



SÄILÖREHUN LAADUN VAIKUTUS POROJEN REHUN SYÖNTIIN, KUNTOON JA ELOPAINOON

Laura Kylmämaa
Maisterintutkielma
Helsingin yliopisto
Maataloustieteiden laitos
Kotieläintiede
Maaliskuu 2015



Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos — Institution — Department Maataloustieteiden laitos	
Tekijä — Författare — Author Laura Kylmämaa			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Säilörehun laadun vaikutus porojen rehun syöntiin, kuntoon ja elopainoon			
Oppiaine — Läroämne — Subject Kotieläinten ravitsemustiede			
Työn laji — Arbetets art — Level Maisterintutkielma		Aika — Datum — Month and year Maaliskuu 2015	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 40 s.
Tiivistelmä — Referat — Abstract Säilörehun kemiallisen koostumuksen yhteyttä porojen säilörehun syöntiin on tutkittu vähän, vaikka säilörehua käytetään hyvin yleisesti ainakin osana talviruokintaa. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää miten kehitysaste, sato ja talvisissa olosuhteissa tapahtuva altistuminen ilmalle vaikuttavat säilörehun kemialliseen koostumukseen ja edelleen miten kemiallinen koostumus vaikuttaa säilörehun syöntiin. Kokeessa käytetyt rehut viljeltiin Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) Rovaniemen toimipisteessä, Apukassa. Koeviljelyalalta korjattiin kaksi satoa eri kehitysasteilla, nuorempana (N) ja vanhempana (V). Ruokintakokeet toteutettiin Lapin ammattiopiston (LAO) opetusporoaidan yhteyteen rakennetulla testikentällä. Ruokintakoe kesti kahdeksan viikkoa ja sitä edelsi kahden viikon mittainen totutusjakso. Kokeessa oli mukana neljä kuuden vaatimen muodostamaa ryhmää, joille kullekin arvottiin säilörehu koko kokeen ajaksi. Porot ruokittiin kerran päivässä aamuisin. Säilörehua oli tarjolla vapaan syönnin periaatteella (<i>ad libitum</i>). Annetun ja syömättä jääneen säilörehun kemialliseen koostumukseen vaikutti tässä tutkimuksessa eniten sato. Korjuuajankohta ei tässä tutkimuksessa selittänyt kovinkaan paljoa kemiallista koostumusta, eikä säilörehun altistuminen ilmalle paalin avaamisen jälkeen vaikuttanut säilörehun laatuun ympäristön lämpötilan ollessa lähes koko ajan nollan alapuolella. Syömättä jääneessä rehussa oli annettuun säilörehuun verrattuna huonompi D-arvo, enemmän NDF-kuitua ja vähemmän raakavalkuaista sekä pienemmät OIV- ja PVT-pitoisuudet. Satojen välillä havaittiin rehun valikoinnissa sokerin ja valkuaisen suhteen jonkin verran eroja. Erot voivat johtua sokerin ja valkuaisen porojen tarpeita suuremmasta pitoisuudesta tai siitä, että muuttujat ovat yhteydessä johonkin toiseen syöntiä selittävään tekijään. Kuiva-ainepitoisuuden lisääntyminen lisäsi ja raakavalkuaispitoisuuden lisääntyminen vähensi säilörehun syöntiä. Myös sokeripitoisuuden lisääntyminen lisäsi hieman syöntiä. Käymistuotteet heikensivät rehujen syöntiä ilmeisesti käyräviivaisesti. Säilörehun tehokas hyödyntäminen porojen ruokinnassa ja oikea väkirehutäydennys vaatii kiinnittämään huomion säilörehun kemialliseen koostumukseen.			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords poro, syönti, säilörehun laatu, valikointi, syöntiin vaikuttavat tekijät, aerobinen stabiilisuus			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Viikin kampuskirjasto ja Maataloustieteiden laitos, kotieläinten ravitsemustieteen kirjasto			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Työn ohjaajat: Tuomo Kokkonen ja Veikko Maijala			



Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos — Institution — Department Department of Agricultural Sciences	
Tekijä — Författare — Author Laura Kylmämaa			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Evaluation of the factors affecting silage intake, body condition score and live weight of reindeer			
Oppiaine — Läroämne — Subject Animal nutrition			
Työn laji — Arbetets art — Level Master's thesis	Aika — Datum — Month and year March 2015	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 40 p.	
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>The aim of this study was to investigate how the quality of silage affects the silage intake of reindeer. There were two growth stages of primary growth and regrowth silage in the study. Aerobic stability of silage was observed after opening the silage bales.</p> <p>The experimental silages were made at the fields of MTT Agrifood Research Finland in Apukka, Rovaniemi. The study was conducted at the reindeer pen of Lapland Vocational College. There were four groups of female reindeer, six animals in each, and one silage type per group. Feeding trial lasted eight weeks with two weeks pre-period before. Reindeer were fed <i>ad libitum</i> in the mornings.</p> <p>The biggest differences of chemical composition of silages were between primary growth and regrowth silage. The growth stage did not affect to the chemical composition. Aerobic deterioration of silages was not observed during three weeks exposure to air because ambient temperature remained above zero almost constantly.</p> <p>Silage residue had lower D-value, crude protein, AAT and PBV content and higher concentration of NDF-fiber compared to the given feed. The selection of feed differed between primary growth and regrowth silage based on crude protein and water-soluble carbohydrate (WSC) contents. This is may be because of the excess of crude protein and WSC relative to nutrient requirements of reindeer or that the variables are correlated with the other variables which explain the intake.</p> <p>Silage intake was higher when dry-matter content was higher and lower when crude protein content was higher. WSC had slightly positive effect to the intake. Intake seemed to be curvilinearly related to the content of fermentation products. Effective utilization of silage requires analyses on the chemical composition of silage.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords reindeer, intake, quality of silage, feed selection, factors affecting intake, aerobic stability			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Viikki Campus Library and Department of Agricultural Sciences, Animal science library			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Supervisors: Tuomo Kokkonen and Veikko Maijala			



SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
1.1 Talvinen lisäruokinta.....	5
1.2 Porojen säilörehun syötiin vaikuttavat tekijät.....	6
1.3 Säilörehujen aerobinen stabiilisuus	9
2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	12
3 AINEISTO JA MENETELMÄT	12
3.1 Koeviljelyt	12
3.2 Ruokintakoe.....	13
3.2.1 Porojen valinta ja seuranta	13
3.2.2 Ruokinta ja testeissä käytetyt rehut	14
3.3 Jäähile rehuissa	16
3.4 Tulosten laskenta ja tilastollinen analyysi	16
4 TULOKSET	17
4.1 Rehujen kemiallinen koostumus.....	17
4.2 Rehujen syöinti ja siihen vaikuttavat tekijät	20
4.3 Syömättä jääneen rehun kemiallinen koostumus.....	24
4.4 Painon ja kuntoluokkien kehitys.....	27
5 TULOSTEN TARKASTELU	29
5.1 Annetun ja jääneen rehun kemialliseen koostumukseen vaikuttaneet tekijät.....	29
5.2 Säilörehun syöintiin, porojen painoon ja kuntoluokkiin vaikuttaneet tekijät	31
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	34
7 KIITOKSET	35
LÄHTEET.....	37



1 JOHDANTO

1.1 Talvinen lisäruokinta

Poronlihantuotannon tavoitteena on saada vuoden aikana paras tuotos rajallista pinta-alaa kohden. Talvilaidunten niukkuus vaikuttaisi monin paikoin olevan ravitsemuksellisesti tuotantoa ensimmäisenä rajoittava tekijä. Niukkuus johtuu siitä, että kilpailevat maankäyttömuodot, kuten metsätalous ja kaivosteollisuus, ovat monin paikoin vähentäneet laidunala ja talvilaidunten kunto on huonontunut ylilaidunnuksen takia (Kumpula ym. 2004, Kumpula ym. 2009, Mattila ja Mikkola 2009).

Talvisen lisäruokinnan avulla enemmän vaatimia ja hirvaita voidaan jättää lisääntymään heikommillekin talvilaitumille. Myös hyvillä laitumilla lisäruokinta voi olla aiheellista, jos ympäristöolosuhteet ovat poikkeuksellisen ankarat. Talviruokinta onkin yleistynyt koko poronhoitoalueella. Poromäärä pitäisi kuitenkin pystyä rajaamaan niin, etteivät kesälaitumet ehtyisi. Lisäksi on huomioitava lisäruokinnan vaikutus koko ekosysteemiin, mukaan lukien kasvit, pedot ja samasta ravinnosta kilpailevat eläimet. Jotta lisäruokinta onnistuisi, on tiedettävä millaista rehua olisi järkevintä tarjota.

Laiduntavien lampaiden osalta on todettu, ettei ole taloudellista yrittää täyttää ravintoainetarpeita laitumella jatkuvasti. Vaikka olosuhteet sallisivat ympärivuotisen laidunnuksen, eivät laitumelta saatavat ravintoaineet riitä yksinään täyttämään lampaiden tarpeita jokaisena vuodenaikana. Vaihtoehtoina on siis antaa lampaille lisärehuja tai sallia painonmenetykset, joka kuitenkin voidaan korjata myöhemmin. (Freer 2002) Jälkimmäisen ajatuksen mukaan porojenkaan painon ja kuntoluokan säilyttäminen läpi talven ei ehkä ole välttämätöntä. Ravitsemuksellisesti niukkaa ajanjaksoa seuraa kompensatorisen kasvun vaihe, jonka porot voivat hyödyntää rehevillä kesälaitumilla.

Ravintoaineiden puutoksen tiedetään kuitenkin aiheuttavan ravitsemuksellista stressiä. Tarhaus on myös stressin lähde ihmisten läsnäoloon ja käsittelyyn tottumattomalle puolikesylle märehitijälle. Lisäksi tarhoissa tautipaine kasvaa, kun eläintiheys lisääntyy. Toisaalta tarhaus voi vähentää petojen aiheuttamaa stressiä. Pitkittynyt stressi alentaa vastustuskykyä, joka taas voi koitua kohtaloksi huonokuntoiselle porolle. Lisäruokinnan tulee siis olla sellaista, että porot pystyvät selviämään talven yli ja tuottamaan lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä.



Porojen ruokinnassa käytetään yleisesti säilörehuja, jotka monesti on itse viljelty. Ruokinnan taloudellisuuden kannalta on tärkeää, että poro pystyisi täyttämään mahdollisimman paljon energian ja ravintoaineiden tarpeistaan säilörehulla, jolloin ostorehujen määrä voidaan pitää minimissään. Tällöin tulee siis maksimoida porojen säilörehun syönti. Jotta syönnin maksimoiminen olisi mahdollista, täytyy selvittää säilörehun kemiallisen koostumuksen yhteys syöntiin.

Säilörehut ovat monesti säilöttyinä pyöröpaaleihin, mikä helpottaa kuljettamista ruokintapaikalta toiselle tai hajanaisilta pelloilta ruokintapaikoille. Suuri pyöröpaali voi olla avattuna poroille talvisaikaan useamman viikon, etenkin jos poroja on talviruokinnassa vähän. Joutuessaan ilman kanssa kosketuksiin säilörehu voi alkaa pilaantua (Woolford 1990, McDonald ym.1991). Pilaantumisen vaikutusta porojen säilörehun syöntiin ei ole tutkittu aikaisemmin.

1.2 Porojen säilörehun syöntiin vaikuttavat tekijät

Morfologiselta ruokintatyypiltä poro kuuluu välityypin märehittäjiin. Ruokintatyyppien väliset erot ruoansulatuskanavan tietyissä osissa mahdollistavat eri ruoansulatusmekanismit ja siten eri kasvien hyväksikäytön, jolloin eri märehittäjille muodostuu oma ekologinen lokeronsa (Fisher 2002). Välityypin märehittäjät valitsevat valikoiden tapaan mielellään paljon tärkkelystä, valkuaista ja rasvoja sisältäviä kasveja ja kasvin osia. Ne kuitenkin pystyvät hyödyntämään myös kuitupitoisia kasveja, mutta eivät aivan niin hyvin kuin karkearehujen käyttäjät, sillä pötsi on pienempi ja rehun viipymäaika lyhyempi. (Hofmann 1989)

Porojen ekologinen lokero muodostuu lisäksi kyvystä käyttää jäkälää hyväksi, jonka taas ilmeisesti mahdollistavat sellaiset alkueläimet, joita on löydetty ainoastaan poron pötsistä (Westerling 1970). Erot eri eläinlajien mikrobistossa selittävät myös rehujen hyväksikäyttöä, vaikka mikrobisto sopeutuukin jossakin määrin uusiin rehuihin. Samaa säilörehua syöneiden porojen pötsin mikrobimassa oli 1,8 prosenttia koko pötsin sisällöstä ja lampailta 2,4 prosenttia (Syrjälä-Qvist 1982). Vähäisempi mikrobien määrä voi osaltaan selittää porojen hitaampaa rehun sulatusta.

Kasvien kemiallisen koostumuksen vaikutuksia porojen rehujen valikointiin on tutkittu vasta vähän koeolosuhteissa, joissa laitumen eri kasvien saatavuus ei vääristä tuloksia. Danell ym. (1994) tekivät porojen talvilaitumella ravinnokseen käyttämällä kasveilla maittavuuskokeen, jossa tutkittiin jäkälää, varpuja, sammalta ja ruohoa, yhteensä yhdeksää eri kasvilajia. Huonoiten maittoivat sammal ja



varvut, kun taas viidestä jäkälästä neljä valittiin useimmin ravinnoksi. Eläinten välillä ei havaittu eroja maittavuuksissa.

