

# **Säilö- ja väkirehuruokinnan vaikutus vaatimien fysiologiaan talvitarhoissa**

Saila Ruuhinen  
Maisterintutkielma  
Helsingin yliopisto  
Maataloustieteiden osasto  
Kotieläinten ravitsemustiede  
Huhtikuu 2023

# TIIVISTELMÄ

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty		Osasto — Sektion — Department	
Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Maataloustieteiden osasto	
Tekijä — Författare — Author			
Saila Ruuhinen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Säilö- ja väkirehuruokinnan vaikutus vaatimien fysiologiaan talvitarhoissa			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Kotieläinten ravitsemustiede			
Työn laji — Arbetets art — Level		Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages
Maisterintutkielma		Huhtikuu 2023	59
<p>Tiivistelmä – Referent - Abstract</p> <p>Ilmaston muuttuminen on tuonut haasteita porotaloudelle. Porojen talviaikainen ruokinta on yleistynyt talvilaidunten laadun heikkenemisen, vähenemisen ja pirstoutumisen myötä. Talviaikainen ruokinta on useimmissa paliskunnissa vakiintunut hoitotapa, jota ilman ei tulla toimeen. Talviruokinnan toteutusta vaikeuttaa se, että poro on sopeutunut fysiologiansa puolesta niukkaan ja vain vähän valkuaista sisältävään ravintoon talvella.</p> <p>Tutkimus toteutettiin 12.1.–29.3.2022 ja sen tavoitteena oli tarkastella erilaisten rehujen vaikutusta vaatimien fysiologiaan talvitarhausolosuhteissa. Tutkittavina koeruokintoina oli kaksi kasvilajikoostumukseltaan erilaista säilörehuruokintaa sekä väkirehuruokinta. Molemmissa säilörehuryhmissä oli kahdeksan ja väkirehuryhmässä (VKR) yhdeksän vaadinta. Kaikki tutkittavat vaatimet olivat tiineitä ja iältään 2–9-vuotiaita. Säilörehujen raaka-aineina olivat timoteivaltainen säilörehunurmi (TTN) ja luonnonheinänurmi (LHN). Säilörehuryhmät saivat lisäksi väkirehua ensin 300 g/pv/vaadin ja kokeen puolivälistä alkaen 600 g/pv/vaadin. VKR-ryhmä sai väkirehua koko kokeen ajan 2 kg/pv/vaadin. Tutkimuksessa selvitettiin ruokintojen vaikutusta painoon, kuntoluokkaan, rinnanympärykseen sekä energia- ja valkuaisaineenvaihduntaa kuvaaviin veriarvoihin.</p> <p>LHN-säilörehun raakavaluonaispitoisuus ja muuntokelpoisen energian pitoisuus olivat TTN-säilörehua suurempia. Ryhmäkohtaisesti laskettu energian ja valkuaisen saanti oli suurempi LHN-ryhmässä kuin kahdessa muussa ryhmässä. Säilörehuruokintojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja vaatimien painoissa tai kuntoluokissa. Säilörehuryhmissä vaadinten kuntoluokka pysyi ennallaan (LHN 3,1 ja TTN 3,2) ja paino laski 6 kg (LHN) ja 5,8 kg (TTN) kokeen aikana. VKR-ryhmän vaadinten paino nousi kokeen aikana 1,8 kg ja kuntoluokka pysyi ennallaan (3,7). VKR-ryhmän vaatimet olivat jo kokeen alussa kuntoluokaltaan kokeen suurimpia, koska ne olivat väkirehuruokinnalla jo ennen kokeen alkua. Kokeen lopussa TTN-ryhmässä seerumin albumiinipitoisuus ja albumiini:globuliini-suhde olivat suurempia ja globuliinipitoisuus pienempi kuin LHN-ryhmässä. VKR-ryhmä poikkesi säilörehuryhmistä useiden veriparametrien osalta erityisesti kokeen alussa. Kokeen lopussa VKR-ryhmän seerumin vapaiden rasvahappojen (NEFA) ja ureapitoisuus olivat säilörehuryhmiä pienempiä.</p> <p>Tulosten perusteella molemmilla säilörehuruokinnalla vaadinten paino laski, kuntoluokan pysyessä ennallaan, mikä saattoi johtua keventyneestä ruuansulatuskanavan painosta verrattuna koetta edeltävään ruokintaan. Väki rehuruokinta lisäsi vaatimien painoa, vaikka ne olivat jo kokeen alkaessa kuntoluokaltaan lihavia. VKR-ryhmän pienempi seerumin NEFA-pitoisuus voi viitata säilörehuryhmiä vähäisempään herkkyyteen käyttää kudosten rasvavarastoja.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
Poro, vaadin, talviruokinta, säilörehu, väkirehu, paino, kuntoluokka, veriarvot			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Maataloustieteiden osasto			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information			
Ohjaajat: yliopistonlehtori Tuomo Kokkonen ja Lapin AMK:n lehtori Veikko Maijala			

# ABSTRACT

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty		Osasto — Sektion — Department	
Faculty of Agriculture and Forestry		Department of Agricultural Sciences	
Tekijä — Författare — Author			
Saila Ruuhinen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
The impact of silage and concentrate feeding on the physiology of captive reindeer in winter			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Animal nutrition			
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages	
Master's thesis	April 2023	59	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>The climate change imposes challenges to the reindeer husbandry. Due to the decreased area and quality of natural pastures supplementary feeding has come a widely spread practice and it is necessary in many reindeer herding cooperative areas in Finland.</p> <p>The study was conducted between 12.1.–29.3.2022. The studied treatments were two different forages and one concentrate feeding. Both forage groups consisted of eight and concentrate group of nine hinds. All hinds were pregnant and 2–9 years old. The raw materials of the silages were timothy grass forage (TTN) and natural grass (LHN). Silage groups were also fed with concentrate: at first 300 and then 600 g/day/hind starting from the middle of the study. The concentrate group (VKR) got concentrate 2 kg/day/hind throughout the study. The aim of the study was to determine the impact of different feeding to body weight (BW), body condition score (BCS), heart girth and blood composition reflecting energy and protein metabolism of the hinds.</p> <p>Silage crude protein and metabolizable energy (ME) contents were higher in LHN than in TTN. Crude protein and ME intakes were higher in LHN group than in the other groups. There were no differences between forage groups in BCS or in BW. BCS of the hinds in the forage groups remained the same (LHN 3,1 and TTN 3,2), whereas BW decreased 6 kg (LHN) and 5,8 kg (TTN) during the experiment. In the VKR group BCS of the hinds was maintained (3,7) and BW increased 1,8 kg during the experiment. The hinds in the VKR group were heaviest and had highest BCS in the beginning of the experiment because they were fed with concentrate also before the experiment. Serum albumin concentration and albumin:globulin ratio were higher and globulin concentration lower in TTN group than in LHN group at the end of the experiment. Several blood composition parameters of the VKR group differed from the silage groups, especially in the beginning of the experiment. Serum NEFA and urea concentrations were lower in the VKR group than in the forage groups at the end of the experiment.</p> <p>Based on the results of this study feeding hinds with silages decreased their BW. However, BCS remained the same, suggesting that BW decline may have been due to decreased weight of the gastrointestinal tract during the treatment compared to the previous feeding. The hinds in the VKR group increased their BW although BSC was already high. The lower serum NEFA concentration in the VKR group may indicate a lower response of adipose tissue to signals promoting lipid mobilization than in the silage groups.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
Reindeer, feeding, silage, concentrate, body weight, body condition score, blood composition			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Master's Programme in Agricultural Sciences, Department of Agricultural Sciences			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information			
Supervisors: University lecturer Tuomo Kokkonen and Senior Lecturer Veikko Majjala			

## Sisällys

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	6
<b>2</b>	<b>PORON FYSIOLOGIA</b> .....	7
<b>3</b>	<b>YMRÄRISTÖN JA RUOKINTATAPOJEN MERKITYS POROJEN RAVITSEMUKSELLE</b> .....	10
3.1	Paliskuntien väliset ja alueelliset erot .....	10
3.2	Porojen talviruokinnan yleisyys ja merkitys .....	13
3.3	Vaatimen ravitsemustilan vaihtelu vuodenaikojen mukaan.....	16
<b>4</b>	<b>TUTKIMUKSEN TAVOITTEET</b> .....	19
<b>5</b>	<b>AINEISTO JA MENETELMÄT</b> .....	20
5.1	Koeasetelma ja koe-eläimet.....	20
5.2	Rehut ja ruokinta.....	21
5.3	Näytteiden keruu, analysointi ja mittaukset .....	23
5.3.1	Rehunäytteet .....	23
5.3.2	Tiineys ja ikä .....	24
5.3.3	Elopaino, kuntoluokka ja rinnanympärys.....	25
5.3.4	Verinäytteet.....	26
5.4	Tulosten laskenta ja tilastollinen analysointi.....	27
<b>6</b>	<b>TULOKSET</b> .....	28
6.1	Rehujen kemiallinen koostumus ja syönti .....	28
6.2	Elopaino, kuntoluokka ja rinnanympärys.....	31
6.3	Verinäytteet.....	34
<b>7</b>	<b>TULOSTEN TARKASTELU</b> .....	38
7.1	Rehujen kemiallinen koostumus ja syönti .....	38
7.2	Paino, kuntoluokka ja rinnanympärys .....	41
7.3	Verinäytteet.....	44
<b>8</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	49
	<b>KIITOKSET</b> .....	51
	<b>LÄHTEET</b> .....	52

## SELITTEET JA LYHENTEET

Paliskunta = Paliskuntain Yhdistyksen alaisuuteen kuuluva ja osakkaiden muodostama poronhoitoyksikkö Lapin, Kainuun ja/tai Pohjois-Pohjanmaan alueella (Paliskuntain yhdistys 2022)

Vaadin = naarasporo

Hirvas = urosporo

Vasa = alle vuoden vanha poro

Eloporo = Syksyn erotusten jälkeen eloon jätettävä vasa tai vanhempi poro

Tokka = porolauma

Kirnu = pyöreä aitaus porojen erottelua ja käsittelyä varten

Ka = kuiva-aine

D-arvo = sulavan orgaanisen aineen pitoisuus kuiva-aineessa

NDF = neutraalidetergenttikuitu

OIV = ohutsuoletta imeytyvä valkuainen

PVT = pötsin valkuaistase

SEM = keskiarvon keskivirhe

# 1 JOHDANTO

Porotalous on elinkeino, joka on jatkuvassa yhteydessä ympäröiviin luonnonolosuhteisiin. Ilmastonmuutos ja muutokset säässä vaikuttavat porotalouteen suoraan tai välillisesti. Talvisin lumen määrällä ja ominaisuuksilla on suuri vaikutus laiduntavien porojen ravinnon saantiin ja sitä kautta vasatuottoon (Kumpula ym. 2015b). Viime vuosina talvisin on ollut porotalouden kannalta haastavia lumiolosuhteita, jotka ovat aiheuttaneet mittavia poromenetyksiä (Kumpula ym. 2020). Myös muutokset maankäytössä, pedot, eloporoitiheys, infran kuten rakennusten ja teiden rakentaminen ja metsätalouden rakenteelliset muutokset vaikuttavat poroelinkeinoon esimerkiksi muokkaamalla laitumien määrää, laatua ja saatavuutta eri vuodenaikoina (Kojola ym. 2018, Kumpula ym. 2019). Muun muassa edellä mainituista syistä porojen talvilaidunalueet ovat heikentyneet laadullisesti, vähentyneet ja pirstoutuneet, mikä on johtanut porojen talviaikaisen ruokinnan yleistymiseen. Porojen osittainen talviruokinta laitumelta kaivettavan ravinnon lisänä tai täysmääräinen talviruokinta on nykyisin vakiintunut hoitotapa lähes kaikissa paliskunnissa (Nieminen 2008, Kumpula ym. 2022). Syksyllä teurastetaan muun muassa keväällä syntyneitä vasoja, joten talviruokinta ei kosketa suoraan porotokan jokaista yksilöä. Talvella porotokassa on yleensä pieni määrä eri ikäisiä hirvaita ja nuoria vaatimia sekä täysikasvuisia vaatimia, joista useimmat ovat tiineitä (Laaksonen 2016).

Poron talviruokinta voi olla haastavaa. Poro on puolivilli välityypin märehittäjä, joka on sopeutunut niukkaan ravinnon saantiin talvella sekä vähän selluloosaa ja valkuaista sisältävään ravintoon kuten jäkälään. Poron fysiologiassa ja luontaisessa käyttäytymisessä on myös suuria eroja kesän ja talven välillä. Porojen tarhaus ruokintaa varten lisää myös tauti- ja loispainetta (Nieminen ja Heiskari 1989, Laaksonen 2016). Talviruokintakausi voi olla pituudeltaan yli viisi kuukautta, joten vaatimia voidaan ruokkia jopa suurimman osan niiden tiineysajasta. Tiineet vaatimet ovat tärkeä tuotannontekijä ja talviruokintakausi on merkittävä osa poronhoitoa. Niinpä vaatimien talviruokinnan on syytä olla onnistunut (Turunen ym. 2014). Vasatuotto on laskenut koko 2000-luvun ja muun muassa laidunten kunnan heikkenemisellä epäillään olevan vaikutusta asiaan. Talviruokinta näyttää vuosikymmenten aikana tulleen porotalouteen jäädäkseen ja sitä on kehitettävä yhä paremmaksi, jotta ruokinta olisi mahdollisimman taloudellista, ympäristöystävällistä ja tukisi porojen hyvinvointia yhä paremmin.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin kahden erilaisen säilörehun ja väkirehun vaikutuksia vaadinten fysiologiaan talvitarhausolosuhteissa Inarissa talvella 2021–2022.

## 2 PORON FYSIOLOGIA

Poro (*Rangifer tarandus tarandus*) on Fennoskandian vaihteleviin olosuhteisiin sopeutunut puolivilli kotieläin. Poro periytyy pääosin tunturipeurasta (myös *Rangifer tarandus tarandus*), mistä poro on kesytetty muoto. Tunturipeuraa esiintyy nykyisin villinä Etelä-Norjassa ja Kuolan niemimaalla. Poroon on sekoittunut myös edelleen Suomessa tavattavaa metsäpeuraa (*Rangifer tarandus fennicus*), joka on eri alalajia, mutta poro ja metsäpeura voivat risteytyä keskenään tuottaen lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä. Poro on laumaeläin, joka laiduntaa token sisällä vyömaisissä muodostelmissa. Tokassa vallitsee hierarkia ja esimerkiksi sarven katkeaminen aiheuttaa arvojärjestyksen muodostumisen uudelleen. Poro on stressiherkkä. Vaatimet tulevat kiimaan (rykimä) syys–lokakuussa. Hirvas kokoaa itselleen 10–30 vaatimen kiimatokan, jota se varjelee muilta hirvailta. Vaatimen kantoaika on seitsemän kuukautta ja vasat syntyvät toukokuun alussa (Laaksonen 2016). Vasan syntymäpaino on 4–6 kg ja täysikasvuisuus saavutetaan 4,5–5,5 vuoden ikäisenä. Porot tulevat sukukypsiksi yleensä 1,5 vuotiaina. Täysikasvuinen vaadin painaa noin 60–100 kg ja hirvas noin 90–180 kg (Nieminen ja Petersson 1990, Laaksonen 2016).

Poro on välityypin märehittäjä, jolla on muiden märehittäjien tavoin neljä mahaa: verkkomaha, pötsi ja lehtimaha sekä yksimahaisten mahalaukkuun vastaava juoksutusmaha. Pötsin nukka on nautaan verrattuna lyhyttä ja tiheämpää (Van Soest 1994, Laaksonen 2016). Poron ruuansulatus on sopeutunut käyttämään pohjoisten alueiden ravintoa ja sen fysiologiassa tapahtuu suuria muutoksia eri vuodenaikoina. Kesäisin poro kerää vararavintoa talveen ja pötsin pieneliötoiminta on vilkasta. Kesälaidunten kunnolla on suuri merkitys poron talvesta selviytymiselle (Nieminen 1998a, Laaksonen 2016). Talvisin luonnonravinnolla pötsin pieneliötoiminta vähenee sekä pötsinukka surkastuu osittain, minkä epäillään olevan seurausta saatavilla olevan rehun laadun ja saatavuuden muutoksista (Nieminen 1998c, Mathiesen ym. 2000). Talvisin ureatypestä jopa 60 % kierrätetään takaisin pötsiin. Poroilla esiintyy siis nautojen tavoin ureakierto, mutta virtsan väkevöityskyky on nautaa heikompi.

Naudasta poiketen valkuaisen ylitarjonnassa poro ei väkevöitä virtsaa vaan lisää sen määrää, mikä lisää merkittävästi eläimen veden tarvetta (Nieminen 1998c, Soppela ym. 1998). Talvisin luonnonravinnolla poro on negatiivisessa energiataseessa ja voi normaalitalvena menettää noin 20 % ja vaikeana talvena jopa 40 % syksyn painosta (Nieminen 1998b, Laaksonen 2016). Niemisen ja Peterssonin (1990) tutkimuksessa vapaana laiduntavien täysikasvuisten vaatimien painonmenetys oli talvella 10–15 kiloa, joka 80 kg vaatimella vastaa 13–19 % painonmenetystä. Säkkinen ym. (1999) tutkimuksessa tarhaolosuhteissa pääosin jäkälällä ruokitut vaatimet menettivät talven aikana painostaan 15 %, kun suuressa tarhassa luonnonravintoa ja väkirehua (0,2–0,5 kg) saaneiden vaatimien paino pysyi vakiona. Samassa kokeessa ainoastaan väkirehulla ruokittujen vaadinten paino nousi keskimäärin 18 % kokeen aikana.

Tutkimukset porojen energian tarpeesta ovat vaihtelevia. Whiten ym. (2014) mukaan poron ympärivuotiseen perusenergia-aineenvaihduntaan vaadittava energian vähimmäistarve esimerkiksi 84 kg painavalle eläimelle on 8,1 MJ/pv. Poron energiantarve talvella riippuu esimerkiksi sen painosta, ilman lämpötilasta ja siitä, joutuuko eläin liikkumaan syvässä lumessa ja käyttämään energiaa ravinnon maasta kaivamiseen. Täysikasvuisen poron energiantarve talvella on eri tutkimusten perusteella 12,9–23 MJ/pv (McEwan ja Whitehead 1970 ref. Åhman ja White 2018, Heiskari ja Nieminen 2004, Maijala ja Majuri 2014, Laaksonen 2016, White ym. 2014). Whiten ym. (2014) mukaan esimerkiksi talvella paikoillaan pysyttelevän, 84 kg painavan poron energiantarve on 13,7 MJ/pv, mihin lisätään vielä ravinnonhankintaan ja lumessa liikkumiseen kuluva energia. Laaksonen (2016) mainitsee vaatimen energian perustarpeen olevan talvella 22,5 MJ/pv ja lisää energiantarpeen kasvavan pakkasella. Suomessa erilaisilla säilö- ja väkirehuruokinnolla tarhaolosuhteissa vaadinten elopaino on pysynyt lähes muuttumattomana talven ajan, kun energiansaanti on ollut noin 12,9 MJ/pv (Heiskari ja Nieminen 2004, Maijala ja Majuri 2014). Heiskarin ja Niemisen (1990, ref. Heiskari ja Nieminen 2004) mukaan vaatimien paino nousee, kun syönti vapaalla ruokinnalla on 17,6 MJ/pv. Kesällä pienellä loismäärällä, vain vähän liikkuvan ja 84 kg painavan poron energiantarpeen on laskettu olevan 18,3 MJ/pv (White ym. 2014). Laaksonen (2016) puolestaan mainitsee, oletettavasti imettävän, vaatimen energiantarpeen olevan kesällä 37,6 MJ/pv. Vaatimen vasan imetys, suuremmat loismäärät ja runsas sarvien kasvu lisäävät energian kulutusta (White ym. 2014).



Tutkimuksissa on pohdittu sitä, että onko porojen energiantarve lähtökohtaisesti talvella pienempi kuin kesällä vai onko aineenvaihdunnan hidastuminen seurausta vähentyneestä liikkumisesta ja vähentyneestä vapaaehtoisesta syönnistä (Nilssen ym. 1984, Feist ja White 1989 ref. White ym. 2014, Tyler ja Blix 1990). Talvella porojen ruokahalun on todettu laskevan jopa 70 % syksystä (Larsen ym. 1985). Porojen on myös havaittu mobilisoivan rasvavarastojaan ja kasvun hidastuvan, vaikka ravintoa olisi vapaasti saatavilla talvella (Larsen ym. 1985, Maijala ja Nieminen 2004). Toisaalta tiineiden vaatimien on arvioitu käyttävän rasvavarastojaan vasta keväällä sikiön kasvuun (Tyler 1987 ref. Tyler ja Blix 1990). Tiineyden loppuvaiheessa huhtikuussa sikiön kasvu on erityisen nopeaa ja tiineydestä aiheutuva lisäenergian tarve on 2,7–4,1 MJ/pv. Imetyksen aikainen lisätarve on 9,5–13,5 MJ/pv (Laaksonen 2016).

