

7

Terve ja hyvinvoiva tuotantoeläin

Tuotantoeläinten hyvinvointi on viime vuosina noussut toistuvasti esiin julkisessa keskustelussa. Kiinnostus kotieläintuotannon eettisyyteen on lisääntynyt samalla kun kuluttajat ovat kaupungistumisen ja maatalouden rakennemuutoksen myötä etääntyneet maataloudesta. Kuluttajien kuva kotieläintuotannosta muodostuu nykyään pääosin tiedotusvälineiden välittämästä, eri lähteistä peräisin olevasta ja osin ristiriitaisesta tiedosta. Osittain taustalla vaikuttaa vielä idyllinen ja romantisoitu käsitys menneitten vuosikymmenten pientilavaltaisesta tuotannosta.

Tuottajan näkökulmasta toiminnan taloudellinen tulos ja viljelijän työstään saama palkka ovat tärkeimpiä kotieläintuotantoa ohjaavia tekijöitä. Kotieläintuotannon heikkoa kannattavuutta on viime vuosien aikana pyritty parantamaan kasvattamalla tilakokoa ja lisäämällä tuotantoeläinten lukumäärää tilalla. Eläinten määrän lisääntyessä eläinten hoitajille jää yhä vähemmän aikaa yksittäisten eläinten hyvinvoinnin tarkkailuun. Toisaalta kotieläintuottajat tiedostavat, että eläinten hyvinvointi ja terveys ovat hyvän tuotoksen perusedellytyksiä. Lisäksi monet kotieläintuottajat pitävät eläinten hyvinvointia itseisarvona ja eläinten oikeutena.

Maidontuotanto on tärkeä osa Suomen maataloutta. Eläinten hyvinvointi ja terveys ovat hyvin keskeisiä kysymyksiä myös maidontuotannossa, vaikka tuotantoeläinten hyvinvointia koskeva julkinen huomio onkin keskittynyt pääosin muihin lajeihin, kuten turkiseläimiin, siipikarjaan ja sikoihin. Lypsylehmien hyvinvoinnille asettavat haasteita tuotostason nousu ja yksilöllisen hoidon väheneminen karjakoon suurentuessa.

Tasapainoinen ruokinta on tuotantoeläinten hyvinvoinnin peruspilari. Eläimen on saatava oikeanlaista rehua niin, että ravinnontarve tulee tyydytettyä kaikissa tilanteissa. Lypsylehmä on märehtijä, ja sen lajinmukainen ruokinta perustuu pitkälti tilalla tuotettuun nurmirehuun. Suomessa lypsylehmän rehuannoksesta noin puolet on nurmikasveihin perustuvia rehuja. Rehun hyvä ravintoarvo ja hyvä hygieeninen laatu ovat ensiarvoisen tärkeitä eläimen hyvinvoinnille ja terveydelle.

Rehut ja rehuntuotanto ovat keskeisiä kotieläintuotannossa myös siksi, että rehu on suurimpia kustannuseriä.

Karjakoon kasvun myötä pihattonavetat ja ryhmäruokinta ovat yleistyneet maitotiloilla. Tämä on lisännyt lypsylehmien ruokinnan haasteita erityisesti ennen poikimista ja kasvavan maitotuotoksen aikana poikimisen jälkeen. Suurin osa lypsylehmien sairastumisista ja aineenvaihdunnan ongelmista ajoittuu poikimisen yhteyteen ja tuotoskauden ensimmäisten viikkojen ajalle. Määrällisesti ja laadullisesti oikein suunnitellulla ruokinnalla voidaan estää lehmien aineenvaihdunnan ongelmia ja parantaa lehmien hyvinvointia ja terveyttä.

Karjakoon suurentuessa erilaiset automaattiset mittausjärjestelmät yleistyvät karjatiljoilla. Lisääntynyt automaatio tarjoaa mahdollisuuden seurata eläinten hyvinvointia ja terveyttä päivittäin. Esimerkiksi lypsylehmää voidaan seurata lypsyrobotilla tai ruokinta-automaatilla tai eläimeen kiinnitettävien anturien avulla. Automaattisten seurantajärjestelmien avulla hoitaja voi tarkkailla suurenkin karjan yksittäisten eläinten hyvinvointia.

7.1 Tasapainoinen ruokinta

Seija Jaakkola ja Mervi Seppänen

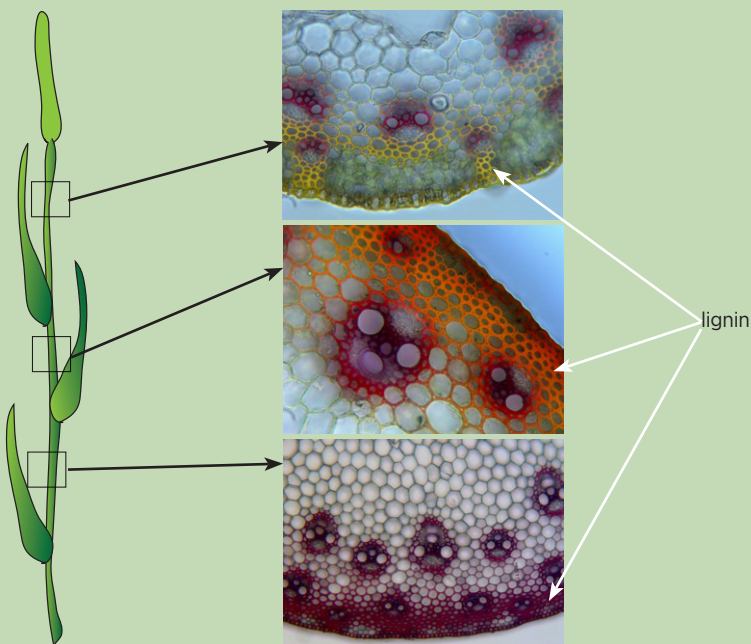
Tasapainoinen ruokinta on eläinten hoidon perusta. Se luo pohjan kotieläinten hyvinvoinnille ja terveydelle sekä niiden ansiosta hyvälle tuotokselle tai suoritukselle. Ruokinnalla on merkittävä vaikutus kotieläintuotannon taloudellisuuteen, ja se vaikuttaa myös eläinperäisten elintarvikkeiden koostumukseen ja laatuun.

Jokaisella eläinlajilla on sille ominainen ruoansulatus ja aineenvaihdunta, ja nämä määräävät ruokinnan pääperiaatteet. Eri eläinlajien ruoansulatuksen ja aineenvaihdunnan ominaispiirteet on tunnettava yksityiskohtaisesti, koska ne ratkaisevat, mitä eläimelle voi ja kannattaa syöttää. Lisäksi on määritettävä ruokinnassa käytettävien rehujen koostumus, koska eläimen tarpeenmukainen ruokinta edellyttää rehujen arvon ja ominaisuuksien tuntemista. Rehuarvot ja ruokintasuositukset perustuvat eläinten ja rehujen ominaisuuksien tuntemiseen.

Kotieläinten jaottelu ravinnon perusteella		
KASVINSYÖJÄT	LIHANSYÖJÄT	KAIKKIRUOKAISET
Nauta	Koira	Sika
Lammas	Kissa	Siipikarja
Vuohi		
Hevonen		

Kotieläinten jaottelu ruoansulatuksen perusteella	
MÄREHTIJÄT	YKSIMAHAISET
Nauta	Sika
Lammas	Siipikarja
Vuohi	Hevonen
	Koira
	Kissa

Märehtijöiden syömästä kuitupitoisesta rehusta valtaosa on nurmirehua. Nurmirehun kuitu muodostuu soluseinäkerakenteista, joiden määrä lisääntyy kasvin vanhetessa ja rehumassan korsipitoisuuden lisääntyessä. Vanhenevan korren ympärille kehittyy puutunut tukisolukkoivaippa, joka estää mikrobisulatusta tehokkaasti. Nurmirehun korjuuajan optimoinnissa pyritään mahdollisimman suureen satoon kuitenkin niin, että rehun sulavuus on vielä hyvä.



Kuva 7.1 Vanhenevan korren ympärille kehittyy puutunut tukisolukkoivaippa, joka estää korren sisäosien mikrobisulatuksen. Korsi on puutuneempaa alaosaltaan, jossa tukisolukkoivaippa näkyy kirkkaan punaisena

Ruoansulatus määrää eläinlajille sopivan ruokinnan

Kotieläimet voivat olla kasvinsyöjiä, kaikkiruokaisia tai lihansyöjiä. Tämä jako kertoo, mitä eläin luontaisesti syö. Lisäksi eläimet jaotellaan ruokinnaltaan ja ruoansulatukseltaan märehtijöihin ja yksimahaisiin eläimiin.

Märehtijän ruoansulatuskanavassa on ennen varsinaista mahaa eli juoksutusmahaa kolme etumahaa, jotka ovat pötsi, satakerta ja verkkomaha. Niiden avulla eläin hyödyntää erittäin tehokkaasti kuitupitoista rehua. Pötsi on eräänlainen varasto, jossa rehu viipyy melko kauan sulatettavana. Pötsissä elää isäntäeläimen kanssa symbioosissa suuri määrä erilaisia anaerobisia mikro-organismeja, jotka tekevät pötsistä käymissammion. Pötsimikrobien erittämät entsyymit hajottavat muiden ravintoaineiden lisäksi myös kuitupitoisten kasvien hiilihydraatteja, selluloosaa ja hemiselluloosaa. Tähän symbioosiin perustuva ruoansulatus tekee märehtijästä ainutlaatuisen muihin eläimiin verrattuna.

Mikrobien aikaansaamassa pötsikäymisessä rehusta vapautuu energiapitoisia käymistuotteita, jotka isäntäeläin käyttää energianlähteenään. Lisäksi mikrobisto tuottaa isäntäeläimelle välttämättömiä aminohappoja ja B-vitamiinia. Pötsimikrobien ja märehtijän välinen yhteiselo hyödyttää myös mikrobeja. Eläin antaa pötsissä mikrobeille hyvän elinympäristön, jossa on sopiva happamuus (pH) ja lämpötila sekä ravintoaineita saatavilla mikrobien omiin tarpeisiin. Mikrobien toimintakyvyille ja siten eläimen terveydelle on elintärkeää, että olosuhteet pysyvät oikeina. Tämä edellyttää, että eläin syö pötsin toiminnan kannalta sopivaa rehua.

