,13	-0,28	-0,21	-0,09	0,14
Takakorkeus	Kapea-leveä	-0,19	-0,15	-0,37	0,06	0,13
Istuinluiden leveys	Kapea-leveä	-0,21	-0,12	-0,38	0,15	0,07
Lantion leveys	Kapea-leveä	-0,07	-0,21	-0,25	0,35	0,00
Takaleveys (lonkan koh- dalta)	Kapea-leveä	-0,07	-0,16	-0,50	0,01	0,36
Takasyvyys	Kapea-syvä	0,06	-0,42	-0,29	0,07	0,66
<b>Lihaksikkuus</b>	1-15					
Selän kehittyneisyys	Heikko-lihaksikas	0,04	-0,02	-0,47	0,17	0,38
Takaosan lihaksien ke- hittyneisyys	Kapea-leveä	0,09	0,01	-0,46	0,34	0,10
Etuselkä	Kapea-leveä	0,05	-0,23	-0,07	0,20	0,49
Takaselkä	Kapea-leveä	0,00	-0,01	-0,37	0,31	0,27
Sisäreisi	Heikko-lihaksikas	0,09	-0,24	-0,31	0,34	0,13
<b>Jalat ja toiminnallisuus</b>	1-10					
Etujalat edestä	Hajavarpainen- suppuvarpainen	-0,05	0,01	-0,11	0,33	0,15
Takajalat sivulta	Suora-kiverä	0,32	0,07	-0,25	0,23	-0,16
Takajalat takaa	Hajavarpainen- suppuvarpainen	0,07	0,48	-0,59	0,22	-0,04
Liike	Huono-hyvä	-0,28	-0,06	-0,15	0,26	0,39
Kuntoluokka	Rasvaton-rasvainen	0,14	-0,35	-0,01	-0,18	0,70
Käsiteltävyys	Aggressiivinen- hyvä käsiteltävyys	0,08	-0,18	-0,02	0,04	0,04

Poikimavaikkeudet heikentävät eläimen menestymistä emolehmänä ja romahduttavat lisääntymistehokkuuden odotukset jo ensimmäisestä poikimisesta (Roughsedge ym. 2005, Phocas 2009, Berry & Evans 2014, Cottle & Kahn 2014). Emon lisääntymistehokkuuden, tuotannon kannattavuuden ja ympäristövaikutuksen kannalta ensiarvoisen tärkeää on helppo poikiminen ja elävä vasikka, joka vie roitetaan menestyksekkäästi (Azzam ym. 1993, Roughsedge ym. 2005). Charolais-hiehoilla poikimavaikkeuksien periytyminen on esitetty olevan keskinkertaista ( $h^2 = 0,26-0,27$ ) (Phocas 2009). Poikimavaikkeudet ovat yksi suurimmista vasikkakuolleisuuden ja heikosti menestyvien vasikoiden aiheuttajista. Vaikea poikiminen lisää vasikan syntymän jälkeisen menetyksen mahdollisuuden viisinkertaiseksi verrattuna vasikkaan, joka on syntynyt avustamatta (Azzam ym. 1993). Tavoitteena tulisi olla, että jokainen emo tuottaa elinvoimaisen terveen vasikan vuosittain niin, ettei hoitajan tarvitse puuttua asiaan. Poikimahelpous on yksi olennaisimmista asioista, kun katsotaan vasikan menestymistä ja mahdollisimman vähäistä stressiä sekä emolle että vasikalle. Usein poikimavaikkeudet aiheuttavat tuotantoon ns. näkymättömiä kustannuksia kuten menetettyjä vasikoita, menetettyjä tai vaurioituneita emoja, tiinehtymisen viivästyksiä ja ylimääräistä työtä (Cottle & Kahn 2014, Herring 2014).

Poikimisen avustamisessa ja poikimavaikkeuksissa on jonkin verran rotukohtaista vaihtelua. Poikimisia joudutaan avustamaan tai vasikoita joudutaan vetämään enemmän blondi-, charolais- ja simmental-emoilla verrattuna angus-, hereford- ja limousin-emoihin. Blondi-emojen poikimisia joudutaan avustamaan 12,3 %, charolais-emojen 11,6 %, simmental-emojen 9,5 %, hereford-emojen 9 %, limousin-emojen 7,9 % ja angus-emojen 6 % poikimisista (Kuva 4) (Sirkko 2018). Vasikkakuolleisuus eri roduilla on Suomessa keskimäärin seuraava: angus 2,5 %, blondi 6,9 %, charolais 4,6 %, hereford 2,7 %, highland 4,2 %, limousin 2,7 % ja simmental 3,9 % (Sirkko 2018).



**Kuva 4.** Avustettujen poikimisten osuudet eri roduilla vuosina 2008–2017. Sisältää kaikki kolme luokkaa: 1 = vähäinen vetoapu tai asennon korjaus, 2 = voimakas vetoapu, 3 = keisarinleikkaus tai paloittelu yms. Rodut: ab = angus, ch = charolais, hf = hereford, hc = highland cattle, li = limousin, si = simmental (Sirkko 2018, uudelleen piirretty).

Emolehmien kestävyysominaisuus ilmaisee todennäköisyyden, jolla emo pysyy karjassa tuottaen vuosittain vasikan (Roughsdge ym. 2005, Berry & Evans 2014). Emolehmän hyvät kestävyysominaisuudet vähentävät uudistushiehojen kasvatustarvetta ja parantavat tuotannon kannattavuutta. Uudistukseen tarvittavien uudistushiehojen määrän on esitetty olevan noin 10–12 % täysi-ikäisten emojen lukumäärästä (Cottle & Kahn 2014, Herring 2014). Uudistushiehojen kasvatusta on kohtuullisen kallista. Hiehojen poistaminen on työvoimavaltaisempaa kuin useamman kerran poikineiden emojen. Ensimmäistä kertaa poistettavat eläimet nostavat tuotannon kustannuksia usealla eri tavalla (Dudouet 2010). Berryn & Evansin (2014) aineistossa risteytysemojen todennäköisyys tuottaa vasikka vuosittain ja pysyä tuotannossa oli 85 %. Kestävyyden periytyvyys oli aineistossa 0,385. Kestävyysominaisuuksissa on havaittu rotukohtaista vaihtelua. Roughsedgen ym. (2005) tutkimuksessa angus-emojen pysyvyys oli keskimäärin 83 %, limousin-emojen 79 % ja simmental-emojen 76 % viiden poikimisen ajalta. Poiston todennäköisyys oli suurin ensimmäisen poikimisen jälkeen kaikilla roduilla (angus 21 %, limousin 23 %, simmental 24 %). Ensimmäisen poikimisen jälkeen poistettu, tuotannossa epäonnistunut eläin on tuotannon kallein yksilö. Näiden poistojen osuus tulisi pitää mahdollisimman pienenä (Dudouet 2010, Patterson & Smith 2013).

Emolehmän pysyvyyteen karjassa vaikuttavat ennen kaikkea tiinehtyminen, poikimisen onnistuminen, hyvin kasvanut vasikka ja helppohoitoisuus. Helppohoitoisuuteen lasketaan kuntoluokan säilyttäminen, hyvä utarerakenne, karjaan sopeutuminen ja helppo käsiteltävyys (Cushman ym. 2007, Herring 2014, Cottle & Kahn 2014). Huono luonne on yhdistetty alhaisempaan tuotannolliseen menestymiseen, heikompaan eläinten terveyteen, alhaisempaan kasvuun ja teuraslaatuun sekä suurempaan työturvallisuusriskiin (Grandin 1989, Burrow 1997, Voisinet ym. 1997). Eläinten helppo käsiteltävyys vaikuttaa positiivisesti työhyvinvointiin ja talouteen (Golden ym. 2000).

#### 2.1.4. Kasvuominaisuudet ja biologinen tehokkuus

Eläinten geneettiset kasvuominaisuudet ovat erittäin tärkeitä korkeamman tuotannon kannattavuuden ja matalamman ympäristövaikutuksen kannalta. Kasvun ensimmäinen vaihe on ennen syntymää tapahtuva kasvu, jolloin emon tiineyden aikaiset olosuhteet vaikuttavat sikiön kasvuun (Herring 2014). Tiineyden aikaiset ravintoaineiden vajaukset voivat hidastaa vasikan kasvua, mikä voi vaikuttaa myös syntymän jälkeiseen kasvuun (Greenwood & Cafe 2007, Robinson ym. 2013), jolloin emon tuotantoympäristön vaikutus kasvuun on edelleen suuri. Emon ravintoaineiden saannin vaje alentaa maidontuotannon määrää, joka heikentää vasikan kasvua (NRC 2016). Toisaalta heikot laidunolosuhteet heikentävät vasikoiden kasvun toteutumista vasikan iän karttuessa (Fleury 2014, NRC 2016). Viimeisenä vaiheena on vieroituksen jälkeinen ja loppukasvatusvaiheessa tapahtuva kasvu, jossa eläimen rehujen käyttö ja ravintoaineiden saannin vaikutus korostuu. Jokaisessa vaiheessa eläimen perintötekijät asettavat raja-arvot kasvun maksimaaliselle tulokselle (Herring 2014).

Kasvuominaisuuksia on kohtuullisen helppo mitata jälkeläisten tuloksista. Rehuhyötysuhde on nousemassa erittäin tärkeäksi perusteeksi jalostuseläinten valinnassa. Kasvavien eläinten rehuhyötysuhdetta voidaan mitata kohtuullisen yksinkertaisesti. Haasteena ovat edelleen melko kalliit laitteistoinvestoinnit, jotka eläinten yksilöllisen rehunkulutuksen seuranta vaatii (Hill 2012). Tuotannon kannattavuuden kannalta kasvuominaisuudet ovat erittäin tärkeitä. Eläinten tulisi kasvaa hyvin ja saavuttaa teurasikänsä nopeasti. Tuotannolliset panokset esimerkiksi rehu- ja kuivituskustannuksien muodossa ovat pienempiä nopeassa kasvatuksessa kuin pitemmässä kasvatuksessa. Sonneilla tulisi tavoitella 15–19 kuukauden teurasikää. Hiehojen teurasikasvatuksessa on erilaisia mahdollisuuksia jaksottaa kasvatusta (Dudouet 2010, Cottle & Kahn 2014, Herring 2014). Nopea kasvatusta on merkittävin tekijä ympäristövaikutuksen pienentämisessä. Lyhyt kasvatusaika vähentää käytettäviä resursseja. Kasvatusaikojen lyhentäminen voitaisiin hyödyntää paremmin jalostuksessa, ottamalla huomioon kasvatusaikojen runsas vaihtelu nykyisissä teuras tuloksissa (Berry ym. 2017). Ylläpito, lisääntyminen ja maidontuotanto ovat rehuhyötysuhteen kannalta erilaisia biologisia prosesseja, joiden mittaaminen on osoittautunut haasteelliseksi (Meyer ym. 2008, Hill 2012).

Emolehmän biologinen tehokkuus tulisi ottaa yhä tarkemmin huomioon kokonaisuuden vaikutuksien hahmottamisessa. Notter (2002) määritteli biologisen tehokkuuden kykynä muuntaa tarjotut rehupanokset valitussa tuotantoympäristössä markkinakelpoiseksi tuotteeksi eli naudanlihaksi. Määritelmää voidaan soveltaa yksittäiseen eläimeen tai kokonaiseen karjaan. Määritelmä antaa mahdollisuuden tehdä vertailuja emolehmän biologisen tehokkuuden ja kasvun osalta erikseen. Emolehmän biologinen tehokkuus voidaan määrittää vasikan vieroituspainon suhteella emon syömään rehun kuiva-aineen määrään (Jenkins & Ferrell 2002). Käytännössä suhdeluku on helpoin laskea emolehmän oman elopainon ja vasikan vieroituspainon perusteella, koska usein emojen rehunkulutusta ei ole laskettu. Emojen syönti on vahvasti yhteydessä niiden elopainoon (Johnson ym. 2010). Jokaisen emon tulisi vieroittaa vasikka, joka on vähintään 50 % emon elopainosta 6–8 kuukauden iässä (Field 2007, Cottle & Kahn 2014). Emolehmätuotannon ympäristövaikutuksen kannalta emolehmien biologisen tehokkuuden huomioon ottaminen korostuu. Emolehmän osuus tuotantosuunnan ympäristövaikutuksesta on keskimäärin 60 % (Ferrell & Jenkin 1984, Cottle & Kahn 2014).

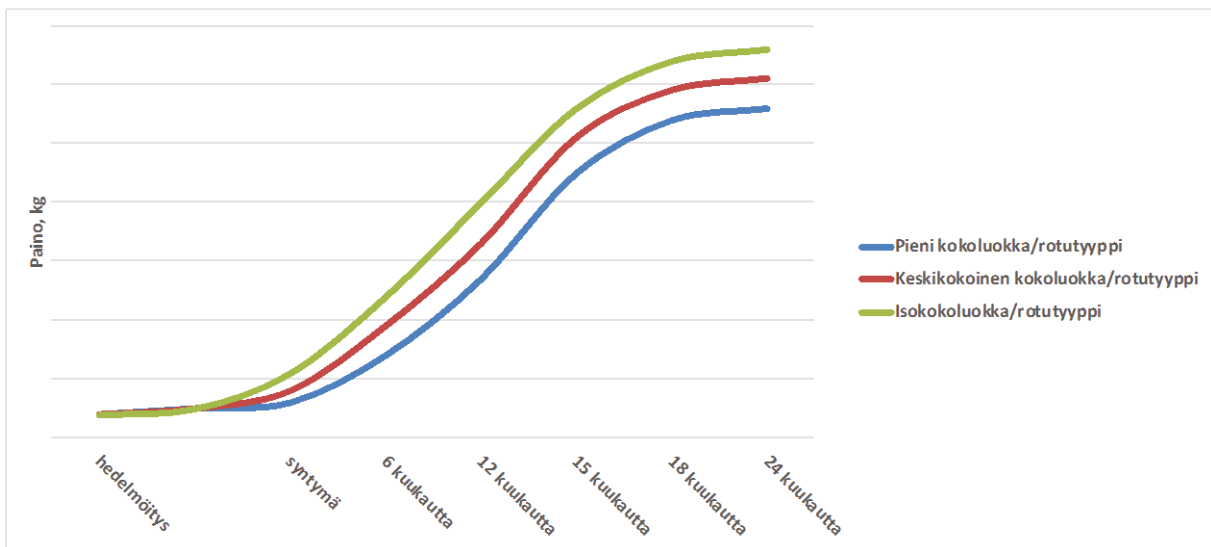
Biologisen tehokkuuden ilmentymiseen vaikuttavat eläinten genetiikka ja ruokinta. Lisääntymisen osa-alueet ovat osa biologista tehokkuutta. Sukukypsyysien saavuttaminen ja poikimisen jälkeisen kiimattomuuden kesto periytyvät keskinertaisesti (Herring 2014). Toisaalta ruokinta vaikuttaa olennaisesti näiden ominaisuuksien ilmentymiseen (Cottle & Kahn 2014). Ravintoaineiden liian vähäinen saanti vaikuttaa negatiivisesti tiinehtyvyyteen ja vasikan kasvuun. Isomman kokoluokan ja rotutyypin eläinten biologinen tehokkuus heikkenee suoraviivaisesti, jos ravintoaineiden saanti ei ole riittävää (Jenkins & Ferrell 1994). Heikomman biologisen tehokkuuden syy on kiimakerrojen loppuminen, kun ruokinta ei täytä ravintoaineiden tarvetta (Nugent ym. 1993). Ruokinnan epäonnistuminen havaitaan erityisesti hiehojen sukukypsyysien saavuttamisessa, tiinehtymisessä ja epäonnistuneissa poikimisissa. Suuremman tuotantopotentiaalini (kasvu, maidontuotanto) eläinten kiimakerrot eivät esiinny tai ne loppuvat, jos ravintoaineiden saanti on rajoitettu. Vaikeiden poikimisten esiintyminen voi lisääntyä, jos ravintoaineiden saanti on rajoittanut hiehon kasvua koko kasvatuskautena (Patterson & Smith 2013).

Biologiseen tehokkuuteen kuuluu emolehmien kuolleisuuden pitäminen mahdollisimman pienenä. Ringin ym. (2018) tutkimuksessa simmental-rotuisilla emoilla oli suurentunut riski kuolleisuuteen verrattuna muihin rotutyyppeihin. Kuolleisuuteen vaikuttaa yleisen terveysstatuksen pitäminen hyvänä. Tasapainoinen ravintoaineiden saanti, kaikkien terveysongelmien ennaltaehkäisy ja poikimahelpouden ylläpito vähentävät emolehmien kuolleisuutta merkittävästi (Cottle & Kahn 2014, Gates & Woolhouse 2014, Herring 2014, Ring ym. 2018).

Vasikoiden kuolleisuuteen vaikuttaa syntymätapahtuman onnistuminen. Vaikea poikiminen on vasikan menestymistä heikentävä tekijä (Herring 2014). Syntymäpainon ja vieroituspainon välillä on positiivinen geneettinen korrelaatio ( $r = 0,29-0,43$ ). Vastaavasti syntymäpainon ja poikimahelpouden välillä on negatiivinen geneettinen korrelaatio ( $r = -0,65$ ). Käytännössä tämä merkitsee, että mitä suurempi syntymäpaino sitä parempi kasvu mutta sitä vaikeampi poikiminen. Toisaalta keskimääräistä matalammat syntymäpainot voivat heikentää kasvuominaisuuksia merkittävästi (Cottle & Kahn 2014, Herring 2014). Jalostuksellisesti on kuitenkin mahdollista valita eläimiä, jotka voivat olla syntymäpainoltaan kohtuullisia ja kasvavat kuitenkin hyvin.

Vanhempien koko on yhteydessä jälkeläisen kokoon. Isomman kokoluokan eläimet kasvavat yleensä nopeammin kuin pienemmän kokoluokan eläimet, kun ravintoaineiden saanti on riittävää (Kuva 5)(Herring 2014). Ison ja pienen kokoluokan ero kasvurytmissä on noin 15–20 %. Pieni kokoluokka saavuttaa jokaisen kasvun vaiheen 15–20 % nopeammin kuin iso kokoluokka. Samassa iässä ja samassa painossa olevat eri rotutyypin eläimet ovat eri kasvun vaiheessa. Ravintoaineiden vaje vaikuttaa suhteessa aina enemmän isomman kokoluokan ja suuremman tuotantopotentiaalini eläimiin kuin pienemmän kokoluokan eläimiin. Eläimen perimä vaikuttaa siihen, kuinka suuri ero kokoluokkien/rotutyypin välillä on (Field 2007, Herring 2014). Emon koko vaikuttaa isän kokoa vähemmän jälkeläisen kasvuun ennen vieroitusta ja vieroituksen jälkeen. Toisin sanoen ison kokoluokan emolla on suurempi todennäköisyys tuottaa keskimääräistä hitaammin kasvava vasikka, jos parituskumppa-

nin valinta epäonnistuu. Pienemmän kokoluokan emo paritettuna isomman kokoluokan sonnin kanssa tuottaa todennäköisemmin keskimääräistä paremmin kasvavan vasikan (Garrick ym. 1989).