Porojen valkuaisen tarvetta on tutkittu melko vähän (Åhman ja White 2018). Kesällä 75 kg painavan poron ylläpitoon vaadittava sulavan raakavalkuaisen tarve on 77 g/pv (White ym. 2014, Åhman ja White 2018). Niemisen ym. (1998 ref. Heiskari ja Nieminen 2004) mukaan vastaava luku talvella on noin 90–110 g/pv sulavaa raakavalkuaista, kun poro painaa 100 kg. Laaksonen (2016) mainitsee vaatimien sulavan raakavalkuaisen tarpeen olevan talvella 115 g/pv ja kesällä 175 g/pv.

Poron ravinto koostuu vuodenaikojen mukaan vaihtuvista kasveista, jäkälästä ja sienistä, joiden ravintoainepitoisuudet ovat hyvin vaihtelevia (Nieminen ja Heiskari 1989). Keväisin poro syö muun muassa lehtipuiden, erityisesti koivun silmuja ja latvuksia sekä esimerkiksi nurmilauhaa ja lampaannataa. Kesäisin sille maittavat ruohot ja kosteikkokasvit, kuten tupasvilla, väinönputki ja maitohorsma. Syksyllä poron ravinto koostuu metsälauhasta, varvuista ja erittäin valkuaispitoisista sienistä, kuten haperoista ja tateista, joiden raakavalkuaispitoisuus on 20,5–37 % kuiva-aineesta (Isotalo 1971, Kurkela 1972). Luonnossa porolle maittavaa talviravintoa ovat energiarikkaat ja runsaasti hemiselluloosaa sisältävät Cladina-suvun jäkälät. Cladina-suvun jäkälien raakavalkuaispitoisuus on 1,5–4,5 % kuiva-aineesta (Scotter 1972, Nieminen ja Heiskari 1989). Talvisin poro kaivaa terävillä sorkilla eli koparoilla lumen alta jäkälää sekä varpuja ja heiniä. Lumen syvyys, kovuus ja tiheys vaikuttavat poron ravinnon saantiin vaikeuttamalla ravinnon kaivamista (Kumpula ym. 2015a). Kevättalvisin kovemman hangen myötä poron ravintoa ovat myös puissa kasvavat

lupot, naavat ja jäkälät, jotka ovat maasta kaivettavia kasveja valkuaispitoisempia (Ophof ym. 2013, Laaksonen 2016). Juomavettä porot saavat yleensä luonnonvesistä tai lumesta. Tarjottu rehu koostuu usein lehtevästä säilörehusta, pienestä määrästä kuivaheinää ja väkirehusta. Hyvä säilörehun D-arvo poroille on noin 700 g/kg ka (Maijala ja Majuri 2018). Poron ruuansulatus ja hampaat eivät ole soveltuneet käyttämään liian vanhana korjattua, karkeaa rehua (Laaksonen 2016).

Porojen talviruokinta on tärkeä aloittaa silloin, kun niiden yleiskunto on vielä hyvä, jotta ne sopeutuisivat siihen ongelmitta (Josefsen ja Åhman 2018). Porojen yleisimpiä ruokintaan liittyviä sairauksia ovat suurokko (viruksen aiheuttama) sekä kuoliotauti nekrobasilloosi (bakteerin aiheuttama). Suurokossa poron herpesvirus (CchV2) ja orf-virukset aiheuttavat muun muassa suuhun syylämäisiä rakkuloita sekä ulkoapäin havaittavan ”karvajakauksen” poskeen, kun poro rapsuttaa jalallaan kohti suuta. Suomessa nekrobasilloosi on porojen yleisin kuolinsyy ja se aiheuttaa muun muassa märkäistä tulehdusta suussa ja keuhkoissa. Nekrobasilloosi kehittyy usein suurokon sekundääritulehduksena. Nekrobasilloosi pääsee tunkeutumaan poron suun ja pötsin limakalvoille esimerkiksi liian karkean rehun vuoksi limakalvoille tulleiden vaurioiden kautta tai väkirehun aiheuttaman happamoituneen pötsin vuoksi. Josefsenin ja Åhmanin (2018) mukaan poroja kuolee kuitenkin useammin ravinnon puutteeseen kuin ruokinnallisiin sairauksiin. Loisista eniten monella tapaa haittaa tuottavat kurmu sekä saulakka, joita vastaan poroja loislääkitään (Laaksonen 2016).

### **3 YMRÄRISTÖN JA RUOKINTATAPOJEN MERKITYS POROJEN RAVITSEMUKSELLE**

#### **3.1 Paliskuntien väliset ja alueelliset erot**

Pohjois-Suomen alueella on 54 eri paliskuntaa, joiden yhteenlaskettu pinta-ala kattaa noin 36 % Suomen pinta-alasta (Kumpula ym. 2009, Paliskuntain yhdistys 2022a). Poronhoitoalueella on käytössä vapaa laidunnusoikeus (Valtioneuvosto 1990). Paliskuntien alueella poroja on yhteensä 178 000 (Paliskuntain yhdistys 2022b). Laidunalueiden koossa, laiduntyypeissä ja eloporomäärissä on vaihtelua eri paliskuntien välillä (Kumpula ym. 2009).

Paliskuntien pinta-ala vaihtelee 619 - 5773 km<sup>2</sup> välillä. Suurin sallittu eloporojen määrä paliskunnassa on 500–12 000 eloporoa/paliskunta. Eloporemäärä määritetään kymmeneksi vuodeksi kerrallaan maa- ja metsätalouministeriön asetuksella. Kymmenen vuoden aikajaksolla eloporemäärän voi hetkellisesti ylittää ja näin on käynyt joissakin poronhoitoalueen pohjoisosien paliskunnissa (Kumpula ym. 2019). Kumpulan ym. (2019) tutkimuksessa alueen eloporotiheydet paliskuntien välillä vaihtelivat 0,74–3,33 eloporoa/km<sup>2</sup>. Myös osakkaiden tarhojen eloporotiheydessä esiintyy vaihtelua. Kaikissa paliskunnissa jokainen paliskunnan osakas voi omistaa enintään 500 eloporoa (Valtioneuvosto 2020).

Valtio omistaa poronhoitoalueella 63,8 % maa-alasta ja loppuosan omistavat muut tahot, kuten yksityiset maanomistajat (Kumpula ym. 2019). Porojen laiduntaminen on sallittua suurella osalla suojelualueita (Kumpula ym. 2009). Poronhoitoalueesta lähes kolmasosa (27,7 %) sijaitseekin valtion omistamilla suojelualueilla. Suojelualueiden osuus eri paliskunnissa on 0,1–92,8 % (Kumpula ym. 2019). Laidunalueityyppien erilaisuus eri puolilla poronhoitoaluetta vaikeuttaa laidunresurssien määrän arviointia ja niiden muutosten selvittämistä. Keskisellä- ja eteläisellä poronhoitoalueella (muun muassa Kainuu) esiintyy varpu, lehti- ja ruoholaitumia ja metsätalouden harjoittaminen on näillä alueilla yleisempää kuin pohjoisemmissa paliskunnissa (Kumpula ym. 2009, Kumpula ym. 2019). Pohjoisella poronhoitoalueella esiintyy eniten jäkälä- ja luppolaitumia, mikä on seurausta laajoista ja vanhoista suojelualueista sekä tuntureista ja metsäerämaista (Kumpula ym. 2019). Kumpulan ym. (2019) tutkimuksessa eloporotiheydet poronhoitoalueen pohjoisosissa olivat 2.0–2.5-kertaiset eteläosien paliskuntiin verrattuna.

Voimakkaimmin kuluneet jäkälälaitumet sijaitsevat pohjoisemman poronhoitoalueen Tunturi-Lapin paliskunnissa sekä metsätalousvaltaisissa Keski-Lapin paliskunnissa. Näissä paliskunnissa laidunnus lumettomana aikana on kuluttanut jäkälää, koska vuodenaikojen mukainen laidunkierto (talvi- ja kesälaidun) ei ole siellä niin selväpiirteistä kuin osassa Metsä-Lapin paliskuntia, joissa jäkälä on vähiten kulunutta (Kumpula ym. 2019). Kumpulan ym. (2019) laiduninventoinnissa vuosina 2016–2018 vain talvikäytössä olevien laitumien vähäinen jäkälän biomassan määrä poikkesi merkittävästi verrattuna kesä- ja ympärivuotisiin laitumiin. Samassa tutkimuksessa todettiin, että pohjoisosan 20

paliskunnassa jäkäläbiomassa oli vähentynyt keskimäärin 30 % viimeisen kymmenen vuoden aikana. Varpujen ja sammalten osuudet olivat kasvaneet (Kumpula ym. 2019).

Keski-Lapin paliskunnissa jäkäläkoita ovat kuluttaneet myös laidunmetsien rakenteelliset muutokset. Ylipäätään metsätalous on vähentänyt ja pirstonut poroille talvilaitumena merkityksellisiä vanhoja laidunmetsiä noin 2/3:lla poronhoitoalueen pinta-alasta. Jäljelle jääneille laidunalueille voi kohdistua aiempaa suurempi laidunnuspaine (Pekkarinen ym. 2015, Kumpula ym. 2019). Erityisesti Lapin etelä- ja keskiosan paliskunnissa laidunten kokonaisalasta yli 25 % kuuluu infrastruktuurin ja maankäytön peitto- sekä häiriöalueelle vaikeuttaen poronhoitoa. Ihmisten toimintaan yhä paremmin tottavat porot hakeutuvat asutuille alueille ja pelloille aiheuttaen konflikteja (Kumpula ym. 2019). Porot kulkeutuvat myös autoteille monista eri syistä. Vuosina 2005–2012 liikenteessä kuoli keskimäärin 4 000 poroa/vuosi (Nieminen 2012). Kumpulan ym. (2022) kyselytutkimuksessa poronomistajista yli puolet (n=78) koki ulkopaikkakuntalaisten toimesta tapahtuvan, koirien avulla tehtävän metsästyksen merkittäväksi ongelmaksi poronhoitoalueella. Poroihin tottumattomat eri riistalajien metsästyskoirat voivat aiheuttaa poroille vahinkoa tappamalla, repimällä ja ajamalla.

Suurten nisäkäspetojen määrät ovat kasvaneet 1960-luvun jälkeen ja suurpedot aiheuttavat nykyisin merkittävää haittaa poronhoidolle. Suurpetojen saaliina voi olla niin vasa kuin täysikasvuinenkin yksilö (Nieminen 2010). Ahma on poroja eniten verottava suurpeto. Muita ovat susi, karhu ja ilves. Myös maakotka saalistaa poron vasa (Laaksonen 2016). Kojolan ym. (2018) tutkimuksessa suurpedot pienensivät vasaprosenttia 24 paliskunnassa. Paliskuntien välillä esiintyy vaihtelua siinä, mikä suurpeto aiheuttaa haittaa poronhoidolle. Suurpetoja myös vaeltaa valtion rajan yli usean paliskunnan alueelle (Kojola ym. 2018). Myös ilmastonmuutos ja muutokset säässä vaikuttavat porotalouteen suoraan tai välillisesti. Lumettomilla talvilaitumilla jäkälä tallautuu ja kuluu helpommin. Ylipäätään lumen syvyydellä, kovuudella ja tiheydellä on suuri vaikutus poron ravinnon saantiin ja sitä kautta vasatuottoon sekä mahdollisiin talviaikaisiin ruokintatoimenpiteisiin (Kumpula ym. 2015b). Ilmastonmuutos vaikuttaa myös lajien väliseen kilpailuun esimerkiksi siten, että jäkälä pärjää heikommin varpujen ja sammaleiden hyötyessä (Kumpula ym. 2019).

### 3.2 Porojen talviruokinnan yleisyys ja merkitys

Porojen talviaikaisella ruokinnalla pyritään varmistamaan eläinten selviytyminen talven yli (Laaksonen 2016). Porojen talviaikainen ruokinta alkoi yleistyä 1900-luvun puolivälin jälkeen (Helle ja Jaakkola 2008). Suomessa porojen talviruokinta on yleisempää kuin Ruotsissa ja Norjassa (Åhman ym. 2022). Talviaikainen ruokinta tapahtuu jakamalla rehua maastossa oleville poroille tai pitämällä porot suuressa tarhassa. Ruokintaan käytetään usein perävaunullista moottorikelkkaa (Åhman ym. 2022). Ihmisen tarjoama rehu voi olla talvella poron pääasiallinen ravinnonlähde tai sitä voidaan antaa laitumelta kaivetun ravinnon lisänä. Talvella poroja voidaan rehun avulla myös paimennusruokkia eli ruokinnalla voidaan ohjata tokkaa uusille laitumille ja suojella sitä pedoilta. Talviruokinta voi olla myös hätäruokintaa akuutissa tilanteessa, jos porot eivät sääolosuhteiden vuoksi saa kaivettua ravintoa maasta (Åhman ym. 2022). Talvilaidunalueiden pirstoutumisen, vähenemisen ja laadun heikkenemisen vuoksi talviaikainen ruokinta on vakiintunut hoitotapa lähes kaikissa paliskunnissa (Helle ym. 2008, Nieminen 2008). Talviruokintakauden pituus riippuu paliskunnan maantieteellisestä sijainnista ja talven lumi- ja sääolosuhteista. Talviruokintakausi on pituudeltaan usein 2–3 kuukautta ja pisimmillään jopa viisi kuukautta (Turunen ym. 2014).

Erityisesti poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa talviaikainen ruokinta on yleistynyt ja porot ovat näillä alueilla usein talven tarharuokinnassa (Saarni ja Nieminen 2011). Harvinaisinta talviaikainen ruokinta on pohjoisimmissa tunturialueen paliskunnissa, joissa vain osa paliskunnan poroista on talviruokinnassa (Kumpula ym. 2015a). Talviaikainen lisäruokinta on kuitenkin lisääntynyt myös poronhoitoalueen pohjoisimmissa osissa vaikeiden talvien vuoksi (Kumpula ym. 2020). Pohjoisimmissa paliskunnissa poroja ruokitaan useimmiten maastoon ja rehua käytetään enemmän token ohjaamiseen ja lisä- ja hätäruokintana (Saarni ja Nieminen 2011, Åhman ym. 2022). Lisäruokintakausi voi pohjoisimmissa paliskunnissa kestää loppupalvesta kuukauden tai vaikeissa olosuhteissa viisi kuukautta, kuten runsaasti poromenetyksiä aiheuttaneena katastrofitalvena 2019–2020 (Turunen ym. 2014, Kumpula ym. 2020).

Ruokinnassa käytetään yleisesti kuivaheinää, säilörehua ja teollisia, poroille suunnattuja väkirehuja samanaikaisesti syötettynä (Laaksonen 2016, Åhman ym. 2022). Eteläisemmällä poronhoitoalueella tuotetaan poroille paljon kuivaheinää ja säilörehua pyöröpaaleihin säilötyinä (Helle ja Jaakkola 2008). Väkirehut ovat usein viljapohjaisia sisältäen myös melassia, rypsiä sekä vitamiineja ja kivennäisaineita. Talviruokinnan väkirehujen valkuaispitoisuus on yleensä 10–12 % (Åhman ja White 2018). Talvella poron 2 kg kuiva-aineen syönnillä päivässä riittävä väkirehumäärä on noin 300 g/poro, kun säilörehun D-arvo on noin 700 g/kg ka (Maijala ja Majuri 2014). Väkirehua saatetaan syöttää poroille talviaikana myös ainoana lisärehuna, jolloin ylläpitotarpeen mukainen syöttömäärä on noin 1,5 kg/vrk per vaadin (Maijala 1998).

Porojen talviaikainen ruokinta lisää poronhoidon kustannuksia (Kumpula ym. 2015b). Rehun lisäksi kustannuksia tuovat työtunnit, kalusto eli rehun jakamiseen käytetty moottorikelkka tai mönkijä sekä mahdollisesti aitaaminen. Suurin osa poronhoitajista on osa-aikaisia. Porojen tarhaus voi myös säästää maastossa porojen tarkkailuun ja paimentamiseen käytettyjä työtunteja sekä toisaalta auttaa eläinten terveydentilan seurannassa (Rasmus ja Turunen 2015). Puolivillinä eläimenä poro on helposti stressaantuva ja liikkumaan tottunut eläin, joten talvitarhan on oltava kooltaan riittävän suuri. Tarhakoolla on suuri merkitys myös riittävän juomaveden eli puhtaan uuden lumen saannin turvaamisessa. Yleinen suositus porotiheydelle on alle 50 poroa/hehtaari ja 2 aaria/poro (Paliskuntain yhdistys 2009, Maijala ja Majuri 2018). Ruokintatapahtuman on oltava mahdollisimman stressitön. Porot eivät saisi talviruokinnassa lihoa ja kevättalven kuntoluokkatavoite on 2–3. Vääränlainen rehu altistaa poroja sairastumiselle (Laaksonen 2016).

Tarhaaminen kasvattaa tauti- ja loispainetta, jota voidaan vähentää tarhakerrolla, osastoinnilla, usealla ruokintapisteellä ja tarjoamalla mahdollinen maahan jaettava rehu mahdollisimman ulostevapaalle alueelle. Loispaineen vähentämiseksi Suomen eloporoista noin 80 % saa nykyisin vuosittain loislääkityksen viimeistään talven tai talvitarhauksen alkaessa. Eloporot ovat syksyllä eloon jätettäviä poroja eli muita kuin syksyn teurasvasoja (Laaksonen 2016). Tarhauksen mahdollisesti aiheuttamaa suurentunutta tauti- ja loispainetta ja sen vaikutuksia vaatimien kuntoon sekä vasojen ja vaatimien teurastuloksiin on tutkittu melko vähän. Lämpimät ja kosteat kesät suosivat kuitenkin tautien ja loisten,

kuten hyttysten ja niitä vektoreina käyttävien sukkulamatojen massaesiintymisiä; eteläisellä poronhoitoalueella loisinfektiot ovat yleisempiä kuin pohjoisemmassa (Laaksonen 2010 ym., Laaksonen 2016).

Vasaprocenttiin ja teuraspainoon vaikuttavat siis muun muassa tauti- ja loispaine, räkkä, kesälaidunten kunto, pedot sekä lumi- ja jäätilanne. Talviaikaisella rehustuksella arvioidaan myös olevan vaikutusta vasa- ja teurasprosentteihin (Post ym. 2021). Alustavissa tutkimuksissa (Post ym. 2021) kävi ilmi, että vasojen ruhopaino oli suurin lisäruokintaa eniten harjoittavissa, eteläisen poronhoitoalueen paliskunnissa (22,93 kg) ja pienin pohjoisimmalla vyöhykkeellä (20,20 kg). Poronhoitoalue oli jaettu tutkimuksessa neljään vaakasuuntaiseen vyöhykkeeseen. Koko poronhoitoalueelta vasojen ruhopainot maastoruokintaa (20,46 kg) harjoittavissa ja ilman lisäruokintaa (20,41 kg) olevissa paliskunnissa olivat pienempiä kuin tarharuokintaa (22,46 kg) harjoittavissa paliskunnissa. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös vasaprocenttia, joka tarkoittaa vasojen osuutta suhteessa vaatimiin syksyn erotuksissa. Vasaprocentti oli suurin pohjoisimmalla vyöhykkeellä (64,1 %) ja pieneni etelään päin siirtyessä, ollen eteläisimmällä alueella 59,1 %. Talvitarharuokintaa harjoittavissa paliskunnissa vasaprocentti (58,8 %) oli pienempi kuin maastoruokintaa harjoittavilla (63,3 %) tai ilman lisäruokintaa (61 %) olevilla tiloilla.

Kumpulan ym. (2015) tutkimuksessa tarkasteltiin pohjoisimpien paliskuntien (n=20) talviruokintakäytäntöjä. Eloporoa kohti laskettu lihantuotanto ja vasaprocentti oli suurin talvisin maastoruokintaa systemaattisesti harjoittaneissa paliskunnissa. Vasaprocentti oli yhteydessä myös käytettävissä olevien talvi- ja kesälaidunten määrään. Vasojen teuraspainot olivat pienimmät paliskunnissa, missä poroja ruokittiin talvisin pääosin tarhoissa. Eloporotiheyden kasvaessa eloporoa kohti tuotettu lihamäärä väheni. Tutkimuksessa todettiin, että paras tuottavuus saavutettiin systemaattisella maastoruokinnalla laitumien ollessa hyväkuntoisia ja monipuolisia.