Edellä mainitun symbioottisen yhteiselon takia märehtijällä on tärkeä rooli ravinnon tuotannossa. Ihminen ja yksimahainen eläin eivät voi hyödyntää kasvikuntaa ravintonaan yhtä tehokkaasti ja laajasti kuin märehtijä. Muun muassa maksan ja hauman erittämät ihmisen ja eläinten ruoansulatusentsyymit eivät hajota kuituhiilihydraatteja, vaan hajottajina toimivat ainoastaan kuidun sulatukseen erikoistuneet mikro-organismien erittämät entsyymit.

Vaikka yksimahaisilla eläimillä ei ole pötsin kaltaista käymissammiota, on niiden suolistossa kuitenkin jonkin verran mikro-organismeja. Osa ei-märehtivistä kasvinsyöjäeläimistä pystyykin suolistomikrobien avulla hyödyntämään kuitupitoisia rehuja melko hyvin. Esimerkiksi hevosen paksusuoleessa ja umpisuoleessa on poikkeuksellisen runsas mikrobisto. Hevosta kutsutaan peräpään fermentoijaksi, koska mikrobikäyminen tapahtuu vasta sen jälkeen, kun ravinto on siirtynyt varsinaisesta mahasta eteenpäin. Kuitupitoisten rehujen sulavuus ei kuitenkaan ole hevosen ruoansulatuskanavassa yhtä hyvä kuin märehtijän ruoansulatuksessa.

Tuotantoeläinten rehut tunnettava hyvin

Suurin osa Suomen tuotantoeläimistä on märehtijöitä ja yksimahaisia eläimiä, joiden ruokinta perustuu täysin kasviperäisiin rehuihin. Lainsäädännössä on esitetty lukuisia säädöksiä, jotka koskevat eläinten ruokinnassa käytettäviä rehuja

tietolaatikko

Rehun lisäaineita käytetään eläinten ruokinnassa (lähde www.evira.fi)

1. parantamaan rehun raaka-aineiden tai eläintuotteiden ominaisuuksia
2. tyydyttämään eläinten ravitsemuksellisia tarpeita
3. edistämään eläintuotantoa vaikuttamalla erityisesti eläimen suoliston mikrobistoon tai rehujen sulavuuteen
4. tuomaan eläinten ravintoon aineita, jotka edistävät erityisiä ravitsemuksellisia tavoitteita
5. täyttämään ravitsemuksen hetkellisiä erityistarpeita
6. estämään tai vähentämään eläinten ulosteiden aiheuttamia haittoja tai
7. parantamaan eläimen ympäristöä.

ja rehujen lisäaineita. Säädökset liittyvät elintarviketurvallisuuteen ja eläinten hyvinvoinnin turvaamiseen.

Eläinperäisten rehujen käyttö on rajoitettua ja tarkasti säänneltyä. Jonkin veran voidaan käyttää maitotuotteita ja kalajauhoa rehuna. Liha- ja luuperäisten rehujen käyttö elintarvikkeita tuottaville eläimille on kiellettyä. Turkiseläimille ja lemmikkieläimille, kuten koiralle ja kissalle, niiden syöttö on sallittua. Lisäaineelta vaaditaan hyväksymistä varten osoitus tehokkuudesta siinä tarkoituksessa, jossa sitä käytetään, ja haitattomuudesta ihmisille, eläimille ja ympäristölle.

Karkearehu tai korsirehu tarkoittaa rehua, joka sisältää tyypillisesti kasvien korsi- ja lehtiä. Näiden kasvinosien lisäksi karkearehu voi joissain tapauksissa sisältää myös siemeniä tai jyviä. Tällöin puhutaan kokoviljasäilörehusta. Karkearehut ovat märehtijän ja hevosen luontaista ravintoa. Näiden eläinlajien ruoansulatus vaatii, että ruokinta sisältää aina karkearehua ja erityisesti karkearehun kuitua. Liian vähäinen karkearehun määrä ruokinnassa aiheuttaa terveysongelmia. Suomessa yleisin käytetty karkearehu on nurmikasveista tehty säilörehu. Nurmikasvit ovat joko nurmiheinäkasveja tai nurmipalkokasveja.

tietolaatikko

Nurmia viljellään käyttämällä lajiseoksia. Suomessa yleisimmät nurmiheinälajit ovat timotei, nurminata ja ruokonata. Nurmipalkokasveista yleisin on puna-apila.



Kuva 7.2 Yleisimmät nurmiheinämme ovat a) timotei, b) nurminata ja c) ruokonata. Nurmipalkokasveista d) puna-apilaa viljellään paljon seoksena erityisesti timotein kanssa.

Väkirehu tarkoittaa rehua, jossa on pääasiassa kasvien jyviä ja siemeniä tai niiden osia. Tärkeimmät väkirehujen raaka-aineet ovat viljoja eli ohraa, kauraa ja vehnää. Osa voi olla peräisin perunasta tai sokerijuurikkaasta. Muualla maailmassa käytetään väkirehuissa yleisesti maissia. Eläinten ruokinnassa hyödynnetään tehokkaasti myös teollisuuden sivutuotteita. Mylly-, olut-, alkoholi-, sokeri-, kasviöljy- ja tärkkelysteollisuuden prosesseissa alkuperäisestä raaka-aineesta erotetaan elintarvikkeisiin esimerkiksi tärkkelystä, sokeria tai öljyä. Loppuosa raaka-aineesta hyödynnetään usein väkirehuissa. Mikäli väkirehun valkuaispitoisuus on suuri, rehusta käytetään nimitystä valkuaisrehu. Sekä yksimahaisille eläimille että märehijöille syötetään väkirehuja. Tärkeimpien yksimahaisten tuotantoeläinten rehuan os voi koostua pelkästä väkirehusta, mutta märehijän annoksessa se on vain osa.



Kuva 7.3 Keltainen rypsielto erottuu peltomaisemasta helposti. Kuva peltokokeesta, jossa rypsilajikkeiden väliset erot kukkimisen alkamisessa näkyvät hyvin.

tietolaatikko

Suomessa syntyy tuotantoeläimille tärkeää valkuaisrehua kasviöljyteollisuuden sivutuotteena. Öljykasveja, kuten rypsiä ja rapsia, viljellään paitsi niistä saatavan kasviöljyn myös valkuaisrehun takia. Kasviöljyn puristuksen tai uuton jälkeen jäävä puriste tai rouhe sisältää runsaasti valkuaista, ja sitä sekoitetaan väkirehuun tuotantoeläinten tarpeen mukaan.

Ravinnontarve ja rehuarvot ruokinnan kulmakivinä

Eläin tarvitsee energiaa, valkuaisaineita, rasvahappoja, kivennäisaineita, vitamiineja ja vettä niin kasvuun ja elintoimintojen ylläpitoon kuin maidon- tai kananmunien tuotantoon. Näitä kaikkia se saa rehuista. Hyödyllisten ravintoaineiden lisäksi rehukasveissa voi olla eläimelle haitallisia aineita tai niitä voi muodostua rehukasveihin esimerkiksi homeiden tuottaessa toksineja.

Eläimen tarpeet pyritään määrittelemään mahdollisimman tarkkaan. Ruokinnan suunnittelu perustuu parhaaseen mahdolliseen tietämykseen rehujen tuotantovaiheesta eri tuotantomuodoissa ja eläimen eri tuotosvaiheissa. Eläimen ravitsemustarpeiden lisäksi ruokinnan suunnittelussa on otettava huomioon muun muassa eläinten hyvinvointi, taloudelliset vaikutukset ja ympäristövaikutukset.

tietolaatikko

Rehutaulukot ja ruokintasuositukset -verkkopalvelu (www.mtt.fi/rehutaulukot) koostuu kolmesta osasta, jotka ovat rehutaulukot, ruokintasuositukset ja tietosiilo. Verkkopalvelussa esitetään viralliset Suomessa käytettävät kotieläinten rehujen rehuarvot ja niiden laskentaperusteet sekä ruokintasuositukset. Rehuarvotyön tavoitteena on kuvata rehujen suhteellinen tuotantovaikutus mahdollisimman oikein. Rehuarvotyö on jatkuvaa, ja siinä hyödynnetään uusimpia tutkimustuloksia, joiden perusteella rehutaulukoita ja ruokintasuosituksia päivitetään säännöllisesti.

Eläin ei koskaan hyödynnä täydellisesti kaikkia rehuissa saamia ravintoaineita tai niiden hajotustuotteita, kuten typpeä, fosforia ja metaania. Osa poistuu aina kaasujen, lannan ja virtsan mukana ulos eläimestä. Näiden ravinteiden hallitsematon päätyminen ympäristöön voi rasittaa luontoa. Tasapainoinen ruokinta ja lannan sekä virtsan ravinteiden hyväksikäyttö lannoitteena tai energiana voi vähentää ja minimoida ympäristökuormitusta.

Rehun arvoa ruokinnassa ja vaikutusta eläimen tuotantotulokseen kuvataan rehun energia-arvon, valkuaisarvon sekä kivennäisaine- ja vitamiinipitoisuuksien avulla. Kasvipörräisten rehujen koostumukseen ja rehuarvoon vaikuttavat muun muassa kasvilaji, maaperä, lannoitus, kasvukauden sääolosuhteet, korjuumenetelmä, säilöntätapa ja mahdollinen prosessointi. Rehun ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä on todella runsaasti.

tietolaatikko

Rehun koostumus vaikuttaa myös kotieläintuotteiden koostumukseen ja samalla esimerkiksi elintarvikeketjun kivennäis- ja hivenainepitoisuuksiin. Suomessa hyvin tunnettu esimerkki on seleeni, joka on ihmisille ja kotieläimille välttämätön hivenaine. Suomen maaperä on vähäseleenistä, ja tilalla tuotettujen rehujen seleenipitoisuus on liian pieni. Seleenipuutos voi aiheuttaa etenkin nopeasti kasvavissa nuorissa eläimissä muun muassa luurankoli hasten rappeumaa. Ihmisten ja tuotantoeläinten terveys ja hyvinvointi varmistetaan lisäämällä seleeniä lannoitteisiin ja kivennäisrehuihin, joiden mukana se kulkeutuu tuotantoeläinten rehuihin.

