

# MTT RAPORTTI 175

## Edistystä luomutuotantoon – loppuraportti

Arto Huuskonen (toim.)



---

## **Edistystä luomutuotantoon – loppuraportti**

---

**Arto Huuskonen (toim.)**



ISBN: 978-952-487-587-5

ISSN 1798-6419

URN: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-487-587-5>

<http://www.mtt.fi/mtraportti/pdf/mtraportti175.pdf>

Copyright: MTT

Kirjoittajat: Arto Huuskonen (toim.)

Julkaisija ja kustantaja: MTT Jokioinen

Julkaisuvuosi: 2014

Kannen kuva: Johanna Jahkola

---

# Edistystä luomutuotantoon – loppuraportti

---

**Arto Huuskonen (toim.)**

MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

## Tiivistelmä

Edistystä luomutuotantoon -hankkeen tavoitteena oli luonnonmukaisen rehukasviljelyn ja eläintuotannon kannattavuuden parantaminen. Hankkeessa toteutettiin viisi työpakettia, jotka edistivät tavoitteiden saavuttamista: 1) kestorikkakasvien torjunta vilja- ja valkuaiskasvien viljelyn turvaamiseksi, 2) nurmien sadontuottokyvyn ylläpitäminen täydennyskylvöllä, 3) vilja-palkokasvisäilörehujen rehuarvon tarkentaminen ruokinnan optimoimiseksi, 4) lihanautojen ruokinta palkokasvisäilörehuilla ja 5) luomunaudanlihantuotannon mallintaminen kannattavuuden parantamiseksi. Käsillä olevaan julkaisuun on koottu työpakettien keskeisimmät tulokset.

Kestorikkakasvien torjuntaan keskittyneessä työpaketissa toteutettiin juolavehnän torjuntakokeita kahdenlaisella taktiikalla: 1) pikakesannoiti keväällä ennen viljan kylvöä ja 2) nurmen lopettaminen loppukesän kesannoinnilla ensimmäisen säilörehun korjuun jälkeen. Turvemaalla olleissa kokeissa oli mukana erilaisia kyntötapoja, kevytmuokkausta, kultivointia ja Kwick-Finn -juolannostokone, joka on erityisesti kehitetty kestorikkakasvien mekaaniseen torjuntaan. Ennen viljan kylvöä tehdyn pikakesannon teho juolavehneeseen ei tässä kokeessa ollut riittävä. Turvemaalla on varmasti yksi haasteellisimmista juolavehnän mekaanisen torjunnan kannalta. Koepaikan pohjoisen sijainnin ja toukokuun alun epäedullisten sääolojen takia kesannointiaika jäi molempina vuosina pariin viikkoon. Mikäli voitaisiin kesannoida kuukaudenkin ajan, teho juolavehneeseen voisi olla parempi. Kyntö näyttäisi tarpeelliselta niin juolavehnän kurissa pitämisen kuin ohrasadonkin kannalta. Nurmen lopetuskokeessa Kwick-Finn -kone tehoi hyvin juolavehneeseen. Seuraavana syksynä ohrakasvustoista tehdyissä määrityksissä keskimäärin viiden ajokerran jälkeen juolavehneeseen oli jäljellä vain pari prosenttia verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen. Kultivaattoreiden jäljiltä juolavehneeseen oli jäljellä noin 10 %, lapiorullaäestyksen jäljiltä noin 25 % ja tiheän niiton jäljiltä yli 50 % verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen. Tehokkaan juolavehnän torjunnan jälkeen ohrasato oli noin 1000 kg/ha suurempi verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen.

Työpaketissa toteutettiin myös peltovalvatin torjuntakoe hietamaalla, jossa peltoa kesannoitiin Kwick-Finnin avulla touko-kesäkuun ajan. Tämän jälkeen pellolle kylvettiin viherlannoituskasvusto. Kwick-Finnin teho peltovalvattiin näytti olevan hyvä, kun käsittelykertoja oli neljä ja kesannointiaika oli riittävän pitkä. Peltovalvatin ja -ohdakkeen torjunta mekaanisesti kaippaa vielä jatkotutkimuksia. Kwick-Finn kone ei täysin poista avokesannoinnin ongelmakohtia, mutta auttaa lyhentämään kesannointiaikaa siten, että 2–3 kuukauden kesannointi harvoilla ajokerroilla riittää täysipitkän kesannon sijasta. Samalla teho ainakin juolavehneeseen on niin hyvä, ettei avokesannointiin tarvitse tulevana vuosina aivan heti ryhtyä.

Nurmen täydennyskylvöön keskittyneessä työpaketissa lähtökohtana oli kolmannen satovuoden puna-apila-heinänurmi, johon haluttiin lisätä apilaa tulevien vuosien nurmisadon määrän ja laadun parantamiseksi. Tavoitteena oli selvittää, millä menetelmillä täydennyskylvö onnistuu parhaiten ja onko kylvöajan kohdalla merkitystä. Kylvömenetelmiä oli neljä ja kylvöajankohtia kolme: hajakylvö pintaan huhtikuussa, viljan suorakylvökone nurmen kylvöön säädettyinä touko- tai heinäkuussa, rikkaakeeseen yhdistetty pneumaattinen kylvölaite touko- tai heinäkuussa ja tiheävantainen nurmen suorakylvökone touko- tai heinäkuussa. Koepaikan maalaji oli multamaata, ja kylvömääränä käytettiin 4–5 kg/ha puna-apilan siementä. Täydennyskylvöt tehtiin vuonna 2013, ja kylvöjen onnistumista mitattiin vuonna 2014 määrittämällä nurmen ensimmäinen ja toinen säilörehusato. Koealuetta ei lannoitettu vuosina 2013–2014. Vuonna 2014 sadon 1 keskiarvo eri käsittelyissä oli noin 3600 kg ka/ha ja sadon 2 noin 3100 kg ka/ha. Käsittelemättömän koejäsenen kokonaissato oli 6400 kg ka/ha ja muiden koejäsenten kokonaissadot olivat 6300–7500 kg ka/ha. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Havaintojen perusteella apilat näyttivät itävän ja taimettuvan useimpien kylvömenetelmien jälkeen. Nurmen apilapitoisuus ei kuitenkaan lisääntynyt niin paljon, että nurmen sato olisi kasvanut täydennyskylvöjen seurauksena. Suurimpana syynä tähän lienee ollut olemassa olevan heinäkasinurmen kilpailu- ja

varjostuskyky. Pienet apilantaimet todennäköisesti kuolivat varjostukseen, jota nopeasti kasvava heinäkasvinurmi aiheuttaa. Nurmisadot olivat kohtalaisen suuria ilman täydennyskylvöäkin. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei täydennyskylvö toimisi missään oloissa ja ettei sille olisi tarvetta. Havaintojen mukaan nurmen aukkopaikat saadaan täydennyskylvettyä varmemmin kuin tasaisen tiheä nurmi. Esimerkiksi talvituhojen havaitseminen aikaisin keväällä on haasteellista. Tällöin ei nähdä, mitkä kohdat pellosto kaipaivat täydennyskylvöä. Tästä syystä monet viljelijät täydennyskylvävät nurmiaan vuosittain pienellä siemenmäärällä, ikään kuin varmuuden vuoksi. Vaikutus ei ehdi näkymään vielä ensimmäisessä nurmisadossa, mutta oletettavasti jo jonkin verran toisessa sadossa ja tulevina vuosina merkittävästi.

Vilja-palkokasvisäilörehujen rehuarvon tarkentaminen -osiossa toteutettiin ruutukokeita, sulavuuskokeita ja säilöntätutkimus. Kesällä 2012 tutkittiin ruutukokeissa herne- ja härkäpapuviljaseoksia sekä korjuuajan vaikutusta niiden satotasoon ja rehuarvoon. Kokeessa oli kolme härkäpapulajiketta (Fuego, Kontu ja Tangenta) ja neljä hernelajiketta (Arvika, Dolores, Florida ja Jermu) seoskasvustoina sekä kevätvehnän (Wappu) että kauran (Wilhelmiina) kanssa. Koeruudut korjattiin kolmena eri korjuuajana kokoviljasäilörehuksi. Korjuu-aika vaikutti ruuduilta korjattuun kuiva-aine- ja raakavalkuaissatoon. Kuiva-ainesato lisääntyi vihantalajikkeilla vielä kolmannelle korjuukerralle, mutta puitavan siemenen tuotantoon tarkoitetuilla lajikkeilla (Kontu ja Jermu) ei juurikaan. Keskimäärin herne- ja härkäpapuviljaseoksilla saatiin 7918 ja 9402 kg kuiva-ainetta hehtaarilta. Keskimääräiset raakavalkuaissadot olivat 1194 ja 1313 kg raakavalkuaista hehtaarilta. D-arvo oli herneviljaseoksilla keskimäärin 636 g/kg ka ja härkäpapuviljaseoksilla 641 g/kg ka. D-arvo suureni molemmilla palkokasviseoksilla kun kasvusto korjattiin myöhemmin. D-arvo suureni keskimäärin 2,29 g/pv ensimmäiseltä toiselle korjuulle ja 0,91 g/pv toiselta kolmannelle korjuukerralle herneviljaseoksilla ja härkäpapuviljaseoksilla vastaavasti 2,31 ja 0,45 g/pv. Härkäpapuviljaseoksilla korjuuajankohta vaikutti eri tavalla eri lajikkeilla. Kontulla ja Tangentalla suurin sulavuuden lisäys tapahtui ensimmäisen ja toisen korjuun välillä. Fuegolla sulavuuden lisääntyminen oli tasaisempaa ja lajikkeista suurinta toisen ja kolmannen korjuun välillä. Härkäpapulajikkeista Kontu on suunnattu erityisesti tuleentuneen siemensadon tuotantoon, ja se eroaa selvästi säilörehuominaisuuksiltaan vihantalajikkeista. Samoin hernelajikkeista Jermu poikkeaa muista lajikkeista. Pitemmän kasvuajan vaativat rehevät lajikkeet sopivat säilörehun raaka-aineeksi paremmin suuren kuiva-aine- ja raakavalkuaissadon tuotantokyvyn takia. Niillä myös sulavuus pysyy kauan korkeana.

Kesällä 2013 seurattiin hernevehnä- ja härkäpapuveh্নäkasvustojen kehitystä ja tehtiin säilörehuja kolme kertaa noin kahden viikon välein lampailta tehtäviä sulavuuskokeita varten. Palkokasvien osuus kasvustoissa oli lähes 90 %, ja palkokasvien hyvä kilpailukyky johtui todennäköisesti siitä, että kasvukausi 2013 oli varsin lämmin. Kuiva-ainesato kasvoi molemmissa kasvustoissa korjuuta myöhemmäksi siirrettäessä ja kasvustojen koostumus muuttui palkojen osuuden kasvaessa ja lehtien vähetessä. Kasvustojen kuiva-ainepitoisuus paalatessa oli keskimäärin vain 181 g/kg. Rehuista erittyi runsaasti puristenestettä, sillä syötettyjen säilörehujen kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 230 g/kg. Raakavalkuaista säilörehuissa oli keskimäärin 165 g/kg ka. Hernevehnärehun sulavuus pieneni hienoisesti kasvun edetessä mahdollisesti runsaasta lakoontumisesta johtuen, mutta härkäpapuveh্নärehun sulavuus parani kasvun edetessä. Rehujen sulavuus päseillä määritettynä oli matalahko (D-arvo keskimäärin 588 g/kg ka), mutta toisaalta vertailukelpoinen aikaisempiin tuloksiin. Osittain sulavuutta ovat tässä aineistossa laskeneet säilöntätappiot erityisesti puristenesteen muodossa. Lampailta määritetty sulavuus oli linjassa laboratoriossa tehtyjen sulavuusmääritysten kanssa. Tämän aineiston ja aikaisempien kokeiden perusteella palkoviljoja sisältävät kokoviljasäilörehut sopivat hyvin nautojen ruokintaan. Tyypillisesti matalammasta sulavuudesta huolimatta lisääntynyt kokoviljasäilörehujen syönti pystyy ylläpitämään tuotantoa hyvällä tasolla. Palkokasvien käyttö rehuntuotannossa vähentää tyypilannoituksen tarvetta ja jos kokoviljasäilörehu sopii hyvin tilan viljelykiertoon, ruokintamenetelmään ja on edullisempaa kuin nurmisäilörehu, sen sisällyttämien rehuanokseen on perusteltua.

Säilöntätutkimuksessa selvitettiin säilöntäaineiden kykyä parantaa säilöntätulosta palkoviljaltaisten kokoviljojen säilönnässä. Härkäpapuveh্নä- (PaVe) ja herneveh্নäkasvustot (HeVe) korjattiin tarkkuus-silppurilla vehnän ollessa aikaisella taikinatuulentumisasteella. Palkoviljan osuus oli 0.84 (PaVe) ja 0.89 (HeVe) ja kasvimateriaali oli märkää (ka 173 g/kg PaVe, 181 g/kg HeVe). Puristenestettä ei poistettu rehuista säilönnän aikana. Säilöntävaiheessa kasvimateriaaliin lisättiin muurahaishappopohjaista säilöntäainetta (AIV Ässä) tai maitohappobakteeriymppejä sisältäneitä tuotteita (Bonsilage Alfa tai Sil All 4x4) tuotteiden annosteluohjeiden mukaisesti. Kontrollikäsittely tehtiin ilman säilöntäainetta. Kutakin käsitellyä kohden täytettiin kolme rinnakkaista 12 litran siiloa. Valmiit kontrollisäilörehut olivat voimakkaasti maitohappokäyneitä (maitohappoa 130 g/kg ka PaVe ja 140 g/kg ka HeVe), sokerit olivat kuluneet vähiin (< 20 g/kg ka), rehuissa oli etikkahappoa (27 g/kg ka) ja varsinkin HeVe -rehussa oli myös ammoniakki-

pitoisuus kohonnut (92 g NH<sub>3</sub>-N/kg kok.N HeVe, 67 g NH<sub>3</sub>-N/kg kok.N PaVe). Rehuissa oli voihappoa vain hyvin pieniä määriä (< 0,8 g/kg ka). Maitohappobakteeriympöpien käytöstä saatu hyöty rehun käymislaatuun jäi merkityksettömän pieneksi, sillä raaka-aineessa oli luontaisia maitohappobakteereita yli 1 milj. pmy/g. AIV Ässä rajoitti PaVe-rehujen käymistä. Näissä rehuissa oli käymistuotteita yhteensä vain 43 g/kg ka, sokereita 146 g/kg ka ja ammoniakkityyppiä 51 g/kg kok.N. HeVe-rehujen käymiseen AIV Ässä vaikutti siten, että rehuun tuli huomattavan paljon etanolia (69 g/kg ka), ja rehun aerobinen stabiiliisuus oli parempi kuin muilla rehuilla (> 235 h). Tämä koe osoitti lukuisten aiempien tutkimusten tavoin, että luonnonmukaisessa tuotannossa välttämättömät palkokasvit tarvitsevat säilönnän onnistumiseksi luotettavia säilöntäaineita.

Lihanautojen ruokintaa käsittelevän työpaketin tarkoituksena oli selvittää alsikeapilasäilörehun sekä hernevehnä- ja härkäpapuvehänä -säilörehujen tuotantovaikutukset (syönti, kasvu, ruhon laatu) kasvavien sonnien ruokinnassa timoteisäilörehuun verrattuna sekä maitorotuisella (ayrshire) että liharotuisella (aberdeen angus) eläinaineksella. Lisäksi tutkittiin eri säilörehuruokintojen mahdolliset vaikutukset lihan laatuun. Tutkimuksessa oli koe-eläiminä 50 ayrshire-sonnia ja 50 angus-sonnia. Sonnit kasvatettiin viiden eläimen ryhmäkarsinoissa. Tulosten perusteella kaikki tutkimuksessa mukana olleet säilörehut soveltuivat hyvin kasvavien lihanautojen ruokintaan. Ruokintojen havaittiin vaikuttavan vain vähän tai ei lainkaan sonnien rehun syöntiin sekä kasvutuloksiin. Palkokasvisäilörehujen sisällyttäminen ruokintaan lisäsi sonnien valkuaisen saantia, mutta tämä näkyi ainoastaan heikentyneenä raakavalkuaisen hyväksikäyttönä, koska sonnien valkuaisen tarve täyttyi myös timoteisäilörehupohjaisella ruokinnalla. Palkokasvien käytön suurimmat edut lienevätkin naudanlihan tuotannossa lunastettavissa nimenomaan peltoviljelyn kautta. Lihanautojen ruokinnan kannalta olisi eduksi, jos dieetin raakavalkuaispitoisuus ei nousisi kovin korkealle tasolle, koska tällöin typen hyväksikäyttö heikkenee ja ylimääräistä tyyppiä menetetään erityisesti virtsan mukana. Ruhon ja lihan laadussa havaittiin vain vähän eroja koeruokintojen välillä. Alsikeapilasäilörehun sisällyttäminen ruokintaan näytti vähentävän hieman ruhojen rasvoittumista timoteisäilörehuruokintaan verrattuna. Ulkofileen laatuun ruokinnalla ei ollut käytännössä juuri mitään vaikutuksia. Aistinvaraisten arvioiden perusteella palkokasvien käyttö ei aiheuttanut makuvirheitä tuotettuun lihaan. Rodun vaikutukset olivat kokeessa varsin odotettuja, ja ne heijastelivat maitorotuisen ja liharotuisen eläinaineksen eroja naudanlihan tuotannossa. Angus-sonnien kasvu- ja teurasominaisuuksien todettiin olevan paremmat kuin ay-sonneilla. Aistinvaraisessa arvioissa angus-sonnien ulkofile arvioitiin mureammaksi, mehukkaammaksi ja maukkaammaksi kuin ay-sonnien ulkofile.

Tuotannon mallintamisosiossa laadittiin naudanlihan tuotannon tilamallilaskelmia. Tilamallit laadittiin erikseen emolehmätuotantoon sekä maitorotuisiin vasikoihin perustuvaan tuotantoon. Vertailun vuoksi laadittiin myös tavanomaisen tuotannon mallit. Tilamallit tehtiin vain yhdelle, keskimääräistä suuremmalle tilakokoluokalle. Maitorotuisiin välitysvasikoihin perustuvalla tilalla oletettiin olevan 300 eläintä ja 107 ha peltoa. Vasikat tulevat terneinä tilalle, jossa niitä juotetaan maitojauheella 3 kuukauden ikään. Emolehmätilalla oletettiin olevan 50 emoa ja 107 ha peltoa. Kannattavuutta mitattiin lihakilon tuotantokustannuksella. Maitorotuisiin välitysvasikoihin perustuvassa tuotannossa tavanomainen ja luomutuotanto näyttivät olevan yhtä kannattavia, kate per tuotettu lihakilo oli molemmissa vähän alle euron. Emolehmätuotanto oli molemmilla tuotantotavoilla tappiollista: tavanomaisessa tuotannossa kate oli -2,9 euroa per lihakilo ja luomuemolehmällä -0,8 euroa per lihakilo. Eroa selittää luomuemolehmätilan saamat suuremmat tuet ja kustannussäästöt verrattuna tavanomaiseen tilaan. Luomuemolehmätila voitiin saada kannattavaksi eläinmäärää lisäämällä ja vuokraamalla lisää peltoa, eli tekemällä lisää töitä. Kone- ja rakennuskustannusten säästöillä todettiin olevan suuret mahdollisuudet vaikuttaa kaikkien tuotantotapojen kannattavuuteen. Toisaalta säästöt vaikkapa rakennuskustannuksissa eivät saisi aiheuttaa suuria kustannuksia toisaalla, esimerkiksi kuivikkeiden käytössä. Lisäpellon vuokrausmahdollisuus kohtuuhintaan näyttäisi parantavan kaikkien tilatyypin, mutta erityisesti luomutilojen kannattavuutta. Tuottajahinnoilla on edelleen suuri merkitys: naudanlihasta saadun hinnan alentuminen alensi liki saman verran tuotannon katetta kaikissa tuotantotavoissa. Koska tuilla lienee aleneva trendi tulevaisuudessa, tuottajahintojen lievä nousu pitkällä aikavälillä olisi koko tuotantoketjun etu.

#### **Avainsanat:**

naudanlihan tuotanto, luomutuotanto, kokoviljasäilörehu, härkäpapu, herne, tuotantokustannukset, nurmet, apila, täydennyskylvö, ympäys, kestorikkakasvit, mekaaninen torjunta, kesannoiti, säilöntä, rehuarvo, sulavuus, morfologinen koostumus, maitohappobakteeriympöt, muurahaishappo, propionihappo, säilöntäaineet

---

## Alkusanat

---

Edistystä luomutuotantoon -hankkeen tavoitteena oli luonnonmukaisen rehukasviviljelyn ja eläintuotannon kannattavuuden parantaminen. Lisäksi hankkeen tarkoituksena oli osoittaa viljelijöille luomutuotantomenetelmien toimivuus ja rohkaista uusia viljelijöitä luomutuotantoon. Tavoitteisiin pyrittiin:

- kehittämällä rikkakasvien hallintaa, jotta vilja- ja valkuaiskasvien viljely onnistuu nykyistä paremmin
- kehittämällä apilanurmien viljelyvarmuutta
- selvittämällä viljapalkokasvisäilörehujen satotasoja, rehuarvoja ja säilöntämenetelmiä
- laatimalla laskelmamalleja erityisesti naudanhantuotannon tueksi
- testaamalla palkokasveihin perustuvia ruokintastrategioita kasvavien luomunautojen ruokinnassa
- järjestämällä tiedotustilaisuuksia ja demonstraatioita yhdessä Ympäristöagro II -hankkeen kanssa

Käsillä olevaan julkaisuun on koottu hankkeen keskeisimmät tulokset, joiden toivotaan omalta osaltaan palvelevan suomalaisen luomutuotannon kehittämistä. Edistystä luomutuotantoon -hankkeen toteuttajana oli Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT). Hanketta rahoitettiin Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahastosta, ja tuki myönnettiin Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen kautta. Hankkeen yksityisrahoittajina toimivat A-Tuottajat Oy, Valio Oy, Taminco Finland Oy, BT Agro sekä yksityiset viljelijät.

Hankkeen etenemistä seurasi ohjausryhmä, joka antoi arvokasta palautetta hanketyöntekijöille. Ohjausryhmän puheenjohtajana toimi Kauko Lehto (Luomulehto Ky) ja ohjausryhmän jäseninä olivat Markku Honkavaara (MTT), Erkki Joki-Tokola (MTT), Saana Orkola (Taminco Finland Oy), Laura Nyholm (Valio Oy), Boris Lindgård (BT Agro), Susanna Vehkaoja (A-Tuottajat Oy), Pirjo Onkalo (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus), Olli Valtonen (ProAgria Oulu) ja Anna-Leena Vierimaa (ProAgria Oulu). Hankkeen toteuttajat kiittävät rahoittajia, yhteistyökumppaneita ja ohjausryhmää erittäin hyvästä ja toimivasta yhteistyöstä.