### 3.3 Vaatimen ravitsemustilan vaihtelu vuodenaikojen mukaan

Poron veriarvoja tarkasteltaessa täytyy huomioida poron iän, kunnon ja vuodenaikojen tuomat vaihtelut. Näytteenotto stressaa yleensä poroa, mikä voi vääristää tuloksia (Laaksonen 2016). Porojen vaihtelevat pito- ja ruokintakäytänteet sekä erilaisilla rehuilla ruokkiminen vaikeuttavat veriarvoihin liittyvien tutkimusten vertailua.

Poron seerumin ureapitoisuus veressä kuvastaa lihasten ja muiden kudosten typen käyttöä sekä ureakiertoa (Laaksonen 2016). Poro lisää kierrätettävän urean määrää, kun rehun valkuaispitoisuus vähenee (Franzmann ym. 1976, Bahnaks ym. 1979). Poron seerumin ureapitoisuus vaihtelee myös vuodenaikojen mukaan. Seerumin ureapitoisuus on suurimmillaan alkukesästä, kun valkuaispitoista ravintoa on runsaasti saatavilla ja pienimmillään talvella (Taulukko 1) (Nieminen ja Timisjärvi 1983).

Poron seerumin albumiinipitoisuudet veressä vaihtelevat tutkimuksissa vuoden ja vuodenaikojen mukaan. Eri tutkimusten tulokset ovat vuodenaikaisen vaihtelun suhteen ristiriitaisia. Niemisen ja Timisjärven (1983) kymmenvuotisessa tutkimuksessa pienimmät veren seerumin albumiinipitoisuudet mitattiin poroilta syys–marraskuussa sekä suurimmat talvella ja keväällä. Säkkinen (2005) kahden vuoden tutkimuksessa luonnonravinnolla olevien porojen veren plasman albumiinipitoisuus pieneni kevään aikana, oli pienimmillään toukokuussa ja suurimmillaan lokakuussa. Niemisen ja Timisjärven (1983) mukaan luonnonravinnolla olleiden porojen alhainen seerumin albumiinipitoisuus (34,2 g/l) huhtikuussa voi kertoa poron nälkiintymisestä. Tutkimuksessa talvella 3–4 kuukautta melassilla ja säilörehulla ruokittujen vaadinten keskimääräinen seerumin albumiinipitoisuus oli 38,8 g/l (Nieminen ja Timisjärvi 1983). Säkkinen ym. (1999) tutkimuksessa vapaalla väkirehuruokinnalla olleiden tiineiden vaatimien seerumin albumiinipitoisuus lisääntyi talven aikana 16 %, kun luonnonravintoa ja väkirehua 0,5 kg tai vähemmän saaneilla se pysyi kokeen ajan vakiona. Säkkinen ym. (2005) tutkimuksessa valkuaisen saanti lisäsi plasman albumiinipitoisuutta. Talvisin väkirehua saaneiden porojen plasman albumiinipitoisuus oli suurempi kuin vain luonnonravintoa saavien porojen. Väkirehua saaneiden porojen plasman albumiinipitoisuus nousi seitsemässä viikossa 31,3 g/l:sta 34,7 g/l:aan. Tiineyden



loppuvaihe pienensi tutkimuksessa vaadinten plasman albumiinipitoisuutta maaliskuussa ja toukokuussa.

Kokonaisvalkuainen (totaaliproteiini) on hyvä yleiskunnon mittari (Laaksonen 2016). Niemisen ja Timisjärven (1983) tutkimuksessa melassilla ja säilörehulla ruokittujen porojen keskimääräinen seerumin kokonaisvalkuaispitoisuus oli 78 g/l. Niukempi valkuaisruokinta laskee seerumin kokonaisvalkuaispitoisuutta (Säkkinen ym. 1999). Säkkisen ym. (2005) tutkimuksessa porojen veren plasman kokonaisvalkuaispitoisuus vaihteli luonnonravinnolla olevilla poroilla 36–110 g/l. Väkirehua saaneiden porojen plasman kokonaisvalkuaispitoisuus nousi seitsemässä viikossa 61,5 g/l:sta 67,8 g/l:aan. Porojen elopainon lisääntyminen 10 kg lisäsi plasman kokonaisvalkuaispitoisuutta 1,1 g/l.

Taulukko 1. Vaadinten veren viitearvoja seerumista mitattuna.

Veriarvo	Vaihteluväli
Urea, mmol/l <sup>1</sup>	5,7–9,0
Albumiini, g/l <sup>2</sup>	33,2–43
Kokonaisvalkuainen, g/l <sup>3</sup>	63–87
Globuliini, g/l <sup>4</sup>	22,7–44,1
Kreatiniini, µmol/l <sup>5</sup>	143–316
Glukoosi, mmol/l <sup>6</sup>	2,5–4,6
NEFA, mmol/l <sup>7</sup>	0,89–1,54

<sup>1</sup> Nieminen ja Timisjärvi 1983

<sup>2</sup> Nieminen ja Timisjärvi 1983, Heiskari ja Nieminen 2004

<sup>3</sup> Nieminen ja Timisjärvi 1983

<sup>4</sup> Nieminen ja Timisjärvi 1983

<sup>5</sup> Säkkinen ym. 1999.

<sup>6</sup> Nieminen ja Timisjärvi 1983, Säkkinen ym. 1999

<sup>7</sup> Laaksonen 2016

Veren globuliinipitoisuus lasketaan kokonaisvalkuaisen ja albumiinin erotuksena. Niemisen ja Timisjärven (1983) tutkimuksessa muutokset vaadinten seerumin

kokonaisvalkuaiipitoisuudessa korreloivat samansuuntaisesti seerumin globuliinipitoisuuksien kanssa. Säckisen ym. (2005) tutkimuksessa valkuaisen saanti lisäsi plasman globuliinipitoisuutta. Vaatimen pienemmällä valkuaisen saannilla oli vähäisempi vaikutus globuliinipitoisuuteen kuin albumiinipitoisuuteen. Samassa tutkimuksessa ruokinta vaikutti vain vähän plasman albumiini:globuliini-suhteeseen. Veren plasman globuliini sekä albumiini:globuliini-suhde eivät ole yhtä hyviä vaatimen ravitsemustilan biomarkkereita kuin albumiini- ja kokonaisvalkuaispitoisuus (Säckinen 2005). Niemisen ja Timisjärven (1983) tutkimuksessa albumiini:globuliini-suhteiden keskiarvo oli 0,94.

Kreatiniini kuvaa lihasten valkuaisaineiden käyttöä (Laaksonen 2016). Kreatiniinin pitoisuus veressä lisääntyy, kun lihaskudoksen valkuaisaineita hajotetaan valkuaisaineenvaihdunnan tarpeisiin. Kreatiniinin lihaksesta vapautuva vakioipitoisuus riippuu lihasmassan määrästä ja kreatiniini on myös hyvä munuaisten riittävän toiminnan mittari (Sadri ym. 2023). Säckisen ym. (2001) tutkimuksessa plasman kreatiniinipitoisuudet vaihtelivat 90-280  $\mu\text{mol/l}$  ja ne olivat suurimmillaan talvella. Niemisen ja Timisjärven (1983) tutkimuksessa vaadinten seerumin kreatiniinipitoisuus nousi vain hieman talvella. Säckisen ym. (1999) tutkimuksessa jäkälällä ja luonnonravinnolla tammi-toukokuun välillä ruokittujen vaadinten seerumin kreatiniinipitoisuus lisääntyi kokeen aikana maaliskuuhun asti ja laski sen jälkeen perustasolle. Vastaavasti energia- ja valkuaispitoisemmin ruokittujen eli väkirehua saaneiden vaadinten kreatiniinipitoisuus laski samassa ajassa 24 %.

Veren glukoosipitoisuus pysyy poroilla suhteellisen tasaisena ympäri vuoden (Nieminen ym. 1984). Niemisen ja Timisjärven (1983) tutkimuksessa glukoosipitoisuus oli poroilla suurin kesällä ja syksyllä ja puolestaan pienin talvella ja alkukevällä. Samassa tutkimuksessa ehdotettiin, että poroilla on muita märehitjöitä suurempi glukoosipitoisuus, jotta ne selviäisivät talvella paremmin niukalla ravinnolla. Niemisen ja Timisjärven (1983) tutkimuksessa pienimmät glukoosipitoisuudet mitattiin hyvin niukalla ravinnolla olleilta vaatimilta huhtikuun lopulla (2,1 mmol/l). Melassilla ja säilörehulla ruokittujen porojen keskimääräinen veren glukoosipitoisuus oli tutkimuksessa 4,18 mmol/l. Säckisen ym. (1999) tutkimuksessa jäkälällä ruokittujen vaatimien veren seerumin glukoosipitoisuus pysyi talvella erittäin tasaisena, vaikka energian saanti väheni. Samassa kokeessa suuremmassa ja enemmän aikaa vievässä aitauksessa käsiteltyjen ja siten enemmän stressiä kokeneiden

vaatimien glukoositaso oli suurempi. Stressi lisää seerumin glukoosipitoisuutta (Säkkinen ym. 1999).

Vapaiden rasvahappojen (NEFA) pitoisuus veressä lisääntyy lyhyt- tai pitkäaikaisessa negatiivisessa energiataseessa, kun rasvakudosta mobilisoidaan energian lähteeksi (Dunshea ym. 1988). Niemisen ja Timisjärven tutkimuksessa (1983) vaadinten NEFA-pitoisuus oli syksyllä ja talvella keskimäärin 0,95 mmol/l. Pötsin haihtuvista rasvahapoista (VFA) osasta etikkahappoa muodostuu pötsin seinämässä BHB:ta eli  $\beta$ -hydroksivoihappoa. Pötsin voihapo muutetaan suurelta osin BHB:ksi pötsin seinämässä (Block 2010, Vanhatalo 2010). Lisäksi veren BHB sisältää myös maksassa vapaiden rasvahappojen (NEFA) osittaisessa hapetuksessa syntynyttä BHB:ta (Bergman 1971). Porojen veren BHB-pitoisuuksista löytyy vain vähän tutkittua tietoa. Soverin ym. (1992) tutkimuksessa tutkittiin talvitarhassa jäkälällä ruokittujen vasojen veren BHB-pitoisuuksia marras–huhtikuussa. BHB:n pitoisuus veressä lisääntyi negatiivisessa energiataseessa. Vasoilla NEFA-pitoisuus oli BHB-pitoisuutta parempi lipolyysin eli kudosasvojen hajottamisen indikaattori (Soveri ym. 1992).

Vaatimien talviaikaisiin painoihin ja kuntoluokkiin liittyvässä Maijalan ja Majurin (2014) tutkimuksessa täysikasvuisille vaatimille syötettiin tarhassa eri aikaan korjattuja säilörehuja ja lisäksi 300–700 grammaa teollista pororehua vaadinta kohden. Kokeet ajoittuvat tammikuun lopun ja maaliskuun lopun välille vuosina 2012 ja 2013. Ruokintakokeiden aikana porojen painoissa ja kuntoluokissa ei keskimäärin tapahtunut merkittäviä muutoksia. Molempina vuosina eri ruokintaryhmien keskipainot olivat kokeen alussa 79,3–84 kg ja kuntoluokat 2,9–3,1 (asteikolla 1–4). Kokeiden päättyessä ryhmien keskipainot olivat 79,6–82,3 kg ja kuntoluokat 2,8–3,2.

#### **4 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET**

Tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella erilaisten rehujen vaikutusta vaatimien fysiologiaan talvitarhausolosuhteissa. Kokeessa tutkittiin kahden erilaisen säilörehun ja väkirehun vaikutusta vaatimien rehun syöntiin, painoon, kuntoluokkaan, rinnanympärykseen ja

aineenvaihduntaa kuvaaviin veriarvoihin. Tutkimuksen hypoteesit olivat: 1) Viljellystä nurmesta korjattu säilörehu on rehuarvoltaan parempaa kuin luonnonheinänurmesta korjattu. 2) Viljellystä nurmesta korjattua säilörehua saaneiden vaadinten ravitsemustila verinäytteiden perusteella arvioituna on parempi kuin luonnonheinäsäilörehua saaneiden. 3) Viljellystä nurmesta korjattua säilörehua saaneiden vaadinten kuntoluokka on parempi ja elopainon lisääntyminen suurempaa kuin luonnonheinäsäilörehua saaneiden vaadinten. Väkirehu oli tutkimuksessa positiivisena kontrollina: ryhmän vaatimien painonmuutoksen odotettiin olevan pienempi ja ravitsemustilan parempi kuin säilörehuilla ruokittujen vaatimien.

## 5 AINEISTO JA MENETELMÄT

Ruokintatutkimus oli osa Lapin ammattikorkeakoulun ja Helsingin yliopiston Porojen ruokinta ja ravitsemus muuttuvassa ilmastossa -hanketta. Hankkeen tavoitteena on selvittää, miten vaadinten tiheyden aikainen ravitsemuksellinen tila vaikuttaa vasatuottoon ja vasojen teuraspainoihin sekä ymmärtää, mitkä pito-olosuhteet tukevat vasatuottoa parhaiten. Tutkimusta rahoittaa Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR, A76820, Kestävää kasvua ja työtä 2014 – 2020 Suomen rakennerahasto-ohjelma).

### 5.1 Koeasetelma ja koe-eläimet

Ruokintatutkimus toteutettiin Paliskuntain Yhdistyksen ylläpitämällä koeporotarhalla Kaamasessa, Inarissa 12.1.2022–29.3.2022. Tutkittavina tekijöinä olivat väkirehu ja kahden erilaisen säilörehun kasvilaji. Tutkittavat ruokinnat olivat timoteivaltaisesta (TTN) tai luonnonheinävaltaisesta (LHN) nurmesta korjattua säilörehua sisältävä sekä pelkästään väkirehua sisältävä lisäruokinta. Ruokintakokeessa molemmissa säilörehuryhmissä oli kahdeksan vaadinta ja väkirehuryhmässä yhdeksän vaadinta. Tutkimusvaatimet olivat iältään 3–10-vuotiaita ja tiineitä. Porot valittiin kokeeseen satunnaisesti kirkun sivua pitkin ohjaamalla ja kiinniottamalla. Porojen käsittelytilanteissa oli mukana kokeneita poronhoitajia. Ryhmistä pyrittiin saamaan keskenään mahdollisimman tasapainoiset kiinnittämällä valintatilanteessa huomiota vaadinten kokoon, kuntoon ja kuntoluokkaan sekä

tiedossa olevaan ikään. Kutuharjun koeporotarhalla on vaatimia yhteensä 80–100 kpl, vasa ja 10–40 ja hirvaita 10–20 riippuen vuodesta ja vuodenaajasta (Luke 2022a).

Jokainen ruokintaryhmä oli omassa 100 x 150 metrin tarhassa koko kokeen ajan. Kokeen ulkopuolella vaatimet elivät ympäri vuoden koeaitauksia isommissa aitauksissa ja käytössä on laidunkierto. Kesä- ja syksylaitumia on kaksi (yhteensä 29 km<sup>2</sup>) ja talvilaitumia kaksi (yhteensä 13 km<sup>2</sup>).

## 5.2 Rehut ja ruokinta

Timoteivaltaisesta (TTN) nurmesta korjattu säilörehu oli kolmannen ja neljännen vuoden nurmen 1. satoa Sallasta. Kylvömäärä oli 23 kg/ha ja seos sisälsi 100 % Tuure-timoteita. Pellot oli kalkittu vuosina 2018 ja 2019. Nurmi lannoitettiin YaraMilaY4-lannoitteella 3.6.2021 määrällä 340 kg/ha. Nurmi niitettiin 10 cm sänkeen niittokoneella 2.7.2021. Esikuivaus kesti 24 tuntia aurinkoisella ja lämpimällä säällä. Säilöntäaineena käytettiin Bonsilagea (Schaumann Agri International GmbH, Saksa). Säilöntäaineen annostus oli 5–6 l/tn. Korjuu tapahtui pyöröpaaleihin kuudella muovikerroksella.

Luonnonheinävaltaisesta (LHN) nurmesta korjattu säilörehu oli 5–8 vuotta sitten uusituilta lohkoilta olevaa 1. sadon nurmea Sodankylästä. Kylvöseos oli 80 % timoteita ja 20 % nurminataa ja kylvömäärä noin 25 kg/ha. Nurmi oli muuttunut vuosien saatossa luonnonheinävaltaiseksi, koska botaanisesta analyysistä löytyi ainoastaan vähän timoteita ja erittäin runsaasti juolavehnää (62,2 %) (Halonen 2021). Pelto oli kalkittu vuonna 2012. Nurmi lannoitettiin YaraMilaY4-lannoitteella 2.6.2021 määrällä 350 kg/ha. Nurmi niitettiin 6 cm sänkeen niittokoneella 3.7.2021. Esikuivaus kesti 10 tuntia aurinkoisella ja lämpimällä säällä. Säilöntäaineena oli Ecosyl (Volac International Limited, Yhdysvallat). Säilöntäaineen annostus tapahtui mikroannostelijalla 30 ml/paali. Korjuu tapahtui pyöröpaaleihin kuudella muovikerroksella.

Kokeen aikana annetun väkirehun ja säilörehun määrät sekä rehujäännösten määrät punnittiin ryhmäkohtaisesti. Kaikkien koeryhmien väkirehuna ennen koetta ja sen aikana oli Poron Herkku Energy raemuodossa (Lantmännen Agro Oy, Kouvola) 20 kg säkeissä. Väkiurehuryhmä sai ainoastaan väkirehua vapaasti 2 kg/pv vaadinta kohden koko kokeen ajan. Väkiurehun totutusjakso oli osa toista ruokintakoetta, joka alkoi 1.12.2021. Väkiurehuryhmän vaatimet saivat tarhassa ainoastaan väkirehua 1.12. alkaen 2,2 kg/pv per vaadin (20 kg/pv/ryhmä), 8.12 alkaen 2,8 kg/pv (25 kg/pv/ryhmä) ja 13.1 alkaen kokeen väkiurehumäärän 2 kg/pv per vaadin (18 kg/pv/ryhmä). Ennen joulukuuta väkiurehuryhmän vaatimet olivat Paliskuntain yhdistyksen koeporotarhan tokassa (89 poroa) useamman neliökilometrin tarhassa. Tokkaa maastoruokittiin säilörehulla 150 tuorepainokilolla eli noin 1,7 tuorepainokilolla vaadinta kohden. Lisäksi tokka sai väkiurehua 60 kg/pv (670 g/poro) lauhemmalla säällä ja 80 kg/pv (900 g/poro) kovalla pakkasella.

Säilörehuryhmien (timoteisäilörehu ja luonnonheinäsäilörehu) koesäilörehujen syöttö alkoi heti koeryhmiin jaon jälkeen. Koesäilörehujen rehujäännöksiä alettiin merkata ylös viisi päivää koeryhmiin jaon jälkeen (17.1.2022). Molemmissa ryhmissä vaatimet saivat säilörehua vapaasti, mikä varmistettiin jakamalla ryhmiin keskimäärin 35–45 tuorepainokiloa säilörehua päivässä ja tarkkailemalla, että rehujäännöstä jäi päivittäin. Poronhoitajia ohjeistettiin jakamaan ryhmille säilörehua 20 % edellispäivän syöntiä enemmän. Säilörehuissa ollut jäähile laskettiin kuuluvaksi rehuun. Kokeen alkupuolella säilörehua jaettiin enemmän kuin kokeen loppupuolella, jolloin väkiurehun määrää lisättiin. Koeruokintaan siirryttäessä (16.–20.1.) väkiurehumäärä molemmille ryhmille oli 2,6 kg/pv eli 325 g vaadinta kohden. Kokeen alkuosalla (21.1–17.2.) väkiurehumäärä ryhmille oli 2,4 kg/pv eli 300 g vaadinta kohden. Kokeen loppuosalla väkiurehumäärä ryhmille oli 4,8 kg/pv eli 600 g vaadinta kohden. Ennen koetta säilörehuryhmien vaatimet olivat koeporotarhan tokassa. Tokka haettiin ennen kokeen alkua 11.1. tutkimusasemalle suureen tarhaan. Laitumelta saatavan luonnonravinnon lisäksi tokalle syötettiin karkearehua noin 150 tuorepainokiloa eli noin 1,7 tuorepainokiloa vaadinta kohden päivässä. Lisäksi tokka sai väkiurehua 60 kg/pv (670 g/poro) lauhemmalla säällä ja 80 kg/pv (900 g/poro) kovalla pakkasella. Ennen koetta syötetty karkearehu oli aistinvaraisesti arvioituna kuivaa ja korjattu kesällä 2021 paaleihin Paliskuntain yhdistyksen koeporotarlalla. Ruokintakoetta edeltäneistä, tokalle syötetyistä karkearehuista ei ole botaanista analyysia eikä rehuanalyysituloksia.