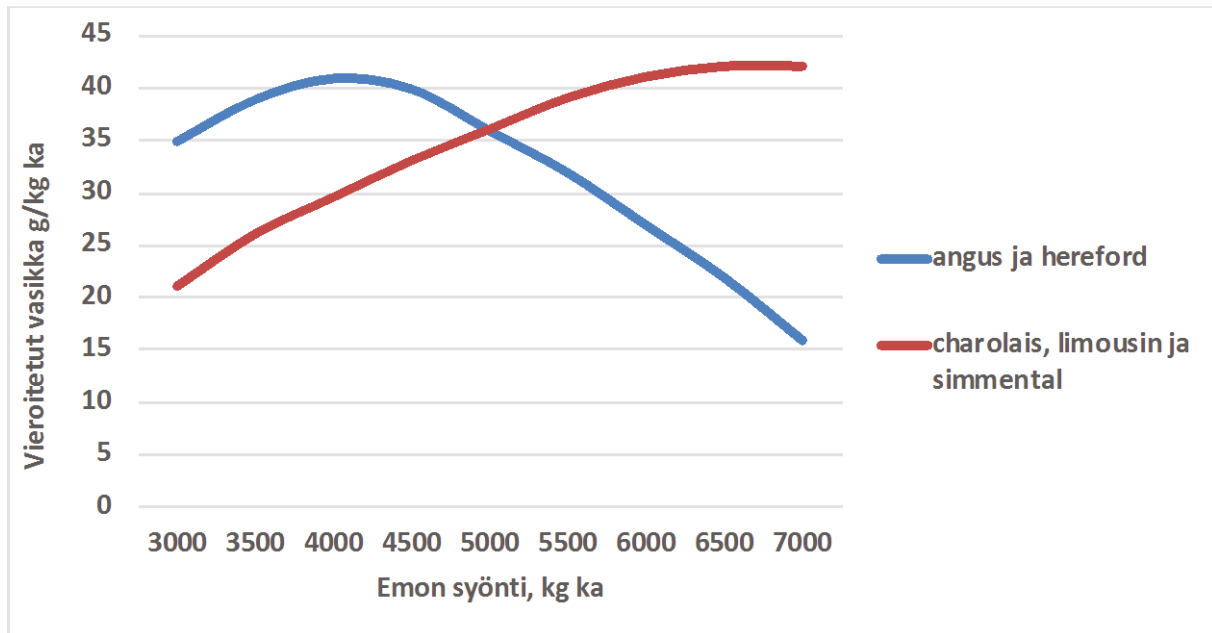
**Kuva 5.** Kokoluokka vaikuttaa kasvun muodostumiseen (Field 2007, Herring 2014).

Ruokinta ja ravintoaineiden riittävä saanti sekä tuotanto-olosuhteisiin oikein valittu rotutyyppi ovat biologisen tehokkuuden olennaisimpia tekijöitä (Morris ym. 1993, Barlow ym. 1994, Jenkins & Ferrell 1994). Rotutyypit, joilla on keskinkertainen koko, maidontuotantopotentiaali ja kasvu, ovat tehokkaampia rajoitetuissa tuotantoympäristöissä, koska eläimet pystyvät ylläpitämään hedelmällisyytensä. Jos tuotannolla ei ole ruokinnallisia rajoitteita, isot rotutyypit ovat yliveraisia. Jos emoilta pystytään takaamaan vuosittain vähintään 2,33 % syönti elopainokilogrammaa kohden, emot pysyvät samassa kuntoluokassa ja ovat samanpainoisia, ei biologisessa tehokkuudessa ole rotukohtaista eroa (Kuva 6). Rotutyypistä riippumatta emon yli 30 % ravintoaineiden vaje ennen poikimista ja poikimisen jälkeen hidastaa jälkeläisen kasvua kaikissa kasvatusvaiheissa. Eläimet eivät pysty kompensatorisella kasvulla ottamaan kiinni riittävästi ravintoaineita saaneita eläimiä (Greenwood & Cafe 2007, Robinson ym. 2013).



Kuva: Maiju Pesonen





**Kuva 6.** Emolehmän biologinen tehokkuus erilaisilla kuiva-aineen syöntimäärillä. Biologinen tehokkuus kuvataan vieroitettuina vasikkagrammoina emolehmän syömää kuiva-ainekilogrammaa kohden (Jenkins & Ferrell 1994, uudelleen piirretty).

Vasikan vieroituspaino on yksinkertaisin ja paras emolehmän tehokkuuden mittari. Vieroituspainoa arvioidessa pitää olla tiedossa vieroitusikä. Vieroitusiän tulisi olla 6–8 kuukautta (Cottle & Kahn 2014, Herring 2014). Korkea vieroituspaino on yhteydessä hyvään kasvuun loppukasvatuksen aikana (Garrick ym. 1989, Meyer 1994). Hyvä kasvu antaa tuottajille mahdollisuuden vieroittaa vasikat tavanomaista aikaisemmin. Aikaisempi vieroitus voi olla tarvittava toimenpide, jos laidunolosuhteet osoittautuvat haasteellisiksi esimerkiksi kuivuuden tai liiallisen sateen takia. Aikaisempi vieroitus säästää emolehmien kuntoluokkaa ja parantaa seuraavan kauden tiinehtymistä (Houghton ym. 1990).

### 2.1.5. Nupous vs. sarvellisuus

Ensimmäisillä kesyillä nautoilla oli pitkät sarvet. Tällainen sarvityyppi on edelleen havaittavissa muutamissa brittiläisissä, ranskalaisissa sekä Välimeren ja Podolian alueen nautaroduissa. Pitkät sarvet koettiin kuitenkin melko varhaisessa vaiheessa hankaliksi ja tarpeettomiksi naudan kesyttämisen myötä. Nautojen nupouden aiheuttama mutaatio on paikannettu BTA1-geenin alueelle (Medugorac ym. 2012, Allais-Bonnet ym. 2013, Wiedemar ym. 2014). Nupoutta on suosittu erityisesti alueilla, joilla on perinteisesti pitkä talvi. Talvikuukausina nautoja on jouduttu pitämään sisätiloissa, jolloin sarvet ovat olleet selkeä haitta (Buchanan & Lenstra 2015).

Nupous on yhdistetty joihinkin ei-toivottuihin ominaisuuksiin muutamilla roduilla. Charolaisrotuisilla eläimillä on havaittu, että syntymänupoilla eläimillä voi olla ylimääräinen silmäripsirivistö. Tämä voi aiheuttaa eläimille taipumusta silmätulehduksiin (Allais-Bonnet ym. 2013). Nupous on kuitenkin tavoiteltava ominaisuus nykytuotannossa, koska se vähentää eläinten loukkaantumisariskiä ja lisää karjanhoitajien työturvallisuutta. Nupous on havaittavissa vallitsevana ominaisuutena nykyroduista anguksella, gallowaylla ja pohjoismaisilla alkuperäisroduilla (Medugorac ym. 2012).

### 3. Risteytys

Samanrotuisten eläinten parittamista kutsutaan puhdasjalostukseksi. Perinnöllistä edistymistä tapahtuu, kun tunnistetaan ja valitaan uudistukseen eläimet, jotka pystyvät haluttuun tai parempaan tulokseen kuin edelliset sukupolvet. Ominaisuuksien periytyminen vaihtelee, joten esimerkiksi kasvuominaisuuksien jalostus voi olla nopeaa. Toisaalta esimerkiksi hedelmällisyysominaisuuksien periytymisaste on matala ja edistyminen voi olla hidasta (Taulukko 9). Puhdasrotujalostukseen tarvitaan yleensä aina jalostusjärjestelmä ja ajatus eläinaineksen kehittämisestä (Field 2007, Cottle & Kahn 2014).

**Taulukko 9.** Ominaisuuksien periytymisasteita (Herring 2014).

Ominaisuus	Periytymisaste, %
<i>Matalan periytymisasteen ominaisuuksia</i>	
Poikimaväli	10
Poikimahelpous	15
Maidontuotanto	20
Pitkäikäisyys/kestävyys	20
Utareen muoto ja kiinnittyminen	20
<i>Keskinkertaisen periytymisasteen ominaisuuksia</i>	
Ensimmäiseen tiineyttämismahdollisuuteen tiinehtyminen	25
Vieroituspaino	25
Mureus	25
Selkälihaksen pinta-ala	30
Lihaksen sisäinen rasva	35
Lihasaanto	35
Lihakkuus	35
<i>Korkean periytymisasteen ominaisuuksia</i>	
Sukukypsyysikä	40
Syntymäpaino	40
Vuodenpaino	40
Takakorkeus	40
Emolehmien kuntoluokka	40
Ruhopaino	40
Leikkuuvoima (WBSF)	40
Tiineyden kesto	40
Vieroituksen jälkeinen kasvu	45
Rehuhyötysuhde	45
Ruhon rasvaisuus	45
Elopaino sukukypsyysiän saavuttamisessa	50
Kivesten ympärystymä	50
Aikuispaino	50
Vetimien koko	50

Rotujen risteytysohjelmat voivat tarjota lukuisia etuja verrattuna puhdasrotujalostukseen. Risteytyksellä on mahdollista sekoittaa ja täydentää tavoiteltuja rotuominaisuuksia. Risteytyseläimillä voi olla paremmat tuotanto-ominaisuudet verrattuna keskiverto puhdasrotuiseen eläimeen. Nämä ominaisuudet ilmentyvät erityisesti vaikeasti ja hitaasti jalostettavissa, matalan periytyvyyden ominaisuuksissa (Taulukko 9). Risteytyselinvoima eli heteroosi tulee esille eläimien korkeimmissa hedelmällisyys- ja kestävyysominaisuuksissa. Risteytyksessä on mahdollista käyttää erikoistuneita emä- ja isärotuja ja näin täydentää rotujen käyttöominaisuuksia tehokkaalla tavalla. Isä- ja emärotujen ohella pitäisi tarkemmin ajatella myös isä- ja emälinjojen käyttöä risteytysohjelmissa. Risteytyksessä tulisi ottaa huomioon eri ominaisuuksien erilainen periytyminen ja heteroosin tason ilmentyminen eri ominaisuuksissa (Taulukot 9, 10 ja 11) (Field 2007, Williams ym. 2010, Herring 2014).

Brittiläisten rotujen risteytys antaa keskinkertaisen risteytysvaikutuksen kasvuominaisuuksiin kaikkiin tuotantovaiheisiin. Emon muodostama risteytysvaikutus nostaa syntymäpainoa 0,57 kg ja jälkeläisen risteytysvaikutus 0,9 kg. Brittiläisiä rotuja risteytettäessä syntymäpaino nousee keskimäärin 1,47 kg, brittiläisiä ja mannermaisia rotuja risteytettäessä 1,53 kg ja mannermaisia rotuja risteytettäessä 1,75 kg. Emon vaikutus nostaa syntymäpainoa keskimääräistä enemmän. Vieroituspainon osalta brittiläisten rotutyypin risteytyksessä emon ja jälkeläisen vaikutus on lähes sama. Keskimäärin vieroituspaino nousee 16,55 kg verrattuna puhdasrotuiseen samanikäiseen eläimeen. Risteytettäessä brittiläistä ja mannermaista rotua vieroituspaino on keskimäärin 13,2 kg suurempi, josta emon vaikutus on 1,62 kg korkeampi kuin jälkeläisen. Mannermaisten rotujen risteytyksellä voidaan lisätä vieroituspainoa jopa 45,11 kg. Jälkeläisen vaikutus vieroituspainoon on hieman korkeampi kuin emon. Mannermaisten rotutyypin risteytyksen ylivoimaisuus ilmenee korkeammassa lihakuudessa ja teuraspainossa. Lihaksen sisäistä rasvaa menetetään näissä risteytyksissä. Huomion arvoinen asia on, että hajonta on vähäisempi käytettäessä pelkästään brittiläisiä rotutyyppejä kuin mannermaisia rotutyyppejä risteytyksessä (Williams ym. 2010). Emo-ominaisuuksien (mm. maidontuotannon) erot korostuvat rotutyypin risteytyksissä, jotka ovat havaittavissa vieroituspainon yksilö- ja emon risteytysvaikutuksessa. Yksilön vaikutus kasvuun korostuu, jos geneettinen potentiaali kasvuun on korkea ja aikuiskoko suuri.

Risteytysvaikutus koostuu yhdistelmän muodostamasta kokonaisvaikutuksesta ja emon yhdistelmän muodostamasta risteytysvaikutuksesta. Valittaessa risteytykseen tiettyjä rotuja tulisi muodostaa käsitys siitä, miten rodut vaikuttavat keskimäärin haluttuun tulokseen.

Risteytysohjelmat jaotellaan ns. terminaali- eli pääteroturisteytykseen, jatkuvaan/kiertävään risteytykseen tai yhdistelmäristeytykseen. Pääteroturisteytyksessä optimoidaan teuras- ja kasvuominaisuudet risteyttämällä eriasteisesti eri rotuja. Jatkuvaan/kiertävässä risteytyksessä pyritään hyödyntämään risteytyselinvoima keskimääräisesti koko tuotantoketjun kannalta rotujen risteytyksellä. Yhdistelmäristeytysjärjestelmässä käytetään kaikissa parituksissa risteytyksellä muodostettuja yhdistelmärotuja. Risteytysohjelmien onnistumisen edellytys on sitoutuminen. Risteytysohjelmat voivat epäonnistua, jos (Field 2007):

- 1) Käytetään ylimäärin rotuja, joilla on liikaa geneettistä potentiaalia kasvuun, maidontuotantoon ja/tai ne ovat aikuiskooltaan liian suuria.
- 2) Poikimahelpousominaisuudet unohtetaan.
- 3) Risteytysohjelma suunnitellaan liian haastavaksi toteuttaa. Sitä ei haluta toteuttaa systemaattisesti.
- 4) Jalostajat epäonnistuvat tuottamaan parasta mahdollista jalostuksellista ainesta risteytysohjelmiin ja unohtavat neuvonnan, kuinka heidän tuottamaansa eläinainesta käytetään parhaalla mahdollisella menestyksellä risteytykseen.
- 5) Risteytysohjelmissa käytetään heikkolaatuisia sonneja, joiden jälkeläiset eivät pysty tuottamaan riittävää tulosta. Risteytysohjelmiin valittavien sonnien valinnan tulisi perustua jalostusjärjestelmiin, jotka tuottavat esiin tavoiteltavat ominaisuudet selkeästi ja puolueettomasti.

Taulukko 10. Rotutyypin heteroosi vaikutus jälkeläisen ja emon kannalta (Williams ym. 2010).

Rotutyypiyhdistelmä	Syntymäpaino, kg		Vieroituspaino, kg		Vieroituksen jälkeinen kasvu, kg	Teuraspaino, kg	Selkälihaksen pinta-ala, cm <sup>2</sup>	Rasvan paksuus, cm	Lihaksen sisäinen rasva
	Risteytysvaikutus	Emorotujen risteytysvaikutus	Risteytysvaikutus	Emorotujen risteytysvaikutus					
Brittiläinen x brittiläinen	0,9 ± 0,06	0,57 ± 0,07	8,22 ± 0,25	8,33 ± 0,35	6,30 ± 0,42	10,34 ± 0,48	2,40 ± 0,16	0,11 ± 0,01	0,17 ± 0,01
Brittiläinen x mannermainen	0,70 ± 0,05	0,83 ± 0,08	5,79 ± 0,25	7,41 ± 0,38	7,90 ± 0,43	13,13 ± 0,48	2,62 ± 0,15	-0,02 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Mannermainen x mannermainen <sup>1</sup>	0,63 ± 0,23	1,12 ± 0,69	23,02 ± 0,54	22,09 ± 0,66	14,68 ± 1,00	16,44 ± 1,57	3,18 ± 0,47	-0,01 ± 0,02	-0,05 ± 0,06

<sup>1</sup> Mannermainen rotutyypin sisältää ranskalaiset rodut ja simmental-rodun.

**Taulukko 11.** Risteytyksen eli heteroosin vaikutus vasikan tuotokseen emon alla. Oletusarvona on, että kaikissa muissa paitsi viimeisessä vaihtoehdossa tuotetaan itse uudistushiehot (Field 2007, Williams ym. 2010, Herring 2014).

Risteytysjärjestelmä	Suurin mahdollinen heteroosivaikutus	Lisääntynyt vasikan vieroituspaino keskimäärin, kg
Puhdasrotujalostus	0	0
Vaihdot kahden rodun välillä 4 vuoden ajan jaksolla = jatkuva risteytys	50	6
Vaihdot kolmen rodun välillä 6 vuoden ajan jaksolla = jatkuva risteytys	67	8
Kahden rodun risteytys (siitossonnit eri rotua kuin emot, kummatkin puhdasrotuisia) = jatkuva risteytys/pääteroturisteytys	67	8–13
Kolmen rodun risteytys (emot kahden rodun risteytyksiä, puhdasrotuiset sonnit) = jatkuva risteytys/pääteroturisteytys	86	10–16
Kahden rodun risteytys (pääterodun sonni, puhdasrotuiset toisen rotuiset emot = Pääteroturisteytys)	90	12–35
Kolmen rodun risteytys (pääterodun sonni korostaen teuras- ja kasvuominaisuuksia, kahden rodun risteytysemot = Pääteroturisteytys)	100	12–35

### 3.1. Pääteroturisteytys

Pääteroturisteytys on risteytysjärjestelmä, jossa lopputuote eroaa geneettisiltä ominaisuuksiltaan kummastakin vanhemmasta. Tässä risteytysjärjestelmässä ei tuoteta uudistuseläimiä. Pääteroturisteytystä on mahdollista toteuttaa kahden rodun yhdistelmällä tai kolmen rodun yhdistelmällä (Taulukko 11). Pääteroturisteytyksessä risteytyselinoima saavutetaan täysimääräisesti, kun käytetään kolmen tai neljän rodun risteytysjärjestelmää. Pääteroturisteytyksessä on mahdollista käyttää erikoistuneita emo- ja pääterotuja maksimaalisesti. Emorotuihin tulisi käyttää rotutyyppejä, joilla on helpot poikimaominaisuudet, hyvä maidontuotanto, kohtuullinen aikuiskoko ja jotka ovat kestäviä tuotannossa. Siitossonneina tällaisissa risteytysohjelmissä käytetään erinomaisilla teuras- ja kasvuominaisuuksilla olevia rotuja. Emorotuihin voidaan käyttää angus, hereford ja simmental-yhdistelmäristeytystä. Siitossonnina käytetään ranskalaisia rotuja (Field 2007, Cottle & Kahn 2014).

Pääteroturisteytyksen kestävyyttä heikentää ja sen rajoitus on, ettei siinä tuoteta uudistuseläimiä. Uudistushiehot on ostettava muualta (Field 2007, Herring 2014). Ylimääräinen eläinliikenne aiheuttaa heikosti kontrolloituna suuren riskin tarttuville taudeille, jos uudistuseläimet joudutaan ostamaan tilan ulkopuolelta (Gates & Woolhouse 2014).

### 3.2. Jatkuva/kiertävä risteytys

Jatkuvassa risteytyksessä käytetään paritukseen erituisia siitossonneja järjestelmällisesti toisen rotuisille emolehmille. Jatkuvassa risteytyksessä voidaan käyttää joko kahden tai kolmen eri rodun siitossonneja. Jatkuvaa risteytystä hyödynnetään erityisesti järjestelmissä, joissa halutaan tuottaa kahden tai kolmen rodun risteytysuudistuseläinainesta omaan käyttöön tai myytäväksi toisille tiloille. Jatkuvassa risteytysjärjestelmässä tulee kiinnittää huomiota risteytysohjelmaan. Uudistushiehoiksi valittujen eläinten parituskumppaniksi tulee aina valita eri emorotua oleva sonni, kuin mitä hiehon isä on. Esimerkiksi, jos hiehon isä on hereford-rotua, parituskumppaniksi tulee valita sonni, joka on

joko angus- tai simmental-rotua (Field 2007). Tuotannonohjauksellisesti optimaalisesti rotutyypivälinnassa tulisi kiinnittää erityisesti huomiota siihen, että valittavat rodut olisivat mahdollisimman samantyyppisiä ominaisuuksiltaan. Uudistushiehon tuotannossa tulee erityisesti kiinnittää huomiota tuotantoympäristöön, johon uudistushiehot suunnitellaan. Angus-hereford-risteytysjärjestelmällä muodostuvat uudistushiehot ovat tuotannolliselta tasoltaan hieman matalampia ja kestävämpiä kuin simmental-risteytysemot. Ominaisuuksiltaan angus-hereford-risteytysemot sopivat ankarampiin olosuhteisiin kuin simmental-risteytysemot (Field 2007, Cottle & Kahn 2014, Herring 2014).