Vesannolla 12.12.2014

Arto Huuskonen

MTT Kotieläintuotannon tutkimus

---

# Sisällysluettelo

---

1	Kestorikkakasvien torjunta vilja- ja valkuaiskasvien viljelyn näkökulmasta.....	9
1.1	Johdanto .....	10
1.1.1	Kesannointistrategiat.....	10
1.1.2	Kvick-Finn koneen toimintaperiaate.....	10
1.2	Aineisto ja menetelmät.....	11
1.2.1	Pikakesannointikoe (1).....	11
1.2.2	Nurmen lopetuskoe (2) .....	12
1.2.3	Valvattikoe (3) .....	14
1.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	15
1.3.1	Pikakesannointikoe (1).....	15
1.3.2	Nurmen lopetuskoe (2) .....	17
1.3.3	Valvattikoe (3) .....	19
1.4	Johtopäätökset.....	20
1.5	Kirjallisuus .....	21
2	Nurmien sadontuottokyvyn ylläpitäminen täydennyskylvöllä.....	22
2.1	Johdanto .....	23
2.2	Aineisto ja menetelmät.....	23
2.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	25
2.4	Johtopäätökset.....	26
2.5	Kirjallisuus .....	27
3	Palkokasviviljakasvustojen satoisuus ja rehuarvo.....	28
3.1	Johdanto .....	29
3.2	Aineisto ja menetelmät.....	29
3.2.1	Vuoden 2012 ruutukokeet.....	29
3.2.2	Vuoden 2013 ympäyskoe.....	30
3.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	30
3.3.1	Vuoden 2012 ruutukokeet.....	30
3.3.2	Vuoden 2013 ympäyskoe.....	35
3.4	Johtopäätökset.....	36
3.5	Kirjallisuus .....	36
4	Palkokasveja sisältävien kokoviljasäilörehujen rehuarvon tarkentaminen ruokinnan optimoimiseksi.....	37
4.1	Johdanto .....	38
4.2	Aineisto ja menetelmät.....	38
4.2.1	Kasvustot.....	38
4.2.2	Sulavuuskoesäilörehujen valmistus .....	38
4.2.3	Sulavuuskokeet lampailla .....	40
4.2.4	Laboratoriomenetelmät, tulosten laskenta ja tilastolliset analyysit.....	40
4.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu.....	40
4.3.1	Kasvustojen ja säilörehujen ominaisuudet.....	40
4.3.2	Säilöntätappiot suuria.....	43
4.3.3	Korjuuajan merkitys.....	44
4.3.4	Säilörehujen sulavuus lampailla.....	45
4.3.5	Laboratoriomääritykset sulavuuden ennustajina.....	46
4.3.6	Sulavuus ja rehujen tuotantovaikutus .....	47
4.3.7	Typen käytön tehokkuus ruokinnassa .....	48
4.4	Johtopäätökset.....	49
4.5	Kirjallisuus .....	49
5	Eri säilöntäaineiden soveltuvuus härkäpapuvehnä- ja hernevehnäkokoviljojen säilöntään.....	51
5.1	Johdanto .....	52



5.1.1	Mitä haasteita kohdataan, kun palkoviljaseos korjataan kokoviljasäilörehuksi? .....	52
5.1.2	Maitohappobakteerit ja hapettomat olosuhteet ovat keskeisessä roolissa säilönnän onnistumisessa .....	52
5.1.3	Rehun käymislaadun mittarit .....	53
5.1.4	Rehu voi pilaantua ruokintavaiheessa .....	54
5.1.5	Säilöntäaineista apua säilöntähaasteiden kohtaamiseen .....	55
5.1.6	Mitä säilöntäaineita saa käyttää luomutuotannossa rehujen säilöntään? .....	56
5.2	Kolmen säilöntäaineen tehoa verrattiin säilöntäkokeessa .....	57
5.2.1	Säilötty kokoviljaseoskasvustot viljeltiin maatilamittakaavassa .....	57
5.2.2	Säilöntäkoete toteutettiin 12 litran siiloilla .....	57
5.2.3	Analyysimenetelmät .....	60
5.2.4	Rehujen lämpenemisherkkyden mittaus .....	61
5.2.5	Tilastolliset analyysit .....	62
5.3	Tuloksia säilöntäkokeesta .....	62
5.3.1	Säilöttävän rehuraaka-aineen ominaisuudet .....	62
5.3.2	Puristenestetappiot voivat olla merkittäviä .....	63
5.3.3	Ilman säilöntäaineita säilötty rehut olivat käymislaadultaan huonoja .....	63
5.3.4	Biologisten säilöntäaineiden merkitys jäi pieneksi .....	64
5.3.5	Muurahaiyhappotuotteella rehujen laatu parani .....	64
5.3.6	Palkoviljakokoviljasäilörehut voivat olla lämpenemisherkkiä syöttövaiheessa .....	68
5.4	Johtopäätökset .....	70
5.5	Kirjallisuus .....	71
6	Palkokasvisäilörehujen vaikutukset sonnien kasvu- ja teurastuloksiin sekä lihan laatuun .....	73
6.1	Johdanto .....	74
6.2	Aineisto ja menetelmät .....	74
6.2.1	Koeruokinnat .....	75
6.2.2	Koerehut .....	75
6.2.3	Rehunäytteiden otto, esikäsitely ja analysointi .....	76
6.2.4	Teurastus ja liha-analyysit .....	76
6.2.5	Tilastollinen analyysi .....	76
6.3	Tulokset ja tulosten tarkastelu .....	77
6.3.1	Koerehut .....	77
6.3.2	Rehun syönti ja ravintoaineiden saanti .....	78
6.3.3	Kasvu- ja teurastulokset sekä rehun hyväksikäyttö .....	79
6.3.4	Ulkofileen laatu .....	84
6.3.5	Ulkofileen rasvahappokoostumus .....	89
6.4	Yhteenveto ja johtopäätökset .....	89
6.5	Kirjallisuus .....	90
7	Luomunaudanlihantuotannon taloustarkastelut .....	92
7.1	Johdanto .....	93
7.2	Mallien rakenne, tilakokoluokka ja keskeiset oletukset .....	93
7.2.1	Maitorotuisiin vasikoihin perustuvan naudanlihatilan keskeisimmät oletukset .....	94
7.2.2	Emolehmiin perustuvan naudanlihatilan keskeisimmät oletukset .....	94
7.2.3	Konekanta ja työnkäyttö .....	95
7.2.4	Viljelykierrot .....	95
7.2.5	Sadot .....	96
7.3	Rajaukset .....	96
7.4	Mallien luotettavuus eli validointi .....	96
7.5	Tuloksia .....	97
7.5.1	Tuloksia välitysvasikkatuotannosta .....	97
7.5.2	Tuloksia emolehmätuotannosta .....	101
7.5.3	Erityyppisten säilörehujen tuotantokustannusten erot .....	104
7.5.4	Vasikoiden maitojuotto .....	106
7.6	Johtopäätökset .....	107
7.7	Kirjallisuus .....	108

---

# 1 Kestorikkakasvien torjunta vilja- ja valkuaiskasvien viljelyn näkökulmasta

---

Timo Lötjönen

MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

## Tiivistelmä

Luomuviljelyn kannalta Pohjois-Pohjanmaan alueella haitallisin kestopikkakasvi on juolavehnä, joskin myös peltovalvattia ja -ohdaketta on alkanut esiintyä aikaisempaa yleisemmin. Etelä-Suomen luomupelloilla kaikkea kolmea kestopikkakasvia esiintyy, juolavehnän ollessa yleisin. Muutamia luomuviljelijöitä on siirtynyt tavanomaiseen tuotantoon juuri kestopikkakasviongelmien takia. Monivuotinen, tiheästi niitetty nurmi pitää peltovalvattia ja -ohdaketta kurissa, mutta juolavehnä yleensä runsastuu vanhoissa nurmissa. Avokesantoa on perinteisesti käytetty hankalimpien kestopikkakasviongelmien voittamiseen, mutta se on kallis menetelmä ja voi aiheuttaa ympäristöhaittoja. On tarpeen löytää keinoja kesannoinnin tehostamiseen ja lyhentämiseen.

Tämän tutkimuksen juolavehnän torjuntakokeissa käytettiin kahdenlaista taktiikkaa: 1) pikakesannointi keväällä ennen viljan kylvöä ja 2) nurmen lopettaminen loppukesän kesannoinnilla ensimmäisen säilörehun korjuun jälkeen. Turvemaalla olleissa kokeissa oli mukana erilaisia kyntötapoja, kevytmuokkausta, kultivointia ja Kwick-Finn -juolannostokone, joka on erityisesti kehitetty kestopikkakasvien mekaaniseen torjuntaan. Lisäksi toteutettiin peltovalvatin torjuntakoe hietamaalla, jossa peltoa kesannottiin Kwick-Finnin avulla touko-kesäkuun ajan. Tämän jälkeen pellolle kylvettiin viherlannoituskasvusto.

Ennen viljan kylvöä tehdyn pikakesannon teho juolavehnään ei tässä kokeessa ollut riittävä. Turvema on varmasti yksi haasteellisimmista juolavehnän mekaanisen torjunnan kannalta. Koepaikan pohjoisen sijainnin ja toukokuun alun epäedullisten sääolojen takia kesannointiaika jäi molempina vuosina pariin viikkoon. Mikäli voitaisiin kesannoida kuukaudenkin ajan, teho juolavehnään voisi olla parempi. Kyntö näyttäisi tarpeelliselta niin juolavehnän kurissa pitämisen kuin ohrasadonkin kannalta.

Nurmen lopetuskokeessa Kwick-Finn -kone tehosi hyvin juolavehnään. Seuraavana syksynä ohrakasvustoista tehdyissä määrittelyissä keskimäärin viiden ajokerran jälkeen juolavehnää oli jäljellä vain pari prosenttia verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen. Kultivaattoreiden jäljiltä juolavehnää oli jäljellä noin 10 %, lapiorullaäestyksen jäljiltä noin 25 % ja tiheän niiton jäljiltä yli 50 % verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen. Tehokkaan juolavehnän torjunnan jälkeen ohrasato oli noin 1000 kg/ha suurempi verrattuna käsittelemättömään koejäseneseen.

Peltovalvatin torjuntakokeessa Kwick-Finnin teho peltovalvattiin näytti olevan hyvä, kun käsittelykertoja oli neljä ja kesannointiaika oli riittävän pitkä. Peltovalvatin ja -ohdakkeen torjunta mekaanisesti kaippaa vielä jatkotutkimuksia.

Kwick-Finn -kone ei täysin poista avokesannoinnin ongelmakohtia, mutta auttaa lyhentämään kesannointiaikaa siten, että 2–3 kuukauden kesannointi harvoilla ajokerroilla riittää täysipitkän kesannon sijasta. Samalla teho ainakin juolavehnään on niin hyvä, ettei avokesannointiin tarvitse tulevana vuosina aivan heti ryhtyä.

## Avainsanat:

kestopikkakasvit, mekaaninen torjunta, kesannointi

## 1.1 Johdanto

Luomuviljelyn kannalta Pohjois-Pohjanmaan alueella haitallisin kestorikkakasvi on juolavehnä, joskin myös peltovalvattia ja -ohdaketta on alkanut esiintyä aikaisempaa yleisemmin. Etelä-Suomen luomupelloilla kaikkea kolmea kestorikkakasvia esiintyy, vaikka juolavehnä on yleisin (Riesinger 2010, Salonen ym. 2011). Erityisesti turve- ja hietamailla juolavehnä ja peltovalvatti kasvavat aggressiivisesti, ohdake on enemmän hieta- ja savimaiden ongelma. Paikoin kestorikkakasvit pienentävät merkittävästi luomutuotettujen vilja- ja valkuaiskasvien satoa ja haittaavat puintia. Muutamia luomuviljelijöitä on siirtynyt tavanomaiseen tuotantoon juuri kestorikkakasviongelmien takia.

### 1.1.1 Kesannointistrategiat

Monivuotinen, tiheästi niitetty nurmi pitää peltovalvattia ja -ohdaketta kurissa, mutta juolavehnä yleensä runsastuu vanhoissa nurmissa (Vanhala ym. 2006). Lisäksi karjattomilla luomutiloilla ei ole käyttöä monivuotisen nurmen sadolle, joten ne viljelevät usein vain yksivuotisia kasvustoja. Perinteinen, koko kesän kestävä avokesanto on oikein hoidettuna tehokas menetelmä kestorikkakasvien torjuntaan, mutta se on kallis menetelmä (ei viljelykasvia, vaatii paljon työtä ja polttoainetta), se voi olla haitallinen maan rakenteelle ja se voi johtaa ravinteiden huuhtoutumiseen. Kesannointia on siis tarpeen tehostaa ja kesannointiaikaa lyhentää.

Avokesanto voidaan toteuttaa ainakin viidellä erilaisella strategialla (suluissa on arvio kesannointiajan pituudesta): 1) pikakesanto keväällä ennen viljan kylvöä (2–4 viikkoa), 2) kesannointi touko-kesäkuun ajan, jonka jälkeen viherlannoituksen kylvö (2 kk), 3) vanhasta nurmesta korjataan yksi nurmisato, jonka jälkeen aletaan kesannoimaan (3 kk), 4) koko kesän kestävä avokesanto (5 kk) ja 5) sänkimuokkaus viljan korjuun jälkeen (1–2 kk).

Kesantojen hoitoon voidaan käyttää esimerkiksi S-piikkiäestä, kultivaattoria, lapiorullaäestä ja lautamuokkainta/-äestä. Juolannostokultivaattori (Kvick-Finn) on uudehko konetyyppi, jolla on mahdollista tehostaa kesannointia ja lyhentää siihen käytettävää aikaa.

### 1.1.2 Kvick-Finn koneen toimintaperiaate

Kvick-Finn juolannostokultivaattorin perusidea kehitettiin Tanskassa 2000 luvun alussa (Kvick-Upp). Sittenkin konetta on kehitetty edelleen suomalaisen yrityksen toimesta, joka myös valmistaa ja markkinoi koneet. Koneen etupäässä on hanhenjalkakultivaattori, joka irrottaa ja pehmentää maan. Kultivaattoriosan jäljessä seuraa traktorin ulosoton pyörittämä tiheäpiikkinen roottori, joka heittää maan ja rikkakasvien juuret ilmaan (Kuva 1). Koska rikkakasvien juuret ovat kevyempiä kuin maa-aines, pääosa juurista asettuu pellon pinnalle, jossa ne ovat alttiina auringon ja tuulen kuivattavalle vaikutukselle.

Mikäli sää ei ole kuivaa käsittelyn jälkeen, rikkakasvien juuret alkavat kasvaa uudelleen ja käyttää ravintovarojaan. Toistettu juurten pintaannosto voi tuhota juuret myös kosteissa oloissa, kun niiden ravintovarat loppuvat ja uutta yhteyttämistä ei pääse tapahtumaan. Kestorikkakasveilla on ns. kompensatiopiste, jolloin juurakoiden ravintovarat ovat minimissään ja jolloin muokkaukset tehoavat parhaiten. Esimerkiksi juolavehnällä tämä on 3–4 lehtiaste (Håkansson 1995). Käytännössä torjuntamuokkaukset kannattaa tehdä 2–3 viikon välein parhaan tehon saavuttamiseksi.

Juolannostokultivaattorin (Kvick-Finn tai Kvick-Upp) käyttömahdollisuuksia ja tehoa on tutkittu puolueettomien tahojen toimesta varsin vähän. Merkityksellisin tutkimus lienee Ruotsista, jossa kokeiltiin Kvick-Uppin käyttöä puinnin jälkeiseen sänkimuokkaukseen (Jacobsson 2006). Parhaimmillaan juolavehnästä saatiin häviämään yli 80 %, kun käsittelyjä tehtiin kaksi syksyllä sekä yksi keväällä ja pelto lisäksi kynnettiin. Jos pelto pelkästään kynnettiin, raskaammilla maalajeilla kevytkynnöstä näytti olevan pientä etua syyskynnöön nähden juolavehnän kurissa pitämiseksi, keveillä maalajeilla tilanne oli lievästi päinvastoin. Kokeet tehtiin Värmlannissa Tukholman korkeudella vuosina 2004–2006.

Suomessakin puinnin jälkeisestä sänkimuokkauksesta voi olla kuivana ja lämpimänä syksynä hyötyä kestorikkakasvien torjunnassa (esim. Vanhala ym. 2006), mutta usein syksy on liian lyhyt ja kostea kunnollisen tehon aikaansaamiseksi. Siksi tässä hankkeessa keskityttiin erilaisiin kyntömenetelmiin. Tavoitteena oli löytää tehokkaimmat mekaaniset kestorikkakasvien torjuntamenetelmät. Erityisesti turvemaiden juolavehnä ja valvatti

kasvatavat aggressiivisesti, joten osioon liittyvät kokeet toteutettiin MTT Ruukin tutkimusaseman turvepeltoilla vuosina 2012–2014. Lisäksi kesällä 2014 toteutettiin valvatintorjuntakoe yhteistyössä sieviläisen luomuviljelijän ja BT-Agro Oy:n kanssa.



**Kuva 1.** Kvick-Finn koneen toimintaperiaate. Maata irroittavat kultivaattorin piikit on kiinnitetty mustaan runkoon. Punaisessa rungonosassa oleva tiheäpiikkinen roottori heittää pintamaan ja rikkakasvien juuret ilmaan. Kuva: Timo Lötjönen.

## 1.2 Aineisto ja menetelmät

MTT Ruukissa olleiden kokeiden maalaji oli pääosin saraturvetta (Ct). Pellot eivät ole luomuviljelyssä, mutta kokeiden ajan koealueita hoidettiin luomumenetelmin. Juolavehnan torjuntakokeissa käytettiin kahdenlaista taktiikkaa: 1) pikakesannointi keväällä ennen viljan kylvöä ja 2) nurmen lopettaminen lopukesän kesannoinnilla ensimmäisen säilörehun korjuun jälkeen. Kokeissa oli mukana erilaisia kyntötapoja, kevytmuokkausta, kultivointia ja Kvick-Finn juolannostokone, joka on erityisesti kehitetty kestopikkakasvien mekaaniseen torjuntaan.

### 1.2.1 Pikakesannointikoe (1)

Pikakesannointikokeen (1) pellolla oli viljelty ohraa vuosina 2009–2011. Glyfosaattia oli käytetty juolavehnan torjuntaan viimeksi vuoden 2010 syksyllä. Keväällä 2012–2013 sänkimaata kesannottiin eri menetelmillä toukokuun puolivälistä kesäkuun alkuun, jonka jälkeen alue lannoitettiin lietalannalla ja siihen kylvettiin ohra. Myös kynnön eri vaihtoehtoja kokeiltiin. Ajatuksena oli verrata syys- ja kevätkyntöä ja toisaalta kyntöä kuorimin tai esiauroin varustetulla auralla kyntöön auralla, jossa näitä lisävarusteita ei ollut. Ensimmäisenä koevuonna syyskyntö jouduttiin korvaamaan kevätkynnöllä, koska tieto tutkimushankkeen toteutumisesta saatiin vasta keväällä 2012. Koekäsittelyt ja viljelytoimet on esitetty taulukossa 1.

Kyntöauran kuorimien ja esiaurojen tarkoituksena on leikata kyntöviulun kulmasta pala pois ja pudottaa siinä olevat kasvinjätteet sekä rikkakasvien siemenet ja juuret kyntövaon pohjalle. Näin hidastetaan rikkakasvien kasvuunlähtöä viilujen saumoista. Esiauroilla voidaan toteuttaa voimakkaampi leikkuu kuin kuorimilla. Tässä kokeessa kyntösyvyys oli 22–25 cm ja ajonopeus 5–8 km/h. Kvick-Finn koneen ajonopeus oli 4–5 km/h ja hanhenjalkaterien työsyvyys 10–12 cm.

**Taulukko 1.** Pikakesannointikokeen (koe 1) koekäsittelyt, käsittelyjen ajankohdat ja muut viljelytoimenpiteet. Koekäsittelyt pysyivät kokeen ajan (vuodet 2012–2013) samoilla paikoilla.

Koekäsittely						
	1) Kevät- tai syyskylvö kuorimin	2) Kevätkylvö, ei esiauroja tai kuorimia	3) Kevätkylvö esiauroin	4) Ajo lautastai lapiorullaäkeellä 3-4 krt keväällä	5) Ajo Kwick-Finnillä 2 krt keväällä	6) Ajo Kwick-Finnillä 2-3 krt keväällä
Syksy -11	Pelto jätettiin ohran sängelle talveksi					
Kevät -12	Kevätkylvö 24.5	Kevätkylvö 24.5	Kevätkylvö 24.5	Lautasmuokkari 4 krt, 24.-30.5	Kwick Finn 2 krt, 24.-30.5	Kwick Finn 3 krt, 24.5-6.6
	Äestykset	Äestykset	Äestykset			
	Naudan lietelanta 20 t/ha (44 kg liuk. N/ha) ja multa lapiorullaäkeellä, 7.6					
	Brage-ohran kylvö 500 kpl/m <sup>2</sup> , 8.6					
Syksy -12	Puinti ja kasvustonäytteiden otto karhoilta, 18.9					
	Syyskylvö kuorimin, 11.10	Pelto jätettiin ohran sängelle talveksi				Syyskylvö kuorimin, 11.10
		Kevätkylvö 31.5	Kevätkylvö 31.5	Lapiorullaäes 3 krt, 20.5-3.6	Kwick Finn 2 krt, 21.-27.5	Kwick Finn 2 krt, 21.-27.5
Kevät -13	Äestykset	Äestykset	Äestykset			
	Naudan lietelanta 18 t/ha (40 kg liuk. N/ha) ja multa lapiorullaäkeellä, 3.6					
	Brage-ohran kylvö 500 kpl/m <sup>2</sup> , 3.6					
	Kasvustonäytteiden otto kehikoilla, 3.9. Puinti, 9.9.					

Koe toteutettiin täsmälleen samalla paikalla vuodet 2012–2013, jolloin saatiin kokemuksia erilaisista sääoloista ja kertymävaikutusta vuosien välille. Koeruutujen koko oli 6 × 30 m, mikä mahdollisti koeruutujen hoidon käytännön mittakaavan koneilla. Koe toteutettiin lohkoittain satunnaistettuna kokeena neljällä toistolla. Tulokset analysoitiin varianssianalyysin ennako-oletusten tarkastelun jälkeen SAS-ohjelmiston MIXED-varienssianalyysillä, jossa parittaiset vertailut tehtiin Tukeyn testillä.

Juolavehniä määrätettiin kehikoilla koeruutujen molemmista päistä ennen koekäsittelyjen aloittamista toukokuun puolivälissä 2012. Syksyllä 2012 koeruudut puitiin koeruutupuimurilla ja puidusta olkkarheesta otettiin 1 m<sup>2</sup> vastaava näyte molemmista päistä ruutua. Näistä näytteistä eriteltiin viljat, juolavehniät ja muut rikkakasvit. Syksyllä 2013 kasvustonäytteet otettiin ennen puintia 0,25 m<sup>2</sup>:n kehikoilla molemmista päistä koeruutua (1,5 m ruutujen päistä). Botanisoinnin jälkeen näistä kahdesta näytteestä laskettiin keskiarvot, joiden katsottiin edustavan koko koeruutua. Rikkakasvien kuiva-aineen määrä määritettiin uunikuivausmenetelmällä (+105 °C, 24 h).

### 1.2.2 Nurmen lopetuskoe (2)

Nurmen lopetuskokeen (2) peltolohkolla kasvoi vuonna 2012 kolmas säilörehunurmi (timotei – nurminata), kun kesannointikoe aloitettiin. Koe toteutettiin melkein samanlaisena kahtena kesänä. Vuoden 2012–2013 kokeessa maalaji oli saraturvetta (Ct) ja vuoden 2013–2014 kokeessa erittäin runsasmultainen karkea hietta (erm KHt). Kokeen paikkaa jouduttiin välillä vaihtamaan, koska kesannoinnin hävitettyä nurmen, koetta ei voitu tietenkään toistaa samalla paikalla. Ideana oli verrata kultivoinnin, lapiorullaäestytksen ja Kwick-Finn-käsittelyn tehoa juolavehniään, kun vanha nurmi lopetetaan mekaanisesti (Taulukot 2 ja 3). Tiedossa on, että vanhoissa nurmissa juolavehniän juurakot kasvavat melko lähellä pellon pintaa, jolloin juolavehniää voidaan hävittää siitä kesannoimalla. Maata ei kannattaisi alkuun kyntää, koska tämä hautaa juurakot syvemmälle, mekaanisten käsittelyjen ulottumattomiin.

Koealueilta korjattiin yksi säilörehusato kesäkuussa, minkä jälkeen nurmen pintaa alettiin rikkomaan eri menetelmillä. Vuonna 2012 muokkausten aloitus viivästyi mm. sateisen sään takia heinäkuun puolivälin jälkeen, kun taas vuonna 2013 muokkaukset aloitettiin jo kesäkuun puolella (Taulukot 2 ja 3). Muokkauksia tehtiin 2–3 viikon välein syys- tai lokakuun alkuun, sateista riippuen. Ensimmäisessä kokeessa tehtiin Kwick-Finn-käsittely myös keväällä toukokuussa ennen viljan kylvöä, mutta toisessa kokeessa tätä ei

tehty. Edellisvuonna kesannoidut koealueet kynnettiin toukokuun lopulla, lannoitettiin lietalannalla ja kylvettiin ohra touko-kesäkuun vaihteessa.

**Taulukko 2.** Nurmen lopetuskokeen (koe 2) koekäsittelyt, käsittelyjen ajankohdat ja muut viljelytoimenpiteet vuosina 2012–2013.