Tutkimuksen tulosten perusteella kasvit, joissa oli suuri ADF-pitoisuus, eivät maittaneet poroille niin hyvin kuin vähän ADF-kuitua sisältävät kasvit. Typpipitoisuuden ja maittavuuden välillä oli negatiivinen, mutta ei merkitsevä korrelaatio. Orgaanisen aineen *in vitro* -sulavuudella ja NDF-pitoisuudella oli positiivinen korrelaatio maittavuuteen, mutta se ei ollut tilastollisesti merkitsevä. (Danell ym. 1994)

Kasvien kemiallinen koostumus ei kuitenkaan kerro koko totuutta. Etenkin pensaiden puisissa osissa on enemmän ligniiniä kuin nurmikasveissa, jonka vuoksi sulavuus on huonompi kuin nurmikasvien solunseinän. Sulavuutta parantaa kuitenkin se, että kuitu on lyhyempää, joten solunseinän voi pureskella nopeammin pieneksi. Lisäksi esimerkiksi sienien ravitsemuksellinen arvo on hyvä ja niissä on paljon valkuaista. Valkuaispitoisuutta ei kuitenkaan voida määrittää perinteisillä menetelmillä virheettömästi, sillä esimerkiksi kitiini vääristää tuloksia. (NRC 2007)

Sekundaariset yhdisteet, kuten tanniinit, vähentävät rehujen syöntiä. Korvanalussylkirauhaset erittävät yhdisteitä, jotka mahdollistavat näiden kasvien syömisen. Esimerkiksi juuri tanniinia sitoo joillakin eläimillä syljen paljon proliinia sisältävä valkuainen, eivätkä tanniinit pysty siihen sitoutuneena vaikuttamaan haitallisesti ruoansulatuskanavassa (NRC 2007). Kun verrataan vielä eri morfologisia ruokintatyyppisiä, valikoijilla on suurimmat korvanalussylkirauhaset suhteessa pötsin kokoon. Ne mahdollistavat sekundaaristen yhdisteiden lisäksi nopeasti sulavien hiilihydraattien syömisen suurempina määrinä, sillä ne tuottavat myös puskuroivia aineita, jolloin pötsin pH pysyy vakaampana. (Hoffman 1989, Fisher 2002)

Danellin ym. (1994) tutkimuksessa huonoiten maittavassa jäkälässä oli eniten tyypeä, mutta siinä tiedettiin myös olevan sekundaarisia yhdisteitä ja piioksidia. Jäkälän maittavuus oli parempi kuin olisi voitu olettaa orgaanisen aineen sulavuuden perusteella ja sammalen ja varpujen taas huonompi. Eri jäkälän orgaanisen aineen sulavuus vaihteli enemmän kuin olisi olettanut NDF- ja ADF-pitoisuuksista. Kuitupitoisuuden lisäksi oli jokin muu tai muita maittavuuteen vaikuttavia tekijöitä, joita ei saatu selville kemiallisen koostumuksen analyyseillä.

Lisäksi rehujen valikointiin vaikuttaa eläimen sen hetkiset tarpeet, sosiaaliset paineet, ympäristöolot ja eläimen ravitsemuksellinen tila. Ravitsemuksellisesta tilasta kertovat esimerkiksi eri aineenvaihduntatuotteiden määrät, hormonit sekä valkuais- ja rasvavarastot. (Kyriazakis ym. 1999)



Syrjälä-Qvist ja Salonen (1983) tutkivat erilaisia dieettejä, joissa säilörehua oli täydennetty eri määrillä jätökuitua, ohraa tai jäkälää tai dieetti koostui pelkästään säilörehusta tai jäkälästä. Tutkimuksessa dieettien raakavalkuais- tai kuiva-ainepitoisuus ei vaikuttanut kokonaissyöntiin. Syönti sen sijaan lisääntyi, kun kuiva-aineen sulavuus parani. Raakakuidun lisääntyminen vähensi syöntiä. Näitäkään tuloksia ei voi suoraan verrata pelkästään säilörehua sisältävään ruokintaan, sillä rehujen välillä voi olla yhdysvaikutuksia.

Huhtanen ym. (2007) kokosivat eri tutkimuksista yhteen, miten säilörehun eri ominaisuudet vaikuttavat lehmien säilörehun kuiva-aineen syöntiin. Tutkimuksen mukaan D-arvo oli paras yksittäinen syönnin ennustaja, kun kehitysaste vaihteli. D-arvon vaikutus syöntiin oli sama sadosta riippumatta. Käymislaatu oli toiseksi tärkein parametri syönnin ennustamisessa, jonka jälkeen tulivat kuiva-ainepitoisuus ja sato.

Käymisominaisuuksista vain kokonaishappojen määrää voitiin käyttää syönnin ennustamisessa. Kokonaishappopitoisuus laskettiin maitohapon ja VFA:n summana. Energiantarpeen kasvaessa käymisominaisuuksien vaikutus syöntiin väheni. Lehmillä kuiva-ainepitoisuus vaikutti syöntiin käyräviivaisesti. Syönti oli suurinta, kun kuiva-ainepitoisuus oli 419 g/kg ka, mutta syytä tähän ei tiedetä. Satojen välinen ero syönnissä oli pieni. Ensimmäinen sato oli kuitenkin maittavampaa. Kuidusta iNDF-pitoisuus kuvasi paremmin syöntiä kuin NDF-pitoisuus. (Huhtanen ym. 2007)

Vaikka lehmillä säilörehun kemiallisen koostumuksen vaikutusta syöntiin on tutkittu paljon, ei edelleenkään osata täysin selittää syöntiin vaikuttavia mekanismeja. Esimerkiksi vielä ei tiedetä, mikä mekanismi ohjaa eläimen valitsemaan paljon vesiliukoisia hiilihydraatteja sisältäviä kasveja. Kuitenkin niiden merkitys ravinnon valikoinnissa on ilmeisesti aiemmin oletettua suurempi. (NRC 2007) Lehmillä palkokasvit tai kokoviljasäilörehu nurmisäilörehun seassa lisäävät kokonaissyöntiä (Huhtanen ym. 2007).

Kun mietitään millaista säilörehua eläimille kannattasi tehdä, tulee ensin tietää niiden ravintoaineiden tarpeet. Suuri ravintoaineiden välinen epätasapaino vähentää rehun syöntiä. Myös pötsimikrobien tarpeet tulee täyttää. Esimerkiksi valkuaisen puutos pötsissä heikentää mikrobien kasvua, jolloin kasvien soluseiniä hajotus hidastuu. Vaikka dieetissä olisi kaikki eläimen tarvitsemat ravintoaineet oikeassa suhteessa, voi niiden saanti jäädä täyttymättä, jos rehu etenee liian hitaasti etumahoista eteenpäin ja pötsin tilavuus alkaa rajoittaa syöntiä (Fisher 2002).

Jos säilörehua käytetään lisäravintona talvilaidunten ohessa, mutkistuu tilanne entisestään. Jotta lisärehuista saataisiin hyötyä, pitäisi tietää laitumen koostumus. Esimerkiksi valkuaislisän on havaittu lisäävän huonolaatuisten rehujen syöntiä, mutta energialisä voi jopa vähentää sitä. Talven



kuluessa poroille sopiva lisä siis vaihtelee. Huonosti sulavat rehut eivät oikein sovellu lisärehuksiin, sillä ne täyttävät pötsin, eikä tilaa sulavammille rehulle jää. (NRC 2007)

1.3 Säilörehujen aerobinen stabiilisuus

Säilörehupaalin avaamisen jälkeen säilönnän perustana ollut rehun anaerobinen ympäristö muuttuu aerobiseksi. Samalla hapettomissa oloissa lepotilassa olleet aerobiset haittamikrobit alkavat lisääntyä nopeasti. (McDonald ym.1991) Mikrobien lisääntymiseen voi liittyä lämpenemistä. Lämpöä syntyy, kun mikrobit hajottavat eli käyttävät energianlähteenään sekä rehusta peräisin olevia ravintoaineita, kuten vesiliukoisia hiilihydraatteja, että fermentaation aikana syntyneitä tuotteita, kuten maito- ja etikkahappoa. (Woolford 1990) Pilaantumisen aikana tapahtuu siis ravintoainehäviötä, jolloin rehun ravitsemuksellinen arvo heikkenee. Pilaantunut rehu on syötäväksi kelpaamatonta ja usein jopa myrkyllistä. (McDonald ym.1991) Ongelmia aiheuttavat ainakin epäsuotuisat mikrobit, kuten listeria ja klostridit, ja haitalliset yhdisteet, kuten mykotoksiinit (Wilkinson 1999).

Lämpenemisherkyys eli aerobinen stabiilisuus kuvaa säilörehun alttiutta jälkipilaantumiselle sen jälkeen, kun happea pääsee taas rehuun. Käytännössä se tarkoittaa aikaa, joka rehulla kuluu lämpenemiseen. Säilörehujen lämpötila nousee rehusta riippuen parin tunnin tai vasta viikkojen kuluttua. Voimakas lämpeneminen heikentää valkuaisen sulavuutta. Lämpenemisen vaikutuksesta valkuaisen peptidiketjuihin muodostuu uusia sidoksia, joista osa heikentää proteaasin toimintaa ruoansulatuskanavassa. (McDonald ym. 1991) Pilaantumisen aikana mikrobitoiminnan seurauksena syntyy vettä, ammoniakkia ja hiilidioksidia. Hiilidioksidin muodostumisesta voidaan laskea kuiva-ainehäviötä ja havainnoida rehun pilaantumisen etenemistä. (Woolford 1990)

Kungin (2010) artikkelissa hapen pääsyn aiheuttama ketjureaktio on kuvattu pelkistetysti (Kaavio 1). Artikkelin mukaan maitohappoa hajottavat hiivat aloittavat yleensä lämpenemisen. Maito- ja etikkahapon hajoaminen nostaa rehun pH:ta, mikä mahdollistaa aerobisten bakteerien ja homeiden kasvun, jolloin rehun ravintoaineiden hapettaminen kiihtyy. Myös aminohappojen hajotuksessa syntynyt ammoniakki nostaa pH:ta (McDonald ym.1991). Woolfordin (1990) mukaan monet jälkilämpenemiseen osallistuvista mikrobeista osataan nimetä, mutta niiden tarkkoja tehtäviä pilaantumisessa ei tiedetä. Säilörehutyypistä riippumatta pilaantumista aiheuttavat pitkälti samojen sukujen hiivat ja bakteerit.



Kaavio 1. Säilörehun aerobinen pilaantuminen. (Kung 2010)

Säilörehu kosketuksissa ilman kanssa

- Lepotilassa olevat hiivat aktivoituvat
- Hiivat hajottavat maitohappoa hiilidioksidiksi ja vedeksi tuottaen lämpöä
- Säilörehun hiivojen määrä nousee
- Säilörehun pH nousee, koska maitohappoa on hajonnut
- Homeet ja aerobiset bakteerit aktivoituvat ja hajottavat säilörehua edelleen
- Mittava pilaantuminen

Sienien ja etenkin maitohappoa hajottavien hiivojen lukumäärällä on ketjun aloittajana erittäin merkittävä vaikutus säilörehun aerobiseen stabiilisuuteen. Helposti pilaantuvaksi säilörehuksi luokitellaan rehu, jossa pesäkkeitä muodostavia yksiköitä on enemmän kuin $10^5/g$ ka. Hiivapopulaatio kasvaa sen yli yleensä säilörehusta riippumatta muutamassa päivässä sen jälkeen, kun rehu on altistunut hapen vaikutukselle. (Woolford 1990)

Pilaantumisen käynnistymisen jälkeen, kun pH on noussut, bakteerit ovat päävastuussa pilaantumisen etenemisestä. Bakteerien osuus hiilidioksidin tuotannosta eli ravintoaineiden hajotuksesta on 48 %, homeiden 8 % ja hiivojen käytännössä 0 % (McDonald ym.1991). Bakteerien kasvua on havaittu joissakin kokeissa happamemmissakin olosuhteissa. Kasvun epäsuotuisimmista olosuhteista mahdollistaa luultavasti se, että säilörehuissa on erilaisia mikroympäristöjä. (Woolford 1990)

Epäsuotuisien mikrobien toiminnan estämiseksi tehtävä pH:n lasku tapahtuu joko lisäämällä rehumassaan happoa, jolloin estetään fermentaatio, tai tukemalla maitohappokäymistä (Huhtanen ym. 2013). Happamuus vähentää mikrobien määrää, mutta ne voivat säilyä lepotilassa rehun varastoinnin ajan (Woolford 1990). Maitohappofermentaatiossa bakteerit hajottavat sokerit maitohapoksi, mutta happo sen sijaan rajoittaa fermentaatiota, jolloin vesiliukoisia hiilihydraatteja jää rehuun paljon (Saarisalo ym. 2006). Suuri vesiliukoisten hiilihydraattien pitoisuus heikentää aerobista stabiilisuutta, sillä hiivat voivat käyttää niitä ravintoaineenaan (Huhtanen ym. 2013).



Muurahaishapolla voidaan kuitenkin saavuttaa hyvä aerobinen stabiilisuus, sillä pienikin määrä sitä voi rikkoa kasvien solukalvoja ja vapauttaa liukoista solunsisältöä (Jaakkola ym. 2006). Solukalvojen rikkoutumisen ansiosta rehu saadaan pakattua tiiviisti ja ilman pääsy rehumassaan vähenee. (Saarisalo ym. 2006) Muurahaishappo lisäksi tuhoaa bakteereja, mutta sillä ei ole vaikutusta hiivoihin (McDonald ym. 1991).

Säilörehujen esikuivaus pienentää veden aktiivisuutta, jolloin fermentaatio rajoittuu entisestään ja mikrobeille jää paljon helposti käytettäviä ravintoaineita. (Saarisalo ym. 2006) Esikuivatus voi lisäksi heikentää aerobista stabiilisuutta lisäämällä aerobisten mikrobien, etenkin happoja käyttävien hiivojen, määrää (McDonald ym. 1991). Kungin (2010) artikkelissa pohdittiin, että tiivis pakkaaminen vaikeutuu kun kuiva-ainepitoisuus suurenee ja rehuun jää säilöittäessä happea. Toisaalta, jos kosteuspitoisuus on hyvin pieni (kuiva-ainetta yli 500 g/kg), ei vettä ole edes hiivojen kasvuun, jolloin riski pilaantumiselle pienenee (McDonald ym. 1991, Kung 2010).