Vaihtoehtona jatkuvassa risteytyksessä voidaan valita yhden rodun sonneja käytettäväksi kaikille tilan emoille esimerkiksi kahden vuoden ajanjaksolle. Tämän jälkeen rotu vaihdetaan kaikille emoille toiseksi kahdeksi vuodeksi jne. Näin saadaan aikaiseksi kolmen rodun kierto (Field 2007). Kolmen rodun kierrossa voidaan käyttää myös pääterotuja. Käytettäessä pääterotuja pitää kiinnittää huomiota siihen, ettei näinä vuosina muodostu uudistushiehoja. Pääterotujen tuomat ominaisuudet sopivat heikosti tällaisten järjestelmien emojen tavoiteltaviin emo-ominaisuuksiin. Pääterodun sonneja ei myöskään suositella käytettäväksi hiehoille poikimavaikeuksien minimoimiseksi (Field 2007, Cottle & Kahn 2014).

Jatkuvassa risteytysjärjestelmässä saavutetaan maksimaalinen hyöty, jos tilalla pystytään käyttämään kolmen rodun risteytysmallia. Usein tilan koko rajoittaa jatkuvan risteytysmallin täydellisen hyödyntämisen. Jatkuva risteytysjärjestelmä soveltuu parhaiten karjoihin, joissa on emoja 200 tai enemmän. Toisaalta jatkuvan risteytysjärjestelmän heikkoudeksi voi muodostua perinnöllisen aineksen suuri vaihtelevuus. Eläinaineksen yhdenmukaisuuden puute tulee erityisesti esille, jos käytettyjen rotujen ominaisuudet vaihtelevat paljon keskenään (Field 2007).



## Suunnitelmallinen risteytys

- Kahden emorodun emot (abxhf tai abxsi tai hfxsi) ja pääterodun sonni (ba, li, ch)
- Kolmen rodun emot ja pääterodun sonni
- Heteroosi = risteytysvaikutus vaikuttaa **emojen hedelmällisyyteen ja kestävyysominaisuuksiin positiivisesti**
- Jälkeläiseen saadaan pääterodun kasvu- ja teurasominaisuuksia
- Suunnitelmalla pidetään emojen ominaisuudet tasaisena = koko, emo-ominaisuudet, maidontuotanto, rotutyypin sopivuus tilalle

**Kuva 7.** Suunnitelmallisessa risteytysohjelmassa otetaan huomioon rotujen erilaiset ominaisuudet (Kuva: Maiju Pesonen).



Suunnitelmallisella risteytyksellä voidaan parantaa tuotannon kannattavuutta. Risteytyksen tulee perustua suunnitelmaan ja suunnitelmassa tulee pysyä tulosten saavuttamiseksi (Kuva 7, Taulukko 12). Karjan muuttuessa yhden rodun tai tilalle sopimattomien rotujen yhdistelmäksi tuotannon tulos heikentyy olennaisesti (Roughsedge ym. 2003b). Rodut, joita käytetään tietyn tilan risteytysohjelmaan, tulisi valita tarkasti. Valittujen rotujen tulee täydentää ominaisuuksillaan toisiaan. Risteytyksellä ei paranneta heikkoa geneettistä laatua. Risteytyseläin on vain niin hyvä kuin puhdasrotuinen eläin, jota on käytetty risteytykseen. Käytettävään puhdasrotuiseen eläinainekseen tulee kiinnittää huomiota ja valita geneettisesti laadukasta eläinainesta risteytyksen vanhempaispolviin (Field 2007).

Jokaisessa rodussa on perinnöllisiä sairauksia. Perinnölliset sairaudet aiheuttavat tuotannon menetyksiä luomisina, poikimavaikuksina ja heikkoina, elinkelvottomina vasikoina. Perinnölliset sairaudet periytyvät usein peittyvästi (Kuva 8). Rotujen risteytys ei poista virhegeenien kantajuutta populaatioissa. Risteytykseen tulisi käyttää eläinainesta, jossa tiedetään perinnöllisten sairauksien kantajuus (Phillips 2010, Herring 2014, Buchannan & Lenstra 2015). Testaus suoritetaan kudosnäytteestä. Suomalaisessa liharotupopulaatiossa huomioitavia perinnöllisiä sairauksia, joille on geenitestausmahdollisuus, ovat:

- Angus
  - Arthrigryposis Multiplex, AM (Curly Calf)
  - Contractural Arachnodactyly (CA)
  - Developmental Duplication (DD)
  - $\alpha$ -mannosidosis (MA, MAN)
  - Neuropathic Hydrocephalus (NH)
  - Ocular Hypopigmentation (OH)
- Charolais
  - Progressive Ataxia (AT)
- Hereford
  - Hypotricosis (HY)
  - Idiopathic Epilepsy (IE)

• **Rotujen risteytys ei poista virhegeenien kantajia, jos niitä populaatiossa esiintyy!**

**Resessiivinen eli peittyvä periytyminen**

		Sonni, vapaa (DD)	
		$\frac{1}{2} D$	$\frac{1}{2} D$
Lehmä, kantaja (Dd)	$\frac{1}{2} D$	$\frac{1}{4} DD$	$\frac{1}{4} DD$
	$\frac{1}{2} d$	$\frac{1}{4} Dd$	$\frac{1}{4} Dd$



- ✓ 50 % jälkeläisistä on ns. puhtaita eläimiä, ei virhegeeniä = jälkeläiset **aina** vapaita
- ✓ 50 % jälkeläisistä kantaa virhegeeniä = ei näy eläimessä, vaatii testauksen asian selvittämiseen

		Sonni, kantaja (Dd)	
		$\frac{1}{2} D$	$\frac{1}{2} d$
Lehmä, kantaja (Dd)	$\frac{1}{2} D$	$\frac{1}{4} DD$	$\frac{1}{4} Dd$
	$\frac{1}{2} d$	$\frac{1}{4} Dd$	$\frac{1}{4} dd$



- ✓ 25 % jälkeläisistä on ns. puhtaita eläimiä, ei virhegeeniä
- ✓ 50 % jälkeläisistä kantaa virhegeeniä = ei näy eläimessä, vaatii testauksen asian selvittämiseen
- ✓ 25 % on sairastuneita geenivirheestä

**Kuva 8.** Useat perinnölliset sairaudet periytyvät peittyvästi eli resessiivisesti.

Risteytyksen hyväksikäyttö pähkinänkuoressa:

- Risteytys on vain niin hyvä kuin siihen käytetty puhdasrotuinen
- Risteytyksiin on käytettävä mahdollisimman hyviä eläimiä
- Risteytys voi nostaa syntymäpainoa 2,5–5 %
- Oikeat eläinvalinnat ennaltaehkäisevät poikimavaikeuksia
- Kahden rodun risteytys voi nostaa vieroituspainoa noin 5–15 %
- Emo- ja pääterodun risteytys korkeampi tulos
- Kolmen rodun risteytys voi nostaa vieroituspainoa noin 15–20 %
- Emorotu x emorotu x pääterotu
- Kolmen rodun pääteroturisteytys on tuottavin, mutta siinä ei muodostu uudistushiehoja



Kuva: Sari Jaakola.

**Taulukko 12.** Yhteenvedo tekijöistä, joihin tulee kinnittää huomiota eri risteytysvaihtoehdoissa (Field 2007, Patterson & Smith 2013).

Syy valittuun risteytysmalliin	Risteytysjärjestelmä	Toteuttamisen yksinkertaisuus	Uudistushiehot	Markkinointihaasteet	Rotuyhdistelmät	Heteroosi, %
Tietyn rodun osuuden lisäys karjassa	Ensimmäisen polven risteytyshiehot tiineytetään rodulla, jota halutaan lisätä	Tarvitaan vain yhden rodun sonneja. Voidaan hyödyntää keinosiemennystä.	Uudistuksen valitaan ne hiehot, joissa haluttua rotua on eniten	Valitun rodun tulee vastata markkinoiden tarvetta	Lopulta 100 % haluttua rotua	0
Rotujen ominaisuuksien täydentäminen	Kahden rodun yhdistelmä <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pääterotuominaisuusien parantaminen</li> <li>• Emorodun emot tiineytetään pääterodun sonnilla</li> </ul>	Yksinkertaista, jos kaikki jälkeläiset myydään loppukasvatukseen	Uudistukseen tarvittavat hiehot on ostettava, jos ei käytetä toista rotua uudistustarpeen täyttämiseen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keinosiemennyksen hyödyntäminen</li> </ul>	Pystytään tarkasti valitsemaan yhdistelmät, joista on mahdollista saavuttaa hyvä tulos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehmät 100 %</li> <li>• Vasikat 50:50</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehmät 0</li> <li>• Vasikat 100</li> </ul>
Risteytysvaikutuksen lisääminen karjassa	Kahden tai kolmen rodun jatkuva/kiertävä risteytys <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuotetaan ensimmäisen polven risteytysemoja</li> <li>• Tiineytetään emot emon isärodulla</li> </ul>	Karja tulee jakaa useimmissa tapauksissa kahteen tiineytysryhmään <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vasikoiden korvamerkkiin voidaan laittaa isärotu</li> <li>• Helpottaa käytännön suunnittelua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voidaan tuottaa itse</li> <li>• Pienissä karjoissa kannattaa käyttää keinosiemennystä uudistushiehojen tuottamiseen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotuyhdistelmä vaiuttaa</li> <li>• Erikoistunut uudistushiehojen tuotanto</li> <li>• Jos käytetyt rodut samankaltaisia <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Jälkeläispolvi on ominaisuuksiltaan tasaisempaa</li> </ul> </li> </ul>	67:33 tai 33:67	67

<p>Risteytysvaikutuksen hyödyn- täminen ja use- amman rodun ominaisuuksien käyttäminen risteytyksessä</p>	<p>3 pääterodun risteytys tai kahden rodun takaisin risteytys ➤ Ensimmäisen polven risteytyshiehot paritetaan kolmannen rodun siitossonnilla ➤ Ensimmäisen polven risteytyshiehot paritetaan emärodun siitossonnilla</p>	<p>Haasteellista, jos ei ole tarjolla haluttuja ensimmäisen polven risteyshiehoja • Tarvitaan usein kaksi karjaa</p>	<p>Joudutaan ostamaan tai tuottamaan itse</p>	<p>Rotuyhdistelmät vai- kuttavat</p>	<p>• Ensimmäisen polven lehmät 50:50 • Vasikat 3-rotuyhdistelmä 50:25:25 • Vasikat takaisin risteytys 75:25</p>	<p>• Ensimmäisen polven emot 100 • 3-rodun vasikat 100 • Takaisin risteytys 50</p>
---	--	--	---	--	---	--

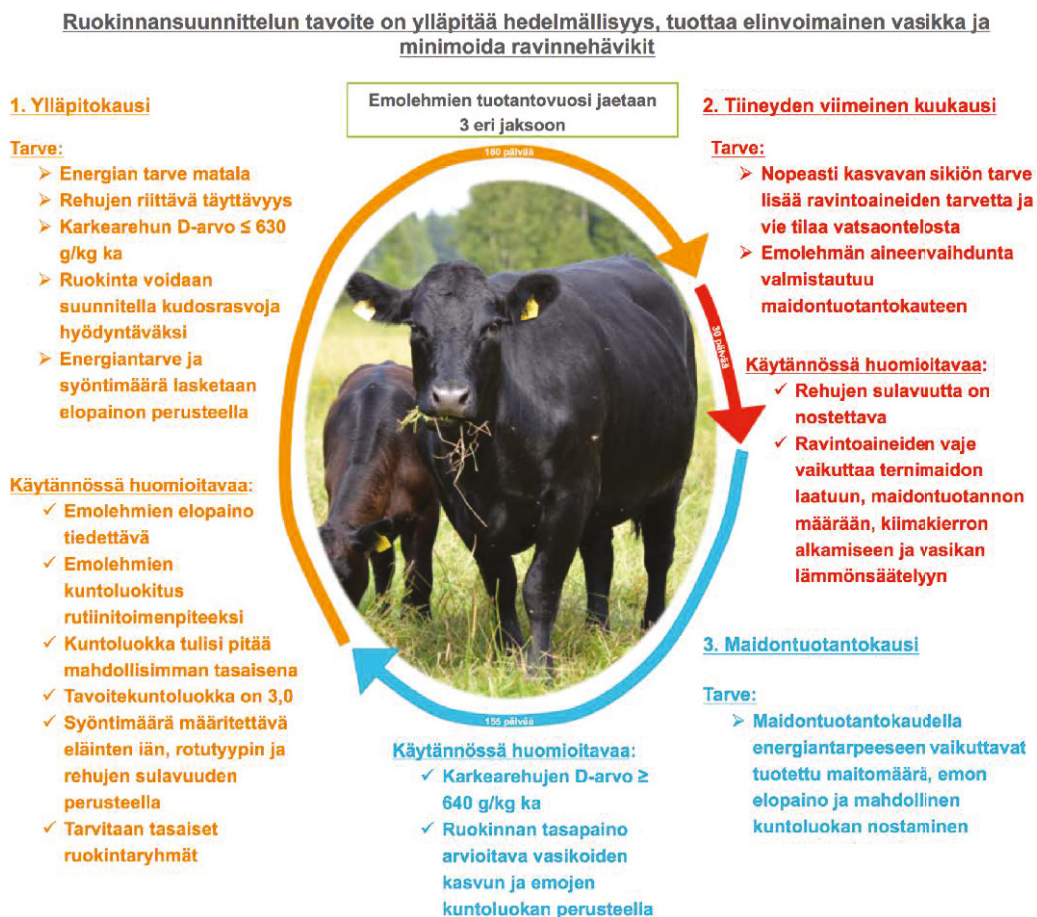


## 4. Emolehmän ruokinnan vuosirytmä

Emolehmien ruokinnan tärkein tavoite on säilyttää emojen terveys, hedelmällisyys ja haluttu tuotannon taso. Emojen ruokinta on pääasiassa energiaruokintaa, jossa pitää huomioida rehuannoksen riittävä täyttävyyden (NRC 2016). Emolehmän ruokinnallisiin vaatimuksiin vaikuttavat rotutyypin, elopaino, ikä, tuotantopotentiaali ja kuntoluokka. Emolehmien ruokinnan suunnittelun tärkeimmät lähtötiedot ovat emojen elopaino, kuntoluokka ja käytössä olevien rehujen sulavuus (D-arvo).

Käytännössä emolehmien ruokinta tapahtuu ruokintaryhmissä. Mahdollisuus jakaa emot ominaisuuksiensa puolesta mahdollisimman tasaisesti ruokintaryhmiin helpottaa emojen ruokinnan toteutusta. Ravintoaineiden ja rehujen hukkaantuminen on vähäisempää, kun ruokintaryhmät ovat tasaisia. Yleensä jako ruokintaryhmiin tehdään emojen kuntoluokan ja elopainon mukaan. Ensimmäistä ja toista kertaa poikivat eläimet tarvitsevat oman ruokintaryhmänsä. Tällä menettelyllä nuoret emot saavat syödä rauhassa tarpeeksi (Field 2007, Cottle & Kahn 2014, Fleury 2014).

Emolehmien ruokinnansuunnittelussa tuotantovuosi jaetaan 3–4 eri jaksoon (Kuva 9). Neljä jaksoa tarvitaan, jos käytetyt rehut ovat heikosti sulavia (D-arvo alle 600 g/kg ka), emojen syöntikyky on rajoittunut, emojen kuntoluokka on erittäin matala ja/tai emot ovat nuoria.



**Kuva 9.** Emolehmän ruokinta voidaan jakaa tuotannonrytmin mukaan kolmeen eri jaksoon (Kuva: Maiju Pesonen).

### 4.1. Ylläpitokausi

Tiineyden toinen kolmannes ajoittuu ns. ylläpitokaudelle. Energian tarve on ylläpitokaudella matala. Ravintoaineiden tarpeeseen vaikuttavat emon elopaino ja kuntoluokka. Tiineys ja vasikan kasvu eivät tässä vaiheessa vaadi ylimääräisiä ravintoaineita. Emolehmien kunnostus olisi tehtävä tässä tuotan-

non vaiheessa. Korkeissa kuntoluokissa olevien emojen ruokinta voidaan suunnitella kudosrasvoja hyödyntäväksi. Kuntoluokan hyödynnys vaatii aina ruokintaryhmät. Emojen kuntoluokka olisi kuitenkin hyvä pitää mahdollisimman tasaisena. Kuntoluokkavaihtelun suositellaan olevan emon iästä ja rodusta riippuen 0,5–0,75 kuntoluokkaa tuotantovuodessa. Emojen tulisi saavuttaa tavoitekuntoluokka 3,0 viimeistään tiineyden toisen kolmanneksen päätteeksi (Fleury 2014, NRC 2016).

## 4.2. Tiineyden viimeinen kolmannes

Tiineyden viimeisellä kolmanneksella nopeasti kasvavan sikiön ravinnon tarve on lisääntynyt. Emon aineenvaihdunta valmistautuu imetykskauteen. Ternimaidon muodostaminen vaatii myös riittävästi ravintoaineita. Ravintoaineiden vaje tässä vaiheessa voi vaikuttaa ternimaidon laatuun, maidontuotannon määrään, kiimakierrojen alkamiseen poikimisen jälkeen ja vasikan lämmönsäätelykykyyn. Vaikutukset korostuvat nuorilla emoilla ja matalan syöntikyvyn omaavilla emoilla, jos käytetyt rehut ovat heikosti sulavia (CSIRO 2007, Fleury 2014, NRC 2016).

Tiineyden viimeinen kuukausi on tärkeä ajankohta valmentaa emoa poikimisen jälkeiseen maidontuotantoon ja tuotannon muutokseen (Mille 2017). Tiineyden viimeisellä kuukaudella ruokinnan energiatiheyttä ei tulisi vähentää. Emojen syöntikyky on laskenut, koska kasvava sikiö on vienyt tilaa vatsaontelosta. Emon 10 % energiavaje tiineyden viimeisellä kuukaudella voi laskea kokonaismaitotuotosta 20 %. Jos emo tuottaa maitoa 8 kg vähennys on 1,6 kg maitoa jokainen päivä. Tämä merkitsee, että laidunta tarvitaan vasikkaa kohden lisää 3,5 kg ka/päivä (Fleury 2014, NRC 2016).

Tiineyden viimeisellä kuukaudella eläinten kokeman stressin määrä tulisi minimoida. Kaikenlainen stressi heikentää eläinten vastustuskykyä ja lisää sairastumisriskiä. Kuivituksen lisääminen ja eläinten puhtaana pysyminen on erittäin tärkeää tiineyden viimeisellä kuukaudella. Karsinoiden kuivitus tulisi tehdä kosteissa talviolosuhteissa olosuhteissa kaksi kertaa päivässä (Mille 2017). Heikko kuivitus ja karsinoiden epähygieenisuus on riski utareterveydelle ja lisää utaretulehdusten määrää (Persson Waller ym. 2014). Hierarkiyhteenottojen ja uuteen ryhmään tottumisen takia eläimet tulisi ryhmitellä poikimisryhmiin viimeistään kuukausi ennen poikimista. Eläimien tulisi myös tottua viimeistään tässä vaiheessa ihmisen läsnäoloon karsinassa. Ensimmäistä kertaa poikivat hiehot tulisi siirtää omaan ryhmäänsä viimeistään kuukausi ennen poikimista. Uusia, ostettuja eläimiä ei saisi tuoda karjaan tässä vaiheessa. Ostaeläimien tuominen karjaan tuo aina uuden mikrobipopulaation, joka voi olla riski tiineille eläimille (Mille 2017).

## 4.3. Maidontuotantokausi

Maidontuotantokaudella energian tarpeeseen vaikuttaa eniten tuotettu maitomäärä. Emolehmiä maidontuotantomäärää tiedetään harvoin tarkasti ja yksilöllinen vaihtelu on varsin runsasta. Maidontuotantomääriin voidaan käyttää kirjallisuudessa annettuja suuntaa-antavia keskiarvoja. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat emon elopaino ja mahdollinen kuntoluokan nostaminen. Emojen maidontuotannon energian tarpeen täyttämiseksi olisi hyvä käyttää ylläpitokautta sulavampia karkearehuja heti maidontuotantokauden alusta. Toinen vaihtoehto on täydentää heikosti sulavaa ja vähän energiaa sisältävää karkearehuidieettiä viljalla (NRC 2016).