Koekäsittely						
	1) Ei ke-sannointia	2) Lapiorulla-äes + Kvick-Finn	3) Kvick-Finn	4) Kultivaattori	5) Lapiorulla-äes	6) Tiheä niitto
Kesä -12	Ensimmäinen säilörehusato korjattu 20.6					
	Puhdistusniitto noin 5 cm:n sänkeen, 18.7					
	Toinen säilörehu korjattu 14.8	Lapiorullaäes 20.7 Kvick-Finn 1.8, 17.8 ja 29.8 (3 krt.)	Kvick-Finn 19.7, 1.8, 17.8 ja 29.8 (4krt.)	SMS-kultivaattori kapeilla terillä 19.7, 1.8, 17.8 ja 29.8 (4krt.)	Lapiorullaäes 19.7, 1.8, 17.8 ja 29.8 (8 krt.)	Ei mukana 2012
Kevät -13		Kvick-Finn 1 krt, 21.5	Kvick-Finn 1 krt, 21.5			
	Koko koealueen kyntö, 27.5					
	Kylvömuokkausäestykset, 29.-30.5					
	Naudan lietalanta 18 t/ha (40 kg liuk. N/ha) ja multa lapiorullaäkeellä, 29.5					
	Brage-ohran kylvö 500 kpl/m <sup>2</sup> , 30.5					
Syysy -13	Kasvustonäytteiden otto kehikoilla, 20.8. Puinti, 10.9.					

**Taulukko 3.** Nurmen lopetuskokeen (koe 2) koekäsittelyt, käsittelyjen ajankohdat ja muut viljelytoimenpiteet vuosina 2013–2014. Koe sijaitsi eri paikalla kuin edellisvuoden koe.

Koekäsittely						
	1) Ei ke-sannointia	2) Lapiorulla-äes + Kvick-Finn	3) Kvick-Finn	4) Kultivaattori	5) Lapiorulla-äes	6) Tiheä niitto
Kesä -13	Ensimmäinen säilörehusato korjattu 13.6					
	Toinen säilörehu korjattu 7.8	Lapiorullaäes 18.6 Kvick-Finn 4.7, 23.7, 5.8, 22.8 ja 4.10 (5 krt.)	Kvick-Finn 18.6, 4.7, 23.7, 5.8, 22.8 ja 4.10 (6 krt.)	SMS-kultivaattori hanhenjalka-terillä 4.7, 24.7, 5.8, 22.8, 30.8 ja 4.10 (6 krt.)	Lapiorullaäes 18.6, 4.7, 23.7, 5.8, 22.8 ja 4.10 (12 krt.)	Niitto McConnell-murskaimella 1.7, 23.7, 31.7, 7.8, 21.8, 3.9 ja 7.10 (7 krt.)
Kevät -14	Koko koealueen kyntö, 26.5					
	Kylvömuokkausäestykset, 2.-3.6					
	Naudan lietalanta 17 t/ha (34 kg liuk. N/ha) ja multa äkeellä, 2.6					
	Einar-ohran kylvö 500 kpl/m <sup>2</sup> , 3.6					
Syysy -14	Kasvustonäytteiden otto kehikoilla, 25.8. Puinti, 1.9.					

Kvick-Finn käsittelyjä oli kaksi: toisessa ensimmäinen muokkaus tehtiin lapiorullaäkeellä ja toisessa aloitettiin suoraan Kvick-Finnillä. Lapiorullaäestyksellä haluttiin varmistaa, että Kvick-Finn tunkeutuu heti alussa nurmen pintaan, joka voi olla kovaa. Näillä maalajeilla tämä ei olisi ollut tarpeen, nurmi oli sen verran pehmeää, että ensimmäinen muokkaus sujui hyvin suoraan Kvick-Finnillä. Kokeissa käytetty lapiorullaäes oli vanha 3,2 m:n Wärtsilä Hankmo, kuudella ristikkoakselilla. Koneen paino ei riittänyt varsinkaan alkuun nurmen hienontamiseen kunnolla, tätä kompensoitiin ajamalla koeruudut kahteen kertaan saman päivän aikana, jolloin jälki parani selvästi. Valitettavasti kokeisiin ei saatu uudempaa, raskaampaa ja pitkällä terillä varustettua lapiorullaäestä.

Nurmen tiheä niitto otettiin mukaan kokeeseen kesällä 2013, koska neuvojien mukaan jotkut viljelijät ovat onnistuneet sillä tavoin vähentämään juolavehneää. Nurmea niitettiin heinä-lokakuun aikana kaikki-

aan 7 kertaa aina, kun nurmen pituus saavutti 10–15 cm. Niitto tehtiin vaakatasomurskaimella, tavoitteena alle 5 cm:n sänki. Eri koneilla käytetyt ajonopeudet ja työsyvytydet on esitetty taulukossa 4.

**Taulukko 4.** Ajonopeudet, traktorin voimanottoakselin (VOA) pyörintänopeudet ja työsyvytydet eri koneilla nurmen lopetuskokeessa.

	Ajonopeus	VOA-nopeus	Työsyvytyys
Kvick-Finn	4–5 km/h	540–600 min <sup>-1</sup>	10–12 cm
SMS-kultivaattori	8–10 km/h		10–12 cm
McConnell-murskain	6–8 km/h	540 min <sup>-1</sup>	+ 2–5 cm
Wärtsilä-lapiorullaäes	12–14 km/h		2–6 cm

Koeruutujen koko oli 6 × 20 m. Kokeet toteutettiin lohkoittain satunnaistettuna kokeena neljällä toistolla. Tulokset analysoitiin varianssianalyysin ennako-oletusten tarkastelun jälkeen SAS-ohjelmiston MIXED-varienssianalyysillä, jossa parittaiset vertailut tehtiin Tukeyn testillä.

Juolavehnälaskentaa ei tehty ennen kokeiden aloittamista, koska se olisi ollut hyvin vaikeaa kasvavasta nurmesta. Koealueet sijoitettiin sellaisille kohdille peltoa, jossa voitiin olettaa olevan tasaisesti juolaveh-nää. Syksyllä ohrakasvustoista otettiin näytteet ennen puintia 0,25 m<sup>2</sup>:n kehikoilla molemmista päistä koeruutua (1,5 m ruutujen päistä). Kasvustonäytteistä eriteltiin viljat, juolavehnyt ja muut rikkakasvit. Botanisoinnin jälkeen näistä kahdesta näytteestä laskettiin keskiarvot, joiden katsottiin edustavan koko koeruutua. Kasvien kuiva-aineen määrät määritettiin uunikuivausmenetelmällä (+105 °C, 24 h).

Kasvukausi 2012 oli Ruukissa tavanomaista sateisempi ja viileämpi (Taulukko 5). Sen sijaan kasvukaudet 2013–2014 olivat hieman tavanomaista kuivempia ja selvästi tavanomaista lämpimämpiä. Toki niihinkin mahtui kylmiä kausia (esim. 2014 kesäkuu) ja rankkoja sateita (esim. 2014 heinäkuussa).

**Taulukko 5.** Sääolot Ruukissa koevuosina 2012–2014 ja vertailukaudella 1981–2010. (Lähde: Ilmatieteenlaitos).

Kuukausi	Sademäärä, mm				Tehoisa lämpösumma, °C			
	2012	2013	2014	1981–2010	2012	2013	2014	1981–2010
Toukokuu	64	27	46	42	96	213	137	95
Kesäkuu	76	88	31	50	204	336	199	244
Heinäkuu	58	60	115	77	291	310	424	338
Elokuu	83	47	44	71	246	291	310	263
Syyskuu	52	31	18	50	121	175	152	113
<b>Yhteensä</b>	<b>332</b>	<b>255</b>	<b>254</b>	<b>289</b>	<b>958</b>	<b>1324</b>	<b>1221</b>	<b>1052</b>

### 1.2.3 Valvattikoe (3)

Sievin valvattikokeessa taktiikkana oli viljalla olleen lohkon kesannointi Kvick-Finnin avulla alkukesästä noin 2 kk:n ajan, jonka jälkeen pellolle kylvettiin viherlannoituskasvusto loppukesän ajaksi. Tällöin saadaan sekä tehokas rikkakasvien torjunta, että viherlannoitus hoidetuksi saman kesän aikana. Edellisvuonna (2013) pellolla viljeltiin herne-vehnää, joka puitiin. Tällä multavalla hietalohkolla kasvoi todella runsaasti valvattia, joka oli puintiaikaan kaksi kertaa viljelykasvin pituista. Koepelto kynnettiin syksyllä 2013.

Keväällä 2014 koealueeksi valittiin pellostä kohta, jossa oli tasaisesti valvatin taimia. Koeruutujen koko oli 4 m × 21 m. Toistoja kokeeseen ei tehty, jotta koe pysyi riittävän yksinkertaisena viljelijän omatoimisesti hoidettavaksi. Kokeessa tehtiin Kvick-Finn-muokkauskäsittelyjä 0, 2, 3 tai 4 kpl touko-kesäkuun aikana taulukon 6 mukaisesti. Koneen hanhenjalkaterät säädettiin noin 15 cm syvyyteen ja ajonopeus oli noin 6 km/h. Tavoitteena oli saada mahdollisimman suuri osa valvatin juurista pellon pinnalle kuivumaan ja epäedullisiin kasvuoloihin. Koska valvatin juuret ovat hauraampia kuin juolavehnan juuret, säädöissä pyrittiin siihen, että juuria ei tarpeettomasti pätkittäisi.

**Taulukko 6.** Koejäsenet ja Kwick-Finn käsittelyjen päivämäärät Sievin valvattikokeella.

0 ajokertaa	2 ajokertaa	3 ajokertaa	4 ajokertaa
			8.5.2014
		4.6.2014	4.6.2014
	18.6.2014	18.6.2014	18.6.2014
	30.6.2014	30.6.2014	30.6.2014

Käsittelyssä, jossa tehtiin neljä ajokertaa, oli melko pitkä väli ensimmäisen ja toisen käsittelyn välillä (Taulukko 6). Tämä johtui viileästä toukokuusta 2014, jolloin valvatin taimet kasvoivat hitaasti kompensointiopisteeseen.

Viherlannoituskasvusto kylvettiin kesäkuun lopussa. Se koostui rehurapsista, rehuvirnasta ja raiheinästä. Seoksen tavoitteena oli tuottaa suuri typpisato ja toisaalta tukahduttaa mahdollisesti henkiin jääneet kesto-rikkakasvien taimet. Kasvuston perustaminen onnistui kohtuullisesti, vaikka heinäkuu oli hyvin kuiva, viivästyen itämistä. Maalajin hikevyydestä johtuen lohkolle taimettui runsaasti myös nopeakasvuista ukontataria. Viljelijä halusi näyttää rikkakasvit kevyesti viherlannoituskasvuston yläpuolelta estääkseen ukontatarin siemenlevinnän. Niitto tehtiin elokuun puolivälissä noin 30–40 cm:n sänkeen.

Koeruuduilta otettiin kasvustonäytteet 9.9.2014. Näytteet otettiin tasavälein kolmesta kohtaa koeruutua 0,25 m<sup>2</sup>:n kehikoilla siten, että näyte sisälsi kaiken maanpäällisen biomassan. Näytteet lajiteltiin viherlannoituskasvustoon, valvattiin/ohdakkeeseen ja muihin rikkakasveihin. Alueella kasvoi jonkin verran myös pelto-ohdaketta, mutta näitä ei eritelty valvateista. Kasvien kuiva-aineen määrät määritettiin uuni-kuivausmenetelmällä (+105 °C, 24 h).

## 1.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 1.3.1 Pikakesannointikoe (1)

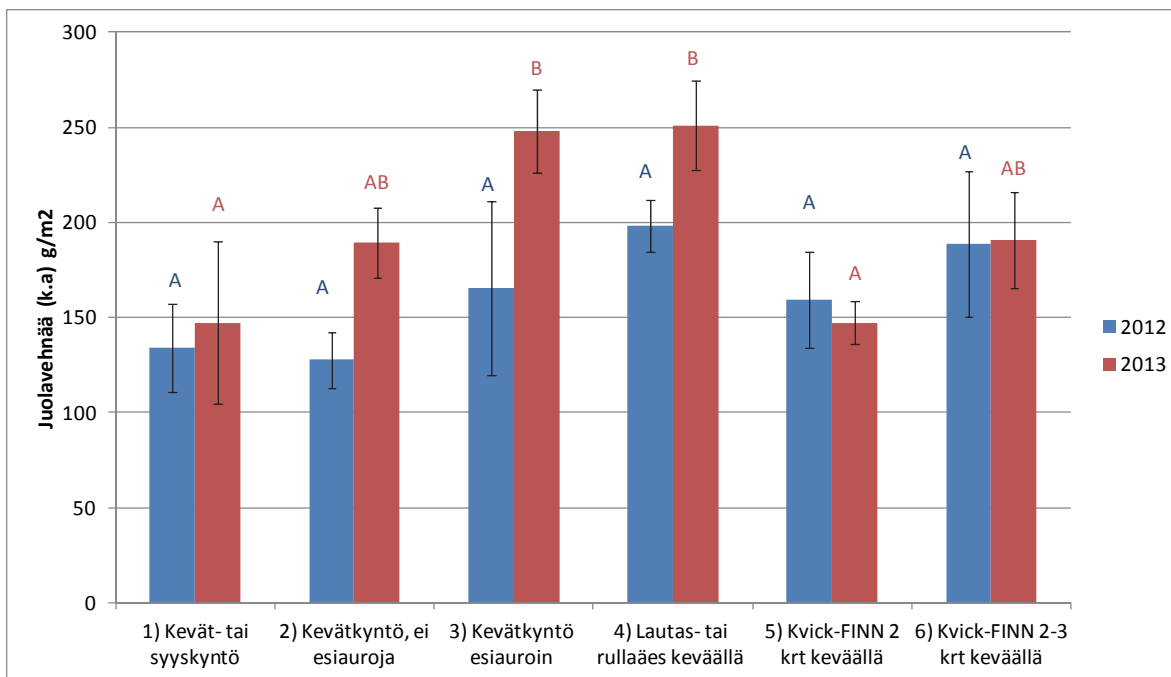
Kokeen alussa tehdyn juolavehnelaskennan mukaan koealueella kasvoi toukokuun 2012 puolivälissä keskimäärin 238 juolavehnen versoja neliömetrillä. Osa näistä todennäköisesti oli muutakin heinää, kuten kylänurmikkaa ja puntarpäätä. Pienin havaittu versomäärä oli 104 kpl/m<sup>2</sup> ja suurin 400 kpl/m<sup>2</sup> (n=48 laskentaruutua). Juolavehnen määrää lähtötilanteessa voi pitää todella runsaana ja esiintymistä riittävän taaisena kokeen suorittamista varten.

Millään kokeessa käytetyllä menetelmällä juolavehnen määrää ei saatu kovin alhaiseksi (Kuva 2). Ensimmäisenä koevuonna käsittelyjen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja tehossa juolavehnen. Puintiaikaan mitatut juolavehnamäärät olivat 130–200 g ka/m<sup>2</sup>, mikä vastaa 1300–2000 kg ka/ha juolavehnen satoa. Havaintojemme mukaan noin suuri juolavehnamäärä altistaa viljan lakoontumiselle ja vaikeuttaa selvästi puintia.

Toisena koevuotena (Kuva 2) syyskylvä oli hieman parempi kuin kevätkylvä esiauroin tai pyöriväteräisellä muokattu koejäsen (4). Syyskylvä vastaan tasoon päästiin Kwick-Finnillä ilman syyskylvä (5) tai syyskylvällä (6). Kuorimet tai esiaurat eivät tässä vähentäneet juolavehnen määrää, mikä on yllättävä tulos. Esiaurat peittivät sängin ja kasvustojätteen pääsääntöisesti hyvin, mutta välillä juolavehnen juurakkoa ja versoja jäi pinnalle. Vuonna 2013 esiauroin varustettu aura saatiin koetilalle vasta toukokuun lopussa ja kylvä voitiin tehdä vasta, kun juolavehnen oli 15–20 cm pitkää. Tämäkin todennäköisesti vaikutti juolavehnen runsastumiseen käsittelyssä 4.

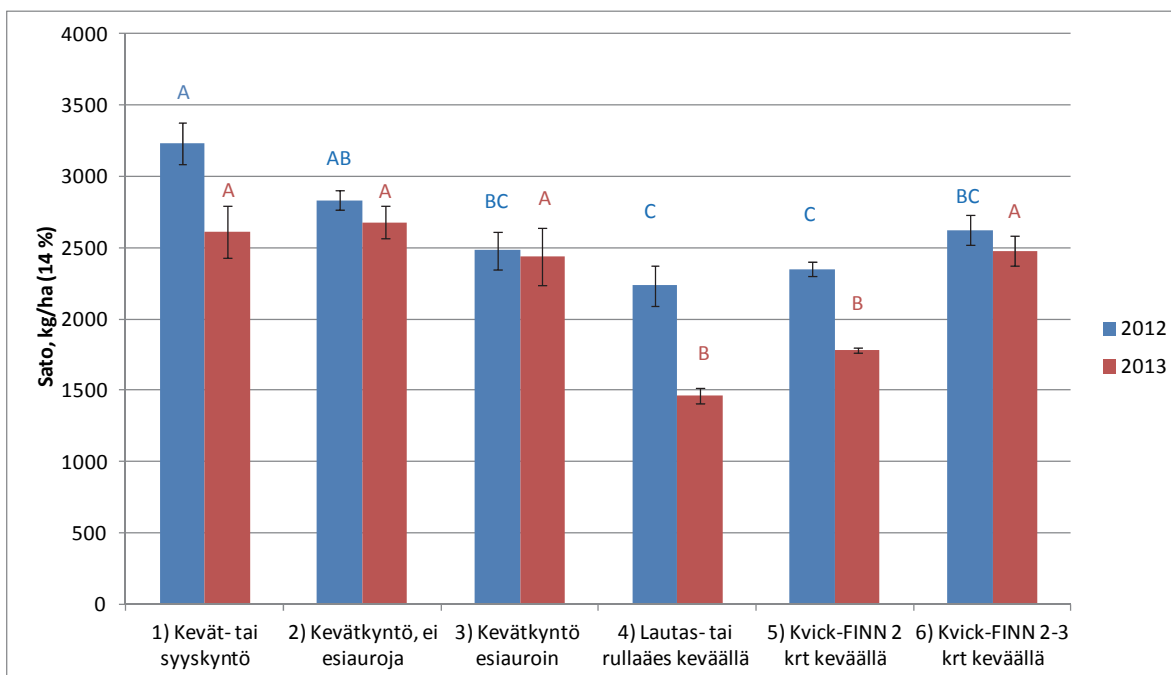
Kwick-Finn käsittelyjen jälkeen pinnassa olevat juolavehnet kuivuivat ja ruskettuivat selvästi. Koska molempina koevuosina päästiin muokkaamaan sään takia vasta melko myöhään, jäi kesannointiaika noin kahteen viikkoon. Näin multavalla ja kostealla maalla tämä ei selvästikään riittänyt. Syksyllä tehdyt sänkimuokkaukset olisivat saattaneet parantaa kevätkäsittelyjen tehoa, kuten kävi Jacobssonin (2006) kokeissa.





**Kuva 2.** Juolavehnan kuiva-aineen määrä ( $\text{g/m}^2$ ) pikakesannointikokeessa syksyllä puintiaikaan. Koe pysyi vuosittain samalla paikalla. Käsittelyjen keskihajonta on merkitty janalla ( $n=4$ ). Tilastollisesti merkitsevästi eroavat ne käsittelyt, joita ei ole merkitty yhteisellä kirjaimella (riskitaso 5 %). Huom! Merkitsevyksiä voi vertailla vain saman koevuoden sisällä, ei koevuosien välillä.

Syyskynnön edullisuudesta ei kannata vetää liian voimakkaita johtopäätöksiä, koska syyskynnö voitiin koeteknisistä syistä tehdä vain jälkimmäisenä koevuonna. Silti myös Jacobsonin (2006) kokeissa syyskynnö kevyillä mailla piti juolavehnan hieman paremmin kurissa kuin kevätkynnö. Myöskin kuorimia ja esiauroja kannattaa edelleen käyttää kynnön laadun parantamiseksi, vaikka tämä koe ei väitettä tuekaan. Rikkakasvipaineen ollessa vähäisempi ja raskaammilla maalajeilla tulokset voisivat olla kuorimien ja esiaurojen osalta parempia.



**Kuva 3.** Ohrasadon määrä  $\text{kg/ha}$  pikakesannointikokeessa (14 % kosteus). Koe pysyi vuosittain samalla paikalla. Käsittelyjen keskihajonta on merkitty janalla ( $n=4$ ). Tilastollisesti merkitsevästi eroavat ne käsittelyt, joita ei ole merkitty yhteisellä kirjaimella (riskitaso 5 %). Huom! Merkitsevyksiä voi vertailla vain saman koevuoden sisällä, ei koevuosien välillä.

Ohran sadot olivat luomumenetelmin viljellyiksi aivan kelvollisia, kynnetyissä koejäsenissä 2500–3000 kg/ha (Kuva 3). Jo ensimmäisenä koevuonna kyntämättömät koejäsenet 4 ja 5 jäivät sadoltaan tilastollisesti merkittävästi heikommiksi kuin keväällä kynnetyt koejäsenet 1 ja 2. Toisena koevuonna tämä edelleen korostui siten, että kaikki koejäsenet, joissa oli kevät- tai syyskyntö, olivat sadoltaan merkittävästi parempia kuin kyntämättömät koejäsenet 4 ja 5. Tämä ei voinut johtua pelkästään juolavehnän suuresta määrästä, sillä Kwick-Finn-käsittelyssä 5 juolavehnän määrä oli kokeen alhaisimpia (Kuva 2).

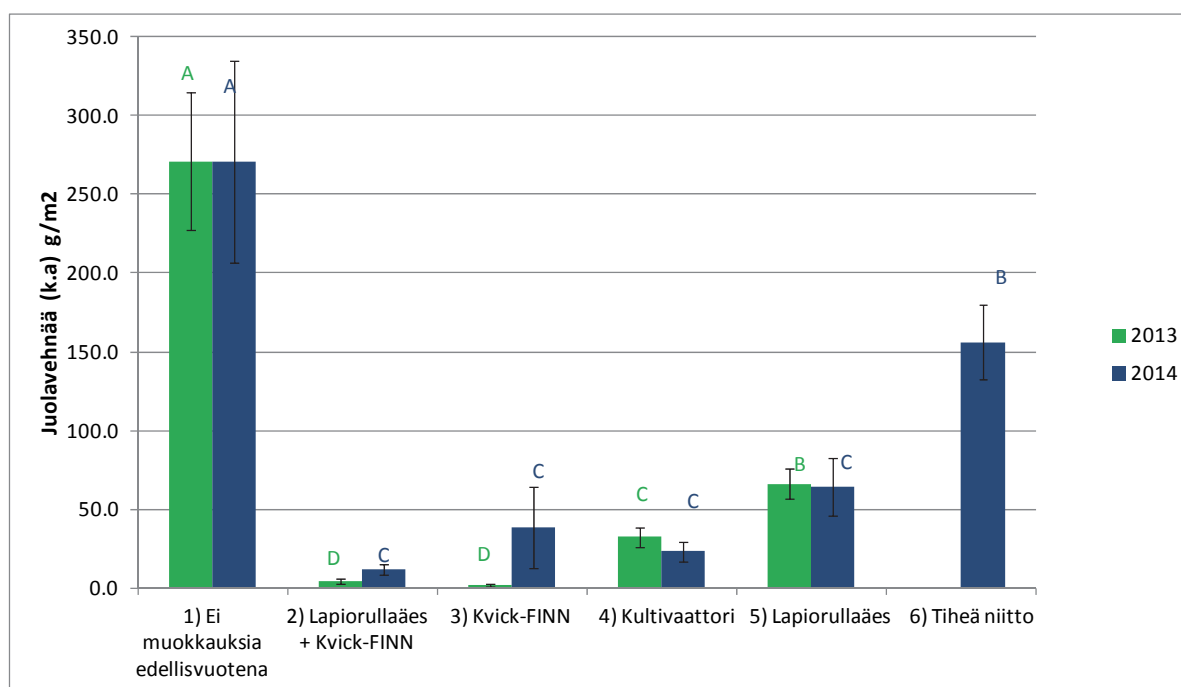
Todennäköistä on, että kyntämättömät koejäsenet kärsivät ainakin vuonna 2013 pintamaan liiallisesta tiivistymisestä, joka ilmeni maan liiallisena kosteutena ja ilmavuuden puutteena. Tähän viittaisi käsittelyjen 5 ja 6 satoero vuonna 2013: kun käsittely 6 oli kynnetty syksyllä 2012, sen ohrasato oli selvästi parempi kuin käsittelyssä 5, jota ei kynnetty. Muutenhan käsittelyt 5 ja 6 hoidettiin samalla tavalla keväällä 2013. Näyttäisi siltä, että ensimmäisenä vuonna kuorimin tehty kevätkyntö tuotti paremman sadon kuin kevätkyntö esiauroin. Uskomme tämän kuitenkin olleen sattumaa.