Yksittäisen rehun arvo ruokinnassa ei ole yksiselitteinen. Se voi olla hyvin erilainen syötettäessä rehua eri eläinlajeille. Arvo voi myös vaihdella sen mukaan, mitä muita rehuja käytetään samanaikaisesti ja kuinka paljon. Yksi keskeinen rehun arvoon vaikuttava ominaisuus on rehun sulavuus. Sulavuudella kuvataan sitä osuutta rehusta, joka hajoaa ja sulaa ruoansulatuskanavassa ja jota eläin voi hyödyntää. Sulamaton osa erittyy sonnassa. Ruoansulatuskanavaan jääneet

ravintoaineet joko imeytyvät eläimen verenkiertoon tai poistuvat kaasuna suun kautta röyhtäisinä tai peräaukosta.

Rehun kemiallisen koostumuksen ja ravintoainesisällön lisäksi myös muilla rehun ominaisuuksilla voi olla merkitystä. Esimerkiksi rehun partikkelikoko vaikuttaa ruoansulatukseen. Märehtijä tarvitsee ruokinnassaan aina karkearehua, jota ei saa

tietolaatikko

TAPAUSTUTKIMUS:

Tutkimuksessa yhdistyvät märehtijöiden vaatimukset, nurmikasvien viljelytekniikka, sadonmuodostuksen fysiologia ja kasvien perimä.

Suurin osa Suomen peltoalasta käytetään eläinten rehujen tuotantoon. Nurmet ovat märehtijöille tärkeitä, ja niiden osuus peltoalasta on noin 30 %. Nurmet soveltuvat hyvin ilmastoomme, ja nurmikasvit ovat hyviä kasveja viljelykierrossa. Monivuotisia nurmikasveja ne myös vähentävät pellolta talven aikana tapahtuvaa maapartikkelien eroosiota. Suomessa harjoitetaan intensiivistä nurmiviljelyä, johon kuuluu nurmien uusiminen 3–5 vuoden välein. Niin kutsuttuja pysyviä nurmia, jotka uusitaan yli viiden vuoden välein, on Suomessa hyvin vähän. Suomalainen kotieläintuotanto on pitkään perustunut laadukkaaseen, hyvin sulavaan ja energia-arvoltaan hyvään säilörehuun. Nurmien tiheällä uusimisväliä varmistetaan nurmirehusadon suuri määrä ja hyvä laatu. Säilörehusato korjataan kaksi tai kolme kertaa kasvukauden aikana. Sadoksi korjataan koko maanpäällinen kasvimassa. Korjuu ajoitetaan siten, että rehun määrä olisi mahdollisimman suuri ja sulavuus hyvä. Keväällä nurmikasvusto kehittyy nopeasti, kasvusto on korkeaa ja siinä on runsaasti korrellisia, kukintoja muodostavia versoja. Korrellisten versojen lisääntyminen sadossa lisää kuiva-ainesatoa, mutta heikentää nopeasti rehun sulavuutta. Korrellisten versojen runsaus ja nopea kehitysrytmi johtuvat talven aikana tapahtuvasta kukinnan virittymisestä eli vernalisaatiosta. Toinen nurmirehusato muodostuu puolestaan versoista, jotka eivät ole kokeneet vernalisaatiota. Tämän seurauksena korrellisten versojen määrä on pienempi ja kasvusto on matalampaa ja lehtevämpää. Toisen ja kolmannen sadon muodostumisen aikana nurmikasvit reagoivat myös lyhenevään päivänpituuteen, joka hidastaa tai estää korrellisten versojen muodostumista.

Korrellisten versojen kehitysnopeus ja runsaus on kasvin perimän säätelemää. Timoteilta voidaan tunnistaa niin kutsuttuja eteläisiä ja pohjoisia genotyyppejä, jotka eroavat vernalisaatio- ja päivänpituusvaatimuksensa perusteella. Timoteilajikkeita jalostettaessa Suomen oloihin sopivaksi yhdistetään eteläisten genotyyppien kasvunopeutta pohjoisen genotyyppien hyvään talvenkestävyyteen.



Kuva 7.4 Ympäristötekijät vaikuttavat nurmikasvien ulkonäköön. Lyhyessä päivässä (vasemmanpuoleinen kasvi) timoteikasvustossa on ainoastaan lehtiä muodostavia versoja. Kun päivänpituus on riittävä, kasvusto on korkeampaa kortta muodostavien ja lopulta kukkivien versojen takia.

jauhaa liian pieneksi silpuksi. Liian pieni partikkelikoko vähentää syljen tuotantoa ja heikentää pötsin liikkeitä, mikä puolestaan heikentää pötsimikrobien elinolosuhteita.

Nurmirehu korjataan ja säilötään talvea varten

Kesä on Suomessa suhteellisen lyhyt, ja siksi nurmirehu on korjattava ja varastoitava talvea varten. Kesällä nurmirehu voidaan syöttää niin, että eläimet itse laiduntavat tai vaihtoehtoisesti rehua niitetään ja niin kutsuttu niittorehu viedään eläimille navettaan tai tarhaan. Rehun varastointi edellyttää tehokkaita säilöntämenetelmiä, jotta rehun laatu pysyy hyvänä läpi talven. Nurmirehun korjuussa on useita vaihtoehtoisia menetelmiä, joissa korjuukone tai varastointitapa vaihtelee. Korjuukoneena voidaan käyttää esimerkiksi tarkkuussilppuria, ajosilppuria, noukinvaunua tai paalainta. Rehun varastoinnin vaihtoehtoina voivat olla laakasiilo, torni, auma ja paalit. Nurmirehu voidaan jaotella myös rehun kuiva-ainepitoisuuden perusteella seuraavasti: tuoresäilörehu, esikuivattu säilörehu, säilöheinä, kuivaheinä.

Kuivaheinän säilyminen perustuu pieneen vesipitoisuuteen ja suureen kuiva-ainepitoisuuteen, jonka on oltava vähintään 850 g kuiva-ainetta rehukiloa kohti. Haittamikrobit eivät voi pilata rehua, koska ne tarvitsevat vettä toimiakseen ja kasvaakseen. Jos rehua ei kuivata täysin kuivaksi, tarvitaan säilönnässä muita keinoja estämään haitallisten mikro-organismien toiminta. Säilörehussa kuiva-ainepitoisuus on tyypillisesti alle 450 g/kg, ja säilöntä perustuu hapettomuuteen eli anaerobisuuteen ja happamuuteen eli alhaiseen pH:hon. Säilöheinä on kuiva-ainepitoisuudeltaan (450–850 g/kg) säilörehun ja kuivaheinän välimuoto. Rehu varastoidaan ilmatiiviisti, pääasiassa muovitetuihin paaleihin. Sekä säilörehussa että säilöheinässä käytetään yleisesti säilöntäaineita edistämään rehun säilyvyyttä.

Säilörehu tärkein energian, ravintoaineiden ja kuidun lähde märehtijän ruokinnassa

Nautakarjan ruokinnassa esikuivattu säilörehu on nykyisin suosituin nurmirehu. Hevosten ruokinnassa kuiva heinä ja säilöheinä ovat yleisiä, mutta myös säilörehu sopii hyvin hevosille.



Kuva 7.5 Nurmirehua säilötään laakasiilossa ja paaleissa.

Säilörehu tarkoittaa nurmikasveista tai muusta orgaanisesta aineksesta tehtyä rehua, jonka säilyvyys perustuu happamuuteen ja hapettomuuteen.

Säilöntä tarkoittaa prosessia, jossa rehun pilaantumista estetään happamuuden lisäämisellä. Happamuus eli alhainen pH syntyy anaerobisessa käymisessä syntyvistä hapoista tai hapon lisäämisestä suoraan rehuun tai molemmista.

Säilörehun valmistuksessa pyritään edistämään maitohappokäymistä, joka lisää tehokkaasti rehun happamuutta. Toisaalta tavoitteena on estää rehun virheikäyminen, jonka rehua pilaavat haitalliset mikro-organismit saavat aikaan. Rehun säilöntä maitohappokäymisen avulla on vanha menetelmä. Rehun säilönnän biokemiallisten perusteiden tunteminen ja hyvälaatuisen rehun teon hallinta ovat sen sijaan uudempia asioita. Säilörehun teolla on Suomessa pitkät ja ansiokkaat perinteet. Artturi I. Virtanen ryhtyi 1920-luvulla järjestelmällisesti tutkimaan säilörehun teon perusteita ja mahdollisuuksia parantaa rehun laatua. Tuolloin säilörehun heikko laatu aiheutti ongelmia eläimille ja meijeriteollisuudelle sekä elintarvikkeiden laadulle. Virtanen osoitti systemaattisten tutkimusten avulla, kuinka happamaksi säilörehu on saatava ja miten happamuus saadaan aikaan mahdollisimman nopeasti. Tavoitteena oli estää rehumassassa tapahtuvat reaktiot, jotka heikentävät rehun laatua. Virtanen kehitti rehun säilöntään AIV-menetelmän, jossa rehumassan happamuutta lisättiin epäorgaanisten säilöntähappojen (suolahappo, rikkihappo) avulla. Rehun pH-luku tuli saada nopeasti arvoon neljä tai sen alle. Näin pystyttiin estämään rehuksi niitetyn kasvin soluhengitys, sokerin ja valkuaisaineiden hajoaminen sekä haitallisten mikro-organismien aiheuttama virheikäyminen. Säilöntätutkimus ja menetelmän kehittäminen olivat tärkeimmät saavutukset, joiden ansiosta Virtanen sai Nobelin kemian palkinnon vuonna 1945.

Rehun korjuu- ja säilöntämenetelmät ovat muuttuneet vuosikymmenien aikana. Virtasen tutkimusaikana rehu niitettiin pellolla ja säilöttiin pitkänä rehutorniin. Säilöntäaine levitettiin kastelukannulla rehutornissa. Korjuukoneiden tekninen kehitys on ollut erittäin voimakasta 50:nä viime vuotena. Tärkeitä muutoksia olivat rehusilppurin ja hapottimen käyttöönotto. Tekninen kehitys on osaltaan mahdollistanut myös säilöntäaineiden kehittämisen ja muuttamisen. Yksi tärkeä muutos oli siirtyminen säilöntäaineissa epäorgaanisista hapoista muurahaishappoon ja muihin orgaanisiin happoihin. Myöhemmin on osittain siirrytty käyttämään myös ns. biologisia säilöntäaineita eli maitohappobakteereita ja entsyymejä. Uusien säilöntäaineiden ja tehokkaiden korjuumenetelmien käyttöönotto on tuonut uusia haasteita rehun hyvän laadun säilyttämiselle.