Kevätpoikivat emot ovat tämän tuotantovaiheen alussa sisäruokinnassa ja siirtyvät laidunkaudelle vasikoiden ollessa noin 2–3 kuukautta. Syyspoikivilla emoilla imetykskausi ajoittuu sisäruokintakaudelle. Emon maidontuotanto jatkuu yleensä koko tiineyden ensimmäisen kolmanneksen ajan. Tiineyden ensimmäinen kolmannes loppuu, kun vasikat vieroitetaan (Fleury 2014).

## 4.4. Kuiva-aineen syönti

Emojen ruokinta on myös hyvinvointitekijä. Ylläpitokausi on kohtuullisen pitkä. Emolla ei ole ylläpitokaudella muuta tekemistä kuin syöminen. Varsinkin rakennetussa ympäristössä käyttäytymishäiriöi-



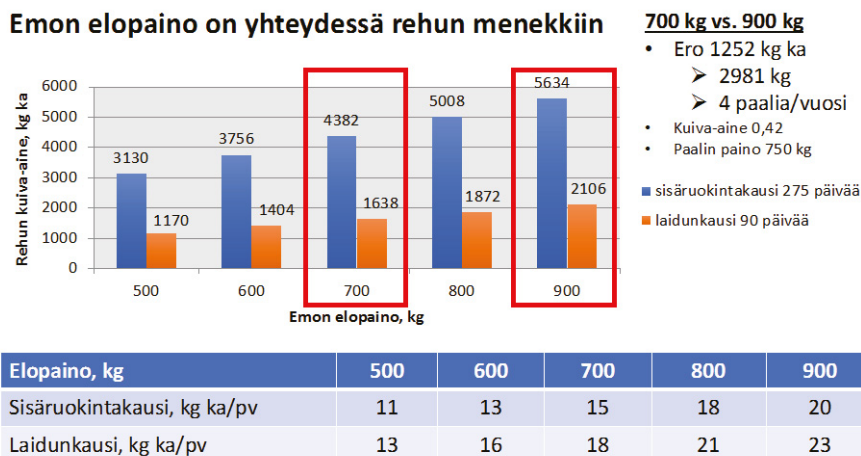
den esiintyminen on yleistä, jos ruokinta on suunniteltu vain energian tarpeen perusteella. Rehuanoksen kuiva-ainemäärä jää kohtalaisestikin sulavilla karkearehuilla kovin pieneksi, joka syödään hetkessä. Haasteita lisää, jos rehut jaetaan vain kerran päivässä (Fleury 2014). Märehtijän pötsi vaatii toiminnan ylläpitämiseksi vähintään 1 kg rehun kuiva-ainetta/100 eläimen elopainokilogrammaa kohden (NRC 2016). Minimi rehuannoksen koko 700 kg painavalle emolle on 7 kg ka karkearehua päivässä.

Päivittäisen syöntimäärän arvioiminen tarkentaa rehujen ravintoaineiden hyväksikäyttöä ja helpottaa vuosittaisen rehubudjetin tekemistä. Rehujen sulavuus eli D-arvo ja emon elopaino vaikuttavat syöntimäärään (Taulukko 13). Kasvanut kohtu vie tiineyden edetessä tilaa vatsaontelossa. Tiineyden viimeisenä kuukautena syönti laskee 0,2 % elopainosta. Poikkeuksena ovat alle 600 g/kg ka D-arvon sulavuuden rehut, joiden syöntimäärä jää 1,2 % elopainosta. Alle kolmen kuntoluokassa syönti on 10 % korkeampi ja yli 4,0 kuntoluokassa syönti on 10 % matalampi (NRC 2016, Luke 2018).

**Taulukko 13.** Emolehmän rehun kuiva-aineen syönti voidaan arvioida elopainon ja käytetyn rehun sulavuuden (D-arvon) perusteella, kun emoilla on vapaa rehun saanti (Luke 2018).

Rehun laatu	D-arvo, g/kg ka	Maksimisyönti, kg ka/pv, % elopainosta (ylläpito, tiineys)	Maksimisyönti, kg ka/pv, % elopainosta (imetus)
Heikko	Alle 600	1,8	2,2
Keskinkertainen	600–670	2,2	2,5
Korkea	Yli 670	2,5	2,7

Emolehmän elopaino vaikuttaa rehujen kuiva-ainemenekkiin sisäruokinta- ja laidunkaudella (Fleury 2014, NRC 2016, Luke 2018) (Kuva 10). Vertailtaessa emolehmää, joka painaa 700 kg ja emolehmää, joka painaa 900 kg isompi emolehmä syö vuodessa 1252 kg ka enemmän, jos emot ovat samassa kuntoluokassa. Isomman emolehmän päivittäinen syönti on noin 3 kg ka suurempi kuin elopainoltaan pienemmän emon.



- Sisäruokintakausi = korjatun karkearehun tarve vuosikierrossa
    - Ylläpitorehu 155 päivää
    - Tiineyden viimeinen kuukausi 30 päivää
    - Maidontuotanto 90 päivää
  - Laidunkausi = emoille ei anneta lisäkarkearehua
    - 90 päivää
- ✓ Aikuiskoko ja kuntoluokka vaikuttavat

**Kuva 10.** Samassa kuntoluokassa olevan elopainoltaan suuremman emolehmän syönti on korkeampi kaikissa tuotantovaiheissa.

Emolehmien ruokinta perustuu pääsääntöisesti pelkästään karkearehuihin. Käytännössä yksinkertaisin ruokinnan järjestely on ruokkia emolehmiä vapaalla (*ad libitum*) karkearehuruokinnalla. Emon syöntiin ja rehuista hyväksikäytettävään energian määrään vaikuttaa rehun kuidun osuus (NDF-pitoisuus). Usein emolehmien sisäruokintakauden rehut ovat myöhään korjattuja, joissa kuidun osuus on korkea (Fleury 2014, NRC 2016). Eläin pystyy syömään maksimissaan 1,0–1,2 % elopainostaan NDF-kuitua (NRC 2016). Korkea kuitupitoisuus vaikuttaa rehusta hyödynnettävän energian osuuteen (NRC 2016). Karkearehun NDF-pitoisuuden ollessa alle 500 g/kg ka nauta pystyy syömään karkearehua ilman, että täyttävyyden rajoittaa energian saantia (Niderkorn & Baumont 2009). NDF-pitoisuuden ollessa 600 g/kg ka energian saanti on 30 % matalampi kuin rehusta, jonka NDF-pitoisuus on 500 g/kg ka. Vastaavasti, jos NDF-pitoisuus on 700 g/kg ka, energian saanti on enää 40 % täyttävyyden rajoittaessa syöntiä (NRC 2016). Heikosti sulavien rehujen hyödynnystä voidaan parantaa energia- tai valkuaislisällä. Energia- ja/tai valkuaislisä parantaa pötsimikrobien toimintaa, mikä lisää eläimen syöntiä (Niderkorn & Baumont 2009, NRC 2016).

## 4.5. Valkuaisen tarve

Ylläpitokaudella emolehman valkuaisen tarve voidaan laskea kaavalla, jossa on tiedettävä emon elopaino ja emon syömä kuiva-aineen määrä (Luke 2018). Tiineyden loppua kohden emolehmien valkuaisen tarve kasvaa. Tiineyden viimeisen kuukauden ohitusvalkuaisstarpeen lisäys on 205 g/päivä. Emojen maidontuotannon valkuaisstarpeeseen vaikuttaa emon tuottama maitomäärä.

Pötsin typpitasapaino saavutetaan, kun rehuannoksen keskimääräinen pötsin valkuaisaste (PVT) on lähellä nollaa. Emolehmien ylläpitokaudella PVT-arvo voi olla -20 g/kg ka. Imetyskaudella tulisi pyrkiä siihen, ettei PVT-arvo ole negatiivinen (Luke 2018).

## 4.6. Kivennäisruokinta

Pötsin sisältö on normaalisti hieman hapan (pH 6,0–6,8). Useat kivennäis- ja hivenaineet ovat tällöin liukenemattomassa muodossa. Kivennäisten imeytyminen märehitöiden ruuansulatuskanavasta voikin olla jopa 50 % heikompaa kuin yksimahaisilla. Emolehmien rehut sisältävät paljon kuitua, joka voi omalta osaltaan vaikuttaa kivennäisten imeytymiseen. Apilapitoiset ja esikuivatut rehut tuovat omat haasteensa emolehmien kivennäisruokinnan suunnitteluun. Erityisesti apilan korkea kalsiumpitoisuus ja esikuivattujen rehujen korkea kaliumpitoisuus on otettava huomioon (CSIRO 2007, NRC 2016).

### 4.6.1. Kivennäisaineet

Suolassa (NaCl) oleva natrium on ainoa kivennäisaine, jonka syöntiä eläimen elimistö pystyy säätelämään. Natriumilla on tärkeä rooli elimistön useassa eri toiminnassa. Natriumin riittävällä saannilla voi olla magnesiumin puutosta eli laidunhalvausta ennaltaehkäisevä vaikutus. Pelkkä suola ei riitä emolehmien kivennäisruokintaan, sillä aina tarvitaan lisäksi pääkivennäisiä, hivenaineita ja vitamiineja (CSIRO 2007, NRC 2016).

Emolehmien ylläpitokauden kivennäisruokintaan suositellaan kivennäistä, jossa on hyvin imeytyvää magnesiumia (Mg) ja alhainen kalsiumpitoisuus (Ca). Liika kalsiumin saanti vaikuttaa eläimen jodin (I) saantiin. Jodin puutos pitkittää poikimista ja heikentää syntyneen vasikan kylmänsietokykyä. Luomutuotetuissa ja muissa vähän lannoitetuilta alueilta korjatuissa karkearehuissa haasteeksi voi muodostua myös emojen fosforin (P) riittävä saanti silloin, kun emot ruokitetaan pelkällä karkearehuvaltaisella dieetillä. Valittu rehustusmalli vaikuttaa emolehmien kivennäiskoostumukseen, ylläpitokaudelle suositetaan kalsiumin ja fosforin suhdetta 1:1 ja imetyskaudelle vastaavasti Ca:P 2:1 (Fleury 2014, NRC 2016).

#### 4.6.2. Hivenaineet ja vitamiinit

Mikrokiemppäisistä erityisesti koboltti (Co), kupari (Cu), seleeni (Se), sinkki (Zn), jodi (I) sekä A- ja E-vitamiini vaikuttavat hedelmällisyyteen. Emon kuparivarastot vaikuttavat siihen, kuinka paljon kuparia siirtyy vasikalle. Ternimaidossa on myös runsaasti kuparia ja sinkkiä, vaikka maidon pitoisuudet ovat verrattain matalia (CSIRO 2007, Fleury 2014, NRC 2016).

Useat hivenaineet ja vitamiinit toimivat yhteistyössä. Toimintaparin kummankin tarve tulee täyttää. Tällaisia pareja ovat D-vitamiini, kalsium ja fosfori, A-vitamiini ja sinkki sekä E-vitamiini ja seleeni. A-vitamiinin saanti on yleensä turvattu, kun eläimet saavat vihreää väriä sisältäviä rehuja. Toisaalta karkearehujen heikko säilönnällinen laatu tuhoaa A-vitamiinin. Jos emot ovat olleet ennen poikimista heikkolaatuisilla karkearehuilla, A-vitamiinilisästä on hyötyä. D-vitamiinia emot saavat ns. aurinkokuivatuista karkearehuista eli heinästä. Pohjoisella pallonpuoliskolla eläinten iholla ei muodostu tarpeeksi D-vitamiinia, vaikka emot pääsisivät ulkoilemaan. Riittävän ADE-vitamiinien saannin varmistamiseksi voidaan ennen poikimista antaa ADE-vitamiinilisä (CSIRO 2007, Fleury 2014, NRC 2016).

Luomutuotetuissa karkearehuissa ei käytännössä ole seleeniä lainkaan, joten seleenin ja E-vitamiinin saanti on turvattava kiemppäisruokinnalla. Kansainväliset suositukset seleenin saannista vaihtelevat välillä 0,1–0,3 mg/kg ka syödyssä rehussa. Emojen tulisi saada seleeniä ympäri vuoden. 60 päivää ennen poikimista emon rehujen seleenipitoisuus tulisi olla vähintään 0,3 mg/kg ka. Loppu-aikeuden aikana emon saama seleeni siirtyy istukan kautta vasikalle. Emon riittävä seleenin ja E-vitamiinin saanti on luonnollisin tapa turvata vasikan riittävä seleenin saanti (Fleury 2014).

#### 4.7. Mitä huomioin rehuanalyysistä

- **D-arvo eli sulavuus**
  - **Ylläpitokaudella** tavoitellaan rehujen riittävää täyttävyyttä, jos emoilla ei ole kunnostustarvetta
    - Karkearehun D-arvo voi olla alle 600 g/kg ka
  - **Tiineyden viimeisellä kuukaudella** sikiön kasvu vie tilaa pötsiltä, samalla ravintoaineiden tarve kasvaa
    - Vaihda karkearehu, D-arvo noin 610–630 g/kg ka
  - **Imetyskaudella** emojen syönte ja ravintoaineiden tarve kasvaa maidontuotannon alettua
    - Karkearehun D-arvo tavoite yli 640 g/kg ka
- **Rehujen energiasisältö** ilmoitetaan megajouleina (MJ/kg ka). Jos käytettyjen karkearehujen sulavuus on matala ja kuitupitoisuus korkea, energian saanti ei toteudu, vaikka energiasisältö olisi korkea
  - **Ylläpitokausi** ei alle 8,5 MJ/kg ka
  - **Tiineyden viimeinen kuukausi** ei alle 9,0 MJ/kg ka
  - **Imetyskausi** ei alle 10,5 MJ/kg ka
  - Energiasisältö alle 8,0 MJ/kg ka, voidaan syöttää vapaasti. Energian liikasaantia ei tapahdu
- **Raakavalkuainen** on helppo tapa arvioida riittävää valkuaisen saantia karkearehuista. Jos käytettyjen rehujen raakavalkuaispitoisuus on alle 70 g/kg ka, laske OIV-saanti ja PVT-taso.
  - **Ylläpitokaudella** tavoittele, että karkearehujen raakavalkuaispitoisuus olisi 70–100 g/kg ka
  - **Tiineyden viimeinen kuukausi** karkearehujen raakavalkuaispitoisuus 100–110 g/kg ka
  - **Imetyskausi** karkearehujen raakavalkuaispitoisuus 120–140 g/kg ka

- **NDF** kertoo karkearehujen kuidun määrästä eli täyttävyydestä. Jos karkearehun NDF-pitoisuudet menevät yli 650 g/kg ka, täyttävyyden on jo hyvin korkea ja energian saanti ei toteudu (Widbeck 2017, Jardstedt ym. 2018).
  - **Ylläpitokausi** NDF ei yli 650 g/kg ka
  - **Tiineyden viimeinen kuukausi** NDF ei yli 600 g/kg ka
  - **Imetyksikausi** NDF ei yli 550 g/kg ka

## 4.8. Kuntoluokitus

Emolehmän kehon energiavarastojen määrä tuotannon eri vaiheissa on yhteydessä hedelmällisyyteen. Energian tarve ja sitä vastaava saanti vaikuttavat emolehmän lisääntymistehokkuuteen. Emolehmän kuntoluokan laskiessa alle kahden vain alle puolella emoista esiintyy säännöllinen kiima (Phillips 2010, Cottle & Kahn 2014).

Ruokinta vaikuttaa emolehmän kehon rasvamäärään eli kuntoluokkaan (Taulukko 14) (NRC 2016). Eläin käyttää kudosvarastoja, jos energian saanti on matalampi kuin elimistön energian tarve. Negatiivinen energiatase ja elimistön katabolinen tila alentavat eläimen kuntoluokkaa ja vaikuttavat hormonaaliseen lisääntymiskiertykseen negatiivisesti. Ajankohta, jona kuntoluokkaa menetetään, vaikuttaa kiimakierron alkamiseen. Jos kuntoluokka laskee tiineyden lopulla, kiimakierron alkaminen viivästyy. Maidontuotantokauden alussa rasvavarastojen mobilisoinnilla ei ole yhtä negatiivista vaikutusta kiimakierron alkamiseen. Poikimisen jälkeistä kiimakierron sujuvaa alkamista voidaan nopeuttaa tarjoamalla emoille niiden tarpeiden mukaisesti energiaa (Herring 2014, Cottle & Kahn 2014, NRC 2016, Luke 2018).

**Taulukko 14.** Emolehmän kuntoluokka ja kehon rasvapitoisuus (NRC 2016).

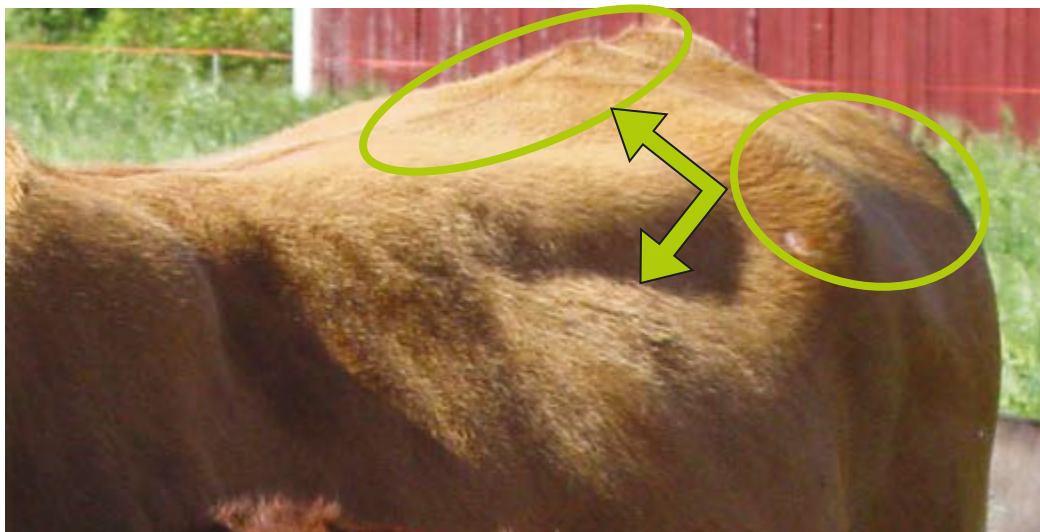
Kuntoluokka	Kehon rasvapitoisuus, %	Energian tarve ylläpitotarpeesta, %
0	3,77	
1	11,3	115
2	15,07	105
3	22,61	95
4	30,15	90
5	33,91	85

Kuntoluokitus on yksinkertainen emolehmän kudosasvojen ja lihaksikkuuden arviointimenetelmä (Phillips 2010). Suomessa käytössä on skotlantilainen 1–5 asteikko (Taulukko 15).

**Taulukko 15.** Kuntoluokka-asteikko 1–5 (Phillips 2010).

1	Selkäranka ja lannenikamien poikkihaarakkeet tuntuvat terävinä
2	Lannenikamien haarakkeet erotettavissa
3	Lannenikamahaarakkeet tuntuvat vain voimakkaasti painaen, hännän juuressa rasvakertymän alku
4	Lannenikamahaarakkeiden kärjet eivät enää erotu. Selvä rasvakertymä hännän tyven ympärillä
5	Erittäin lihava

Kuntoluokitus olisi hyvä tehdä karjan sisällä saman henkilön toimesta, koska tällöin asteikko muodostuu tasaisemmaksi. Kuntoluokitus tehdään yleensä eläimen vasemmalta puolelta, takaapäin katsoen. Käytännössä kuntoluokitus tehdään asettamalla käsi lannenikamien poikkihaarakkeiden päälle. Peukalolla tunnustellaan neljännen ja viidennen poikkihaarakkeen kärjen terävyyttä (Phillips 2010) (Kuva 11).



**Kuva 11.** Kuntoluokitus suoritetaan tunnustelemalla eläimen rasvakudoksen paksuutta, lihaksikkuutta ja luiden tuntumista nahkan läpi (Kuva: Maiju Pesonen).