Ohran satoon ei ollut vaikutusta, tehtiinkö kyntö syksyllä tai keväällä (Kuva 3). Samanlaiset havainnot on saatu turve- ja hietamailla järjestetyissä kolmivuotisissa tavanomaisen viljelyn kokeissa (Isolahti ym. 2008, Lötjönen ym. 2012). Jacobssonin (2006) kokeissa kevyillä mailla satoeroa ei ollut, mutta raskaammilla mailla kevätkyntö oli yhtenä koevuonna syyskyntöä parempi.

Ohran hehtolitrapainot olivat 60–63 kg/hl, eikä merkittäviä eroja käsittelyjen välillä ollut kumpanakaan vuonna.

### 1.3.2 Nurmen lopetuskoe (2)

Ohran puintiaikaan koelueilla kasvoi todella runsaasti juolavehnnää, jollei edellisvuonna ollut tehty mitään muuta, kuin korjattu kaksi säilörehusatoa (Kuva 4). Juolavehnnää oli jopa enemmän kuin pikakesanointikokeessa, vaikka tässä nurmen lopetuskokeessa kaikki koeruudut oli kynnetty keväällä. Nurmen lopetus Kwick-Finnillä onnistui hyvin ja se vähensi juolavehnän määrän vain muutamaan prosenttiin verrattuna käsittelemättömään. Näin pehmeällä maalla muokkausten aloittaminen lapiorullaäkeellä ei vaikuttanut tarpeelliselta, vaan ensimmäinen muokkaus sujui hyvin suoraan Kwick-Finnillä. Toisena koevuonna käsittelyn 3 yhdeltä koeruudulta mitattiin poikkeuksellisen paljon juolavehnnää, mikä nosti käsittelyn keskiarvoa. Jos tämä havainto oletettaisiin virheelliseksi, käsittelyjen 2 ja 3 vuoden 2014 keskiarvot olisivat hyvin lähellä toisiaan.



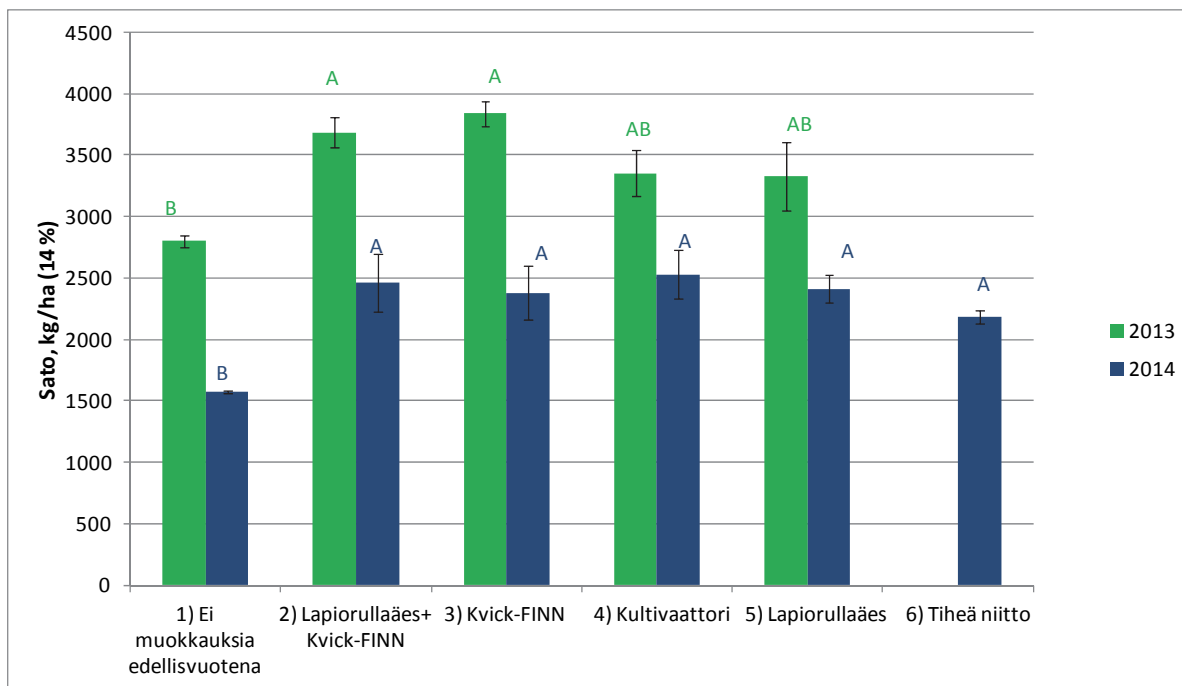
**Kuva 4.** Juolavehnän kuiva-aineen määrä (g ka/m<sup>2</sup>) syksyllä ennen puintia, kun nurmi oli lopetettu edellisvuonna eri menetelmin. Koepaikka vaihtui vuosittain. Käsittelyjen keskihajonta on merkitty janalla (n=4). Tilastollisesti merkittävästi eroavat ne käsittelyt, joita ei ole merkitty yhteisellä kirjaimella (riskitaso 5 %). Huom! Merkittävyksiä voi vertailla vain saman koevuoden sisällä, ei koevuosien välillä.

Kultivaattorimuokkaukset vähensivät juolavehnän noin 10 %:iin verrattuna käsittelemättömään, mikä on myös hyvä tulos. Kvick-Finniin verrattuna hanhenjalkakultivaattori jätti muokatun nurmen pinnan hyvin epätasaiseksi, joten seuraavilla ajokertoilla ajaminen oli epämukavaa ja riittävän ajonopeuden ylläpitäminen vaikeaa. Vuonna 2012 käytössä ollut kapeilla terillä varustettu kultivaattori teki turvemaalla hanhenjalkakultivaattoria tasaisemman työjäljen. Putkipakkerista oli hyötyä työsyvyyden säilyttämisessä ja se myös tasoitti pellon pintaa.

Lapiorullaäestys alensi juolavehnän määrän noin neljännekseen verrattuna käsittelemättömään (Kuva 4). Tämä on aivan hyvä tulos siihen nähden, että työjälki näytti aina vähän puutteelliselle, ts. äes ei rikkonut nurmen pintaa täysin, vaikka ajettiin aina saman päivän aikana kahdesti. Ajokertoja tuli siten paljon, 8–12 kesän aikana. Selvää kuitenkin on, että noin suuri eloon jäänyt juolavehnän määrä (65 g ka/m<sup>2</sup>) lisääntyy nopeasti tulevina vuosina. Nurmen tiheä niitto ei lukuisista niitokerroista huolimatta ollut kovin tehokas juolavehää vastaan. Se hävitti vajaa puolet juolavehnästä verrattuna käsittelemättömään. Käytetyn vaa-katasomurskaimen työjälki oli hyvää jopa vetotraktorin pyöränkohdissa.

Kun käsittelyissä 2–4 juolavehää saatiin tehokkaasti hävitettyä, yksivuotiset rikkakasvit lisääntyivät vapautuneessa kasvutilassa. Molempina vuosina käsittelemättömässä koejäsenessä kasvoi yksivuotisia rikkakasveja noin 30 g ka/m<sup>2</sup>, kun taas käsittelyissä 2–4 vuonna 2013 70–90 g ka/m<sup>2</sup> ja vuonna 2014 115–145 g ka/m<sup>2</sup>. Yksivuotiset rikkakasvit olivat pääasiassa ukontatarta ja jauhosavikkaa. Varsinkin vuoden 2014 yksivuotisten määrä oli niin suuri, että se altisti kasvuston lakoontumiselle ja pienensi kilpailullaan ohran satoa. Orasvaiheessa tehdyt rikkaäestykset olisivat olleet ehdottoman tarpeellisia, mutta rikkaäestä ei ollut käytettävissä.

Kvick-Finn hävitti juolavehää tässä kokeessa todella tehokkaasti, varsinkin kun ottaa huomioon vuoden 2012 loppukesän sateisen ja viileän sään. Sopivia muokkausajankohtia ei tahtonut tulla ja juolavehnän hävittäminen perustui todennäköisesti ennemminkin juurakoiden ravintovarojen näännyttämiseen kuin niiden kuivattamiseen. Lisäksi myös keväällä 2013 ennen kyntöä tehdyllä käsittelyllä saattoi olla merkitystä heikentyneiden juurakoiden tuhoamisessa. Keväällä 2014 tätä ei tehty, eikä Kvick-Finnin teho ollut jälkimmäisessä kokeessa aivan niin hyvä kuin edellisvuoden kokeessa. Muokkaukset jälkimmäisellä kokeella alkoivat noin kuukautta aikaisemmin kuin vuoden 2012 kokeella, mikä johti suurempiin ajokertojen määriin. Tulosten valossa ajokertoja ei olisi kuitenkaan tarpeellista lisätä vuoden 2012 kokeesta, vaan 4 ajokertaa Kvick-Finnillä loppukesästä ja ehkä yksi seuraavan vuoden keväällä näyttäisi riittävältä.



**Kuva 5.** Ohrasadon määrä (kg/ha) nurmen lopetuskokeessa (14 % kosteus). Koepaikka vaihtui vuosittain. Käsittelyjen keskihajonta on merkitty janalla (n=4). Tilastollisesti merkitsevästi eroavat ne käsittelyt, joita ei ole merkitty yhteisellä kirjaimella (riskitaso 5 %). Huom! Merkitsevyyksiä voi vertailla vain saman koevuoden sisällä, ei koevuosien välillä.

Ohrasadot olivat luomusadoiksi hyviä, varsinkin vuonna 2013, jolloin Kvick-Finnin jäljiltä sato oli noin 3700 kg/ha (Kuva 5). Käsittlemättömän koejäsenen sato jäi noin 1000 kg/ha alemmaksi, eron ollessa tilastollisesti merkitsevää. Vuonna 2014 yksivuotiset rikkakasvit ja kasvustojen lakoontuminen jo heinäkuun ukkoskuuron seurauksena alensivat satoa. Käsittelyissä 2–5 ohrasato oli noin 2500 kg/ha ja käsittlemättömässä taas noin 1000 kg/ha alempi, eron ollessa merkitsevää. Tiheän niiton jäljiltä sato oli 2200 kg/ha.

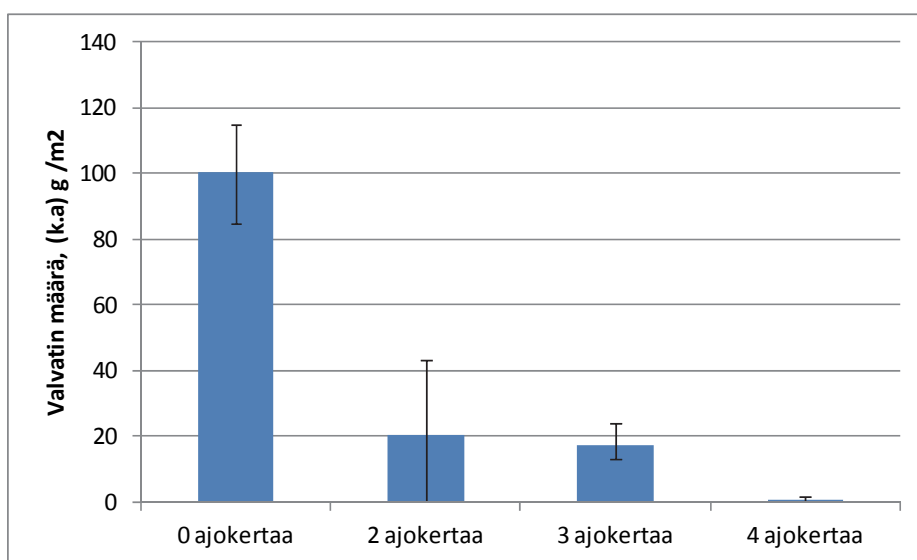
Ohran hehtolitrapainot olivat välillä 59–63 kg/hl, eikä merkitseviä eroja käsittelyjen välillä ollut kumpaanakaan koevuonna. Kauppakelpoisuusrajaa ajatellen hlp:t olivat matalia, mutta käytetty puinti- ja kuivausmenetelmä jättää hlp:t tunnetusti alhaisiksi verrattuna tiloilla käytettävään kalustoon.

Väisäsen ja Kakriainen-Rouhiaisen (2004) nurmen lopetuskokeissa apilanurmi lopetettiin kesannoimalla ensimmäisen säilörehun korjuun jälkeen. Maalajit olivat hietamoreenia ja karkeaa hietaa. Menetelminä olivat ns. jousijyrsin ja kultivaattori tai lautasäes ja kultivaattori. Ajokertoja näillä tuli kolme, juolavehnan kolmilehtiasteella muutaman viikon välein. Tämän jälkeen elokuun alussa kylvettiin nopeakasvuinen ns. pyydyskasvusto, jonka tarkoituksena oli estää ravinnehävikkejä. Lopuilta koejäseniltä korjattiin kaksi säilörehusatoa ja niitä joko sänkimuokattiin kaksi kertaa ennen kyntöä tai pelkästään kynnettiin syksyllä tai keväällä. Seuraavana vuonna viljeltiin ohraa ilman lannoitusta.

Väisäsen ja Kakriainen-Rouhiaisen (2004) kokeissa keskikesän kesanto vähensi juolavehnan tehokkaimmin, noin neljäsosaan verrattuna pelkästään kynnettyihin koejäseniin. Teho ei ollut kuitenkaan yhtä hyvä kuin kuvan 4 Kvick-Finn käsittelyissä. Nurmen sänkimuokkaus kahden rehunkorjuun jälkeen vähensi juolavehnan määrän noin puoleen verrattuna pelkästään kynnettyyn. Myös peltovalvattiin nurmen kesannoimalla ja sänkimuokkauksilla havaittiin olleen samansuuntainen teho. Ohrasadot ja sadon laatu olivat lievästi parhaimmat keskikesän kesannon jälkeen. Tämän tutkijat päättelivät johtuvan apilanurmen sisältämän tyypin sopivasta vapautumisesta seuraavan kesän ohrakasvuston käyttöön. Pelkän syys- ja kevät-kynnön välillä ei ollut eroa juolavehnan määrään tai ohrasadon määrään tai laatuun.

### 1.3.3 Valvattikoe (3)

Sievissä 2014 olleen valvattikokeen tulosten mukaan 2–3 ajokertaa Kvick-Finnillä alensi peltovalvatin ja -ohdakkeen määrää noin viidesosaan verrattuna käsittlemättömään (Kuva 6). Selvästi tehokkain oli 4 ajokertaa, jolloin kestorikkakasvien määrä alentui noin 1 %:iin verrattuna käsittlemättömään. Kestorikkakasveista valtaosa oli valvattia ja loput ohdaketta. Näiden erottaminen taimiasteella olisi ollut vaikeaa, joten sitä ei tehty botanisoinnin yhteydessä.



**Kuva 6.** Peltovalvatin ja -ohdakkeen määrä (g ka/m<sup>2</sup>) Sievin valvattikokeella 9.9.2014 mitattuna. Kokeessa ajettiin Kwick-Finn koneella 0–4 kertaa touko-kesäkuun 2014 aikana. Kolmen osanäytteen suurin ja pienin arvo on merkitty janalla.

Kahden ja kolmen ajokerran välillä ei ollut muuta eroa, kuin kestorikkakasvien määrän pienempi vaihtelu kolmen ajokerran käsittelyssä. Jäljelle jäänyt noin 20 g ka/m<sup>2</sup> valvattia noissa käsittelyissä todennäköises-

ti lisääntyy ja aiheuttaa haittaa seuraavan vuoden kasvustoissa. Suurempi varmuus tästä saadaan vasta vuoden 2015 syksyllä. Koetta voi pitää lähinnä suuntaa antavana, sillä kerranteita ei voitu tilakokeeseen järjestää. Siltikin voidaan sanoa, että Kwick-Finn näyttäisi tehoavan myös valvattiin, kunhan käsittelyaika on tarpeeksi pitkä ja käsittelykertoja on riittävästi.

## 1.4 Johtopäätökset

Ennen viljan kylvöä tehdyn pikakesannon teho juolavehnään ei tässä kokeessa ollut riittävä (koe 1). Turvema on varmasti yksi haasteellisimmista juolavehnan mekaanisen torjunnan kannalta. Turvemaassa kosteutta riittää ja juurten kasvuvastus on pieni, joten rikkakasvien juuret kasvavat nopeasti. Tulokset saattaisivat olla parempia hieta- tai savimailla. Myös jo syksyllä tehty sänkimuokkaus voisi parantaa pikakesannon tehoa. Ruukin pohjoisen sijainnin ja toukokuun alun epäedullisten sääolojen takia kesannointiaika jäi molempina vuosina pariin viikkoon. Mikäli voitaisiin kesannoida kuukaudenkin ajan, teho juolavehnään voisi olla parempi. Kyntö näyttäisi tarpeelliselta niin juolavehnan kurissa pitämisen kuin ohra-sadonkin kannalta.

Oikeampi menettely kokeen 1 kaltaisessa tilanteessa, jossa juolavehnan on jo todella paljon, olisi touko-kesäkuun kesannointi kokeen 3 tapaan. Kesäkuun lopussa pellolle kylvettäisiin nopeakasvuinen viherlannoituskasvusto, joka tukahduttaa mahdollisesti henkiin jääneet kestorikkakasvit ja tuottaa tyypeä seuraavan vuoden sadolle.

Nurmen lopetuskokeessa (koe 2) varsinkin Kwick-Finn kone tehosi hyvin juolavehnään, vaikka vuoden 2012 loppukesä oli sateinen. Kokeessa käytettyjen kultivaattoreidenkin teho juolavehnään oli melko hyvä, mutta ajaminen niillä ei ollut niin miellyttävää kuin Kwick-Finnillä, kultivaattoreiden jättämän epätasaisen pellon pinnan takia. Polttoaineen kulutuksia eri menetelmillä ei mitattu, mutta tuntuman mukaan Kwick-Finnin vedossa traktori pääsi helpommalla kuin kultivaattoria tai lapiorullaäestä vedettäessä. Lapiorullaäestyksestä oli myös selvää hyötyä juolavehnan torjunnassa, mutta teho jäi edellisiä koneita heikommaksi. Selvää on, että mitä alhaisemmaksi kestorikkakasvien määrä saadaan kesannoinnin aikana, sitä pidemmälle selvittää viljelykierron ja ennaltaehkäisevien keinojen avulla, ennen kuin tarvitsee uudestaan kesannoida.

Nurmen lopetuksessa 4 ajokertaa Kwick-Finnillä loppukesän aikana ja yksi kerta seuraavana keväänä näytti sopivalta. Toisena koivuonna ajettiin 6 kertaa loppukesän aikana eikä ollenkaan seuraavana keväänä, jolloin tulos ei ollut aivan yhtä hyvä kuin ensimmäisenä vuonna. Toki sääoloilla saattoi olla vaikutuksensa, mutta tämän ja viljelijöiltä saadun tiedon mukaan keväällä tehty käsittely voi olla tarpeen, jolla saadaan hävitettyä viimeisiä talvesta selvinneitä juolavehnyksilöitä. Kynnön tarpeellisuus määräytyy lähinnä sen mukaan, vaikuttaako maa tiivistyneeltä ja tarvitseeko se kuohkeutusta.

Tällä tavoin tehdyn nurmen lopetuksen suurimpia haittapuolia lievenvät maan jääminen mullokselle talven ajaksi ja siitä mahdollisesti aiheutuvat ravinnetappiot. Toisaalta tilannetta pitäisi verrata syksyllä kynnettyyn nurmeen, kummassa tappiot ja haittavaikutukset ovat suuremmat? Auttaisiko kesannoidun maan syyskyntö tilannetta? Asiaa pitäisi tutkia. Toisaalta tällä tavoin kesannoitu peltopinta-ala on suhteellisen pieni keskivertoluomutilan peltoalasta. Muokkauksen jälkeen ainakin Etelä-Suomessa pellolle voisi kylvää syysviljan tai jonkun muun ”siepparikasvin” kuten Väisäsen ja Kakriainen-Rouhiaisen (2004) kokeessa. Vaarana on, että kesannointiaika jää silloin liian lyhyeksi ja kesannon teho kestorikkakasveihin vajavaiseksi.

Mikäli peltoa ei haluta jättää talveksi ilman kasvustoa, valvattikokeen (koe 3) tapainen menettely voisi sopia lopetettavalle nurmellekin. Tällöin ei tosin saada korjattua yhtäkään säilörehusatoa nurmen lopetusvuonna. Kokeessa 3 Kwick-Finnin teho peltovalvattiin näytti olevan hyvä, kun käsittelykertoja oli neljä ja käsittelyaika oli riittävän pitkä. Lopullinen varmuus asiaan nähdään vuoden 2015 syksyllä.

Kwick-Finn -konetta on kritisoitu hitaaksi ja kalliiksi. Kwick-Finnin ajonopeus voi olla olosuhteista riippuen 4–7 km/h, joten työleveydeltään 3,0 m:n koneen työsaavutus on keskimääräisissä oloissa noin 1,1–1,3 ha/h. Jos oletamme koneen hankintahinnaksi 15 000 e (alv. 0%) ja käyttömääräksi 100 h/v, yhden ajokerran hinnaksi tulisi 60 e/ha. Jos edelleen oletetaan, että vanhan nurmen lopetukseen tarvitaan 5 ajokertaa loppukesällä ja yksi keväällä ennen viljan kylvöä, käsittelyjen kokonaishinnaksi tulee 360 e/ha. Toisaalta, näin voidaan monesti jättää kyntö ja kylvömuokkaus tekemättä, josta säästöä kertyy laskentavasta riippuen 130–180 e/ha. Siten kunnollisen mekaanisen kestorikkakasvien torjunnan hinnaksi voidaan

laskea 180–230 e/ha. Tämä ei ole mahdoton hinta, kun muistaa, ettei näin tehokasta torjuntaa tarvitse tehdä joka vuosi. Viljelykierrosta riippuen, puolikesannoinnin tarve voi olla viiden vuoden välein tai harvemmin.

## 1.5 Kirjallisuus

- Håkansson, S. 1995. Ogräs och odling på åker. Aktuellt från lantbruksuniversitetet nro 437/438 Markväxter. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 70 s.
- Isolahti, M., Lötjönen, T. & Uusitalo, R. 2008. Suorakylvön soveltuvuus nautakarjatilojen viljanviljelyyn. Maa- ja elintarviketalous 118. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT. 62 s.
- Jacobsson, J. 2006. Kvickrotsbekämpning genom uttorkning och köldpåverkan efter jordbearbetning. Hushållningssällskapet rapport. 52 s. Saatavilla internetistä: <[www.hush.se/opn](http://www.hush.se/opn)>
- Lötjönen, T., Saarinen, E. & Keränen, T. 2012. Kevytmuokkaus ja suorakylvö kevyillä maalajeilla. Teoksessa: Schulman, N. & Kauppinen, H. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2012 (verkkajulkaisu). Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 28. Julkaistu 15.1.2012. Saatavilla internetistä: <[www.smts.fi](http://www.smts.fi)>
- Riesinger, P. 2010. Agronomic challenges for organic crop husbandry. PhD thesis. Publications I 2. Department of Agricultural Sciences. University of Helsinki. 90 s.
- Salonen, J., Hyvönen, T. & Jalli, H. 2011. Composition of weed flora in spring cereals in Finland – a fourth survey. *Agricultural and Food Science* 20: 245–261.
- Vanhala, P., Lötjönen, T., Hurme, T., Salonen, J. 2006. Managing *Sonchus arvensis* using mechanical and cultural methods. *Agricultural and Food Science* 15: 444–458.
- Väisänen, J. & Kakriainen-Rouhiainen, S. 2004. Viherlannoitusnurmen muokkaustekniikalla tyypeä ohralle. Teoksessa: Väisänen, J., Forsman, K., Kakriainen-Rouhiainen, S., Lötjönen, T. & Avikainen, H. 2004. Kasvuvoimaa luomuohralle. Maa- ja elintarviketalous 52. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. s. 44–55.