Märissä rehuissa käyminen on heterofermentatiivisempaa kuin kuivissa. Liian homofermentatiivinen maitohappokäyminen lisää aerobisen pilaantumisen riskiä, sillä heterofermentatiivisessa maitohappokäymisessä syntyvät haihtuva rasvahapot estävät mikrobien kasvua. (Weinberg ja Muck 1996) Sen sijaan huonommin säilyneet rehut eivät ole niin alttiita jälkilämpenemiselle, sillä voimakas sekundaarinen fermentaatio hidastaa jälkilämpenemistä. Sekundaarisella fermentaatiolla tarkoitetaan maitohappokäymisen jälkeistä sokereiden ja maitohapon sekä valkuaisen hajotusta. Ensimmäisestä lopputuotteena syntyy voihippoo ja jälkimmäisestä amiineja, amideja ja ammoniakkia. Voihippo ja ammoniakkityppi tekevät säilörehuista stabiilimpia, vaikka muuten ovat epäsuotuisia. (Woolford 1990)

Säilörehu voi pilaantua nopeammin lämpimissä oloissa kuin viileässä, koska lämmin sää lisää mikrobien kasvua (Kung 2010). Säilörehun pilaantumista talvisissa olosuhteissa on tutkittu vähän. Rhein ym. (2005) tulosten mukaan koiranheinä- (*Dactylis glomerata L.*) ja vehnäpaalit (*Triticum aestivum*) säilyivät lähes muuttumattomina talvella koko 32 päivän koejakson ajan ollessaan vaikutuksissa ilman kanssa. Ympäristön lämpötila oli kuitenkin lämmin, vaihdellen kokeen aikana 0,6-19,4 °C:een välillä. Kyseisten paalien kuiva-ainepitoisuudet olivat kuitenkin korkeat (544 g/kg koiranheinällä ja 624 g/kg vehnällä). Vehnä- ja maissisäilörehut pysyivät aerobisesti stabiileina kuuden päivän koejakson ajan, kun lämpötila oli 10 astetta, mutta pilaantumista havaittiin etenkin 20 ja 30 asteen lämpötiloissa (Ashbell ym. 2002).



2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää miten kehitysaste, sato ja altistuminen ilmalle vaikuttavat säilörehun kemialliseen koostumukseen. Edelleen haluttiin selvittää miten kemiallinen koostumus vaikuttaa porojen säilörehujen syöntiin. Lisäksi haluttiin selvittää miten kehitysaste ja sato vaikuttavat porojen elopainoon ja kuntoluokkaan.

Tämän tutkimuksen hypoteesit olivat:

1. Säilörehun altistuminen ilmalle muuttaa säilörehun koostumusta ainakin lämpimämmillä ilmoilla, mikä taas vaikuttaa porojen säilörehun syöntiin.
2. Kasvuston vanhetessa säilörehun syönti vähenee.
3. Kevätsadon syönti on runsaampaa kuin syysadon.
4. Säilörehun kemiallinen koostumus selittää porojen säilörehun syöntiä.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Koeviljelyt

Kokeessa käytetyt rehut viljeltiin Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) Rovaniemen toimipisteessä, Apukassa, kesällä 2012. Koealan nurmi oli perustettu ja kalkittu dolomiitilla (4 tn/ha) vuonna 2009. Nurmen siemenseos koostui Iki-timoiteista (Boreal Kasvinjalostus Oy, 15 kg/ha), Kalvei-nurminadasta (Boreal Kasvinjalostus Oy, 5 kg/ha) sekä puna-apilana käytettiin Betty-lajiketta (Svalöf Weibull, Ruotsi, 1,5 kg/ha). Suojakasveina käytettiin 50 kg/ha ohraa ja 2 kg/ha Westerwoldinraiheinä. Vuoden 2012 kevätlannoite levitettiin 8. kesäkuuta ja lannoitteena käytettiin YaraMila Pellon Y3:sta 70 kg N/ha (Yara, Norja). Syyslannoitus tehtiin 5. heinäkuuta YaraMila NK 1:llä ja sitä käytettiin 50 kg/N/ha.

Nurmi niitettiin 10 senttimetrin sänkeen Krone easycut 3200cv –niittokoneella (Krone, Saksa). Rehut säilöttiin suuriin pyöröpaaleihin AIV 2 plus –liuoksella (Kemira Oyj). Liuoksen säilöntäominaisuudet perustuivat muurahaishappoon (760 g/kg) ja ammoniumformiaattiin (55 g/kg).



Säilöntäainetta käytettiin noin 2 litraa paalia kohden. Paalaimena käytettiin Agronic 130R – yhdistelmäpaalainta (Agronic Oy) ja paalit käärittiin noin kuuteen kerrokseen muovia.

Koeviljelyalalta korjattiin rehua eri kehitysasteilla lohkon osista A ja B. A-osan sato niitettiin ensimmäisen kerran 25.6. ja se paalattiin 26.6. B-osan ensimmäinen sato niitettiin kolme päivää myöhemmin, 28.6., ja paalattiin 29.6. Toinen sato niitettiin molemmilta lohkon osilta 15.8. ja paalattiin 16.8. A-osan ensimmäisen sadon paalit merkittiin A1-tunnisteella, jota seurasi juokseva numerointi. A-osan toisen sadon paalit merkittiin A2-tunnisteella. B-osan paalit merkittiin samalla periaatteella. A1 ja B2 olivat siis nuoremman (N) kehitysasteen rehuja ja B1 ja A2 vanhemman (V).

Paalauksen jälkeen säilörehut kuljetettiin lähemmäs ruokintapaikkaa, järjesteltiin riviin ja peitettiin suojapeitteellä odottamaan ruokintakokeen alkua.

3.2 Ruokintakoe

3.2.1 Porojen valinta ja seuranta

Ruokintakokeet toteutettiin tammi-maaliskuussa vuonna 2013 Lapin ammattiopiston (LAO) opetusporoaidan yhteyteen rakennetulla testikentällä. Jokaiselle pororyhmälle oli noin 0,1 ha:n aitaus. Ruokintakoe kesti kahdeksan viikkoa ja sitä edelsi kahden viikon mittainen totutusjakso. Totutusjakson aikana paikallisen poromiehen sekä Lapin ammattiopiston yhteensä 32 oletettavasti kantavasta vaatimesta kerättiin tietoja, jotta voitaisiin muodostaa neljä mahdollisimman tasalaatuista kuuden poron ryhmää varsinaisia ruokintakoeviikkoja varten.

Totutusjakson alussa porot punnittiin ja kuntoluokitettiin (1 = erittäin laiha – 4 = ylikunto) sekä niiden hampaat luokiteltiin (1 = kulumattomin – 6 = kulunein) ja sarvet mitattiin. Punnitus tapahtui ± (0,5 kg tarkkuudella) Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen (RKTL) poropuntarilla (Danvaegt A/S, Tanska ja muutokset Dayton Vaaka Oy). Painojen, kuntoluokkien ja hampaiden kunnan perusteella muodostettiin neljä mahdollisimman tasalaatuista kahdeksan poron ryhmää. Kaikki porot saivat totutusjakson alussa Ivomec-loislääkkeen.

Porojen käyttäytymistä ja kuntoa seurattiin päivittäin täysrehun jaon yhteydessä, jolloin saatiin selville ryhmän dominoivat ja vetäytyvät porot. Ryhmään huonoiten sopeutuvat porot karsittiin totutusviikkojen aikana pois varsinaisista ruokintakokeista. Lopulliset ryhmät olivat päivittäisen seurannan perusteella tasaisia, lukuun ottamatta 2N-ryhmää, jossa selvästi arvoasteikossa



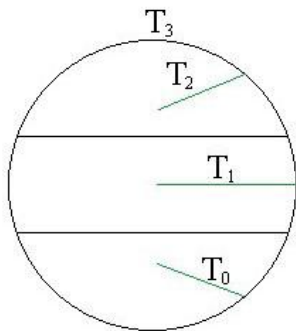
matalimmalla olevat porot eivät päässeet yhtä aikaa samalle rehukaukalolle muiden kanssa. Myös koeviikkojen aikana porojen käyttäytymistä seurattiin päivittäin ruokinnan yhteydessä. Tämän lisäksi porot punnittiin ja kuntoluokitettiin joka viikko maanantaisin.

3.2.2 Ruokinta ja testeissä käytetyt rehut

Pororyhmille arvottiin säilörehu, jota ne söivät koko kokeen ajan. Porot ruokittiin kerran päivässä aamuisin. Säilörehua oli tarjolla vapaan syönnin periaatteella (*ad libitum*) siten, että päivittäin säilörehua annettiin 20 % edellisen päivän syöntiä enemmän. Säilörehu irrotettiin paalista ja vietiin irrallisena poroille ruokintakaukaloihin. Etupäässä paalin laidalta otettuja, täysin jäätyneitä rehupaloja, joita porot eivät olisi saaneet syötyä, ei viety lainkaan ruokintakaukaloihin. Ruokintakaukalot oli rakennettu halkaistaista muoviputkista, joissa säilörehulle käytetyn putken halkaisija oli 60 cm ja täysrehulle 30 cm. Ruokintakaukaloiden pituus oli 3 metriä ja ne olivat katettuja.

Syönti laskettiin annetun ja jääneen rehun erotuksena ryhmäkohtaisesti. Päivittäisistä syönteistä muodostettiin viikkokeskiarvot. Ensimmäisen koeviikon aikana 1N- ja 2V-rehujen ruokintakaukalot olivat romahtaneet lumen painosta, joten sen päivän tuloksia ei huomioitu. Paalin syötössä noudatettiin lohkomenetelmää eli paalia syötettiin sivusta päin, ei kuorimalla (Kuva 1). Tällöin voitiin saada tietoa siitä, säilyykö paali kauttaaltaan samanlaisena.

Pyöröpaaleista porattiin maanantaisin analyysinäytteet siitä osasta, jonka ajateltiin kuluvan seuraavan viikon aikana. Säilörehunäytteet analysoitiin Valio Oy:llä. NIR-analyysillä määritettiin D-arvo sekä sokeri-, NDF-, tuhka- ja raakavalkuaispitoisuus. Kuiva-ainemääritys tehtiin lämpökaapissa kuivaamalla yön yli 60 asteessa. Säilöntälaatu määritettiin titrausmenetelmällä puristenesteestä. Yhden pyöröpaalin ajateltiin kestävän kolme viikkoa, mutta mikäli paalia ei arvion mukaan riittänyt enää kolmanneksi viikoksi, jätettiin siitä kuitenkin näyte ilman kanssa kosketuksiin havainnollistamaan säilörehun laatua vielä kolmannen viikon jälkeen.



- T_0 = Näyte pyöröpaalin avaamishetkellä
 T_1 = Näyte viikon kuluttua avaamisesta
 T_2 = Näyte kahden viikon kuluttua avaamisesta
 T_3 = Näyte kolmen viikon kuluttua avaamisesta

↑ Säilöhupaalin syöttösuunta

Kuva 1. Pyöröpaalin syöttämisen järjestys ja analyysinäytteiden kairausuunta

Myös syömättä jääneet rehut kerättiin astioihin ja punnittiin joka päivä ryhmäkohtaisesti. Maahan pudonneet rehut kerättiin mahdollisimman huolellisesti astian pohjalle, kuitenkin niin, ettei rehuun kuulumattomia partikkeleita pääsisi mukaan punnitukseen. Ruokintakaukalon pohjalla ollut lumi ja jää erotettiin rehuista ja punnittiin erikseen. Syömättä jääneistä rehusta punnittiin ryhmäkohtaisesti 10 % analyysinäytettä varten. Näytteen otossa vältettiin ottamasta pohjan mahdollisesti saastuneita rehuja. Näytteet kerättiin muovipusseihin, jotka suljettiin ja jätettiin odottamaan viikkokohtaisen näytteen ottoa. Viikkokohtainen näyte otettiin maanantaisin edustavasti viikon aikana syömättä jääneistä rehuista jokaiselta ryhmältä erikseen. Mittaustarkkuus säilörehujen punnituksessa oli $\pm 0,5$ kg. Päivittäiset keskilämpötilat koejaksolle saatiin läheiseltä Ilmatieteen laitoksen Apukan sääasemalta.

Säilörehun lisäksi poroille jaettiin päivittäin 300 ± 2 g täysrehua/poro (Poron-Herkku, Raisio Oy). Täysrehun kemiallinen koostumus määritettiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä. Kuiva-ainepitoisuus määritettiin kuivaamalla 105 asteessa yön yli. Raakavalkuaispitoisuus määritettiin Kjeldahlin menetelmällä. Raakakuidun määrittämiseksi rehusta hydrolysoitiin hapolla ja emäksellä hajoava osuus ja jäänyt orgaaninen aines luokiteltiin raakakuiduksi. Raakarasvan määrittämiseksi näyte hydrolysoitiin tunnin verran suolahapossa ja eetteriliukoinen osuus punnittiin. Tuhkapitoisuuden määrittämiseksi näytettä poltettiin 600 asteessa 3–4 tuntia. Typettömien uuteaineiden määrä saatiin laskennallisesti vähentämällä kuiva-aineesta raakavalkuaisen, raakakuidun, raakarasvan ja tuhkan osuus. Kivennäispitoisuuksien määrittämiseksi näyte kuivapoltettiin 550 asteessa, uutettiin suolahapossa ja mitattiin ICP-AES –analyysitekniikalla.