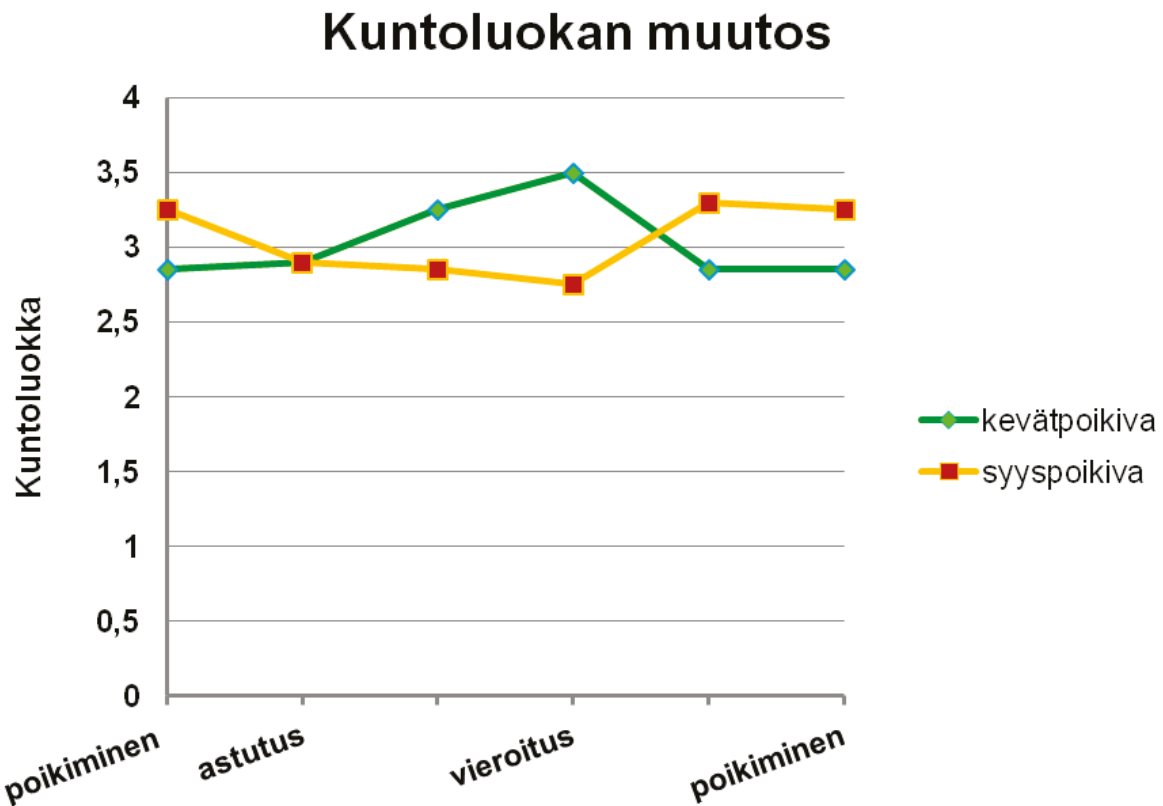
Lopuksi muodostetaan käsitys myös eläimen muun luurangan ulkonevuudesta ja tehdään huomioita mm. selkärangan ulkonevuudesta, kylkiluiden näkyvyydestä ja mahdollisesta lihasatrofiasta (Kuva 12).

Havainto	Kuntoluokka						
	1	2	2,5	3	3,5	4	5
Lihasatrofia	Selvä	Kyllä	Ei yleensä	Ei	Ei	Ei	Ei
Selkäranka	Selvä	Selvä	Näkyvä	Tuntuu	Tuntuu painaen	Ei	Ei
Kylkiluut	Kaikki	5	3	1-2	Ei	Ei	Ei
Rasvakudos helluvainen ja kuve	Ei	Ei	Ei	Ei	Vähän	Kyllä	Kyllä
Lonkka ja istuinluut nähtävissä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Vähän	Ei	Ei
Rasvakudos utare ja häntäluu	Ei	Ei	Ei	Ei	Vähän	Kyllä	Kyllä

**Kuva 12.** Kuntoluokituksen eri kohdat ja niiden kuvaus. Tavoitekuntoluokka on osoitettu punaisella kehällä (NRC 2016).

Kuntoluokitus tehdään kolme kertaa vuodessa: vasikoiden vieroituksen aikaan, 60–90 päivää ennen poikimista ja 30 päivää ennen astutuskauden alkua. Vieroituksen jälkeen emot voidaan jakaa kuntoluokituksen avulla ruokintaryhmiin. Kuntoluokitus 60–90 päivää ennen poikimista antaa mahdollisuuden korjata emojen ruokintaa ajankohtaan sopivaksi. Kuntoluokat voidaan tarkistaa myös ennen astutuskauden alkua. Astutuskauden alun kuntoluokitus antaa mahdollisuuden kontrolloida

ne emot, jotka mahdollisesti tarvitsevat erityishuomiota laidunkaudella. Kuntoluokan tulisi säilyä kuntoluokkien 2,5–3,5 välillä (Kuva 13) (Phillips 2010).



Kuva 13. Tavoitekuntoluokan muutos syys- ja kevät poikivilla emolehmillä.

Eläimet, jotka tarvitsevat suhteessa paljon energiaa ylläpitoon, voivat olla alttiimpia negatiiviselle energiataaseelle kuin suhteessa vähän ylläpitoenergiaa tarvitsevat eläimet. Tuotannollinen onnistuminen saavutetaan ainoastaan, jos emolehmän ravintoaineiden tarve täytetään mahdollisimman hyvin. Jos tarjotut rehut eivät täytä emolehmän ravintoaineiden tarvetta tiineyden ja maidontuotantovaiheen aikana, vasikan mahdollisuus kasvaa perimän asettaman potentiaalın mukaisesti voi olla rajoittunut (Cottle & Kahn 2014, Herring 2014).

Laihat emolehmät (kuntoluokka 2,0 ja alle) tarvitsevat enemmän rehuja ja energiaa ylläpitoonsa kuin hyvässä kuntoluokassa (3,0 ja yli) olevat emolehmät. Kuntoluokan nostaminen kylmissä olosuhteissa kestää kauemmin ja vaatii huomattavasti enemmän rehuja kuin esimerkiksi laidunkaudella. Alle -10 °C pakkasella emolehmä ei pysty tehokkaasti nostamaan kuntoluokkaansa (NRC 2016).

650 kg painava emo on kuntoluokassa 2 laidunkauden jälkeen. Sen energian tarve ylläpitoon on 70,2 MJ päivässä. Kunnostustarve on yhden kuntoluokan verran. Kunnostukseen tarvitaan lisäenergiaa noin 39 MJ/päivä. Aikaa kunnostukselle on noin 105 päivää. Yhteensä emo tarvitsee siis energiaa noin 109 MJ/päivä. Jokainen aste alle 0 °C lämpötilan lisää eläimen energian tarvetta noin 1–2 %. Eläimen karvapeitteen kastuessa, tai jos eläin altistuu vedolle, vaikutus on moninkertainen. Lämpötilan laskiessa noin -15 °C asteeseen kunnostettavan emon energian tarve on aivan sama kuin maidontuotannossa olevan emon energian tarve eli noin 125 MJ päivässä. Toisaalta kylmän vaikutuksesta kuiva-aineen syönti voi lisääntyä 10–30 %, jos rehunlaatu sen sallii. Sisäruokintakaudella kunnostettavien emojen rehujen pitää olla sulavampia ja parempia kuin jo hyväkuntoisten emojen. Vaikutus rehun kuiva-aineen syöntiin riippuu pitkälti olosuhteista. Jos eläimillä on kuiva makuupaikka ja kuntoluokka noin 3,0, rehun kuiva-aineen syönti lisääntyy noin 10–12 % (NRC 2016).



Mitä enemmän emolehmillä on ihonalaista rasvakudosta, sitä paremmin se kestää kylmää. Hyvässä kuntoluokassa olevan eläimen rasvakerros toimii karvapeitteen jälkeisenä eristekerroksena. Laihoilla emolehmillä ei tätä eristekerrosta ole, joten ne menettävät enemmän lämpöenergiaa. Emoilla, jotka laihtuvat ennen poikimista, on riski saada heikko vasikka ja ternimaidon laatu kärsii. Laihtuvien emojen uudestaan tiinehtyminen heikkenee ja seuraavan vuoden poikiminen siirtyy myöhempään ajankohtaan. Poikimahetkellä alle kuntoluokassa 2,0 olevien emojen poikiminen voi olla vaikeampaa kuin tavoitekuntoluokassa olevien emojen poikiminen (NRC 2016). Toisaalta varsinkaan ranskalaisen rodun emo ei saisi olla ylikuntoinen poikimisen ajankohtana. Lihava emo altistuu erilaisille aineenvaihdunnallisille sairauksille sekä poikimavaikeuksille ja sen syöntikyky poikimisen jälkeen on rajoittunut. Ranskalaisilla roduilla synnytykskanavan rasvoittuminen on riski poikimahelpoudelle (Mille 2017).

Alikuntoiset siitossonnit ovat yhtä alttiita kylmälle kuin emolehmmätkin. Siitossonni on usein yksin karsinassa, joten edes toisten eläinten läheisyys ei voi tuoda lisälämpöä. Karsinan kuivituksesta kannattaa huolehtia hyvin (Barth 2013).

Emolehmmän korkealla kuntoluokalla on mahdollista loiventaa lyhytaikaista ravintoaineiden vähäistä saantia. Kuntoluokan hyödynnyks ruokinnan suunnittelussa pitää ajoittaa täsmällisesti emolehmmän vuosirytmissä, jotta siitä saadaan etuja tuotannolle. Tiineyden viimeiselle kuukaudelle ja maidontuotantovaiheeseen eläinten ruokinta tulee suunnitella siten, että kuntoluokka nousee (Freetly ym. 2000, 2005). Tiineyden ensimmäiselle ja toiselle kolmannekselle voidaan kuntoluokkaa hyödyntää, jos energian saanti rehuista on rajoittunut. Kuntoluokan laskemisesta saatavat hyödyt voivat kuitenkin romuttua, jos eläinten lisääntymistehokkuus heikkenee seuraavalla tuotantokaudella (Alford ym. 2009). Tiineyden aikaisen ravintoaineiden vajeen ei tulisi ylittää 35 %. Ruokinnan rajoitukset 65 % ja yli ovat aiheuttaneet vasikoiden elinvoimaisuuden heikkenemistä ja kuolleisuuden kasvua (Corah ym. 1975, DeRouen ym. 1994, Spitzer ym. 1995, Freetly ym. 2000, Stalker ym. 2006, Fleury ym. 2014, NRC 2016).

Infolaatikko:

<b>Laiha emolehmä, kuntoluokat 1–2,5</b>	<b>Lihava emolehmä, kuntoluokat 4–5</b>
Poikimavaikeudet lisääntyvät ja emon jaksaminen heikkenee	Altistaa poikimavaikeuksille, erityishuomio ranskalaiset rodut
Ternimaidon laatu ja määrä heikkenee	Heikentää maidontuotantoa ja tiinehtymistä
Maitotuotos alenee	Heikentää terveyttä, varsinkin jalat ja sorkat kovilla
Tiinehtyminen viivästyy ja heikkenee	Yliruokinta ei ole taloudellista
Vasikoiden elinvoima heikompi ja pakkasen sieto voi olla heikompi	Ravinnehukka ruokinnasta on suurempi
Negatiivinen vaikutus seuraavan kauden vasikoihin	

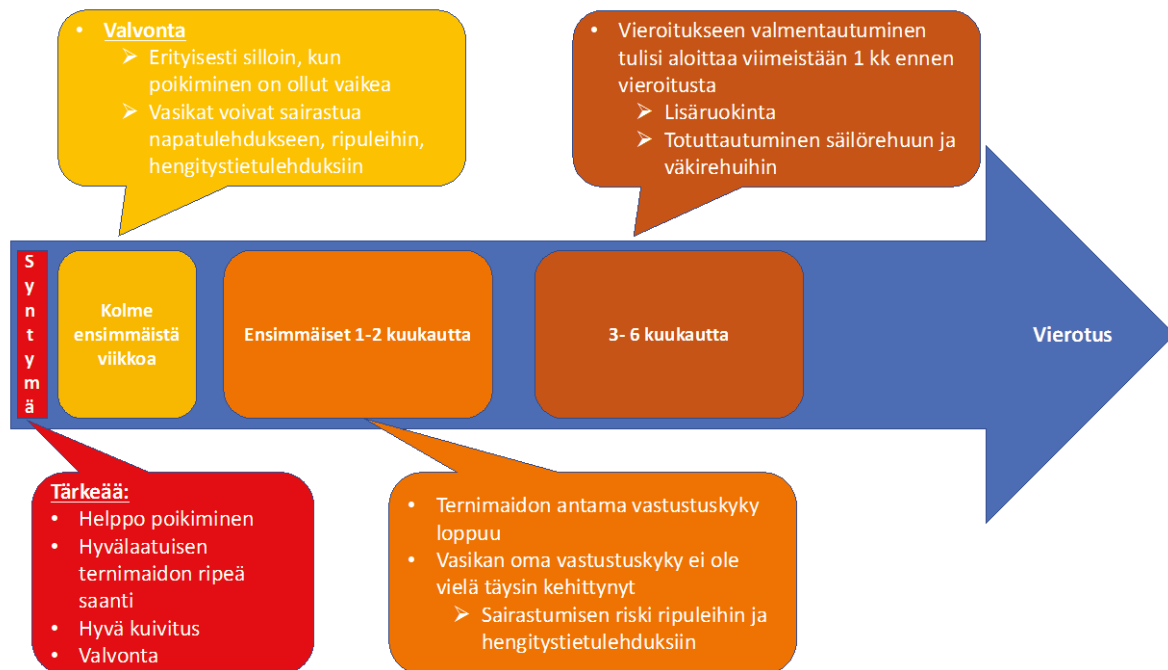
## 5. Kylmät tuotanto-olosuhteet

Kylmät tuotanto-olosuhteet aiheuttavat joka vuosi menetyksiä emolehmätuotannossa. Alhaiset lämpötilat ovat haasteellisimpia vastasyntyneille vasikoille silloin, kun poikiminen on ollut vaikea. Alhaisista lämpötiloista vasikkakuolleisuutena aiheutuvien menetysten on laskettu maailmanlaajuisesti olevan 4–7 %. Vasikan selviytymiseen alhaisista lämpötiloista vaikuttavat eläimen perimä, emon hoivaominaisuudet ja tuotanto-olosuhteet (Field 2007, Cottle & Kahn 2014, Herring 2014).

Vasikan sairastumisen riskiä lisäävät Stokkan (2010) mukaan:

- 1) Ternimaidon saannin viivästyminen ja passiivisen immunitietin epäonnistuminen
  - Emot, jotka ovat matalassa kuntoluokassa
  - Emot, joiden utarerakenne on heikko
  - Korkean tuotantopotentiaalin emot, jotka ovat haasteellisissa olosuhteissa
  - Poikimavaikeudet
  - Heikot emo-ominaisuudet
  - Emon lopputiineyden stressi
- 2) Eri emo-vasikkaryhmien sekoittaminen karjan sisällä
  - Pitkä poikimakausi tuottaa eri-ikäisiä vasikoita
  - Vasikkaryhmän ikähaitari ei saisi ylittää 40–60 päivää
- 3) Ympäristön ääriämpötilat sekä kosteus
  - Kuumuus
  - Kylmyys
  - Lumisade tai jäätävä sade
- 4) Ruokinnan epäonnistuminen, ruokinnan vaihdokset
  - Valkuaisen tai energian vaje
  - Lisäruokinta
  - Rehevä laidun
  - Kuivuus
- 5) Kivennäisaineiden ja vitamiinien puutokset
  - Kupari
  - Sinkki
  - Seleen
- 6) Tarttuvat taudit
  - Virukset
  - *Mycoplasma bovis*
- 7) Muut ongelmat
  - Käsittelystressi
  - Kipu
  - Riittämätön työvoima
  - Kuivituksen vähyyys tai epäonnistuminen
  - Perinnölliset sairaudet

Vasikoiden sairastumisen riskitekijöitä eri kasvunvaiheissa voidaan vähentää ennakoimalla ja hyvillä tuotanto-olosuhteilla (Kuva 14) (Mille 2017). Poikimavaikeuksien ennaltaehkäisy on yksi tärkeimmistä tekijöistä kylmissä tuotanto-olosuhteissa tapahtuvien menetysten vähentämiseksi (Azzam ym. 1993, Arnott ym. 2012, Mille 2017).



**Kuva 14.** Vasikoiden menestyminen vaatii ennakoimista ja valvontaa eri tuotantovaiheissa (Mille 2017, mukailtu, uudelleen piirretty).

Nauta kokee hypotermiaa, jos sen ruumiin lämpötila laskee huomattavasti alle normaalin lämpötilan. Naudalle termoneutraali ympäristön lämpötila on +10–12 °C (Arnott ym. 2012). Hypotermia voidaan aikuisella eläimellä jakaa kolmeen eri tasoon. Vähäinen kylmettyminen voidaan todeta, kun naudan kehon lämpötila on välillä +30–32 °C. Kohtalaisessa hypotermiassa kehon lämpötila on +22–29 °C ja vakavassa hypotermiassa kehon lämpötila laskee alle +20 °C. Jos naudan sisälämpötila laskee alle +28 °C, eläin ei selviä ilman lämmitystä. Hypotermian edetessä aineenvaihdunta ja fysiologiset toiminnot hidastuvat. Naudoilla todelliset hypotermiaoireet ovat onneksi harvinaista. Kylmissä olosuhteissa emolehvät pyrkivät lisääntyneen aineenvaihdunnan kautta tuottamaan enemmän lämpöä ennen kylmettymisoreita (NRC 2016). Kuitenkin pitkäaikainen lämpötilojen olo alle -7 °C asteessa on vaikuttanut emojen energiataseeseen ja lisännyt energian tarvetta, jotta kuntoluokka pysyisi vakiona (Arnott ym. 2012). Eläinten tottuminen lämpötilan laskemiseen on menestymisen kannalta olennaista. Kylmissä tuotanto-olosuhteissa eläimet luonnollisesti tottuvat ympäristön lämpötilan muutoksiin (Herring 2014).

Herkimpiä hypotermian oireille ovat vastasyntyneet vasikat. Syntyessä vasikan ruumiin lämpötila on +38 °C. Muutaman tunnin kuluessa vasikan kehon lämpötilan tulisi nousta +39 °C:seen. Lämpötila pysyy näissä lukemissa syntymän jälkeiset kaksi viikkoa, jonka jälkeen se tasaantuu noin +38,5–38,7 °C asteeseen. Ympäristön lämpötila vaikuttaa jonkin verran vasikan kehon lämpötilaan. Terve vasikka pystyy pitämään kehon lämpötilan tasapainossa. Kehon lämpötilan nousu kertoo jonkinasteisesta sairastumisesta, yleensä tulehduksesta. Kehon lämpötilan laskua tulisi aina pitää vakavana tapahtumana. Alhainen kehon lämpötila on merkki liian vähäisestä energian saannista, ripulista ja/tai kuivettumisesta. Jos vasikan lämpötila laskee alle +38,5 °C asteen tulisi eläin aina ottaa erityistarkkailuun. Usein näissä tapauksissa eläimen menestymisen kannalta on tärkeää lämmittää ja nesteyttää vasikkaa. Jos vasikan lämpötila on laskenut alle +37 °C, toimenpiteiden vasikan pelastamiseksi tulee olla nopeita. Vasikan kehon lämpötilan laskiessa alle +35 °C astetta, vasikan menettäminen on hyvin todennäköistä, ja ennuste on huono. On erittäin tärkeää puuttua vasikan kehon lämpötilan laskemiseen heti, ettei tilanne etene liian pitkälle (Mille 2017). Vasikan ja emon hyvinvoinnin kannalta olisi tärkeää, ettei vasikkaa erotettaisi emosta. Vasikka tulisi ensiavuksi ohjata emän nisälle. Vähäisessä kylmettymisessä voidaan tilannetta helpottaa lisäämällä kuivutusta, vasikkaliiveillä ja lämpölampuilla. Vasikka ja emo tulisi siirtää yksittäiskarsinaan. Vakavimmissa kylmettymistapauksissa on välttämää-

töntä siirtää vasikka lämpimään tilaan, usein ilman emoa. Jos vasikka on erittäin heikko, eikä suostu itse imemään, nesteyksestä tulisi huolehtia suonensisäisesti (Mille 2017).