Myös esikuivatus on muuttanut rehun säilöntää. Tuoreena tehtävän rehun kuiva-ainepitoisuus on useimmiten noin 200 g/kg. Kun esikuivatus lisää kuiva-ainepitoisuutta selvästi, muuttuvat myös rehun käymisprosessi ja mikrobisto ja tämän aiheuttamat pilaantumisriskit. Huonosti säilyneessä, määrässä rehussa



Kuva 7.6 Niiton jälkeen nurmirehu usein esikuivataan karholla, josta se korjataan esimerkiksi noukinvaunulla. Korjuun yhteydessä rehuun lisätään säilöntäainetta.

esiintyvien voihiappobakteerien eli klostridien aiheuttama virhekäyminen on suuri uhka. Virhekäyneen rehun ruokinnallinen arvo eläimelle on huono. Lisäksi klostridi-itiöt aiheuttavat suurta haittaa juustonvalmistuksessa, jos niitä pääsee rehusta maitoon. Mitä kuivempaa rehu on, sitä vähemmän klostridit voivat toimia, mutta hiivojen ja homeiden aiheuttamat ongelmat lisääntyvät.

Säilörehun laatutekijät

Nurmisäilörehun arvo ruokinnassa riippuu rehun sulavuudesta ja säilönnällisestä laadusta. Sulavuuteen vaikuttaa eniten kasvuston korjuuajankohta. Säilönnälliseen laatuun (sisältää mikrobiologisen laadun ja käymislaadun) vaikuttaa puolestaan se, kuinka hyvin rehun korjuu, säilöntä ja varastointi ovat onnistuneet.

Tärkein nurmirehun sulavuuteen ja siten energia-arvoon vaikuttava tekijä on korjuuajankohta eli kasvin kehitysvaihe. Kehittyessään kasvi vahvistaa vähitellen rakennettaan, jolloin sulavuus heikkenee. Sulavuutta kuvaa rehun D-arvo, joka tarkoittaa sulavan orgaanisen aineen pitoisuutta rehun kuiva-aineessa. Riippumatta rehun korjuukoneesta tai säilöntäaineesta sulavuus on sama, jos rehut niitetään samanaikaisesti ja niiden säilöntä onnistuu hyvin. Korjuuajankohta vaikuttaa sulavuuden lisäksi selvästi myös valkuaispitoisuuteen, joka vähenee kasvin kehittyessä. Hevosille säilöheinä korjataan usein myöhemmin kuin säilörehu lypsylehmille ja toisaalta aikaisemmin kuin perinteinen kuiva heinä. Kasvuston kehitysaste vaikuttaa sulavuuden lisäksi rehun säilyvyyteen. Runsaasti kortta sisältävä kasvi vaikeuttaa rehun tiivistämistä ja voi rikkoa suojamuovin, jolloin säilymiselle tärkeää anaerobisuutta ei saavuteta.

Kaikkien eläinlajien ruokinnassa rehujen mikrobiologisen laadun on oltava hyvä. Laatua voi arvioida aistinvaraisesti ulkonäön ja hajun perusteella tai mikrobiologisen laatuanalyysin avulla. Eläimille ei pidä syöttää homeista, pahalle haisevaa tai muuten epäilyttävää rehua. Vaikka huono rehu ei aiheuttaisikaan

heti näkyviä oireita, voivat homeet ja homemyrkyt aiheuttaa piileviä sairauksia ja heikentää eläimen vastustuskykyä.

Käymislaatua kuvaa laboratorioanalyysi, jossa rehusta määritetään happamuus ja erilaisia käymistuotteita, kuten käymishapot ja ammoniakki. Analyysien perusteella arvioidaan säilönnän onnistumista. Huonossa rehussa pH on korkea, ja siinä on paljon voihapsia, etikkahappoa ja ammoniakkia. Käymislaadultaan huonon rehun ravitsemuksellinen arvo heikkenee, eikä eläin myöskään syö rehua yhtä paljon kuin hyvälaatuista rehua. Mitä kuivempaa rehu on, sitä vähemmän käymislaatu kertoo rehunteon onnistumisesta. Käymisprosessi heikkenee jo silloin, kun kuiva-ainepitoisuus on 450 g/kg, ja loppuu lähes kokonaan, kun kuiva-ainepitoisuus on noin 600 g/kg. Käymistuotteita ei siten enää voi käyttää kuivien rehujen laatumittarina.

tietolaatikko

Rehun laadulla on oleellinen vaikutus eläimen hyvinvointiin. Huonolaatuinen rehu on aina riski eläimen kannalta. Huono rehu voi estää pötsin normaalin toiminnan, heikentää syöntiä, vähentää tuotosta ja johtaa erilaisiin terveysongelmiin.

Säilörehun käymisessä sokerista muodostuva maitohappo lisää tehokkaasti rehun happamuutta ja edistää rehun säilyvyyttä. Maitohappo on lisäksi eläimelle käyttökelpoista energiaa. Rehuun muodostuvat haihtuvat rasvahapot, esimerkiksi etikka-, propioni- ja voihapsia, kuvaavat rehun virhekäymistä ja ravintoainetappioita, jos happoja esiintyy runsaasti. Ne eivät lisää happamuutta yhtä tehokkaasti kuin maitohappo. Rehun ammoniakkipitoisuus kuvaa säilönnän aikana tapahtuvaa valkuaisaineiden hajoamista, joka pyritään pitämään mahdollisimman vähäisenä.

Säilöntäaineet varmistavat hyvän laadun

Rehun laatuun vaikuttavat kaikki rehunteon vaiheet. Säilöntäaineiden käyttö on yksi keskeinen tekijä rehun laadun hallinnassa. Säilöntäaineiden käytön tavoitteena on ylläpitää rehun ravitsemuksellinen arvo mahdollisimman hyvänä koko varastointiajan. Lisäksi pyritään estämään ravintoainetappioita säilönnän aikana ja rehun pilaantumista rehuvaraston avaamisen jälkeen. Säilöntäaineet voidaan luokitella niiden vaikutustavan perusteella. Suurin osa valmisteista on joko rehun käymistä estäviä tai sitä edistäviä.

Myytävät säilöntäaineet tarvitsevat EU-hyväksynnän. Säilöttävän kasvimateriaalin sokeripitoisuudella on selvä vaikutus säilönnän onnistumiseen ja säilörehun laatuun, koska sokeria tarvitaan käymisreaktion lähtöaineena maitohapon tuottamisessa. Tämä on huomioitu myös säilöntäaineiden hyväksynnässä. Säilöntäaineissa käytettävien lisäaineiden tehokkuustutkimukset tehdään erikseen kasvimateriaaleille, joissa on vähän (alle 1,5 % tuoreessa rehussa), keskinker-

taisesti (1,5–3,0 %) tai paljon (yli 3,0 %) sokeria. Sokeripitoisuusluokitus kuvaa säilönnän vaikeusasteetta. Vähän sokeria sisältävä raaka-aine on vaikeasti säilöttävä, seuraava luokka kohtalaisen vaikeasti säilöttävä ja paljon sokeria sisältävä helposti säilöttävä.

Nurmikasvuston sokeripitoisuuteen vaikuttavat kasvilaji ja kasvilajike sekä monet kasvuolosuhdetekijät, kuten typpilannoitus, lämpötila, päivänpituus ja vesi. Niiton jälkeen rehun sokeripitoisuuteen vaikuttavat esikuivatusajan pituus ja olosuhteet sekä rehun lopullinen kuiva-ainepitoisuus ja säilönnässä käytettävä säilöntäaine. Mitä kuivempaa rehu on, sitä rajoittuneempaa on käyminen ja sitä suurempi osa alkuperäisestä sokerista jää rehuun. Toisaalta maitohappokäymistä rajoittavat säilöntähapot estävät sokerin vähenemistä ja käymistä edistävät säilöntäaineet vähentävät pitoisuutta.

tietolaatikko

Säilöntäaineet voidaan jaotella niiden vaikutustavan perusteella seuraavasti:

- 1) Happamuuden lisääjät, jotka ovat
 - a. epäorgaanisia ja orgaanisia happoja tai niiden suoloja, jotka laskevat pH:ta, tai
 - b. mikro-organismeja, jotka tuottavat happoa käymisessä.
- 2) Valmisteet, jotka lisäävät happoa tuottaville bakteereille käyttökelpoista käymisubstraattia.
- 3) Aineet, jotka edistävät happoa tuottavien bakteerien kasvua.
- 4) Aineet ja mikrobiologiset valmisteet, jotka estävät haitallisten mikrobien kasvua.
- 5) Imeytysaineet, jotka vähentävät puristenesteen erittymistä rehusta.

Nykyään Suomessa käytettävät säilöntäaineet ovat pääasiassa muurahaishappoon perustuvia happosäilöntäaineita tai maitohappobakteereihin ja entsyymeihin perustuvia biologisia säilöntäaineita. Muurahaishappoa sisältävät säilöntäaineet rajoittavat rehun luontaista käymistä, lisäävät suoraan happamuutta ja estävät spesifisesti haitallisia mikrobeja. Biologiset säilöntäaineet puolestaan lisäävät happamuutta epäsuorasti edistämällä luontaista maitohappokäymistä. Käymisprosessia ylläpitävät maitohappobakteerit tarvitsevat vettä toimiakseen, joten rehussa on oltava riittävästi kosteutta. Toisaalta hyvin määrässä rehussa biologisten säilöntäaineiden rehua happamoittava teho ei ole yhtä hyvä kuin muurahaishapon.

Esikuivatut rehut ovat usein herkkiä lämpenemään. Lämpenemisen aiheuttajat ovat pääasiassa hiivoja ja homeita, joiden toimintaa voidaan rajoittaa estämällä ilman pääsy rehuun mahdollisimman tehokkaasti sekä käyttämällä säilöntäaineita. Propionihappo, etikkahappo, bentsoehappo ja sorbiinihappo ovat tunnettuja homeiden ja hiivojen estäjiä, joita käytetään myös rehun säilöntäaineissa.