---

## 2 Nurmien sadontuottokyvyn ylläpitäminen täydennyskylvöllä

---

**Timo Lötjönen**

MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

### Tiivistelmä

Tämän tutkimuksen lähtökohtana oli luomupellolla kasvava kolmannen satovuoden puna-apilaheinänurmi, johon haluttiin lisätä apilaa tulevien vuosien nurmisadon määrän ja laadun parantamiseksi. Koepaikalla puna-apilan määrä oli jo selvästi vähentynyt. Tavoitteena oli selvittää, millä menetelmillä täydennyskylvö onnistuu parhaiten ja onko kylvöajankohdalla merkitystä.

Kylvömenetelmiä oli neljä ja kylvöajankohtia kolme: hajakylvö pintaan huhtikuussa, viljan suorakylvökone nurmen kylvöön säädettyä touko- tai heinäkuussa, rikkaakeeseen yhdistetty pneumaattinen kylvölaite touko- tai heinäkuussa ja tiheävantainen nurmen suorakylvökone touko- tai heinäkuussa. Koepaikan maalaji oli multamaata ja kylvömääränä käytettiin 4–5 kg/ha puna-apilan siementä. Täydennyskylvöt tehtiin vuonna 2013 ja kylvöjen onnistumista mitattiin vuonna 2014 määrittämällä nurmen ensimmäinen ja toinen säilörehusato. Koealuetta ei lannoitettu vuosina 2013–2014.

Vuonna 2014 sadon 1 keskiarvo eri käsittelyissä oli noin 3600 kg ka/ha ja sadon 2 noin 3100 kg ka/ha. Käsittelemättömän koejäsenen kokonaissato oli 6400 kg ka/ha ja muiden koejäsenten kokonaissadot olivat 6300–7500 kg ka/ha. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Havaintojen perusteella apilat näyttivät itävän ja taimettuvan useimpien kylvömenetelmien jälkeen. Nurmen apilapitoisuus ei kuitenkaan lisääntynyt niin paljon, että nurmen sato olisi kasvanut täydennyskylvöjen seurauksena. Suurimpana syynä tähän lienee ollut olemassa olevan heinäkasinurmen kilpailu- ja varjostuskyky. Pienet apilantaimet todennäköisesti kuolivat varjostukseen, jota nopeasti kasvava heinäkasinurmi aiheuttaa. Nurmisadot olivat kohtalaisen suuruisia ilman täydennyskylvöäkin. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei täydennyskylvö toimisi missään oloissa ja ettei sille olisi tarvetta.

Havaintojen mukaan nurmen aukkopaikat saadaan täydennyskylvettyä varmemmin kuin tasaisen tiheä nurmi. Esimerkiksi talvituhojen havaitseminen aikaisin keväällä on haasteellista. Tällöin ei nähdä, mitkä kohdat pellostä kaipaisivat täydennyskylvöä. Tästä syystä monet viljelijät täydennyskylvävät nurmiaan vuosittain pienellä siemenmäärällä, ikään kuin varmuuden vuoksi. Vaikutus ei ehdi näkymään vielä ensimmäisessä nurmisadossa, mutta oletettavasti jo jonkin verran toisessa sadossa ja tulevina vuosina merkittävästi.

### Avainsanat:

nurmet, täydennyskylvö, apila

## 2.1 Johdanto

Nurmen täydennyskylvölle voi olla monta syytä. Nurmi voi olla jäänyt aukkoiseksi tai harvaksi jo perustamisvaiheessa esimerkiksi suojaviljan osittain lakoonnutua. Poikkeuksellisen epäedullinen talvi on voinut tappa osan nurmesta tai harventaa sitä. Sadonkorjuu tai laidunnus liian kosteaan aikaan on voinut tuhota nurmea paikoitellen. Vanhaa nurmea voidaan haluta tihentää ja saada siihen lisää sadontuottokykyä lisäämällä siemeniä. Tällainen tilanne on usein apila-heinänurmia viljeltäessä, koska apilan määrä jo kolme vuotta vanhoissa ja sitä vanhemmissa nurmissa alentuu selvästi (Nykänen 2008, Riesinger 2010). Erityisesti luomutiloilla tällä on merkitystä, sillä nurmet saavat monesti tyypeä vain apilan typensidonnan kautta.

Nurmen täydennyskylvön vaihtoehtona on nurmen lopettaminen ja uudistaminen totutuin tavoin suojaviljan avulla tai ilman suojaviljaa. Tämä on kuitenkin kallista ja työlästä kyntöineen, muokkauksineen ja mahdollisine kivenkeruineen. Lisäksi näin menetetään yhden vuoden nurmisato, millä voi olla merkitystä jos tilan nurmiala on niukka suhteessa eläinmäärään tai säät ovat epäedulliset. Toisaalta nurmista tulee näin yleensä tuottoisia ja karjanlantaa tai kalkkia saadaan sekoitettua maahan tehokkaasti perustamisen yhteydessä.

Nurmen täydennyskylvöön on kehitetty menetelmiä mm. Keski-Euroopassa, missä nurmet ja varsinkin laitumet ovat selvästi pidempi-ikäisiä kuin Suomessa. Täydennyskylvöön käytetään ainakin pintalevittimiä (keskipako- tai pneumaattinen levitin), rikkaakeen ja pintalevittimen yhdistelmiä ja vannaskoneita, joissa voi olla kiekkovantaat tai viiltävät vantaat. Myös rikkaakeiden ja jyrien yhdistelmiä on kehitetty. Tärkeää olisi, että nurmisiemenet saadaan maakosketukseen 1–2 cm:n syvyyteen, mutta ei syvemmälle, sillä pienet siemenet eivät jaksakaan nousta syvältä pintaan. Myöskään olemassa olevan kasvuston kilpailua ei saisi olla liikaa, sillä pienet nurmikasvien taimet tukahtuvat helposti kilpailuun. Tähän voidaan vaikuttaa lähinnä kylvöajankohdan valinnalla. Eräs kotimainen kylvökonevalmistaja kehittänyt aikoinaan vannaskylvökoneen, jossa on jokaisen vantaan edellä kapea VOA-käyttöinen jyrsinkiekkko luomassa kylvettäville nurmisiemenille sopivia kasvuoloja. Toisaalta nurmea ei voida muokata täydennyskylvössä kovin paljon, jotta olemassa olevan nurmen sadontuotto ei kärsi. Nurmen pinnalle ei saisi myöskään nostaa irtomaata tai kiviä, jotka voisivat heikentää korjattavan sadon laatua.

Tämän tutkimuksen lähtökohtana oli luomupellolla kasvava vanha puna-apila-heinänurmi, johon haluttiin lisätä apilaa tulevien vuosien nurmisadon määrän ja laadun parantamiseksi. Tavoitteena oli selvittää, millä menetelmällä täydennyskylvö onnistuu parhaiten ja onko kylvöajankohdalla merkitystä.

## 2.2 Aineisto ja menetelmät

Nurmen täydennyskylvökoe perustettiin luomuviljelijän nurmipellolle Ruukkiin keväällä 2013. Lohkolle oli kylvetty puna-apila-alsikeapila-timotei-ruokonatanurmi vuonna 2010 suojaviljaa apuna käyttäen. Paikka oli käyty valitsemassa jo syksyllä 2012 sellaiseen kohtaan, jossa puna-apilan määrä oli jo selvästi vähäinen. Koepaikka oli maalajiltaan multamaata, pH 6,6, P-luku 4,8 mg/l ja K-luku 29 mg/l. Vuosina 2013–2014 koepellolle ei annettu mitään lannoitusta.

Koejäseniksi valittiin seuraavat:

- 1) Ei täydennyskylvöä
- 2) Täydennyskylvö aikaisin keväällä (25.4.2013) pintalevittäjällä (kannettava, keskipakotoiminen)
- 3) Täydennyskylvö keväällä (21.5.2013) viljan suorakylvökoneella (VM 300, työsyvyys 1–2 cm)
- 4) Täydennyskylvö keväällä (22.5.2013) rikkaakeen ja pneumaattisen kylvölaitteen yhdistelmällä (Köckerling Grassmaster 6,0 m, työsyvyys 1–2 cm)
- 5) Täydennyskylvö keväällä (16.5.2013) nurmen suorakylvökoneella (Underhaug 7942, 2,5 m, työsyvyys 1–2 cm)
- 6) Täydennyskylvö kesällä (4.7.2013) viljan suorakylvökoneella
- 7) Täydennyskylvö kesällä (3.7.2013) rikkaakeen ja pneumaattisen kylvölaitteen yhdistelmällä
- 8) Täydennyskylvö kesällä (4.7.2013) nurmen suorakylvökoneella





**Kuva 1.** Koejäsenissä 3 ja 6 käytetty viljan suorakylvökone. Kuva: Timo Lötjönen.



**Kuva 2.** Koejäsenissä 4 ja 7 käytetty nurmen täydennyskylvökone. Kuva: Timo Lötjönen.



**Kuva 3.** Koejäsenissä 5 ja 8 käytetty nurmen suorakylvöne. Kuva: Timo Lötjönen.

Täydennyskylvöön käytettiin ymppäämätöntä Bjursele-puna-apilan siementä kylvömäärätavoitteen ollessa 4–5 kg/ha. Pelkkää apilaa käytettiin siksi, että kylvösten orastuminen oli näin helpompi havainnoida, kuin jos seoksessa olisi ollut myös heinäkasvien siemeniä.

Koejäsenessä 2 apilan siemenet kylvettiin kannettavalla keskipakotoimisella kylvölaitteella (Earthway) nurmen pintaan heti lumien sulamisen jälkeen huhtikuun lopulla. Ideana oli, että maan runsas kosteus ja yöpakkasista aiheutuva rouste saisivat siemenen itämisen kannalta riittävään maakosketukseen. Noin -5 °C:een yöpakkasia tulikin pintakylvön jälkeen useana yönä. Käytännössä pellon pinta on tuohon aikaan yleensä niin märkää, ettei pellolla voida ajaa traktorilla. Monet viljelijät ovatkin sovittaneet sähkötoimisen keskipakolevittäjän mönkijään, jolla piensiemien kylvö onnistuu yhtä kosteissa oloissa kuin jalkamiehelläkin.

Toukokuun kylvöt tehtiin heti kun pelto kantoi riittävästi paripyörätraktoria. Ensimmäisen säilörehun korjuun jälkeen tehtävät kylvöt kylvettiin heinäkuun alussa. Ne olisi voitu kylvää aiemminkin, mutta kuivan sään takia pellon pinta oli kovaa ja päätettiin odottaa sateiden maata pehmentävää vaikutusta.

Apilatiheydet laskettiin koejäsenestä 1) 22.5.2013 kahdesta kohtaa koeruutua 0,5 m<sup>2</sup>:n kehikkoa apuna käyttäen. Kesän 2013 ensimmäinen nurmisato korjattiin 18.6. pyöröpaaleihin ilman pöyhintää tai karhottusta, jottei olisi vaurioitettu mahdollisesti jo itäneitä apilan taimia. Syyssatoa ei korjattu vuonna 2013, vaan se murskattiin vaakatasomurskaimella 22.8. noin 12 cm:n sänkeen. Vuonna 2014 nurmisadot mitattiin Haldrup-nurmikorjuukoneella ruuduittain 19.6. ja 21.8. Sadon kuiva-aineen määrä määritettiin uuni-kuivausmenetelmällä (+105 °C, 24 h).

Koeruutujen koko oli 6 × 20 m, mikä mahdollisti koeruutujen kylvön ja hoidon käytännön mittakaavan koneilla. Koe toteutettiin lohkoittain satunnaistettuna kokeena neljällä toistolla. Tulokset analysoitiin varianssianalyysin ennako-oletusten tarkastelun jälkeen SAS-ohjelmiston MIXED-varianssianalyysillä, jossa parittaiset vertailut tehtiin Tukeyn testillä.

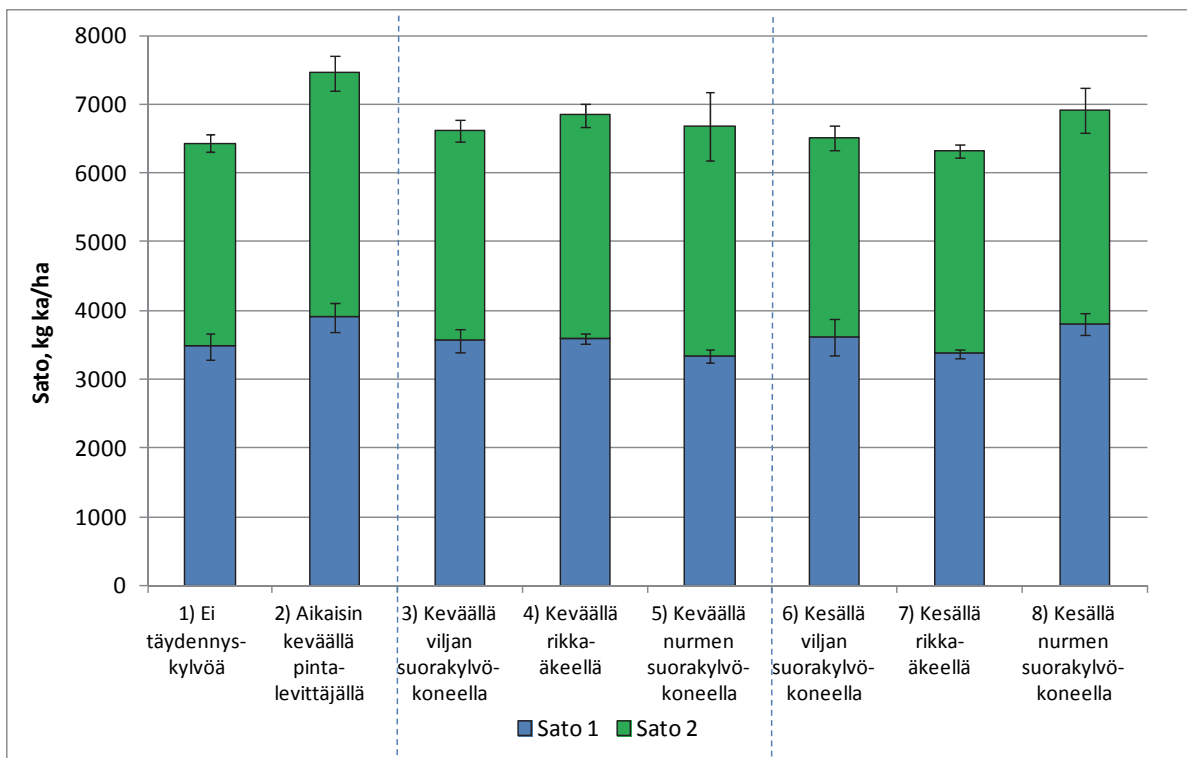
## 2.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Kokeen alussa tehdyn apilalaskennan mukaan käsittelemättömässä koejäsenessä (1) apiloita kasvoi 8–40 kpl/m<sup>2</sup>. Suuri osa näistä oli puna-apiloita pienempiä, luultavasti pellolla luontaisesti kasvavaa valkoapilaa. Yleishavaintona voidaan todeta, että puna-apilapitoisuus oli koepaikalla selvästi pienempi kuin lohkon paremmin kasvavissa osissa, silmämääräisesti arvioiden 10 %:n luokkaa.

Vuonna 2014 sadon 1 keskiarvo eri käsittelyissä oli noin 3600 kg ka/ha ja sadon 2 noin 3100 kg ka /ha (Kuva 4). Käsittelemättömän koejäsenen (1) kokonaissato oli 6400 kg ka/ha ja muiden koejäsenten kokonaissadot olivat 6300–7500 kg ka/ha. Erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä 1. sadossa, 2. sadossa tai kokonaissadossakaan. Lievästi parhaimmalle näytti aikaisin keväällä pintalevittäjällä tehty kylvö (2), mutta ero ei ollut merkitsevä muihin nähden. Lisäksi tässä kylvössä kylvölaitteen epätarkan säädön takia apilansiemeniä kului noin 8 kg/ha, mikä oli selvästi tavoitetta enemmän.

Havaintojen perusteella apilat näyttivät kyllä itävän ja taimettuvan useimpien kylvömenetelmien jälkeen. Siemenet vaikuttivat menevän varsinkin vannaskylvökoneilla riittävään maakosketukseen. Miksi nurmen apilapitoisuus ei sitten lisääntynyt niin paljon, että nurmen sato olisi kasvanut täydennyskylvöjen seurauksena? Suurimpana syynä lienee ollut olemassa olevan heinäkasvinurmen kilpailu- ja varjostuskyky. Ilman täydennyskylvöäkin kahden niiton yhteissato oli 6400 kg ka/ha, mikä on vielä ihan kohtalainen luomunurmisato (Riesinger 2010). Pienet apilantaimet todennäköisesti kuolivat varjostukseen, jota nopeasti kasvava heinäkasvinurmi aiheuttaa.

Pellon pinta oli paikoin myös sammaloitunut, jolloin hyvin pintaan kylvetyt siemenet eivät välttämättä itäneet. Viljavuustutkimuksen mukaan koepaikan kalium-arvo oli luokassa huono, mikä saattaa myös selittää apilan heikkoa menestymistä. Tämä selvisi vasta, kun kylvöt koeruuduille oli tehty, eikä koepaikaa voitu enää vaihtaa tai lisälannoitusta antaa.



**Kuva 4.** Nurmen kuiva-ainesato vuonna 2014 erilaisten täydennyskylvömenetelmien jälkeen. Täydennyskylvöt tehtiin vuonna 2013. Keskihajonta on merkitty janoilla (n=4). Ei tilastollisesti merkitseviä eroja.

Kurjen & Valon (2013) nurmen täydennyskylvökokeissa todettiin kasvavan nurmen kilpailun olevan suurin uhka täydennyskylvön onnistumiselle. Osa aikaisista kylvöistä ja osa syyskylvöistä onnistui, mutta kesä-heinäkuun kylvöissä vanhan kasvuston kilpailu oli liian suuri. Monesti täydennyskylvön vaikutus alkoi näkyä kasvustossa vasta kahden vuoden kuluttua kylvöistä. Aukkopaikkojen täyttäminen uudella nurmella onnistui helpoiten. Saman saattoi todeta Ruukissakin olleessa kokeessa, sikäli kun vanhassa nurmessa oli aukkoja.

Niemeläisen ym. (2014) kokeessa täydennyskylvettiin 5 vuotta vanhaa heinäkasvinurmea puna-apilalla (6 kg/ha). Maalaji oli hietasavea ja täydennyskylvö tehtiin viljan suorakylvökoneella toukokuussa tai heinäkuussa. Seuraavina kahtena vuonna koetta ei lannoitettu ja sadonkorjuu suoritettiin yhdellä niitolla heinäkuun puolivälissä. Ilman täydennyskylvöä olleen koejäsenen nurmisato oli vain 1700–2200 kg ka/ha, kun toukokuussa täydennyskylvetyin sato oli kahtena seuraavana vuonna 5500–6200 kg ka/ha. Hyvin onnistunut apilan lisäys paransi vielä kolmannen vuoden kaurasatoa. Heinäkuussa tehty täydennyskylvö ei taivuttanut kuivuuden takia ja nurmisato jäi samalle tasolle kuin ilman täydennyskylvöä. Syy täydennyskylvön onnistumiseen toukokuussa lienee ollut vanhan heinäkasvinurmen heikko kasvu ja kilpailukyky. Maalaji ei ollut kovin multavaa, joten siitä ei vapautunut tyypeä nurmen käyttöön, kuten Ruukin kokeessa todennäköisesti kävi.

## 2.4 Johtopäätökset

Kohtuullisen tiheän ja hyvässä kasvussa olevan heinänurmen täydennyskylvö ei ole helppo tehtävä vanhan nurmen kilpailukykyyn takia. Aukkopaikat saadaan todennäköisesti täydennyskylvettyä varmimmin. Suorakylvöön kehitetyillä vannaskoneilla, joissa on riittävä vannaspaino, siemenet saadaan todennäköisesti helpoiten optimaaliseen kasvusyvyyteen. Rikkaäkeeseen perustuvan kylvökoneen etuna on suuri työleveys, mahdollisuus kuohkeuttaa ja ilmastaa nurmen pintaa ja mahdollisuus käyttää konetta myös viljapeltojen rikkakasviäestykseen, mikäli äkeen piikit soveltuvat molempiin töihin.

Tässä kokeessa ei ollut mahdollista kokeilla kapeakiekkoiseen jyrtimeen perustuvaa nurmikylvökonetta tai nurmijyrä-tyyppisiä pintakylvökoneita (esim. Kivi-Pekka ja Dalbo). Toisaalta kokeessa olleessa viljan suorakylvökoneessa on jyräpyörät, jotka sulkivat tiiviisti kylvövaot. Siten tämän kokeen oloissa jyrääminen ei ollut kynnyskysymys uuden kasvuston aikaansaamisessa.

Talvituhojen havaitseminen keväällä, ennen kuin nurmi alkaa vihertää, on haasteellista. Varsinkin vanhemmat nurmet pysyvät pitkälle toukokuuhun ruskeana kulokkona. Tällöin ei nähdä, mitkä kohdat pellosa kaipaisivat täydennyskylvöä. Sitten kun nurmen kasvu alkaa, optimiajankohta täydennyskylvöille on monesti jo ohitettu maan kosteuden ja vanhan kasvuston kilpailukyvyn suhteen. Tästä syystä monet viljelijät täydennyskylvävät nurmiaan vuosittain pienellä siemenmäärällä, ikään kuin vakuutuksen omaisesti. Todennäköisesti talvituholaikut ja muuten harventuneet kohdat saadaan tällä tavoin täytettyä. Vaikutus ei ehdi näkymään vielä ensimmäisessä nurmisadossa, mutta oletettavasti jo jonkin verran toisessa sadossa ja tulevana vuosina merkittävästi.

## 2.5 Kirjallisuus

- Kurki, P. & Valo, R. 2013. Nurmen suora- ja täydennyskylvö. Teoksessa: Havaintokokeet : kokeilusta käytäntöön. Pellot tuottamaan hanke. Joensuu: ProAgria Pohjois-Karjala. s. 18–19.
- Niemeläinen, O., Hyvönen, T., Jauhiainen, L., Lötjönen, T., Virkkunen, E. & Uusi-Kämpä, J. 2014. Hoidettu viljemätön pelto biokaasuksi: biomassan sopivuus syötteeksi ja korjuun vaikutukset tukiohjelmien muiden tavoitteiden saavuttamiseen. HVP-biokaasuksi-hankkeen loppuraportti. MAKERA: Dnro 2619/312/2009. 31 s. Saatavilla internetistä: <<http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014030415897>>
- Nykänen, A. 2008. Nitrogen dynamics of organic farming in a crop rotation based on red clover (*Trifolium pratense*) leys. PhD thesis. Agrifood Research Reports 121. Jokioinen, MTT Agrifood Research Finland. 60 s.
- Riesinger, P. 2010. Agronomic challenges for organic crop husbandry. PhD thesis. Publications I 2. Department of Agricultural Sciences. University of Helsinki. 90 s.

## 3 Palkokasviljakasvustojen satoisuus ja rehuarvo

**Kaisa Kuoppala<sup>1</sup>, Timo Lötjönen<sup>2</sup>, Essi Saarinen<sup>3</sup>, Raija Suomela<sup>3</sup>, Maarit Hyrkäs<sup>4</sup>  
ja Arto Huuskonen<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tietotie 2C, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup> MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>3</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>4</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, etunimi.sukunimi@mtt.fi

### Tiivistelmä

MTT Ruukissa tutkittiin kesällä 2012 herne- ja härkäpapuviljaseoksia sekä korjuuajan vaikutusta niiden satotasoon ja rehuarvoon. Kokeessa oli kolme härkäpapulajiketta (Fuego, Kontu ja Tangenta) ja neljä hernelajiketta (Arvika, Dolores, Florida ja Jermu) seoskasvustoina sekä kevätvehnän (Wappu) että kauran (Wilhelmiina) kanssa. Koeruudut korjattiin kolmena eri korjuuajana kokoviljasäilörehuksi. Lisäksi kesällä 2013 tutkittiin typpibakteeriympäyksen vaikutusta Fuego-härkäpavun tai Florida-herneen kokoviljasatoon yhdessä Anniina-kevätvehnän kanssa.