Kylmät ympäristöolosuhteet kuluttavat nopeasti vasikoiden energiavarastoja mm. ruskean rasvan määrää. Ruskea rasva on tiineyden aikana vasikan isojen verisuonten ja elintärkeiden elinten (mm. sydän ja munuaiset) ympärille kertynyttä rasvakudosta, jossa on runsaasti mitokondrioita. Ruskeasta rasvasta muodostuu nopeasti lämpöenergiaa, mikä näkyy vasikassa mm. kylmän väristyksinä (Carstens 1994). Vastasyntyneessä vasikassa on ruskeaa rasvaa noin 2 % elopainosta (Alexander ym. 1975). Emon kuntoluokka ja tiineyden lopun ruokinta vaikuttavat ruskean rasvan muodostumiseen vasikassa. Alle 2 kuntoluokassa poikivan emon vasikan kehossa ei ole riittävästi ruskeaa rasvaa lämmön tuottoon matalissa lämpötiloissa. Vastaavasti, jos emon energian saanti on rajoitettu tiineyden viimeisellä kuukaudella alle tarpeen, ruskean rasvan muodostuminen voi olla heikompaa kuin emon saadessa riittävästi energiaa lopputiineydessä (Funston ym. 2010).

On esitetty, että vastasyntyneen kylmään adaptoitumiseen voitaisiin vaikuttaa perinnöllisillä tekijöillä, kuten vastustuskykyyn, nahkan paksuuteen ja karvan tiheyteen vaikuttamalla. Merkittävimmät tekijät ovat kuitenkin emon kuntoluokka ja vasikan oikea syntymäpaino. Liian matala syntymäpaino heikentää vasikan menestymistä lähes yhtä paljon kuin liian korkea syntymäpaino, joka voi aiheuttaa poikimavaikeuksia (Azzam ym. 1993). Ensimmäiset 48 tuntia ovat kylmissä olosuhteissa kriittisimmät vasikan menestymisen kannalta. Vastasyntyneitä vasikoita tulee tarkkailla ja mahdolliseen kylmettymiseen tulee puuttua välittömästi (Mille 2017). Vasikoiden energian tarve lisääntyy kylmissä olosuhteissa. Emon ravintoaineiden saannin on vastattava tarvetta, jotta maidontuotannon taso pysyy riittävän korkealla tasolla ja vasikoiden energian tarve pystytään täyttämään (Arnott ym. 2012).

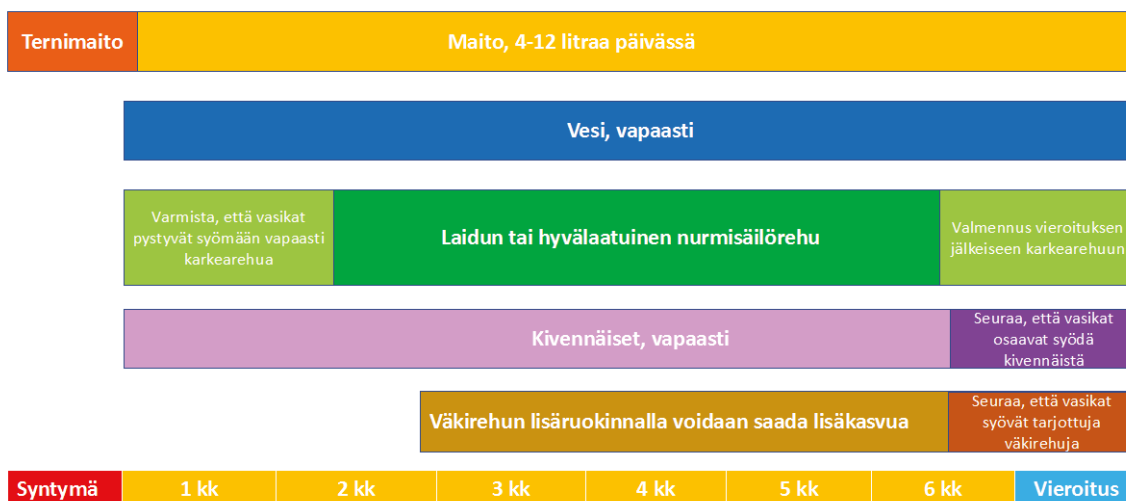
Poikima-ajankohdan tietäminen ja valvonta on erityisen tärkeää kylmissä olosuhteissa tapahtuvissa poikimisissa. Tarkka tiineytyskirjanpito helpottaa poikima-ajan valvontaa. Tarkastuskierrokset tulee tehdä vähintään kolmen tunnin välein. Poikimisen merkit tulee havainnoida tarkasti: 1) hännän ja istuinluiden välisten siteiden löytyminen, 2) ulkosynnyttimien turpoaminen ja 3) utareen täyttyminen. Karjan eläinten yksilöllinen tunteminen helpottaa poikimisten valvontaa. Poikimisen alettua eläintä tulee valvoa, kunnes vasikka on saanut ternimaitoa (Mille 2017). Rotutyypin vaikutus poikimisen valvonnan tarpeeseen. Mannermainen rotutyypin lisää vasikan menettämisen riskiä verrattuna brittiläiseen rotutyypin. Brittiläisen rotutyypin eläinaineksen korkeampi elinvoima on havaittavissa aina viikon iästä kolmen vuoden ikään saakka (Bleul 2011, Ring 2018). Kylmissä olosuhteissa poimitessa vasikan tulee saada ternimaito viivyttämättä, viimeistään kahden tunnin sisällä syntymästä (Herring 2014). Terveen vasikan tulisi olla kymmenessä minuutissa pää pystyssä ja normaalissa makuuasennossa, rintalastan päällä ja viimeistään 45 minuutin kuluttua poikimisesta pystyssä ja utareella (Mille 2017).

Elinvoimainen vasikka stimuloi emoa hoitamaan vasikkaansa enemmän kuin nuutunut vasikka. Kylmissä olosuhteissa elinvoiman ilmentyminen vasikassa pitää taata, jotta emon hoivaominaisuudet ovat optimaaliset (Herring 2014). Poikimavaikeus on yksi suurin elinvoimaa heikentävä tekijä. Sonnivasikoiden elinvoima on keskimäärin heikompi ja sonnivasikat ovat syntymän jälkeen hitaampia kuin lehmävasikat (Azzam ym. 1993, Bleul 2011, Ring ym. 2018). Haasteellisissa poikimaolosuhteissa sonnivasikat voivat tarvita enemmän huomiota kuin lehmävasikat (Cottle & Kahn 2014). Matala syntymäpaino ja kaksoistiineys ovat elinvoimaa heikentäviä tekijöitä. Sonnivasikoilla syntymäpainon riskirajan on todettu olevan 25 kg ja lehmävasikoilla 23 kg (Eriksson ym. 2004, Schmidek ym. 2013, Vostry ym. 2015). Emon ikä on tekijä, joka tulisi huomioida poikimisen yhteydessä. Ikäjakauman ääripäät ovat suuremmassa riskissä poikimisien suhteen kuin keski-ikäiset emot. Poikimavaikeuksien ja vasikan menetyksen riskiä lisää, jos emo on 2–3 vuotias tai yli 11-vuotias (Azzam ym. 1993, Bleul 2011, Schmidek ym. 2013, Vostry ym. 2015, Ring ym. 2018). Emon kuntoluokalla on selvä yhteys hyvin onnistuneeseen poikimiseen, elinvoimaiseen vasikkaan, riittävään ternimaidontuotantoon ja emon poikimisen jälkeiseen kuolleisuuteen. Vasikan menetyksen riskiä ja poikimisten valvomista lisää sekä matala kuntoluokka että ylikuntoiset emot. Myös emon sairastumisen riski kasvaa kaksinkertaiseksi

matalissa kuntoluokissa. Ylikuntoisuus on riski eritoten ranskalaisilla roduilla. Riskitapauksina pidetään alle 2,0 kuntoluokassa ja yli 4,0 kuntoluokassa poikivia emoja (Corah ym. 1975, DeRouen ym. 1994, Spitzer ym. 1995, Freetly ym. 2000, Stalker ym. 2006, Fleury ym. 2014, Mille 2017). Brittiläisen rotutyypin ja simmental-emojen tulisi olla poikiessaan kuntoluokassa 3,0–3,5, ranskalaisten rotujen kuntoluokassa 2,5–3,0. Ranskalaiset rodut ja simmental tarvitsevat voimakkaamman ruokinnan poikimisen jälkeen kuin brittirodut (Fleury 2014, NRC 2016, Mille 2017).

Eläimen ruumiin sisälämpö on noin 39 °C 3–6 päivää ennen poikimista. 24 tuntia ennen poikimisen alkua lämpötila laskee 1–1,5 °C astetta eläimen normaalista lämpötilasta. Jos lämpötilan mittaamiseen on mahdollisuus, ruumiin sisälämmön putoaminen on selkeä merkki poikimisen alkamisesta viimeistään vuorokauden kuluessa (Mille 2017). Tällä tavoin valvontaa voidaan kohdentaa tarkasti tiettyihin eläimiin. Oikein sijoitetut valvontakamerat helpottavat poikimisten valvontaa (Mille 2017). Kylmissä tuotanto-olosuhteissa erityisesti hiehojen poíttaminen myöhemmin, suosiollisimmissa ympäristöolosuhteissa voi vähentää vasikoiden menetyksiä (Azzam ym. 1993).

Vasikan lämmöntuotto on rajoittunutta. Erityisessä paleltumisen vaarassa on korvat ja häntä. Korvia voidaan suojata erilaisilla hupuilla. Vasikkaliivit vähentävät vasikan menettämää lämpöenergiaa. Haasteeksi voivat muodostua emot, jotka yrittävät riisua vasikoilta ylimääräiset suojavarusteet. Hyvä kuivitus vähentää vasikan menettämää lämmön määrää. Hyvä kuivitus parantaa myös hygieenisyyttä ja vähentää esimerkiksi napatulehdusten esiintymistä. Makuualueet, joissa vasikoiden oletetaan lepävän, tulisi olla hyvin kuivitettuja. Vasikkapiilot tulisi kuivittaa kaksi kertaa päivässä kostumisen ennaltaehkäisemiksi. Olki soveltuu parhaiten vasikkapiiloiden kuivittamiseen (Mille 2017). Vasikalla tulee olla mahdollisuus syödä karkearehua ja juoda vettä aivan kasvun alkuvaiheesta saakka. Mitä nopeammin vasikka rupeaa syömään muita rehuja, sitä paremmaksi sen kylmissä olosuhteissa menestyminen muodostuu. Ruokinnan muutokset on kuitenkin tehtävä vasikoille asteittain. Vasikka voi sairastua yhtäkkiä tehdyistä ruokinnan muutoksista. Emon tiineyden aikainen seleeni- ja E-vitamiiniruokinta suojaavat vastasyntynyttä vasikkaa seleenin puutokselta. Syntymän jälkeen epäorgaaninen seleeni imeytyy heikosti maitoon. Jos tilalla on käytössä kivennäinen, jossa on vain epäorgaanista seleeniä, vasikoiden on osattava syödä kivennäisiä. Sinkin ja A-vitamiinin saanti on myös tarkistettava käytetystä kivennäisvalmisteesta. Vasikoiden olisi hyvä oppia syömään tilalla tarjottuja kivennäisiä jo varhain. Kivennäiset on sijoitettava niin, että vasikoillakin on mahdollisuus näiden syöntiin (Kuva 15) (Phillips 2010, Fleury 2014, NRC 2016, Mille 2017).



**Kuva 15.** Vasikan tulee saada vettä, karkearehua ja kivennäisiä vapaasti heti syntymästä saakka.

### Kylmissä olosuhteissa huomioitavaa

- **Karkearehua** pitää olla jatkuvasti tarjolla. Syömisestä, märehimisestä, ruuansulatuskanavan liikkeistä ja rehun sulatuksesta muodostuu lämpöä (ns. muuntumistappio).
- **Ajoita ruokinta iltapäivään tai iltaan.** Syömisestä muodostuva lämpöenergia auttaa eläintä pysymään lämpimänä. Eniten lämpöä muodostuu 4–6 tunnin kuluttua syöntitapahtumasta. Yöllä on yleensä kovimmat pakkaslukemat, joten suurin lämmöntuotto muodostui juuri tähän aikaan.
- **Ruokintaryhmät**, jotka perustuvat kuntoluokkaan ja eläinten ikään, helpottavat myös pakkaskauden ruokintaa. Laihoille ja nuorille eläimille pystytään tarvittaessa tarjoamaan parempaa rehua enemmän. **Alempiarvoiset eläimet pystyvät näin syömään rauhassa!**
- **Huolehdi kuivituksesta.** Puhdas karvapeite eristää paremmin. Ääreisverenkierto heikenee kylmässä ilmassa. Utareisiin, kiveksiin ja korviin voi tulla paleltumia. Hyvä kuivitus ennaltaehkäisee paleltumien syntymistä.
- **Tarkista vesikupit päivittäin!** Kylminä kausina eläimille tarjotut karkearehut ovat kuiva-ainepitoisuudeltaan korkeampia. Tällä tavoin ennaltaehkäistään karkearehujen jäätyminen. Tällaisia rehuja syötettäessä eläimet tarvitsevat paljon vettä. Jos eläinten veden saanti estyy, karkearehu voi pakkautua pötsiin ja aiheuttaa eläimen kuoleman jopa hyvin nopeasti. Toisaalta jo vähäinen veden saannin vajuus heikentää kuiva-aineen syöntimäärää. Yksinkertaistettuna: Jos eläimet eivät saa vettä, ne eivät pysty syömään rehujakaan.
- Kylmä voi lisätä **kivennäisten ja vitamiinien** tarvetta. Pidä kivennäisiä saatavilla. Esimerkiksi jo vähäisen seleenin puutteen on osoitettu vaikuttavan emojen keuhkotulehduksen lisääntymiseen kylmissä olosuhteissa.
- Seuraa säätiedotuksia ja ennako.

### Tavoitteena elinvoimainen vasikka

- Elinvoimainen vasikka stimuloi emoa
- Poikimavaikeus on suurin elinvoimaisuuden riskitekijä
- Sukupuoli:
  - Sonnivasikoiden elinvoima on keskimäärin heikompi kuin lehmävasikoiden
- Riskiryhmät:
  - Sonnivasikat alle 25 kg syntymäpaino
  - Lehmävasikat alle 23 kg syntymäpaino
  - Emon ikä
    - 2–3 vuotta
    - yli 11 vuotta
  - Emon kuntoluokka
    - alle 2
    - yli 4,0
- Erityistarkkailua vaativat emot, joilla on useampia riskitekijöitä sekä vasikat, jotka syntyvät heikkoina



## 6. Ternimaito

Emolehmätuotannon yksi päätavoite on hyvin kasvanut vasikka. Vastasyntyneen vasikan on pystyttävä seisomaan, löytämään utare ja imemään ternimaito mahdollisimman pian syntymän jälkeen. Terveen vasikan tulisi nousta pystyyn 20–40 minuutin ja imeä ensimmäinen ternimaito viimeistään 40 minuutin kuluessa syntymästä. Ensimmäisen kolmen tunnin aikana vasikan tulisi olla utareella keskimäärin 25–30 min (Mille 2017).

Ternimaito muodostuu lehmän ummessaoloaikana viiden viimeisen tiineysviikon aikana. Aktiivisinta ternimaidon muodostuminen on viimeisen 14 vuorokauden aikana ennen poikimista (Larson ym. 1980). Jos emoa on lypsetty tai imetty, ternimaidon vasta-ainepitoisuudet ovat voineet romahtaa (Perino 1997). Emoien käyttäytymistä tulisi seurata mahdollisten toisten lehmien imemisen ennaltaehkäisemiseksi.

Vasikka tarvitsee vastustuskyvyn muodostumiseen ternimaitoa. Naudan istukka ei läpäise vasta-aineita. Vastasyntyneen vasikan vastustuskyky on heikko, koska on sen veressä vain vähän vasta-aineita. Emon ternimaidossa on vasta-aineet niitä taudinaiheuttajia vastaan, joita emo on kohdannut elämänsä aikana. Emon ternimaidossa olevat vasta-aineet suojelevat vasikkaa erilaisilta taudinaiheuttajilta ensimmäisten elinkuukausien ajan. Ternimaidosta vasikan seerumiin imeytyvien vasta-aineiden muodostamaa suojaa vasikalle kutsutaan passiiviseksi immunitetiksi (Hartikainen ym. 2012). Ternimaidossa olevien vasta-aineiden imeytymisen tehokkuus on ensiarvoisen tärkeää vasikan vastustuskyvyn muodostumiselle ja vasikan menestymiselle tuotantoeläimenä (Waldner & Rosengren 2009). Ensimmäisen vuorokauden aikana ternimaitoa tulisi saada 10–15 % vasikan elopainosta (Taulukko 16) (Radostits 2006).

**Taulukko 16.** Vasikan ternimaidon tarve ensimmäisen vuorokauden aikana erilaisilla syntymäpainoilla.

Syntymäpaino, kg	Ternimaito annos litroina, 10 % elopainosta	Ternimaito annos litroina, 15 % elopainosta
35	3,5	5,25
40	4	6
45	4,5	6,75
50	5	7,5
55	5,5	8,25

IgG on ternimaidon päävasta-aine. Lehmien ternimaitopitoisuudet vaihtelevat paljon (Taulukko 17) (Rytkönen ym. 2004). Hyvälaatuisessa ternimaidossa IgG-vasta-aineita on yli 50 g/l. Heikkolaatuisessa ternimaidossa IgG-pitoisuus on alle 20 g/l (Olson ym. 1989). IgG-pitoisuutta voidaan mitata epäsuorasti mm. seerumin totaaliproteiinin avulla. Totaaliproteiinipitoisuutta voidaan mitata epäsuorasti myös ominaispainomittarilla eli refraktometrin avulla (Neuvonen ym. 2012). Ternimaidon IgG-pitoisuus on suurimmillaan heti poikimisen jälkeen. Ensimmäisen vuorokauden aikana IgG-pitoisuus laskee melko hitaasti. Sen jälkeen IgG-pitoisuudet laskevat voimakkaasti. Ternimaidon koostumus muuttuu tavalliseksi maidoksi neljän vuorokauden kuluessa poikimisesta (Roy 1990, Phillips 2010).

Vasikan suolen kyky absorboida vasta-aineita verenkiertoon heikkenee suoraviivaisesti 24–36 tunnin kuluessa syntymän jälkeen (Radostits 2006). Vasta-aineiden imeytyminen on voimakkainta ensimmäisten kuuden tunnin aikana syntymän jälkeen. Sen jälkeen imeytymisen väheneminen heikkenee voimakkaasti (Phillips 2010). Ohutsuolen nukan erikoistuneet solut siirtävät vasta-aineet aktiivisesti verenkiertoon. Epiteelisolut kypsyvät ja muuttuvat vasta-aineita läpäisemättömiksi keskimäärin 24 tunnin kuluessa syntymästä (Carstens 1994). Vasikan oma IgG-synteesi on vähäistä ensimmäisten elinviikkojen aikana (Larson ym. 1980). Ternimaidon vasta-ainepitoisuus laskee tasaisesti. Ensimmäisen 60 vuorokauden kuluttua ternimaidosta saatujen vasta-aineiden pitoisuus on vasikassa

matalimmillaan. Noin kahden kuukauden iästä lähtien vasikan oma vasta-aineiden tuotanto alkaa lisääntyä (Radostits 2006). Taudinaiheuttajille tämä taitekohta on otollinen, koska vasikan vastustuskyky on tällöin heikoimmillaan (Cottle & Kahn 2014).