Epätasaisimmalle 2N-ryhmälle täysrehu jaettiin kolmannesta koepäivästä alkaen kahteen kaukaloon ennen säilörehun jakoa, jotta kaikki porot pääsivät mahdollisimman tasaisesti syömään. Muuten täys- ja säilörehu tarjottiin erillisistä ruokintakaukaloista yhtä aikaa. Lisäksi jokaisella pororyhmällä oli kivennäistäydennyksenä Hertta-nuolukivi (Suomen Rehu, 99 % NaCl, 39 % Na). Kaikkien kokeessa käytettävien rehujen punnitus tapahtui WS-055-merkkisellä vaa'alla (ITE-tools, Belgia).

3.3 Jäähile rehuissa

Totutusviikkojen aikana havaittiin, että mitä matalampi kuiva-ainepitoisuus säilörehussa oli, sitä enemmän ruokintakaukalon pohjalla oli jäähilettä. Kosteimmassa 1V-rehussa oli jopa 10 % jäätä poroille annetun rehun painosta. Kuivimmissa rehuissa jäähilettä oli vain yksittäisinä päivinä koko kokeen aikana. Jäähileen oletettiin olevan alun perin rehun omaa kosteutta.

3.4 Tulosten laskenta ja tilastollinen analyysi

Tilastolliset vertailut tehtiin SAS-ohjelmiston (versio 9.3) Mixed-proseduurilla, käyttäen toistettujen mittauksen mallia. Tilastollisissa mallissa kiinteinä tekijöinä olivat kehitysaste, sato ja näytekerta sekä niiden yhdysvaikutukset. Yhdysvaikutukset poistettiin mallista, mikäli niiden vaikutus ei ollut tilastollisesti vähintään suuntaa-antava ($P < 0,10$). Annetun rehun kemiallisen koostumuksen näytekertojen väliset erot testattiin parittaisella keskiarvotestillä, käyttäen Tukeyn menetelmää. Säilörehun kemiallisen koostumuksen vaikutusta syötiin tarkasteltiin regressioanalyysillä käyttäen SAS-ohjelmiston REG-proseduuria. Syönnin ja säilörehun kemiallisen koostumuksen väliset Pearsonin korrelaatiokertoimet laskettiin SAS-ohjelmiston Corr-proseduurilla.



4 TULOKSET

4.1 Rehujen kemiallinen koostumus

Ruokintakokeessa syötetyt säilörehut olivat erittäin hyvin sulavia ja raakavalkuaista niissä oli keskimäärin Artturi-rehuanalyysin lehmien tavoitearvojen mukaisesti (Artturi 2014). Raakavalkuaispitoisuus vaihteli 105 – 185 g/kg ka välillä. Säilöntä oli onnistunut hyvin. Näytteistä yli 40 prosenttia sisälsi yli 400 g/kg kuiva-ainetta, jolloin säilönnän onnistuminen perustui pääasiassa kuivuuteen. Alle 400 g/kg ka sisältävien rehujen pH oli keskimäärin 4,27. Kuiva-ainetta oli kaikissa näytteissä yli 225 g/kg.

Valkuaista oli säilönnän aikana hajonnut vähän ammoniakkitypeksi, mutta liukoista typpeä oli 46 prosentissa näytteistä yli 400 g/kg N. Maito- ja muurahaishappoa oli vain yhdessä ja haihtuvia rasvahappoja kolmessa näytteessä yli riskirajan. Täysrehun kemiallinen koostumus on esitetty Taulukossa 1.

Taulukko 1. Täysrehun kemiallinen koostumus, g/kg ka.

	Poron-Herkku
Kuiva-aine	886
Raakavalkuainen	113
Raakakuitu	112
Raakarasva	35
Tuhka	75
Typettömät uuteaineet	665
Ca	7,8
P	4,7
Mg	3,7
K	8,4
Na	4,0

Säilörehujen kemiallisen koostumuksen erot johtuivat pitkälti sadon ja jonkin verran kehitysasteen vaikutuksesta niiden laatuun (Taulukko 2 ja 3). Kevätsato oli 10 g/kg ka syyssatoa sulavampaa ($P < 0,01$). Lähes saman verran sulavampia olivat nuoremman kehitysasteen rehut vanhempaan kehitysasteeseen verrattuna ($P = 0,01$). Paremmasta sulavuudesta huolimatta kevätsadossa oli keskimäärin 39 g/kg ka enemmän NDF-kuitua kuin syyssadossa ($P < 0,001$). Ensimmäisen sadon



säilörehussa NDF-pitoisuus oli suurempi viimeisellä näytekerralla, kun taas toisen sadon rehussa NDF-pitoisuus pysyi vakaampana (Taulukko 4, $P<0,01$). Lisäksi NDF-pitoisuuteen vaikutti suuntaa-antavasti kehitysaste ($P=0,09$) sekä kehitysaste x sato -yhdysvaikutus ($P=0,07$). Kevätsadossa oli alle puolet syyssadon sokerimäärästä ($P<0,001$). Sokerin määrä väheni kevätsadossa näytekertojen myötä, mutta syyssadossa vaikutus oli epätasainen (Taulukko 4, $P=0,02$).

Raakavalkuaista kevätsadossa oli selvästi enemmän kuin syyssadossa (159 g/kg ka vs. 130 g/kg ka, $P<0,001$). Nuoremman kehitysasteen rehussa oli hieman enemmän raakavalkuaista kuin vanhemman kehitysasteen rehussa ($P<0,01$). Myös näytekerta vaikutti suuntaa-antavasti raakavalkuaispitoisuuteen siten, että viimeisen näytteen raakavalkuaispitoisuus oli pienempi kuin kahden edellisen ($P=0,10$). Ero oli kuitenkin melko pieni.

OIV:ta oli kevätsadossa hieman enemmän kuin syyssadossa ($P<0,001$). Lähes olematon, mutta merkitsevä ero oli myös kehitysasteiden välillä. OIV-pitoisuus väheni kasvuston vanhetessa, mutta suuria eroa rehujen välille ei tullut ($P<0,001$). OIV-pitoisuuteen vaikutti myös kehitysaste x näytekerta -yhdysvaikutus, mutta merkittäviä eroja ei havaittu (Taulukko 5, $P<0,05$). PVT oli kevätsadossa 30 g/kg ka ja syyssadossa vain 6 g/kg ka ($P<0,001$). Merkitsevä, mutta selvästi pienempi vaikutus oli kehitysasteella ($P=0,02$), nuoremassa PVT oli hieman suurempi kuin vanhemmassa kehitysasteessa. Näytekerralla oli suuntaa-antava vaikutus PVT:seen ($P=0,08$) ja neljännen näytekerran arvo oli pienempi kuin kolmannen.

Syysato oli selvästi kuivempaa, 469 g/kg, kuin kevätsato, 297 g/kg ka ($P<0,001$). Ilmeisesti säilörehu kuivui hieman viimeisen viikon aikana saavissa ja viimeisten näytteiden kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin noin 5 prosenttiyksikköä suurempi kuin aikaisempien näytteiden ($P<0,01$). Molemmissa sadoissa säilörehun pH jäi korkeaksi, ollen syyssadossa 4,53 ja kevätsadossa 4,20 (Taulukko 3, $P<0,001$).

Maito- ja muurahaishappoa, VFA:ta, ammoniakkitypeä ja liukoista typpeä oli kuivemmassa syyssadossa jonkin verran vähemmän (VFA:n $P<0,01$ ja muissa $P<0,001$). Ammoniakkitypen pitoisuuteen vaikutti myös kehitysaste, mutta erot olivat pieniä ($P=0,01$). Näytekerran suuntaa-antava vaikutus maito- ja muurahaishapon pitoisuuteen oli myös vähäinen ($P=0,09$). Ammoniakkityppipitoisuuteen vaikutti myös kehitysaste x sato -yhdysvaikutus (Taulukko 6, $P<0,01$). Pitoisuus oli 12 g/kg N suurempi kevätsadon nuoremmalla kehitysasteella sen vanhempaan kehitysasteeseen verrattuna, mutta syyssadolla ero oli mitätön. VFA-pitoisuuteen vaikuttanut sato x näytekerta -yhdysvaikutus on esitetty taulukossa 4 ($P=0,04$). Muutokset olivat pieniä.

**Taulukko 2. Rehun ravitsemuksellinen laatu.**

Laatu	Kehitysaste		Sato		Näytekertta				Tilastollinen merkitsevyys					
	N	V	1	2	1	2	3	4	SEM1	SEM2	Kehitysaste	Sato	Näytekertta	Yhdysvai- kutus
D-arvo, g/kg ka	717	708	717	707	710	712	712	715	2,2	2,8	0,01	<0,01	0,66	
Kuiva-aine, g/kg	391	375	297	469	372 ^a	364 ^a	375 ^a	420 ^b	9,6	12,7	0,28	<0,001	<0,01	
NDF, g/kg ka	462	471	486	447	463	466	462	475	3,9	4,6	0,09	<0,001	0,22	C3: ** C1: °
Sokeri, g/kg ka	145	144	93	197	154	135	137	154	8,2	9,3	0,94	<0,001	0,14	C3: *
Rv, g/kg ka	149	140	159	130	144 ^{ab}	146 ^a	148 ^a	139 ^b	2,0	2,8	<0,01	<0,001	0,10	
OIV, g/kg ka	86	84	87	83	84	85	85	84	0,3	0,4	<0,001	<0,001	0,42	C2: *
PVT, g/kg ka	21	14	30	6	18 ^{ab}	19 ^{ab}	21 ^a	13 ^b	1,9	2,5	0,02	<0,001	0,08	

SEM1 = kehitysasteen ja sadon SEM; SEM2 = näytekerän SEM

Yhdysvaikutukset C1=kehitysaste x sato, C2=kehitysaste x näytekertta, C3= sato x näytekertta, C4=kehitysaste x sato x näytekertta

Tilastollinen merkitsevyys: ***p<0,001, **p<0,01, *p<0,05, ° p<0,10

Jos parivertailujen keskiarvojen välillä on merkitsevä (P<0,05) ero, on niille annettu eri kirjain (a,b).

Taulukko 3. Rehun säilöntälaatu.

Laatu	Kehitysaste		Sato		Näytekertta				Tilastollinen merkitsevyys					
	N	V	1	2	1	2	3	4	SEM1	SEM2	Kehitysaste	Sato	Näytekertta	Yhdysvai- kutus
pH	4,34	4,40	4,20	4,53	4,34	4,33	4,39	4,41	0,044	0,049	0,35	<0,001	0,56	
VFA, g/kg ka	10	11	14	7	9 ^a	11 ^b	11 ^{ab}	11 ^{ab}	1,1	2,3	0,69	<0,01	0,01	C3: *
Maito- ja muura- haishappo, g/kg ka	41	41	50	32	42 ^{ab}	44 ^a	42 ^a	36 ^b	2,8	2,8	0,99	<0,001	0,09	
Ammoniakki-N, g/kg N	32	27	43	16	27	31	26	33	1,5	2,9	0,01	<0,001	0,16	C1: **
Liukoinen-N, g/kg N	394	376	470	299	378	405	384	373	11,5	15,4	0,29	<0,001	0,34	

SEM1 = kehitysasteen ja sadon SEM; SEM2 = näytekerän SEM

Yhdysvaikutukset C1=kehitysaste x sato, C2=kehitysaste x näytekertta, C3= sato x näytekertta, C4=kehitysaste x sato x näytekertta

Tilastollinen merkitsevyys: ***p<0,001, **p<0,01, *p<0,05, ° p<0,10

Jos parivertailujen keskiarvojen välillä on merkitsevä (P<0,05) ero, on niille annettu eri kirjain (a,b).

Taulukko 4. Annetun rehun laadun sato x näytekertä –yhdysvaikutukset.

	Kevätsato				Syysato				SEM
	1. näyte	2. näyte	3. näyte	4. näyte	1. näyte	2. näyte	3. näyte	4. näyte	
Sokeri, g/kg ka	109	94	89	79	198	177	184	228	13,1
NDF, g/kg ka	482	482	471	508	443	450	453	442	7,5
VFA, g/kg ka	10,5	14,5	13,5	16,6	7,4	8,3	7,6	4,9	3,2

Taulukko 5. OIV:n kehitysaste x näytekertä –yhdysvaikutus, g/kg ka (SEM 0,5).