Korjuuajasta vaikutti ruuduilta korjattavaan kuiva-aine- ja raakavalkuaissatoon. Kuiva-ainesato lisääntyi vihantalajikkeilla vielä kolmannelle korjuukerralle, mutta puitavan siemenen tuotantoon tarkoitetuilla lajikkeilla (Kontu ja Jermu) ei juurikaan. Keskimäärin herne- ja härkäpapuviljaseoksilla saatiin 7918 ja 9402 kg kuiva-ainetta hehtaarilta. Keskimääräiset raakavalkuaissadot olivat 1194 ja 1313 kg raakavalkuaista hehtaarilta.

Herneviljaseosten kuitupitoisuus oli keskimäärin 477 g/kg ka ja härkäpapuviljaseosten 482 g/kg ka. Sulamatonta kuitua (iNDF) herneviljaseoksissa oli keskimäärin 186 g/kg ka ja härkäpapuviljaseoksilla 181 g/kg ka. Herneviljaseosten sulamattoman kuidun pitoisuuteen korjuuajasta ei vaikuttanut, mutta härkäpapuviljaseoksilla sulamattoman kuidun osuus väheni korjattaessa kasvusto myöhemmin.

D-arvo oli herneviljaseoksilla keskimäärin 636 g/kg ka ja härkäpapuviljaseoksilla 641 g/kg ka. D-arvo suureni molemmilla palkokasviseoksilla kun kasvusto korjattiin myöhemmin. D-arvo suureni keskimäärin 2,29 g/pv ensimmäiseltä toiselle korjuulle ja 0,91 g/pv toiselta kolmannelle korjuukerralle herneviljaseoksilla ja härkäpapuviljaseoksilla vastaavasti 2,31 ja 0,45 g/pv. Härkäpapuviljaseoksilla korjuuajankohta vaikutti eri tavalla eri lajikkeilla. Kontulla ja Tangentalla suurin sulavuuden lisäys tapahtui ensimmäisen ja toisen korjuun välillä. Fuegolla sulavuuden lisääntyminen oli tasaisempaa ja lajikkeista suurinta toisen ja kolmannen korjuun välillä.

Härkäpapulajikkeista Kontu on suunnattu erityisesti tuleentuneen siemensadon tuotantoon, ja se eroaa selvästi säilörehuominaisuuksiltaan vihantalajikkeista. Samoin hernelajikkeista Jermu poikkeaa muista lajikkeista. Pitemmän kasvuajan vaativat rehevät lajikkeet sopivat säilörehun raaka-aineeksi paremmin suuren kuiva-aine- ja raakavalkuaissadon tuotantokyvyn takia. Niillä myös sulavuus pysyy kauan korkeana.

Herneen typpibakteeriympäyty seoskasvusto tuotti noin 1000 kg ka/ha suuremman sadon verrattuna ympäpäämättömään. Härkäpavun siemenen ympäyöksellä ei saatu vuoden 2013 kokeessa lisäsatoa ympäpäämättömään kasvustoon verrattuna.

### Avainsanat:

säilörehu, viljat, härkäpapu, herne, satotaso, rehuarvo, ympäyys

## 3.1 Johdanto

Nautakarjatilojen kiinnostus kokoviljasäilörehun käyttöön joko vaihtoehtoisena rehuna tai nurmisäilörehun täydentäjänä on viime aikoina lisääntynyt kokoviljasäilörehun alhaisten tuotantokustannusten ja viljelyteknisten etujen (Turunen 2003, Walsh ym. 2008, Rustas 2009) sekä kohtalaista nurmisäilörehua vastaavien rehuarvojen vuoksi (Nousiainen 2003, Wallsten 2008). Tavanomaisessa tuotannossa on mahdollista käyttää puhtaita viljakasvustoja kokoviljasäilörehun raaka-aineena. Sen sijaan luonnonmukaisessa tuotannossa palkokasvien käytöllä seoksena viljan kanssa on todennäköisesti saavutettavissa parempi tulos kuin puhtaalla viljakasvustolla, koska palkokasvit pystyvät hyödyntämään ilmakehän tyypeä biologisen typen sidonnan kautta. Viljapalkokasviseoksia käytetään jo suhteellisen yleisesti luomunautatiloilla. Jotta rehuntuotantoa ja rehujen käyttöä ruokinnassa voidaan optimoida, tarvitaan luotettavaa tietoa palkokasviseosten sadontuottokyvystä ja rehujen ruokinnallisesta arvosta. Edistystä luomutuotantoon -hankkeessa vuonna 2012 toteutettujen ruutukokeiden tavoitteena oli verrata eri herne- ja härkäpapulajikkeiden massan- ja valkuaisen tuottopotentiaalia sekä rehuarvon kehitystä viljapalkokasviseoksissa, kun seoksesta tehdään säilörehua. Samalla tuotettiin tarvittavat rehunäytteet NIR-analytiikan kalibroimiseksi. Vuoden 2013 ruutukokeen tavoitteena oli selvittää kylvösiementen typpibakteeriympäyksen vaikutus herne- ja härkäpapuviljasäilörehun sadontuottoon.

## 3.2 Aineisto ja menetelmät

### 3.2.1 Vuoden 2012 ruutukokeet

Herne- ja härkäpapuviljakokeet perustettiin MTT Ruukissa keväällä 2012 pellolle, jonka maalaji on runsasmultainen karkea hieta ja pH 6,8. Syksyllä kynnetty maa lannoitettiin toukokuun lopulla naudan liete-lannalla (22 tn/ha). Liete mullattiin välittömästi äestämällä. Seosten siemenmäärät laskettiin siten, että palkoviljaa tuli itävissä siemenissä mitattuna 60 % ja viljaa vastaavasti 40 % siitä määrästä, mitä suositellaan, kun kasveja viljellään puhtaina kasvustoina. Herneellä tämä tarkoitti itävien siementen määräksi 60 kpl/m<sup>2</sup>, härkäpavulla 42 kpl/m<sup>2</sup>, vehnällä 260 kpl/m<sup>2</sup> ja kauralla 200 kpl/m<sup>2</sup>. Hernelajikkeilla kylvömäärät vaihtelivat välillä 79–167 kg/ha ja härkäpapulajikkeilla 153–300 kg/ha. Vehnällä 99 kg/ha ja kauralla 68 kg/ha. Suuret vaihtelut palkokasvilajikkeiden kilokohtaisissa kylvömäärissä johtuivat eroista tuhannen siemenen painoissa ja itävyyksissä. Herneellä tai härkäpavulla ei käytetty typpibakteeriympäystä. Härkäpapu ja herne kylvettiin 6–8 cm syvyyteen ja vilja 2–3 cm syvyyteen palkokasvin päälle. Koemalli oli osa-osaruutukoe, jossa pääruutuna oli korjuuaika, osaruutuna viljalaji ja osa-osaruutuna palkokasvilaji. Koeruutujen koko oli 1,5 × 8 m.

Mukana oli kolme härkäpapulajiketta (Fuego, Kontu ja Tangenta) ja neljä hernelajiketta (Arvika, Dolores, Florida ja Jermu). Härkäpavut ja herneet kylvettiin seoskasvustoina sekä kevätvehnän (Wappu) että kauran (Wilhelmiina) kanssa kolmena kerranteena. Härkäpapuseokset kylvettiin 29.5.2012 ja hernesekset 30.5.2012.

Koeruudet korjattiin kolmena eri korjuuaikana. Herneviljaseokset korjattiin 15.8., 27.8. ja 10.9. ja härkäpapuviljaseokset 16.8., 30.8. ja 13.9.2012. Korjuu tehtiin koeruutupuimurilla (Haldrup). Ruuduilta määritettiin satotaso ja palkokasvin pituus korjuupäivänä. Vuoden 2012 sääolot ovat nähtävissä tämän raportin kappaleen 1 taulukossa 5 (Lötjönen 2014).

Seoskasvustonäytteistä määritettiin seoksen kuiva-ainepitoisuus, kuivattiin analyysinäyte ja osa botanisoi-ttiin niin, että saatiin selville palkokasvin, viljan ja rikkakasvien osuudet kasvustossa. Kaikista kerranteista lähetettiin näytteet Valiolle NIR-analyysiin. Kaikkien kerranteiden rikattomat näytteet analysoitiin MTT:n laboratorioissa ja lisäksi 1. kerranteen näytteet analysoitiin sekä palkokasviviljaseoksina että palkokasvit ja viljat erilleen lajiteltuina. Kaikista näytteistä analysoitiin tuhka, raakavaluainen, kuitu neutraalidetergenttimenetelmällä (NDF) ja 1.kerranteen näytteistä lisäksi sulamaton kuitu (iNDF) ja orgaanisen aineen pepsini-sellulaasiuikaisuus (OMS). Orgaanisen aineen sulavuus laskettiin seoksille sellulaasiliukoisuudesta (Huhtanen ym. 2006), jolloin se saatiin vastaamaan päseillä ylläpitotasolla määritettyä sulavuutta, jota käytetään rehuarvojärjestelmässämme rehujen energia-arvon laskennan perusteena (MTT 2014). Palkokasviviljaseoksille käytettiin yleistä kaavaa ja erilleen botanisoiduille näytteille käytettiin kasviviljikohtaisia kaavoja (palkokasvit apilakaava ja viljat kokoviljasäilörehukaava). Koska palkokasvin ja viljalajin välillä ei ollut yhdysvaikutusta palkokasviviljaseosten tulokset esitetään palkokasveit-

tain ja lajikkeittain viljalajien keskiarvona. Puhtaat palkokasvilajit esitetään lajikkeiden keskiarvona ja viljalajit sellaisenaan.

### 3.2.2 Vuoden 2013 ympäyskoe

Keväällä 2013 perustettiin MTT Ruukin pellolle koe, jossa verrattiin tyypibakteeriympätyn ja ympäämättömän siemenen vaikutusta hernevehnä- ja härkäpapuvehnäsäilörehun satoon. Lajikkeina oli Fuego-härkäpapu tai Florida-herne yhdessä Anniina-keväthehnän kanssa. Koe sijaitsi samalla pellolla, mutta eri kohdassa kuin vuoden 2012 koe. Koepaikalla ei ole viljelty palkoviljoja yli kymmeneen vuoteen. Pelto oli syyskynnetty ja ennen kylvöä sille levitettiin starttilannoitteeksi naudanlietettä 18 tn/ha, joka mullattiin välittömästi äestämällä.

Typibakteeriympit olivat Elomestari Oy:n tuotantoa, ja ne hankittiin Naturcom Oy:stä. Sekä härkäpavulle että herneelle käytettiin omaa, kasvilajikohtaista bakteeriympästä. Kylvöpäivänä ympit sekoitettiin palkokasvien siemeniin ohjeen mukaan porakoneella ämpärissä. Palkokasvien ja vehnän siemenmäärät laskettiin samalla tavalla kuin vuoden 2012 kokeessa. Kylvöpäivä oli 29.5.2013, ja kylvö suoritettiin teknisesti samoin kuin vuonna 2012. Koeruutujen koko oli 1,5 × 8 m. Koeruudut korjattiin Haldrup-nurmikorjuukoneella 20.8.2013. Kasvuajaksi tuli tällöin 83 päivää.

Koe toteutettiin lohkoittain satunnaistettuna kokeena neljällä toistolla siten, että kumpikin palkokasvi muodosti oman kokeensa. Tulokset analysoitiin varianssianalyysin ennako-oletusten tarkastelun jälkeen SAS-ohjelmiston t-testillä, koska vertailtavia koejäseniä oli vain kaksi.

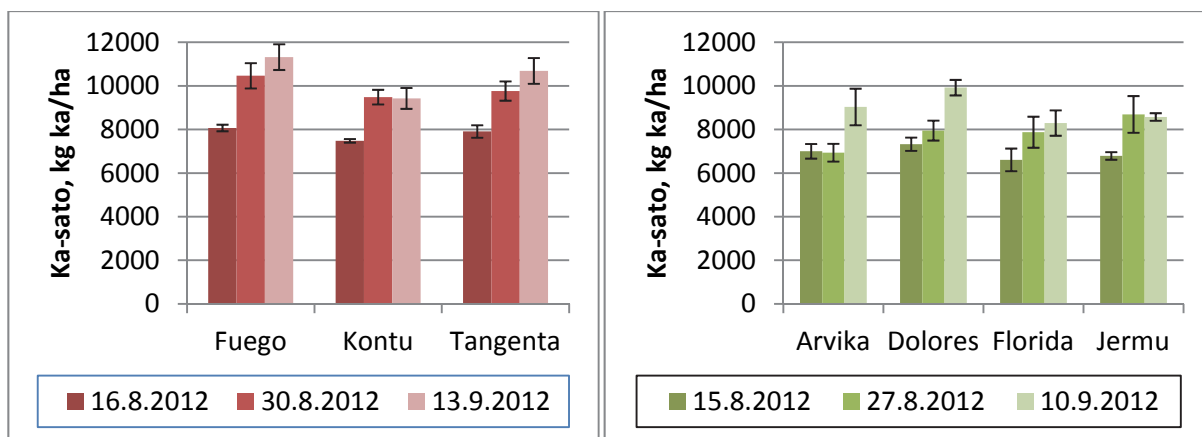
## 3.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 3.3.1 Vuoden 2012 ruutukokeet

#### Seoskasvustot

Palkokasvien osuudet seoskasvustoissa olivat ruutukokeessa keskimäärin noin puolet. Osuuteen vaikutti palkokasvin lajike. Herneellä Jermun osuus oli selvästi pienin joka korjuukerralla, vaikka senkin osuus lisääntyi kolmannelle kerralle. Keskimäärin Jermun osuus kaikissa seoksissa oli 0.50 kun taas muiden hernelajikkeiden osuudet olivat 0.66–0.69 kuiva-aineessa. Härkäpavun keskimääräiset osuudet jäivät pienemmiksi kuin herneen. Keskimäärin Kontun osuus oli 0.40, Tangentan 0.50 ja Fuegon 0.57.

Korjuuajankohta vaikutti merkittävästi palkokasviviljaseosten kuiva-ainepitoisuuteen (Taulukot 1 ja 2). Herneviljakasvuston keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus lisääntyi 180:stä 234 g/kg ensimmäiseltä kolmanteen korjuukertaan ja vastaavasti härkäpavoviljan 188:sta 209 g/kg. Palkokasvilajike vaikutti molemmilla kasvilajeilla myös kuiva-ainepitoisuuteen. Vihantahernelajikkeet Arvika, Dolores ja Florida olivat reuherne Jermua kosteampia toisella korjuukerralla. Härkäpapulajikkeista Kontu oli myöhemmillä korjuukerroilla kuivempaa kuin rehevämpikasvuiset Fuego ja Tangenta.



**Kuva 1.** Härkäpapu- (vas.) ja herneviljaseoksen (oik.) kuiva-ainesato (kg ka/ha) lajikkeittain eri korjuukerroilla. Laskennassa on käytetty kaura- ja vehnäseosten keskiarvoja.

Ruuduilta korjattu kuiva-ainesato (Kuva 1 ja Taulukot 1 ja 2) lisääntyi korjuukerran myötä molemmilla palkokasvilajeilla. Herneellä suurempi sadon lisäys tapahtui toisen ja kolmannen korjuukerran välillä, kun taas härkäpavulla ensimmäisen ja toisen korjuukerran välillä. Erot olivat tilastollisesti merkitseviä. Korkein sato hernelajikkeista tuli Dolores-lajikkeella ja härkäpapulajikkeista Fuegolla, molemmat kolmannella korjuukerralla. Hernelajikkeilla erot eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä, mutta härkäpavulla jokaisen lajikkeen satokeskiarvo erosi toisestaan merkitsevästi (lajikkeiden järjestys Kontu < Tangenta < Fuego). Ensimmäisessä korjuussa eroja ei vielä ollut, mutta ne kasvoivat kun kasvusto korjattiin myöhemmin. Tämä on ymmärrettävää, sillä Kontu on Suomessa ensisijaisesti suunnattu puitavan siemen-sadon tuottamiseen.

Herneviljakasvustoissa viljalaji ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi seoksen kuiva-ainesatoon. Sen sijaan härkäpapuviljakasvustoissa kauraa käytettäessä seoksen kuiva-ainesato oli merkitsevästi suurempi kuin vehnää käytettäessä (ero noin 500 kg ka/ha).

Herneviljaseoksen tuhkapitoisuus oli keskimäärin 69 g/kg ka ja härkäpapuviljaseoksen 60 g/kg ka. Herneviljaseoksen raakavalkuaispitoisuus oli keskimäärin 152 g/kg ka eikä korjuuajankohta vaikuttanut siihen merkitsevästi. Hernelajikkeiden välillä sen sijaan oli merkitseviä eroja raakavalkuaispitoisuudessa. Keskimääräinen raakavalkuaispitoisuus oli suurin Floridalla (168 g/kg ka) ja pienin Jermulla (137 g/kg ka). Härkäpapulajikkeiden välillä ei ollut eroa raakavalkuaispitoisuudessa (keskimäärin Fuego 139, Kontu 137 ja Tangenta 140 g/kg ka), mutta korjuu aika vaikutti siihen merkitsevästi. Keskimääräinen raakavalkuaispitoisuus lisääntyi 131 g:sta 145 g:aan/kg ka ensimmäiseltä viimeiselle korjuukerralle.

Raakavalkuaissato lisääntyi, kun kasvusto korjattiin myöhemmin. Hernelajikkeilla raakavalkuaissato lisääntyi 1023 kg:sta 1367 kg:aan hehtaaria kohti ja härkäpapulajikkeilla 1022 kg:sta 1533 kg:aan hehtaarialta. Hernelajikkeista raakavalkuaissato oli suurin Floridalla ja pienin Jermulla. Härkäpapulajikkeista Kontulla oli pienin ja Fuegolla suurin raakavalkuaissato.

Tärkkelyspitoisuus oli härkäpapuseoksilla (keskiarvo 109 g/kg ka) korkeampi kuin hernesekoilla (keskiarvo 63 g/kg ka), ja tärkkelyspitoisuus lisääntyi molemmilla palkokasvilajeilla merkitsevästi korjuuajan myötä. Kuitupitoisuus pieneni herneviljaseoksilla merkitsevästi, mutta härkäpapuseoksilla se pysyi samalla tasolla korjuuajan myöhästyessä. Keskimäärin herneviljaseosten kuitupitoisuus oli 477 g/kg ka ja härkäpapuviljaseosten 482 g/kg ka. Hernelajikkeiden välillä oli merkitsevät erot kuitupitoisuudessa. Reuherne Jermulla keskimääräinen kuitupitoisuus oli suurin, 515 g/kg ka ja vihantaherne Arvikalla pienin, 447 g/kg ka. Viljalaji vaikutti merkitsevästi härkäpapukasvuston tärkkelyspitoisuuteen: kauraa käytettäessä tärkkelyspitoisuus oli 109 g/kg ka ja vehnää käytettäessä 103 g/kg ka.

Sulamattomia kuitua (iNDF) oli herneviljaseoksissa keskimäärin 186 g/kg ka ja härkäpapuviljaseoksissa 181 g/kg ka, mikä on huomattavasti enemmän kuin myöhään korjatulla nurmisäilörehulla ja enemmän kuin puna-apilasäilörehuilla (MTT 2014). Herneviljaseosten iNDF-pitoisuuteen korjuu aika ei vaikuttanut, mutta lajikkeiden välillä oli eroa niin että Arvikan ja Jermun sulamattoman kuidun pitoisuudet pienenevät viimeiselle korjuukerralle, kun taas Floridan ja Doloreksen nousivat.

Rehuarvojen kannalta tärkein määritettävä arvo on D-arvo, sillä siitä lasketaan sekä energia-arvo (ME-arvo) että valkuaisarvo (OIV). D-arvo oli herneviljaseoksilla keskimäärin 636 g/kg ka ja härkäpapuviljaseoksilla 641 g/kg ka. Vaikka lajikkeiden välinen ero tai yhdysvaikutus korjuuajan kanssa eivät olleet herneviljaseoksilla merkitseviä, Floridalla ja Doloreksella sulavuus pieneni toisen ja kolmannen korjuun välillä kun taas Arvikalla ja Jermulla se suureni vielä kolmannelle korjuulle. D-arvo suureni keskimäärin 2,29 g/pv ensimmäiseltä toiselle korjuulle ja 0,91 g/pv toiselta kolmannelle (Arvika ja Jermu 2,89 g/pv ja Florida ja Dolores -1,07 g/pv). Härkäpapuviljaseoksilla D-arvo lisääntyi korjuu aikojen välillä keskimäärin 2,31 ja 0,45 g/pv. Härkäpapuviljaseoksilla korjuuajankohta vaikutti eri tavalla eri lajikkeilla. Kontun ja Tangentan sulavuudet lisääntyivät ensimmäiseltä toiselle korjuulle mutta Kontulla ei enää kolmannelle. Tangentan sulavuus sen sijaan lisääntyi vaikka hidastuen myös kolmannelle korjuulle. Fuegolla sulavuuden lisääntyminen oli tasaisempaa ja D-arvo lisääntyi eniten toiselta kolmannelle korjuulle. D-arvon muutos eri lajikkeilla vastasi hyvin iNDF-pitoisuuden muutoksia eri korjuukerroilla eri lajikkeilla.



**Taulukko 1.** Korjuuajankohdan ja lajikkeen vaikutus herneviljakasvustojen kuiva-ainepitoisuuteen (ka), satoon, kemialliseen koostumukseen ja rehuarvoihin.

	ARVIKA			DOLORES			FLORIDA			JERMU			Tilastollinen merkitsevyys, p			
	15.8.	27.8.	10.9.	15.8.	27.8.	10.9.	15.8.	27.8.	10.9.	15.8.	27.8.	10.9.	SEM	Korjuu	Lajike	Korjuu* lajike
<b>Korjuupäivä 2012</b>																
Ka-pitoisuus, g/kg	178	155	224	181	174	241	169	175	223	190	211	249	11.6	<0,001	<0,001	0,13
Sato, kg ka/ha	7000	6937	9036	7326	7953	9921	6607	7876	8298	6789	8694	8574	616,3	<0,001	0,10	0,11
Rv-sato, kg rv/ha	1023	1211	1470	1038	1182	1379	1074	1289	1404	958	1081	1216	66,0	<0,001	<0,001	0,45
Herneen osuus %	52	78	74	58	67	72	64	64	72	44	46	56	6,7	0,049	<0,001	0,27
Herneen pituus cm	178	207	232	190	212	248	175	212	248	130	126	132	11,8	0,019	<0,001	0,007
Raakavalkuainen, g/kg ka	147	175	164	142	149	139	165	166	172	141	126	142	8,1	0,46	<0,001	0,022
Kuitu, g/kg ka	479	435	431	473	460	468	477	454	470	522	493	507	12,9	0,032	<0,001	0,23
Tuhka, g/kg ka	74	71	64	71	69	63	77	69	71	74	64	64	4,0	0,093	0,12	0,46
Tärkkelys*, g/kg ka	33,8	50,1	91,4	31,5	69,7	77,2	30,4	42,4	62,9	30,9	86,2	148	20,72	0,004	0,13	0,52
D-arvo*, g/kg ka	622	636	674	610	641	624	621	652	639	599	633	676	14,0	0,005	0,42	0,20
iNDF*, g/kg ka	184	188	169	193	190	205	188	173	195	189	188	165	6,3	0,54	0,032	0,024
ME, MJ/kg ka	82	87	89	80	84	81	84	87	87	78	80	86				
OIV, g/kg ka	28	49	34	25	26	21	43	39	46	26	8	15				
PVT, g/kg ka	82	87	89	80	84	81	84	87	87	78	80	86				

\* vain 1. kerranteen näytteistä, D-arvon laskennassa käytetty orgaanisen aineen sulavuus on laskettu yleisellä kaavalla.  
SEM = keskiarvon keskivirhe.

**Taulukko 2.** Korjuuajankohdan ja lajikkeen vaikutus härkäpapuvijjakasvustojen kuiva-ainepitoisuuteen (ka), satoon, kemialliseen koostumukseen ja rehuarvoihin.

