

**KOTOISTEN VALKUAISREHUIEN KÄYTÖN VERTAILUA  
LYPSYLEHMIEN RUOKINNASSA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinojen koulutus

Mustiala

Kevät 2017

Johanna Valkama

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Maatilatalous  
Mustiala

---

<b>Tekijä</b>	Johanna Valkama	<b>Vuosi</b> 2017
<b>Työn nimi</b>	Kotoisten valkuaisrehujen käytön vertailua lypsylehmien ruokinnassa	
<b>Työn ohjaaja</b>	Katariina Manni	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyöni tavoitteena oli tuottaa tietoa kotoisten valkuaiskasvien käytöstä lypsylehmien ruokinnassa ja siten osaltaan edistää Suomen valkuaisomavaraisuutta. Tarkoituksena oli myös tarkastella valkuaisruokinnan kannattavuutta ja ympäristövaikutuksia. Työn toimeksiantajana toimi Valkuaisosaamiskeskuksesta ratkaisuja Hämeen valkuaisomavaraisuuteen -hanke.

Työni koostuu teoriaosasta sekä ProAgrian Karjakompassilla tehdyistä laskelmista, joissa vertailtiin eri valkuaisrehuvaihtoehtoja ja niiden vaikutuksia tuotantoon sekä talouteen. Yhtenä tärkeimpänä tarkastelun kohteena oli maitotuotto – rehukustannus. Laskelmat pohjautuivat Mustialan karjan kevään 2017 tuotantotuloksiin. Laskettuja ruokintoja ei testattu käytännössä. Laskelmissa käytetyt valkuaisrehut olivat teollinen puolitiiviste, rypsi, herne ja härkäpapu. Säilörehuina oli joko nurmi- tai puna-apila-säilörehu tai nurmisäilörehun ja härkäpapusäilörehun yhdistelmä.

Vertailussa puolitiivistettä sisältävällä ruokinnalla saavutettiin paras maitotuotos. Osa rypsiä voitiin korvata herneellä tai härkäpavulla ilman, että se vaikutti maitotuotokseen tai maidon rasva- ja valkuaispitoisuuksiin. Sen sijaan rypsin korvaaminen kokonaan herneellä tai härkäpavulla alensi merkittävästi maitotuotosta, mutta toisaalta se nosti maidon pitoisuuksia.

Nurmisäilörehun korvaaminen puna-apilasäilörehulla paransi tuotannon kannattavuutta laskettuna maitotuotto - rehukustannus. Kannattavimmat ruokinnat sisälsivät puna-apilasäilörehua ja rypsiä tai osa rypsiä oli korvattu herneellä tai härkäpavulla. Vastaavasti tuotannon kannattavuus heikkeni, kun osa nurmisäilörehusta korvattiin härkäpapusäilörehulla.

**Avainsanat** Valkuaisruokinta, lypsylehmä, maito, valkuaisomavaraisuus, ympäristövaikutukset, kannattavuus

**Sivut** 34 sivua, joista liitteitä 1 sivu

Degree Programme in Agricultural and Rural Industries  
Agriculture Option  
Mustiala

---

<b>Author</b>	Johanna Valkama	<b>Year</b> 2017
<b>Subject</b>	Comparison of the use of locally produced protein crops in dairy cow feeding	
<b>Supervisor</b>	Katariina Manni	

---

ABSTRACT

The aim of this thesis was to collect information about how to use locally produced protein crops in dairy cow feeding and thus promote protein self-sufficiency in Finland. The object was also to observe the profitability and environmental impacts of protein feeding. The commissioner of my Bachelor's thesis was Valkuaisosaamiskeskuksesta ratkaisuja Hämeen valkuaisomavaraisuuteen project.

The material for this thesis consists of a theory part and ProAgria's calculations which were made with Karjakompassi. In the calculations, different protein feeding choices and their effects to production and finances were compared. One of the main objects of the review was milk profit minus feed costs. The calculations were based on Mustiala's cattle outputs in spring 2017. The feeding choices were not tested in practice. The protein feeds used in the calculations were industrial concentrate mix, turnip rape, pea and broad bean. Silage was either grass silage or red clover silage or combination of grass silage and broad bean silage.

The comparison shows that feeding that contains industrial concentrate achieves highest milk output but milks contents remain low. Part of the turnip rape can be replaced by pea or broad bean without that influence milk to output or milks fat content or protein content. If turnip rape is completely replaced with pea or broad bean, it lowers significantly the milk output but raises the milks contents.

When grass silage is replaced with red clover silage, the profitability improves. The most profitable feedings of the comparison contained red clover silage and turnip rape, or feed in which a part of the turnip rape was replaced with pea or broad bean. Respectively the profitability of production deteriorated when part of the grass silage was replaced by broad bean silage.

**Keywords** protein feeding, dairy cow, milk, protein self-sufficiency, environmental impacts, profitability  
**Pages** 34 pages including appendices 1 page

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	VALKUAISSOMAVARAISUUS SUOMESSA.....	1
2.1	Valkuaisomavaraisuuden määrittäminen .....	1
2.2	Valkuaisomavaraisuuden edistäminen .....	2
3	LYPSYLEHMÄN VALKUAISSRUOKINTA.....	3
3.1	Mikrobivalkuainen naudan valkuaisen lähteenä .....	3
3.2	OIV ja PVT -järjestelmä.....	3
4	LYPSYLEHMIEN VALKUAISSREHUVAIHTOEHTOJA .....	4
4.1	Nurmirehut.....	4
4.2	Palkoviljat .....	7
4.3	Viljat.....	10
4.4	Teolliset rehut .....	11
5	VALKUAISSRUOKINNAN VAIKUTUS YMPÄRISTÖÖN.....	13
5.1	Typpi.....	13
5.2	Fosfori.....	15
6	SELVITYS ERI VALKUAISSREHUVAIHTOEHDOSTA LYPSYLEHMIEN RUOKINNASSA.....	16
6.1	Selvityksen tavoitteet.....	16
6.2	Selvityksen toteutus .....	16
7	TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU .....	17
7.1	Rehujen kulutus.....	17
7.2	Kuiva-aineen syönti ja ravintoaineiden saanti .....	19
7.3	Maidontuotanto .....	21
7.4	Talous .....	23
7.5	Ostorehut ja kotoiset rehut.....	25
8	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	26
	LÄHTEET .....	28

## Liitteet

Liite 1 Rehuarvolista

## 1 JOHDANTO

Suomen valkuaisomavaraisuus on täydennysvalkuaisen osalta heikko ja sitä voitaisiin parantaa viljelemällä ja käyttämällä enemmän kotoisia valkuaiskasveja. Suomessa varteenotettavampia valkuaiskasveja ovat palkoviljat, kuten herne, härkähapu ja sinilupiini, öljykasveista rypsi ja rapsi sekä säilörehuksi soveltuvat kasvit, kuten apilat ja sinimailanen.

Lypsylehmillä merkittävin valkuaisen lähde on hyvälaatuinen nurmisäilörehu ja täydennysvalkuaisen lähteenä käytetään yleisemmin rypsiä ja rapsia. Kotimaisen tarjonnan vähyyden vuoksi suurin osa rypsiä ja rapsista tuodaan kuitenkin Suomeen ulkomailta. Ostorehukustannuksia pystyttäisiin alentamaan lisäämällä rypsin ja rapsin viljelyä tai korvaamalla osa rypsiä kotoisilla palkokasveilla. Lisäämällä palkokasvien viljelyä saavutettaisiin säästöjä myös peltoviljelyssä, kun voitaisiin vähentää ostolannoitteen määrää verrattuna esim. viljakasvien viljelyyn.

Vuonna 2016 härkähapuvun viljelyala oli 16 500 ha ja herneen 11 500 ha. Härkähapulla keskimääräinen satotaso oli 2 500 kg/ha ja herneen hieman vähemmän. (Tilastotietokanta 2017.) Härkähapuvun, herneen ja muidenkin valkuaiskasvien viljelyalaa voitaisiin edelleen lisätä, vaikka nousua onkin tapahtunut edellisvuosista.

## 2 VALKUAISOMAVARAISUUS SUOMESSA

Suomessa kotimaisen täydennysvalkuaisen tarjonta on vähäistä eikä kotieläintuotanto ole läheskään omavarainen sen suhteen. Suurin osa valkuaisen tuonnista on rypsin ja rapsin sekä soijan eri muotojen tuontia.

### 2.1 Valkuaisomavaraisuuden määrittäminen

Valkuaisomavaraisuus mittaa sitä, kuinka suuri osa tarvittavasta valkuaisesta on kotimaista alkuperää. Suomen ruokahuollon kannalta hyvä valkuaisomavaraisuus on tärkeä asia, joka lisää huoltovarmuutta eli kykyä turvata yhteiskunnan kannalta tärkeimmät perustoiminnot myös poikkeustilanteissa. (Niemi 2016.)

Suomessa viljellystä kasviperäisestä valkuaisesta noin 95 % saadaan nurmesta ja viljasta. Näiden osuus Suomessa käytetystä kasviperäisestä valkuaisesta on yli 80 %, joten kaiken kasviperäisen valkuaisen omavaraisuusaste on 80-85 %. Tähän suhteutettuna valkuaisen tuonti on vähäistä. (Niemi 2016.)

Yleensä valkuaisomavaraisuudesta puhuttaessa tarkoitetaan kuitenkin täydennysvalkuaisen omavaraisuutta eli valkuaisen tuonnin tarvetta tuotantoeläinten ravinnoksi kotimaisten perusrehujen lisäksi. Täydennysvalkuaista käytetään ensisijaisesti korvaamaan perusrehujen, viljan ja nurmen, puutteita ruokinnassa. Suomen valkuaisomavaraisuus on täydennysvalkuaisen osalta heikko, vain noin 15 %. Määrällisesti merkittävimpiä tuontirehujä ovat soija, rypsi ja rapsi. Kotimaiseen tuotantoon verrattuna rypsin ja rapsin siemeniä sekä rouhetta tuodaan vuosittain Suomeen kolminkertainen määrä. (Kaukovirta-Norja, Leinonen, Mokka, Wessberg & Niemi 2015, 6, 8; Kuoppala, Jaakkola, Ahvenjärvi & Rinne 2016; Niemi 2016.)

## 2.2 Valkuaisomavaraisuuden edistäminen

Suomen valkuaisomavaraisuuden parantaminen toisi etuja maataloille. Valkuaiskasvien viljelyn lisääntyessä ostovalkuaisrehujen tarve pienenee ja niiden mukana tulevat hygieniariskit, kuten salmonellatartunnat, pienenevät. Myös markkinariskit pienenevät, kun ostovalkuaisrehujen tarve pienenee. Valkuaisomavaraisuuden myötä omavaraisuus tila-, maakunta-, valtakunta- ja maanosatasolla kasvaa, jolloin myös ihmisten tietä ruoan alkuperästä paranee ja lähiruokakonsepti ruokaketjussa vahvistuu. Valkuaiskasvien viljelyn lisääminen toisi etuja myös luonnolle, sillä se lisää biodiversiteettiä eli luonnon monimuotoisuutta sekä parantaa ekosysteemipalveluita. Lisäksi palkokasveilla on hyvät maanparannusominaisuudet ja ne sitovat ilmasta typpeä ja jättävät sitä maaperään seuraavan viljeltävän kasvin käytettäväksi. Tämä vähentää typpilannoituksen tarvetta ja pienentää kasvihuonepäästöjä. (Rinne 2014; Peltonen-Sainio 2013, 1.)

Valkuaisomavaraisuuden kannalta ratkaisevaa on kotimaisen valkuaisen hinta suhteessa viljelyn kustannuksiin ja tuontivalkuaisen hintaan. Lisäksi valkuaisrehujen koostumus tai saatavuus saattavat olla rajoittavia tekijöitä. Taloudellisesti varteenotettavimmat vaihtoehdot kotimaisen kasvi-peräisen valkuaisen tuotannon lisäämisessä ovat viljojen ja nurmien sato-tasojen kohottaminen sekä palkokasvien viljelyalojen lisääminen. Myös viljan valkuaispitoisuuden nostaminen voi olla varteenotettava keino lisätä valkuaisomavaraisuutta. Soija ei menesty Suomessa, mutta herneen, härkävun sekä sinilupiin viljelyä voitaisiin lisätä. Myös heinäkasvien ja perunan käytön laajentaminen valkuaisenlähteinä perinteisten käyttökohteiden ulkopuolelle voisi parantaa valkuaisomavaisuutta. (Kaukovirta-Norja ym. 2015, 6; Kuoppala ym. 2016; Niemi 2016.)

Jotta valkuaisomavaraisuutta pystyttäisiin Suomessa parantamaan, edellyttää se kokonaisvaltaisia ratkaisuja tiloilla ja tuotantoketjussa. Käytännössä tämä tarkoittaa viljelykierron ja rehujen uudelleen suunnittelua kotimaisen valkuaisuotannon pohjalta. Varmistamalla palkoviljojen markkinoiden toimivuus ja lisäämällä yhteistyötä kotieläin- ja kasvinviljelytilojen

välillä voitaisiin nykyistä paremmin hyödyntää erikoistumis- ja mittakaavaetuja. Suomi ei voi olla täysin valkuaisomavarainen, mutta mikäli sopeudumme ilmastonmuutoksen mukana tuleviin muutoksiin, voidaan kotimaisen kasvivalkuaisen tuotantoa parantaa merkittävästi. Pitkän päivän vuoksi valkuaisuotanto perustunee myös jatkossa rypsiin, rapsiin, herneeseen ja härkäpapuun sekä nurmirehuihin, jos vain tuottajahinnat pysyvät riittävän korkeina. (Niemi, Niskanen & Karhula 2017.)

### 3 LYPSYLEHMÄN VALKUAISRUOKINTA

Lypsylehmien valkuaisruokinta ja ruokinnan suunnittelu kokonaisuudessaan on suurelta osin pötsin ruokkimista. Valkuaisruokinta, joka vastaa mahdollisimman hyvin eläimen tarpeita on perusteltua, sillä liian suuri valkuaisen saanti heikentää valkuaisen hyväksikäyttöä lisäten ruokintakustannuksia ja ympäristökuormitusta. Valkuaisen puute sen sijaan laskee maitotuotosta. (Rinne & Nousiainen 2011, 65.)

#### 3.1 Mikrobivalkuainen naudan valkuaisen lähteenä

Lypsylehmän valkuaisen tarve on ennen kaikkea aminohappojen tarvetta. Yleensä eläimen on saatava välttämättömät aminohapot suoraan rehusta, mutta märehitijät saavat niitä myös pötsissä muodostuvasta mikrobivalkuaisesta. (Jaakkola 2010a, 56.)