Kemiallisten säilöntäaineiden lisäksi rehun lämpenemistä on pyritty estämään käymisprosessia muuntamalla. *Lactobacillus buchneri* on maitohappobakteeri, joka tuottaa maitohapon lisäksi etikkahappoa ja propaanidiolia, joilla on erityistä fungisidista vaikutusta. Käymisprosessin muutos ei kuitenkaan saa olla niin voimakas, että se lisää ravintoainetappioita ja vähentää rehunsyöntiä.

Aiheeseen liittyvää kirjallisuutta

Kyntäjä, J., Nokka, S. & Harmoinen, T. (toim.). 2010. Lypsylehmän ruokinta. Tieto tuottamaan 133. ProAgria Keskusten Liitto. 131 s.

Peltonen, S., Puurunen, T. & Harmoinen, T. (toim.). 2010. Nurmirehun tuotanto ja käyttö. Tieto tuottamaan 132. ProAgria Keskusten Liitto. 98 s.



Strive for Better Yield

Yara International ASA is the world's leading chemical company that converts energy, natural minerals and nitrogen from the air into essential products for farmers and industrial customers. Yara's global workforce of 8,000 employees represents the great diversity and knowledge that enables Yara to remain a leading performer in the industry.

In Finland there are almost 900 Yara employees.



Learn more at www.yara.com / www.yara.fi

Knowledge grows

7.2 Lypsylehmän tuotantosairaudet — metabolinen stressi

Tuomo Kokkonen

Lypsylehmän vuosikierto

Poikiminen eli uuden vasikan syntymä rytmittää lypsylehmän vuosikiertoa. Ensimmäisen kerran lehmä, jota siihen saakka kutsutaan hiehoksi, poikii noin kahden vuoden iässä. Sen jälkeen lehmä poikii keskimäärin kerran vuodessa. Lehmä pyritään saamaan uudelleen tiineeksi noin kahden kuukauden kuluttua poikimisesta, ja tiineys kestää normaalisti 280 vuorokautta. Suomalainen lehmä poikii elämänsä aikana keskimäärin 2,3 kertaa.

Poikimisen yhteydessä lehmän maidoneritys käynnistyy. Lypsylehmän metabolisella stressillä tarkoitetaan nopeasti lisääntyvän maidontuotannon aiheuttamaa kuormitusta lehmän elimistölle aivan tiineyden loppuvaiheessa ja tuotoskauden alussa. Metabolinen stressi lisää sairastumisriskiä ja voi heikentää lehmän hyvinvointia.

Hyvätasoisessa karjassa vanhempien lehmien ensimmäisen viikon maitotuotos on keskimäärin lähes 30 kg päivässä. Ensi kertaa poikineiden lehmien (ensikoiden) keskimääräinen maitotuotos ensimmäisellä tuotosviikolla on noin 20 kg päivässä. Vanhempien lehmien maitotuotos on suurimmillaan 1–2 kuukautta poikimisen jälkeen. Keskimääräinen maitotuotos hyvässä karjassa on silloin 40–45 kg päivässä, mutta parhaat lehmät lypsävät tässä vaiheessa 50–60 kg päivässä. Ensikot saavuttavat tuotoshuippunsa muutamia viikkoa myöhemmin kuin vanhemmat lehmät. Toisaalta ensikoiden maitotuotos vähenee tuotoshuipun jälkeen huomattavasti hitaammin kuin vanhempien lehmien.

Lehmän maitotuotoskausien välistä aikaa kutsutaan ummessaolokaudeksi. Yleensä lehmä pyritään saamaan umpeen noin kaksi kuukautta ennen seuraavaa poikimista. Umpeenpanovaiheessa lehmän energiansaantia rajoitetaan jättämällä väkirehu pois ruokinnasta. Myös säilörehun saantia voidaan rajoittaa tarpeen mukaan ja lehmälle voidaan antaa sen sijaan runsaasti kuitua sisältävää ja niukasti energiaa sisältävää olkea. Maitotuotoksen vähentyessä lypsy-



Kuva 7.7 Vasikka emonsa kanssa

kertoja harvennetaan aluksi yhteen kertaan päivässä ja lopuksi lehmää lypsetään 1–2 päivän välein, ennen kuin maidoneritys kokonaan lakkaa.

Ummessaolokaudella maitorauhasen maitoa erittävät solut uusiutuvat. Erittävän solukon uusiutuminen parantaa lehmän maitotuotosta seuraavalla tuotoskaudella. Ummessaolokautta voidaan lyhentää tyypillisestä kahdesta kuukaudesta yhteen kuukauteen tai se voidaan jopa jättää pois. Ummessaolokauden poisjättäminen tai voimakas lyhentäminen kuitenkin heikentää seuraavan tuotoskauden tuotosta 10–20 %. Ummessaolokautta lyhentämällä saatu lisätuotos ei yleensä riitä kattamaan tuotoksen menetystä seuraavan tuotoskauden aikana. Lisäksi se saattaa lisätä utareterveyden ongelmia.

tietolaatikko

Lehmä synnyttää yleensä yhden vasikan. Kaksosia syntyy 1–3 %:ssa poikimisista. Poikimisen läheisyydessä lehmälle on pyrittävä järjestämään rauhallinen ja siisti ympäristö. Nykyaikaisissa pihattonavetoissa, joissa lehmät pääsevät liikkumaan vapaasti, on poikiville lehmille erilliset poikimakarsinat, joissa vasikka voi olla jonkin aikaa emänsä kanssa. Parsinavetoissa, joissa poikiville lehmille ei yleensä ole erillistä tilaa, vasikka erotetaan emästä heti syntymän jälkeen. Vasikan terveyden ja hyvinvoinnin kannalta on erittäin tärkeää, että se saa joko emänsä tai muun juuri poikineen lehmän tuottamaa ternimaitoa. Ternimaidossa on runsaasti vasta-aineita, jotka imeytyvät vasikan ruoansulatuskanavasta ensimmäisen elinvuorokauden aikana. Jos vasikka saa olla emänsä vierihoidossa, se voi imeä ternimaitoa emästään. Jos vasikka erotetaan emästä heti syntymän jälkeen, ternimaitoa on juotettava vasikalle tuttiämpäristä.



Kuva 7.8 Pihattonavetassa lehmät pääsevät liikkumaan vapaasti.

Lypsylehmän ruokinta vaihtelee tuotantovaiheen mukaan

Lehmän energian ja ravintoaineiden tarve on suurimmillaan tuotoskauden alkuvaiheessa, kun maitotuotos lisääntyy nopeasti. Poikimisen jälkeen lehmien rehunsyönti lähes kaksinkertaistuu 1–2 kuukauden aikana. Tässä vaiheessa niille tarjotaan vapaasti hyvälaatuista, sulavuudeltaan hyvää säilörehua. Väkirehun määrää lisätään melko nopealla tahdilla. Väkirehu lisää lehmien energian ja valkuaisen saantia ja parantaa tuotoskauden alkuvaiheen maitotuotosta. Usein tässä yhteydessä puhutaankin herutusruokinnasta. Liian nopeaa väkirehumäärän lisäystä on kuitenkin syytä välttää, koska se voi laskea pötsin pH:n liian alas, mikä heikentää kuidun sulatusta. Pahimmillaan liian voimakas väkirehuruokinta pysäyttää pötsin toiminnan ja lehmä lakkaa syömästä rehua.

Vapaasta säilörehuruokinnasta ja runsaista väkirehuannoksista huolimatta lehmien energiatase on yleensä negatiivinen noin kahden kuukauden ajan poikimisesta. Lehmän elintoimintojen ja maitotuotoksen energiantarve on siis suurempi kuin rehusta tuleva energiamäärä. Tuotoskauden alun energiavaje on luonnollinen ilmiö, joka ohjaa lehmää käyttämään edellisen tuotoskauden loppupuolella ja ummessaolokaudella kertyneitä kudosvarastoja maitotuotoksen tueksi.

Huipputuotostavaiheen jälkeen lehmien maitotuotos alkaa vähitellen pienentyä ja energiatase kääntyy positiiviseksi. Lehmät alkavat kerryttää ylimääräistä energiaa rasvakudoksiin. Tässä vaiheessa niiden väkirehuruokintaa aletaan vähitellen vähentää, jotta vältetään liiallinen lihominen. Säilörehua annetaan edelleen vapaasti.

Ummessaolokaudella lypsylehmän ruokinta on niukempaa kuin tuotoskauden aikana, koska energian ja ravintoaineiden tarve on huomattavasti vähäisempi kuin tuotoskauden aikana. Ummessa olevien lehmien ruokinta koostuu pääosin säilörehusta, joka on sulavuudeltaan heikompaa kuin tuotoskauden aikana käytetty. Energiansaannin rajoittamiseksi ruokintaan voidaan lisätä olkea. Ummessaolokauden alkupuolella lehmille ei yleensä anneta väkirehua.

Ummessaolokauden viimeisten viikkojen aikana lehmää totutetaan tulevan tuotoskauden ruokintaan tunnutusruokinnalla. Tunnutuksen aikana lehmälle annetaan lypsykaudella käytettävää väkirehua, jotta pötsin mikrobit sopeutuvat väkirehun sisältämään tärkkelykseen. Tunnutusruokinta myös ylläpitää ja edistää lehmän pötsin seinämässä olevien nystyjen eli papillien kasvua. Papillit lisäävät pötsin seinämän pinta-alaa ja edistävät siten lehmän energiansaantia pötsistä imeytyvien haihtuvien rasvahappojen muodossa. Tunnutusruokinnan poisjättäminen lisää pötsin happamoitumisen riskiä poikimisen jälkeen, koska tällöin pötsin mikrobit eivät pysty käyttämään suuria määriä tärkkelystä.

Ummessaolokaudella ja erityisesti tunnutusruokinnan aikana on kiinnitettävä erityistä huomiota lehmien kivennäisaineiden saantiin. Epätasapainoisen tai liian runsaan kivennäisruokinnan seurauksena lehmä saattaa sairastua poikimahalvaukseen poikimisen yhteydessä. Poikimahalvauksen taustalla on nopea kalsiumin tarpeen lisääntyminen, kun maidontuotanto käynnistyy poikimisen aikaan. Jos veren kalsiumpitoisuus pienenee liikaa, lihasten toiminta häiriintyy (halvaus). Poikimahalvaus on lähinnä vanhempien lehmien ongelma. Lehmää voidaan val-

mistaa kalsiumin tarpeen lisääntymiseen rajoittamalla kalsiumin saantia ennen poikimista. Tällöin lehmä on paremmin valmistautunut irrottamaan kalsiumia luustosta tarpeen vaatiessa.