	FUEGO			KONTU			TANGENTA			Tilastollinen merkitsevyys, p			
	16.8.	30.8.	13.9.	16.8.	30.8.	13.9.	16.8.	30.8.	13.9.	SEM	Korjuu	Lajike	Korjuu× lajike
<b>Korjuupäivä 2012</b>													
Ka-pitoisuus, g/kg	186	204	200	189	222	222	189	206	205	0,60	<0,001	<0,001	0,062
Sato, kg ka/ha	8070	10466	11321	7482	9486	9427	7910	9765	10689	511,2	0,005	<0,001	0,008
Rv-sato, kg rv/ha	1074	1435	1662	961	1354	1354	1032	1360	1583	81,0	0,002	<0,001	0,014
Härkäpavun osuus	53	57	60	39	39	42	46	55	49	3,7	0,061	<0,001	0,24
Härkäpavun pituus, cm	138	147	145	124	124	120	131	132	129	5,2	0,39	<0,001	<0,001
Raakavalkuainen, g/kg ka	133	137	147	128	143	140	131	140	148	5,5	0,007	0,64	0,37
Kuitu, g/kg ka	497	465	467	503	466	483	507	470	477	9,7	<0,001	0,25	0,85
Tuhka, g/kg ka	63	60	58	63	60	59	62	57	58	1,9	0,100	0,097	0,51
Tärkkelys*, g/kg ka	83,2	90,9	151	79,1	116	140	96,1	109	162	10,5	<0,001	0,28	0,49
D-arvo*, g/kg ka	631	636	646	611	651	652	611	663	671	7,1	<0,001	0,17	0,05
iNDF*, g/kg ka	194	179	179	201	161	169	205	170	167	6,8	<0,001	0,47	0,34
ME, MJ/kg ka	10.1	10.2	10.3	9.8	10.4	10.4	9.8	10.6	10.7				
OIV, g/kg ka	80	81	84	78	84	83	78	84	86				
PVT, g/kg ka	15	17	24	13	20	17	16	15	21				

\* vain 1. kerranteen näytteistä, D-arvon laskennassa käytetty orgaanisen aineen sulavuus on laskettu yleisellä kaavalla.  
SEM = keskiarvon keskivirhe.

**Taulukko 3.** Korjuuajankohdan vaikutus erikseen analysoitujen herneen, härkämpävän, kauran ja vehnän kemialliseen koostumukseen (g/kg ka).

	Herne			Härkämpä			Kaura			Vehnä		
	1	2	3	SEM	1	2	3	SEM	1	2	3	SEM
Korjuu 2012												
Näytteiden lkm	4	4	4		3	3	3		2	2	2	
Tuhka	62	62	56	3,7	56	50	56	0,96	81	87	82	8,62
Raakavalkuainen	172	165	164	11,1	147	159	182	8,0	115	112	100	7,8
Tärkkelys	40	74	87	13,5	60	94	90	9,1	46	87	125	20,8
Kuitu	403	398	411	15,9	420	425	398	8,39	559	562	541	14,7
iNDF	184	163	162	10,7	181	165	146	11,9	190	189	186	3,22
D-arvo*	662	685	691	13,4	665	686	699	9,74	587	584	584	9,31
					665	686	699	9,74	587	584	584	9,31
					665	686	699	9,74	587	591	581	4,7

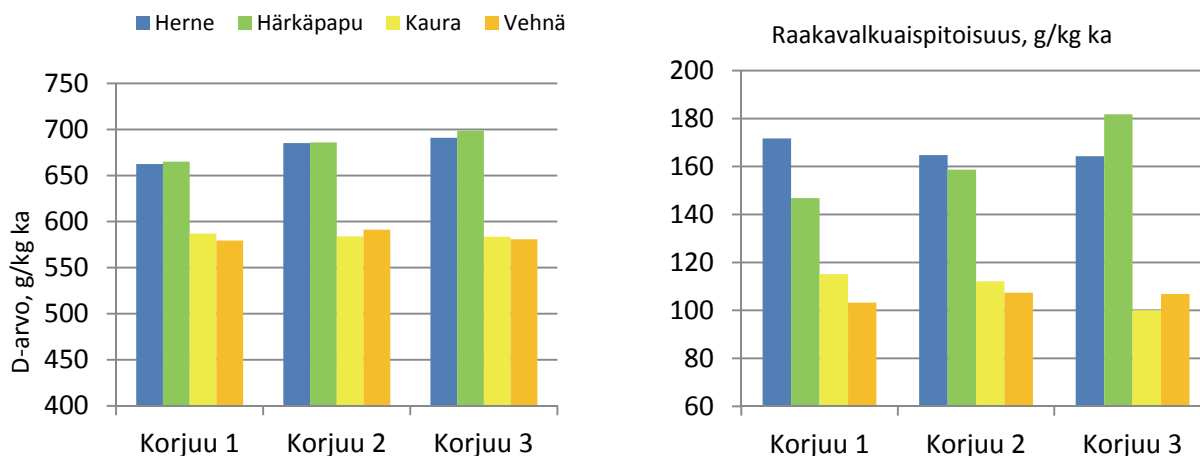
SEM = Keskiarvon keskivirhe.

\*D-arvon laskennassa käytetty orgaanisen aineen sulavuus on laskettu yleisellä kaavalla.

## Puhtaat kasvilajit

Erikseen analysoitujen herneen ja härkäpavun raakavalkuaispitoisuudet olivat keskimäärin 167 and 163 g/kg ka (Taulukko 3). Herneen raakavalkuaispitoisuuteen korjuuaika ei vaikuttanut, mutta härkäpavun raakavalkuaispitoisuus nousi kolmanteen korjuukertaan ja oli tällöin 182 g/kg ka. Kauran ja vehnän keskimääräiset raakavalkuaispitoisuudet olivat viljoille tyypilliset, 109 and 106 g/kg ka. Kaurassa oli keskimäärin enemmän tärkkelystä kuin vehnässä.

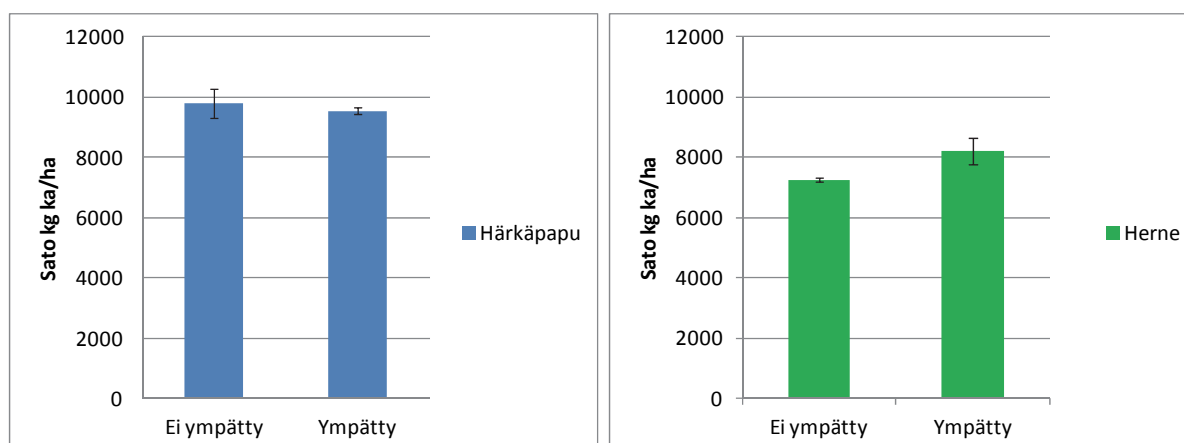
Viljojen kuitupitoisuus oli korkeampi kuin palkokasvien kun taas niiden iNDF-pitoisuus oli samaa tasoa tai hiukan korkeampi. Herneen ja härkäpavun keskimääräinen D-arvo oli selvästi korkeampi kuin viljojen (681 vs. 584 g/kg ka). Palkokasviviljaseoksen koostumukseen ja sulavuuteen vaikuttavat siten paljon viljan ja palkokasvin osuudet kasvustossa.



**Kuva 2.** Erikseen analysoitujen herneen, härkäpavun, kauran ja vehnän D-arvo määritettynä pepsiinisellulaasiliukoisuutena ja yleisellä kaavalla laskettuna sekä raakavalkuaispitoisuus.

### 3.3.2 Vuoden 2013 ympäpyskoe

Härkäpavun siemenen ympäyksellä ei saatu vuoden 2013 kokeessa lisäsatoa (Kuva 3). 83 päivää kasvaneen Fuego-härkäpavun ja Anniina-vehnän seoskasvuston kuiva-ainesato oli lähes 10 000 kg ka/ha, mikä oli selvästi enemmän kuin 79 päivää vuonna 2012 kasvaneen Fuego-vehnäseoksen sato ja melkein sama kuin 93 päivää kasvaneen seoksen sato (vrt. Taulukko 2). Kesän 2013 nopeampaa kasvua selittänee vuotta 2012 lämpimämpi sää. Fuegon pituus oli vuonna 2012 keskimäärin 143 cm ja vuonna 2013 keskimäärin 173 cm.



**Kuva 3.** Härkäpavuvehnä- ja hernevehnä-kasvustojen kuiva-ainesadot vuoden 2013 elokuussa. Keskiahajonta on merkitty janalla (n=4). Hernevehnällä ero oli tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p_{hav}=0,07$ ).

Herneen bakteeriympäpys seoskasvusto tuotti noin 1000 kg ka/ha suuremman sadon verrattuna ympäpäämättömään (Kuva 3). Ero oli tilastollisesti melkein merkitsevä ( $p_{hav}=0,07$ ). Ympäpäämättömän Florida-vehnäseoksen sato oli 83 kasvupäivän jälkeen hyvin samansuuruinen kuin vuonna 2012 joko 77 tai 89

kasvupäivän jälkeen (Taulukko 1). Floridan pituus oli vuonna 2012 keskimäärin 194 cm ja vuonna 2013 keskimäärin 243 cm.

Typpibakteeriympäyksen vaikutus olisi voinut tulla merkittävämmäksi, mikäli lietelantaa (18 tonnia/ha) ei olisi käytetty kasvustoja perustettaessa. Starttilannoituksella haluttiin kuitenkin varmistaa kasvien typensaanti kasvun alussa ja muidenkin ravinteiden saatavuus, koska tiedossa on biologisen typensidonnan hitaus kasvukauden alussa.

Kokeessa havaittiin selkeä ero härkäpapu- ja hernevehnäkasvustojen lakoontumisherkkydessä: härkäpapuvehnistä keskimäärin 17 % oli korjuuajankohtana laossa, kun taas hernevehnäkasvustoista 94 % oli laossa. Tällä on vaikutusta korjuutappioihin ja sadon laatuun. Pahasti lakoista kasvustoa ei saada niitettyä kovin lyhyeen sänkeen yleisesti käytössä olevilla lautasniittolaitteilla, vaan havaintojen mukaan sänki voi jäädä pahimmillaan yli puolimetriseksi, mistä aiheutuu kuiva-ainetappioita. Koeruuduilla käytetyllä Haldrup-korjuukoneella tämä ei tule yhtä selvästi ilmi, koska sen leikkuuterässä on laonnostokela. Syksyn edetessä lakoontuneen kasvuston laatu heikkenee pystykasvustoa nopeammin, koska osa kasvustosta on maata vasten ja on siten alttiina pilaantumiselle, mm. homeille ja lahoamiselle.

Seosviljana käytetty vehnä jäi kesän 2013 lämpimissä kasvuoloissa palkokasvien jalkoihin ts. lyhyeksi ja harvaksi, eikä siitä ollut merkittävää hyötyä pitkän ja hontelon hernekasvuston pystyssä pysymisen kannalta. Härkäpavun varsi on tukevampi ja lyhyempi kuin herneellä, joten se voisi pysyä pystyssä ilman seosviljaakin.

### 3.4 Johtopäätökset

Korjaamalla härkäpapu- ja herneviljaseokset säilörehuksi voidaan saavuttaa kertakorjuulla suuria kuiva-aine- ja raakavalkuaissatoja. Maksimissaan koeruuduilta saatiin hernesekoilla lähes 10 000 kg ka/ha ja härkäpapuseoksilla yli 11 000 kg ka/ha ja raakavalkuaistakin lähes 1500 kg/ha hernesekoilla ja 1600 kg/ha härkäpapuseoksilla. Lajikkeista satoisimpia olivat Dolores-herne ja Fuego-härkäpapu. Rehujen sulavuus ja rehuarvo suurenivat, kun kasvusto korjattiin myöhemmin.

Härkäpapulajikkeista Kontu on suunnattu erityisesti tuleentuneen siemensadon tuotantoon, ja se eroaa selvästi säilörehuominaisuuksiltaan vihantalajikkeista. Samoin hernelajikkeista Jermu poikkeaa muista lajikkeista. Pitemmän kasvuajan vaativat rehevät lajikkeet sopivat säilörehun raaka-aineeksi paremmin suuren kuiva-aine- ja raakavalkuaissadon tuotantokyvyn takia. Niillä myös sulavuus pysyy kauan korkeana. Palkokasviviljaseoksissa on selkeästi suuri potentiaali tuottaa kotimaista valkuaista märehitijöiden ruokintaan.

### 3.5 Kirjallisuus

- 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.
- Lötjönen, T. 2014. Kestorikkakasvien torjunta vilja- ja valkuaiskasvien viljelyn näkökulmasta. Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.). Edistystä luomutuotantoon -loppuraportti. MTT Raportti 175: 9–21.
- MTT 2014. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. MTT, Jokioinen. [Viitattu 10.11.2014]. Saatavilla internetistä: <[www.mtt.fi/rehutaulukot](http://www.mtt.fi/rehutaulukot)>
- Nousiainen, J. 2003. Kokoviljasäilörehun rehuarvon määrittäminen. Teoksessa: Lampinen, K., Harmoinen, T. & Teräväinen H. (toim.). Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s. 51–58.
- Rustas, B-O. 2009. Whole-crop cereals for growing cattle. Effects of maturity stage and chopping on intake and utilisation. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden. 60 s.
- Turunen, H. 2003. Kokoviljasäilörehun taloudellisuus nautakarjatilalla. Teoksessa: Lampinen, K., Harmoinen, T. & Teräväinen H. (toim.). Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s. 5–16.
- Wallsten, J. 2008. Whole-crop cereals in dairy production. Digestibility, feed intake and milk production. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden. 45 s.
- Walsh, K., O'Kiely, P., Moloney, A. P. & Boland T. M. 2008. Intake, digestibility, rumen fermentation and performance of beef cattle fed diets based on whole-crop wheat or barley harvested at two cutting heights relative to maize silage or ad libitum concentrates. *Animal Feed Science and Technology* 144: 257–278.

---

## 4 Palkokasveja sisältävien kokoviljasäilörehujen rehuarvon tarkentaminen ruokinnan optimoimiseksi

---

**Kaisa Kuoppala<sup>1</sup>, Marketta Rinne<sup>1</sup>, Timo Lötjönen<sup>2</sup>, Arto Huuskonen<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tietotie 2C, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup>MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>3</sup>MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

### Tiivistelmä

Yksi haaste kokoviljasäilörehujen ja palkokasviseosten rehukäytössä on ollut epäily rehuarvojen määrittysten luotettavuudesta, ravitsemuksellisesta laadusta ja rehujen tuotantovaikutuksesta maidon- ja lihan-tuotannossa. MTT Ruukin toimipisteessä seurattiin kesällä 2013 hernevehnä- ja härkäpapuveh্নäkasvusto-  
jen kehitystä ja tehtiin säilörehuja kolme kertaa noin kahden viikon välein lampailla tehtäviä sulavuusko-  
keita varten. Palkokasvien osuus kasvustoissa oli lähes 90 %, ja palkokasvien hyvä kilpailukyky johtui  
todennäköisesti siitä, että kasvukausi 2013 oli varsin lämmin. Kuiva-ainesato kasvoi molemmissa kasvus-  
toissa korjuuta myöhemmäksi siirrettäessä ja kasvustojen koostumus muuttui palkojen osuuden kasvaessa  
ja lehtien vähetessä.

Kasvustojen kuiva-ainepitoisuus paalatessa oli keskimäärin vain 181 g/kg. Rehuista erittyi runsaasti pu-  
ristenestettä, sillä syötettyjen säilörehujen kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 230 g/kg. Raakavalkuaista  
säilörehuissa oli keskimäärin 165 g/kg ka. Hernevehnärehun sulavuus pieneni hienoisesti kasvun edetessä  
mahdollisesti runsaasta lakoontumisesta johtuen, mutta härkäpapuveh্নärehun sulavuus parani kasvun  
edetessä. Rehujen sulavuus päseillä määritettynä oli matalahko (D-arvo keskimäärin 588 g/kg ka), mutta  
toisaalta vertailukelpoinen aikaisempiin tuloksiin. Osittain sulavuutta ovat tässä aineistossa laskeneet  
säilöntätappiot erityisesti puristenesteen muodossa. Lampailla määritetty sulavuus oli linjassa laborator-  
iossa tehtyjen sulavuusmäärittysten kanssa.

Tämän aineiston ja aikaisempien kokeiden perusteella palkoviljoja sisältävät kokoviljasäilörehut sopivat  
hyvin nautojen ruokintaan. Tyypillisesti matalammasta sulavuudesta huolimatta lisääntynyt kokoviljasäi-  
lörehujen syönti pystyy ylläpitämään tuotantoa hyvällä tasolla. Palkokasvien käyttö rehuntuotannossa  
vähentää tyypilannoituksen tarvetta ja jos kokoviljasäilörehu sopii hyvin tilan viljelykiertoon, ruokinta-  
menetelmään ja on edullisempaa kuin nurmisäilörehu, sen sisällyttämien rehuannokseen on perusteltua.

### Avainsanat:

säilörehu, säilöntä, härkäpapu, herne, rehuarvo, sulavuus, morfologinen koostumus

## 4.1 Johdanto

Yksi haaste kokoviljasäilörehujen ja palkokasviseosten rehuikäytössä on ollut epäily rehuarvojen määrittämisen luotettavuudesta, ravitsevuudesta laadusta ja rehujen tuotantovaikutuksesta maidon- ja lihan tuotannossa. Edistystä luomutuotantoon -hankkeessa tuotettiin erilaisia palkoviljoja sisältäviä kokoviljasäilörehuja ja määritettiin niiden rehuarvot. Kaikkein luotettavin tieto rehun sulavuudesta märehtijällä saadaan syöttämällä rehua lampaille sulavuuskokeessa. Kun samat rehut analysoidaan laboratoriomenetelmin, voidaan arvioida ja parantaa laboratoriomenetelmien tarkkuutta. Samoista kasvustoista tehtiin myös rehuja sonnien kasvatuskoetta varten (Huuskonen ym. 2014b) ja selvitettiin eri säilöntäaineiden toimivuutta säilöntäkokeessa (Seppälä ym. 2014).

## 4.2 Aineisto ja menetelmät

### 4.2.1 Kasvustot

MTT Ruukissa kylvettiin kesäkuun alussa 2013 hernevehnää ja härkäpapuvehnää noin 10 ha alat kumppaakin. Lohkot olivat maalajiltaan hienoa hietaa (HHT), karkeaa hietaa (KHT) ja pieneltä osin multamaata (Mm). Ennen kylvöä pelloille levitettiin naudan kuivikelantakompostia (14 tonnia/ha) tai naudan lietelantaa (20–22 tonnia/ha). Tämän jälkeen pellot kynnettiin ja kylvömuokattiin. Siemenmäärä oli 138 kg Florida-hernettä ja 75 kg Anniina-vehnää sekä 174 kg Fuego-härkäpapua ja 75 kg Anniina-vehnää hehtaarille. Typpibakteeriympäystä ei käytetty. Kylvösyvyys oli palkokasveille 6–8 cm ja viljalle 2–3 cm. Palkokasvit kylvettiin ensimmäisellä ajokerralla ja vilja toisella ristikkäisellä ajokerralla pinnempaan. Härkäpavut kylvettiin 4. –5.6.2013 ja herneet 6. –10.6.2013. Vehnän kylvö tehtiin kahden päivän sisällä palkokasvin kylvöstä. Näiltä lohkoilta selvitettiin kasvustojen ominaisuuksia kasvustonäyttein, tehtiin pyöröpaalisäilörehuja sulavuuskokeisiin ja valmistettiin säilörehut lihanautojen kasvatuskoetta varten (Huuskonen ym. 2014b).

Kasvustonäytteet otettiin hernevehnä- ja härkäpapuvehnäkasvustoista Haldrup-koeruu-tupuurilla säilörehujen korjuupäivinä. Sato määritettiin Haldrupilla punniten kolmelta eri niittoalalta eri kohdista peltoa keskimäärin kerrallaan n. 12 m<sup>2</sup>:n alalta. Kasvustonäyte analysoitiin sellaisenaan, kasvilajit eroteltuina ja morfologisina osioina (lehdet, varsi sekä palot/tähkät eroteltuina). Näytteistä määritettiin kuiva-aine (ka), tuhka, raakavalkuainen (rv), kuitu neutraalidetergenttimenetelmällä (NDF), pepsiinisellulaasiliukoisuus (OMS) ja sulamaton kuitu (iNDF). Sulamattoman kuidun osuus laskettiin jakamalla näytteen iNDF-pitoisuus kuitupitoisuudella, ja se kertoo miten suuri osa kuidusta on täysin sulamatonta.

### 4.2.2 Sulavuuskoesäilörehujen valmistus

Ensimmäistä sulavuuskoetta varten tehtiin hernevehnä- ja härkäpapuvehnäkasvustoista säilörehua kolme kertaa noin kahden viikon välein eli 14.8., 27.8. ja 11.9.2013 MTT Ruukin toimipisteessä. Keskimmäisenä kertana tehtiin rehua myös lihanautakokeeseen (Huuskonen ym. 2014b). Sulavuuskoetta varten rehut korjattiin pyöröpaaleihin. Kasvustot niitettiin Elho 280 Hydro Balance -niittokoneella ja korjattiin kääri-vällä pyöröpaalaimella (MacHale Fusion 2) 2–3 tunnin kuluttua niitosta.

Ensimmäinen korjuu tehtiin ajamalla keskeltä peltoa ja seuraavat saman aukon reunasta. Säilöntäainetta (AIV Ässä) käytettiin noin 6 l tonnille. Paalit kuljetettiin Jokioisille 12.11.2013 ja purettiin 90 vrk:n kuluttua korjuusta eli 13.11., 27.11. ja 18.12.2013. Rehupaalit hajotettiin seosrehuvaunussa, jolloin rehu samalla silppuuntui. Silputtu rehu säilytettiin pakastimessa ja sulatettiin pienissä erissä sulavuuskokeen aikana päseille.



**Kuva 1.** Yllä kuvat herne- ja härkäpapukasvustoista 27.8.2014, sulavuuskokeeseen tulevien rehujen pyöröpaalauksesta ja siilorehujen korjuusta ajosilppurilla sekä härkäpapuvehnekasvuston painotuksesta laakasiiloon. Kuvat: Kaisa Kuoppala.

Toisessa sulavuuskokeessa rehuina olivat lihanautakokeessa keväällä 2014 käytössä olleet siilo- ja aumarhut (kts. Huuskonen ym. 2014b). Hernevehnä- ja härkäpapuvehnekasvustoja korjattiin 27.8.2013 leikkuupäällä varustetulla ajosilppurilla (Claas) laakasiiloihin. Silppurissa oli käytössä jyvämurskain eli crakeri. Säilöntäaineena käytettiin AIV Ässä 6 1 tonnille. Alsikeapila (Frida) oli ensimmäisen satovuoden 2.



sadon kasvustoa, joka niitettiin 17. ja 18.9.2013 niittomurskaimella (Elho 280 Hydro Balance) ja korjattiin 19.9.2013 ajosilppurilla (John Deere) laakasiiloon. Timoteisäilörehu korjattiin useammalta eri lohkolta ja se sisälsi eri timoteilajikkeita eri satovuosilta (Tenho, Iki ja Tuure). Toisen sadon timoteinurmet niitettiin 7.-8.8.2013, korjattiin 9.8.2013 ja säilöttiin aumaan käyttäen säilöntäaineena AIV Ässä 5 l tonnille. Hernevehnä-, härkäpapuvehna-, alsikeapila- ja timoteisäilörehut otettiin siilosta/aumasta sulavuuskoetta varten 13.3.2014 ja kuljetettiin välittömästi Jokioisille, jossa ne pakastettiin.