Kehitysaste	1	2	3	4
N	86	83	85	84
V	86	85	86	83

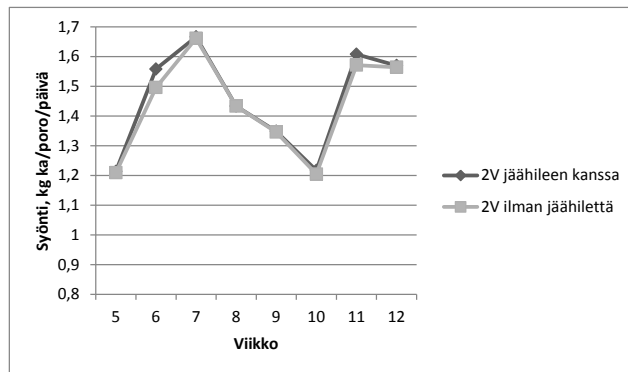
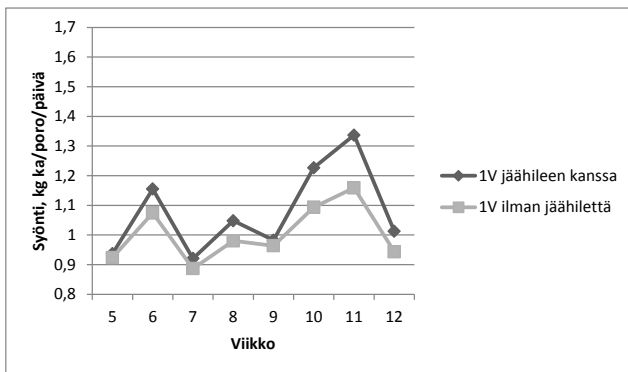
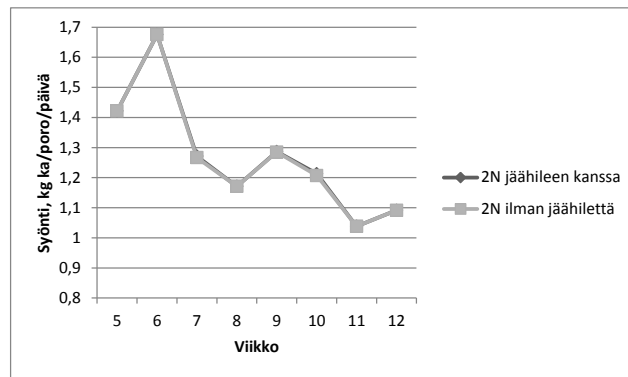
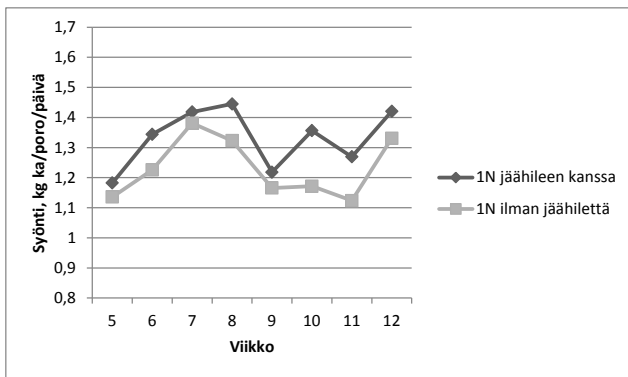
Taulukko 6. Ammoniakkitypen kehitysaste x sato –yhdysvaikutus, g/kg N (SEM 2,9).

Sato	N	V
1	49	37
2	16	17

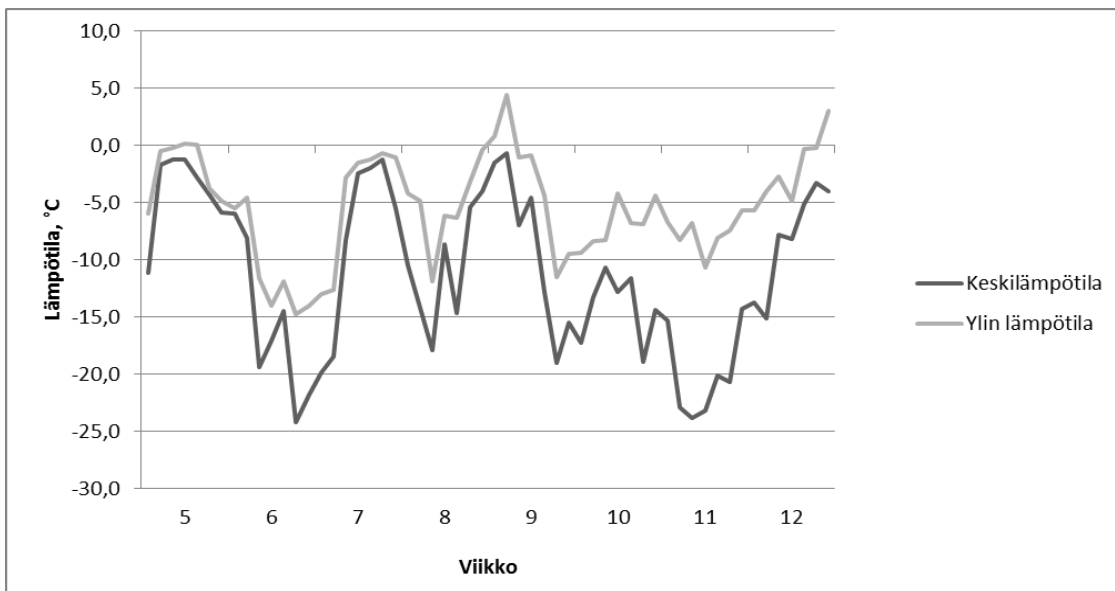
4.2 Rehujen syönti ja siihen vaikuttavat tekijät

Säilörehujen syönti laskettiin ryhmäkohtaisten viikkokeskiarvojen mukaan ilman jäähilettä ja jäähileen kanssa (Kuvio 1). Etenkin märempien kevätsadon rehujen syönnit olivat luonnollisesti suuremmat, kun jäähile sisällytettiin syöntiin. Keskilämpötilat on esitetty kuviossa 2. Kylmimpinä viikkoina kerättiin eniten jäähilettä, mikä näkyy etenkin 1V-rehun (viikot 6, 8, 10 ja 11) eri tavoin lasketuissa syöntimäärissä.

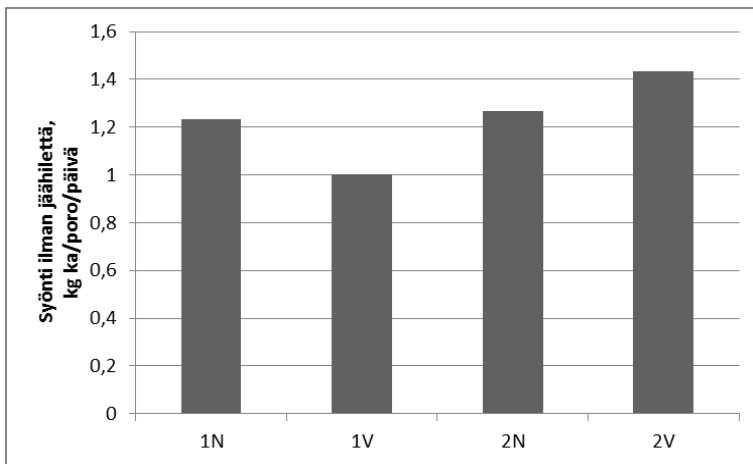
Ilman jäähilettä laskettujen ryhmäkeskiarvojen mukaan syysadon syönti oli runsaampaa kuin kevätsadon (Kuvio 3). Kehitysasteiden välillä ei sen sijaan ollut systemaattista eroa. Jokaisessa ryhmässä porot söivät kaiken täysrehun.



Kuvio 1. Säilörehujen syönnit ilman jäähilettä ja jäähileen kanssa.



Kuvio 2. Vuorokauden keski- sekä maksimilämpötilat. (Ilmatieteen laitos, Apukan sääasema)



Kuvio 3. Sadon ja kehitysasteen vaikutus säilörehun syöntiin.

Taulukoissa 8 ja 9 on esitetty säilörehun koostumuksen ja syönnin välistä yhteyttä niiden muuttujien osalta, joilla lineaarinen riippuvuus on vähintään kohtalaista. Kuiva-ainepitoisuus, D-arvo ja sokeripitoisuus olivat ainoat muuttujat, jotka selittivät syöntiä merkitsevästi useammassa rehutyypissä. Käymistuotteiden lisääntyminen vähensi merkitsevästi vain syysrehun syöntiä.

Säilörehujen kuiva-ainepitoisuus vaikutti merkitsevästi märempien syysrehujen syöntiin. Kuiva-ainepitoisuuden lisääntyessä 100 g/kg, syönti lisääntyi nuoremmalla kehitysasteella 0,28 kg ka ($P<0,05$) ja vanhemmalla 0,23 kg ka ($P<0,05$). Kevätsadon myöhään korjatulla rehuilla sama muutos kuiva-ainepitoisuudessa lisäsi säilörehun syöntiä suuntaa-antavasti 0,2 kg ka ($P<0,10$).

D-arvo vaikutti syöntiin vanhemman kehitysasteen rehuilla, mutta vaikutus oli kevät- ja syysrehuilla erisuuntainen. D-arvon lisääntyessä 10 g/kg ka kevätrehun syönti lisääntyi 0,06 kg ka ($P<0,05$) ja syysrehun syöntiä väheni 0,14 kg ka ($P<0,05$). Sokeripitoisuuden lisääntyessä 10 g/kg ka, syysrehujen syönti lisääntyi nuoremmalla kehitysasteella 0,04 kg ka ($P<0,05$) ja vanhemmalla 0,03 kg ka ($P<0,05$).

Säilörehujen syönti väheni valkuaispitoisuuden (raakavalkuainen, OIV ja PVT) lisääntyessä. Raakavalkuaispitoisuuden lisääntyminen vähensi suuntaa-antavasti kevätsadon vanhemman kehitysasteen rehun syöntiä 0,07 kg ka ($P<0,10$), kun raakavalkuaispitoisuus lisääntyi 10 g/kg ka. OIV-pitoisuuden lisääntyessä 10 g/kg ka syysrehun vanhemman kehitysasteen syönti väheni 0,81 kg ka ($P<0,01$). PVT:n suurentuessa säilörehun syönti väheni kevätrehun nuoremmalla kehitysasteella, mutta muutos oli kuitenkin melko pieni ($P<0,05$).



Säilörehun happamuuden lisääntyessä syönti väheni syysrehun nuoremmalla kehitysasteella. 0,1 yksikön muutos pH:ssa vaikutti syöntiin 0,10 kg ka ($P<0,05$). Liukoisen typen lisääntyessä 50 g/kg ka, kyseisen rehun syönti väheni 0,18 kg ka ($P<0,01$). Samalla rehulla VFA-pitoisuuden lisääntyessä 10 g/kg ka, syönti väheni 0,56 kg ka ($P<0,10$). Syyssadon vanhemman kehitysasteen rehuihin vaikutti taas maito- ja muurahaishappopitoisuudet sekä kokonaishappopitoisuus. Maito- ja muurahaishappopitoisuuden lisääntyessä 10 g/kg ka, syönti väheni 0,19 kg ka ($P<0,05$). Kokonaishappopitoisuuden lisääntyessä saman verran syönti väheni 0,15 kg ka ($P<0,05$).

Taulukko 7. Rehujen ravitsemuksellisen laadun ja säilörehun syönnin väliset regressio- ja korrelaatiokertoimet. Regressiokertoimet on esitetty vain, jos korrelaation voimakkuus on vähintään kohtalainen.

Sato	Kehitysaste	Kuiva-aine	D-arvo	NDF	Rv	OIV	PVT
1	N	0,0029		-0,004	-0,0089		
		0,38		-0,47	-0,47		
	V	0,002°	0,0056*	0,0073	-0,0073°	0,0446	-0,0075*
		0,66	0,80	0,58	-0,67	0,43	-0,74
2	N	0,0028*	0,0116		-0,0149		
		0,81	0,49		-0,55		
	V	0,0023*	-0,0142*		-0,0084	-0,0813**	
		0,75	-0,77		-0,62	-0,83	

Tilastollinen merkitsevyys: *** $p<0,001$, ** $p<0,01$, * $p<0,05$, ° $p<0,10$

Taulukko 8. Rehujen säilönnällisen laadun ja syöntien väliset regressiokertoimet. Regressiokertoimet on esitetty vain, jos korrelaation voimakkuus on vähintään kohtalainen.

Sato	Kehitysaste	pH	Sokeri	Liukoinen tyyppi	Ammoniakki tyyppi	VFA	Maito- ja muurahais-happo	Kokonais-happo
1	N		0,0023				-0,0052	-0,0052
			0,37				-0,40	-0,41
	V						-0,0084	
2	N	-1,0086*	0,0041*	-0,0036**	-0,0149	-0,0556°		-0,0151
		-0,82	0,73	-0,83	-0,56	-0,62		-0,34
	V	-0,5047	0,0029*	-0,0017	-0,009	-0,0381	-0,0185*	-0,015*
		-0,50	0,72	-0,59	-0,55	-0,59	-0,72	-0,75

Tilastollinen merkitsevyys: ***p<0,001, **p<0,01, *p<0,05, o p<0,10

4.3 Syömättä jääneen rehun kemiallinen koostumus

Sato vaikutti eniten myös syömättä jääneen rehun kemialliseen koostumukseen (Taulukko 9 ja 10). Kehitysasteella oli vaikutusta syömättä jääneen rehun ravitsemukselliseen laatuun, sokeri- ja kuiva-ainepitoisuutta lukuun ottamatta. Vaikutukset olivat samansuuntaiset jääneessä rehussa kuin annettussakin rehussa.

D-arvo oli eri satojen ja kehitysasteiden välillä 5–7 prosenttia pienempi jääneessä rehussa annettuun verrattuna (P<0,001). Sato, tai ehkä oikeammin korjuuolosuhteet, vaikuttivat myös jääneen rehun kuiva-ainepitoisuuteen (P<0,001). Kuiva-ainepitoisuus säilyi käytännössä muuttumattomana jäämän ja annetun rehun välillä. Syyssadon jäämän kuiva-ainepitoisuus oli suurempi kuin kevätsadon. Jälkimmäisen viikon syömättä jääneen näytteen kuiva-ainepitoisuus oli hieman suurempi kuin ensimmäisen viikon jälkeen syömättä jääneen rehun (P<0,001). Toisen sadon kuiva-ainepitoisuus suureni enemmän näytekertojen välillä kuin ensimmäisen sadon (Taulukko 11, P<0,01).

Sato vaikutti syömättä jääneen rehun NDF-pitoisuuteen samalla tavalla kuin annetun rehun pitoisuuteen (P<0,001). Jäämässä kehitysaste vaikutti NDF-pitoisuuteen merkitsevästi (P<0,001), kun annettussa rehussa vaikutus oli suuntaa-antava. NDF-pitoisuus suureni annettuun rehuun verrattuna käytännössä saman verran molemmissa sadoissa ja kehitysasteissa, noin 15 prosenttia. Sadolla oli vaikutusta sokeripitoisuuteen, syyssadon jäämässä sokeripitoisuus oli 2,5-kertainen kevätsatoon verrattuna (P<0,001). Sokeripitoisuus oli syyssadon jäämässä 28 g/kg ka suurempi



annettuun rehuun verrattuna. Kevätsadossa mainittavaa eroa ei ollut. Jääneen rehun sokeripitoisuuteen vaikutti suuntaa-antavasti sato x näytekertaa –yhdysvaikutus ($P=0,06$).