Aineenvaihdunta kuormittuu poikimisen jälkeen

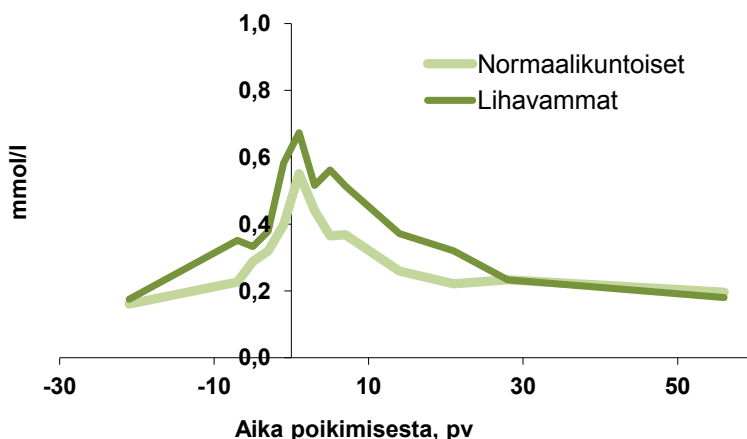
Poikimisen lähestyessä ja erityisesti poikimapäivänä lehmien rehunsyönti vähenee. Toisaalta maidon synteesi maitorauhasissa alkaa jo muutamia päiviä ennen poikimista. Sopeutuakseen poikimisen ja maidonerityksen myötä lisääntyneeseen energian ja ravintoaineiden tarpeisiin lehmät käyttävät eri kudoksissa olevia varastoja. Veren glukoosipitoisuutta lehmä pystyy lyhytaikaisesti ylläpitämään poikimisen lähestyessä ja poikimispäivänä jopa selvästi lisäämään käyttämällä maksan glykokeenia glukoosin lähteenä. Poikimisen läheisyydessä lehmä myös lisää voimakkaasti glukoosin tuotantoa (glukoneogeneesi) maksassa ja pienemmässä määrin myös munuaisissa. Lisääntyneestä tuotannosta huolimatta vanhempien lehmien veren glukoosipitoisuus on ensimmäisen poikimisen jälkeisen viikon aikana 20–30 % pienempi kuin poikimista edeltävän viikon aikana. Ensikoilla veren glukoosipitoisuus pienenee poikimisen jälkeen paljon vähemmän.

Veren glukoosipitoisuuden pieneminen on seurausta maidon laktoosin tuotantoon kuluvaan glukoosin tarpeen voimakkaasta lisääntymisestä. Lehmä pyrkii suuntaamaan glukoosia maitorauhasten käyttöön vähentämällä glukoosin käyttöä muissa kudoksissa. Rasvahappojen ja niiden epätäydellisen hapetuksen tuloksena syntyvien ketoaineiden hapetus energian tuottamiseksi lisääntyy eri kudoksissa. Jos ketoaineiden pitoisuus veressä kasvaa liian suureksi, lehmä sairastuu asetonitautiin (ketoosi), jolloin sen rehunsyönti ja maitotuotos vähenevät voimakkaasti.

Rasvahappoja lehmä irrottaa nahanalaisesta ja vatsan alueen rasvakudoksesta. Rasvahappojen irrotus kudoksista lisää runsaasti veren vapaiden rasvahappojen pitoisuutta. Maitorauhanen ottaa huomattavan osan veren vapaista rasvahapoista käytettäväksi maitorasvan synteisiin. Tuotoskauden alkuvaiheessa jopa 50 % maitorasvan pitkäketjuisista rasvahapoista on peräisin rasvakudoksista.

Myös maksa ottaa runsaasti veren vapaita rasvahappoja. Maksa käyttää rasvahappoja energianlähteenä sekä lipidien synteetin raaka-aineina. Poikimisen jälkeen etenkin vanhempien lehmien maksaan kertyy rasvaa. Ensikoilla rasvaa kertyy vähemmän, koska niillä rasvahappojen irrottaminen kudoksista on vähäisempää ja veren vapaiden rasvahappojen pitoisuudet ovat pienempiä kuin vanhemmilla lehmillä. Runsas rasvan kertyminen maksaan haittaa sen toimintaa, muun muassa glukoosin tuotantoa.

Myös aminohappojen tarve ylittää saannin poikimisen jälkeen. Muutamien ensimmäisten tuotosviikkojen ajan lehmä pystyy kompensoimaan vajetta purkamalla lihasten valkuaisaineita. Pääosin lehmä irrottaa aminohappoja luurankoliaksista, mutta jossakin määrin myös kohdusta sen palautuessa normaalitilaan. Lehmän valkuaisaineiden tarvetta lisää maidon valkuaisen synteetin lisäksi aminohappojen lisääntynyt käyttö glukoosin tuotantoon maksassa.



Kuva 7.9 Lehmien lihavuus poikimisen aikaan lisää kudosasvojen käyttöä kuvaavaa veren vapaiden rasvahappojen pitoisuutta (lähde: Kokkonen ym. 2005).

Hormonit säätelevät aineenvaihduntaa poikimisen läheisyydessä

Monet hormonit ja säätelytekijät vaikuttavat lypsylehmän aineenvaihduntaan poikimisen lähellä. Kaikkia säätelytekijöitä tai niiden merkitystä ei todennäköisesti edes tunneta. Kasvuhormonia pidetään yleisesti tiineyden loppuvaiheessa ja tuotoskauden alkuvaiheessa tapahtuvia aineenvaihdunnan muutoksia koordinoivana tekijänä. Se lisää esimerkiksi rasvakudoksen herkkyyttä lipolyysiä stimuloiville tekijöille ja edistää siten rasvahappojen vapautumista verenkiertoon. Kasvuhormoni stimuloi maksan glukoosin tuotantoa ja vähentää muiden kudosten glukoosin käyttöä lisäämällä insuliiniresistenssiä muissa kudoksissa kuin maitorauhasessa.

Insuliini edistää kudostasvarastojen kertymistä tuotoskauden keski- ja loppuvaiheessa sekä ummessaolokauden aikana. Poikimisen lähestyessä veren insuliinipitoisuus alkaa vähentyä, ja se pysyy pienenä tuotoskauden ensimmäisten viikkojen aikana, mikä edistää kudostasvarastojen käyttöä.

Insuliiniresistenssillä tarkoitetaan insuliinin vaikutuksen heikentymistä kohdekudoksissa. Insuliiniresistenssi voimistuu tiineyden loppupuolella ja tuotoskauden alkuvaiheessa. Kasvuhormonin lisäksi insuliiniresistenssin kehittymiseen vaikuttavat useat eri tekijät. Lehmän liiallinen lihominen edellisen tuotoskauden loppuvaiheessa ja ummessaolokauden aikana voimistaa insuliiniresistenssiä. Lehmän insuliiniresistenssi ja ihmisen tyypin 2 diabeteksen kehittymiseen liittyvä insuliiniresistenssi muistuttavat toisiaan.

Lihavat lehmät käyttävät poikimisen läheisyydessä ja tuotoskauden alussa enemmän kudosten rasvasvarastoja kuin laihemmat lehmät. Veren vapaiden rasvahappojen pitoisuuden kasvu ja rasvan kertyminen lihaksiin ja maksaan heikentävät insuliinin vaikutusta näissä kudoksissa. Tällöin normaali poikima-ajan sopeutumismekanismi, insuliiniresistenssi, alkaa vaikuttaa ylikorostuneesti.

Insuliiniresistenssiä voidaan tutkia glukosirasituskokeella. Toisin kuin ihmisille, lehmille ei voida glukosirasituskokeessa antaa glukosia suun kautta. Suun kautta annettu glukosi hajoaa lehmän pötsissä ennen kuin se saavuttaa ohutsuolen, josta se voisi imeytyä. Tästä syystä lehmille glukosi annetaan glukosirasituskokeessa suoneen. Kokeen aikana otetuista verinäytteistä määritetään glukosin, vapaiden rasvahappojen ja insuliinin pitoisuudet. Näytteistä määritettyjä pitoisuuksia käyttäen voidaan laskea muun muassa glukosin, vapaiden rasvahappojen ja insuliinin poistumisnopeus sekä käyrän alainen ala. Näiden muuttujien perusteella arvioidaan insuliiniresistenssin tasoa ja tutkittavien teki-
joiden vaikutusta siihen.

Ummessaolokauden ruokinta vaikuttaa lehmien käyttäytymiseen

Ummessa olevien lehmien rehun määrän rajoittaminen poikima-ajan ja tuotoskauden alun aineenvaihduntaongelmien välttämiseksi voi vaikuttaa lehmien käyttäytymiseen. Rehun määrän rajoittaminen lyhentää rehun syömiseen kuluva-aikaa ja vähentää siten lehmien mahdollisuutta toteuttaa syöntikäyttäytymiseen liittyvää toimintaa. Vähentynyt syöntiaika voi heikentää nautojen hyvinvointia ja näkyä stereotyyppisenä käyttäytymisenä, esimerkiksi kielen pyörityksenä tai rakenteiden puremisena tai nuolemisena.

Lehmien käyttäytymistä on tutkittu videonnin ja syöntikertoja rekisteröivien ruokintakuppien avulla. Rajoitettu säilörehuruokinta lyhensi ummessa olevien lehmien vuorokauden aikana rehunsyöntiin käyttämää aikaa 30 %:lla. Vapaasti ruokitut ummessa olevat lehmät käyttivät 3–4 tuntia vuorokaudesta syömiseen. Rajoitetusti ruokittujen lehmien syöntiaikaa lyhensi pienemmän rehumäärän lisäksi ero syöntinopeudessa. Niukemmin rehua saaneet söivät annoksensa nopeammin. Syöntiajan lyhentymisen ei kuitenkaan lisännyt rakenteiden puremistai nuolemista. Se ei myöskään lisännyt levotonta liikehtimistä, joka voisi kuvastaa liian niukan syöntiajan aiheuttamaa turhautumista. Kielen pyöritystä havaittiin vain joillakin yksilöillä, mutta se oli lyhytkestoista eikä sillä ollut selvää yhteyttä ruokintatasoon. Tutkimuksen mukaan ei säilörehumäärän rajoittaminen ummessaoloaikana aiheuta merkittäviä muutoksia lehmien syöntikäyttäytymisessä.