Kaikki kokeen vaatimet saivat vettä tavalliseen tapaan syömällä tarhasta lunta. Kaikkien ryhmien koerehut jaettiin ruokintakaukaloihin. Rehukaukalot olivat katettuja, pituudeltaan 3 metriä ja leveydeltään 50 cm. Kaukaloiden materiaalina oli halkaistu muovinen rumpuputki. Säilörehuryhmät saivat kokeen puolivälissä (16.2) toiset ruokintakaukalot vaatimien vapaan syönnin turvaamiseksi ja säilörehujen maahan tallomisen estämiseksi. Säilörehut otettiin paalista käsin ja kuljetettiin porojen ruokintakaukaloihin moottorikelkan avulla. Ennen rehujen jakoa ryhmäkohtaiset rehujäännökset poistettiin kaukalosta ja punnittiin. Koeryhmien ruokinta tapahtui kerran vuorokaudessa klo 9.00–13.00 välillä ja yleisimmin aamupäivällä. Säilörehu ja väkirehu jaettiin samaan aikaan.

### 5.3 Näytteiden keruu, analysointi ja mittaukset

#### 5.3.1 Rehunäytteet

Kaikista koerehuista kerättiin näytteet ennen kokeen alkua. Näytteet säilytettiin  $-20\text{ °C}$  analyysiin saakka. Rehunäytteet analysoitiin Helsingin yliopiston maataloustieteiden osaston kotieläintieteen laboratoriossa. Rehuista analysoitiin primäärinen ja sekundaarinen kuiva-aine, raakavalkuainen, neutraalidetergenttikuitu (NDF) ja tuhka. Väkihusta analysoitiin lisäksi kokonaisrasva ja tärkkelys. Säilörehuille määritettiin *in vitro* -sellulaasisulavuus sekä käymislaatua kuvaavat arvot: pH, sokeri, maitohappo, etanoli, ammoniumtyppi ja haihtuvat rasvahapot (VFA).

Säilörehut silputtiin lyhyemmiksi laboratoriosilppurilla Walter u. Wintersteiger KG (Ried im Innkreis, Itävalta). Primäärinen kuiva-aine määritettiin kuivaamalla näyte  $103\text{ °C}$  asteissa uunissa 20–24 tuntia. Analyysinäytteitä kuivatettiin tuulettavassa kuivauskaapissa (Memmert, Memmert GmbH, Schwabach, Saksa) ensin tunti  $103\text{ °C}$  ja sen jälkeen kaksi vuorokautta  $50\text{ °C}$  asteessa. Kuivat analyysinäytteet jauhettiin vasaramyllyllä (Sakomylly KT-3100, Koneteollisuus Oy, Helsinki, Suomi) 1 mm:n seulan läpi. Sekundäärinen kuiva-aine määritettiin kuivasta ja jauhetusta analyysinäytteestä punnitsemalla, kun se oli ollut 16 tuntia lämpökaapissa. Tuhka saatiin polttamalla kuiva ja jauhettu analyysinäyte muhveliuunissa (Heraeus Thermicon T, Heraeus, Hanau, Saksa)  $600\text{ °C}$ :ssa 20–24 h ja

punnitsemalla jäännös. Raakavalkuainen määritettiin Kjeldahl-menetelmällä (AOAC 1995) käyttäen Tecator-polttolaitetta (Tecator Digestion Auto ja Tecator Scubber) ja tislauksen- ja titrauslaitteistoa (FOSS Kjeltex Auto 2300, Foss, Hillerød, Tanska). NDF:n määrittämisessä oli käytössä Van Soest ym. (1991) menetelmä, missä säilörehuille käytettiin natriumsulfiittia ja väkirehulle  $\alpha$ -amylaasia. Laitteena oli automaattinen FiberTherm FT12 -uuttolaite (Gerhardt, Königswinter, Saksa). NDF-pitoisuudet on ilmoitettu ilman jäännöstuhkaa.

Väkirehunäytteen kokonaisrasvan määrittämisessä käytettiin petroolieetteriuuttoa HCl-hydrolyysin jälkeen (FOSS Soxtec 8000 uuttoyksikkö, SoxCap 2047 hydrolyysiyksikkö, FOSS Analytical, Hillerød, Tanska). Tärkkelyksen määrittämisessä käytettiin kolorimetristä menetelmää laitteella Shimadzu UV-VIS mini 1240 (Shimadzu Europa GmbH, Duisburg, Saksa). Säilörehujen in vitro –sulavuus määritettiin pepsiini-sellulaasi-menetelmällä (Friedel 1990) käyttäen Nousiainen ym. (2003) muunnelmaa. pH:n määrittämisessä käytettiin SevenCompact™ S220 pH-mittaria (Mettler-Toledo Ltd, Leicester, Iso-Britannia).

Säilörehunäytteiden sokeripitoisuus määritettiin Somogyin 1945 ja Salon (1965) mukaisella, kolometrisellä menetelmällä spektrofotometrisesti laitteella Shimadzu UV-VIS mini 1240 (Shimadzu Europa GmbH, Duisburg, Saksa). Maitohappo ja haihtuvat rasvahapot (VFA) analysoitiin nestekromatografilla (Waters Acquity UPLC, Waters, Milford, MA, Yhdysvallat) käyttäen Puhakan ym. (2016) kuvaamaa menetelmää. Etanoli määritettiin entsyymikitillä (cat. No 176290, R-Biopharm AG, Darmstadt, Saksa) kolometrisellä menetelmällä (Shimadzu UV-VIS mini 1240, Shimadzu Europa GmbH, Duisburg, Saksa). Ammoniumtyypen määrittämisessä käytettiin kolorimetristä menetelmää (Shimadzu UV-VIS mini 1240, Shimadzu Europa GmbH, Duisburg, Saksa) McCulloughin (1967) mukaan.

### 5.3.2 Tiineys ja ikä

Ruokintakokeen aloituspäivänä eläinlääkäri suoritti ultraäänilaitteella vaatimille tiineystarkastuksen rektaalaisesti. Vaatimet luokiteltiin joko tiineiksi tai tyhjiksi. Säilörehuryhmiin valittiin tiineitä vaatimia. Väkiurehuryhmän vaatimista tiineitä oli vain neljä yhdeksästä (44 %). Eläinlääkäri arvioi, että tyhjiksi todetut vaatimet saattoivat



todellisuudessa olla myös tiineitä, mutta vaadinten lihavuus vaikeutti tiineyden todentamista ultraäänilaitteella.

Vaatimien ikä määritettiin kaulassa olevan pannan perusteella. Koeporotarhassa numeroitujen pantojen avulla poroista kerätään vuosittain yksilökohtaista tietoa alkaen syntymäpäivästä. Eri ikäisten vaadinten määrä vaihteli ryhmien välillä (Taulukko 2). Väkirehuryhmässä 2–4 -vuotiaiden vaatimien osuus (5 kpl, 55 %) oli selkeästi suurempi kuin luonnonheinäryhmässä (2 kpl, 25 %) tai timoteiryhmässä (1 kpl, 13 %). Väkirehuryhmästä puuttuivat 5–6 vuotiaat, joita oli säilörehuryhmissä oli 4–5 kpl (50–63 %). Väkirehuryhmässä oli nuorten lisäksi kolme 7–9-vuotiasta vaadinta, kun molemmissa säilörehuryhmissä saman ikäisiä vaatimia oli kaksi. Väkirehuryhmän muodostaminen tapahtui jo aiemmin toteutetun ruokintakokeen alussa.

Taulukko 2. Eri ikäisten vaadinten lukumäärä ryhmittäin.

Ikä, vuotta	LHN (n=8) <sup>1</sup>	TTN (n=8) <sup>2</sup>	VK (n=9) <sup>3</sup>
2	0	0	2
3	0	1	3
4	2	0	1
5	2	3	0
6	2	2	0
7	1	1	1
8	1	1	1
9	0	0	1

<sup>1</sup> LHN: luonnonheinäsäilörehu; <sup>2</sup>TTN: timoteisäilörehu; <sup>3</sup>VKR: väkirehu

### 5.3.3 Elopaino, kuntoluokka ja rinnanympäryys

Paliskuntain yhdistyksen koeporotarhalla väkirehuryhmän vaatimet punnittiin kaksi kertaa ja säilörehuryhmien vaatimet kolme kertaa ruokintakokeen aikana. Säilörehuryhmän vaatimet punnittiin kolme kertaa, koska vaadinten painon vähentymistä kokeen alkupuolella koettiin tarpeelliseksi seurata. Punnitukset tapahtuivat noin klo 10–12 välillä ja 0,5 kg tarkkuudella. Vaatimet koottiin kirnuun, josta ne ohjattiin yksitellen kujaa pitkin sisätiloissa olevan käsittelyhäkin tasovaa'alle. Käsittelyhäkki oli kapea ja kääntymisen estävä.

Vaatimet punnittiin kokeen alussa (12.01.2022) ja lopussa (29.03.2022). Säilörehuryhmän vaatimet punnittiin myös kokeen puolivälissä (10.02.2022). Ruokintakokeen aluksi ja lopuksi kaikki vaatimet kuntoluokitettiin. Kuntoluokituksen suoritti sama henkilö molemmilla kerroilla. Kuntoluokituksen arviointiasteikko oli yhdestä neljään ja tarkkuus 0,25 (Laaksonen 2016). Kuntoluokassa 1 vaadin on hyvin laiha ja kuntoluokassa 4 hyvin lihava. Vaatimen kuntoluokka arvioitiin tunnustelemalla yksilöä neljästä eri kohdasta. Kuntoluokituksen arviointipisteet olivat: selkärangan nikamien väli, lonkkakyhmyn ja selkärangan väli, selkärangan ja poikkihaarakkeen väli sekä lihavilla myös selkälinja. Molempien näytteenottojen yhteydessä vaatimesta kirjattiin ylös mahdollisia muita havaintoja, kuten sontaisuus, mikä kertoo ulosteen olleen löysää. Rinnanympäryys määritettiin mittanauhalla vaatimen kainalon takaa ja molemmilla kerroilla mittauksen suoritti kaikille eläimille sama henkilö.

#### 5.3.4 Verinäytteet

Ruokintakokeiden alussa ja lopussa kaikilta vaatimilta otettiin verinäytteet kaulalaskimosta. Porot ruokittiin verinäytepäivinä näytteenoton jälkeen iltapäivällä. Verinäytteet kerättiin jokaiselta näytekerralta seerumiputkiin (4 ml) (BD Vacutainer, Becton Dickinson, Iso-Britannia). Näytteiden jäätyksen estämiseksi niitä pidettiin ulkona alle  $-10\text{ °C}$  pakkasessa takin taskussa lähellä kehoa korkeintaan 1,5 tunnin ajan ennen jatkokäsittelyä. Seerumi erotettiin sentrifugoimalla (FP-510 Centrifuge, Labsystems Diagnostics Oy, Suomi) näytettä 15 minuuttia huoneenlämmössä  $3000 \times g$  nopeudella. Analysointia varten seerumi erotettiin pipetoimalla 4–6:een 1,5 ml Eppendorf-putkeen (Eppendorf AG, Hampuri, Saksa) ja pakastettiin  $-20\text{ °C}$ .

Verinäytteet analysoitiin Helsingin yliopiston maataloustieteiden osaston kotieläintieteen laboratoriossa. Kaikissa verinäytteiden määrittelyssä käytetty analysaattori oli Indiko Plus (Thermo Fisher Scientific Oy, Vantaa, Suomi). Glukoosin määrittelyssä käytettiin Glucose GOD-POD-kittiä (Thermo Fisher Scientific Oy, Vantaa, Suomi). NEFA:n määrittelyssä kittinä oli Randox FA115 (Randox Laboratories, Crumlin, Iso-Britannia) ja BHB:n

määrityksessä Ranbut kit (Randox Laboratories, Crumlin, Iso-Britannia). Kokonaisvalkuaisen, albumiinin, kreatiniinin ja urean määrityksessä käytettiin laitevalmistajan (Thermo Fisher Scientific Oy, Vantaa, Suomi) toimittamia kittejä (kitit no. 981827, 981767, 981896 ja 981818). Vaadinten seerumin globuliinipitoisuus laskettiin kokonaisvalkuaisen ja albumiinin erotuksena. Samalla laskettiin myös albumiinin ja globuliinin suhde (ALB:GLOB).

#### 5.4 Tulosten laskenta ja tilastollinen analysointi

Säilörehujen haihtuvia komponentteja huomioiva kuiva-ainekorjaus laskettiin Huidan ym. (1986) mukaan. Säilörehujen muuntokelpoisen energian (ME) ja ohutsuolesta imeytyvän valkuaisen (OIV) pitoisuudet sekä pötsin valkuaistase (PVT) laskettiin rehujen kemiallisen koostumuksen perusteella (Luke 2022b). Väkirehun ME:n, OIV:n ja PVT:n osalta käytettiin valmistajan ilmoittamia arvoja. Säilörehujen D-arvo eli sulavan orgaanisen aineen pitoisuus kuiva-aineessa (g/kg ka) laskettiin in vitro -sulavuuksien pohjalta, käyttäen Huhtasen ym. (2006) nautojen in vivo -sulavuuksiin perustuvaa korjausyhtälöä. Vaatimien ME:n, OIV:n ja raakavalkuaisen saannit sekä päivittäinen rehujen kulutus vaadinta kohti laskettiin ryhmäkohtaisten rehumäärien ja rehujäännösmäärien perusteella.

Solunsisällyshiilihydraattien (SSH) pitoisuuden (g/kg ka) laskennassa käytettiin kaavaa:  $1000 - \text{NDF-pitoisuus} - \text{raakavalkuaispitoisuus} - \text{rasvapitoisuus} - \text{tuhkapitoisuus}$ . Säilörehujen kokonaisrasvan oletuksena käytettiin 40 g/kg ka (Luke 2022b).

Tilastollinen analyysi tehtiin SAS-ohjelmiston (versio 9.4, SAS Institute Inc., Cary, Yhdysvallat) Mixed -proseduurilla. Varianssianalyysissä tilastollisen mallin kiinteänä tekijänä oli ruokintaryhmä. Ikkä käytettiin kovariaattimuuttujana, jos sen vaikutus oli tilastollisesti vähintään suuntaa antava. Tulokset ruokintakokeen alusta, keskivaiheilta ja lopusta analysoitiin erikseen. Kokeen alussa mitattua arvoa (paino, kuntoluokka, rinnanympäryys ja veriarvot) käytettiin kovariaattimuuttujana lopussa, mikäli alussa mitatun arvon vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä tai suuntaa antava. Jokaisen vaatimen painon, kuntoluokan ja rinnanympäryksen alun ja lopun erotus laskettiin Excel-taulukkolaskennalla.

Ruokintaryhmien välisiä eroja analysoitiin ortogonaalisilla kontrasteilla. Ortogonaalisina kontrasteina olivat 1) väkirehu vs. timoteisäilörehu ja luonnonheinäsäilörehu (VKR vs. TTN ja LHN) ja 2) luonnonheinäsäilörehu vs. timoteisäilörehu (LHN vs. TTN).

Aineiston normaalijakautuneisuutta testattiin mallin tuottamien residuaalien avulla, käyttäen SAS-ohjelmiston Univariate -proseduurin Shapiro-Wilk -testiä. Analyysissä käytettiin logaritmuunnettuja arvoja (Log10), jos aineisto ei ollut normaalijakautunut. Tarvittaessa muunnettava arvo kerrottiin kymmenellä ennen logaritmuunnosta negatiivisten arvojen välttämiseksi. Tilastollisen analyysin merkitsevyys kuvattiin p-arvoina, joista  $p < 0,001$  tulkittiin tilastollisesti erittäin merkitseväksi,  $p < 0,01$  tilastollisesti hyvin merkitseväksi,  $p < 0,05$  merkitseväksi ja  $p < 0,10$  suuntaa antavaksi.

## 6 TULOKSET

### 6.1 Rehujen kemiallinen koostumus ja syönti

Luonnonheinäsäilörehu (LHN) sisälsi timoteisäilörehua (TTN) enemmän kuiva-ainetta g/kg (Taulukko 3). Molempien säilörehujen kuiva-ainepitoisuus oli yli 400 g/kg. Luonnonheinäsäilörehu sisälsi raakavalkuaista enemmän kuin timoteisäilörehu. Väkirehun raakavalkuaispitoisuus oli säilörehuja pienempi.

Luonnonheinäsäilörehun pH ja sokeripitoisuus olivat timoteisäilörehua huomattavasti suurempia. Timoteisäilörehun etikka- ja maitohappopitoisuudet sekä etanolipitoisuus olivat runsaammat kuin luonnonheinäsäilörehussa. Myös ammoniumtypen osuus oli timoteisäilörehussa suurempi. Timoteisäilörehun NDF- ja tuhkapitoisuus olivat huomattavasti suuremmat kuin luonnonheinäsäilörehun. Väkirehun NDF-pitoisuus oli rehuista selkeästi pienin. Väkirehun tuhkapitoisuus oli rehuista suurin, kuten myös solunsisällyshiilihydraattien pitoisuus.

Timoteisäilörehun D-arvo oli selkeästi luonnonheinäsäilörehua pienempi. Luonnonheinäsäilörehun energiapitoisuus (ME) ja ohutsuolesta imeytyvä valkuainen (OIV) olivat timoteisäilörehua suurempia. Rehuista suurimmat ME- ja OIV-arvot olivat väkirehulla. Pötsin valkuaistase (PVT) oli molemmissa säilörehuissa suuri verrattuna väkirehuun.

Taulukko 3. Koerehujen kemiallinen koostumus.

	Luonnonheinäsäilörehu	Timoteisäilörehu	Väkirehu
Kuiva-aine, g/kg	494	414	887
Kuiva-aineessa, g/kg			
Tärkkelys	-	-	386
Raakavalkuainen	154	138	130
NDF <sup>1</sup>	518	569	267
Tuhka	53,5	59,3	60,2
SSHH <sup>2</sup>	275	234	543
pH	4,72	4,09	-
Sokeri	179	37,6	-
Etikkahappo <sup>3</sup>	2,20	30,3	-
Maitohappo	20,2	43,4	-
Etanoli	5,24	8,27	-
Ammoniumtyppi, g/kg N	17,1	34,4	-
<sup>4</sup> D-arvo , g/kg ka	720	668	-
<sup>5</sup> ME , MJ/kg ka	11,5	10,7	11,8 <sup>8</sup>
<sup>6</sup> OIV , g/kg ka	86,4	79,7	90 <sup>8</sup>
<sup>7</sup> PVT , g/kg ka	24,5	18,6	-5 <sup>8</sup>

<sup>1</sup> NDF = Neutraalidetergenttikuitu

<sup>2</sup> SSHH = Solunsisällyshiilihydraatit. Arvoa laskettassa säilörehujen rasvapitoisuudeksi on oletettu 40 g/kg ka.

<sup>3</sup> VFA sisälsi vain etikkahappoa.

<sup>4</sup> D-arvo = Sulavan orgaanisen aineen pitoisuus kuiva-aineessa

<sup>5</sup> ME = Muuntokelpoinen energia

<sup>6</sup> OIV = Ohutsuolesta imeytyvä valkuainen

<sup>7</sup> PVT = Pötsin valkuaistase

<sup>8</sup> Valmistajan ilmoittama (Lantmännen Agro Oy)

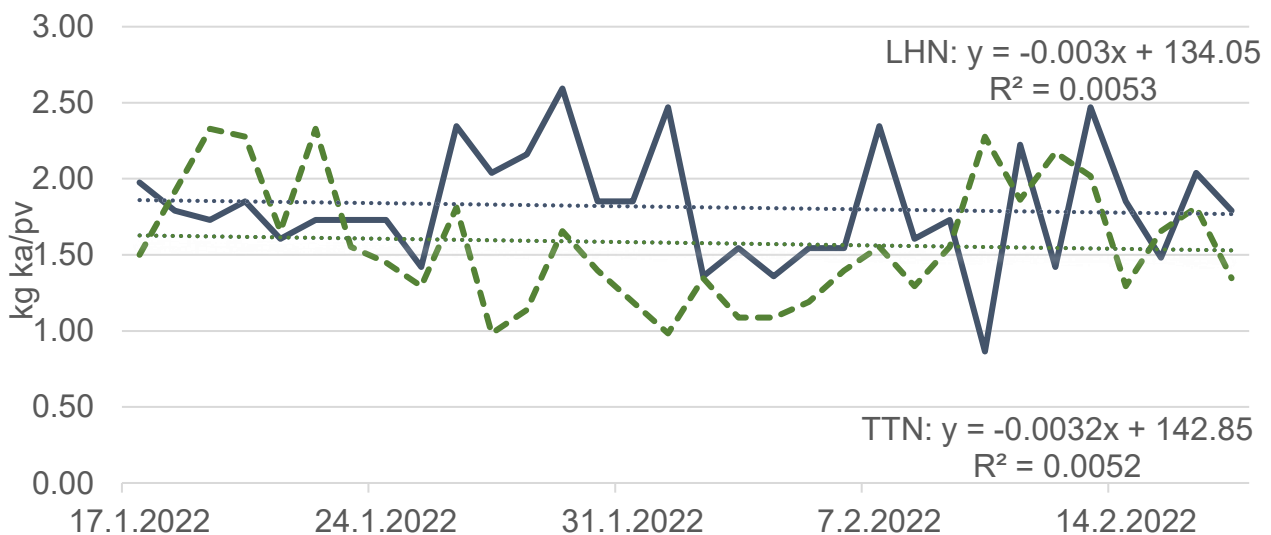
Luonnonheinäsäilörehuryhmän vaatimien rehujen syönti oli ryhmistä suurinta koko kokeen ajan (Taulukko 4). Timoteisäilörehu- ja väkirehuryhmässä rehujen syönti oli sama ennen säilörehuryhmien väkirehun lisäystä. Ennen väkirehumäärän muutosta säilörehujen syönti pysyi keskimäärin vakaana (Kuva 1). Molempien säilörehujen syönti väheni väkirehumäärän

lisäämisen jälkeen (Kuva 2). Väkiprehulisäyksen jälkeen timoteisäilörehun syönti oli kokeen vähäisintä. Luonnonheinäsäilörehuryhmän vaatimet saivat valkuaisista (g/pv) kokeen ajan eniten ja väkirehuryhmä vähiten. Ennen kokeen alkua (1.12.-11.1.) väkirehuryhmä sai runsaasti valkuaisista (328 g/pv) ja energiaa (29,7 MJ/pv). OIV-saanti (g/pv) ja energian saanti (MJ/pv) rehuista oli luonnonheinäsäilörehuryhmässä koko kokeen ajan suurinta.