Myös raakavalkuais-, OIV- ja PVT-pitoisuuksiin sato ja kehitysaste vaikuttivat merkitsevästi ja samansuuntaisesti kuin annetussakin rehussa ja satojen välistä raakavalkuaispitoisuutta lukuun ottamatta lähes saman verran ($P<0,001$). Kaikki edellä mainitut olivat pienempiä rehujäämässä kuin annetussa rehussa. Kevätsadon raakavalkuaispitoisuus pieneni noin 21 % ja syyssadon noin 32 %. Kevätsadon vanhemman kehitysasteen raakavalkuaispitoisuus pieneni enemmän nuorempaan kehitysasteeseen verrattuna kuin syyssadon, 17 vs. 7 % (Taulukko 12, $P<0,05$). PVT-pitoisuus pieneni 16 yksikköä kevätsadon kehitysasteiden välillä, mutta syyssadolla muutosta ei juuri tapahtunut (Taulukko 12, $P<0,01$).

Syömättä jääneen rehun säilönnälliseen laatuun vaikutti selvästi eniten sato. Vaikutus oli samansuuntainen kuin annetussakin rehussa ($P<0,001$). Kevätsadon rehujäämän liukoisentypen pitoisuus suureni selvästi enemmän (33 %) kuin syyssadon (14 %) annettuun rehuun verrattuna. Kevätsadossa ammoniakkityppipitoisuus lisääntyi jonkin verran, mutta syyssadossa se säilyi käytännössä muuttumattomana. Muuten erot muutoksen suuruudessa satojen välillä olivat hyvin pieniä.

Jälkimmäisen viikon syömättä jääneessä rehussa oli suuntaa-antavasti vähemmän maito- ja muurahaishappoa sekä liukoista tyyppiä, mutta erot olivat pieniä ($P=0,07$ ja $P=0,09$). Myöskään kehitysasteen vaikutus ammoniakkityppipitoisuuteen ei ollut suuri ($P=0,09$). Maito- ja muurahaishapon sekä ammoniakkityypin pitoisuuteen vaikutti myös sato x näytekertaa –yhdysvaikutus, mutta erot olivat pieniä (Taulukko 11, $P<0,05$). Liukoisen tyyden osalta yhdysvaikutukset olivat suuntaa-antavia ($P<0,10$).

**Taulukko 9. Jääneen rehun ravitsemuksellinen laatu.**

Laatu	Kehitysaste		Sato		Näytekertta		SEM	Tilastollinen merkitsevyys			
	N	V	1	2	1	2		Kehitysaste	Sato	Näytekertta	Yhdysvaikutus
D-arvo, g/kg ka	682	661	682	660	668	674	3,5	<0,001	<0,001	0,23	
Kuiva-aine, g/kg	378	376	292	462	360	393	10,7	0,89	<0,001	<0,001	C3: **
NDF, g/kg ka	530	555	564	521	544	541	3,3	<0,001	<0,001	0,50	
Sokeri, g/kg ka	159	157	90	225	159	156	7,2	0,85	<0,001	0,71	C3: °
Rv, g/kg ka	115	100	126	89	105	110	2,4	<0,001	<0,001	0,14	C1: *
OIV, g/kg ka	79	75	80	74	76	77	0,6	<0,001	<0,001	0,22	
PVT, g/kg ka	-4	-13	7	-23	-10	-6	1,7	<0,001	<0,001	0,16	C1: **

Yhdysvaikutukset C1=kehitysaste x sato, C2=kehitysaste x näytekertta, C3= sato x näytekertta, C4=kehitysaste x sato x näytekertta
Tilastollinen merkitsevyys: ***p<0,001, **p<0,01, *p<0,05, ° p<0,10

Taulukko 10. Jääneen rehun säilöntälaatu.

Laatu	Kehitysaste		Sato		Näytekertta		SEM	Tilastollinen merkitsevyys			
	N	V	1	2	1	2		Kehitysaste	Sato	Näytekertta	Yhdysvaikutus
pH	4,38	4,41	4,17	4,61	4,37	4,41	0,056	0,67	<0,001	0,48	
VFA, g/kg ka	10	9	15	4	10	9	0,97	0,90	<0,001	0,66	
Maito- ja muura- haishappo, g/kg ka	39	35	55	19	39	35	3,0	0,43	<0,001	0,07	C3: *
Ammoniakki-N, g/kg N	41	34	56	19	39	36	2,8	0,09	<0,001	0,48	C3: *
Liukoinen-N, g/kg N	495	472	625	341	505	462	22,2	0,47	<0,001	0,06	C1:° C2:° C4:°

Yhdysvaikutukset C1=kehitysaste x sato, C2=kehitysaste x näytekertta, C3= sato x näytekertta, C4=kehitysaste x sato x näytekertta
Tilastollinen merkitsevyys: ***p<0,001, **p<0,01, *p<0,05, ° p<0,10



Taulukko 11. Sato x näytekerta –yhdysvaikutukset syömättä jääneen rehun laadussa.

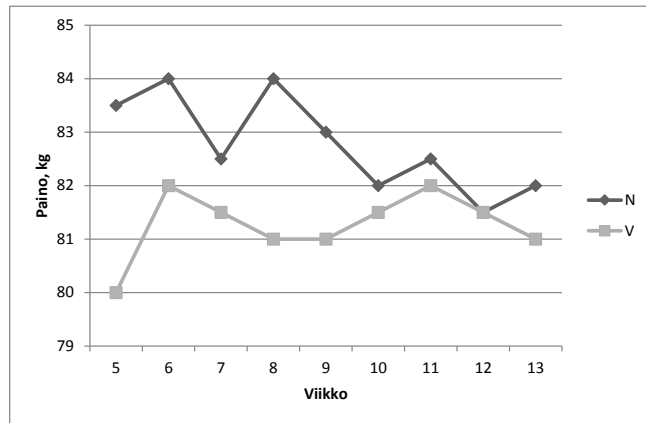
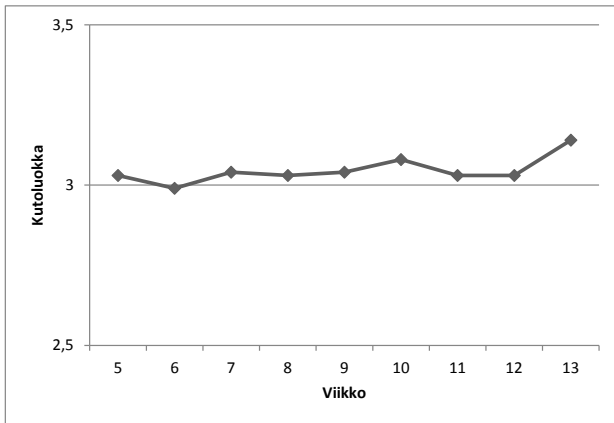
	Kevätsato		Syysato		SEM
	1. näyte	2. näyte	1. näyte	2. näyte	
Kuiva-aine, g/kg	287	296	434	490	12,1
Maito- ja muurahaishappo, g/kg ka	54	55	23	15	3,3
Ammoniakki-N, g/kg N	54	59	24	13	4,0

Taulukko 12. Kehitysaste x sato –yhdysvaikutukset syömättä jääneen rehun laadussa.

	Kevätsato		Syysato		SEM
	N	V	N	V	
Rv, g/kg ka	138	115	92	86	3,4
PVT, g/kg ka	15	-1	-22	-24	2,5

4.4 Painon ja kuntoluokkien kehitys

Porojen painon ja kuntoluokkien viikoittainen kehitys on esitetty kuviossa 4 ja niihin vaikuttaneet tekijät taulukossa 13. Painoihin vaikutti koejakson aikana viikko ($P < 0,001$) sekä kehitysaste x viikko –yhdysvaikutus ($P < 0,001$). Nuoremman kehitysasteen säilörehua syöneiden porojen paino oli kokeen alkupuolella suurempi kuin vanhemman kehitysasteen rehua syöneillä, mutta kokeen lopussa eroa ei juuri ollut. Kokeen aikana paino hiukan pieneni nuoremman kehitysasteen säilörehua syöneillä poroilla ja säilyi lähes muuttumattomana vanhemman kehitysasteen rehua syöneillä poroilla. Totutusjakson aikana paino sen sijaan lisääntyi. Totutusjakson alussa porot painoivat keskimäärin 79,5 kiloa ja viikon jälkeen paino oli 81,0 kg. Kuntoluokkaan vaikutti vain viikko ($P < 0,01$), mutta muutos oli lähes olematon. Kuntolukissa ei käytännössä ollut eroa edes totutuskauden aikana.



Kuvio 4. Porojen kuntoluokkien viikoittainen muutos sekä painon ($\pm 0,5$ kg) kehitysaste x viikko –yhdyksvaikutus (SEM 1,7).

Taulukko 13. Porojen painot ja kuntoluokat.

	Kehitysaste		Sato		Tilastollinen merkitsevyys					
	N	V	1	2	SEM1	SEM2	Kehitysaste	Sato	Viikko	Yhdysvaikutus
Paino	83,0	81,0	82,0	82,0	1,65	1,19	0,54	0,95	<0,001	C2: ***
Kuntoluokka	3,1	3,0	3,0	3,0	0,03	0,03	0,77	0,92	<0,01	

SEM1 = kehitysasteen ja sadon SEM; SEM2 = viikon SEM

Yhdysvaikutukset C1=kehitysaste x sato, C2=kehitysaste x viikko, C3= sato x viikko, C4=kehitysaste x sato x viikko

Tilastollinen merkitsevyys: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, ° $p < 0,10$

Painon mittaustarkkuus $\pm 0,5$ kg.



5 TULOSTEN TARKASTELU

5.1 Annetun ja jääneen rehun kemialliseen koostumukseen vaikuttaneet tekijät

Vaikka märempien kevätrehujen seasta kerättiin selvästi enemmän jäähilettä kuin syysrehujen seasta (yhteensä 108 vs. 48 kg kokeen aikana), ei eroa annetun ja jääneen rehun kuiva-ainepitoisuudessa kuitenkaan ollut juuri kummassakaan rehussa. Kylmempinä viikkoina jäähilettä muodostui enemmän kuin lämpimämpinä. Aikaisemmissa kokeissa jäähileen muodostumista ei ole raportoitu. Tässä tutkimuksessa jäähile on vähennetty syönnistä kemiallisen koostumuksen tarkastelussa, mikä voi aiheuttaa tuloksiin jonkin verran poikkeavuutta aiempiin tuloksiin verrattuna.

Sadolla oli vaikutusta kaikkiin rehun kemiallista koostumusta kuvaaviin parametreihin, mutta kovin suuria eroja rehujen välillä ei havaittu. Suurimmat erot olivat kevätsadon suurempi NDF- ja raakavalkuaispitoisuus sekä pienempi kuiva-ainepitoisuus ja sokeripitoisuus. Vaikka kevätsadon NDF-pitoisuus oli suurempi, oli sen D-arvo hieman parempi kuin syyssadossa. Myös PVT oli kevätsadossa suurempi. Käymistuotteita oli kevätsadossa jonkin verran enemmän. Syyssadossa oli rehuja, joiden kuiva-ainepitoisuus oli yli 500 g/kg, jonka vuoksi käyminen oli ilmeisesti rajoittuneempaa. Molempien satojen säilörehujen pH oli hieman korkea, syyssadossa 0,33 yksikköä suurempi.

Kehitysaste vaikutti merkitsevästi joihinkin säilörehun kemiallista koostumusta kuvaaviin parametreihin. Nuorempana korjatussa rehussa oli hieman parempi D-arvo ja hieman enemmän raakavalkuaista. Muuten tilastollisesti merkitsevätkään erot eivät olleet suuria. Ilmeisesti korjuuajankotien välinen ajanjakso oli sen verran viileä, alle 12 astetta, että nurmen kehitys oli hidasta.

Näytekerralla ei ollut merkitsevää vaikutusta annetun rehun kemialliseen koostumukseen, lukuun ottamatta viimeisenä otetun näytteen kuiva-ainepitoisuutta. Viimeisen näytteen suurempi kuiva-ainepitoisuus liittyi ilmeisesti siihen, että näyte oli viimeisen viikon saavissa, eikä siis enää niin tiiviisti kuin paalissa. Rehulla oli tällöin enemmän kosketuspintaa ilman kanssa, jolloin se kuivui. Vuorokauden keskilämpötila ei koko koejakson aikana noussut lämpimän puolelle ja vain yksittäisinä päivinä vuorokauden ylin lämpötila ylitti nollan, joten olosuhteet eivät olleet suotuisia mikrobien kasvulle. Tämä selittää sitä, että pilaantumista ei havaittu, vaikka säilörehu oli ilman kanssa kosketuksissa kolme viikkoa.



Sato vaikutti myös jääneen rehun kaikkiin kemiallisiin koostumusta kuvaaviin parametreihin. Kehitysasteella oli vaikutusta syömättä jääneen rehun ravitsemukselliseen laatuun, sokeri- ja kuiva-ainepitoisuutta lukuun ottamatta. Vaikutukset olivat samansuuntaiset jääneessä rehussa kuin annettussa rehussa.

Annetun ja jääneen rehun kemiallisen koostumuksen erot kertoivat porojen rehun valikoinnista. Molemmissa sadoissa ja kehitysasteissa syömättä jääneessä rehussa oli huonompi D-arvo, enemmän NDF-kuitua ja vähemmän raakavalkuaista (suuruusluokat 5, 15 ja 25 %). Porot pystyivät siis valikoimaan rehusta parhaat osat Hofmannin (1989) kuvailujen mukaisesti. Erot annetun ja jääneen rehun kemiallisessa koostumuksessa ovat samankaltaisia eri eläinlajeilla ja rehuilla, jos valikoinnin mahdollisuutta on (Roothaert 1999). Tässä tutkimuksessa OIV- ja PVT-pitoisuudet olivat myös pienempiä rehujäämässä kuin annettussa rehussa.