Mikrobivalkuainen on lypsylehmän tärkein aminohappojen lähde. Se muodostaa suurimman osan ohutsuoleen virtaavasta valkuaisesta, keskimäärin yli 60 %, mutta osuus voi vaihdella 55-70 % välillä. Tämän takia on tärkeää maksimoida pötsissä muodostuvan mikrobivalkuaisen määrä. (Vanhatalo 2010, 32.)

Väkirehujen koostumus ja niiden osuus ruokinnassa vaikuttavat myös mikrobivalkuaisen muodostukseen. Jos väkirehujen osuus rehuannoksen kuiva-aineesta nousee yli 60 %, vähentää se mikrobivalkuaisen tuotantoa pötsissä kuidun sulatuksen heikentyessä. Valkuaisrehuilla on myös tärkeä rooli lypsylehmien aminohappojen saannissa. Hyvälaatuinen valkuaislisä ohittaa pötsin hajoamatta ja sulaa ja imeytyy verenkiertoon vasta ohutsuolessa. (Vanhatalo 2010, 32.)

#### 3.2 OIV ja PVT -järjestelmä

OIV eli ohutsuoletta imeytyvä valkuainen on rehun varsinainen valkuaisarvo ja se koostuu pötsissä muodostuneesta mikrobivalkuaisesta ja rehuvalkuaisen pötsissä hajoamattomasta osasta eli ohitusvalkuaisesta. Ne kulkeutuvat ruokasulan mukana ohutsuoletta, jossa ruuansulatusentsyymit

pilkkovat niitä pienempään ja imeytymiskelpoisempaan muotoon. (Manni 2013a, 54.)

Lypsylehmällä OIV:n tarve ei ole samalla tavalla ehdoton kuin esimerkiksi kivennäisten, vitamiinien tai rasvahappojen tarve. Lehmä ei voi sairastua OIV:n puutostautiin, vaan laskee maitotuotosta sille tasolle, johon maidon rakennusaineita riittää. Sopiva täydennysvalkuaisen määrä on ennen kaikkea kannattavuuskysymys. (Rinne 2012.)

PVT eli pötsin valkuai-aste on luku, joka kuvaa pötsissä hajoavan valkuaisen riittävyttä pötsimikrobien työntarpeeseen. PVT mittaa valkuaisen ja energian suhdetta pötsissä ja se voi olla joko positiivinen, negatiivinen tai nolla. Jos ruokinnan PVT-arvo on positiivinen, rehussa on pötsissä hajoavaa valkuaista suhteessa enemmän kuin energiaa, jolloin pötsimikrobeilla ei ole tarpeeksi energiaa pystyäkseen hyödyntämään kaiken hajoavan valkuaisen. Jos ruokinnan PVT-arvo on puolestaan negatiivinen, rehussa on vähemmän hajoavaa valkuaista verrattuna rehun sisältämään energiaan. Tällöin pötsimikrobit eivät saa tarpeeksi raakavalkuaista, jotta ne pystyisivät hyödyntämään kaiken rehun sisältämän energian. (Manni 2013a, 54.)

Jotta pötsimikrobien valkuai-aste tuotanto olisi tehokkainta ja ohutsuoleen virtaa riittävästi mikrobivalkuaista, kannattaa PVT tavoite asettaa nolnaan tai vähän sen yli. Yleensä rehuannoksen PVT-arvo on tasapainossa (arvo 0 g/kg ka), kun rehun raakavalkuaispitoisuus on n. 130-140 g/kg ka. (Manni 2013a, 54; Rinne ym. 2011, 67.)

## 4 LYPSYLEHMIEN VALKUAISREHUVAIHTOEHTOJA

Suomen lypsykarjatiljoilla on käytössä erilaisia valkuaisrehuja ja valinnanvaraa löytyy sekä kasvilajivalikoimasta että korjuumenetelmästäkin. Hyviä kotimaisia valkuaisen lähteitä ovat palkokasvit, kuten apilat, sinimailanen, härkäpapu, herne ja lupiinit sekä öljykasveista rypsi ja rapsi. Näistä osa voidaan korjata puimalla tai koko kasvusto voidaan korjata säilörehuksi ja osalla voidaan käyttää kumpaa menetelmää tahansa. (Manni 2016.)

### 4.1 Nurmirehut

Säilörehu on nautojen ruokinnassa tärkein valkuaisenlähde. Rehun valkuaispitoisuutta voidaan nostaa lisäämällä viljeltävään seokseen nurmipalkokasveja, kuten apilaa, mailasia tai virnoja. Nurmissa käytettävät kasvilajit jaetaan nurmiheiniin ja nurmipalkokasveihin. Suomessa tärkeimmät viljeltävät nurmiheinät ovat nurminata ja timotei, joita viljellään nurmiseoksissa yleisesti koko maassa. Myös ruokonadan ja rainadan viljely seoksissa on viime vuosina lisääntynyt. Suomessa eniten viljelty nurmipalkokasvi on



puna-apila. Etelä-Suomessa myös sinimailanen on varteenotettava viljelykasvi nurmissa. (Peltonen 2011, 21; Niskanen & Niemeläinen 2010, 31; Tuori & Syrjälä-Qvist 2001, 12.)

Hyvälaatuinen säilörehu on tärkeä osa lypsylehmien ruokintaa. Yksi säilörehun laatuun vaikuttava tekijä on D-arvo eli sulavuus, joka kertoo sulavan orgaanisen aineen määrän rehun kuiva-aineessa. Lypsylehmille sopiva D-arvo säilörehuvaltaisella ruokinnalla on 680-700 g/kg ka. (Taulukko 1.) Jos D-arvo säilörehussa nousee yhden prosenttiyksikön, lehmä lisää rehun syöntiä päivässä keskimäärin 175 g kuiva-ainetta. Lisääntynyt ravintoainesten saanti nostaa maitotuotosta 0,5 kg päivässä. Nurmiheinäkasveista tehdyn säilörehun ja palkokasvipitoisen säilörehun D-arvoja ei voi suoraan verrata keskenään, sillä palkokasvien parempi maittavuus kompensoi huonompaa sulavuutta. (Rinne & Sairanen 2010, 17; Jaakkola, Nyholm & Korhonen 2013.)

Taulukko 1. Nurmisäilörehun, puna-apilasäilörehun ja sinimailassäilörehun energia- ja valkuaisarvot. (Luke, n.d.)

Energia- ja valkuaisarvot		Nurmisäilörehu, 1. sato aik/norm korjuu	Puna-apilasäilörehu (50 %), 1. sato, norm. korjuu	Sinimailassäilörehu, 1. sato, kuk. alku
ME (muuntokelpoinen energia)	MJ/kg ka	11,0	10,2	9,0
OIV (ohutsuoalesta imeytyvä valkuainen)	g/kg ka	84	87	74
PVT (pötsin valkuaisaste)	g/kg ka	35	44	76
hvo (hajoavan valkuaisen osuus)		0,85	0,80	0,85
D-arvo	g/kg ka	690	640	560

Sinimailasella on korkea valkuaispitoisuus (Taulukko 2.) ja se sisältää puna-apilaa enemmän ei-valkuaispitoista (NPN). Sinimailasen hajoavuus pötsissä on myös suurempi kuin puna-apilan. Valkuaisen laatu ja suuri määrä vaikeuttavat ruokinnan tasapainottamista ja huonontavat typen hyväksikäyttöä. Typen hyväksikäyttöä ja rehun sulavuutta voidaan parantaa viljelemällä palkokasveja yhdessä heinäkasvien kanssa tai lisäämällä ruokintaan vähemmän valkuaista sisältäviä karkearehuja, kuten heinäkasveja, kokoviljaa tai maissia. (Jaakkola ym. 2013.)

Taulukko 2. Nurmisäilörehun, puna-apilasäilörehun ja sinimaillassäilörehun koostumus. (Luke, n.d.)

Koostumus		Nurmisäilörehu, 1. sato aik/norm korjuu	Puna-apilasäilörehu (50 %), 1. sato, norm. korjuu	Sinimaillassäilörehu, 1. sato, kuk. alku
Kuiva-aine	g/kg	250	250	230
Raakavalkuainen	g/kg ka	160	170	185
Raakarasva	g/kg ka	40	40	45
Raakakuitu	g/kg ka	330	300	310
Typettömät uuteaineet	g/kg ka	390	395	355
Kuitu eli NDF	g/kg ka	550	520	
Sulamaton kuitu	g/kg ka	67	100	
Tuhka	g/kg ka	80	95	105
Tärkkelys	g/kg ka	0		
Sokeri	g/kg ka	50	40	40

Sinimaillassa, kuten muissakin palkokasveissa, on pienempi kuitupitoisuus (NDF) ja suurempi sulamattoman kuidun (iNDF) osuus verrattuna heinäkasveihin, joilla on sama orgaanisen aineen sulavuus. Palkokasvien kuituominaisuudet vaikuttavat rehuannoksen sulavuuteen heikentäen sitä ja pienentävät karkearehusta tulevan kuidun pitoisuutta. Yleensä lehmät syövät paremman maittavuuden takia palkokasvipitoista säilörehua enemmän kuin tavallista nurmisäilörehua, vaikka palkokasvien sulavuus onkin heikompi. Syönti kompensoi selkeästi heikompaa sulavuutta. Palkokasvien anatominen rakenne on erilainen kuin heinäkasveilla. Palkokasvit hajoavat nopeammin pötsissä pieniksi partikkeleiksi, jolloin myös virtaus pötsistä pois on nopeampaa. Tämän seurauksena pötsin täyteisyys on pienempi ja lehmä lisää rehun syöntiä. (Jaakkola ym. 2013.)

Puna-apilalla, kuten muillakin palkokasveilla, on korkea kalsiumpitoisuus, jonka takia niitä ei suositella syötettäväksi ummessa oleville lehmille poikimahalvausriskin takia. Rehujen sisältämät kivennäiset riittävät tyydyttämään korkeatuottoisen lehmän kivennäisainetarpeen lukuun ottamatta hivenaineita, mikäli rehuannos sisältää säilörehua, jossa on puna-apilaa puolet tai enemmän ja väkirehuannos sisältää rypsiä. (Kuoppala 2012.)

Nurmipalkokasvisäilörehuja voidaan käyttää lypsylehmien ruokinnassa ainoana karkearehuna, mutta suositeltavampaa on käyttää niitä seoksina yhdessä nurmiheinäsäilörehun kanssa. Tällöin typen hyväksikäyttö paranee ja palkokasvien mahdollisesti aiheuttamat haittavaikutukset tiinehtymiseen poistuvat. Nurmipalkokasvien käyttö ruokinnassa lisää rehun syöntiä. Puna-apilan polyfenolioksidaasi tehostaa valkuaisen hyväksikäyttöä, mutta puna-apilan kuten muidenkin palkokasvien haittavaikutuksina ovat laidunnettaessa tulevat puhaltumisongelmat sekä mahdollinen kasviestrogeenin vaikutus hedelmällisyyteen. (Tuori ym. 2001, 12; Kurkela 2014.)

Puna-apilaa käytetään yleensä monivuotisissa säilörehunurmissa. Myös alisikeapila on pääasiassa säilörehukasvi, mutta sitä voidaan käyttää myös laitumissa, sillä se kestää puna-apilaa paremmin tallausta ja laidunnusta ja

on kasvurytmiltään nopeampi. Valkoapila sen sijaan sopii parhaiten laidunnurmiin, koska se kestää hyvin tallausta rönsyilevän kasvutapansa ansiosta. Nykyisiä runsassatoisia valkoapilalajikkeita voidaan käyttää myös säilörehuseoksissa. (Nykänen & Aaltonen 2011, 27; Kousa, Nykänen & Sormunen-Cristian 2008.)

Tutkimuksissa lehmät ovat syöneet apilapitoista säilörehua keskimäärin reilun kilon kuiva-ainetta päivässä enemmän verrattuna heinäkasveista tehtyyn säilörehuun. Pelkästä puna-apilasta tehtyä säilörehua ei käytännössä juurikaan käytetä. Säilörehun syönnin lisääntyminen lisää maitotuotosta ja tutkimuksissa apilapitoinen rehu on lisännyt maitotuotosta keskimäärin 1,3 kg/vrk. Maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet ovat laskeneet verrattuna heinäkasveista tehtyyn säilörehuun. Apila parantaa myös maidon rasvahappokoostumusta ihmisravitsemuksen kannalta. (Kuoppala & Hinkkanen n.d.)

Tutkimuksissa sinimailasruokinnoilla saatu maitotuotos on usein ollut sama tai hieman parempi verrattuna heinäkasveihin tai puna-apilaan. Erot ovat riippuneet siitä minkälaisia rehuja (sulavuus, käymislaatu) ja ruokinnoita on verrattu keskenään. (Jaakkola ym. 2013.)

#### 4.2 Palkoviljat

Palkoviljoilla voidaan lisätä valkuaisen saantia lypsylehmien ruokinnassa. Suomessa yleisimmin viljeltäviä palkoviljoja ovat herne ja härkäpapu, mutta myös paremman valkuaispitoisuuden omaavana kasvina lupiini on noussut esille uutena vaihtoehtona. (Stoddard, Nykänen & Ellä 2011, 36.)

Härkäpavun papu sisältää raakavalkuaista n. 300 g/kg ka, joka on selvästi enemmän kuin herneessä, jonka raakavalkuaispitoisuus on keskimäärin 230 g/kg ka, mutta kuitenkin huomattavasti vähemmän kun rypsi- ja soijarehuissa. Rypsi- ja soijarehuissa raakavalkuaispitoisuus vaihtelee 309-379 g/kg ka välillä ja soijarehuissa 493-520 g/kg ka välillä. Tärkkelystä sen sijaan härkäpapu sisältää hernelle vähemmän. (Taulukko 3.) Herne eroaa muista palkokasveista korkeamman tärkkelyspitoisuuden, pienemmän rasvapitoisuuden sekä kivennäisainekoostumuksensa osalta. Herneeseen sisältyvä tärkkelys hajoaa suurelta osin pötsissä, mutta hajoamisnopeus on hitaampaa kuin viljojen tärkkelyksellä. Tämä voi vaikuttaa positiivisesti pötsin olosuhteisiin ja se voi lisätä pötsimikrobien energian saantia ja vaikuttaa edullisesti mikrobivalkuaisen tuotantoon pötsissä. (Jaakkola 2007, 30; Puhakka, Jaakkola & Vanhatalo 2012, 50.)