Kuva 7.10 Pihatossa lehmät saavat väkirehua ruokinta-automaatista.

TAPAUSTUTKIMUS: Lisääntykö insuliiniresistenssin merkitys suurissa pihattonavetoissa?

Pihattonavetoiden ja ryhmäruokinnan yleistymisen sekä keskimääräisen karjakoon kasvu lisäävät ruokinnan haasteita maitotiloilla. Perinteisissä parsinavetoissa, joita edelleen on huomattava osa navetoista, karjakoon pienuus ja kunkin lehmän pitäminen omalla paikallaan on mahdollistanut ummessaolokauden yksilöllisen ruokinnan. Omalle paikalleen kytketyn lehmän rehun saantia on voitu säännöstellä ummessaoloaikana tarpeen mukaan huomioiden lehmän lihavuuskunto. Ummessa olevat lehmät ruokitaa pihatoissa yleensä omana ryhmänä, jolloin kaikilla ryhmän lehmillä on sama ruokinta ja rehun saantia voidaan rajoittaa vain ryhmätasolla. Ryhmän rehun määrän rajoittaminen todennäköisesti vähentää eniten alimpana laumahierarkiassa olevien energiansaantia. Käytännössä energiansaantia pyritään ryhmäruokinnassa yleensä rajoittamaan lisäämällä ruokintaan heikommin sulavaa kuitua sisältävää rehua, esimerkiksi olkea. Tutkimuksissa on ummessa oleville lehmille annettu säilörehua joko vapaasti tai rajoitetusti energiantarpeen mukaan. Lisäksi on tutkittu energiansaannin rajoittamista sekoittamalla runsaasti olkea lehmien rehuannokseen. Tutkimustulosten mukaan runsas säilörehuruokinta lisäsi lehmien lihomista ummessaolokaudella, mutta vähemmän kuin laskennallisen energiansaannin eron perusteella olisi odotettavissa. Insuliiniresistenssin tasossa ei ollut merkittäviä eroja vapaan ja rajoitetun säilörehuruokinnan välillä. Vastaavasti lehmien veren vapaiden rasvahappojen pitoisuuksissa tai painon muutoksessa ei ollut eroa ryhmien välillä. Hiukan runsaampi lihominen ummessaolokauden vapaalla säilörehuruokinnalla ei siis lisännyt lehmien kudosvarastojen käyttöä poikimisen läheisyydessä tai tuotoskauden alussa.

Sen sijaan lehmien välillä oli suuria eroja insuliiniresistenssin tasossa. Todennäköisesti erot ovat enemmän yksilöllisiä (ja mahdollisesti perinnöllisiä) kuin ruokintaan liittyviä. Tätä yhteyttä voidaan tutkia ottamalla kudoksenäytteitä nahanalaisesta rasvakudoksesta ja maksasta insuliiniresistenssin kehittymiseen liittyvän geenitoiminnan tutkimiseksi. Tutkittavien geenien valinnassa on hyödynnetty ihmisen ja pienten koe-eläinten insuliiniresistenssiin liittyvää geenitoiminnan tutkimusta. Kuten ihmisillä ja pienillä koe-eläimillä, myös lehmillä rasvakudoksen erittämät hormonien kaltaiset adipokiinit todennäköisesti vaikuttavat insuliiniresistenssin kehittymiseen. Lehmilläkin lihominen saattaa lisätä tulehdusta välittävien sytokiininien tuotantoa rasvakudoksessa, mikä ilmeisesti edistää insuliiniresistenssin voimistumista. Kudosten insuliiniherkkyyttä lisäävän adiponektiinin erityis rasvakudoksesta näyttää vähenevän poikimisen aikaan ja tuotoskauden alussa.

Stereotyyppinen käyttäytyminen

Stereotypia on suhteellisen muuttumattomana toistuva liikesarja, jolla ei ole selvää tarkoitusta. Stereotypiat esiintyvät tyypillisesti yhtenäisissä jaksoissa, ja ne yleistyvät, jos eläimen muu aktiivisuus, kuten syömiskäyttäytyminen, on vähäistä. Stereotyyppinen käyttäytyminen voi auttaa eläintä sopeutumaan virikkeettömään ympäristöön. Märehtimisellä on rauhoittava vaikutus, mikä voi olla syynä stereotypioiden vähäisempään esiintymiseen naudalla verrattuna muihin kotieläinlajeihin. Naudalla stereotyyppistä käyttäytymistä ovat muun muassa rakenteiden nuoleminen ja pureminen sekä kielen pyöritys ja kielen heiluttaminen.

Lähde: Naudan etogrammi (Martiskainen P, Mononen J, Tuomisto L, Tuovinen V. 2005.)

Aiheeseen liittyvää kirjallisuutta

- Kokkonen, T., Mäntysaari, P. & Huhtanen, P. 2010. Lypsylehmän energiataseen mallintaminen. Julkaisussa: Maataloustieteen Päivät 2010 [verkkójulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 26. Toim. Anneli Hopponen. Saatavilla internetissä: <http://www.smts.fi>.
- Kokkonen, T., Salin, S., Jaakkola, S., Taponen, J., Hänninen, L. & Vanhatalo, A. 2011. Ummessaolokauden ruokinta antaa avaimet seuraavaan tuotantokautteen. Käytännön Maamies 10/2011, s. 36–39.
- Kyntäjä, J., Nokka, S. & Harmoinen, T. (toim.). 2010. Lypsylehmän ruokinta. Tieto tuottamaan 133. ProAgria Keskusten Liitto. 131 s.
- Martiskainen, P., Mononen, J., Tuomisto, L. & Tuovinen, V. 2005. Naudan etogrammi. Eläinterveydenhuollon kehittämishanke Pohjois-Savossa / ELKE julkaisee. Verkkójulkaisu. Saatavilla internetissä: <http://www.elke.fi/naudane-togrammi/>

7.3 Kotieläinten hyvinvoinnin automaattinen seuranta

Matti Pastell

Tuotantoeläinten hyvinvointi on viime vuosien aikana noussut yleisen mielenkiinnon kohteeksi koko Euroopassa. Kuluttajat ovat aiempaa kiinnostuneempia kotieläintuotannon eettisyydestä. Toisaalta tuotantoeläimen hyvinvointi vaikuttaa tuotokseen ja siten kotieläintuotannon taloudelliseen tulokseen. Siksi tuotantoeläinten hyvinvointi on niin viljelijän kuin kuluttajan etu.

Eläimen hyvinvointi koostuu fyysisestä, psyykkisestä ja sosiaalisesta hyvinvoinnista. Itse hyvinvoinnin aste on hyvin vaikeasti määriteltävissä. Ihminen

tietolaatikko

Lypsyrobotti lypsää lehmät automaattisesti 2–3 kertaa vuorokaudessa. Lehmät tulevat lypsylle robotin karsinaan vapaaehtoisesti rehun houkuttamina. Lypsyrobotti tunnistaa lehmän sen kaulassa olevan sähköisen tunnisteiden avulla, minkä jälkeen robottikäsi etsii vetimet konenäön ja laseretäisyysmittauksen avulla, peasee ne sekä kiinnittää lypsimet. Robotti pyrkii havaitsemaan lehmien utaretulehdukset maidon sähkönjohtokyvyn, solumittauksen sekä värin avulla ja erottelee tunnistamansa muuntuneen maidon automaattisesti. Yksi lypsyrobotti pystyy lypsämään n. 60 lehmän karjan. Lypsyrobotteja on ollut markkinoilla 1990-luvun alkupuolelta, ja Suomessa oli vuonna 2011 lypsyrobotti käytössä yli 500 tilalla.



KUVAT: MARJATTA SÄISÄ

Kuva 7.11 Lehmä lypsyrobotilla.

arvioi eläimen hyvinvointia eläimen käytöksen, terveydentilan, tuotoksen ja erilaisten eläimestä mitattavien parametrien, kuten aktiivisuuden, perusteella. Hyvinvoinnin mittaaminen perustuu eri eläinlajien käyttäytymisen ja tarpeiden tuntemiseen. Eläinten käyttäytymisen ja fysiologian lisäksi on selvitettävä eläinten ruokintaa, pito-olosuhteita, hoitotapoja sekä tuotosta.

Karjakoon kasvaessa automaattiset seurantajärjestelmät yleistyvät maitotiloilla. Tuotannon ohjaamisen lisäksi automaattisia menetelmiä tarvitaan myös kotieläinten terveyden seurantaan. Automaattisilla mittauksilla voidaan saada eläinten terveydestä sellaista tietoa, jota ei pystytä silmämääräisesti havaitsemaan. Lypsyrobotit ja erilaiset ruokinta-automaatit mahdollistavat eläinten seurannan uudella tavalla, koska eläimet käyvät samassa paikassa useita kertoja päivittäin ja viipyvät paikalla useita minutteja. Tämä mahdollistaa eläimen fysiologisen tilan mittaamisen paino-, hengitystaajuus- ja pintalämpötila-antureiden avulla.

Tietotekniikan ja anturitekniikan kehitys mahdollistaa uusien entistä pienempien ja hienostuneempien laitteiden kehityksen. Pienet mikromekaaniset anturit ja langaton tekniikka sekä konenäkö ovat alan uusia kehityssuuntia. Maatalous-

teknologiassa hyödynnetään samaa tekniikkaa kuin esimerkiksi viihde-elektronikassa, lääketieteessä ja teollisuudessa. Tutkimus onkin usein muille aloille kehitettyjen anturien soveltamista maatalousalalle, mutta myös omaa teknistä kehitystyötä tarvitaan. Erityisesti erilaisten anturien kestävyys on koetuksella kotieläintiloissa. Pelkkä mittaustieto ei kuitenkaan yksin riitä, vaan antureilta saatava mittaustieto täytyy muuttaa käyttäjälle hyödylliseen muotoon mallien avulla. Onnistunut terveydenseurantajärjestelmä näyttää käyttäjälleen ainoastaan mallin tuottamaa tietoa mahdollisista ongelmista. Järjestelmien kehityksessä hyödynnetään laajasti signaalin käsittelyn, aikasarja-analyysin ja koneoppimisen menetelmiä. Samanlaisia malleja käytetään mm. puheentunnistuksessa, roska-postin suodatuksessa ja robottien ohjauksessa.