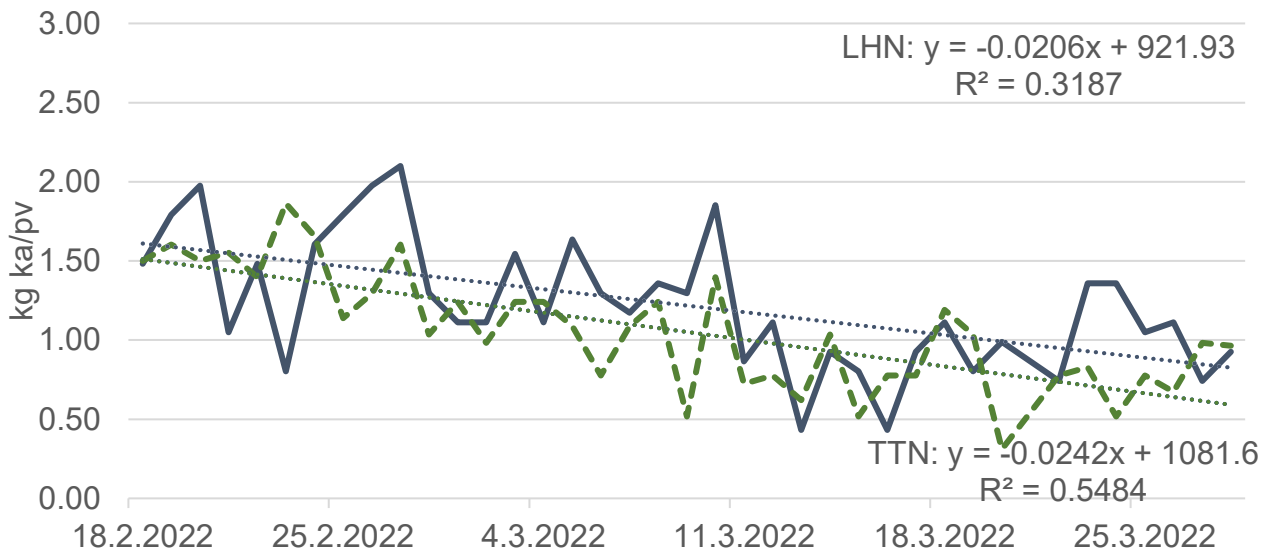
Taulukko 4. Koeryhmien rehujen syönti (kg/pv) sekä energian (MJ/pv) ja valkuaisen saanti (g/pv) ennen ja jälkeen säilörehuryhmien väkiprehulisäyksen kokeen puolivälissä.

	Ennen			Jälkeen		
	LHN	TTN	VKR	LHN	TTN	VKR <sup>1</sup>
Kuiva-aineen syönti, kg/pv	2,08	1,84	1,84	1,75	1,58	1,61
Raakavalkuaisen saanti, g/pv	313	252	240	256	214	210
OIV, g/pv	181	150	166	153	132	145
ME, MJ/pv	24,0	20,0	21,7	20,3	17,5	19,0

<sup>1</sup> Väkiprehun annettu määrä pysyi vakiona kokeen ajan.



Kuva 1. Säilörehujen syönti kg ka/pv per vaadin ennen väkiprehumäärän lisäystä. Luonnonheinäsäilörehu (LHN) on esitetty kuvassa yhtenäisellä viivalla ja timoteisäilörehu (TTN) katkoviivalla.



Kuva 2. Säilörehujen syönti kg ka/pv per vaadin väkirehumäärän lisäyksen jälkeen. Luonnonheinäsäilörehu (LHN) on esitetty kuvassa yhtenäisellä viivalla ja timoteisäilörehu (TTN) katkoviivalla.

## 6.2 Elopaino, kuntoluokka ja rinnanympäryys

Kokeen alkaessa väkirehuryhmässä olleiden vaatimien paino oli pienempi kuin säilörehuryhmissä olleiden vaatimien ( $p < 0,01$ ) (Taulukko 5). Iän huomioiminen kovariaattimuuttujana pienensi ryhmien välisiä painoeroja alussa, mutta väki- ja säilörehuryhmien välinen ero säilyi tilastollisesti merkitsevänä ( $p < 0,05$ ). Kokeen lopussa ryhmien välillä ei ollut eroa painoissa. Väkirehuryhmän vaatimien loppu- ja alkupainon erotus oli positiivinen ja suurempi kuin säilörehuryhmillä ( $p < 0,001$ ). Säilörehuryhmien välillä ei ollut eroa painoissa kokeen alussa ja lopussa, vaikka välipunnituksessa luonnonheinäsäilörehuryhmän vaatimien paino oli pienempi kuin timoteisäilörehuryhmän vaatimien ( $p < 0,05$ ).

Taulukko 5. Vaatimien elopaino (kg) ja painon muutos kokeen aikana.

	Koeruokinnat <sup>1</sup>			SEM	Ruokinta	K1 <sup>2</sup>	K2 <sup>3</sup>
	LHN	TTN	VKR				
Eläinmäärä	8	8	9			25	25
Alkupaino	84,1	86,5	78,6	1,99	0,02	0,009	0,41
Alkupaino K <sup>4</sup>	83,5	85,9	79,7	1,68	0,047	0,02	0,32
Välipaino	81,5	85,5		1,25	0,04		
Loppupaino	78,1	80,8	80,3	2,10	0,63	0,70	0,70
Loppupaino K <sup>4</sup>	77,5	80,1	81,5	1,70	0,24	0,19	0,28
Alku–välipaino	-2,60	-1,05		0,954	0,27		
Väli–loppupaino	-3,40	-4,70		0,777	0,26		
Alku–loppupaino	-6,00	-5,75	1,78	1,105	<0,001	<0,001	0,90

<sup>1</sup>LHN: luonnonheinäsäilörehu; TTN: timoteisäilörehu; VKR: väkirehu

<sup>2</sup>Väkirehu vs säilörehuryhmät

<sup>3</sup>Timoteisäilörehu vs. luonnonheinäsäilörehu

<sup>4</sup> Ikää käytettiin käytettiin kovariaattimuuttujana, mikäli sen vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä tai suuntaa-antava (<0,10)

Kokeen alussa väkirehuryhmän vaadinten kuntoluokka oli suurempi kuin säilörehuryhmien vaatimien ( $p < 0,001$ ) (Taulukko 6). Kokeen lopussa väkirehuryhmän kuntoluokka poikkesi edelleen säilörehuryhmistä ( $p < 0,001$ ). Kun kokeen lopussa huomioitiin kovariaattimuuttujina vaatimien ikä ja kuntoluokka alussa niin ryhmien väliset erot pienenevät, mutta väkirehuryhmän kuntoluokka oli edelleen muita ryhmiä suuntaa antavasti suurempi ( $p < 0,10$ ). Vaatimien kuntoluokan muutoksessa kokeen aikana ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ruokintaryhmien välillä. Viimeisen kuntoluokituksen yhteydessä LHN-ryhmässä viidellä, TTN-ryhmässä kolmella ja väkirehuryhmässä kahdella vaatimella havaittiin merkkejä ulosteen löysyydestä.



Taulukko 6. Vaatimien kuntoluokka kokeen aikana.

	Koeruokinnat <sup>1</sup>			SEM	Ruokinta	K1 <sup>2</sup>	K2 <sup>3</sup>
	LHN	TTN	VKR				
Eläinmäärä	8	8	9			25	25
Kuntoluokka alussa	3,0	3,0	3,7	0,09	<0,001	<0,001	0,62
Kuntoluokka lopussa	3,1	3,2	3,7	0,08	<0,001	<0,001	0,44
Kuntoluokka lopussa K <sup>4</sup>	3,2	3,2	3,5	0,12	0,15	0,06	0,55
Kuntoluokan muutos	0,09	0,12	0,03	0,094	0,74	0,47	0,82

<sup>1</sup>LHN: luonnonheinäsäilörehu; TTN: timoteisäilörehu; VKR: väkirehu

<sup>2</sup>Väkirehu vs säilörehuryhmät

<sup>3</sup>Timoteisäilörehu vs. luonnonheinäsäilörehu

<sup>4</sup> Kuntoluokkaa alussa ja ikää käytettiin käytettiin kovariaattimuuttujana, mikäli niiden vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä tai suuntaa antava (<0,10)

Ruokintaryhmien välillä ei ollut merkitsevää eroa rinnan ympäröyksissä kokeen alussa (Taulukko 7). Kokeen lopussa väkirehuryhmän rinnan ympäröisyys oli suurempi kuin säilörehuryhmien ( $p < 0,05$ ). Kun kokeen lopussa huomioitiin kovariaattimuuttujana vaatimien rinnan ympäröisyys alussa niin väkirehuryhmän rinnan ympäröisyys oli suurempi kuin säilörehuryhmien ( $p < 0,001$ ). Väki rehuryhmän vaadinten rinnan ympäröisyys kasvoi kokeen aikana ( $p < 0,01$ ) verrattuna säilörehuryhmiin, joissa vaatimien rinnan ympäröisyys väheni tai pysyi ennallaan kokeen aikana.

Taulukko 7. Vaatimien rinnanympärys (cm) kokeen aikana.

	Koeruokinnat <sup>1</sup>			SEM	Ruokinta	K1 <sup>2</sup>	K2 <sup>3</sup>
	LHN	TTN	VKR				
Eläinmäärä	8	8	9			25	25
Rinnanympärys alussa <sup>4</sup>	2,04 (111)	2,04 (110)	2,04 (110)	0,005 (1,35)	0,75 (0,78)	0,53 (0,56)	0,68 (0,70)
Rinnanympärys lopussa	110	110	114	1,34	0,12	0,042	0,90
Rinnanympärys lopussa K <sup>5</sup>	110	110	114	0,83	0,002	<0,001	0,77
Rinnanympäryksen muutos	-0,5	0,0	4,1	0,86	0,0011	<0,001	0,68

<sup>1</sup>LHN: luonnonheinäsäilörehu; TTN: timoteisäilörehu; VKR: väkirehu

<sup>2</sup>Väkirehu vs säilörehuryhmät

<sup>3</sup>Timoteisäilörehu vs. luonnonheinäsäilörehu

<sup>4</sup>Käytetty Log10 logaritimuunnosta normaalijakautuneisuuden ongelman vuoksi. Suluissa olevat arvot ovat tulokset ilman logaritimuunnosta

<sup>5</sup>Rinnanympärystä alussa käytettiin käytettiin kovariaattimuuttujana, mikäli sen vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä tai suuntaa antava (<0,10)

### 6.3 Verinäytteet

Väkirehuryhmän seerumin albumiinipitoisuus oli kokeen alussa ryhmistä suurin ja poikkesi säilörehuryhmistä ( $p < 0,001$ ) (Taulukko 8). Kokeen lopussa ryhmien välillä ei enää ollut merkitseviä eroja, koska väkirehuryhmän albumiinipitoisuus oli laskenut ja muiden noussut. Kun albumiinia alussa käytettiin kovariaattimuuttujana lopussa niin väkirehuryhmän albumiinipitoisuus oli pienempi kuin säilörehuryhmien ( $p < 0,01$ ). Myös säilörehuryhmien välillä oli silloin suuntaa antava ( $p < 0,10$ ) ero siten, että timoteisäilörehuryhmässä seerumin albumiinipitoisuus oli suurempi kuin luonnonheinäsäilörehuryhmässä.

Kokeen aikana vaadinten seerumin kokonaisvalkuaispitoisuus nousi säilörehuryhmissä ja laski väkirehuryhmässä. Kokeen alussa väkirehuryhmä poikkesi suuren kokonaisvalkuaispitoisuuden vuoksi säilörehuryhmistä ( $p < 0,001$ ). Kokeen lopussa ryhmien välillä ei enää ollut tilastollisesti merkitsevää eroa kokonaisvalkuaispitoisuuksissa. Kun

pitoisuus alussa huomioitiin kovariaattimuuttujana lopussa, niin väkirehuryhmän seerumin kokonaisvalkuaispitoisuus oli kokeen lopussa pienempi kuin säilörehuryhmien ( $p < 0,001$ ).

Taulukko 8. Valkuaisaineenvaihduntatuotteiden pitoisuudet seerumissa.

	Koeruokinnat <sup>1</sup>			SEM	Ruokinta	K1 <sup>2</sup>	K2 <sup>3</sup>
	LHN	TTN	VKR				
Eläinmäärä	8	8	9			25	25
Albumiini g/l alussa	30,8	30,8	34,2	0,76	0,005	0,001	0,96
Albumiini g/l lopussa	32,2	33,8	33,2	0,78	0,35	0,83	0,16
Albumiini g/l lopussa K <sup>5</sup>	33,1	34,6	31,6	0,63	0,01	0,014	0,058
Kokonaisvalkuainen g/l alussa	74,7	73,7	87,0	2,33	<0,001	<0,001	0,76
Kokonaisvalkuainen g/l lopussa	83,2	80,6	82,2	2,26	0,72	0,91	0,43
Kokonaisvalkuainen g/l lopussa K <sup>5</sup>	86,5	84,7	75,7	1,62	<0,001	<0,001	0,36
Globuliini g/l alussa	43,9	42,8	52,9	1,99	0,002	<0,001	0,71
Globuliini g/l lopussa	51,0	46,8	49,0	2,063	0,37	0,97	0,16
Globuliini g/l lopussa K <sup>4</sup>	2,73 (53,4)	2,70 (50,1)	2,64 (44,1)	1,503 (0,012)	0,002 (<0,001)	0,001 (<0,001)	0,087 (0,087)
Albumiinin ja globuliinin suhde alussa	0,710	0,723	0,656	0,028	0,21	0,083	0,74
Albumiinin ja globuliinin suhde lopussa	0,638	0,725	0,687	0,030	0,15	0,89	0,053
Albumiinin ja globuliinin suhde lopussa K <sup>5</sup>	0,626	0,702	0,718	0,021	0,009	0,046	0,014
Kreatiniini $\mu\text{mol/l}$ alussa	141	131	117	6,5	0,045	0,022	0,31
Kreatiniini $\mu\text{mol/l}$ lopussa	150	162	166	9,4	0,44	0,35	0,39
Kreatiniini $\mu\text{mol/l}$ lopussa K <sup>5</sup>	148	153	176	8,7	0,075	0,029	0,72
Urea mmol/l alussa	8,97	8,19	11,4	0,627	0,003	<0,001	0,39
Urea mmol/l lopussa	12,5	12,3	10,2	0,56	0,013	0,004	0,85
Urea mmol/l lopussa K <sup>5</sup>	12,8	13,0	9,33	0,54	<0,001	<0,001	0,74

<sup>1</sup>LHN: luonnonheinäsäilörehu; TTN: timoteisäilörehu; VKR: väkirehu

<sup>2</sup>Väkirehu vs säilörehuryhmät

<sup>3</sup>Timoteisäilörehu vs. luonnonheinäsäilörehu

<sup>4</sup>Käytetty Log10-logaritimuunnosta normaalijakautuneisuuden ongelman vuoksi. Pitoisuudet on kerrottu kymmenellä ennen muunnosta. Sulussa olevat arvot ovat tulokset ilman logaritimuunnosta. Kovariaattina on käytetty mitatun veriparametrin pitoisuutta alussa.

<sup>5</sup>Pitoisuutta alussa käytettiin kovariaattimuuttujana, mikäli sen vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä tai suuntaa-antava ( $< 0,10$ ).

Kokeen alussa väkirehuryhmän vaatimien seerumin globuliinipitoisuus oli suurempi kuin säilörehuryhmissä ( $p < 0,001$ ). Kokeen lopussa globuliinipitoisuus oli noussut säilörehuryhmissä ja laskenut väkirehuryhmässä, eivätkä ryhmät enää poikenneet toisistaan. Huomioitaessa pitoisuus alussa kovariaattimuuttujana lopussa väkirehuryhmän globuliinipitoisuus oli pienempi kuin säilörehuryhmissä ( $p < 0,001$ ). Kovariaattimuuttujan kanssa myös timoteisäilörehuryhmässä globuliinipitoisuus oli suuntaa antavasti suurempi kuin luonnonheinäsäilörehuryhmässä ( $p < 0,10$ ). Kokeen alussa albumiinin ja globuliinin suhde oli väkirehuryhmässä suuntaa antavasti pienempi kuin säilörehuryhmissä ( $p < 0,10$ ). Kokeen lopussa väkirehuryhmä ei enää poikennut säilörehuryhmistä, mutta säilörehuryhmät poikkesivat toisistaan siten, että timoteisäilörehuryhmän albumiinin ja globuliinin suhde oli kokeen lopussa suurempi kuin luonnonheinäsäilörehuryhmän ( $p < 0,05$ ). Huomioitaessa pitoisuus alussa kovariaattimuuttujana säilörehuryhmien poikkeavuus toisistaan kasvoi ( $p < 0,01$ ). Kovariaattimuuttujaa käytettäessä väkirehuryhmän seerumin albumiinin ja globuliinin suhde oli suurempi kuin säilörehuryhmissä ( $p < 0,05$ ).

Väkirehuryhmän seerumin kreatiniinipitoisuus oli kokeen alussa pienempi kuin säilörehuryhmillä ( $p < 0,05$ ). Kokeen lopussa kaikkien ryhmien kreatiniinipitoisuus oli noussut eikä ryhmien välillä ollut enää tilastollisesti merkitseviä eroja. Kun kreatiniinipitoisuus alussa huomioitiin kovariaattimuuttujana, niin väkirehuryhmän seerumin kreatiniinipitoisuus oli kokeen lopussa suurempi kuin säilörehuryhmillä ( $p < 0,05$ ). Kokeen alussa väkirehuryhmän seerumin ureapitoisuus oli ryhmistä suurin ja poikkesi merkitsevästi säilörehuryhmistä ( $p < 0,001$ ). Kokeen lopussa väkirehuryhmän ureapitoisuus oli laskenut ja oli ryhmistä pienin, poiketen hyvin merkitsevästi ( $p < 0,01$ ) säilörehuryhmistä. Säilörehuryhmien seerumin ureapitoisuus puolestaan nousi kokeen aikana. Kun ureapitoisuus alussa huomioitiin kovariaattimuuttujana lopussa niin väkirehuryhmän seerumin ureapitoisuus oli säilörehuryhmiä pienempi ( $p < 0,001$ ).

Kokeen alussa ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja seerumin NEFA-pitoisuuksissa (Taulukko 9). Kokeen lopussa väkirehuryhmän NEFA-pitoisuus oli suuntaa antavasti ( $p < 0,10$ ) pienempi kuin säilörehuryhmien. Seerumin glukoosipitoisuudessa ei ollut merkitseviä eroja ryhmien välillä kokeen alussa tai lopussa. Kokeen alussa seerumin BHB-pitoisuus väkirehuryhmässä oli suurin ja poikkesi säilörehuryhmistä ( $p < 0,001$ ). Kokeen

lopussa BHB-pitoisuuksissa ei ollut enää tilastollisesti merkitseviä eroja eri ryhmien välillä. Kaikkien energia-aineenvaihduntatuotteiden pitoisuudet alussa kovariaattimuuttujina pitoisuuksille lopussa eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Taulukko 9. Energia-aineenvaihduntatuotteiden pitoisuudet plasmassa.