Taulukko 3. Palkoviljojen koostumus. (Luke, n.d.)

Koostumus		Herne	Härkäpapu	Lupiini
Kuiva-aine	g/kg	860	860	860
Raakavalkuainen	g/kg ka	230	300	340
Raakarasva	g/kg ka	11	15	51
Raakakuitu	g/kg ka	57	80	178
Typettömät uuteaineet	g/kg ka	676	565	401
Kuitu eli NDF	g/kg ka	130	160	250
Tuhka	g/kg ka	31	36	30
Tärkkelys	g/kg ka	480	380	10
Sokeri	g/kg ka	55	40	55

Lupiinien valkuaispitoisuus on hieman suurempi kuin härkäpavun, mutta tärkkelyspitoisuus on todella pieni verrattuna muihin palkokasveihin. (Taulukko 3.) Lupiinit sisältävät myös rasvaa, kuten öljyhappoa ja helppoliukoisia hiilihydraatteja. Ulkomaississa tutkimuksissa lupiinin maidontuotantovaikutus on joissakin kokeissa ollut jopa soijan luokkaa. (Puhakka ym. 2012.)

Palkoviljojen sisältämä valkuainen hajoaa suurelta osin jo pötsissä, joten niissä ei ole samalla tavalla ohitusvalkuaista kuten esimerkiksi rypsirehuissa. (Taulukko 4.) Rypsirehuissa OIV:n saanti vaihtelee 149-171 g/kg ka välillä. Koska valkuainen hajoaa pötsissä, aminohapot eivät ole suoraan eläimen käytettävissä. Tämä rajoittaa palkoviljojen käyttöä valkuaisen lähteenä. (Jaakkola 2007, 30.)

Taulukko 4. Palkoviljojen energia- ja valkuaisarvot. (Luke, n.d.)

Energia- ja valkuaisarvot		Herne	Härkäpapu	Lupiini
ME (muuntokelpoinen energia)	MJ/kg ka	13,3	12,8	13,2
OIV (ohutsuoilesta imeytyvä valkuainen)	g/kg ka	116	123	117
PVT (pötsin valkuaiastase)	g/kg ka	62	125	171
hvo (hajoavan valkuaisen osuus)		0,80	0,80	0,85
D-arvo	g/kg ka	849	817	826

Rypsirehuihin verrattuna kaikkien palkoviljojen valkuainen sisältää vain vähän rikkipitoisia aminohappoja, kuten metioniinia. Palkoviljat sisältävät myös rypsiä vähemmän fosforia, joten tässä suhteessa ne eivät kuormita ympäristöä yhtä paljon kuin rypsi. (Puhakka ym. 2012.)

Hernettä, härkäpapua ja lupiinia voidaan käyttää nautojen ruokinnassa siemenenä tai koko kasvusto voidaan korjata kokoviljasäilörehuksi, joko puhtaana kasvustona tai seoskasvustona viljojen kanssa. Lupiinilajeista sinilupiini sopii paremmin siementuotantoon ja valkolupiini kokoviljasäilörehuksi sen korkean biomassan tuotantopotentiaalin takia. Keltalupiinia ei suositella ollenkaan rehukasviksi. Palkoviljojen lisääminen seokseen parantaa rehun sulavuutta ja lisää valkuaispitoisuutta verrattuna pelkkään kokoviljasäilörehuun. Ne voivat kuitenkin nostaa säilörehun raakavalkuaispitoisuuden liiankin korkeaksi typen hyväksikäytön kannalta. (Kuoppala 2015; Jaakkola 2007, 30; Stoddard & Nykänen 2011, 36–37.)

Härkäpapu sisältää haitta-aineita, jotka voivat rajoittaa sen käyttöä ruokinnassa erityisesti yksimahaisilla ja siipikarjalla. Märehtijät eivät ole yhtä herkkiä haitta-aineille, koska pötsin mikrobit hajottavat niitä. Härkäpavun haitallisia aineita ovat muun muassa proteaasi-inhibiittorit, tanniinit, visiini ja konvisiini. Tanniinit huonontavat rehun sulavuutta yksimahaisilla, märehtijöille tämä voi olla jopa etu, kun valkuaisen pötsihajoavuus pienentyy. Visiini ja konvisiini taas voivat aiheuttaa muniville kanoille vakavaa anemiaa. (Seppälä 2010; Kuoppala 2015.)

Herne ei ainoana valkuaisrehuna riitä lypsylehmille varsinkaan korkean tuotoksen aikana, jolloin pötsissä tarvitaan hyvälaatuista hajoamatonta valkuaista. Herne voi kuitenkin pelkkään viljaan verrattuna nostaa säilörehun syöntiä ja maitotuotosta sekä lisätä energian saantia. Puumalan (2007, 32) mukaan hernettä voidaan antaa 4-6 kg lehmää kohden päivässä. Kotimaisissa kokeissa herneen vaikutus maitotuotokseen on ollut hyvin vaihteleva. Parhaimmillaan sen vaikutus on vastannut rypsin tasoa ja huonoimmillaan viljan. Todennäköisemmin saavutetaan paras tulos, kun säilörehun sulavuus on hyvä, mutta valkuaispitoisuus ei ole kovin korkea. Parhaiten hernettä pystytään hyödyntämään, kun sitä yhdistetään valkuaisrehuihin, joista saadaan pötsihajotuksen ohittavaa valkuaista suoraan eläimen käyttöön. (Jaakkola 2007, 30.)

Vuosina 2012 ja 2014 Helsingin yliopiston Viikin opetus- ja tutkimustilan navetassa tutkittiin härkäpavun sekä härkäpapu-kevätsäilörehun vaikutusta lypsylehmien rehun syöntiin, maidontuotantoon ja ravintoainneiden hyväksikäyttöön. Härkäpapatutkimuksessa lehmille syötettiin vapaasti 1.sadon timotei-nurminatasäilörehua. Valkuaisen lähteenä väkirehuissa käytettiin rypsirouhetta, härkäpapua tai näiden sekoitusta (1:1). Korvattavana väkirehuna ja kontrollirehuna käytettiin viljapohjaista väkirehuseosta, johon ei lisätty valkuaispitoisuutta. Tutkimus toteutettiin kahdessa osassa ja tutkimuksen ensimmäisessä osassa härkäpapurukilon lisäys ruokinnassa nosti maitotuotosta lähes kilolla. Vasten odotusta rypsi-ruokinnalla olleet lehmät söivät vähemmän ja siten maitotuotosvaste oli härkäpapua pienempi. Tutkimuksen toisessa osassa lehmien maitotuotos jäi pienemmäksi härkäpapurukinnalla verrattuna rypsi-ruokintaan. Valkuaispitoisuuden nostolla ei ollut vaikutusta maitotuotokseen. Tutkimuksen perus-

teella härkäpapu lisää lypsylehmien maitotuotosta verrattuna viljapohjaiseen väkirehuun ja osa rypsiä voidaan korvata härkäpavulla vaikuttamatta maitotuotokseen. (Puhakka, Jaakkola, Kokkonen & Vanhatalo 2014; Lamminen, Kokkonen, Halmemies-Beauchet-Filleau, Termonen, Korhonen, Vanhatalo & Jaakkola 2016.)

Härkäpapu-kevätvehnäsäilörehututkimuksessa lypsylehmille syötettiin nurmisäilörehua tai säilörehuseosta, jossa oli puolet nurmisäilörehua ja puolet härkäpapu-kevätvehnäsäilörehua. Väkirehuna käytettiin viljapohjaista seosta, joka sisälsi rypsirohetta joko 2,0 tai 3,5 kg, jolloin väkirehun raakavalkuaispitoisuus oli joko 175 tai 200 g/kg ka. Ruokinta toteutettiin erillisruokintana ja säilörehua lehmät saivat vapaasti. Tutkimuksen perusteella nurmisäilörehun korvaaminen osittain härkäpapu-kevätvehnäsäilörehulla ei vaikuttanut haitallisesti lehmien kuiva-aineen syöntiin eikä maito-, rasva- tai valkuaisutuotokseen, vaikka härkäpapu-kevätvehnäsäilörehun sulavuus oli heikompi. Kokeen perusteella härkäpapu-kevätvehnäsäilörehu sopii hyvin lypsylehmien ruokintaan. Kokeessa pienempi rypsiannos (2 kg) oli parempi, sillä suurempi annos (3,5 kg) ei lisännyt kuiva-aineen syöntiä eikä nostanut maitotuotosta, mutta vähensi maidon rasvapitoisuutta ja heikensi typen hyväksikäyttöä maidontuotantoon. (Lamminen ym. 2016.)

#### 4.3 Viljat

Viljat kotieläinten ruokinnassa ovat pääasiassa energiarehuja (Taulukko 5.) ja niiden valkuaispitoisuudella on lähinnä merkitystä yksimahaisten ruokinnassa (Kangas 2011, 55). Viljat sisältävät runsaasti tärkkelystä, mutta pitoisuudet vaihtelevat eri viljalajien välillä. Kaura sisältää huomattavasti vähemmän tärkkelystä kuin muut viljat. Ohraan verrattuna kaura usein lisää maitotuotosta, mutta laskee maidon valkuais- ja rasvapitoisuuksia. Kaura myös pehmentää maitorasvaa. (Jaakkola 2010b, 69.)

Taulukko 5. Viljojen energia- ja valkuaisarvot. (Luke, n.d.)

Energia- ja valkuaisarvot		Ohra, 64-69 kg/hl	Kaura, yli 58 kg/hl	Vehnä, 76-80 kg/hl	Ruis
ME (muuntokelpoinen energia)	MJ/kg ka	13,2	12,4	13,6	13,6
OIV (ohutsuolesta imeytyvä valkuainen)	g/kg ka	96	93	96	94
PVT (pötsin valkuaisaste)	g/kg ka	-29	-12	-12	-33
hvo (hajoavan valkuaisen osuus)		0,80	0,75	0,85	0,85
D-arvo	g/kg ka	821	729	843	848

Ruokinnan kannalta viljalajien merkittävimpiä eroja ovat kauran muita suurempi rasvapitoisuus, vehnän suurempi tärkkelyspitoisuus ja ohran ja

kauran suurempi kuitupitoisuus (Taulukko 6.) Viljaseoksissa vehnän käyttöä suositellaan rajoitettavaksi n. 50 %:iin, koska suurempi määrä saattaa aiheuttaa syöntiongelmia. Viljalajeista heikoin maittavuus on rukiilla ja sen maksimimääräsuositukset ovat 25-40 % viljaseoksesta. (Jaakkola 2010b, 69–70.)

Taulukko 6. Viljojen koostumus. (Luke, n.d.)

Koostumus		Ohra, 64-69 kg/hl	Kaura, yli 58 kg/hl	Vehnä, 76-80 kg/hl	Ruis
Kuiva-aine	g/kg	860	860	860	860
Raakavalkuainen	g/kg ka	115	125	133	110
Raakarasva	g/kg ka	22	60	22	20
Raakakuitu	g/kg ka	48	103	23	28
Typettömät uuteaineet	g/kg ka	786	674	802	820
Kuitu eli NDF	g/kg ka	210	280	110	200
Sulamaton kuitu	g/kg ka	37	110	20	
Tuhka	g/kg ka	29	38	20	22
Tärkkelys	g/kg ka	610	460	675	650
Sokeri	g/kg ka	20	18	30	36

Viljojen raakavalkuaispitoisuus vaihtelee yleensä 110-140 g/kg ka välillä. Viljan valkuainen hajoaa suurelta osin pötsissä ja aikaansaa runsaan happojen muodostuksen ja nopean pH:n laskun. Valkuaispitoisuuden merkitys riippuu kaikista syötettävistä rehuista ja niiden valkuaisen ominaisuuksista, jotka vaikuttavat pötsimikrobien tynen saantiin. (Jaakkola 2010b, 70; Manni 2013b, 63.)

Ruokinnassa viljojen käyttömäärien tulee olla hallittua. Suosituksina pidetään, että pelkkää ohraa annetaan korkeintaan 8-10 kg päivässä, kauraa 10-12 kg ja ohra-kauraseosta enintään 10 kg päivässä. Suomessa tärkkelyksen saantisuositus rehuannoksessa on korkeintaan 250 g/kg ka. Vilja sisältää runsaasti tärkkelystä ja liika viljan käyttö ruokinnassa saattaa aiheuttaa pötsin happamoitumista, jonka seurauksena rehujen sulavuus heikkenee, ravintoaineiden saanti vähenee ja eläin saattaa sairastua. Vilja on murskattava, jauhettava tai litistettävä ennen ruokintaa, koska jyvien purskelu ei ole riittävää eikä naudan ruuansulatus pysty sulattamaan kokonaisia jyviä. (Manni 2013b, 63–64; Jaakkola 2010b, 71; Kajava & Palmio 2014.)

#### 4.4 Teolliset rehut

Teollisesti valmistettuja valkuaisrehuja ovat rouheet, tiivisteet ja puolitiivisteet. Niitä käytetään pääasiassa täydentämään viljaan perustuvaa väkirehuruokintaa, mutta niitä voidaan käyttää myös valkuaislisänä täysrehuruokinnassa. Rouheista eniten käytetään rypsirouhetta, mutta jonkin verran käytetään myös soijarouhetta. Rouheiden ja tiivisteiden käyttömäärät

väkirehuseoksissa ovat keskimäärin 1/3 rouhetta tai tiivistettä ja loput 2/3 viljaa. Puolitiivistneiden valkuaispitoisuus on pienempi kuin tiivisteiden tai rouheiden. Tämän takia niiden käyttömäärät ovat suurempia kuin rouheiden ja tiivisteiden. Käyttömäärät väkirehuseoksissa ovat keskimäärin puolet puolitiivistettä ja puolet viljaa. (Manni 2013b, 63–64.)

Lypsylehmillä paljon käytetty valkuaisrehu on rypsirouhe tai -puriste. Rypsirouhe valmistetaan uuttamalla ja puriste puristamalla öljy siemenistä. Rehujen rasva- ja valkuaispitoisuuteen vaikuttaa huomattavasti öljyn erostustapa ja määrä. Kylmäpuristettu rypsirouhe eroaa muista rypsirohuista sen alhaisemman raakavalkuaispitoisuuden ja korkeamman rasvapitoisuuden takia. Korkea rasvapitoisuus rajoittaa sen käyttöä ruokinnassa, sillä pötsin toiminta kärsii, jos rehuannos sisältää runsaasti rasvaa. (Jaakkola 2010b, 72.)