Vuorokauden ikäisellä vasikalla seerumin IgG pitoisuuden tulisi olla yli 16 g/l passiivisen vastustuskyvyn muodostumiseksi (Wittum & Perino 1995). Kuolleisuus ja erilaiset hoidot lisääntyvät kuitenkin, jos IgG jää alle 24 g/l (Waldner & Rosengren 2009). Vasikoiden sairastumisriski nousee kaksinkertaiseksi, jos suolesta imeytyvä vasta-ainepitoisuus on alle 8 g/l verrattuna yli 16 g/l pitoisuuteen (Wittum & Perino 1995, Dewell ym. 2006). Vasikan tulisi saada syntymän jälkeen yli 100 g/l IgG ternimaidosta (Taulukko 17) (Wittum & Perino 1995, Mille 2017). Heikkoa ternimaitoa joudutaan antamaan lähes kaksinkertainen määrä, jotta vasikka saa riittävästi vasta-aineita. Olennaista on saada vasikka imemään emon utareelle ajoissa, jolloin vasikka pystyy käymään utareella useamman kerran (Perino 1997).

**Taulukko 17.** Vasta-aineiden saanti eripitoisuuksilla olevista ternimaidoista.

	Ternimaidon vasta-ainepitoisuus, g/l		
	40	25	15
Ternimaitoannos, 4l	160	100	60
Ternimaitoannos, 5l	200	125	75
Ternimaitoannos, 6l	240	150	90
Ternimaitoannos, 7l	280	175	105

Vasikan syntymänjälkeinen aineenvaihdunnan tila vaikuttaa vasta-aineiden imeytymiseen. Syntymä aiheuttaa aina vasikalle stressiä ja pienen hapen puutteen. Hapen puutos aiheuttaa happamoitumista eli asidoosin. Normaalisissa tilanteissa lievä asidoosi menee ohi parissa tunnissa, kun vasikka on saanut ensimmäisen ternimaitoannoksen. Kylmettyminen voi vaikeuttaa tilannetta (Besser ym. 1990, Waldner & Rosengren 2009). Vaikea poikiminen heikentää ternimaidon vasta-aineiden imeytymistä (Dewell ym. 2006, Waldner & Rosengren 2009) ja altistaa vasikan myös kylmettymiselle ja happamoitumiselle. Näillä vasikoilla sairastumisen ja menehtymisen riski on korkeampi aina 60 päivän ikään saakka (Mille 2017, Ring ym. 2018). Vasta-aineiden imeytymistä heikentää myös emon rajoitettu ruokinta (Corah ym. 1975, Blecha ym. 1981) ja kylmä ympäristön lämpötila (Olson ym. 1981). Emon läsnäolo ja hyvät hoivaominaisuudet lisäävät vasta-aineiden imeytymistä (Duhamel & Osburn 1984, Quigley ym. 1995).

Hiehot tuottavat vähemmän ternimaitoa ja hiehoilla vasta-aineiden pitoisuus on alhaisempi kuin lehmillä (Waldner & Rosengren 2009, Morell ym. 2012). Vanhempien, useamman kerran poikineiden lehmien ternimaidon laatu ja määrä on yleensä korkeampi kuin ensimmäistä kertaa poikineiden hiehojen. Vasta-aineet imeytyvät myös paremmin useamman kerran poikineiden emojen vasikoilla, ja seerumin vasta-aineiden määrä on korkeampi kuin ensimmäistä kertaa poikineiden vasikoilla (Waldner & Rosengren 2009). Sonnivasikoilla vasta-aineiden imeytyminen voi olla matalammalla tasolla kuin lehmävasikoilla (Bellows ym. 1971, Rytönen ym. 2004). Rytönen ym. (2004) tutkimuksessa sonnivasikoiden seerumin vasta-ainepitoisuus oli  $27,8 \pm 1,1$  g/l, kun vastaavasti lehmävasikoilla vasta-ainepitoisuus oli  $30,3 \pm 1,1$  g/l.

Emon kuntoluokka vaikuttaa kokonaisvaltaisesti vasikan menestymiseen. Matalassa kuntoluokassa poikivien emojen vasikat ovat heikompia. Matalassa kuntoluokassa poikivien emojen ternimaidon määrä on vähäisempää, laatu heikompaa ja vasta-aineiden imeytyminen jää pienemmäksi. Heikossa kuntoluokassa poikineiden emojen vasikoiden lämmöntuotto on myös rajoittunutta (Taulukko 18) (Carstens ym. 1987, Dewell ym. 2006).

Suomalaisissa tutkimuksissa emon ruokinnan rajoitus ei ole vaikuttanut vasikoiden menestymiseen ja kasvuun (Manninen ym. 2000, Manninen & Huhta 2001). Selittävänä tekijänä on emojen hyvä kuntoluokka ennen ruokinnan rajoitusta. Emojen kuntoluokka ei ole laskenut tutkimuksissa alle 3,0

ennen poikimista (Manninen ym. 2000, Manninen & Huhta 2001, Rytönen ym. 2004). Lisäksi emoilla on ollut vain lyhyt ajanjakso poikimisesta ennen hyvälle laidunnurmelle pääsyä. Runsas laidunnurmi on vastannut emojen ravintoaineiden tarvetta. Kaikki emot ovat olleet kokeissa useamman kerran poikineita (Manninen ym. 2000, Manninen & Huhta 2001). Rytöksen ym. (2004) kokeessa oli kuitenkin havaittavissa emojen tuottaman ternimaidon vasta-ainepitoisuuden runsas vaihtelu. Tilastollista merkitsevyyttä ruokinnan vaikutuksesta vasta-aineiden laskuun ei saatu, mutta numeerinen vaikutus oli havaittavissa (Taulukko 19).

**Taulukko 18.** Kuntoluokan vaikutus termimaidon laatuun, määrään ja vasta-aineiden imeytymiseen (Carstens ym. 1987, Odde ym. 1996, Dewell ym. 2006).

Kuntoluokka	2,0	2,5	3,0
Vasikka pystyssä, minuuttia	64	60	43
Ternimaidon määrä 1. imetys, l	1,112	1,433	1,525
Vasta-aineiden määrä, IgG 1, g/l	41	52	66
Vasikan seerumin vasta-ainepitoisuus 1. imetys, g/l	46	75	101

**Taulukko 19.** Ruokinnan tason vaikutus ternimaidon vasta-ainepitoisuuteen. Emot jaettu kahteen ruokintaryhmään. Ensimmäisen ryhmän ravintoaineiden saanti oli suositusten mukaista (100 %). Toisen ryhmän ravintoaineiden saanti oli rajoitettu (75 % suosituksista). Emojen ruokinta perustui nurmisäilörehuun, jonka D-arvo oli 670 g/kg ka (Rytönen ym. 2004).

Ruokintatyyppi	100 %	75 %
Emojen kuntoluokka alussa	3,4	3,4
Emojen kuntoluokka poikiessa	3,2	3,0
Ternimaidon IgG-pitoisuus, g/l	99,8 ± 6,2	97,3 ± 5,5
Vasikan seerumin vasta-ainepitoisuus, g/l	16,5–55,1	15,9–40,9
Vasikan seerumin vasta-ainepitoisuus keskiarvo, g/l	31,6 ± 1,1	26,6 ± 1,1
Vasikoiden kasvu ensimmäiset 14 vrk, g/päivä	1118	1015
Vasikoiden kasvu ensimmäiset 28 päivää, g/päivä	1076	1038

Vasikan menestymiselle on tärkeää, että se saa riittävän hyvin ja tehokkaasti imettyä maidon emon utareesta. Ylhäällä oleva, hyvin kiinnittynyt utare ja riittävän kokoiset vetimet vaikuttavat merkittävästi vasikoiden kasvuun. Utareen tulisi olla kintereen yläpuolella, koska riippuva utare on haastava vastasyntyneelle vasikalle. Heikon utarerakenteen omaavien emojen vasikat voivat olla vieroituksen yhteyteen 5–12 kg kevyempiä (Paputungan & Makarechian 2000, Herring 2014). Heikko utarerakenne lisää utaretulehdusten esiintymistä emolehmäkarjoissa (Waller Persson ym. 2014).

Utarerakenteen arvioiminen tulisi yhdistää vasikoiden vieroituspainon ja/tai emojen maidontuotannon valinnan/jalostuksen yhteyteen. Jalostus korkeamman maidontuotannon tai vieroituspainon suhteen ei korjaa utarerakennetta. Utarerakenteessa voi olla suuriakin puutteita, vaikka maidontuotantomäärä on korkea. Usein jalostusarvoissa ei ole tietoa siitä, kuinka paljon vasikoita on avustettu imetyksien yhteyteen (Sapp ym. 2004, MacNiel & Mott 2006). Utareen kokoa ei ole samalla tavalla yhdistetty maidontuotannon määrään emolehmillä kuin lypsylehmillä. Emolehmillä ei välttämättä tarvitse olla iso utare riittävän maidontuotannon takaamiseksi. Utareen muoto on enemmän rotutyypin ominaisuus kuin maidontuotannon määrää kuvaava piirre (MacNiel & Mott 2006, Herring 2014).

Utarerakenne tulisi arvioida viimeistään pari päivää poikimisen jälkeen, koska utarerakenteen ongelmat ovat tällöin parhaiten havaittavissa. Hyvä utarerakenne on edellytys sille, että vasikka saa ternimaidon ajoissa avustamatta. Emolehmien hyvä utarerakenne on hoitajan työtyytyväisyyttä lisäävä tekijä (Herring 2014).

## 7. Yhteenveto ja loppupäätelmät

Risteytys on helpoin, käytännöllisin ja kustannustehokkain tapa lisätä eläinaineksen tuotannontasoa. Hedelmällisyyteen ja vasikkasaantoon voidaan suoraan vaikuttaa risteytyksen kautta, koska risteytys vaikuttaa eritoten lisääntymisominaisuuksiin. Risteytysvaikutus antaa perinnöllisen lisäyksen jälkeläisten tuotannolliseen tasoon verrattuna vanhempaispolveen. Perinnöllinen lisäys saadaan parhaiten esille, kun tavoitellaan suunnitelmallisesti risteytettyjä emoja, jotka tiineytetään puhdasrotuisilla sonneilla. Näin vasikat ovat kolmen rodun risteytysjälkeläisiä. Kasvuominaisuudet muodostuvat korkeimmiksi, kun käytetään pääterodun sonneja.

Rotutyypin valinta tulee tehdä tilan resurssien kannalta tasapainoisesti. Rotutyypin valinta vaikuttaa merkittävästi tuotannon kannattavuuteen ja ympäristötehokkuuteen. Heikompana kasvuna, tiinehtymättöminä eläiminä ja kuolleisuutena menetetty tuotantopotentiali aiheuttaa hävikkiä, joka lisää tuotannon ympäristövaikutusta. Tuotantotuloksien tulee olla kokonaisuudessaan hyviä, jolloin ympäristövaikutus muodostuu pienemmäksi. Eläinaineksen tulee käyttää niille tarjotut rehut tehokkaasti hyväkseen, säilyttää hedelmällisyys, tuottaa hyvin kasvaneita vasikoita ja pysyä karjassa pitkään. Tilalle valitun rotutyypin tulee tuottaa jatkokasvatukseen eläinainesta, josta muodostuu lisäarvoa joka portaassa. Tuotantotuloksien muodostumiseen vaikuttaa eläinaineksen perimä. Puhdasrotuisen ja risteytyseläinaineksen perinnöllisen tason tulisi olla mahdollisimman korkeatasoista.

Poikimavaikeuksien ennaltaehkäisy on yksi olennaisimpia tekijöitä vasikoiden menestymisen kannalta. Korkea syntymäpaino ja suuri aikuiskoko ovat yhteydessä hyviin kasvuominaisuuksiin. Eläinvalintojen tulisi puoltaa helppoja poikimisia. Haasteeksi voi muodostua löytää yhdistelmä erinomaisesta kasvusta ja matalasta syntymäpainosta.

Emon kuntoluokka ja ruokinnan taso ovat keskeisiä tekijöitä vasikan menestymisen kannalta, kun poikiminen tapahtuu kylmissä tuotanto-olosuhteissa. Emon liian matala kuntoluokka ja ruokinnan rajoitus tiineyden viimeisenä kuukautena heikentävät vasikan elinvoimaa, ternimaidon laatua ja vasikan selviytymismahdollisuuksia. Kuntoluokitus on käytännöllinen ja helppo tapa seurata ruokinnan onnistumista. Kylmissä tuotanto-olosuhteissa poikimisten valvonta, mahdollisiin ongelmiin puuttuminen riittävän ajoissa, hyvästä kuivutuksesta huolehtiminen ja ternimaidon saanti ajoissa ovat vasikoiden menestymisen ehdottomia vaatimuksia.

## Viitteet

- Alexander, G., Bennett, J.W. & Gemmell, R.T. 1975. Brown adipose tissue in the new-born calf (*Bos Taurus*). *Journal of Physiology* 244: 223–234.
- Alford, A.R., Cafe, L.M., Greenwood, P.L. & Griffith, G.R. 2009. Economic effects of nutritional constraints early in life of cattle. *Animal Production Science* 49: 479–492.
- Allais-Bonnet, A., Grosh, C., Medugorac, I., Krebs, S., Djari, A., Graf, A., Fritz, A., Seichter, D., Baur, A., Russ, I., Bouet, S., Rothhammer, S., Wahlberg, P., Esquerré, Hoze, C., Boussaha, M., Weiss, B., Thépot, D., Fouilloux, M.-N., Rossignol, M.-N., van Marle-Köster, E., Hreiðarsdóttir, Barbey, S., Dozias, D., Cobo, E., Reversé, P., Catros, O., Marchand, J.-L., Soulas, P., Roy, P., Marquant-Leguienne, B., Le Bourhis, D., Clément, L., Salas-Cortes, L., Venot, E., Pannetier, M., Phocas, F., Klopp, C., Rocha, D., Fouchet, M., Journaux, L., Bernard-Capel, C., Ponsart, C., Eggen, A., Blum, H., Gallard, Y., Boichard, D., Pailhoux, E. & Capitan, A. 2013. Novel insights into the bovine polled phenotype and horn ontogenesis in Bovidae. *PLoS ONE* 8: e63512.
- Arnott, G., Roberts, D., Rooke, J.A., Turner, S.P., Lawrence, A.B. & Ruth, K.M.D. 2012. Board inviter review. The importance of the gestation period for welfare of calves: Maternal stressors and difficult births. *Journal of Animal Science* 90: 5021–5034.
- Arthur, P.F., Hearnshaw, H., Barlow, R., Williamson, P.J., Stephenson, P.D. & Dibley, K. 1997. Evaluation of Hereford and first-cross cows on three pasture systems III. Milk yield and its influence on calf performance. *Journal of Animal Science* 129: 91–98.
- Azzam, S.M., Kinder, J.E., Nielsen, M.K., Werth, L.A., Gregory, K.E., Cundiff, L.V. & Koch, R.M. 1993. Environmental effects of neonatal mortality of beef calves. *Journal of Animal Science* 71: 282–290.
- Barlow, R., Hearnshaw, H., Arthur, P.F. & Darnell, R.E. 1994. Evaluation of Hereford and first-cross cows on three pasture systems. I. Calf growth and reproductive performance of young cows. *Journal of Animal Science* 122: 121–129.
- Barth, A.D. 2013. Bull breeding soundness. Third edition. Western Canadian Association of Bovine Practitioners (WCABP). Saskatoon, Saskatchewan, Canada. 162 s.
- Beck, P.A., Steward, C.B., Gadberry, M.S., Haque, M. & Biermacher, J. 2016. Effects of mature body weight and stocking rate on cow and calf performance, cow herd efficiency, and economics in the southeastern United States. *Journal of Animal Science* 94: 1689–1702.
- Bellows, R.A. & Lammoglia, M.A. 2000. Effects of severity of dystocia on cold tolerance and serum concentrations of glucose and cortisol in neonatal beef calves. *Theriogenology* 53: 803–813.
- Bellows, R.A., Short, R.E., Anderson, D.C., Knapp, B.W. & Pahnish, O.F. 1971. Cause and effect relationships associated with calving difficulty and calf birth weight. *Journal of Animal Science* 33: 407–415.
- Berry, D.P., Buckley, F., Dillon, P., Evans, R.D., Rath, M. & Veerkamp, R.F. 2003. Genetic parameters for body condition score, body weight, milk yield, and fertility estimated using random regression models. *Journal of Dairy Science* 86: 3704–3717.
- Berry, D.P., Cromie, A.R. & Judge, M.M. 2017. Rapid Communication. Large exploitable genetic variability exists to shorten age at slaughter in cattle. *Journal of Animal Science* 95: 4526–4532.
- Berry, D.P. & Evans, R.D. 2014. Genetics of reproductive performance in seasonal calving beef cows and its association with performance traits. *Journal of Animal Science* 92: 1412–1422.
- Besser, T.E., Szenci, O. & Gay, C.C. 1990. Decreased colostral immunoglobulin absorption in calves with postnatal respiratory acidosis. *Journal of American Veterinary Medicine Association* 196: 1239–1243.
- Bir, C.E.A., DeVuyst, E.A., Rolf, M. & Lalman. 2018. Optimal beef cow weights in the U.S. Southern Plains. *Journal of Agricultural Research Economy* 43: 102–116.
- Blecha, R., Bull, R.C., Olson, D.P., Ross, R.H. & Curtis, S. 1981. Effects of prepartum protein restriction in the beef cow on immunoglobulin content in blood and colostral whey and subsequent immunoglobulin absorption by neonatal calf. *Journal of Animal Science* 53: 1174–1180.

- Bleul, U. 2011. Risk factors and rates of perinatal and postnatal mortality in cattle in Switzerland. *Livestock Science* 135: 257–264.
- Buchanan, D.S. & Lenstra, J.A. 2015. Breeds of cattle. Teoksessa: Garrick, D.J. & Ruvinsky, A. (toim.). *The Genetics of Cattle*, 2nd Edition. CAB International 2015. Oxfordshire, UK. s. 33–66.
- Burrow, H.M. 1997. Measurements of temperament and their relationships with performance traits of beef cattle. *Animal Breeding Abstracts* 65: 477–495.
- Carstens, G.E. 1994. Cold thermoregulation in the newborn calf. *Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice* 10: 69–106.
- Carstens, G.E., Johnson, D.E., Holland, M.D. & Odde, K.G. 1987. Effects of prepartum protein nutrition and birth weight on basal metabolism in bovine neonates. *Journal of Animal Science* 65: 745–751.
- Corah, L.R., Dunn, T.G. & Kaltenbach, C.C. 1975. Influence of prepartum nutrition on reproductive performance of beef females and the performance of their progeny. *Journal of Animal Science* 41: 819–825.
- Cottle, D. & Kahn, L. 2014. Beef cattle production and trade. CSIRO Publishing, Collingwood, Victoria, Australia. 574 s.
- Crowley, J.J., Evans, R.D., McHugh, N., Kenny, D.A., McGee, D.H., Crews Jr., D.H. & Berry, D.P. 2011. Genetic relationships between feed efficiency in growing males and beef cow performance. *Journal of Animal Science* 88: 885–894.
- CSIRO. 2007. Nutrient requirements of domesticated ruminants. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia. 270 s.
- Cundiff, L.V., Gregory, K.E. & Koch, R.M. 1998. Germplasm evaluation in beef cattle – cycle IV: birth and weaning traits. *Journal of Animal Science* 76: 2528–2535.
- Cundiff, L.V., Gregory, K.E., Wheeler, T.L., Shackelford, S.D. & Koohmaraie, M., Freetly, H.C. & Lunstra, D.D. 1997. Preliminary results from Cycle V of the cattle germplasm evaluation program at Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center. Germplasm Evaluation Program Progress Report No. 16 US Department of Agriculture, Clay Center, Nebraska. s. 2–11.
- Cundiff, L.V., Koch, R.M. & Gregory, K.E. 1984. Characterization of biological types of cattle (Cycle III). IV. Postweaning growth and feed efficiency. *Journal of Animal Science* 58: 312–323.
- Cundiff, L.V., MacNeil, M.D., Gregory, K.E. & Koch, R.M. 1986. Between- and within-breed genetic analysis of calving traits and survival to weaning in beef cattle. *Journal of Animal Science* 64: 27–33.
- Cundiff, L.V., Nunez-Dominguez, R., Dickerson, G.E., Gregory, K.E. & Koch, R.M. 1992. Heterosis for lifetime productivity in Hereford, Angus, Shorthorn and crossbred cows. *Journal of Animal Science* 70: 2397–2410.
- Cundiff, L.V., Szabo, F., Gregory, K.E., Koch, R.M., Dikeman, M.E. & Crouse, J.D. 1993. Breed comparisons in the germplasm evaluation program at MARC. Proceedings of Beef Improvement Federation Research Symposium and Annual Meeting. Beef Improvement Federation, Colby. s. 124–138.
- Cushman, R.A., Allan, M.F., Thallman, R.M. & Cundiff, L.V. 2007. Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): Influence of postpartum interval and estrous cycle length on fertility. *Journal of Animal Science* 85: 2156–2162.
- De la Torre, A. & Agabriel, J. 2017. Prendre en compte l'efficience alimentaire des vaches allaitantes dans les recommandations alimentaires à travers la quantification de leurs dépenses non productives. *Productions Animales* 30: 153–164.
- DeRouen, S.M., Franke, D.E., Morrison, D.G., Wyatt, W.E., Coombs, D.F., White, T.W., Humes, P.E. & Greene, B.B. 1994. Prepartum body condition score and weight influences on reproduction performance of first-calf beef cows. *Journal of Animal Science* 72: 1119–1125.
- de Vries, M., van Middelaar, C.E. & de Boer, I.J.M. 2015. Comparing environmental impacts of beef production systems. A review of life cycle assessments. *Livestock Science* 178: 279–288.