Automaattisten teknologisten menetelmien käytössä on kaksi selvää etua verrattuna pelkkään käyttäjän suorittamaan tarkkailuun: menetelmät ovat käyttäjästä eli havainnoijasta riippumattomia, ja niiden käyttö voidaan automatisoida. Automaattiset menetelmät mahdollistavat eläinten jatkuvan seuraamisen, jolloin myös mahdolliset käytöksen muutokset pystytään havaitsemaan tarkemmin kuin esimerkiksi ontumista kerran viikossa seurattaessa.

Kotieläinten hyvinvoinnin mittaamisessa sovelletaan tietoa useilta tieteenaloilta, eikä mittaamiseen ole olemassa standardoituja menetelmiä. Mittaamisessa sovelletaan usein käyttäytymistiedettä, koska stressikäyttäytyminen on yleensä ensimmäinen oire hyvinvoinnin heikkenemisestä. Tulevaisuuden haasteena on kehittää uusia innovatiivisia tilatason ratkaisuja hyvinvoinnin ja terveyden tarkkailuun sekä osoittaa uuden tekniikan hyödyt tuotantoeläinten terveydentilan seurannassa. Ennakoinnin avulla voidaan ehkäistä eläimen sairastuminen tai lyhentää eläimen sairaana viettämää aikaa. Tätä nykyä on automaattiseen terveyden seurantaan soveltuvia laitteita markkinoilla melko vähän. Kaikkien kaupallisten laitteiden hyödyllisyyttä ei ole myöskään osoitettu, ja hyödyllisyyden selvittäminen on myös agroteknologian alan yhtenä tutkimuskohteena.

Ontumista voidaan ennustaa

Ontuminen on yksi yleisimmistä lehmien terveys- ja hyvinvointiongelmista. Jalkaongelmat aiheuttavat lehmille kipua sekä heikentävät niiden hyvinvointia ja maitotuotosta. Lisäksi lehmien ennenaikainen poisto ja lisääntynyt jalkavikojen hoito aiheuttavat merkittäviä taloudellisia menetyksiä karjankasvattajille. Ontumisen aiheuttamia menetyksiä voidaan pienentää merkittävästi, jos ongelma havaitaan ja hoidetaan aikaisessa vaiheessa. Jalkavikojen automaattinen mittaaminen tilatasolla mahdollistaa ontumisen nykyistä tarkemman seurannan ja avustaa viljelijää eläinten tarkkailussa. Tutkimukset osoittavat, että suuri osa lehmien ontumisista jää ilman automaattista tarkkailua kokonaan huomaamatta.

Jalkavikojen automaattista seurantaan varten on kehitetty nelivaakajärjestelmä, jossa vaa'an avulla punnitaan lehmän jokaisen jalan paino erikseen lypsyn aikana. Järjestelmä koostuu neljästä voima-anturista, joiden päälle on asennettu vaakasilat. Havainnot rekisteröidään tietokoneelle, johon tarvitaan lisäksi seurantaohjelmisto. Ohjelma aloittaa lehmän liikkeiden mittauksen lypsyrobotilla lypsyn alkaessa. Lypsyn päätyttyä ohjelma laskee jokaisen jalan keskipainon,

TAPAUSTUTKIMUS:

Automatiikka tuotantoeläinten hyvinvointitutkimuksen apuna

Tuotantoeläinten hyvinvointitutkimuksessa kehitettiin jalkaviat havaitseva neuroverkkomalli järjestelmällä kerätyn yli 10 000 mittauksen ja säännöllisten eläinlääkärin tarkastusten perusteella. Valvontajärjestelmän avulla pystyttiin havaitsemaan kaikki tutkimuksen aikaiset jalkaongelmat. Hälytyksen herkkyyttä voidaan säätää siten, että järjestelmä havaitsee kaikki ongelmat. Tällöin myös väärin hälytysten määrä lisääntyy. Väärin hälytysten lisääntyminen on useimmiten hyväksyttävää, koska hälytyksen tarkoitus on kiinnittää viljelijän huomio mahdollisesti sairaaseen eläimeen. Viljelijä voi sitten tehdä päätöksen hoidon tarpeesta. Tietokonemallin avulla voidaan tehdä päivittäinen lista tarkistettavista eläimistä, ohjata lypsyrobotia ottamaan eläimet kiinni hoitoa varten tai lähettää hälytyslista hoitajan matkapuhelimeen.

jalkojen painon keskihajonnan, potkut ja jalannostot lypsyn aikana sekä lehmän kokonaispainon. Tiedot tallennetaan tietokantaan lehmäkohtaisesti. Järjestelmällä havaitut jalkaviat ilmenivät mittaustuloksissa kipeän jalan keventämisenä ja pahimmat ontumistapaukset myös jalan jatkuvana nosteruna. Selvimmin järjestelmällä erottuvat ne lehmät, joilla on vikaa ainoastaan yhdessä jalassa.

Kiihtyvyyssanturi eläinten aktiivisuuden ja ontumisen mittaamisessa

Kiihtyvyyssanturilla mitataan nimensä mukaisesti kiihtyvyyttä. Kolmiulotteisilla kiihtyvyyssantureilla on nykyisin useita erilaisia sovelluksia matkapuhelimen ruudun asennon havaitsemisesta teollisuuden koneiden vikadiagnostiikkaan. Niinpä eri valmistajilta on saatavissa useita erilaisia edullisia kolmiulotteisia anturisiruja. Anturien avulla voidaan mitata anturin asentoja maan vetovoimaan nähden sekä nopeuden muutoksia eri suunnissa. Jos anturin asento tunnetaan, voidaan kiihtyvyyden avulla laskea anturin nopeus ja anturin kulkema matka laitteen mittaustarkkuuden rajoissa. Kotieläintutkimuksia varten on suunniteltu ja ohjelmoitu langaton kolmiulotteisen kiihtyvyyssanturin malli. Laite koostuu kiihtyvyyssanturista, mikrokontrollerista ja radiosta. Kontrollerilla luetaan kiihtyvyyssanturin lukemat ja lähetetään ne edelleen tietokoneelle. Mikrokontrolleri mahdollistaa myös monien hyödyllisten ominaisuuksien, kuten liikeherätyksen, lisäämisen mittalaitteeseen. Anturia voidaan käyttää lehmien ontumisen ja makuuajan mittaamisessa sekä kalkkunoiden aktiivisuuden ja vasikoiden unen mittaamisessa.

Ontumista voidaan mitata kiinnittämällä anturi terveiden ja ontuvien lehmien jalkaan ja mittaamalla kävelyä 20 sekunnin yhtäjaksoisen kävelytyksen ajan. Anturin avulla pystytään ontuvat eläimet erottamaan terveistä luotettavasti. Jatkuva kiihtymisen mittaaminen kaikista jaloista ei ole navettaolosuhteissa kuitenkaan käytännöllistä. Laitetta voidaan käyttää hyödyksi ontumistutkimuksessa, esimerkiksi lääkityksen tehon arvioinnissa, koska anturin tuottama tieto on johdonmukaisempaa kuin ihmisen tekemä silmämääräinen arviointi.

Vasikoiden unen seuraaminen

Riittävä uni on tärkeää eläinten terveydelle ja hyvinvoinnille. Erityisen tärkeää uni on kasvaville eläimille. Uni säätelee useiden hormonien, kuten kasvuhormonin, eritystä ja on välttämätöntä aivojen kehitykselle.

Tähän saakka vasikan unta on voitu mitata vain kannettavalla aivosähkökäyrän rekisteröintilaitteistolla tai tarkkailemalla eläinten käytöstä. Aivosähkökäyrää ei pystytty mittaamaan tuotantoympäristössä, koska menetelmä edellyttää elektrodien kiinnittämistä eläinten päähän ja käyttäytymisen rekisteröinti videoilta on hidasta. Ihmisten unen rekisteröimiseen käytetään aktigrafia, jolloin ranteeseen tai nilkkaan kiinnitetään aktiivisuusmittareita. Anturit pystyvät osoittamaan, milloin koehenkilö on unessa. Vasikat nukkuvat useissa pienissä pätkissä ympäri vuorokauden ja viettävät makuulla paljon aikaa myös hereillä. Tämän vuoksi ihmisille kehitettyä laitetta ei voida suoraan hyödyntää vasikan unen mittaamiseen.

Vasikan unen laatua tutkitaan kaulapantaan kiinnitettyjen kiihtyvyysantureiden avulla ja mitatut unijaksot koodataan. Mittausaineiston ja käyttäytymistarkkailun perusteella on kehitetty unta ennustava malli, jonka avulla pystytään ennustamaan vasikoiden päivittäin nukkumiseen käyttämä aika 90 %:n tarkkuudella. Malli perustuu vasikan pään asentoon, liikkeen määrään ja liikkeen profiiliin 20 sekunnin jaksojen aikana.

tietolaatikko

Vasikan eri unen vaiheiden erottaminen toisistaan ei ainakaan vielä onnistu unimittarin avulla, koska vasikat voivat nukkua vilkeunta (REM) ja hidasaltounta (NREM) pää samassa asennossa. Lisäksi eläinten välinen vaihtelu heikentää unimallin ennustustarkkuutta. Tuotantotilan oloilla saattaa olla pikkuvasikan uneen merkittävä vaikutus, sillä epämiellyttävät ympäristöolosuhteet voivat heikentää unen laatua. Tällaisia ovat esimerkiksi vasikoiden siirtely, käytetty lattiamateriaali ja muiden eläinten seura. Unen seuraaminen on hyödyllistä myös vasikoiden kivun tutkimisessa. Kipu saattaa liittyä hoito-toimenpiteisiin, kuten nupoutukseen. Kivun voimakkuus voidaan havaita unen sirpaloitumisena.

Kuva 7.12 Vasikka on REM-unessa, kun se makaa hiljaa paikallaan pää taipuneena (ylhäällä). Vasikka on NREM-unessa, kun se makaa hiljaa pää pystyssä (alhaalla).