Rypsirohujen raakavalkuaispitoisuus on suurempi kuin palkokasveilla, mutta pienempi kuin soijarouheella (Taulukko 7.) OIV-arvo on rypsirohuilla ja soijarouheella lähes sama. (Taulukko 8.)

Taulukko 7. Rypsi- ja soijarehujen koostumus. (Luke, n.d.)

Koostumus		Rypsirouhe	Rypsirouhe, lämpök.	Rypsirouhe, kylmäpuristettu	Soijarouhe	Soijapuriste
Kuiva-aine	g/kg	890	910	910	880	890
Raakavalkuainen	g/kg ka	379	358	309	520	493
Raakarasva	g/kg ka	44	98	248	34	81
Raakakuitu	g/kg ka	126	115	102	58	58
Typettömät uuteaineet	g/kg ka	371	355	278	321	304
Kuitu eli NDF	g/kg ka	270	300	230	120	115
Tuhka	g/kg ka	80	74	63	67	64
Tärkkelys	g/kg ka	45	37		74	77
Sokeri	g/kg ka	87	72	87	95	100

Taulukko 8. Rypsi- ja soijarehujen energia- ja valkuaisarvoja. (Luke, n.d.)

Energia- ja valkuaisarvot		Rypsirouhe	Rypsirouhe, lämpök.	Rypsirouhe, kylmäpuristettu	Soijarouhe	Soijapuriste
ME (muuntokelpoinen energia)	MJ/kg ka	11,4	12,3	15,6	13,0	13,9
OIV (ohutsuolesta imeytyvä valkuainen)	g/kg ka	169	171	149	173	169
PVT (pötsin valkuaisarvo)	g/kg ka	154	131	106	285	264
hvo (hajoavan valkuaisen osuus)		0,63	0,60	0,65	0,75	0,75
D-arvo	g/kg ka	696	692	732	819	821

Kotimaisissa ruokintakokeissa on tutkittu rypsin tuotosvaikutusta perusruokinnalla, joka koostuu nurmisäilörehusta ja viljasta. Kokeissa kilo viljaa on korvattu kilolla rypsirohua ja se on nostanut päivätuotosta 1-1,2 kg ja



lisännyt maidon valkuaisuutosta 32-38 g/pv, rasvatuotos sen sijaan on pysynyt samana tai laskenut hieman. Rypsirouheen ja rypsipuristeen tuotosvaikutus on sama. (Nousiainen ym. 2011, 5.)

Kotimaisilla ruokinnoilla rypsirehut ovat lisänneet maitotuotosta selvästi enemmän kuin soija, vaikka lehmän saama valkuaismäärä on ollut sama. Tämä johtuu todennäköisesti rypsi- ja soijarehujen erilaisesta aminohappokoostumuksesta. Rypsin valkuainen sisältää hieman enemmän histidiiniä, metioniinia ja treoniinia, jotka ovat maidontuotannon kannalta tärkeimpiä aminohappoja. Muuten rehujen aminohappokoostumukset ovat lähes samat. (Nousiainen ym. 2011, 4–6.)

MTT:llä (nykyisin Luke) tehdyssä tutkimuksessa vertailtiin rypsipuristeen ja soijarouheen annostustason vaikutusta maitotuotokseen, rehun sulavuuteen ja veriparametreihin. Kokeessa lehmille syötettiin vapaasti nurmisäilörehua ja 10 kg/pv viljaväkirehua (ohra, kaura, leike), jota asteittain korvattiin rypsipuristeella tai soijarouheella. Tämän tutkimuksen perusteella rypsi on parempi valkuaisen lähde lypsylehmille nurmisäilörehuun perustuvassa ruokinnassa kuin soija. Tutkimuksessa todettiin, että lypsylehmät saavat välttämättömiä aminohappoja sekä laadullisesti että määrällisesti enemmän rypsirehuista kuin soijarouheesta eli lehmät pystyvät paremmin hyödyntämään rypsin valkuaista ja siksi maitotuotoskin on suurempi. Soijan huonompi valkuaisen hyväksikäyttö voi liittyä sen suurempaan valkuaisen pötsihajoavuuteen. Maidon valkuais- tai laktoosipitoisuuksissa ei ollut eroja rypsi- tai soijaruokinnoilla, mutta maidon rasvapitoisuus pieneni rypsirehuja sisältävillä ruokinnoilla. (Vanhatalo, Shingfield, Pakkala, Salo-Väänänen, Korhonen, Piironen & Huhtanen 2004.)

## 5 VALKUAISRUOKINNAN VAIKUTUS YMPÄRISTÖÖN

Nykypäivänä maataloustuotannossa ympäristönäkökohdat ovat yhä suuremmissa asemassa ja maidontuotannossakin pyritään vähentämään päästöjä luontoon. Valkuainen on yleensä ruokinnan kallein komponentti ja ylimäärä poistuu elimistöstä, joten sitä ei kannata ruokinnassa käyttää liian suurina määriä. Se ei ole taloudellisesti eikä ympäristön kannalta järkevää. (Anttila 2014.)

### 5.1 Typpi

Ylimääräinen ja sulamaton valkuainen poistuu sonnan ja virtsan mukana erilaisina typen yhdisteinä. Näiden yhdisteiden hajoamisesta muodostuu dityppioksidia ( $N_2O$ ), joka on kasvihuonekaasu. Sonnan ja virtsan mukana poistuu myös ammoniakkia ( $NH_3$ ), joka ei varsinaisesti ole kasvihuonekaasu mutta aiheuttaa luonnossa happamoitumista ja rehevöitymistä. Vuonna 2015 Suomen ympäristökeskuksen arvion mukaan typen osalta

vesistöjen ravinnekuormituksesta 47,6 % aiheutui maataloudesta. (Anttila 2014; Pesonen & Huuskonen 2014; Ympäristö.fi 2015.)

Typpiaineet kiertävät naudan elimistössä siten, että osa rehun sisältämästä valkuaisesta ja typpiyhdisteistä muuttuu pötsissä ammoniakiksi. Samoin käy myös pötsiin syljen mukana tulevalle urealle. Osa ammoniakista pötsimikrobit käyttävät rakennusaineeksi ja siten tuottavat mikrobivalkuaista. Käyttämättä jäänyt ammoniakki imeytyy pötsin seinämän läpi verenkiertoon ja kulkeutuu maksaan. Maksa muuttaa ammoniakkin jälleen ureaksi, jota erittyy virtsaan ja maitoon. Osa ureasta kulkeutuu sisäisen ureakierron mukana sylkeen ja takaisin pötsiin. Pötsissä hajoamaton valkuainen sekä mikrobivalkuainen kulkeutuvat ohutsuoleen, jossa osa niistä imeytyy aminohappoina elimistön käyttöön ja käyttämätön osa poistuu ulosteen mukana kehosta. (Pyörälä & Tiihonen 2005.)

Ruokinnallisesti typen hyväksikäyttöä voidaan parantaa vain, jos pystytään vähentämään typen saantia ilman että se vaikuttaa maitotuotokseen. Sonnan ja maidon typen määrien suhde on lähes vakio, joten ruokinnallisilla toimenpiteillä on vaikea vaikuttaa sonnassa erittyvän typen määrään. Virtsaan erittyvän typen määrän rajoittamiseen sen sijaan on helpompi vaikuttaa. Käytännössä tämä tapahtuu pienentämällä karkearehun typen suhdetta energiaan välttämällä liiallista typpilannoitusta ja liian aikaista rehun tekoa. Osa nurmirehusta voidaan myös korvata vähemmän tyypeä sisältävällä kokoviljasäilörehulla. (Nousiainen, Kytölä, Khalili & Huhtanen 2003, 37.)

Lypsylehmien typen hyväksikäyttö on suomalaisten tutkimusten mukaan keskimäärin vain noin 28 %. Typen hyväksikäytön kannalta on hyvä tavoitella PVT-arvoa, joka on lähellä nollaa. On tärkeää tarkastella koko rehuanoksen PVT-arvoa, jolloin paljon ja vähän pötsissä hajoavaa valkuaista sisältävät rehut tasapainottavat pötsimikrobien käyttöön tulevaa typen ja energian määrää. Typen hyväksikäytön kannalta on ihanteellista käyttää ruokinnassa säilörehua, joka on hyvin sulavaa (D-arvo yli 680 g/kg ka) ja sen raakavalkuaispitoisuus on matala (12-13 % kuiva-aineesta). Typen hyväksikäyttö maidontuotannossa huononee, kun raakavalkuaispitoisuus rehuanoksessa nousee. Paras keino parantaa typen hyväksikäyttöä sekä vähentää sonnan ja virtsan typpipäästöjä on rajoittaa ruokinnan raakavalkuaispitoisuutta ja välttää ylimääräistä pötsissä hajoavaa valkuaista. (Lamminen 2014a; Rinne ym. 2011, 70.)

Luken Maaningalla tehdyssä lypsylehmien ruokintakokeessa paras energian ja typen hyväksikäyttö maidontuotantoon saavutettiin ruokinnalla, joka sisälsi vain nurmisäilörehua ja ohraa. Vertailuruokinnassa käytettiin seoksia, jotka sisälsivät nurmisäilörehua, ohraa ja rypsiä sekä nurmihärkäpapusäilörehua ja ohraa. Näillä ruokinnalla sen sijaan saavutettiin parempi tulos tuotannon suhteen. Ruokinnat lisäsivät rehunkulutusta, maito- ja energiakorjattua maitotuotosta sekä maidon valkuaispitoisuutta verrattuna ruokintaan, joka sisälsi vain nurmisäilörehua ja ohraa. Maitotuotos oli

molemmilla vertailuruokkinnoilla lähes sama, mutta energiakorjattu maitotuotos oli selvästi parempi rypsiä sisältävällä ruokinnalla. (Palmio, Sairanen, Kuoppala & Rinne 2016.)

## 5.2 Fosfori

Fosfori on ravinne, joka kulkeutuu vesistöihin biologisesti aktiivisessa muodossa aiheuttaen vesistöjen rehevöitymistä. Suomen ympäristökeskuksen arvion mukaan vuonna 2015 vesistöjen ravinnekuormituksesta fosforin osalta 59,1 % tuli maataloudesta. (Anttila 2014; Ympäristö.fi 2015.)

Lypsylehmät saavat usein fosforia yli tarpeen, sillä viljasta ja rypsi-rouheesta koostuva väkirehuseos sisältää runsaasti fosforia. Lisäksi lehmät saavat fosforia vielä kivennäisrehujen muodossa. Suomessa fosforin saantisuositus lypsylehmillä on 67 g/pv päivätuotoksen ollessa 30 kg ja 87 g/pv päivätuotoksen ollessa 40 kg. (Yrjänen, Nousiainen, Kytölä, Khalili & Huh-  
tanen 2003, 15; Luke rehutaulukot 2017.)

Lypsylehmät erittävät ylimääräisen ohutsuolessa imeytyneen fosforin sylkeen, joka puskuroi pötsin sisältöä pitäen sen pH:n optimitasolla. Pötsistä syljen, mikrobiston ja rehun sisältämä fosfori imeytyy joko uudelleen käytettäväksi tai se poistuu sonnan mukana. (Lamminen 2014b.)

Lypsylehmät erittävät paljon fosforia tuotantokauden aikana. Optimoimalla fosforitaso ruokinnassa tarpeiden mukaiseksi voitaisiin vähentää fosforin eritystä sontaan ja virtsaan. Rypsi-rouheen fosforipitoisuus 13,2 g/kg ka on suurempi kuin härkävavun 5,7 g/kg ka tai herneen 4,0 g/kg ka, joten käyttämällä härkävavua tai hennettä ruokinnassa voitaisiin välttää liiallista fosforinsaantia. (Anttila 2014; Luke rehutaulukot 2017.)

Ruokintaa muuttamalla on vaikea vähentää sontaan erittyvän fosforin määrää ilman että se laskisi maitotuotosta. Väkihuruokinta ja erityisesti valkuaisruokinta lisäävät fosforin saantia ja sen eritystä sontaan, joten rehuannokseen ei aina tarvitsisi lisätä runsaasti fosforia kivennäisrehujen muodossa. Myös kotoisten rehujen, etenkin säilörehun, fosforipitoisuudet olisi hyvä olla tiedossa. (Yrjänen ym. 2003, 24.)

## 6 SELVITYS ERI VALKUAISREHUVAIHTOEHDOSTA LYPSYLEHMIEN RUOKINNASSA

### 6.1 Selvityksen tavoitteet

Suomen valkuaisomavaraisuus on täydennysvalkuaisen osalta heikko. Yksi tämä työn tavoitteista oli pyrkiä edistämään valkuaisomavaraisuutta lisäämällä kotoisten valkuaisrehujen käyttöä ruokinnassa.

Selvityksen tavoitteena oli tarkastella, miten eri valkuaisrehuvaihtoehdot lypsylehmien ruokinnassa vaikuttavat tuotantoon sekä erityisesti talouteen. Yhtenä tärkeimpänä tarkastelun kohteena oli maitotuotto miinus rehukustannus.

### 6.2 Selvityksen toteutus

Selvityksen aineistona käytettiin ProAgrian Karjakompassilla tekemiä laskelmia, joissa oli vertailtu kolmea eri säilörehuvaihtoehtoa ja kuutta eri valkuaisrehuvaihtoehtoa. Säilörehuina oli ensimmäisen sadon aikaisen/normaalin korjuun nurmisäilörehu, ensimmäisen sadon normaalin korjuun puna-apilasäilörehu, jossa on 50 % apilaa ja härkäpapusäilörehu. Valkuaisrehuina oli kaupallinen puolitiiviste, rypsirouhe, herne, härkäpapu sekä rypsin ja herneen ja rypsin ja härkäpavun seos, joita vertailtiin eri säilörehuilla. Puna-apilasäilörehulaskelmista jätettiin kokonaan pois pelkkää hennettä ja pelkkää härkäpapua sisältävät ruokinnat sekä härkäpapusäilörehulaskelmista pelkkää hennettä sisältävä ruokinta, sillä niistä ei saatu tehtyä käytännössä toimivia ruokintoja. Lisäksi lehmät saivat väkirehuna ohra-kauraseosta, jonka seossuhde oli 1:1.