Danell ym. (1994) havaitsivat myös positiivisen, mutta ei merkitsevän, korrelaation orgaanisen aineen *in vitro* -sulavuuden ja porojen laidunkasvien maittavuuden välillä. NDF-pitoisuuden ja maittavuuden välillä oli kuitenkin positiivinen korrelaatio, joka ei kuitenkaan ollut merkitsevä. ADF-pitoisuuden lisääntyminen sen sijaan heikensi maittavuutta. Negatiivinen, mutta ei merkitsevä, korrelaatio havaittiin typpipitoisuuden ja maittavuuden välillä.

Enemmän raakavalkuaista sisältävän kevätsadon raakavalkuaispitoisuus pieneni rehujäämässä kuitenkin tässäkin tutkimuksessa vähemmän kuin syyssadon. Ehkä kevätrehun suurempi valkuaisylimäärä vähensi valikointia sen suhteen. NRC:n (2007) suosituksissa 121 g/pv raakavalkuaista riittää 80-kiloiselle vaatimelle talvella ja Soppelan ym. (1989) tutkimuksessa 100–120 g/kg ka raakavalkuaispitoisuus riitti ylläpitämään porojen painon talven aikana. Voi myös olla, että kuivemmasta syyssadosta oli helpompi valikoida valkuaispitoisempia osia kuin kevätsadosta. Etenkin seosrehujen kuiva-ainepitoisuuksiin kiinnitetään huomiota seoksen lajittumisen estämiseksi (Fish ja DeVries 2012).

Kuiva-ainepitoisuus säilyi käytännössä muuttumattomana jäämän ja annetun rehun välillä. Enemmän sokeria sisältävän syyssadon sokeripitoisuus oli jäämässä jonkin verran suurempi kuin annettussa rehussa, mutta kevätsadossa eroa ei ollut. Ehkä siis syyssadossa oli porolle jo liikaa sokeria. Valkuaisaineiden hajoamistuotteiden pitoisuudet lisääntyivät enemmän kevätsadossa kuin syyssadossa. Muut säilöntälaadusta kertovat luvut säilyivät lähes muuttumattomina satojen välillä.



5.2 Säilörehun syöntiin, porojen painoon ja kuntoluokkiin vaikuttaneet tekijät

Kuiva-ainepitoisuus vaikutti merkittävästi vain kuivempien syysrehujen syöntiin, mutta regressiokertoimet olivat samaa suuruusluokkaa kaikissa rehuissa. Kuiva-ainepitoisuuden lisääntyessä 100 g/kg, syönti lisääntyi kaikilla rehuilla 0,20–0,29 kg ka. Aikaisemmissa poroilla tehdyissä tutkimuksissa kuiva-ainepitoisuus on joko lisännyt syöntiä (Heiskari ja Nieminen 2004) tai ei ole vaikuttanut syöntiin (Nilsson ym. 1996, Heiskari ja Nieminen 2004). Lehmillä kuiva-ainepitoisuuden vaikutus syöntiin on käyräviivainen 500 g/kg ka saakka. Edellä mainittu muutos kuiva-ainepitoisuudessa lisäisi lehmillä märempien (220–320 g/kg) rehujen syöntiä noin 0,71 kg ka ja vähentäisi kuivempien (400–500 g/kg) syöntiä 0,10 kg ka. (Huhtanen ym. 2007)

Heiskarin ja Niemisen (2004) tutkimuksessa porot söivät tuoretta säilörehua (207 g/kg) 4,1 g ka/elopainokilo/päivä enemmän kuin esikuivattua (414 g/kg) säilörehua. 80-kiloinen poro söi sitä siis 0,328 kg ka enemmän. Syöntejä ei testattu tilastollisesti. Säilöntälaadultaan rehut vaikuttivat melko samantasoisilta, mutta D-arvo oli tuoreessa säilörehussa selvästi suurempi. Toisena talvena, kun lisäksi annettiin täysrehua, syöntien välillä ei havaittu eroa. Toisaalta silloin kuiva-ainepitoisuuksien ero oli selvästi pienempi, 191 g/kg ja 255 g/kg. Myös silloin energiaa oli tuoreessa säilörehussa jonkin verran enemmän ja ainakin valkuaista oli pilkkoutunut enemmän.

Nilssonin ym. (1996) tutkimuksessa ei havaittu eroa säilörehun syönnissä, kun kuiva-ainepitoisuudet olivat 390 g/kg ja 530 g/kg. Näissä rehuissa pH oli yli 5. Märemmässä rehussa oli ammoniakkityyppiä lähes 60 g/kg N. Moenin ym. (1998) tutkimuksessa kuivaheinän syönti oli säilörehun syöntiä runsaampaa ja yhden selittävän tekijän ajateltiin olevan kuiva-ainepitoisuus. Säilörehussa oli kuitenkin maitohappoa 132 g/kg ka, joka saattoi heikentää syöntiä.

D-arvon vaikutus syöntiin oli merkittävä vain vanhemman kehitysasteen rehuilla. Kevätrehun syönti lisääntyi 0,06 kg ka ja syysrehun väheni 0,14 kg ka, kun D-arvo parantui 10 g/kg ka. Ilmeisesti selkeää vaikutusta ei saatu tässä tutkimuksessa esiin, koska säilörehujen D-arvoissa ei ollut suurta vaihtelua ja huonoinkin D-arvo oli 681 g/kg ka. Lehmillä säilörehun syönti lisääntyi 0,170 kg ka, D-arvon parantuessa edellä mainitun verran (Huhtanen ym. 2007). Syrjälä-Qvistin ja Salosen (1983) kokeessa, jossa dieetti koostettiin eri rehuista, syönti lisääntyi, kun kuiva-aineen sulavuus parani.

NDF-pitoisuutta käytetään lehmien syönnin ennustamisessa. Huhtasen ym. (2007) meta-analyysin mukaan 10 g/kg ka lisäys NDF-pitoisuudessa vähentää syöntiä 0,023 kg ka. Eri komponenteista koostetussa dieetissä raakakuidun lisääntyminen vähensi syöntiä (Syrjälä-Qvist ja Salonen 1983). Tämän tutkimusten tuloksissa NDF-pitoisuudella ei ollut yhteyttä porojen säilörehun syöntiin.



Sokeripitoisuuden lisääntyessä 10 g/kg ka, syysrehujen syönti lisääntyi 0,03–0,04 kg ka. Muutos oli siis melko pieni. Vaikka sokeripitoisuuden vaikutus syöntiin oli positiivinen, oli paljon sokeria sisältävän syönnin jäämassassa enemmän sokeria kuin annetussa rehussa. Voi siis olla, että jäämän sokeripitoisuus on riippuvainen jostakin toisesta syöntiä selittävistä tekijästä. Tai porojen tarpeet saatiin täytettyä pienemmällä kokonaissyönnillä. Melassin eli vesiliukoisten hiilihydraattien lisäys rehuihin on aikaisemmin poroilla tehdyissä tutkimuksissa lisännyt syöntiä (Moen ym. 1998, Heiskari ja Nieminen 2004). Jälkimmäisessä tutkimuksessa suurempaa syöntiä voi kuitenkin selittää muutkin tekijät.

Valkuaispitoisuuden lisääntyminen vähensi säilörehun syöntiä, muutamaa ei-merkittävää poikkeusta lukuun ottamatta. Raakavalkuaispitoisuuden lisääntyminen 10 g/kg ka vähensi kaikkien säilörehujen syöntiä 0,07–0,15 kg ka, mutta vain pienin muutos kevätadon vanhemmalla kehitysasteella muodostui tilastollisesti suuntaa-antavaksi. Syönnin vanhemman kehitysasteen rehulla syönti väheni 0,81 kg ka, kun OIV-pitoisuus lisääntyi 10 g/kg ka. PVT-pitoisuuden lisääntyminen vähensi vain vähän kevätadon nuoremman kehitysasteen syöntiä. Syrjälä-Qvistin ja Salosen (1983) eri komponentteja sisältävillä dieeteillä raakavalkuaispitoisuus ei vaikuttanut kokonaissyöntiin. Myöskään lehmillä säilörehun raakavalkuaispitoisuus ei ollut yhteydessä syöntiin (Huhtanen ym. 2007).

Poron ruoansulatuselimistö on sopeutunut vähän valkuaisista sisältävälle talviravinnolle, josta jäkälä muodostaa merkittävän osan. Liika valkuainen on ongelmallisempi porolle kuin lehmälle. Tämä johtuu siitä, että poron virtsan väkevöintikyky on heikko ja ylimääräisen valkuaisen poistamiseen tarvitaan paljon nestettä. Huono väkevöintikyky johtuu ilmeisesti munuaisen matalasta ydinosasta, jossa väkevöinti tapahtuu. Myös antidiureettisen hormonin vaikutus on poroilla heikko. (Valtonen ja Eriksson 1977)

Koemielessä aiheutetun nestehukan aikana poron urean erityks ei lisääntynyt vaikka plasman ja virtsan ureapitoisuuden yli kaksinkertaistuivat. Virtsaaminen väheni vain puolella alkuperäisestä määrästä. (Valtonen ja Eriksson 1977) Talvella ylimääräisen typen poistamiseksi porojen täytyy siis syödä lunta. Elimistön täytyy käyttää energiaa lumen sulatukseen ja lisäksi lumi häiritsee suurina annoksina pötsin toimintaa. Tehokas ruoansulatus vaatii pötsin tasaisen lämpötilan. Soppelan ym. (1989) tutkimuksessa vedensaantiin liittyvä energiankulutus oli jopa 10–15 % vuorokautisesta energiansaannista ravinnolla, jonka raakavalkuaispitoisuus oli 100–180 g/kg ka. Energiankulutus kaksinkertaistui pelkkään jäkäläruokintaan verrattuna, jossa raakavalkuaispitoisuus oli 30 g/kg ka.



Tässä tutkimuksessa valkuaisesta kertovat tunnusluvut vähensivät säilörehun syöntiä, mutta jääneen rehun raakavaluaitoisuus oli kuitenkin pienempi kuin annetun. Rehun raakavaluaitoisuus on vahvasti yhteydessä D-arvoon. Luultavasti porot valitsevatkin sulavampia osia ja joutuvat tällöin väistämättä syömään myös enemmän raakavaluaita. Ja toisin päin asetettuna, D-arvon vaikutus syöntiin ei ehkä tullut esille juuri siksi, että suuri valkuaitoisuus vähensi syöntiä.

Käymisestä kertovat parametrit vähensivät merkitsevästi vain syysrehun syöntiä, jossa oli vähemmän käymistuotteita kuin kevätrehuissa. Ilmeisesti käymistuotteiden vaikutus porojen säilörehun syöntiin on siis käyräviivainen. Tätä tukee se, että kohtalaiset yhteydet maito- ja muurahaishappo- sekä kokonaishappopitoisuudessa vähensivät kevätrehuilla syöntiä syysrehuja vähemmän, vaikka vaikutus ei muodostunutkaan tilastollisesti merkitseväksi.

Säilörehun happamuuden lisääntyessä 0,1 yksikköä nuoremman syysrehun syönti väheni 0,10 kg ka, liukoisen tyypin lisääntyessä 50 g/kg ka syönti väheni 0,18 kg ka ja VFA-pitoisuuden lisääntyessä 10 g/kg ka syönti väheni 0,56 kg ka. Vanhemmalla kehitysasteella vaikutukset syöntiin olivat pienempiä, eivätkä muodostuneet tilastollisesti merkitseviksi. Kehitysasteiden välillä eroa säilöntälaadussa ei kuitenkaan ollut annetussa rehussa. Maito- ja muurahaishappopitoisuuden lisääntyessä 10 g/kg ka, syysadon vanhemman kehitysasteen syönti väheni 0,19 kg ka. Kokonaishappopitoisuuden lisääntyessä saman verran syönti väheni syysrehuilla 0,15 kg ka, mutta vain vanhemman kehitysasteen rehulla vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä. Vaikutus oli samaa tasoa kuin Huhtasen ym. (2007) meta-analyysissä, 0,128 kg ka. Välttämättä yksittäiset hajoamistuotteet eivät selitä vähentyneitä syöntiä vaan vaikutus havaitaan, koska ne ovat yhteydessä muihin hajoamistuotteisiin.

Vuohilla, jotka valikoivat syömänsä rehun nautoja tarkemmin, säilörehun syönti voi heikentyä aerobisen pilaantumisen seurauksena jo ennen kuin rehun lämpötila nousee tai muutoksia kemiallisessa koostumuksessa havaitaan. Tutkimuksessa säilörehun syönti vähentyi jo kuudennen päivän hapelle altistamisen jälkeen. Syönti väheni 8 päivän jälkeen puoleen alkuperäisestä rehuilla, joiden kuiva-ainepitoisuus oli 300 g/kg ja 20 % kun rehujen kuiva-ainepitoisuus oli 250 g/kg.. Syöntiä vähensi etenkin ammoniakkityypin ja voihapon pitoisuuksien lisääntyminen. Syöntiin voi vaikuttaa myös pilaantumisen aikana syntyvät tunnistamattomat haihtuvat yhdisteet, haju ja maku. (Gerlach ym. 2014)

Lehmät syövät enemmän kevätsadon säilörehua syysatoon verrattuna (Huhtanen ym. 2007, Kuoppala 2010). Kuoppala (2010) selitti kevätsadon parempaa syöntiä paremmalla D-arvolla ja suotuisammalla kuidun koostumuksella, vaikka lehtien osuus oli pienempi. Syysadonkaan syöntiä ei



kuitenkaan rajoittanut kuidun sulatus, pötsin täyteisyys tai virtauskinetiikka. Syyssadon syöntiä saattoivat heikentää ainakin osittain runsaampana esiintyneet kasvitaudit, kuolleen kasvimassan osuus sekä rikkakasvit. Tässä tutkimuksessa käymistuotteiden pienempi määrä sekä kuiva-aineen ja sokerin suurempi pitoisuus ehkä selittävät sitä, että porot söivät lehmistä poiketen enemmän syyssatoa. Kevätsadossa oli ehkä liikaa valkuaista poron tarpeisiin nähden.