	Koeruokinnat <sup>1</sup>			SEM	Ruokinta	K1 <sup>2</sup>	K2 <sup>3</sup>
	LHN	TTN	VKR				
Eläinmäärä	8	8	9			25	25
NEFA mmol/l alussa <sup>4</sup>	1,11 (1,35)	1,10 (1,33)	1,05 (1,24)	0,060 (0,193)	0,76 (0,91)	0,47 (0,67)	0,88 (0,93)
NEFA mmol/l lopussa	1,82	2,22	1,59	0,209	0,11	0,097	0,18
Glukoosi mmol/l alussa <sup>5</sup>	0,78 (6,06)	0,82 (6,75)	0,81 (6,59)	0,026 (0,420)	0,47 (0,49)	0,78 (0,72)	0,24 (0,26)
Glukoosi mmol/l lopussa	5,78	5,87	5,99	0,271	0,85	0,61	0,80
BHB mmol/l alussa <sup>5</sup>	0,48 (0,31)	0,47 (0,30)	0,68 (0,49)	0,034 (0,032)	<0,001 (<0,001)	<0,0001 (<0,0001)	0,79 (0,86)
BHB mmol/l lopussa <sup>5</sup>	0,76 (0,58)	0,70 (0,53)	0,78 (0,65)	0,047 (0,071)	0,47 (0,44)	0,37 (0,25)	0,41 (0,59)

<sup>1</sup>LHN: luonnonheinäsäilörehu; TTN: timoteisäilörehu; VKR: väkirehu

<sup>2</sup>Väkirehu vs säilörehuryhmät

<sup>3</sup>Timoteisäilörehu vs. luonnonheinäsäilörehu

<sup>4</sup> Käytetty Log10-logaritmimuunnosta normaalijakautuneisuuden ongelman vuoksi. Pitoisuudet on kerrottu kymmenellä ennen muunnosta. Suluissa olevat arvot ovat tulokset ilman logaritmimuunnosta.

<sup>5</sup> Käytetty Log10-logaritmimuunnosta normaalijakautuneisuuden ongelman vuoksi. Suluissa olevat arvot ovat tulokset ilman logaritmimuunnosta.

## 7 TULOSTEN TARKASTELU

### 7.1 Rehujen kemiallinen koostumus ja syönti

Kymmenen tuntia esikuivatetun luonnonheinäsäilörehun (LHN) kuiva-ainepitoisuus (494 g/kg) vastasi säilöheinää. Timoteisäilörehu (TTN) oli kuiva-ainepitoisuudeltaan (414 g/kg) esikuivattua säilörehua ja sitä oli esikuivatettu 24 tuntia. Mahdollisesti erilaisista kuivausolosuhteista johtuen pidempään esikuivatun timoteisäilörehun kuiva-ainepitoisuus oli luonnonheinäsäilörehua pienempi. Timoteisäilörehun (pH 4,09) luonnonheinäsäilörehua (pH 4,72) pienempi pH kuvastaa voimakkaampaa käymistä, mikä näkyi käymistuotteiden suurempina pitoisuuksina. Luonnonheinäsäilörehun pH oli säilönnällisen laadun kannalta hyvä, kun otetaan huomioon sen suuri kuiva-ainepitoisuus (Jaakkola ym. 2010b). Säilörehujen pH-eroihin ovat voineet vaikuttaa rehujen raaka-aineiden kemiallinen koostumus ja erilainen kasvilajikoostumus (mahdolliset erot puskurikapasiteetissa). Lisäksi erot säilöntäaineiden koostumuksessa sekä niiden käyttömäärissä ovat voineet vaikuttaa säilörehujen pH-arvoihin (Jaakkola ym. 2010b). Säilörehuissa käytetyt biologiset säilöntäaineet olivat eri valmistajilta, mutta molemmat perustuivat maitohappokäymiseen. Luonnonheinäsäilörehun suuren kuiva-ainepitoisuuden vuoksi käymistä tapahtui vain vähän, joten pH ja käymislaadun mittarit eivät kuvaa rehun laatua tarkasti (Jaakkola ym. 2010b). Heikkilän (2008) tutkimuksessa timotei- ja juolaheinävaltaisista nurmista korjattujen ja muurahaishapposäilöttyjen säilörehujen koostumus- ja sulavuuserot olivat pieniä. Tutkimuksessa kaikki rehut olivat myös käymislaadultaan hyviä.

Luonnonheinäsäilörehussa oli mahdollisesti vain vähän virhekäymistä, koska siinä oli pieni etikkahappopitoisuus. Kuitenkin luonnonheinäsäilörehun pieni maitohappopitoisuus kertoi rajoittuneesta säilyttävästä käymisestä tai säilöntäaineen vähyydestä (Jaakkola ym. 2010b). Lisäksi rehun sokeripitoisuus oli suuri, mikä viittaa jonkin tekijän estäneen maitohappokäymistä. Luonnonheinäsäilörehun säilöheinää vastaavaa suuri kuiva-ainepitoisuus saattoi estää sokerin hajoamista maitohapoksi ja heikentää maitohapon aerobista stabiilisuutta parantavia ominaisuuksia rehussa (Jaakkola ym. 2010a).

Timoteisäilörehussa oli luonnonheinäsäilörehua pienempi kuiva-ainepitoisuus, mikä saattoi johtaa suurempaan säilyttävään käymiseen. Timoteisäilörehun melko suuri maitohappopitoisuus kertoo käymisen olleen runsasta. Maitohappokäymisen runsaudesta kertoo myös matala sokeripitoisuus. On myös mahdollista, että timoteisäilörehussa sokerin puute on rajoittanut säilönnän kannalta riittävää maitohappokäymistä, koska sokeripitoisuus oli tavoitearvoa (50 g/kg ka) matalampi (Jaakkola ym. 2010b). Timoteisäilörehun ammoniumtyyppipitoisuus oli pieni, mutta etikkahappopitoisuus suuri, joka osoittaa rehussa tapahtuneen myös virhekäymistä (Jaakkola ym. 2010b).

D-arvo eli sulavan orgaanisen aineen pitoisuus kuiva-aineessa (g/kg ka) kuvaa korjuun ajoittumisen onnistumista. Säilörehujen D-arvojen ero oli 52 g/kg ka, vaikka rehujen niitto- ja lannoitusajankohdissa oli vain vuorokauden ero. Säilörehut korjattiin maantieteellisesti tarkasteltuna yli 100 km päästä toisistaan, mutta kesällä 2021 alueiden termisen kasvukauden alkamispäivät olivat samat (Ilmatieteen laitos 2021). Luonnonheinäsäilörehu, joka korjattiin Sodankylästä oli korjattu huomattavasti sulavampana (720 g/kg ka) kuin Sallasta korjattu timoteinurmi (668 g/kg ka). Maijalan ja Majurin (2018) mukaan hyvä säilörehun D-arvo poroille on noin 700 g/kg ka, joten luonnonheinäsäilörehu (720 g/kg ka) oli lähempänä optimaalista. Säilörehujen sulavuuksien eroja selittää ero soluseinäkuidun määrässä eli NDF-pitoisuuksissa. Luonnonheinäsäilörehun NDF-pitoisuus oli huomattavasti pienempi kuin timoteivaltaisen säilörehun. Erot säilörehujen kasvilajikoostumuksissa todennäköisesti vaikuttivat niiden NDF-pitoisuuksiin ja D-arvoihin (Bruinenberg 2003). Luonnonheinäsäilörehussa oli botaanisen analyysin perusteella kylvettyjä nurmiheinäkasveja alle 1 % ja juolavehnää yli 60 %, kun timoteisäilörehu oli silmämääräisesti havaittuna pääosin timoteita (Halonen 2021). Säilörehuista ei ole käytettävissä raaka-aineen koostumuksia ja timoteisäilörehusta botaanista analyysia, koska rehut hankittiin paaleihin säilöttynä viljelijöiltä saatujen tietojen perusteella.

Koeryhmien vaatimien energian ja valkuaisen saanti riippui rehujen energia- ja raakavalkuaispitoisuudesta sekä syönnistä. Kaikkien ryhmien rehun syönti (kg/pv/vaadin) väheni selvästi kokeen jälkimmäisellä puoliskolla (18.2. jälkeen). Säilörehuryhmien syönnin vähentyminen johtui mahdollisesti säilörehujen osittaisesta korvautumisesta väkirehulla (Faverdin ym. 1991). Kokeen aikana säilörehuryhmissä ei jäänyt väkirehujäännöstä

rehukaukaloihin. Väkirehuryhmässä väkirehujäännöksen määrä kasvoi selvästi kokeen loppua kohden ja syytä tähän on vaikea löytää. Kuitenkin myös aiemmassa tutkimuksessa vapaalla väkirehuruokinnalla olleiden vaatimien syönti väheni helmi–maaliskuun aikana (Maijala ja Nieminen 2004). Luonnonheinäsäilörehuryhmän syönti (kg/pv) oli koko kokeen ajan suurinta, mutta se myös laski suhteellisesti eniten, kun väkirehun määrä kasvoi. Korkea sokeripitoisuus saattoi lisätä luonnonheinäsäilörehun syöntiä (Maijala ja Majuri 2014). Timoteisäilörehuryhmän ja väkirehuryhmän syönnit olivat kokeen alussa keskenään samat ja molemmissa ryhmissä vaadinten syönti väheni kokeen puolivälin jälkeen.

Luonnonheinäsäilörehun raakavalkuaispitoisuus oli rehuista selkeästi suurin ja väkirehun pienin. Kaikkien ruokintaryhmien valkuaisen ylläpitotarve täyttyi erityisesti kokeen alussa (Heiskari ja Nieminen 2004, White ym. 2014, Laaksonen 2016). Jos ruokinnan raakavalkuaisen sulavuudeksi oletetaan 75 %, niin sulavan raakavalkuaisen saanti eri ruokintaryhmissä oli 180–235 g/pv ennen säilörehuryhmien väkirehumäärän lisäystä (Luke 2022b). Vastaavasti kokeen loppuosalla sulavan raakavalkuaisen saanti oli 158–192 g/pv, mikä edelleen ylitti Laaksosen (2016) määrittelemän tarpeen (115 g/pv). Samoin OIV-saanti ylitti mainitun rajan myös kokeen jälkipuoliskolla.

OIV-arvo kuvaa rehun valkuaisarvoa märehitjälle. Poroille ei ole määritetty OIV- ja PVT-arvoja, joten niiden tarkastelusta nautojen arvoihin perustuen ei voi kuitenkaan tehdä luotettavia johtopäätöksiä. Koko kokeen ajan suurin OIV-saanti (g/pv) oli luonnonheinäsäilörehuryhmässä ja pienin timoteisäilörehuryhmässä. Molemmissa säilörehuissa oli runsaasti pötsissä hajoavaa valkuaista, kun taas väkirehun PVT-arvo oli negatiivinen. Luonnonheinäsäilörehun laskennallinen energian saanti oli kokeen ajan ruokintaryhmistä selkeästi suurinta, vaikka se laski väkirehun lisäämisen jälkeen. Timoteisäilörehuryhmän ja väkirehuryhmän vaadinten energian saannit olivat kokeen alussa lähellä toisiaan ja myös ne pienenivät kokeen puolivälin jälkeen.



## 7.2 Paino, kuntoluokka ja rinnanympäryys

Kokeen alussa vaatimien painot (78,1–86,5 kg) olivat samaa suuruusluokkaa kuin Maijalan ja Majurin (2014) talvien 2012–2013 tutkimuksissa (79,3–84 kg). Ruokintakokeen alussa väkirehuryhmän merkitsevästi kevyempää painoa säilörehuryhmiin nähden voivat selittää ryhmien erilaiset koetta edeltävät ruokinnat ja erot pötsissä olevan rehun massassa. Väkirehuryhmä siirtyi väkirehuruokintaan jo 6 viikkoa ennen kokeen alkua eikä niille sen jälkeen syötetty lainkaan säilörehua. Säilörehuryhmien koetta edeltävä ruokinta koostui säilörehusta ja pienestä määrästä väkirehua. Säilörehu voi lisätä vaadinten elopainoa verrattuna väkirehuun, koska säilörehun viipymäaika pötsissä on väkirehua pidempi (Heiskari ja Nieminen 2004).

Väki- ja säilörehuryhmien välisiä painoeroja kokeen alussa pienensi iän huomioiminen. Niemisen ja Peterssonin (1990) mukaan vaadin saavuttaa täysikasvuisuutensa noin 4,5-vuotiaana. Väkirehuryhmässä yli puolet vaatimista oli muutamaa kuukautta vaille 3- ja 4-vuotiaita. Nämä nuorimmat vaatimet olivat kevyimpiä poroja kokeen alussa. Väkirehuryhmän nuoret vaatimet saattoivat loppupalvesta kasvaa kohti täysikasvuisuutta ravintorikkaan rehun ansiosta, koska kokeen lopussa ruokintaryhmien väliset painoerot olivat tasoittuneet (Soppela ym. 2000). Talven ajaksi myös ruokinnalla olevan poron kasvu kuitenkin yleensä pysähtyy (Nieminen 1998c, Maijala ja Nieminen 2004).

Kun alkupaino huomioitiin loppupainon kovariaattina niin väkirehuryhmän vaatimet olivat kokeen lopussa painavampia kuin säilörehuryhmän vaatimet. Kokeen aikana väkirehuryhmän vaatimien paino nousi 1,8 kg, kun molemmissa säilörehuryhmissä paino laski noin 6 kg. Säkkinen ym. (1999) tutkimuksessa tammi–toukokuun ajan pelkällä väkirehulla tarhaan ruokittujen vaadinten paino nousi kokeen aikana 18 %. Tässä tutkimuksessa väkirehuruokittujen vaadinten paino nousi tammi–maaliskuun aikana vain 2,2 %, mutta vaadinten painonnousu on voinut olla suurempaa jo koetta edeltävän väkirehuruokinnan aikana. Säilörehuryhmissä vaatimien painonmenetys oli kokeen aikana 7,7 % (LHN) ja 7,1 % (TTN). Tämä on enemmän kuin muissa tutkimuksissa, sillä Maijalan ja Majurin (2014) säilörehujen ruokintakokeissa vain yksittäiset vaatimet menettivät painoaan useita kiloja ja osalla vaatimista paino jopa hieman lisääntyi. Myös Niemisen ja

Heiskarin (2004) tutkimuksessa vaatimien paino pysyi suhteellisen tasaisena erilaisilla säilörehuruokinnolla, lukuun ottamatta ensimmäisten koeviikkojen painonnousua, mikä todennäköisesti johtui pötsin rehulla täyttymisestä. Tässä kokeessa pötsin sisällön vähentynyt paino voi selittää erityisesti kokeen alussa tapahtunutta vaadinten painon laskua. Rehujen sisältämä kuidun määrä ja syöntimäärä saattoivat olla koeruokinnan aikana vähäisempiä kuin koetta edeltäneessä ruokinnassa. Lisäksi aiemman tutkimuksen mukaan vaatimien paino nousee, kun energian saanti ylittää 17,6 MJ/pv, mutta tässä kokeessa vaatimien paino kuitenkin laski (Heiskari ja Nieminen 1990, ref. Heiskari ja Nieminen 2004).

Säilörehuryhmien vaatimissa kokeen lopussa havaitut merkit ulosteen löysyydestä voivat viitata ripuliin. Ripuli on voinut aiheuttaa vaadinten painon putoamista, jos ne ovat esimerkiksi kuivuneet tai kuidun sulatus on heikentynyt pidempikestoisesti (Plaizier ym. 2008). Vaadinten yleiskunto oli kokeen lopussa silmämääräisesti tarkasteltuna kuitenkin hyvä. Maijalan ja Majurin (2014) tutkimuksessa säilörehujen suuren sokeripitoisuuden (107–192 g/kg ka) epäiltiin aiheuttaneen ulosteen löystymistä, mutta varsinaista ripulia ei havaittu. Tutkimuksessa esimerkiksi säilörehujen NDF-pitoisuudet olivat matalampia (435–490 g/kg ka) kuin tässä kokeessa ja valkuaisen saanti per vaadin oli enintään 252 g/pv päivässä, mikä on enemmän kuin timoteisäilörehu- ja väkirehuryhmissä kokeen loppupuolella. Tässä kokeessa luonnonheinäsäilörehun sokeripitoisuus oli suuri (179 g/kg ka) ja kokeen lopussa ryhmän vaatimilla havaittiin eniten ulosteen löysyydestä kertovia merkkejä.

Maijalan ja Majurin (2014) kokeen tavoin myös tässä kokeessa säilörehun syönti väheni, kun väkirehua lisättiin kokeen puolivälissä. Samalla vaadinten energian ja valkuaisen saanti pieneni. Mahdollisesti tästä syystä säilörehuryhmien vaatimet menettivät kokeen loppupuolella painoaan 3,40 kg (LHN) ja 4,70 kg (TTN), mikä on enemmän kuin kokeen alkupuolella 2,60 kg (LHN) ja 1,05 kg (TTN). Painojen mittausväli oli kokeen loppupuolella pidempi (1,5 kk) kuin kokeen alkupuolella (1 kk), mikä voi myös selittää eroja vaadinten painonmenetyksissä.

Säilörehuryhmien vaadinten painon putoaminen voi viitata niiden käyttäneen kudosvarastojaan kokeen aikana (Larsen ym. 1985, Maijala ja Nieminen 2004). Kokeen

alussa molempien säilörehuryhmien vaatimien kuntoluokka oli 3,0, mikä on samaa suuruusluokkaa kuin Maijalan ja Majurin (2014) ruokintakokeiden ryhmillä (2,9–3,1). Säilörehuryhmien kuntoluokat myös pysyivät lähes ennallaan kokeen aikana, vaikka painot laskivat. Myös Maijalan ja Majurin (2014) tutkimuksessa vaatimen kuntoluokka saattoi jopa suurentua (0,1–0,2), vaikka paino laski (Maijala ja Majuri 2014). Energian saanti säilörehuryhmissä oli kokeen ajan suurempaa kuin aiemmissa tutkimuksissa esitetyt energiantarpeet 12,9–13,7 MJ/pv (Heiskari ja Nieminen 2004, Maijala ja Majuri 2014, White ym. 2014). Toisaalta McEwanin ja Whiteheadin (1970 ref. Åhman ja White 2018) ja Laaksosen (2016) esittämien energiantarpeiden (22,5–23 MJ/pv) mukaan vaatimien energiantarve täyttyi vain luonnonheinäsäilörehuryhmässä kokeen alkupuolella. Säilörehuryhmien vaadintien kuntoluokkien samana pysymisen perusteella niiden energiantarve mahdollisesti täyttyi kokeen aikana, vaikka laskennallinen energian saanti laski väkirehulisäyksen jälkeen.

Väkirehuryhmän muita ryhmiä suurempi kuntoluokka (3,7) voi selittyä runsaalla väkirehuruokinnalla ennen kokeen alkua. Todennäköisesti väkirehuryhmän energian ja valkuaisen tarpeet ylittyivät jo edellisen ruokintakokeen aikana joulu–tammikuussa. Lisäksi alkutalvesta vaatimilta ei välttämättä kulunut energiaa lämmöntuotantoon kovien pakkasten puuttuessa eikä tiineydestä aiheutuvan lisäenergian tarve ollut vielä niin suuri kuin loppupalvesta (Laaksonen 2016). McEwanin ja Whiteheadin (1970 ref. Åhman ja White 2018) ja Laaksosen (2016) mukaan tarkasteltuna energian saanti väkirehuryhmässä oli koko kokeen ajan tarvetta pienempi, mikä on painon nousun ja kuntoluokan samana pysymisen perusteella epätodennäköistä. Muiden tutkimusten perusteella vaatimien kokeen aikainen energian saanti oli riittävää (Heiskari ja Nieminen 2004, Maijala ja Majuri 2014, White ym. 2014). Väkirehuryhmän suuri kuntoluokka ei laskenut kokeen aikana, vaikka laskennallinen energian saanti rehusta laski.