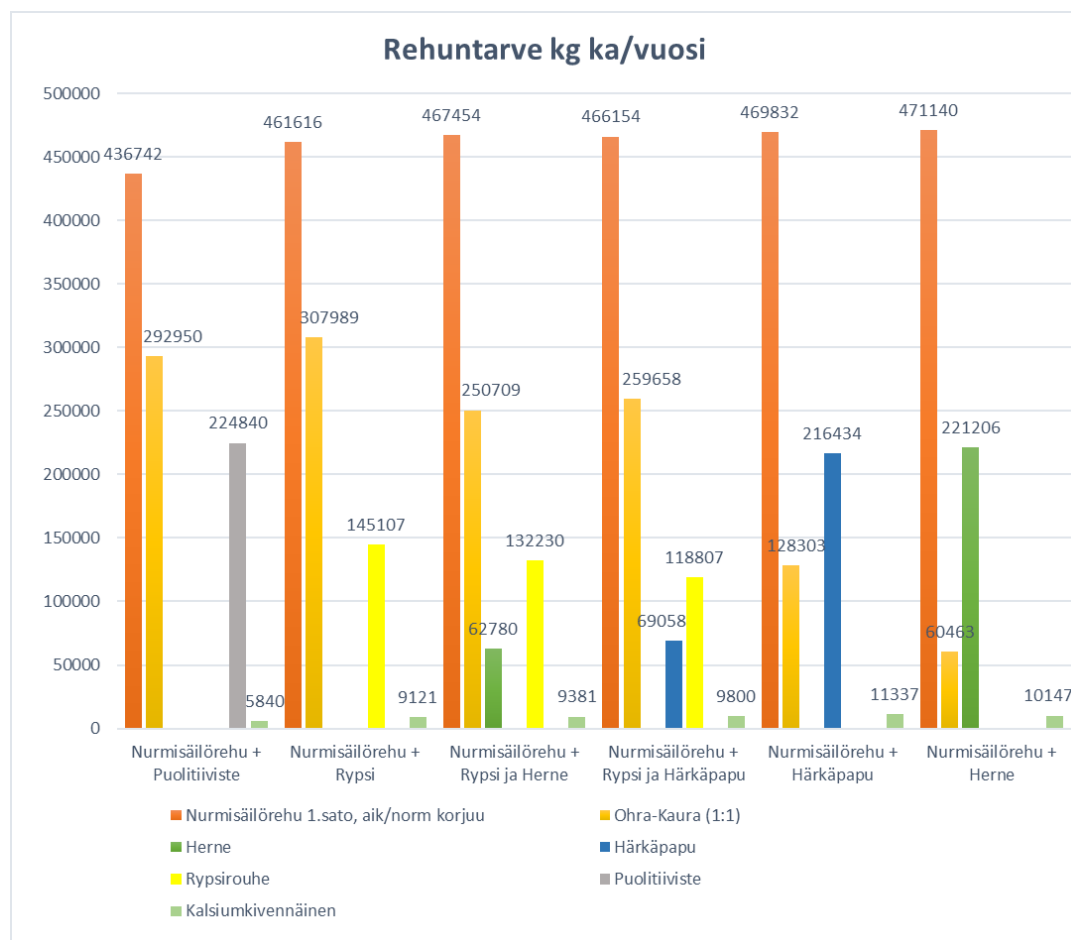
Laskelmissa käytetyt rehut olivat pääasiassa kotoisia rehuja, vain rypsi, puolitiiviste ja kivennäiset olivat ostorehuja. Härkäpapusäilörehulla käytettiin keskimääräisiä koostumus- ja rehuarvotietoja, muiden rehujen tiedot on otettu Luken rehutaulukoista. Liitteessä 1 on käytettyjen rehujen koostumus- ja rehuarvotiedot. Laskelmissa tärkkelyspitoisuuden maksimirajana käytettiin 180 g/kg ka.

Laskelmat tehtiin sadalle lehmälle ja laskentajaksona oli kalenterivuosi. Laskelmassa huomioitiin vain lypsyssä olevat lehmät. Karjan lähtötietoina oli Hämeen ammattikorkeakoulun Mustialan karjan tiedot, jotka pohjautuvat kevään 2017 tuotantotuloksiin. Laskelmien tulokset perustuvat ainoastaan Karjakompassilla saatuihin teoretisiin tietoihin. Käytännössä ruokintoja ei testattu. Laskelmissa maidon ja rehujen hintoina käytettiin laskelmien tekohetken, kevät 2017, keskimääräisiä markkinahintoja.

## 7 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

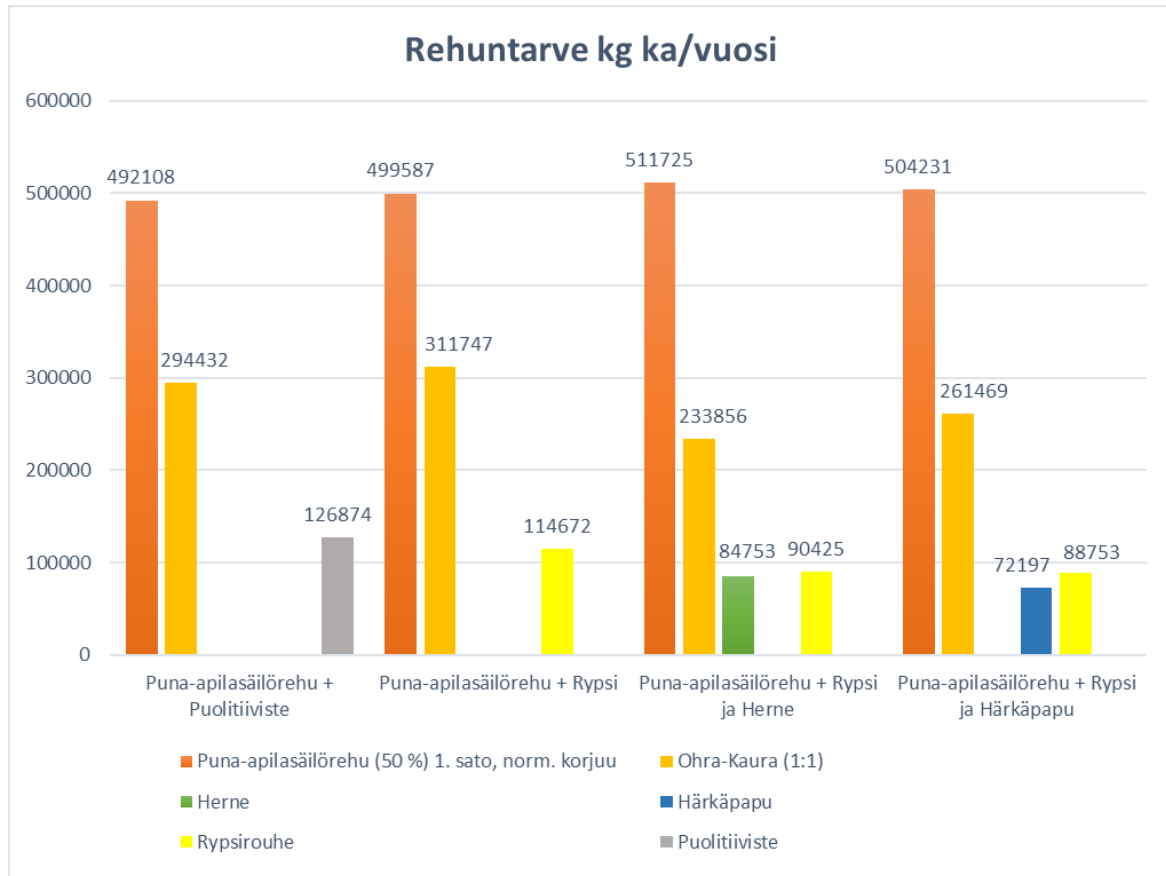
### 7.1 Rehujen kulutus

Nurmisäilörehun tarve oli lähes sama kaikilla ruokinnoilla. Ainoastaan puolitivistettä sisältävällä ruokinnalla säilörehun tarve oli hieman pienempi. (Kuva 1.) Ohra-kauraseoksen käyttömäärät olivat alhaisempia pelkkää härkähäpää ja pelkkää hennettä sisältävillä ruokinnoilla verrattuna muihin nurmisäilörehuruokintoihin. Tämä johtui härkähäpän ja erityisesti hennän tärkkelyspitoisuudesta, joka osittain rajoitti niiden käyttöä ruokinnassa. Rehuannoksen liian korkea tärkkelyspitoisuus saattaa aiheuttaa pötsin happamoitumista, joka muun muassa heikentää rehujen sulavuutta.



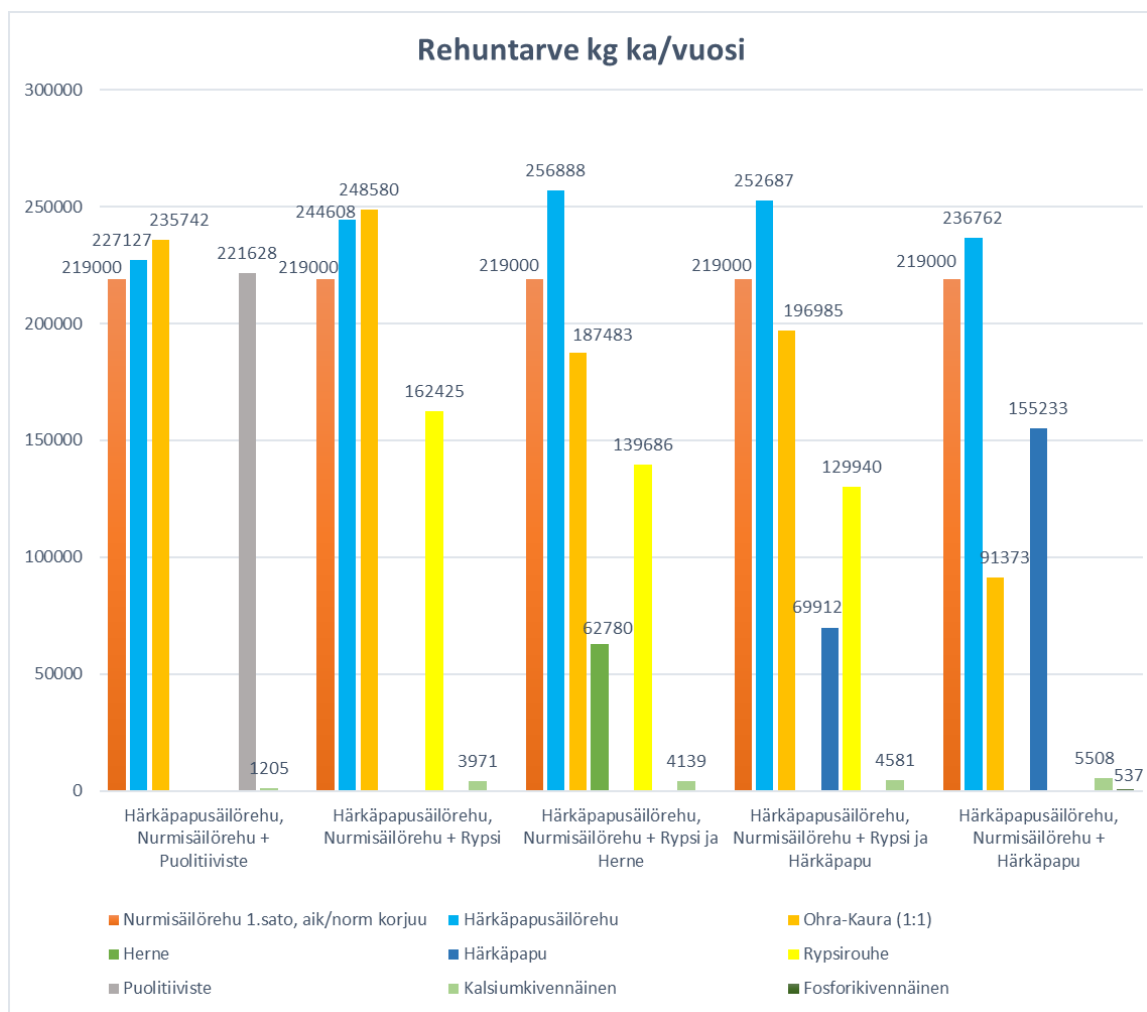
Kuva 1. Rehutarve vuodessa nurmisäilörehupohjaisella ruokinnalla 100 lehmän karjassa.

Puna-apilasäilörehupohjaisilla ruokinnoilla säilörehun tarve oli suurempi kuin nurmisäilörehuruokinnoilla. Ohra-kauraseoksen tarve pysyi lähes samana kuin nurmisäilörehuruokinnoilla. (Kuva 2.) Sen sijaan valkuaisrehujen tarve oli huomattavasti matalampi kuin nurmisäilörehuruokinnoilla. Tämä johtuu puna-apilan korkeammasta valkuaispitoisuudesta. Kalsiumkivennäistä ei ruokinnoissa käytetty ollenkaan, koska puna-apilalla on korkea kalsiumpitoisuus.



Kuva 2. Rehuntarve vuodessa puna-apilasäilörehupohjaisella ruokinnalla 100 lehmän karjassa.

Härkäpapusäilörehulaskelmissa noin puolet nurmisäilörehusta korvattiin härkäpapusäilörehulla. Säilörehun tarve oli lähes sama kuin nurmisäilörehuruokinnalla. (Kuva 3.) Ohra-kauraseosta käytettiin vähemmän kuin nurmisäilörehuruokinnalla. Valkuaisrehujen tarve vaihteli verrattuna nurmisäilörehuruokintoihin. Puolitiivisteellä käyttömäärä pysyi samana, rypsiä sisältävillä ruokinnalla rypsin käyttömäärät nousivat ja pelkkää härkäpajua sisältävällä ruokinnalla härkäpavun käyttömäärä laski. Kalsiumkivennäisen tarve oli pienempi kuin nurmisäilörehuruokinnalla. Tämä johtuu härkäpapusäilörehun korkeammasta kalsiumpitoisuudesta.



Kuva 3. Rehutarve vuodessa härkäpapu- ja nurmisäilörehupohjaisella ruokinnalla 100 lehmän karjassa.

## 7.2 Kuiva-aineen syönti ja ravintoaineiden saanti

Nurmisäilörehupohjaisilla ruokinnoilla kuiva-aineen syönti ja energian saanti olivat korkeimpia puolitiivistettä sisältävällä ruokinnalla ja heikoimpia pelkkää hernetta sisältävällä ruokinnalla. (Taulukko 9.) Myös OIV:n saanti oli korkein puolitiivisteruokinnalla ja heikoin pelkkää hernetta sisältävällä ruokinnalla. PVT-arvot olivat kaikilla ruokinnoilla suhteellisen korkeita. Tämä kertoo siitä, että pötsissä on liikaa hajoavaa valkuaista energiaan nähden, jolloin pötsimikrobit eivät pysty hyödyntämään kaikkea saatua valkuaista, joten valkuaista menee hukkaan.