- Dewell, R.D., Hungerford, L.L., Keen, J.E., Laegreid, W.W., Griffin, D.D., Rupp, G.P. & Grotelueschen, D.M. 2006. Association of neonatal serum immunoglobulin G1 concentration with health and performance in beef calves. *Journal of the American Veterinary Medicine Association* 228: 914–912.
- Dick, M., Abreu da Silva, M. & Dewes, H. 2015. Life cycle assessment of beef cattle production in two typical grassland systems of southern Brazil. *Journal of Cleaner Production* 96: 426–434.
- Donoghue, K.A., Rekaya, R., Betrand, J.K. & Misztal, I. 2004. Genetic evaluation of calving to first insemination using natural and artificial insemination mating data. *Journal of Animal Science* 82: 362–367.
- Dudouet, C. 2010. La production des bovins allaitants. 3e édition: revue, corrigée et complétée. Guides France Agricole. Paris Cedex. 414 s.
- Duhamel, G.E. & Osburn, B.I. 1984. Neonatal immunity in cattle. *The Bovine Partioner* 19: 71–77.
- Eriksson, S., Näsholm, A., Johansson, K. & Phillipsson, J. 204. Genetic parameters for calving difficulties, stillbirth, and birth weight for Hereford and Charolais at first and later parities. *Journal of Animal Science* 82: 375–383.
- Evans, J.L., Golben, B.L., Bourdon, R.M., & Long, K.L. 1999. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. *Journal of Animal Science* 77: 2621–2628.
- Ferrell, C.L. 1982. Effect of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. *Journal of Animal Science* 55: 1272–1283.
- Ferrell, C.L. & Jenkins, T.G. 1984. Energy utilization by mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types. *Journal of Animal Science* 58: 234–243.
- Field, G.F. 2007. Beef production and management decisions. Fifth edition. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 718 s.
- Fleury, J-P. 2014. Guide de l'alimentation du troupeau bovin allaitant. Vaches, veaux et génisses de renouvellement. Institut de l'élevage. Paris, cedex, France. 340 s.
- Freetly, H.C., Ferrell, C.L. & Jenkins, T.G. 2000. Timing of realimentation of mature cows that were feed-restricted during pregnancy influences calf birth weights and growth rates. *Journal of Animal Science* 78: 2790–2796.
- Freetly, H.C., Ferrell, C.L. & Jenkins, T.G. 2005. Nutritionally altering weight gain patterns of pregnant heifers and young cows changes the time that feed resources are offered without any differences in production. *Journal of Animal Science* 83: 916–926.
- Funston, R.N., Larson, D.M. & Vonnahme, K.A. 2010. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: Implications for beef cattle production. *Journal of Animal Science* 88: E205–215.
- Garrick, D.J., Pollak, E.J., Quaas, R.L. & van Vleck, L.D. 1989. Variance heterogeneity in direct and maternal weight traits by sex and percent purebred for Simmental-sired calves. *Journal of Animal Science* 67: 2515–2528.
- Gates, M.C. & Woolhouse, M.E.J. 2014. Suboptimal herd performance amplifies the spread of infectious disease in the cattle industry. *PLoS ONE* 9: e93410
- Golden, B.L., Garrick, D.J., Newman, S. & Enns, R.M. 2000. Economically relevant traits a framework for the next generation of EPDs. *Proceedings of Beef Improvement Federation*. Wichita, KS. s. 2–13.
- Goyache, F., Gutiérrez, J.P., Fernández, I., Royo, L.J. & Álvarez, I. 2005. Genetic analysis of days open in beef cattle. *Livestock Production Science* 93: 283–289.
- Grandin, T. 1989. Behavioral principles of livestock handling. *Professional Animal Scientist* 5: 1–11.
- Greenwood, P.L. & Café, L.M. 2007. Prenatal and pre-weaning growth and nutrition of cattle: long-term consequences for beef production. *Animal* 1: 1283–1296.
- Hartikainen, K., Herva, T. & Rautala, H. 2012. Ternimaidon laatu, juotto ja passiivisen immunitietin mittaaminen vasikoilla. Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.) Igluja ja ternimaitoa-tuloksia InnoNauta-hankkeen vasikkatutkimuksista. MTT Raportti 69. MTT, Jokioinen. s. 49–55.
- Herring, A.D. 2014. Beef cattle production systems. CAB International. Oxfordshire, UK. 323 s.

- Hill, R.A. 2012. Feed efficiency in the beef industry. Wiley and Blackwell, Oxford, UK. 311 s.
- Houghton, P.L., Lemenager, R.P., Horston, L.A., Hendrix, K.S. & Moss, G.E. 1990. Effects of body composition, pre- and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. *Journal of Animal Science* 68: 1438–1446.
- Jenkins, T.G. & Ferrell, C.L. 1994. Productivity through weaning of nine breeds of cattle under varying feed availabilities: I. Initial evaluation. *Journal of Animal Science* 72: 2787–2797.
- Jenkins, T.G. & Ferrell, C.L. 2002. Beef cow efficiency – revisited. Proceedings of the 34th Beef Improvement Federation Research Symposium, Omaha, Nebraska, USA. s. 32–43.
- Jardstedt, M., Hessle, A., Nørgaard, P., Frenberg, L. & Nadeau, E. 2018. Intake and feed utilization in two breeds of pregnant beef cows fed forages with high-fiber concentrations. *Journal of Animal Science* 96: 3398–3411.
- Johnson, J.J., Dunn, B.H. & Radakovich, J.D. 2010. Understanding cow size and efficiency. Proceedings of the 42nd Beef Improvement Federation Research Symposium, Columbia, Missouri, USA. s. 62–70.
- Kehoe, S.I., Heinrichs, A.J., Moody, M.L., Jones, C.M. & Long, M.R. 2011. Comparison of immunoglobulin G concentrations in primiparous and multiparous bovine colostrum. *Professional Animal Scientist* 27: 176–180.
- Lake, S.L., Scholljegerdes, E.J., Atkinson, R.L., Nayigihugu, V., Paisley, S.I., Rule, D.C., Moss, G.E., Robinson, T.J. & Hess, B.W. 2005. Body condition score at parturition and postpartum supplemental fat effects on cow and calf performance. *Journal of Animal Science* 83: 2908–2917.
- Larson, R.L. 2007. Heifer development: reproduction and nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 23: 53–68.
- Larson, B.L., Heary, H.L. & Devery, J.E. 1980. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *Journal of Dairy Science* 63: 665–671.
- Luke 2018. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Emolehmienergia- ja valkuaisruokintasuositukset. Verkkojulkaisu. [www.luke.fi/rehutaulukot](http://www.luke.fi/rehutaulukot)
- Manninen, M., Aronen, I. & Huhta, H. 2000. Effect of feeding level and diet type on the performance of crossbred suckler cows and their calves. *Agricultural and Food Science in Finland* 9: 3–16.
- Manninen, M. & Huhta, H. 2001. Influence of pre partum and post partum plane of nutrition on the performance of crossbred suckler cows and their progeny. *Agricultural and Food Science in Finland* 10: 3–18.
- Martinez-Velázquez, G., Gregory, K.E., Bennet, G.I., van Vleck, L.D. 2003. Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive traits. *Journal of Animal Science* 81: 395–401.
- McAuliffe, G.A., Takahashi, T., Orr, R.J., Harris, P. & Lee, M.R.F. 2018. Distributions of emissions intensity for individual beef cattle reared on pasture-based production systems. *Journal of Cleaner Production* 171: 1672–1680.
- McHugh, N., Evans, R.D., Fahey, A.G. & Berry, D.P. 2012. Animal muscularity and size are genetically correlated with animal live-weight and price. *Livestock Science* 144: 11–19.
- MacNeil, M.D. & Mott, T.B. 2006. Genetic analysis of gain from birth to weaning, milk production, and udder conformation in Line 1 Hereford cattle. *Journal of Animal Science* 84: 1639–1645.
- Medugorac, I., Seichter, D., Graf, A., Russ, I., Blum, H., Gopel, K.H., Rothhammer, S., Forster, M. & Krebs, S. 2012. Bovine polledness – an autosomal dominant trait with allelic heterogeneity. *PLoS ONE* 7: e39477.
- Melton, B.E. 1995. Conception to consumption: The economics of genetic improvement. Proceedings of Beef Improvement Federation 27th Research Symposium and Annual Meeting, Sheridan, WY. s. 40–87.
- Meyer, K. 1994. Estimate of direct and maternal correlations among growth traits in Australian beef cattle. *Livestock Production Science* 38: 91–105.
- Meyer, K., Carrick, M.J. & Donnelly, J.P. 1994. Genetic parameters for milk production of Australian beef cows and weaning weight of their calves. *Journal of Animal Science* 72: 1155–1165.

- Meyer, A.M., Kerley, M.S. & Kallenbach, R.L. 2008. The effect of residual feed intake classification on forage intake by grazing beef cows. *Journal of Animal Science* 86: 2670–2679.
- Mille, S. 2017. Des veaux allaitants en bonne santé. Conduite d'élevage adaptée et bâtiments bien conçus. Institut de l'élevage. Collection Fiches Techniques. 81 s.
- Miller, S.P., Wilton, J.W. & Pfeiffer, W.C. 1999. Effects of milk yield on biological efficiency and profit of beef production from birth to slaughter. *Journal of Animal Science* 77: 479–492.
- Morris, C.A., Baker, R.L., Hickey, S.M., Johnson, D.L., Cullend, N.G. & Wilson, J.A. 1993. Evidence of genotype by environment interaction for reproductive and maternal traits in beef cattle. *Animal Production* 56: 69–83.
- Niderkorn, V. & Baumont, R. 2009. Associative effects between forages and feed intake and digestion in ruminants. *Animal* 7: 951–960.
- Neuvonen, M., Hartikainen, K., Kämäräinen, H., Kauppinen, R., Korhonen, A., Suhonen, P., Kainulainen, P., Huuskonen, A. & Herva, T. 2012. Vasikoiden seerumin totaaliproteiinipitoisuuden mittaaminen refraktrometrillä - pilottitutkimus. Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.) Igluja ja ternimaitoa-tuloksia InnoNauta-hankkeen vasikkatutkimuksista. MTT Raportti 69. MTT, Jokioinen. s. 45–48.
- Notter, D.R. 2002. Defining the biological efficiency of beef production. Proceedings of the 34th Beef Improvement Federation Research Symposium, Omaha, Nebraska, USA. s. 8–20.
- NRC. 2016. Nutrient requirements of beef cattle. 8th revised edition. The National Academies Press, Washington D.C. USA. 475 s.
- Nugent, R.A. III, Jenkins, T.G., Roberts, A.J. & Klindt, J. 1993. Relationship of post-partum interval in mature beef cows with nutritional environment, biological type and serum IGF-1 concentrations. *Animal Production* 56: 193–200.
- Odde, K.G. 1996. Reducing neonatal calf losses through selection, nutrition and management. *Large Animal Practice* 17: 12–15.
- Olson, D.P., Bull, R.C., Woodard, L.F. & Kelley, K.W. 1981. Effects of maternal nutrition restriction and cold stress on young calves: absorption of colostrum immunoglobins. *American Journal of Veterinary Medicine* 42: 876–880.
- Olson, D.P., Duren, E.P. & Bramwell, B.S. 1989. Clinical observations and laboratory analysis of factors that affect the survival and performance of beef cattle. *The Bovine Practitioner* 23: 4–11.
- Paputungan, U. & Makarechian, M. 2000. The influence of dam weight, body condition and udder scores on calf birth weight and preweaning growth rates in beef cattle. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 4: 435–439.
- Patterson, D.J. & Smith, F.S. 2013. Management considerations in beef heifer development and puberty. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice* 29: 469–690.
- Perino, L.J. 1997. A guide to colostrum management in beef cows and calves. *Veterinary Medicine* 1: 75–81.
- Persson Waller, K., Persson, Y., Nyman, A.-K. & Stengärde, L. 2014. Udder health in beef cows and its association with calf growth. *Acta Veterinaria Scandinavica* 56: 9.
- Phillips, C.J.C. 2010. Principles of cattle production. CAB International, Oxfordshire, UK. 233 s.
- Pochas, F. 2009. Genetic analysis of breeding traits in a Charolais cattle population segregating an inactive myostatin allele. *Journal of Animal Science* 87: 1865–1871.
- Quigley, J.D., Bemis, D.A., Potgieter, L.N., Reinemeyer, C.R., Rohrbach, B.W., Dowlen, H.H. & Lamar, K.C. 1995. Effects on housing and colostrum feeding on serum immunoglobins, growth, and fecal scores of jersey calves. *Journal of Dairy Science* 78: 893–901.
- Radostits, O., Gay, C., Hinchcliff, K. & Constable, P. 2006. Veterinary Medicine. 10th Edition. A textbook of the disease of cattle, horses, sheep, pigs and goats. Saunders Elsevier, Spain. 2065 s.
- Randel, R.D. & Welsh, T.H. 2013. Joint Alpharma-Beef Species Symposium: Interactions of feed efficiency with beef heifer reproductive development. *Journal of Animal Science* 91: 1323–1328.
- Ricci, P., Umstätter, C., Holland, J.P. & Waterhouse, A. 2014. Does diverse grazing behaviour of suckler cows have an impact on predicted methane emissions? *Journal of Animal Science* 92: 1239–1249.

- Ring, S.C., McCarthy, J., Kelleher, M., Doherty, M.L. & Berry, D.P. 2018. Risk factors associated with animal mortality in pasture based seasonal-calving dairy and beef herds. *Journal of Animal Science* 96: 35–55.
- Robinson, D.L., Café, L.M. & Greenwood, P.L. 2013. Developmental programming in cattle: consequences for growth, efficiency, carcass, muscle and beef quality characteristics. *Journal of Animal Science* 91: 1428–1442.
- Roughsedge, T., Amer, P.R. & Simm, G. 2003a. A bioeconomic model for the evaluation of breeds and mating systems in beef production enterprises. *Animal Science* 77: 403–416.
- Roughsedge, T., Amer, P.R., Thompson, R. & Simm, G. 2005. Genetic parameters for maternal breeding goal in beef production. *Journal of Animal Science* 83: 2319–2329.
- Roughsedge, T., Lowman, B, Amer, P.R. & Simm, G. 2003b. Impacts of alternative replacement breeding systems on biological and economic performance in beef suckler production using a herd level bioeconomic model. *Animal Science* 77: 417–427.
- Roy, J.H.B. 1990. The calf: management of health. 5th edition, Butterworths, London. s. 1–52.
- Rytönen, A.-K., Hänninen, L. & Manninen, M. 2004. Rajoitetun ruokinnan vaikutus emolehmiin ja vasikan painoon, ternimaidon laatuun ja vasikoiden seerumin IgG-pitoisuuteen. *Suomen Eläinlääkärilehti* 110: 427–433.
- Sapp, R.L., Rekaya, R. & Bertrand, J.K. 2004. Teat scores in first-parity Gelbvieh cows: Relationship with suspensory score and calf growth traits. *Journal of Animal Science* 82: 2277–2284.
- Schmidek, A., Rodrigues, M.J., da Costa, P., Zerlotti Mercadante, M.E., Macedo de Toledo, L., dos Santos Concalves Cyrillo, J.N. & Branco, R.H. 2013. Genetic and non-genetic effects of calf vigor at birth and preweaning mortality in Nellore calves. *Revista Brasileira de Zootecnia* 6: 421–427.
- Sirkko, K. 2018. Emolehmätarkkailun tuloksia, avustetut poikimiset. *Nauta* 48 (2/2018): 56–61.
- Speidel, S.E., Enns, R.M. & Garrick, D.J. 2007. Weaning weight inheritance in environments classified by maternal body weight change. *Journal of Animal Science* 85: 610–617.
- Spitzer, J.C., Morrison, D.G., Wettemann, R.P. & Faulkner, L.C. 1995. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition score at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *Journal of Animal Science* 73: 1251–1257.
- Stalker, L.A., Adams, D.C., Klopfenstein, T.J., Feuz, D.M. & Funston, R.N. 2006. Effects of pre- and postpartum nutrition on reproduction in spring calving cows and calf feedlot performance. *Journal of Animal Science* 84: 2582–2589.
- Stokka, G.L. 2010. Prevention of respiratory disease in cow/calf operations. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 26: 229–241.
- Van Melis, M.H., Eler, J.P., Rosa, G.J.M., Ferraz, J.B.S., Figueiredo, G.G., Mattos, E.C., & Oliveira, H.N. 2010. Additive genetic relationships between scrotal circumference, heifer pregnancy, and stayability in Nellore cattle. *Journal of Animal Science* 88: 3809–3813.
- Voisinet, B.D., Grandin, T., Tatum, J.D., O'Connor, S.F. & Struthers, J.J. 1997. Feedlot cattle with calm temperaments have greater average daily gains than cattle with excitable temperaments. *Journal of Animal Science* 75: 892–896.
- Vostry, L., Milerski, M., Krupa, E., Vesela, Z. & Vostra-Vydrova, H. 2015. Genetic relationship among calving ease, birth weight and perinatal calf survival in Charolais cattle. *Animal Science Papers and Reports* 33: 233–242.
- Waldner, C.L. & Rosengren, B.L. 2009. Factors associated with serum immunoglobulin levels in beef calves from Alberta and Saskatchewan and association between passive transfer and health outcomes. *Canadian Veterinary Journal* 50: 275–281.
- Widbeck, L. 2017. Skröda rätt forts. Nötkött, Nummer 5. November 2017. Växa Sverige. s. 18–21.
- Wiedemar, N., Tetens, J., Jagannathan, V., Menoud, A., Neuenschwander, S., Bruggmann, R., Thaller, G. & Drögemüller, C. 2014. Independent polled mutations leading to complex gene expression differences in cattle. *PLoS One* 9: e93435.
- Wittum, T.E. & Perino, L.J. 1995. Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves. *American Journal of Veterinary Research* 9: 1149–1154.

Williams, J.L., Aguilar, I., Rekaya, R. & Bertrand, J.K. 2010. Estimation of breed and heterosis effects for growth and carcass traits in cattle using published crossbreeding studies. *Journal of Animal Science* 88: 460–466.



luke.fi

Luonnonvarakeskus  
Latokartanonkaari 9  
00790 Helsinki  
puh. 029 532 6000