Vaatimien rinnanympäryksissä ei ollut merkitsevää eroa ryhmien välillä kokeen alussa, vaikka väkirehuryhmä oli silloin painoltaan kevyempi. Toisaalta vaatimet väkirehuryhmässä olivat kuntoluokaltaan lihavampia kuin säilörehuryhmässä. Kokeen lopussa väkirehuryhmän rinnanympäryys oli säilörehuryhmiä suurempi. Rinnanympäryksen huomioiminen alussa kovariaattimuuttujana lopussa lisäsi väkirehuryhmän poikkeavuutta säilörehuryhmiin

nähdessä, mikä kertoo väkirehuryhmän vaatimien selkeästi lisänneen rasvavarastojaan kokeen aikana, vaikka tämä ei näy kuntoluokitustuloksissa. Säilörehuryhmien vaadinten rinnanympäryys ei sen sijaan muuttunut kokeen aikana, mikä on linjassa kuntoluokan samana pysymisen kanssa. Säilörehuryhmien vaadinten painonmenetys kokeen aikana ei näkynyt rinnanympäryksen muutoksina, mikä viittaa vaatimien ensisijaisesti käyttäneen muualla kuin rinnanympäryksen seudulla sijaitsevia rasvavarastoja. Painon menetys voi olla myös seurausta vähentyneestä ruuansulatuskanavan sisällöstä.

### 7.3 Verinäytteet

Säkkisen ym. (1999) tutkimuksessa vaatimien seerumin albumiinipitoisuus lisääntyi vapaalla väkirehuruokinnalla. Tässä tutkimuksessa väkirehuryhmän vaadinten seerumin albumiinipitoisuus oli säilörehuryhmiä suurempi kokeen alussa, koska väkirehuryhmän koetta edeltänyt ruokinta sisälsi runsaasti väkirehua. Albumiinipitoisuuksien eroja voi mahdollisesti selittää myös väkirehusta saatu säilörehuja pienempi vesimäärä, mikä on voinut vaikuttaa vaadinten nestetasapainoon (Nieminen 1998c). Kokeen lopussa ryhmien välillä ei enää ollut eroja albumiinipitoisuuksissa, jos alkupitoisuutta ei käytetty kovariaattina. Kovariaattimuuttujan käyttäminen lopussa korosti sitä, että väki- ja säilörehuryhmien välillä oli jo alussa eroja albumiinipitoisuuksissa ja pitoisuudet eri ryhmissä muuttuivat kokeen aikana eri suuntiin: albumiinipitoisuus nousi säilörehuryhmissä ja laski väkirehuryhmässä. Kokeen aikainen albumiinipitoisuuden nousu säilörehuryhmissä voi viitata vaadinten saaneen koerehuista enemmän valkuaista kuin koetta edeltäneistä rehuista (Säkkinen ym. 1999, Heiskari ja Nieminen 2004).

Tässä kokeessa väkirehuryhmän rehun saanti laski 2 kg/pv per vaadin verrattuna koetta edeltäneeseen kuukauteen, mikä mahdollisesti näkyi kokeen lopussa albumiinipitoisuuden laskuna. Kovariaattimuuttujaa käytettäessä myös säilörehuryhmien välille muodostui suuntaa antava ero ja timoteisäilörehuryhmän albumiinipitoisuus oli kokeen lopussa suurin. Säilörehuryhmien välille muodostunutta eroa on vaikea selittää, koska timoteisäilörehuryhmän vaatimien valkuaisen saanti oli luonnonheinäsäilörehua vähäisempää koko kokeen ajan. Toisaalta aiemmissä tutkimuksissa vaatimien albumiinipitoisuudet eivät ole johdonmukaisesti suurentuneet dieettien

valkuaispitoisuuksien suurentuessa (Säkkinen ym. 1999, Heiskari ja Nieminen 2004). Lisäksi timoteisäilörehun suuren NDF-pitoisuuden vuoksi vaatimet eivät ehkä ole pystyneet hyödyntämään sitä ravinnoksi yhtä hyvin kuin luonnonheinäsäilörehua, mikä yhdessä ripulin kanssa on voinut nostaa albumiinipitoisuutta timoteisäilörehuryhmässä (Aagnes ym. 1996, Josefsen ja Åhman 2018). Heiskarin ja Niemisen (2004) tutkimuksessa esikuivatettua säilörehua syöneiden vaatimien seerumin albumiinipitoisuus oli ruokintaryhmistä pienin (33,2 mmol/l). Tässä tutkimuksessa albumiinipitoisuudet olivat keskimäärin pienempiä ja sijoittuivat välille 30,8–34,2 mmol/l. Niemisen ja Timisjärven (1983) mukaan vaadinten pieni albumiinipitoisuus keväällä voi viitata aliravitsemukseen, mutta kokeen vaadinten kuntoluokan ja painon muutosten perusteella tästä tuskin oli kyse.

Ruokintaryhmien seerumin globuliinipitoisuudet muuttuivat samansuuntaisesti kokonaisvalkuaispitoisuuksien kanssa, kuten Niemisen ja Timisjärven (1983) tutkimuksessa. Väkirehuryhmän koetta edeltänyt runsas valkuaisen saanti saattaa selittää säilörehuryhmiä suuremman globuliinipitoisuuden kokeen alussa (Säkkinen ym. 2005). Kokeen aikana väkirehuryhmän globuliinipitoisuus laski, koska koeruokinta sisälsi vähemmän valkuaista kuin aiemmin. Kovariaattimuuttujan kanssa enemmän valkuaista saaneen luonnonheinäsäilörehuryhmän globuliinipitoisuus oli suuntaa antavasti suurempi kuin timoteisäilörehuryhmän. Kokeen alussa väkirehuryhmän suuntaa antavasti pienempää albumiinin ja globuliinin suhdetta voi selittää koetta edeltänyt erilainen valkuaisruokinta. Kokeen lopussa timoteisäilörehuryhmän suurempaa albumiinin ja globuliinin suhdetta voi selittää kokeen matalin valkuaisen saanti (Nieminen ja Timisjärvi 1983, Säkkinen 2005).

Tämän tutkimuksen vaadinten seerumin kokonaisvalkuaisen vaihteluväli on samaa suuruusluokkaa kuin Niemisen ja Timisjärven tutkimuksessa (1983). Väkirehuryhmän säilörehuryhmiä suurempi kokonaisvalkuaispitoisuus kokeen alussa viittaa niiden saaneen koetta edeltävästä ruokinnasta enemmän valkuaista kuin säilörehuryhmät. Kokeen aikana väkirehuryhmän kokonaisvalkuaispitoisuus laski, mikä saattoi olla seurausta pienentyneestä raakavalkuaisen ja energian saannista verrattuna koetta edeltävään ruokintaan. Lisäksi väkirehuryhmän vaatimet vähensivät kuiva-aineen syöntiä kokeen edetessä, mikä vähensi valkuaisen saantia ja laski niiden seerumin kokonaisvalkuaispitoisuutta. Säilörehuryhmien vaadinten seerumin kokonaisvalkuaispitoisuus puolestaan nousi kokeen aikana, vaikka

syönti sekä raakavalkuaisen ja laskennallinen energian saanti vähenivät kokeen loppua kohden. Säilörehuryhmät saattoivat saada koerehuista enemmän valkuaista ja energiaa kuin koetta edeltävistä rehuista, mikä näkyi kokeen lopussa kohonneina kokonaisvalkuaispitoisuuksina. Kokeen lopussa ryhmien välillä ei ollut enää eroa seerumin kokonaisvalkuaispitoisuuksissa. Heiskarin ja Niemisen (2004) tutkimuksen perusteella vaatimien seerumin kokonaisvalkuaispitoisuudet voivat olla lähes samoja, vaikka koerehujen valkuaispitoisuuksissa on tämän ruokintakokeen kaltaisia eroja. Seerumin kokonaisvalkuisen alkupitoisuuden käyttäminen kovariaattimuuttujana korosti väkirehuryhmän vaatimien seerumin kokonaisvalkuaispitoisuuden eri suuntaista muutosta säilörehuryhmiin verrattuna. Kokonaisvalkuaispitoisuus voi olla myös yhteydessä nestetasapainon säätelyyn, johon kuntoluokka ja paino vaikuttavat (Nieminen 1998c, Säkkinen ym. 1999).

Kokeen kaikkien ruokintaryhmien kreatiniinipitoisuuksien vaihteluväli (117–166  $\mu\text{mol/l}$ ) oli pienempi kuin Säkkinen ym. (1999) tutkimuksessa (143–316  $\mu\text{mol/l}$ ). Aiemmassa tutkimuksessa (Säkkinen ym. 1999) vaatimien lihasmassa on voinut olla suurempi kuin tämän tutkimuksen vaatimilla, ne ovat ehkä hajottaneet lihasta valkuaisaineenvaihdunnan tarpeisiin tai niillä on voinut olla lievä nestehukka (Laaksonen 2016, Sadri ym. 2023). Väkirehuryhmän kreatiniinipitoisuus oli kokeen alussa muita ryhmiä pienempi, mikä voi olla seurausta väkirehuryhmän runsaasta valkuaisruokinnasta ennen kokeen alkua (Säkkinen ym. 1999).

Kokeen aikana väkirehuryhmän kreatiniinipitoisuus nousi selkeästi, koska vaadinten valkuisen ja laskennallisen energian saanti oli pienempää kuin koetta edeltävän ruokinnan aikana. Myös säilörehuryhmien kreatiniinipitoisuuden nousu kokeen aikana saattaa viitata vaadinten saaneen koerehuista vähemmän valkuaista kuin koetta edeltäneistä rehuista ja olla merkki lihasten kataboliasta tai nestehukasta (Säkkinen ym. 1999, Laaksonen 2016, Sadri ym. 2023). Kovariaattimuuttujan käyttäminen korosti sitä, että ryhmien välillä oli eroa kreatiniinipitoisuuksissa jo kokeen alussa: väkirehuryhmän seerumin kreatiniinipitoisuus lisääntyi kokeen aikana enemmän kuin säilörehuryhmissä. Väkirehuryhmän vaadinten kreatiniinipitoisuuden nousu kokeen aikana saattoi johtua myös (nuorien vaatimien) lihasmassan kasvusta, mikä näkyi myös vaadinten painonnousuna kokeen aikana

(Säkkinen ym. 2005, Sadri ym. 2023). Painonnousun merkitys kreatiniinipitoisuuteen on kuitenkin hyvin pieni verrattuna valkuaisen saannin vaikutukseen (Säkkinen ym. 1999).

Väkirehuryhmän seerumin ureapitoisuus oli kokeen alussa muita ryhmiä suurempi. Väkirehuryhmän vaadinten raakavalkuaisen saanti koetta edeltäneellä ruokinnalla oli runsaampaa kuin kokeen jälkipuoliskolla. Runsaalla valkuaisruokinnalla porojen virtsan väkevöityskyky on heikko ja virtsan lisäämisen sijaan ne nostavat veren ureapitoisuutta (Nieminen 1998b, Laaksonen 2016). Kovariaattimuuttujan käyttö korosti sitä, että väkirehuryhmässä seerumin ureapitoisuus vähentyi ja säilörehuryhmissä lisääntyi kokeen aikana. Kokeen aikana väkirehuryhmän valkuaisen saanti pienentyi verrattuna koetta edeltäneeseen tilanteeseen, mikä näkyi pienentyneenä ureapitoisuutena kokeen lopussa.

Säilörehuryhmien ureapitoisuuden nousu kokeen aikana voi osoittaa, että vaatimet saivat koerehuista enemmän valkuaista kuin koetta edeltäneistä rehuista. Koetta edeltäneen rehun koostumuksen päättelyn osalta tämä on päinvastoin kuin kreatiniinipitoisuuksista voisi päätellä. Vaatimien pötsissä hajoavan valkuaisen määrä (PVT) oli säilörehuryhmissä huomattavasti suurempi kuin väkirehuryhmässä. Tämä saattoi näkyä kokeen lopussa säilörehuryhmien suurempina seerumin ureapitoisuuksina. PVT:n lisäksi säilörehuryhmien ureapitoisuuden lisääntymistä voi osittain selittää lihasten aminohappojen katabolia (Barboza ym. 2020). Säilörehuryhmien lihasten hajottamista kokeen aikana tukee myös kreatiniinipitoisuuden lisääntyminen, koska sen pitoisuus veressä lisääntyy, kun lihasta hajotetaan valkuaisaineenvaihdunnan tarpeisiin (Sadri ym. 2023). Myös säilörehuryhmien vaatimien painon lasku ja merkinnät ripulista kokeen lopussa tukevat ajatusta lihasten aminohappojen mobilisaatiosta.

Ruokintaryhmien vaatimien seerumin NEFA-pitoisuudet olivat suuremmat kuin Niemisen ja Timisjärven (1983) tutkimuksessa havaitut tai Laaksonen (2016) esittämät arvot. Tässä kokeessa stressi on voinut selvästi lisätä useita näytteidenottoja kokeneiden koeporotarkan vaatimien NEFA-pitoisuuksia, mikä vaikeuttaa tulosten tulkintaa (Leroy ym. 2011). Kokeen alussa ruokintaryhmien välillä ei ollut merkitseviä eroja seerumin NEFA-pitoisuuksissa, joten ruokintaryhmien koetta edeltävä energian saanti rehuista on voinut olla samaa

suuruusluokkaa säilörehuryhmien (kaikki yhdessä tokassa) ja väkirehuryhmän välillä. Veren NEFA-pitoisuus nousee negatiivisessa energiataseessa (Dunshea ym. 1988). Kokeen lopussa NEFA-pitoisuus oli noussut kaikissa ryhmissä 0,3–0,9 yksikköä, mikä voi tarkoittaa, että ruokintaryhmien vaatimet saivat koerehuista vähemmän energiaa kuin koetta edeltäneistä rehuista. Aiempaa negatiivisempi energiatase on voinut olla mahdollista kokeen loppupuolella erityisesti säilörehuryhmissä, joissa vaadinten paino laski kokeen aikana noin 6 kg. Ruokintaryhmien syönti väheni kokeen loppua kohti, mikä vähensi vaadinten energian saantia. Kokeen lopussa suurin NEFA-pitoisuuden nousu oli oletuksen mukaisesti timoteisäilörehuryhmässä, missä energian saanti (ME/pv) oli ruokintaryhmistä pienintä.

Ruokintaryhmien NEFA-pitoisuuden nousu kokeen aikana voi olla merkki paitsi negatiivisemmasta energiataseesta, niin myös insuliiniresistenssistä (Dunshea ym. 1988). Väkirehuryhmän mahdollista insuliiniresistenssiä kokeen aikana tukee se, että kokeen ajan vaadinten kuntoluokka pysyi suurena ja paino nousi, mutta myös NEFA-pitoisuus nousi. Mikäli vaadinten energiantarve arvioidaan suuremman tarpeen mukaan, niin on mahdollista, että väkirehuryhmässä vaatimien energiantarve jäi kokeen aikana vajaaksi, minkä seurauksena rasvakudosten purkamista on voinut myös tapahtua (McEwan ja Whitehead 1970 ref. Åhman ja White 2018, Laaksonen 2016). Kokeen lopussa väkirehuryhmän NEFA-pitoisuus oli suuntaa antavasti pienempi kuin säilörehuryhmissä. NEFA-pitoisuus olisi voinut olla pienin luonnonheinäsäilörehuryhmässä, missä energian saanti oli kokeen suurinta. Väkirehu on helpommin sulavaa ja vähemmän NDF-kuitua sisältävää kuin luonnonheinäsäilörehu. Väkirehuryhmän vaatimet ovat ehkä helpommin voineet hyödyntää väkirehua energiaksi, mikä saattoi näkyä säilörehuryhmiä pienempänä NEFA-pitoisuutena kokeen lopussa. Tätä tukee myös väkirehuryhmän vaadinten painon nousu kokeen aikana.

Ruokintaryhmien välillä ei ollut eroa veren glukoosipitoisuuksissa kokeen alussa eikä lopussa. Väkirehuryhmän vaadinten paino nousi selkeästi ja säilörehuryhmissä laski ilman, että se vaikutti tilastollisesti merkitsevästi vaadinten glukoosipitoisuuksiin. Ruokintaryhmien vaatimilla vaikutti olevan hyvä glukoositasapainon hallinta riippumatta eri painoista, kuntoluokista ja rinnanympäryksistä. Toisaalta glukoosipitoisuudet eivät kuitenkaan ole paastoarvoja ja vaadinten käsittely näytteenoton aikana on todennäköisesti stressannut



niitä, minkä vuoksi pitoisuudet ovat melko suuria (Hyvärinen ym. 1976 ref. Säkkinen 2005, Leroy ym. 2011). Vaadinten seerumin glukoosipitoisuudet olivat kaikissa ryhmissä suuremmat kuin aikaisemmissa tutkimuksissa (Nieminen ja Timisjärvi 1983, Säkkinen ym. 1999).

Kokeen alussa väkirehuryhmän vaatimien seerumin BHB-pitoisuus oli muita ryhmiä suurempi. Väkirehuryhmän koetta edeltänyt runsas väkirehuruokinta on saattanut lisätä voihapon osuutta pötsin haihtuvista rasvahapoista, mikä puolestaan on voinut suurentaa seerumin BHB-pitoisuutta (Shingfield ym. 2002, Kokkonen ym. 2004). Rehun lisäksi myös maksassa muodostuva BHB nostaa veren BHB-pitoisuutta energian saannin vajeessa (Bergman 1971). Väkirehuryhmän energiatase on voinut olla muita ryhmä negatiivisempi, mutta tämä on epätodennäköistä, koska kokeen alussa NEFA-pitoisuuksissa ei ollut eroa ryhmien välillä. Kokeen lopussa ryhmien välillä ei ollut enää eroja veren BHB-pitoisuuksissa, jotka olivat hieman nousseet kaikissa ryhmissä. Säilörehuryhmille syötettyjen rehujen energian ja valkuaisen saannista koetta edeltävällä ruokinnalla ei ole luotettavaa tietoa, mikä vaikeuttaa BHB-pitoisuuksien arviointia. Soppelan ym. (2000) tutkimuksessa jäkälällä ruokittujen urosvasojen veren seerumin BHB-pitoisuus (0,26–0,37 mmol/l) ei ollut talven aikana suurempi kuin väkirehuruokinnassa olleiden vasojen ja molemmissa ryhmissä BHB-pitoisuus lisääntyi huhtikuun loppupuolella. Pötsikäymisen muutosten ohella säilörehuryhmien vaatimien seerumin BHB-pitoisuuksien nousu kokeen aikana saattoi myös johtua energian saannin vähentymisestä kokeen aikana, mistä mahdollisesti seurasi negatiivinen energiatase (Bergman 1971).

## **8 JOHTOPÄÄTÖKSET**

Tässä tutkimuksessa selvitettiin kolmen erilaisen ruokinnan vaikutusta vaatimien fysiologiaan talvella tarhausolosuhteissa. Tutkimustulosten perusteella viljellystä nurmesta korjattu säilörehu ei ollut rehuarvoltaan parempaa kuin luonnonheinänurmesta korjattu. Timoteisäilörehulla oli pienempi D-arvo ja raakavalkuaispitoisuus sekä huonompi säilönnällinen laatu kuin luonnonheinäsäilörehulla. Timoteisäilörehua saaneiden vaatimien ravitsemustila ei ollut verinäytteiden perusteella arvioituna parempi kuin luonnonheinäsäilörehun ja ryhmien välillä oli eri parametreilla arvioituna hyvin vähän

erajakokeen lopussa. On kuitenkin muistettava, että porojen ruokinnassa käytettävien säilörehujen koostumus sekä säilönnällinen laatu vaihtelevat suuresti. Toisenlaisilla timotei- ja luonnonheinäsäilörehuilla voidaan mahdollisesti saada erilaisia tuloksia kuin tässä tutkimuksessa.

Positiivisena kontrollina olleen väkirehuryhmän vaadinten paino ja rinnan ympäritys kasvoivat ja kuntoluokka pysyi suurena kokeen aikana. Nämä muutokset voivat selittyä väkirehun säilörehua paremmalla hyväksikäytöllä ja mahdollisesti nuorien vaatimien täysikokoisuuteen kasvamisella. Väkirehuryhmän pienempi seerumin NEFA-pitoisuus kokeen lopussa voi viitata säilörehuryhmiä vähäisempään herkkyyteen käyttää kudosten rasvavarastoja. Kokeen alussa useat energia- ja valkuaisaineenvaihduntaa kuvastavat seerumin pitoisuudet olivat väkirehuryhmässä suurempia kuin säilörehuryhmissä. Tämä johtui todennäköisesti erilaisista koetta edeltäneistä ruokinnoista, koska kokeen lopussa näitä ryhmien välisiä eroja ei enää ollut. Säilörehuilla ruokitut vaatimet käyttivät mahdollisesti rasvavarastojaan kokeen aikana, koska vaatimien paino laski kokeen aikana ja seerumin NEFA- ja BHB-pitoisuudet nousivat. Kokeen aikana säilörehuryhmien vaadinten kuntoluokka ja rinnan ympäritys pysyivät ennallaan, vaikka paino laski, joten painon lasku saattaa selittyä osittain rehun syönnin vähentymisellä. Kokeen lopussa tehdyt havainnot vaatimien ripuleista viittaavat pötsin toimintahäiriöön, joka on voinut vaikuttaa saatuihin tuloksiin.