Taulukko 9. Kuiva-aineen syönti ja ravintoaineiden saanti nurmisäilörehupohjaisilla ruokinnoilla.

Kuiva-aineen syönti ja ravintoaineiden saanti		Nurmisäilörehu + Puolitiiviste	Nurmisäilörehu + Rypsi	Nurmisäilörehu + Rypsi ja Herne	Nurmisäilörehu + Rypsi ja Härkäpapu	Nurmisäilörehu + Härkäpapu	Nurmisäilörehu + Herne
Kuiva-aineen syönti	kg ka/pv	26,32	25,37	25,33	25,36	22,67	20,95
Kuiva-aine	g/kg	467	447	444	445	418	400
ME (muuntokelpoinen energia)	MJ/eläin/pv	287	271	271	271	245	229
Raakavalkuainen	g/kg ka	177	180	184	186	188	175
hvo (hajoavan valkuaisen osuus)		0,77	0,78	0,78	0,78	0,81	0,82
OIV (ohutsuolesta imeytyvä valkuainen)	g/kg ka	101	100	100	100	94	93
PVT (pötsin valkuaiastase)	g/kg ka	32	36	39	42	50	38
Raakarasva	g/kg ka	52	40	38	38	33	31
D-arvo	g/kg ka	720	707	713	712	724	731
Karkearehun kuitu	g/kg ka	250	274	278	277	312	339
Tärkkelys	g/kg ka	180	180	180	180	180	180

Puna-apilasäilörehupohjaisilla ruokinnoilla energian saanti pysyi lähes samana verrattuna nurmisäilörehuruokintoihin. Ainoastaan puolitiivistettä sisältävällä ruokinnalla energian saanti laski. (Taulukko 10.) Härkäpapusäilörehupohjaisilla ruokinnoilla energian saanti laski verrattuna nurmisäilörehuruokintoihin. (Taulukko 11.) Puna-apilasäilörehuruokinnoilla OIV:n saanti laski hieman puolitiivistettä sisältävällä ruokinnalla ja nousi hieman muilla ruokinnoilla verrattuna nurmisäilörehuruokintoihin. Härkäpapusäilörehuruokinnoilla OIV:n saanti laski hieman puolitiivistettä ja pelkkää härkäpapua sisältävillä ruokinnoilla, muilla ruokinnoilla saanti pysyi samalla tasolla kuin nurmisäilörehuruokinnoilla. PVT-arvot nousivat puna-apila- ja härkäpapusäilörehuruokinnoilla verrattuna nurmisäilörehuruokintoihin. Tämä johtui luultavasti ruokintojen raakavalkuaispitoisuuksien noususta ja härkäpapusäilörehulla myös energian saannin laskusta.



Taulukko 10. Kuiva-aineen syönti ja ravintoaineiden saanti puna-apilasäilörehupohjaisilla ruokinnoilla.

Kuiva-aineen syönti ja ravintoaineiden saanti		Puna-apilasäilörehu + Puolitiiviste	Puna-apilasäilörehu + Rypsi	Puna-apilasäilörehu + Rypsi ja Herne	Puna-apilasäilörehu + Rypsi ja Härkäpapu
Kuiva-aineen syönti	kg ka/pv	25,08	25,46	25,32	25,48
Kuiva-aine	g/kg	430	430	424	428
ME (muuntokelpoinen energia)	MJ/eläin/pv	269	269	269	270
Raakavalkuainen	g/kg ka	176	185	189	192
hvo (hajoavan valkuaisen osuus)		0,77	0,77	0,77	0,77
OIV (ohutsuolesta imeytyvä valkuainen)	g/kg ka	99	101	101	101
PVT (pötsin valkuaiaste)	g/kg ka	34	40	44	46
Raakarasva	g/kg ka	48	42	39	40
D-arvo	g/kg ka	703	697	705	703
Karkearehun kuitu	g/kg ka	250	250	258	252
Tärkkelys	g/kg ka	180	180	180	180

Taulukko 11. Kuiva-aineen syönti ja ravintoaineiden saanti härkäpapu- ja nurmisäilörehupohjaisilla ruokinnoilla.

Kuiva-aineen syönti ja ravintoaineiden saanti		Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Puolitiiviste	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Rypsi	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Rypsi ja Herne	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Rypsi ja Härkäpapu	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Härkäpapu
Kuiva-aineen syönti	kg ka/pv	24,80	24,14	23,90	23,99	19,45
Kuiva-aine	g/kg	395	380	371	374	338
ME (muuntokelpoinen energia)	MJ/eläin/pv	268	255	253	254	209
Raakavalkuainen	g/kg ka	181	189	191	194	184
hvo (hajoavan valkuaisen osuus)		0,78	0,78	0,79	0,79	0,82
OIV (ohutsuolesta imeytyvä valkuainen)	g/kg ka	100	100	100	100	91
PVT (pötsin valkuaiaste)	g/kg ka	37	44	47	50	50
Raakarasva	g/kg ka	56	45	43	43	39
D-arvo	g/kg ka	708	693	698	698	703
Karkearehun kuitu	g/kg ka	251	267	276	273	326
Tärkkelys	g/kg ka	180	180	180	180	180

### 7.3 Maidontuotanto

Nurmisäilörehupohjaisilla ruokinnoilla maitotuotos vaihteli 27,36 - 41,48 kg/lehmä/pv välillä. (Taulukko 12.) Paras maitotuotos saavutettiin ruokinnalla, jossa valkuaisrehuvaihtoehtona oli puolitiiviste ja huonoin ruokinnalla, jossa käytettiin pelkkää hennettä. Tämä johtuu luultavasti siitä, että puolitiivistettä sisältävällä ruokinnalla kokonaissyönti ja energian saanti olivat huomattavasti korkeammat kuin pelkkää hennettä sisältävällä ruokinnalla. Puolitiivisteruokinnalla kokonaissyönti oli 138 ja pelkkää hennettä

sisältävällä ruokinnalla 111. Puolitiivisteruokinnalla myös rehuannoksen OIV:n saanti oli korkea. (Taulukko 9.) Nurmisäilörehu ja herne -ruokinnalla sen sijaan maidon rasva- ja valkuaispitoisuudet olivat kaikista korkeimmat. Myös nurmisäilörehu ja härkäpapu -ruokinnalla maidon valkuaispitoisuus oli korkea. Puolitiivistettä sisältävällä ruokinnalla pitoisuudet jäivät alhaisimmiksi. Maidon rasvan ja valkuaisen suhde tulisi olla 1,1-1,4 välillä. Nurmisäilörehupohjaisilla ruokinnoilla suhteet vaihtelivat 1,23-1,3.

Taulukko 12. Eri valkuaisrehuvaihtoehtojen vaikutus maitomääriin ja maidon pitoisuuksiin nurmisäilörehupohjaisella ruokinnalla.

Maidontuotanto	Nurmisäilörehu + Puolitiiviste	Nurmisäilörehu + Rypsi	Nurmisäilörehu + Rypsi ja Herne	Nurmisäilörehu + Rypsi ja Härkäpapu	Nurmisäilörehu + Härkäpapu	Nurmisäilörehu + Herne
Maitoa, kg/lehmä/pv	41,48	38,26	38,14	38,1	31,05	27,36
Maitoa, kg/karja/pv	4148	3826	3814	3810	3105	2736
Maidon rasva-%	4,09	4,14	4,16	4,17	4,35	4,49
Maidon valkuais-%	3,32	3,35	3,36	3,36	3,46	3,46
Maidon urea, mg/100 ml	32	34	35	36	38	33

Maidon pitoisuudet vaikuttavat maidosta maksettavaan hintaan. Perushinta maksetaan maidosta, jonka rasvapitoisuus on 4,3 % ja valkuaispitoisuus on 3,3 %. Jos pitoisuudet ovat normimaitoa paremmat, maksetaan maidosta parempaa hintaa. Jos taas pitoisuudet ovat normimaitoa alhaisemmat, hinta vastaavasti alenee. (Tuottajamaidon hinnoittelu 2017.)

Maidon ureapitoisuudet ovat suhteellisen korkeita kaikilla ruokinnoilla. (Taulukko 12.) Maidon ureapitoisuus on optimitasolla, kun pitoisuus vaihtelee 25-35 mg/100ml välillä. Korkea ureapitoisuus kertoo siitä, että pötsissä on liikaa hajoavaa valkuaista energiaa nähden, jolloin valkuaista menee hukkaan. Korkea ureapitoisuus voi myös olla merkki siitä, että lehmällä on energiavaje. Jos ureapitoisuus on kovin matala, kertoo se hajoavan valkuaisen puutteesta energiaa nähden. Ylimääräinen ja sulamaton valkuainen poistuu sonnan ja virtsan mukana erilaisina typen yhdisteinä aiheuttaen haittaa ympäristölle. Valkuainen on myös kallis osa ruokintaa, joten myös tämän takia valkuaisruokintaan ja sen optimointiin on tärkeää kiinnittää huomiota.

Vertailun perusteella osa rypsirehusta voidaan korvata herneellä tai härkäpavulla ilman että se vaikuttaa maitotuotokseen tai maidon rasva- ja valkuaispitoisuuksiin. Sen sijaan rypsin korvaaminen kokonaan herneellä tai härkäpavulla laskee merkittävästi maitotuotosta. Myös kotimaisissa tutkimuksissa on saatu samoja tuloksia. (Puhakka ym. 2014.)

Kun nurmisäilörehua korvattiin puna-apilapitoisella säilörehulla, maitomäärät laskivat hieman. Puolitiivistettä sisältävällä ruokinnalla maitomäärä laski selvästi enemmän kuin muilla ruokinnoilla. (Taulukko 13.) Myös maidon rasvapitoisuudet laskivat hieman verrattuna nurmisäilörehuruokintoihin. Sen sijaan maidon valkuaispitoisuudet nousivat kaikilla ruokinnoilla. Tulokset ovat osittain ristiriidassa kotimaisten tutkimusten

kanssa, joissa puna-apilan lisääminen ruokintaan on pääsääntöisesti nostanut maitotuotosta, mutta laskenut maidon rasva- ja valkuaispitoisuutta. Puna-apilasäilörehulaskelmien alhaisemmat maitomäärät johtuvat luultavasti ruokinnan alhaisemmista energiamääristä.

Taulukko 13. Eri valkuaisrehuvaihtoehtojen vaikutus maitomääriin ja maidon pitoisuuksiin puna-apilasäilörehupohjaisella ruokinnalla.

Maidontuotanto	Puna-apilasäilörehu + Puolitiiviste	Puna-apilasäilörehu + Rypsi	Puna-apilasäilörehu + Rypsi ja Herne	Puna-apilasäilörehu + Rypsi ja Härkäpapu
Maitoa, kg/lehmä/pv	37,98	38,01	37,63	37,87
Maitoa, kg/karja/pv	3798	3801	3763	3787
Maidon rasva-%	4,03	4,07	4,10	4,10
Maidon valkuais-%	3,45	3,45	3,47	3,46
Maidon urea, mg/100 ml	33	36	37	38

Kun osa nurmisäilörehusta korvattiin härkäpapusäilörehulla, maitomäärät laskivat verrattuna nurmisäilörehuruokintoihin. Myös puna-apilasäilörehuruokintoihin verrattuna maitomäärät olivat pääasiassa alhaisempia, ainostaan puolitiivistettä sisältävällä ruokinnalla maitomäärä oli korkeampi. (Taulukko 14.) Maitomäärien lasku johtuu luultavasti alhaisemmasta energian saannista sekä vähäisemmästä kokonaissyönnistä. Maidon rasvapitoisuudet olivat matalammat ja valkuaispitoisuudet korkeammat verrattuna nurmisäilörehuruokintoihin. Poikkeuksena ruokinta, jonka valkuaisrehuvaihtoehtona oli pelkkä härkäpapu. Tällä ruokinnalla maidon rasvapitoisuus nousi mutta valkuaispitoisuus laski verrattuna nurmisäilörehuruokintaan. Näillä ruokinnoilla ureapitoisuudet ovat optimitason ylärajalla tai sen yläpuolella. Tämä kertoo siitä, että pötsissä on liikaa hajoavaa valkuaista ja lehmä saattaa kärsiä myös energian puutteesta.

Taulukko 14. Eri valkuaisrehuvaihtoehtojen vaikutus maitomääriin ja maidon pitoisuuksiin härkäpapu- ja nurmisäilörehupohjaisella ruokinnalla.

Maidontuotanto	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Puolitiiviste	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Rypsi	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Rypsi ja Herne	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Rypsi ja Härkäpapu	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Härkäpapu
Maitoa, kg/lehmä/pv	39,12	36,53	36,03	36,11	25,42
Maitoa, kg/karja/pv	3912	3653	3603	3611	2542
Maidon rasva-%	3,97	3,99	4,02	4,02	4,44
Maidon valkuais-%	3,43	3,50	3,51	3,51	3,36
Maidon urea, mg/100 ml	34	37	38	39	38

#### 7.4 Talous

Laskelmissa maidon hinta muodostui laskelmien tekohetken keskimääräisen markkinahinnan mukaan, johon vaikuttaa muun muassa maidon pitoisuudet. Nurmisäilörehupohjaisilla ruokinnoilla paras maidon hinta muodostui ruokinnalla, jonka valkuaisrehuna oli pelkkä herne. (Taulukko 15.)

Tämä johtui maidon korkeammista rasva- ja valkuaispitoisuuksista. Nurmisäilörehu ja herne -ruokinta kuitenkin lypsätti vähiten, joten maitotuotto vuositasolla jäi alhaisemmaksi kuin muilla vertailtavilla ruokinnoilla.

Taulukko 15. Eri valkuaisrehuvaihtoehtojen vaikutus talouteen 100 lehmän karjassa nurmisäilörehupohjaisella ruokinnalla.