Myös Aagneksen ym. (1996) tutkimuksessa porot söivät enemmän syyssatoa kevätsatoon verrattuna. Kyseisessä tutkimuksessa syyssadon sulavuus oli parempi (kuiva-aineen näennäissulavuuden tasot 83 % vs. 78 %) ja siinä oli enemmän lehtiä. Parempaan syöntiin saattoivat vaikuttaa myös pienempi kuitupitoisuus ja suuri vesiliukoisten hiilihydraattien pitoisuus. Myös raakavalkuaista syyssrehussa oli enemmän (143 vs. 123 g/kg ka). Huhtasen ym. (2007) analyysin mukaan lehmät syövät ensimmäisen sadon säilörehua 0,44 kg ka enemmän kuin toista satoa.

Koska kehitysaste ei juuri vaikuttanut säilörehujen kemialliseen koostumukseen, ei sillä ollut systemaattista vaikutusta syöntiin. Syrjälän ja Valmarin (1977) kokeessa porot söivät eniten II korjuuasteen säilörehua ja vähiten korjuuasteiden I ja IV säilörehuja. Säilönnällinen laatu oli myös huonompi rehuissa, joita syötiin vähemmän.

Porojen painot ja kuntoluokat pysyivät lähes muuttumattomina koko kokeen ajan. Totutuskauden aikana porojen paino kuitenkin lisääntyi jonkin verran, vaikka osa poroista oli saanut jo pidempään ravinnokseen säilörehua. Laitumelta tarharuokintaan siirtyvien porojen elopainon lisääntymistä ensimmäisten viikkojen aikana on selitetty sillä, että etumahat täyttyvät huonommin sulavilla rehuilla (Nilsson ym. 1996, Heiskari ja Nieminen 2004). Hofmannin (1989) mukaan välityypin märehittäjät voivat sopeutua rehun laadun muutokseen anatomisesti muutamassa viikossa ja esimerkiksi lisätä syöntiä tarvittaessa kaksin- tai jopa kolminkertaiseksi.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Annetun ja syömättä jääneen säilörehun kemialliseen koostumukseen vaikutti tässä tutkimuksessa eniten sato. Kolmen päivän ero korjuuajankohdassa ei tässä tutkimuksessa selittänyt kovinkaan paljoa kemiallista koostumusta. Kylmän lämpötilan vuoksi kemiallisia muutoksia ei havaittu säilörehussa kolmen viikon seurantajakson aikana, mikä on tietenkin hyvä asia porojen säilörehuruokinnan kannalta.



Annettu ja syömättä jäänyt rehu erosivat kemialliselta koostumukseltaan jonkin verran toisistaan, mikä kertoo porojen rehun valikoinnista. Syömättä jääneessä rehussa oli huonompi D-arvo, enemmän NDF-kuitua ja vähemmän raakavalkuaista sekä pienemmät OIV- ja PVT-pitoisuudet. Satojen välillä havaittiin jonkin verran eroja valikoinnissa sokerin ja valkuaisen suhteen. Erot voivat johtua sokerin ja valkuaisen porojen tarpeita suuremmasta pitoisuudesta tai siitä, että muuttujat ovat yhteydessä johonkin toiseen syöntiä selittävään tekijään.

Aineiston säilörehujen D-arvo selitti syöntiä melko vähän ja erisuuntaisesti eri rehuilla, koska vaihtelua D-arvoissa oli vähän. D-arvon vaikutusta ei saatu näkyviin ehkä sen vuoksi, että se on yhteydessä rehun raakavalkuaispitoisuuteen ja raakavalkuaispitoisuuden lisääntyminen vähensi säilörehun syöntiä. Sokeripitoisuuden lisääntyminen lisäsi hieman syöntiä. Kuitenkin enemmän sokeria sisältävän syysrehun jäämässä sokeripitoisuus oli suurempi kuin annetussa rehussa, joten sokeripitoisuus on yhteydessä johonkin toiseen syöntiä selittävään tekijään. Syönti lisääntyi kuiva-ainepitoisuuden lisääntyessä. Käymistuotteet heikensivät kuivemman syysrehun syöntiä, mutta eivät enemmän käymistuotteita sisältäneen kevätrehun syöntiä, joten niiden vaikutus syöntiin on ilmeisesti käyräviivainen. NDF-pitoisuus ei vaikuttanut syöntiin.

Tässä tutkimuksessa syysadon parempaa syöntiä selittävät käymistuotteiden pienempi määrä ja kuiva-aineen suurempi pitoisuus. Voi myös olla, että kevätadon syysatoa suurempi raakavalkuaispitoisuus oli ongelmallinen poroille. Kehitystasteiden erot eivät näkyneet kemiallisessa koostumuksessa, eikä siksi vaikutusta syöntiin havaittu. Porojen painot ja kuntoluokat säilyivät kokeen ajan lähes muuttumattomina.

Porojen säilörehun syöntiin vaikuttavista tekijöistä pitäisi tehdä lisää tutkimusta, jotta säilörehua voitaisiin hyödyntää paremmin. Yhden tutkimuksen perusteella ei voi antaa suoraan suosituksia tai vetää raja-arvoja. Tulevissa tutkimuksissa säilörehujen ravitsemuksellisessa ja säilönnällisessä laadussa pitäisi olla enemmän vaihtelevuutta, jotta vaikutukset saataisiin näkyviin. Jälkilämpenemisen osalta olisi hyvä tehdä lisää tutkimusta viileissä, mutta kuitenkin lämpimän puolella olevissa lämpötiloissa, jotta tiedettäisiin pilaantumisen kannalta kriittinen aika.



7 KIITOKSET

Tutkielman valmistumisesta suurin kiitos kuuluu ohjaajalleni Tuomo Kokkoselle. Ilman hänen apuaan ja neuvojaan en olisi saanut työtä tehtyä. Kiitän myös PORUTAKU-hankkeen (poron lisäruokinnan, talvitarhauksen ja elävänä kuljettamisen hyvät käytännöt – elinkeinon kehittämishanke) mukavaa työtiimiä, Sanna Vinblad, Karoliina Majuri ja Janne Mustonen, oli ilo työskennellä kanssanne. Suurkiitos hankkeen asiantuntijalle, Veikko Maijalalle, viisaista ajatuksista ja ohjauksesta.

Haluan kiittää myös opiskelukavereita kannustuksesta ja yhteisten haasteiden jakamisesta. Erityiskiitos avopuolisolleni ja perheelleni tuesta ja ymmärryksestä.



LÄHTEET

- Aagnes, T. H., Blix, A. S. & Mathiesen, S. D. 1996. Food intake, digestibility and rumen fermentation in reindeer fed baled timothy silage in summer and winter. *Journal of Agricultural Science* 127: 517–523.
- Aagnes, T. H. & Mathiesen, S. D. 1996. Gross anatomy of the gastrointestinal tract in reindeer, free-living and fed baled timothy silage in summer and winter. *Rangifer* 16: 31–39.
- Artturi. 2014. Rehuanalyysin tulkinta.
https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Rehuanalyysi/Rehuanalyysin_tulkinta_marehtijat (Viitattu 17.12.2014)
- Ashbell, G., Weinberg, Z. G., Hen, Y. & Filya, I. 2002. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 28: 261–263.
- Bryant, J. & Kuropat, P. J. 1981. Selection of winter forage by subarctic browsing vertebrates. The role of plant chemistry. *Annual Review Of Ecology And Systematics* 11: 261–285.
- Danell, K., Utsi, P. M., Palo, R. T. & Eriksson, O. 1994. Food plant selection by reindeer during winter in relation to plant quality. *Ecography* 17: 153–158.
- Fish, J. & DeVries, T. 2012. Short communication: Varying dietary dry matter concentration through water addition: Effect on nutrient intake and sorting of dairy cows in late lactation. *Journal of dairy science* 95: 850–855.
- Fisher, D. S. 2002 A review of a few key factors regulating voluntary feed intake in ruminants. *Crop Science* 42: 1651–1655.
- Freer, M. 2002. *The Nutritional Management of Grazing Sheep*. Teoksessa: *Sheep Nutrition*. CABI Publishing. s. 357–376.
- Gerlach, K., Roß, F., Weiß, K., Büscher, W. & Südekum, K.-H. 2014. Aerobic exposure of grass silages and its impact on drymatter intake and preference by goats. *Small Ruminant Research* 117: 131–141.
- Heiskari, U. & Nieminen, M. 2004. Erilaiset nurmirehut porojen talviruokinnassa. Kala ja riistaraportteja nro 314. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 27 s. + 4 liitettä.



- Hofmann, R. R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: A comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78: 443–457.
- Huhtanen, P., Jakkola, S. & Nousiainen, J. 2013. An overview of silage research in Finland: from ensiling innovation to advances in dairy cow feeding. *Agricultural and Food Science* 22: 35–56.
- Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal* 1: 758–770.
- Jaakkola, S., Kaunisto, V. & Huhtanen, P. 2006. Volatile fatty acid proportions and microbial protein synthesis in the rumen of cattle receiving grass silage ensiled with different rates of formic acid. *Grass and Forage Science* 61: 282–292.
- Kyriazakis, I., Tolcamp, B. & Emmans, G. 1999. Diet selection and animal state: an integrative framework. *Proceedings of the Nutrition Society* 58: 765–772.
- Kumpula, J., Colpaert, A., Anttonen, M. & Nieminen, M. 2004. Poronhoitoalueen pohjoisimman osan (13 paliskuntaa) talvilaidunten uusintainventointi vuosina 1999–2003. Kala- ja riistaraportteja nro 303. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 39 s. + 15 liitettä.
- Kumpula, J., Tanskanen, A., Colpaert, A., Anttonen, M., Törmänen, H., Siitari, J. & Siitari, S. 2009. Poronhoitoalueen pohjoisosan talvilaitumet vuosina 2005–2008. Laidunten tilan muutokset 1990-luvun puolivälin jälkeen. Tutkimuksia nro 3. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 44 s. + 4 liitettä.
- Kung, L. Jr. 2010. Aerobic Stability of Silages. Proc. of the Conference on Silage for Dairy Farms. <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/2010/>
- Kuoppala, K. 2010. Influence of harvesting strategy on nutrient supply and production of dairy cows consuming diets based on grass and red clover silage. *MTT Science* 11. 51 s.
- Mattila, E. & Mikkola, K. 2009. Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosien talvilaitumet. Tila paliskunnissa 2000-luvun alkuvuosina ja eräiden ravintokasvien esiintymisrunsauden muutokset merkkipiireissä 1970-luvulta lähtien. *Metlan työraportteja* 115. Vantaa: Metsäntutkimuslaitos. 55 s. + 2 liitettä.
- McDonald, P., Henderson, A. R. & Heron, S. J. E. 1991. *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications. 340 s.



- Moen, R., Olsen, M. A., Haga, Ø. E., Sørmo, W., Aagnes Utsi, T.H. & Mathiesen, S.D. 1998. Digestion of timothy silage and hay in reindeer. *Rangifer* 18: 35–45.
- Nilsson, A., Olsson, I. & Lingvall, P. 1996. Comparison between grass-silages of different dry matter content fed to reindeer during winter. *Rangifer* 16: 21–30.
- NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids and New World camelids. 384 s.
- Rhein, R. T., Coblenz, W. K., Turner, J. E., Rosenkrans, C. F. Jr., Ogden, R. K. & Kellog, D. W. 2005. Aerobic stability of wheat and orchardgrass round-bale silages during winter. *American Dairy Science Association* 88: 1815–1826.
- Roothaert, R. 1999. Feed intake and selection of tree fodder by dairy heifers. *Animal Feed Science and Technology* 79: 1–13.
- Saarisalo, E., Jalava, T., Syttä, E., Haikara, A. & Jaakkola, S. 2006. Effect of lactic acid bacteria inoculants, formic acid, potassium sorbate and sodium benzoate on fermentation quality and aerobic stability of wilted grass silage. *Agricultural and Food Science* 15: 185–199.
- Soppela, P., Nieminen, M. & Saarela, S. 1989. Rehun valkuaispitoisuus lisää poron vedenottoa ja sen energiakustannuksia talvella. *Poromies* 6: 8–13.
- Syrjälä, L. & Valmari, A. 1977. Säilörehun korjuuasteen vaikutus porojen ruokinnassa. *Poromies* 1: 12–17.
- Syrjälä-Qvist, L. 1982. Comparison of grass silage utilization by reindeer and sheep. 1. Palatability, feeding values and nutrient supply. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 54: 119–126.
- Syrjälä-Qvist, L. & Salonen, J. 1983. Effect of protein supply on nitrogen utilization in reindeer. *Acta Zoologica Fennica* 175: 53–55.
- Valtonen, M. & Eriksson, L. 1977. Responses of reindeer to water loading, water restriction and ADH. *Acta Physiologica Scandinavica* 100: 340–346.
- Weinberg, Z. G. & Muck, R. E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews* 19: 53–68.
- Westerling, B. 1970. Rumen ciliate fauna of semi-domestic reindeer (*Rangifer tarandus* L.) in Finland: Composition, volume and some seasonal variations. *Acta Zoologica Fennica*. 76s.



Wilkinson, J. M. 1999. Silage and animal health. *Natural Toxins* 7: 212–230.

Woolford, M. K. 1990. The detrimental effects of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology* 68:101–116.