Kokeen aikana säilörehuryhmien vaatimet vaikuttivat hyödyntävän melko erilaisia säilörehuja samalla tavoin, koska ryhmien välillä oli vain pieniä eroja energia- ja valkuaisaineenvaihduntaa kuvastavissa seerumin pitoisuuksissa. Seerumin ureapitoisuudet olivat säilörehuryhmissä kokeen aikana lähes identtiset, vaikka säilörehujen raakavalkuaispitoisuudet poikkesivat toisistaan. Molemmissa säilörehuryhmissä seerumin ureapitoisuus lisääntyi ja oli väkirehuryhmää suurempi, mikä voi johtua pötsihajoavan valkuaisen runsaammasta saannista.

## **KIITOKSET**

Haluan kiittää tutkielmani ohjaamisesta yliopistonlehtori Tuomo Kokkosta Helsingin yliopistosta ja lehtori Veikko Maijalaa Lapin ammattikorkeakoulusta. Kiitän myös Lapin ammattikorkeakoulun projektipäällikköä Laura Postia sekä muita koeporotarhan näytteiden keruuseen osallistuneita henkilöitä poroihin liittyviin kysymyksiin vastaamisessa. Kiitos Helsingin yliopiston kotieläintieteen laboratorion henkilökunnalle näytteiden käsittelyyn liittyvässä opastuksessa sekä läheisilleni kaikesta tuesta ja kannustuksesta.

## 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. *The Journal of Agricultural Science* 127: 517-523.
- AOAC 1995. Official methods of analysis, 16th edition. Association of official analytical chemists, Arlington, VA, USA.
- Bahnaks , B.R., Holland , J.C., Verme, L.J. and Ozoga , J.J. 1979. Seasonal and nutritional effects on serum nitrogen constituent in white-tailed deer. *J. Wildl. Manage* 43: 454-460.
- Barboza, P. S., Shively, R. D., Gustine, D. D., & Addison, J. A. 2020. Winter is coming: conserving body protein in female reindeer, caribou, and muskoxen. *Frontiers in Ecology and Evolution* 8: 150.
- Bergman, E.N. 1971. Hyperketonemia-ketogenesis and ketone body metabolism. *Journal of Dairy Science* 54: 936-948.
- Block, E. 2010. Transition cow research – What makes sense today? [https://www.researchgate.net/publication/268048792\\_Transition\\_Cow\\_Research\\_-\\_What\\_Makes\\_Sense\\_Today](https://www.researchgate.net/publication/268048792_Transition_Cow_Research_-_What_Makes_Sense_Today). High Plains Dairy Conference. Arm & Hammer Animal Nutrition. Julkaistu 2010. Viitattu 2.2.2023.
- Bruinenberg, M. H. 2003. Forages from intensively managed and semi-natural grasslands in the diet of dairy cows. Wageningen University and Research.
- Dunshea, F. R., Bell, A. W., & Trigg, T. E. 1988. Relations between plasma non-esterified fatty acid metabolism and body tissue mobilization during chronic undernutrition in goats. *British Journal of Nutrition* 60: 633-644.
- Faverdin, P., Dulphy, J. P., Coulon, J. B., Vérité, R., Garel, J. P., Rouel, J., & Marquis, B. 1991. Substitution of roughage by concentrates for dairy cows. *Livestock Production Science*, 27: 137-156.
- Feist, D. D., & White, R. G. 1989. Terrestrial mammals in cold. Teoksessa: L. C. H. Wang (toim.). *Animal Adaptation to Cold. Advances in Comparative and Environmental Physiology*. Heidelberg, Saksa: Springer-Verlag s. 327-360.
- Franzmann , A.W., LeResche, R.E., Arne-Son, P.D. and DAVIS, J. 1976. Moose productivity and physiology. Alaska Dept. Fish Game. Proj. Rep., W-17-2-7. 83 s.
- Friedel, K. 1990. The estimation of the energetic feeding value of roughages by means of

a cellulase method. *Wissenschaftliche Zeitung Universitet Rostock. N-Reihe* 39: 78-86.

- Halonen, Nina 2021. Viljelytoimenpiteiden vaikutus porojen rehun laatuun: keski-Lappi, kesä 2021. <https://www.theseus.fi/handle/10024/512978> Opinnäytetyö, Lapin ammattikorkeakoulu.
- Heikkilä, T. 2008. Juolavehnavaltainen säilörehu lehmien ruokinnassa. *MTT Maaseudun tiede* 4: 14-16.
- Heiskari, U. & Nieminen, M. 1989. Diets of freely grazing and captive reindeer during summer and winter. *Rangifer* 9: 17-34.
- Heiskari, U. & Nieminen, M. 1990. Rehu- ja energiamäärien vaikutukset porojen talvipainoon ja -kuntoon. *Poromies* 6: 18-24.
- Heiskari, U. & Nieminen, M. 2004. Erilaiset nurmirehut porojen talviruokinnassa. Kala- ja riistaraportteja nro 314. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 27 s.
- Helle, T. & Jaakkola, L. 2008: Transition in herd management of semi-domesticated reindeer in northern Finland. *Annales Zoologici Fennici* 45: 81-101.
- Huhtanen, P., Nousiainen, J. & Rinne, M. 2006. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. *Agricultural and Food Science* 15: 293-323.
- Huida, L., Väätäinen, H., Lampila, M. 1986. Comparison of dry matter contents in grass silages as determined by oven drying and gas chromatographic water analysis. *Annales Agriculturae Fenniae* 25: 215-230.
- Hyvärinen, H., Helle, T., Nieminen, M., Väyrynen, P. & Väyrynen, R. 1976. Some effects of handling reindeer during gatherings on the composition of their blood. *Animal Science* 22: 105-114.
- Ilmatieteen laitos 2021. Kasvukausi 2021, Termisen kasvukauden alkamis- ja päättymispäivät 2021. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/kasvukausi-2021> Julkaistu 2021. Viitattu 10.4.2023
- Isotalo, A. 1971. Porojen luonnonvaraisten rehuksien ravintoarvosta. Lapin tutkimusseuran vuosikirja XII: 28-45.
- Jaakkola, S., Saarisalo, E., & Heikkilä, T. 2010a. Säilöntäaineen ja kuiva-ainepitoisuuden vaikutus säilöheinän laatuun. *Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote* 26: 1-7.
- Jaakkola, S., Sairanen, A., Nousiainen, J. & Rinne, M. 2010b. Säilöntämenetelmien

soveltuvuus eri nurmirehutyypeille. Teoksessa: Peltonen, S., Puurunen, T. & Harmoinen, T. (toim.). Nurmirehujen tuotanto ja käyttö. Vantaa: ProAgria Keskusten Liitto. s. 87-94.

Josefsen T.D & Åhman B. 2018. Diseases related to feeding. Teoksessa: Tryland M. ja Kutz S.J (toim.) Reindeer and caribou: health and disease. Florida, USA: CRC Press. s. 149-156.

Kojola I., Heikkinen, S. & Kaartinen S. 2018. Suurpetojen vaikutus poronhoitoon : Makera-hankkeen loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 57/2018. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 23 s.

Kumpula, J., Jokinen, M., Siitari, J., Heikkinen, J., Oinonen, K., Shemeikka, P., Kontio, P. & Niemelä, A. 2022. Poronhoidon muutokset ja sopeutumiskeinot eri maankäyttömuotojen ristipaineissa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 65/2022. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 85 s.

Kumpula, J., Jokinen, M., Siitari, J. & Siitari, S. 2020. Talven 2019–2020 sää-, lumi- ja luonnonolosuhteiden poikkeuksellisuus ja vaikutukset poronhoitoon. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 58/2020. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 57 s.

Kumpula, J., Pekkarinen A., Tahvonen, O., & Rasmus S. 2015b. Poronhoidon tuottavuus ja ekonomia erilaisissa laidun- ja ympäristöolosuhteissa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 68/2015. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 30 s.

Kumpula, J., Siitari, J., Siitari, S., Kurkilahti, M., Heikkinen, J. & Oinonen, K. 2019. Poronhoitoalueen talvilaitumet vuosien 2016–2018 laiduninventoinnissa: Talvilaidunten tilan muutokset ja muutosten syyt. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 33/2019. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 86 s.

Kumpula, J., Siitari, J., Törmänen, H., Siitari, S. 2015a. Porojen laitumet, ruokinta ja tuottavuus poronhoitoalueen pohjoisosassa. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 48/2015. Helsinki: Luonnonvarakeskus. 75 s.

Kumpula, J., Tanskanen, A., Colpaert, A., Anttonen, M., Törmänen, H., Siitari, J. & Siitari, S. 2009. Poronhoitoalueen pohjoisosan talvilaitumet vuosina 2005–2008. Laidunten tilan muutokset 1900-luvun puolivälin jälkeen. Riista- ja kalatalous – tutkimuksia 3/2009. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 48 s.

Kurkela, R. 1972. Metsäsienet - haaste maamme elintarviketeollisuudelle ja ravintotutkimukselle. Kemian Teollisuus 11: 825-829.

Laaksonen, S. 2016. Tunne poro: poron sairaudet ja terveydenhoito. 1. painos. Kuusamo, Suomi: Wazama Media Oy. 367 s.

- Laaksonen, S., Pusenius, J., Kumpula, J., Venäläinen, A., Kortet, R., Oksanen, A. & Hoberg, E. 2010. Climate change promotes the emergence of serious disease outbreaks of filarioid nematodes. *EcoHealth* 7: 7-3.
- Larsen, T.S., Nilsson, N.O. and Blix, A.S. 1985. Seasonal changes in lipogenesis and lipolysis in isolated adipocytes from Svalbard and Norwegian reindeer. *Acta Physiologica Scandinavica* 123: 97-10.
- Leroy, J. L. M. R., Bossaert, P., Opsomer, G., & Bols, P. E. J. 2011. The effect of animal handling procedures on the blood non-esterified fatty acid and glucose concentrations of lactating dairy cows. *The Veterinary Journal* 187: 81–84.
- Luke 2022a. Kutuharjun tutkimusinfrastruktuuri.  
<https://www.luke.fi/fi/tutkimus/tutkimusinfrastruktuurit/kutuharjun-tutkimusinfrastruktuuri> Luonnonvarakeskus. Viitattu 6.12.2022
- Luke 2022b. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. <http://www.luke.fi/rehutaulukot> Luonnonvarakeskus. Viitattu 29.12.2022
- Maijala V. 1998. Rehuntarve ja ruokinnan toteuttaminen. Teoksessa: Nieminen, M., Maijala, V. & Soveri (toim.) T. Poron ruokinta. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. s. 110-137.
- Maijala V. & Majuri K. 2014. Poron ruokintakokeet Pöyliövaarassa 2012 – 2013. Säilörehun maittavuus. Porutaku -hanke. Teollisuus ja luonnonvarat Luova TKI. 45 s.
- Maijala, V. & Majuri K. 2018. Ensimmäinen matkailuporoni: tietoa ja ohjeistusta ostopäätökseen. 2018. Lapin AMK:n julkaisuja. Sarja D. Muut julkaisut 11/2018. Rovaniemi: Lapin ammattikorkeakoulu. 31 s.
- Maijala V. & Nieminen M. 2004. Poron ympärivuotinen ruokinta ja sen kannattavuus. Kala- ja riistaraportteja nro 304. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 46 s.
- Mathiesen, S., Haga, Ø, Kaino, T., & Tyler, N. 2000. Diet composition, rumen papillation and maintenance of carcass mass in female Norwegian reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in winter. *Journal of Zoology* 251: 129-138.
- McCullough, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by a direct colorimetric method. *Clinica Chimica Acta* 17: 297-304.
- McEwan, E. H., & Whitehead, P. E. 1970. Seasonal changes in the energy and nitrogen intake in reindeer and caribou. *Canadian Journal of Zoology* 48: 905-913.
- Nieminen, M. 1998a. Poron ruuansulatus. Teoksessa: Nieminen, M., Maijala, V. & Soveri, T. Poron ruokinta. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. s. 24-47.
- Nieminen, M. 1998b. Perustietoa porosta. Poron ruuansulatus. Teoksessa: Nieminen, M.,

- Maijala, V. & Soveri, T. Poron ruokinta. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. s. 8-13.
- Nieminen, M. 1998c. Ravinnon käyttö ja tarve. Teoksessa: Nieminen, M., Maijala, V. & Soveri, T. Poron ruokinta. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. s. 50-63.
- Nieminen, M. 2008. Porolaidunten kunto ja poromäärät sekä poronmistajien että ruokakuntien poromäärien muutokset. Teoksessa: Rantamäki-Lahtinen, L. (toim.). Porotalouden taloudelliset menestystekijät. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. MTT:n selvityksiä 156: 46-92.
- Nieminen, M. 2010: The impact of large carnivores on the mortality of semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) calves in Kainuu, southeastern reindeer-herding region of Finland. *Rangifer* 30: 79-88.
- Nieminen, M. 2012. Porojen liikennekuolemat vuosina 2005–2011 – Pahimmat kolaripaliskunnat ja tieosuudet. RKTL:n työraportteja 5/2012. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 85 s.
- Nieminen, M., Ojutkangas, V., Timisjärvi, J., & Hissa, R. 1984. Serum lipids, thyroxine and catecholamine levels in the reindeer with reference to the annual climatic cycle. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 79: 87-92.
- Nieminen, M. & Petersson C.J. 1990. Growth and relationship of live weight to body measurements in semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.). *Rangifer, Special Issue 3*: 353-361.
- Nieminen, M. & Timisjärvi, J. 1983. Blood composition of the reindeer. II. Blood chemistry. *Rangifer* 3: 16-32.
- Nilssen, K.J., Sundsfjord, J.A. & Blix, A.S. 1984. Regulation of metabolic rate in Svalbard and Norwegian reindeer. *American Journal of Physiology* 247. *Regulatory Integrative and Comparative Physiology* 16:R837–R8.
- Nousiainen, J., Rinne, M., Hellämäki, M. & Huhtanen, P. 2003. Prediction of the digestibility of the primary growth of grass silages harvested at different stages of maturity from chemical composition and pepsin-cellulase solubility. *Animal Feed Science and Technology* 103: 97-111.
- Ophof, A.A., Oldeboer, K.W. & Jouko, Kumpula. 2013. Intake and chemical composition of winter and spring forage plants consumed by semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in Northern Finland. *Animal Feed Science and Technology* 185: 190-195.



- Paliskuntain yhdistys. 2009. Poron hoito- ja käsittelyopas. 12 s.
- Paliskuntain yhdistys 2022a. Paliskunnat. <https://paliskunnat.fi/py/paliskunnat/>. Paliskuntain yhdistys. Viitattu 7.11.2022.
- Paliskuntain yhdistys 2022b. Paliskunnat. <https://paliskunnat.fi/py/materiaalit/tilastot/>. Paliskuntain yhdistys. Viitattu 7.11.2022.
- Pekkarinen, A. J., Kumpula, J., & Tahvonen, O. 2015. Reindeer management and winter pastures in the presence of supplementary feeding and government subsidies. *Ecological Modelling* 312: 256-271.
- Plaizier, J. C., Krause, D. O., Gozho, G. N., & McBride, B. W. 2008. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal* 76: 21-31.
- Post L, Kokkonen, T., Laaksonen S. &. 2021. Variables affecting calving results of Finnish reindeer during 2003 – 2019. Reindeer Feeding and Nutrition in Changing Climate. Seminaariesitys. TARANDUS workshop 24.11.2021.
- Puhakka, L., Jaakkola, S., Simpura, I., Kokkonen, T. & Vanhatalo, A. 2016. Effects of replacing rapeseed meal with fava bean at 2 concentrate crude protein levels on feed intake, nutrient digestion, and milk production in cows fed grass silage-based diets. *Journal of Dairy Science* 99: 7993-8006.
- Rasmus, S. & Turunen M. 2015. Suomen poronhoitoalueen lumiolosuhteet ja niiden vaikutukset poronhoitoon. *Arktisen keskuksen tiedotteita* 62/2015. Rovaniemi: Lapin Yliopisto. 71 s.
- Saarni, K. & Nieminen, M. 2011. Tukipolitiikan vaikutukset Suomen poronhoitoon. Riista- ja kalatalous – Tutkimuksia ja selvityksiä 10/2011. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos. 18 s.
- Sadri, H., Ghaffari, M.H. & Sauerwein, H. 2023. Invited review: Muscle protein breakdown and its assessment in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* 106: 822-842.
- Salo, M.L. 1965. Determination of carbohydrate fractions in animal foods and faeces. *Acta Agraria Fennica* 105: 1-102.
- Scotter, G. W. 1972. Chemical composition of forage plants from the reindeer preserve, North-west Territories. *Arctic* 25: 21-27.
- Shingfield, K. J., Jaakkola, S., & Huhtanen, P. 2002. Effect of forage conservation method,

concentrate level and propylene glycol on diet digestibility, rumen fermentation, blood metabolite concentrations and nutrient utilisation of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 97: 1-21.

- Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. *Journal of Biological Chemistry* 160: 61-68.
- Soppela, P., Heiskari, U., Nieminen, M., Salminen, I., Sankari, S., & Kindahl, H. 2000. The effects of a prolonged undernutrition on serum lipids and fatty acid composition of reindeer calves during winter and spring. *Acta Physiologica Scandinavica* 168: 337.
- Soppela, P., Nieminen, M., & Saarela, S. 1992. Water intake and its thermal energy cost in reindeer fed lichen or various protein rations during winter. *Acta physiologica scandinavica* 145: 65-73.
- Soveri, T., Sankari, S. & Nieminen M. 1992. Blood chemistry of reindeer calves (*Rangifer tarandus*) during the winter season. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 102: 191-96.
- Säkkinen, H. 2005. Variation in the blood chemical constituents of reindeer: Significance of season, nutrition and other extrinsic and intrinsic factors. Oulu: Oulun yliopisto. 61 s.
- Säkkinen, H., Timisjärvi, J., Eloranta, E., Heiskari, U., Nieminen, M., & Puukka, M. 1999. Nutrition-induced changes in blood chemical parameters of pregnant reindeer hinds (*Rangifer tarandus tarandus*). *Small Ruminant Research* 32: 211-221.
- Säkkinen, H., Tverdal, A., Eloranta, E., Dahl, E., Holand, Ø., Saarela, S., & Ropstad, E. 2005. Variation of plasma protein parameters in four free-ranging reindeer herds and in captive reindeer under defined feeding conditions. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 142: 503-511.
- Turunen, M., Vuojala-Magga, T. & Giguère, N. 2014. Past and present winter feeding of reindeer in Finland: herders' adaptive learning of feeding practices. *Arctic* 67: 173-188.
- Tyler, N.J.C. 1987. Body composition and energy balance of pregnant and non-pregnant Svalbard reindeer during winter. *Symposia of the Zoological Society of London* 57: 203-229.
- Tyler, N.J.C. & Blix, A.S. 1990. Survival strategies in Arctic ungulates. *Rangifer Special Issue* 3: 211-230.
- Valtioneuvosto 1990. Poronhoitolaki. Asetus no 848/1990. Annettu 14.9.1990. Finlex®

sähköinen säädöstietopankki: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1990/19900848..>  
Viitattu 7.11.2022.

Valtioneuvosto 2020. Maa- ja metsätalousministeriön asetus merkkipiireistä ja suurimmista sallituista poromääristä. Asetus no 414/2020. Annettu 15.5.2020. Finlex® sähköinen säädöstietopankki: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200414>. Viitattu 7.11.2022.

Vanhatalo, A. 2010. Ravintoaineiden sulatus ja käyttö. Teoksessa: Kyntäjä, J., Nokka, S. & Harmoinen, T. (toim.) Lypsylehmän ruokinta. Vantaa: ProAgria Keskusten Liitto. s. 27-38.

Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Second edition. Cornell University Press. 476 p.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597

White, R.G., D.E. Russell & C.J. Daniel 2014. Simulation of maintenance, growth and reproduction of caribou and reindeer as influenced by ecological aspects of nutrition, climate change and industrial development using an energy-protein model. *Rangifer Special Issue* 22: 1-126.

Åhman, B., Turunen M., Kumpula, J., Risvoll, C., Horstkotte, T., Lépy, É. & Eilertsen S. 2022 Role of supplementary feeding in reindeer husbandry. Teoksessa: Horstkotte, T., Holand, Ø., Kumpula, J., & Moen, J. (toim.). *Reindeer Husbandry and Global Environmental Change: Pastoralism in Fennoscandia*. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU). s. 233-248.

Åhman, B. & White R.G. 2018. Rangifer diet and nutritional needs. Teoksessa: Tryland M. ja Kutz S.J. (toim.) *Reindeer and Caribou, Health and Disease*. Lontoo: CRC Press 107-134.