Talous	Nurmisäilörehu + Puolitiiviste	Nurmisäilörehu + Rypsi	Nurmisäilörehu + Rypsi ja Herne	Nurmisäilörehu + Rypsi ja Härkäpapu	Nurmisäilörehu + Härkäpapu	Nurmisäilörehu + Herne
Maidon hinta snt/l	34,62	34,96	35,08	35,08	36,25	36,61
Meijerimaito l/lä/pv	38,20	35,20	35,10	35,10	28,60	25,20
Meijerimaito l/vuosi	1393720	1285529	1281497	1280153	1043274	919291
Maitotuotto €/vuosi	482530	449315	449315	448950	378140	336530
Rehukustannus snt/l	12,99	11,49	11,62	11,51	11,68	12,23
Maitotuotto - Rehukustannus snt/l	21,63	23,47	23,45	23,57	24,57	24,38
Maitotuotto - Rehukustannus €/lä/pv	8,26	8,27	8,23	8,27	7,02	6,14
Maitotuotto - Rehukustannus €/vuosi	301490	301855	300395	301855	256230	224110

Kannattavuuden yksi tärkeimmistä tunnusluvuista on maitotuotto miinus rehukustannus. Rehukustannus muodostuu keskimääräisestä rehunkulutuksesta eläintä kohden ja käytettyjen rehujen hinnoista.

Laskelmissa käytetyillä nurmisäilörehupohjaisilla ruokinnoilla rehukustannukset snt/l vaihtelivat 11,49 - 12,99 välillä. (Taulukko 15.) Korkein rehukustannus tuotettua maitolitraa kohden oli puolitiivistettä sisältävällä ruokinnalla. Kun rehukulut vähennettiin maitotilistä, vaihteli maitotuotto – rehukustannus laskelmissa välillä 6,14 - 8,27 €/lehmä/päivä. Parin euron ero päivätasolla voi tuntua pieneltä, mutta vuositasolla tämä tarkoittaa sadan lehmän karjassa yli 77 000 € eroa heikoimman ja parhaimpien ruokintojen välillä. Mitä suurempi karja, sen suurempi merkitys on pienilläkin eroilla. Erot neljän kannattavimman ruokinnan välillä olivat pienet ja parhaat katetuotot saavutettiin ruokinnoilla, joiden valkuaisrehuvaihtoehtoina olivat puolitiiviste, rypsi, rypsi ja herne sekä rypsi ja härkäpapu. Näillä ruokinnoilla koko karjan maitotuotto – rehukustannus oli 300 395 € - 301 855 €/vuosi.

Puna-apilasäilörehuruokinnoilla maitotuotto – rehukustannus vaihteli 8,32 - 8,61 €/lehmä/päivä. Ero heikoimman ja parhaimman ruokinnan välillä oli n. 30 snt. Vuositasolla sadan lehmän karjassa tämä tarkoittaa jo 10 000 €:n eroa. Paras taloudellinen tulos saavutettiin ruokinnalla, jonka valkuaisrehuvaihtoehtona oli rypsi ja härkäpapu ja heikoin ruokinnalla, joka sisälsi puolitiivistettä. (Taulukko 16.)

Taulukko 16. Eri valkuaisrehuvaihtoehtojen vaikutus talouteen 100 leh-  
män karjassa puna-apilasäilörehupohjaisella ruokinnalla.

Talous	Puna-apilasäilörehu + Puolitiiviste	Puna-apilasäilörehu + Rypsi	Puna-apilasäilörehu + Rypsi ja Herne	Puna-apilasäilörehu + Rypsi ja Härkäpapu
Maidon hinta snt/l	35,37	35,50	35,71	35,63
Meijerimaito l/lä/pv	35,00	35,00	34,60	34,90
Meijerimaito l/vuosi	1276121	1277129	1264361	1272425
Maitotuotto €/vuosi	451505	453330	451505	453330
Rehukustannus snt/l	11,59	10,92	11,01	10,95
Maitotuotto - Rehukustannus snt/l	23,79	24,59	24,71	24,69
Maitotuotto - Rehukustannus €/lä/pv	8,32	8,60	8,56	8,61
Maitotuotto - Rehukustannus €/vuosi	303680	313900	312440	314265

Härkäpapusäilörehuun perustuvien ruokintojen taloudelliset tulokset oli-  
vat vertailujen heikoimmat. Päivätasolla maitotuotto – rehukustannus  
vaihteli 5,63 – 8,07 €/lehmä välillä. Paras taloudellinen tulos saavutettiin  
ruokinnalla, jonka valkuaisrehuvaihtoehtona oli pelkkä rypsi. Koko vertai-  
lun heikoin taloudellinen tulos saavutettiin ruokinnalla, joka sisälsi härkä-  
papu- ja nurmisäilörehua ja härkäpapua. Tällä ruokinnalla maitotuotto –  
rehukustannus vuodessa oli 205 495 €. (Taulukko 17.)

Taulukko 17. Eri valkuaisrehuvaihtoehtojen vaikutus talouteen 100 leh-  
män karjassa härkäpapu- ja nurmisäilörehupohjaisella ruokin-  
nalla.

Talous	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Puolitiiviste	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Rypsi	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Rypsi ja Herne	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Rypsi ja Härkäpapu	Härkäpapusäilörehu, Nurmisäilörehu + Härkäpapu
Maidon hinta snt/l	35,07	35,60	35,76	35,75	35,76
Meijerimaito l/lä/pv	36,00	33,60	33,20	33,20	23,40
Meijerimaito l/vuosi	1314424	1227401	1210601	1213289	854107
Maitotuotto €/vuosi	460995	436905	432890	433620	305505
Rehukustannus snt/l	12,97	11,61	11,63	11,56	11,70
Maitotuotto - Rehukustannus snt/l	22,10	23,99	24,13	24,19	24,06
Maitotuotto - Rehukustannus €/lä/pv	7,96	8,07	8,00	8,04	5,63
Maitotuotto - Rehukustannus €/vuosi	290540	294555	292000	293460	205495

## 7.5 Ostorehut ja kotoiset rehut

Vertailussa käytetyillä ruokinnoilla korkeimmat ostorehukustannukset  
muodostuivat puolitiivistettä sisältävillä ruokinnoilla ja alhaisimmat pelk-  
kää hennettä ja pelkkää härkäpapua sisältävillä ruokinnoilla, joissa kiven-  
näinen oli ainoa ostorehu.

Puna-apilan lisääminen säilörehunurmiin vähentää ostorehujen tarvetta, sillä puna-apilan korkeamman valkuaispitoisuuden ansiosta valkuaisrehujen määrää ruokinnassa voidaan vähentää. Tässä vertailussa puna-apilaruokinnalla saatiin myös paras katetuotto.

Ruokinnan rehuvaihtoehtoja ja niiden kustannuksia mietittäessä on syytä huomioida käytettävissä oleva kokonaispeltopinta-ala ja kuinka paljon siitä tarvitaan säilörehunurmiin ja mahdollisiin laitumiin ja mitä lopuilla pelloilla halutaan viljellä. Talouden kannalta on järkevää miettiä, kannattaako pelot käyttää rehujen tuotantoon vai onko kannattavampaa ostaa tarvittavat rehut muualta ja viljellä pelloilla jotain muuta kuin rehuksveja.

Palkokasvien ottaminen mukaan viljelyyn monipuolistaa tilan viljelykiertoa ja niillä on hyvä esikasviarvo. Palkokasvit pystyvät sitomaan ilmasta typpeä omaan käyttöönsä. Ylimääräisen typen ne johtavat maahan seuraavan kasvin käytettäväksi. Tämä vähentää typpilannoituksen tarvetta, joka osaltaan parantaa viljelyn kannattavuutta. Palkokasveilla on myös pitkän ja vankan juuristonsa ansiosta maan mururakennetta parantava vaikutus, joka voi osaltaan parantaa viljelyn kannattavuutta maan kasvuominaisuuksien parantuessa.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vertailun perusteella voidaan todeta, että puolitiivistettä sisältävällä ruokinnalla saavutetaan paras maitotuotos. Osa rypsiä voidaan korvata kotoisilla valkuaisrehuilla, kuten herneellä tai härkäpavulla ilman, että se vaikuttaa maitotuotokseen tai maidon rasva- ja valkuaispitoisuuksiin. Sen sijaan rypsin korvaaminen kokonaan herneellä tai härkäpavulla alentaa merkittävästi maitotuotosta, mutta nostaa maidon pitoisuuksia.

Nurmisäilörehun korvaaminen puna-apilasäilörehulla paransi tuotannon kannattavuutta. Koko vertailun kannattavin ruokinta sisälsi puna-apilasäilörehua, rypsiä ja härkäpapua. Vastaavasti tuotannon kannattavuus heikkeni, kun osa nurmisäilörehusta korvattiin härkäpapusäilörehulla.

Puna-apilan lisääminen säilörehunurmiin vähentää täydennysvalkuaisen tarvetta, sillä puna-apilan korkeamman valkuaispitoisuuden ansiosta valkuaisrehujen määrää ruokinnassa voidaan vähentää. Tämä vähentää myös ostorehujen tarvetta.

Palkokasvien ottaminen mukaan viljelyyn monipuolistaa tilan viljelykiertoa ja niillä on hyvä esikasviarvo. Palkokasvit ovat typensitojakasveja ja niiden viljely vähentää ostolannoituksen tarvetta, mikä osaltaan parantaa viljelyn kannattavuutta.

Koska tulokset perustuvat ainoastaan laskelmiin eikä ruokintoja ole käytännössä kokeiltu, ei voida varmaksi sanoa millaisia tuloksia todellisuudessa näillä ruokinnoilla saataisiin.

## LÄHTEET

- Anttila, A. (2014). *Härkäpavun vaikutus lypsylehmien maitotuotokseen*. Pro gradu -tutkielma. Kotieläinten ravitsemustiede. Helsingin yliopisto. Haettu 1.3.2017 osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135543/Anttila.pdf?sequence=1>
- Jaakkola, S. (2007). Herneen käyttö ruokinnassa. Teoksessa H. Koskimies, T. Ketola, U M. Leskinen, E. Partanen, R. Käki & A. Peltomäki (toim.) *Luo-mutilan kasvivalkuaisopas*. Kirjapaino Uusimaa, 30. Haettu 27.2.2017 osoitteesta <http://www.mavi.fi/fi/opaat-ja-lomakkeet/viljeliija/Documents/Ymp%C3%A4rist%C3%B6tuen%20neuvonnalliset%20opaat/Luo-mutilan%20valkuaiskasviopas%202007.pdf>
- Jaakkola, S. (2010a). Valkuaisaineet ja muut tyypelliset yhdisteet. Teoksessa J. Kyntäjä, S. Nokka & T. Harmoinen (toim.) *Lypsylehmän ruokinta*. Tieto tuottamaan 133. ProAgria Keskusten Liitto. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy, 56.
- Jaakkola, S. (2010b) Väkirehut ja lisäaineet. Teoksessa J. Kyntäjä, S. Nokka & T. Harmoinen (toim.) *Lypsylehmän ruokinta*. Tieto tuottamaan 133. ProAgria Keskusten Liitto. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy, 69–72.
- Jaakkola, S., Nyholm, L. & Korhonen, M. (2013). Sinimailanen lypsylehmien ruokinnassa. Haettu 27.3.2017 osoitteesta [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/sinimailanen\\_lypsylehman\\_ruokinnassa\\_pro\\_agria\\_05092013\\_1.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/sinimailanen_lypsylehman_ruokinnassa_pro_agria_05092013_1.pdf)
- Kajava, S. & Palmio, A. (2014). Lypsylehmän kuidun tarve. Kestävä karjatalous (KESTO) -hanke. Haettu 21.3.2017 osoitteesta [https://ju-kuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485482/Kuidun\\_tarve.pdf?sequence=1](https://ju-kuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485482/Kuidun_tarve.pdf?sequence=1)
- Kangas, A. (2011). Viljat valkuaisrehuna. Teoksessa R. Aaltonen & S. Peltonen (toim.) *Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan 134. ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy 2011, 55.
- Kaukovirta-Norja, A., Leinonen, A., Mokkila, M., Wessberg, N. & Niemi, J. (2015). *Tiekartta Suomen proteiiniomavaraisuuden parantamiseksi*. Haettu 12.3.2017 osoitteesta <http://www.vtt.fi/inf/pdf/visions/2015/V6.pdf>
- Kousa, M., Nykänen, A. & Sormunen-Cristian, R. (2008). Nurmipalkokasvit laitumella. Nurmitieto 3.2.5. Nurmiyhdistyksen ja MTT:n julkaisusarja. Haettu 28.3.2017 osoitteesta [http://www.nurmiyhdistys.fi/Nurmitieto/NT\\_3-2-5.pdf](http://www.nurmiyhdistys.fi/Nurmitieto/NT_3-2-5.pdf)



Kuoppala, K. (2012). Palkokasvipitoinen karkearehu lehmien ruokinnassa. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT. Haettu 28.3.2017 osoitteesta [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tieto-siilo/Rehutietoutta/Naudat/Palkokasvit%20karkearehuna\\_KaisaKuoppala\\_%202012.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tieto-siilo/Rehutietoutta/Naudat/Palkokasvit%20karkearehuna_KaisaKuoppala_%202012.pdf)

Kuoppala, K. (2013). Kotimaiset valkuaiskasvit lypsylehmien rehuna. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT. Haettu 1.3.2017 osoitteesta [http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/02/KaisaKuoppala\\_-2013.pdf](http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2013/02/KaisaKuoppala_-2013.pdf)

Kuoppala, K. (2015). Palkoviljat – Kestävää rehuntuotantoa ja ruokintaa palkoviljoja käyttäen. Haettu 28.2.2017 osoitteesta <http://blog.hamk.fi/palkoviljat-kestavaa-rehuntuotantoa-ja-ruokintaa-palkoviljoja-kayttaen/>

Kuoppala, K. & Hinkkanen, K. (n.d.). Puna-apila tietokortti. Haettu 28.3.2017 osoitteesta [http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/valkuaisfoorumi/PublishingImages/Sivut/valkuaisstyokalupakki/Apila\\_tietokortti.pdf](http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/valkuaisfoorumi/PublishingImages/Sivut/valkuaisstyokalupakki/Apila_tietokortti.pdf)

Kuoppala, K., Jaakkola, S., Ahvenjärvi, S. & Rinne, M. (2016). *Härkäpapu ja sinilupiini lypsylehmien valkuaisrehuna*. Maataloustieteen päivät 2016. Haettu 12.3.2017 osoitteesta [http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MAATALOUSTIETEEN\\_ABSTRAKTIKIRJA2016.pdf](http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MAATALOUSTIETEEN_ABSTRAKTIKIRJA2016.pdf)

Kurkela, V. (2014). Kivennäisten suhteet ja haitta-aineet palkokasveissa – Terveystieteellinen haaste vai mahdollisuus?. ProAgria. Haettu 9.4.2017 osoitteesta [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/haitta-aineet\\_palkokasveissa\\_virpi\\_kurkela.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/haitta-aineet_palkokasveissa_virpi_kurkela.pdf)

Lamminen, M. (2014a). Typen matka rehuista lantaan – Ruokinnan keinot vähentää kotieläintalouden vesistökuormitusta 2/2. Järki -hanke. Haettu 24.3.2017 osoitteesta [http://www.jarki.fi/sites/default/files/mlamminen\\_typen\\_matka\\_rehuista\\_lantaan.pdf](http://www.jarki.fi/sites/default/files/mlamminen_typen_matka_rehuista_lantaan.pdf)

Lamminen, M. (2014b). Fosforin matka rehuista lantaan – Ruokinnan keinot vähentää kotieläintalouden vesistökuormitusta 1/2. Järki -hanke. Haettu 26.3.2017 osoitteesta [http://www.jarki.fi/sites/default/files/mlamminen\\_fosforin\\_matka\\_rehuista\\_lantaan.pdf](http://www.jarki.fi/sites/default/files/mlamminen_fosforin_matka_rehuista_lantaan.pdf)

Lamminen, M., Kokkonen, T., Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Termonen, T., Korhonen, P., Vanhatalo, A. & Jaakkola, S. (2016). *Härkäpapusäilörehun ja rypsitason vaikutukset maitotuotukseen ja ravintoaineiden hyväksikäyttöön*. Maataloustieteen päivät 2016. Haettu 1.3.2017 osoitteesta [http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/Lamminen\\_et\\_al\\_Harkapapusailorehun\\_ja\\_rypsitason.pdf](http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/Lamminen_et_al_Harkapapusailorehun_ja_rypsitason.pdf)

- Luke. (n.d.). Haettu 3.1.2017 osoitteesta <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot>
- Manni, K. (2013a). Rehuarvojärjestelmä. Teoksessa S. Alasuutari, K. Manni & H. Rautala. *Lypsylehmän ruokinta ja hoito*. Tampere: Juvenesprint Oy, 54.
- Manni, K. (2013b). Rehut. Teoksessa S. Alasuutari, K. Manni & H. Rautala. *Lypsylehmän ruokinta ja hoito*. Tampere: Juvenesprint Oy, 63–64.
- Manni, K. (2016). *Kokemuksia valkuaiskasvien viljelystä ja käytöstä nautojen ruokinnassa*. Maataloustieteen päivät 2016. Haettu 26.3.2017 osoitteesta [http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/Manni\\_2016.pdf](http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/Manni_2016.pdf)
- Niemi, J. (2016). Proteiiniomavaraisuus – Miten määritellään ja missä mennään?. Haettu 12.3.2017 osoitteesta [https://www.luke.fi/scenoprot/wp-content/uploads/sites/5/2016/08/Proteiini-aamu\\_Jarkko\\_Niemi.pdf](https://www.luke.fi/scenoprot/wp-content/uploads/sites/5/2016/08/Proteiini-aamu_Jarkko_Niemi.pdf)
- Niemi, J., Niskanen, O. & Karhula, T. (2017). Valkuaiskasvien viljelyn ja rehukäytön taloudellisuus. Haettu 14.3.2017 osoitteesta <https://blogit.hamk.fi/valkuaisfoorumi/valkuaiskasvien-viljelyn-ja-rehukayton-taloudellisuus/>
- Niskanen, M. & Niemeläinen, O. (2010). Nurmikasvien ominaisuudet. Teoksessa S. Peltonen, T. Puurunen & T. Harmoinen (toim.) *Nurmirehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan 132. Pro Agria Keskusten Liitto. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy, 31.
- Nousiainen, J., Huuskonen, A., Niemi, J. & Aaltonen, R. (2011). Valkuaisrehujen taloudellinen käyttö. Teoksessa R. Aaltonen & S. Peltonen (toim.) *Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan 134. ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy 2011, 4–6.
- Nousiainen, J., Kytölä, K., Khalili, H. & Huhtanen, P. (2003). Ruokinnalliset mahdollisuudet parantaa tyypin hyväksikäyttöä maidontuotannossa. Teoksessa J. Uusi-Kämpä, M. Yli-Halla & K. Grék (toim.) *Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen*. MTT Jokioinen 2003, 37. Haettu 13.3.2017 osoitteesta <http://lynet17-kk.lib.helsinki.fi/bitstream/handle/10024/454095/met25.pdf?sequence=1>
- Nykänen, A. & Aaltonen, R. (2011). Apilat säilörehunurmissa. Teoksessa R. Aaltonen & S. Peltonen (toim.) *Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan 134. ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy 2011, 27.
- Palmio, A., Sairanen, A., Kuoppala, K. & Rinne, M. (2016). *Härkäpapusäilörehu lypsylehmien ruokinnassa*. Maataloustieteen päivät 2016. Haettu

24.3.2017 osoitteesta [http://www.helsinki.fi/maataloustieteet/documents/MAATALOUSTIETEEN\\_ABSTRAKTIKIRJA\\_2016.pdf](http://www.helsinki.fi/maataloustieteet/documents/MAATALOUSTIETEEN_ABSTRAKTIKIRJA_2016.pdf)

Peltonen, S. (2011). Valkuaisrehujen tuotannon edellytykset. Teoksessa R. Aaltonen & S. Peltonen (toim.) *Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan 134. ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy 2011, 21.

Peltonen-Sainio, P. (2013). Kotimaisen valkuaisomavaraisuuden parantaminen globaalimuutosten paineessa. OMAVARA- hankkeen loppuraportti.

Pesonen, M. & Huuskonen, A. (2014). *Naudanlihantuotannon ympäristövaikutukset – kirjallisuusselvitys*. MTT Raportti 156. Haettu 13.3.2017 osoitteesta <http://lynet17-kk.lib.helsinki.fi/bitstream/handle/10024/484523/mttraportti156.pdf?sequence=1>

Puhakka, L., Jaakkola, S., Kokkonen, T. & Vanhatalo, A. (2014). *Härkäpapu lypsylehmien valkuaisrehuna*. Maataloustieteen päivät 2014. Haettu 1.3.2017 osoitteesta [http://www.smts.fi/MTP\\_julkaisu\\_2014/Esitykset/Puhakka\\_ym\\_Harkapapu\\_lypsylehmien\\_valkuaisrehuna.pdf](http://www.smts.fi/MTP_julkaisu_2014/Esitykset/Puhakka_ym_Harkapapu_lypsylehmien_valkuaisrehuna.pdf)

Puhakka, L., Jaakkola, S. & Vanhatalo, A. (2012). *Palkoviljat nautojen ruokinnassa*. Maataloustieteen päivät 2012. Haettu 27.2.2017 osoitteesta [http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2012/02/abstraktit\\_MtPaivat\\_20121.pdf](http://www.ilmase.fi/site/wp-content/uploads/2012/02/abstraktit_MtPaivat_20121.pdf)

Puumala, L. (2007). Luomunaudan ruokinta. Teoksessa H. Koskimies, T. Ketola, U M. Leskinen, E. Partanen, R. Käki & A. Peltomäki (toim.) *Luomutilan kasvivalkuaisopas*. Kirjapaino Uusimaa, 32. Haettu 28.2.2017 osoitteesta <http://www.mavi.fi/fi/opaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/Ymp%C3%A4rist%C3%B6tuen%20neuvonnalliset%20opaat/Luomutilan%20valkuaiskasviopas%202007.pdf>

Pyörälä, S. & Tiihonen, T. (2005). Typpimetabolia ja sen häiriöt. Haettu 26.3.2017 osoitteesta [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/08\\_typpimetabolia\\_ja\\_sen\\_hairiot.pdf?sequence=12](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/1975/544/08_typpimetabolia_ja_sen_hairiot.pdf?sequence=12)

Rinne, M. (2012). Härkäpapu, herne, lupiini ja rypsi väkirehuna. MTT Kotieläintutkimus. Haettu 8.4.2017 osoitteesta [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietosiilo/Rehutietoutta/Naudat/Palkoviljat\\_MarkettaRinne\\_2012.pdf](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietosiilo/Rehutietoutta/Naudat/Palkoviljat_MarkettaRinne_2012.pdf)

Rinne, M. (2014). *Mistä kotimaista valkuaista tulevaisuudessa?*. Haettu 12.3.2017 osoitteesta [https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/mista\\_kotimaista\\_valkuaista\\_tulevaisuudessa\\_marketta-rinne.pdf](https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/mista_kotimaista_valkuaista_tulevaisuudessa_marketta-rinne.pdf)

Rinne, M & Sairanen, A. (2010). Hyvän nurmirehun ominaisuudet. Teoksessa S. Peltonen, T. Puurunen & T. Harmoinen (toim.) *Nurmirehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan 132. Pro Agria Keskusten Liitto. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy, 17.

Rinne, M. & Nousiainen, J. (2011). Lypsylehmä. Teoksessa R. Aaltonen & S. Peltonen (toim.) *Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan 134. ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy 2011, 65, 67, 70.

Seppälä, A. (2010). Valkuaiskasvit maitotilalla - Herne, rypsi ja härkäpapu nautojen rehustuksessa Osa 2. Haettu 1.3.2017 osoitteesta <http://docplayer.fi/13722854-Valkuaiskasvit-maitotilalla-herne-rypsi-ja-harkapapu-nautojen-rehustuksessa-osa-2.html>

Stoddard, F., Nykänen, A. & Ellä, A. (2011). Palkokasvien viljely. Teoksessa R. Aaltonen & S. Peltonen (toim.) *Valkuaisrehujen tuotanto ja käyttö*. Tieto tuottamaan 134. ProAgria Keskusten Liitto. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy 2011, 36–37.

Tilastotietokanta. (2017). Luonnonvarakeskus. Haettu 14.5.2017 osoitteesta <http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/?rxid=4dc525b5-a581-4f9d-b5e2-824f922348d9>

Tuori, M. & Syrjälä-Qvist, L. (2001). Nurmipalkokasvisäilörehuista maitoa. *Koetoiminta ja käytäntö* 4/2001, 12. Haettu 23.3.2017 osoitteesta <http://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/451226/mtt-kjak-v58n4s12b.pdf?sequence=1>

Tuottajamaidon hinnoittelu 2017. (2017). Kaustisen osuusmeijeri. Haettu 4.5.2017 osoitteesta <http://www.kaustisenosm.fi/upl/website/tuottajille/NormihintaKOM42017.pdf>

Vanhatalo, A. (2010). Valkuaisen sulatus. Teoksessa J. Kyntäjä, S. Nokka & T. Harmoinen (toim.) *Lypsylehmän ruokinta*. Tieto tuottamaan 133. ProAgria Keskusten Liitto. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy, 32.

Vanhatalo, A., Shingfield, K., Pakkala, E., Salo-Väänänen, P., Korhonen, H., Piironen, V. & Huhtanen, P. (2004). *Rypsi ja soija lypsylehmien valkuaislähteenä*. Maataloustieteen päivät 2004. Haettu 26.3.2017 osoitteesta [https://www.researchgate.net/profile/Kevin\\_Shingfield/publication/242718705\\_Rypsi\\_ja\\_soija\\_lypsylehmien\\_valkuaislah-teena/links/0c96052c5e712ab5ca000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Kevin_Shingfield/publication/242718705_Rypsi_ja_soija_lypsylehmien_valkuaislah-teena/links/0c96052c5e712ab5ca000000.pdf)

Ympäristö.fi. (2015). Vesistöjen ravinnekuormitus ja luonnon huuhtouma. Haettu 13.3.2017 osoitteesta [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Vesistojen\\_ravinnekuormitus\\_ja\\_luonnon\\_huuhtouma](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Vesistojen_ravinnekuormitus_ja_luonnon_huuhtouma)

Yrjänen, S., Nousiainen, J., Kytölä, K., Khalili, H. & Huhtanen, P. (2003).  
Ruokinnalliset mahdollisuudet parantaa fosforin hyväksikäyttöä maidon-  
tuotannossa. Teoksessa J. Uusi-Kämppä, M. Yli-Halla & K. Grék (toim.)  
*Lypsykarjataloudesta tulevan ympäristökuormituksen vähentäminen*.  
MTT Jokioinen 2003, 15, 24. Haettu 13.3.2017 osoitteesta [http://lynet17-  
kk.lib.helsinki.fi/bitstream/handle/10024/454095/met25.pdf?se-  
quence=1](http://lynet17-kk.lib.helsinki.fi/bitstream/handle/10024/454095/met25.pdf?sequence=1)

## Rehuarvolista

Rehuarvolista		Nurmisäiliörehu 1. sato alk/norm korjuu	Puna-apiasäiliörehu (50 %) 1. sato norm korjuu	Härkäpapasäiliörehu	Ohra-Kaura seos (1:1)	Herne	Härkäpapu	Rypsirotu	Puolitiiviste, Huippu-Krono
<b>Yleistä</b>									
Kuiva-aine	g/kg	300	300	220	860	860	860	890	880
ME (muuntokelpoinen energia)	MJ/kg ka	11	10,6	10,2	12,7	13,3	12,8	11,4	12,8
Tuhka	g/kg ka	80	95	70	34	31	36	80	82
<b>Valkuainen</b>									
hvo (hajoavan valkuaisen osuus)		0,85	0,80	0,85	0,77	0,80	0,80	63	0,65
Raakavalkuainen	g/kg ka	160	180	160	123	230	300	379	285
OIV (ohutsuolesta imeytyvä valkuainen)	g/kg ka	84	90	79	94	116	123	169	145
PVT (pötsin valkuaisaste)	g/kg ka	35	49	42	-17	62	125	154	90
<b>Rasva</b>									
Raakarasva	g/kg ka	40	43	55	41	11	15	44	89
<b>Hiihihdraatit</b>									
Kuitu eli NDF	g/kg ka	550	465	470	250	130	160	270	270
Sulamaton kuitu eli iNDF	g/kg ka	67	100		76				
Sokeri	g/kg ka	50	40		19	55	40	87	89
Tärkkelys	g/kg ka	0	0	90	520	480	380	45	90
D-arvo	g/kg ka	690	660	640	764	849	817	696	741
<b>Kivennäiset</b>									
Kalsium, Ca	g/kg ka	3,8	9	6,9	0,4	0,7	1	8,3	10
Fosfori, P	g/kg ka	3,2	2,4	2,9	3,55	4	5,7	13,2	8,6
Magnesium, Mg	g/kg ka	1,7	2,2	1,8	1,2	1,3	1,3	5,2	4,2
Kalium, K	g/kg ka	31	26	31	5	13	12	15	14,7
Natrium, N	g/kg ka	0,2	0,3	0,6	0,25	0,01	0,02	0,2	4