#### 4.2.3 Sulavuuskokeet lampailla

Sulavuuskokeet tehtiin MTT Jokioisilla keväällä 2014. Koemallina oli epätäydellinen 6×4 latinalainen neliö. Koe-eläiminä oli 6 noin 1 vuoden ikäistä suomenlammaspässyä ja sulavuuskokeiden suoritukseen saatiin lupa Etelä-Suomen alueviraston (ESAVI) eläinkoelautakunnalta (ELLA). Rehut sulatettiin hyvissä ajoin ennen syöttämistä ja niistä valutettiin ensin puristeneste ennen syöttöä. Kuiva-ainemääritys tehtiin valutetusta rehusta.

Sulavuuskokeen jakson pituus oli 3 viikkoa, josta viimeisen 5 vrk:n aikana kerättiin sonta ja virtsa kvantitatiivisesti päivittäin talteen ja punnittiin. Edustavat näytteet rehuista ja sonnasta kerättiin keruuviikon joka päivältä pakasteeseen. Pässien rehuannos laskettiin keruuviikon alussa punnitun elopainon perusteella, 41 (koe 1) ja 45 (koe 2) g ka/kg metabolista elopainoa. Rehumäärää lisättiin kokeessa 2, etteivät pässien painot laskisi. Rehut punnittiin ennen keruuviikkoa määritetyn ka-pitoisuuden perusteella.

#### 4.2.4 Laboratoriomenetelmät, tulosten laskenta ja tilastolliset analyysit

Kasvusto-, rehu- ja sontanäytteet analysoitiin standardimenetelmin MTT Kotieläintuotannon tutkimuksen laboratoriossa. Menetelmäkuvaukset löytyvät Seppälän ym. (2014) kirjoituksesta. Kasvusto- ja säilörehunäytteiden *in vitro* -sulavuus määritettiin pepsiinisellulaasimenetelmällä ja rehujen sulamattoman kuidun (iNDF) pitoisuus määritettiin 12 pv mittaisella pötsi-inkubaatiolla (ks. Huhtanen ym. 2006).

Sulavuuskokeessa rehujen sulavuus laskettiin syödyn ja sonnassa eritetyn ainesosan määrien perusteella seuraavasti:

- Sulavuus (g/g) = [syönti (g/pv) – erityy sonnassa (g/pv)] / syönti (g/pv)

D-arvo eli sulavan orgaanisen aineen pitoisuus ka:ssa laskettiin orgaanisen aineen sulavuuden (oas) perusteella seuraavasti:

- D-arvo (g/kg ka) = oas (g/g) × orgaanisen aineen pitoisuus rehussa (g/kg ka).

Orgaanisen aineen pitoisuus laskettiin seuraavasti: 1000 – tuhkapitoisuus (g/kg ka).

D-arvon perusteella laskettiin säilörehujen muuntokelpoisen energian (ME) pitoisuus (MJ) käyttäen vakiointia (MTT 2014). Säilörehun ME-pitoisuus lasketaan kertomalla D-arvo vakiolla 0,016. D-arvon käyttö energia-arvon laskennassa on perusteltua, koska rehun kivennäisaineista eläimet eivät saa energiaa. D-arvoa käytetään myös rehun ohutsuolesta imeytyvän valkuaisen (OIV) pitoisuuden laskennassa kuvaamaan pötsissä muodostuvan mikrobivalkuaisen määrää.

### 4.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

#### 4.3.1 Kasvustojen ja säilörehujen ominaisuudet

Kaikki kokoviljakasvustot olivat erittäin tuoreita, sillä kuiva-ainepitoisuus oli hernevehnässä keskimäärin 194 ja härkäpapuvehnessä 169 g/kg (Taulukko 1). Kasvustojen tuoreus selittyy osittain palkoviljojen suurella osuudella kasvustoista, sillä vehnä oli harneseoksessa vain 9 % ja härkäpapuseoksessa 13 %. Seosten kylvötiheydet (kpl/m<sup>2</sup>) oli laskettu samojen periaatteiden mukaan kuin vuoden 2012 kokeessakin, mutta erityisen lämmin sää kesäkuussa 2013 lieenee suosinut paljon lämpöä vaativien palkokasvien kasvua siten, että vehnä jäi kilpailussa pahoin palkokasvien jalkoihin. Kesäkuussa 2013 lämpösummaa kertyi 132 °C enemmän kuin kesäkuussa 2012, heinäkuussa 19 °C enemmän ja vielä syyskuussakin 45 °C enemmän kuin syyskuussa 2012 (kts. Lötjönen 2014, Taulukko 5). Lisäksi peltomaa oli vuonna 2013 kylvöaikaan hyvin lämmin lämpimän toukokuun lopun ansiosta.

Hernevehnän ka-sato kasvoi päivässä 68 kg/ha ja oli viimeisellä korjuukerralla lähes 7000 kg/ha. Härkäpapuvehnä vaikutti hieman satoisammalta, sillä päivittäinen sadon kasvu oli 151 kg ka/ha ja viimeisen korjuukerran sato lähes 9000 kg ka/ha. Edellisvuonna toteutetussa ruutukokeessa (Kuoppala ym. 2014a) ka-sadot olivat suurempia, viimeisen korjuukerran ka-sato oli herneviljaseoksella keskimäärin 8957 ja härkäpapuviljaseoksilla jopa 10479 kg/ha. Härkäpapuvehnäseoksen ka-sato aiemmin Ruukissa ja Maaningalla tehdyissä ruutukokeissa oli keskimäärin 8600 kg/ha (Saarinen ym. 2012).

**Taulukko 1.** Korjuuajankohdan v. 2013 vaikutus hernevehnä- ja härkäpapuvehnäkasvustojen satoon, kasvilajien osuuksiin, kemialliseen koostumukseen ja energia-arvoon.

	Hernevehnä			Härkäpapuvehnä		
	14.8.	27.8.	11.9.	14.8.	27.8.	11.9.
<b>Korjuupv 2013</b>						
Osuudet kasvustossa, g/g ka						
Palkokasvi	0,916	0,892	0,927	0,778	0,837	0,858
Vehnä	0,084	0,107	0,073	0,196	0,149	0,128
Rikat	0	0,002	0	0,026	0,014	0,014
Kuiva-aine, g/kg	139	200	243	149	169	188
Kuiva-ainesato	5038	6839	6954	4750	7009	8970
Raakavalkuaissato, kg rv/ha	948	1313	1341	893	1251	1526
ME-sato <sup>1</sup> , GJ/ha	48,8	63,9	61,8	43,8	66,1	88,8
Kemiallinen koostumus, g/kg ka						
Tuhka	79	75	74	81	76	68
Raakavalkuainen	188	192	193	188	179	170
Tärkkelys	37	38	90	42	119	135
Kuitu	423	417	412	387	378	396
iNDF	180	207	179	153	151	167
D-arvo <sup>2</sup>	641	626	647	653	660	658

<sup>1</sup>Laskettu *in vivo* sulavuudesta.

<sup>2</sup>D-arvon laskennassa käytetty orgaanisen aineen sulavuus on laskettu yleisellä kaavalla.

Kasvustojen keskimääräiset raakavalkuaispitoisuudet olivat herneellä 191 ja härkäpavulla 179 g/kg ka eikä korjuuaika juuri vaikuttanut niihin. Edellisvuoden ruutukokeen tuloksiin verrattuna rv-pitoisuudet olivat tässä peltomittakaavan kokeessa korkeammat, mikä selittyy vehnän pienellä osuudella vuoden 2013 kasvustoissa. Raakavalkuaissadot lisääntyivät 14 ja 21 kg/ha päivässä ja rv-sadot olivat korkeimmillaan 1341 ja 1526 kg/ha hernevehnällä ja härkäpapuvehnällä. Säilörehujen rv-pitoisuudet olivat matalampia kuin kasvustojen eli herneellä 172 ja härkäpavulla 157 g/kg ka, mikä kertoo puristenestettäpöistä.

Hernevehnäkasvustojen tärkkelyspitoisuus lisääntyi 1,9 g/kg ka päivässä ja oli viimeisellä korjuukerralla 90 g/kg ka. Vastaavat luvut härkäpapuvehnäkasvustossa olivat 3,3 ja 135 g/kg ka. Tärkkelyksen lisääntyminen kuvaa siementen valmistumista. Kotimaisissa kokoviljasäilörehuissa tärkkelyksen pitoisuus on lisääntynyt kasvustojen kehityksen edetessä ja Jaakkolan ym. (2009) aineistossa se oli ohrakokoviljasäilörehuissa keskimäärin 168 g/kg ka (n=7) ja vehnäkokoviljasäilörehuissa 122 g/kg ka (n=2). Huuskosen ja Joki-Tokolan (2010) tutkimuksessa viljan taikinatuulentumisvaiheessa korjattujen ohrakokoviljasäilörehun (n=9), ohra-ruisvirnakokoviljasäilörehun (n=9) ja vehnä-ruisvirnakokoviljasäilörehun (n=9) tärkkelyspitoisuudet olivat vastaavasti 242, 136 ja 124 g/kg ka. Huuskonen (2013) puolestaan raportoi puhtaan taikinatuulentumisvaiheessa korjatun ohrakokoviljasäilörehun (n=13) tärkkelyspitoisuudeksi 182 g/kg ka.

Kuitupitoisuus molemmissa palkoviljasäilörehuissa oli samaa luokkaa (hernevehnä 488 ja härkäpapuvehnä 495 g/kg ka), mutta hernevehnäsäilörehuissa oli enemmän sulamatonta kuitua kuin härkäpapuvehnäsäilörehuissa (223 vs. 191 g/kg ka). Sulamattoman kuidun osuus kuidusta oli erittäin korkea eli hernevehnäsäilörehuissa peräti 0,46 ja härkäpapusäilörehuissakin 0,38. Huhtasen ym. (2006) aineistossa ensimmäisen sadon nurmisäilörehuissa (n=33) suhde oli 0,14, mutta toisen sadon nurmisäilörehuissa (n=27) jonkun verran korkeampi eli 0,20. Nurmipalkokasvien soluseinän rakenne poikkeaa selvästi nurmiheinistä ja suhde olikin korkeampi, 0,30 (n=19), ja samaa tasoa kuin kokoviljasäilörehuissa (0,28, n=7). Suuri sulamattoman kuidun osuus näyttäisi olevan tyypillistä herneelle ja härkäpavulle niin kuin se on nurmi-

palkokasveille. Kuoppalan (2010) kirjallisuuteen ja kotimaisiin kokeisiin perustuvassa aineistossa sulamattoman kuidun osuus oli keskimäärin 0,35 puna-apilalla ja vain 0,18 heinäkasveilla. Ruutukokeen herne- ja härkäpapuviljaseoksissa, joissa oli mukana useita eri palkokasvilajikkeita ja kahta viljalajia, osuudet keskimäärin olivat isommat, 0,39 herneviljaseoksille ja 0,37 härkäpapuviljaseoksille ja peltokokeen vähemmän viljaa sisältävissä seoksissa ne olivat vielä korkeammat (0,45 ja 0,41). Puhtaille viljakasvustoille sulamattoman kuidun osuus oli keskimäärin 0,33 eikä korjuuajankohta vaikuttanut siihen.

**Taulukko 2.** Korjuuajankohdan vaikutus herneen ja härkäpavun lehtien, palkojen ja varsien osuuteen, kemialliseen koostumukseen (g/kg ka) ja sulavuuteen.

Korjuupvm v. 2013	Lehdet			Palot <sup>1</sup>			Varret		
	14.8.	27.8.	11.9.	14.8.	27.8.	11.9.	14.8.	27.8.	11.9.
<b>Herne</b>									
Osuus, g/g ka	0,229	0,214	0,174	0,176	0,311	0,415	0,595	0,474	0,410
Kuiva-aine, g/kg	138	206	293	128	157	178	157	208	237
Tuhka	105	103	113	54	49	54	65	62	66
Raakavalkuainen	306	310	308	248	238	250	121	118	123
Tärkkelys	26	33	36	102	138	161	33	37	32
Kuitu	217	219	232	241	269	253	526	523	559
iNDF	36	25	51	35	38	43	312	317	335
D-arvo	739	739	675	849	850	842	547	547	516
<b>Härkäpapu</b>									
Osuus, g/g ka	0,381	0,293	0,154	0,118	0,265	0,409	0,501	0,442	0,437
Kuiva-aine, g/kg	137	153	149	108	125	161	152	186	211
Tuhka	115	115	112	67,1	58,1	46,8	61,9	53,6	45,6
Raakavalkuainen	303	305	300	280	250	241	93	80	67
Tärkkelys	23	49	44	154	191	180	37	57	83
Kuitu	194	204	190	192	236	224	522	550	510
iNDF	35	36	36	18	26	25	274	331	325
D-arvo	752	737	742	807	801	818	565	534	553

<sup>1</sup>Palko sisältää sekä herneet tai pavut että kuoret niiden ympärillä.

<sup>2</sup>D-arvon laskennassa käytetty orgaanisen aineen sulavuus on laskettu yleisellä kaavalla.

Palkokasvien morfologisten osien eli lehtien, palkojen ja varren osuudet muuttuivat, kun kasvustoa korjattiin myöhemmin (Taulukko 2). Palkokasvien lehtien ja varren osuudet vähenivät ja palkojen osuus lisääntyi sekä herneellä että härkäpavulla. Raakavalkuaispitoisuus oli suurin lehdissä (keskimäärin 308 ja 303 g/kg ka herneellä ja härkäpavulla), hieman pienempi paloissa (keskimäärin 245 ja 257 g/kg ka) ja pienin varressa (keskimäärin 120 ja 80 g/kg ka). Lehtien rv-pitoisuus pysyi suunnilleen samana eri korjuuajoina, palkojen ja varsien rv-pitoisuus sen sijaan pieneni vähän härkäpavulla, mutta ei herneellä. Tämä heijastaa hyvin koko seoksen muutosta korjuuajan suhteen, härkäpapuvehnällä rv-pitoisuus pieneni, mutta hernevehnällä pysyi samalla tasolla. Tärkkelystä herneessä ja härkäpavussa oli pääasiassa paloissa, joissa se lisääntyi myöhemmälle korjuulle. Härkäpavun palkojen keskimääräinen tärkkelyspitoisuus oli suurempi kuin herneen (175 vs 133 g/kg ka).

Keskimääräinen kuitupitoisuus eri kasvinosissa vaihteli huomattavasti. Lehdissä kuitupitoisuus oli keskimäärin 223 g/kg ka herneellä ja 196 g/kg ka härkäpavulla, paloissa se oli hieman korkeampi (254 ja 217 g/kg ka), mutta varsissa se oli korkea (536 ja 527 g/kg ka). Herneellä kuitupitoisuus lisääntyi korjuuajan myötä, mutta härkäpavulla korjuuajan vaikutus ei ollut suoraviivaista. Sulamatonta kuitua oli lehdissä ja paloissa molemmilla kasvilajeilla alle 40 g/kg ka, mutta varressa sen sijaan 321 ja 310 g/kg ka. Sulamattoman kuidun osuus oli varsissa suuri (keskimäärin 0,60 molemmilla kasvilajeilla) mutta lehdissä ja paloissa pieni (lehdet 0,18 ja palot 0,13). Suurimmaksi osaksi korkea sulamattoman kuidun määrä on peräisin palkokasvin varresta (jopa 335 g/kg ka), sillä lehtien ja palkojen pitoisuudet olivat pienet vastaten aikaisin korjatun nurmirehun pitoisuuksia (MTT 2014).

**Taulukko 3.** Korjuuajankohdan vaikutus hernevehnä-, härkäpapuvehnä-, alsikeapila- ja timoteisäilörehujen koostumukseen ja säilönnälliseen laatuun kokeissa 1 ja 2.

	Paali, koe 1						Siilo/auma, koe 2			
	Hernevehnä			Härkäpapuvehnä			Hernevehnä	Härkäpapuvehnä	Alsikeapila	Timotei
Korjuupvm v. 2013	14.8.	27.8.	11.9.	14.8.	27.8.	11.9.	27.8.	27.8.	19.9.	9.8.
Kuiva-aine <sup>1</sup> , g/kg	200	218	270	215	230	251	240	231	224	371
ph	3,96	4,03	4,21	4,00	4,00	4,21	4,03	3,90	3,97	4,34
Kemiallinen koostumus, g/kg ka										
Tuhka	71	74	82	86	64	63	72	61	89	75
Raakavalkuainen	164	172	181	144	161	166	189	168	175	125
Kuitu	504	482	479	513	516	457	448	499	440	558
iNDF	220	224	224	203	199	170	194	192	157	107
Etikkahappo	9,1	13,7	13,0	10,7	10,1	7,7	20,3	17,7	23,4	7,17
Propionihappo	3,6	3,4	3,1	3,3	4,2	3,2	3,1	3,7	3,2	3,3
Voihappo	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	0,6
Maitohappo	72	92	74	66	43	26	113	62	93	10
Sokerit	67	53	54	53	71	90	42	66	19	155
Etanoli	2,3	5,8	4,2	3,2	1,9	4,8				
Kokonaistypestä, g/kg N										
Ammonium-N	72	92	87	53	51	49	93	64	71	73
Liukoinen N	617	602	589	554	504	475	591	550	450	585
D-arvo <i>in vitro</i> <sup>2</sup>	600	599	580	573	588	640	610	600	590	623
D-arvo <i>in vivo</i> <sup>3</sup>	605	584	555	576	589	619	603	580	587	611
ME, MJ/kg ka	9,69	9,34	8,88	9,25	9,42	9,92	9,65	9,29	9,40	9,78
OIV, g/kg ka	76	75	73	72	75	78	79	74	76	73
PVT, g/kg ka	51	61	73	38	51	51	73	58	63	16

<sup>1</sup>Tarjolle pannun rehun kuiva-ainepitoisuus (puristenesteen annettiin valua pois ennen punnitusta).

<sup>2</sup>D-arvo on laskettu sellulaasiliukoisuudesta yleisellä kaavalla palkokasvirehuille, apilakaavalla alsikeapilalle ja nurmen 2.sadon kaavalla timoteisäilörehulle.

<sup>3</sup>D-arvo on määritetty päseillä sulavuuskokeessa.

Käymislaatua kuvaavat ominaisuudet olivat tyyppillisiä näin kosteille rehuille (Taulukko 3) eli pH oli matala ja maitohappoa rehuissa oli runsaasti. Sokereita kaikissa rehuissa oli kuitenkin riittävästi jäljellä. Ammoniakkitypen osuus kokonaistypestä oli hernevehnäsäilörehuissa korkea ja kuvastaa sitä ettei säilöntä ollut täysin onnistunut.

#### 4.3.2 Säilöntätappiot suuria

Kasvuston rehuarvo korjuuhetkellä asettaa ylärajan rehun laadulle, mutta onnistunutkin säilöntä huonontaa aina jonkin verran rehun laatua. Kun verrattiin ilman esikuivausta muurahaishapolla säilöttyjen nurmikasvustoista tehtyjen säilörehujen ja niiden raaka-aineiden pepsiinisellulaasiliukoisuuksia (OMS), lasivat ne säilöntätappioiden takia keskimäärin 24 g/kg ka (Huhtanen ym. 2005). Haastavissa säilöntäolosuhteissa (sateet esikuivauksen aikana, runsas puristenesteen erittyminen, virheikäymiset) hyvin sulavien ravintoaineiden ja siten sulavuuden lasku voi olla paljon suurempi.

Tässä kokeessa raaka-aineen OMS oli keskimäärin 52 g/kg korkeampi kuin valmiiden säilörehujen, mikä kertoo huomattavista säilöntätappioista. Merkittävän osan niistä ovat varmaankin muodostaneet puristenestetappiot. Niiden määrää ei paalirehuista pystytty määrittämään, mutta raaka-aineiden kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 181 g/kg ja valmiiden säilörehujen 231 g/kg eli rehut olivat selvästi kui-

vempia kuin raaka-aineet. Puristeneste sisältää arvokkaita hyvin sulavia ravinteita kuten sokereita ja valkuaisaineita.

Palkokasvisäilörehujen säilöntäteknikkaan on siis kiinnitettävä erityistä huomiota. Esimerkiksi säilöntä-aineen käytöllä voidaan varmistaa rehujen säilönnällistä laatua haastavissa säilöntätilanteissa (Seppälä ym. 2014). Tässä kokeessa suurin huoli kohdistuu suuriin puristenestetappioihin eli rehu pitäisi pystyä korjaamaan kuivempana. Viljat sisältävät luonnostaan vähemmän kosteutta alkaessaan tuleentua, joten suurempi viljan osuus seoksessa lisäisi kasvuston ka-pitoisuutta. Taikinatuleentumisvaiheessa, mikä on suositeltu viljojen kehitysvaihe kokoviljasäilörehun teossa, viljakasvuston ka-pitoisuus on noin 350 g/kg ka eikä puristenestettä muodostu.

Joissain tapauksissa palkokasvipitoisia kasvustoja on onnistuneesti esikuivattu ennen säilöntää. Pääsääntöisesti kokoviljasäilörehujen korjuussa suositetaan suoraan kasvustosta korjaavia koneita varisemistappioiden vähentämiseksi. Sulavuuskoesäilörehujen korjuunkin jälkeen pellostä löytyi silmämääräisen tarkastelun perusteella runsaasti varisseita siemeniä (Kuva 2).



**Kuva 2.** Hernevehnäkavuston viimeisellä korjuukerralla paalauksen jäljiltä peltoon jäi paljon irtoherneitä. Lakoontumisen takia herneestä jäi myös pitkä sänki. Kuva: Kaisa Kuoppala.

Koska keskimmäisenä paalirehujen korjuupäivänä rehuja valmistettiin myös siiloihin, pystyimme tarkastelemaan korjuutavan vaikutusta sulavuuteen. Hernevehnän *in vivo* D-arvo oli paaleissa 19 g/kg ka pienempi, mutta härkäpapuvehnän 9 g/kg ka suurempi kuin siilossa. Sellulaasiliukoisuuden perusteella paalirehujen D-arvo oli 12 g/kg ka matalampi kuin siilorehujen. Kovin suurta ja systemaattista vaikutusta korjuutavalla ei siis ollut sulavuuden muodossa näkyviin säilöntätappioihin.

### 4.3.3 Korjuuajan merkitys

Sopiva korjuu-aika on tasapainoilua sadon määrän, sulavuuden ja korjuutappioiden välillä. Kasvun edetessä lehtien osuus koko kasvumassasta pienenee ja varren ja palkojen osuus suurenee. Palot täyttyvät, kun siemenet (herneet tai pavut) alkavat valmistua. Samaan aikaan lehdet alkavat kuihtua ja varista. Lehdissä on runsaasti raakavalkuaista ja niiden sulavuus on hyvä, varsi sen sijaan on puumaista, vähän valkuaisista sisältävää ja huonosti sulavaa. Korjaamalla myöhään voidaan maksimoida ka- ja rv-sadon tuotanto sekä ainakin rehevillä vihantalajikkeilla myös sulavuus pysyy kohtuullisena pitkään. Ruutukokeen (Kuoppala ym. 2014a) tulosten perusteella myöhään korjaaminen lisäsi sulavuutta, mikä näkyi myös härkäpapuvehnäsäilörehulla.

Tässä hankkeessa ei määritetty korjuutappioita, mutta Suokannaksen ym. (2014, julkaisematon) kesän 2014 kokeessa härkäpapusäilörehun korjuussa tuli 13–15 % ka-tappiot. Normaalisti nurmisäilörehun korjuussa peltoon ei varise näin paljon kasvimassaa vaan korjuutappiot muodostuvat suurimmaksi osaksi hengitystappioista ja säilöntätappioista. Kuva 2 on otettu viimeiseltä korjuukerralta Ruukista eli 13.9.2013 ja peltoon jääneiden herneiden ja papujen määrä näytti suuremmalta kuin Suokannaksen ym. (2014, julkaisematon) kokeessa.

Rehunteolle sopiva aikaikkuna on palkokasveilla laajempi kuin nurmiheinäkasveilla. Jos halutaan pienentää korjuutappioita, kasvusto kannattaa korjata aikaisemmin, kun palot eivät ole vielä kovia ja täyttyneitä ja lehtimassa on vielä vihreää. Olosuhteet aiemmin kesällä ovat yleensä suotuisimmat esikuivatustakin ajatellen, sillä ilman kosteus lisääntyy syksyä kohti. Kun hyvässä kasvuvaiheessa heinäkuulla tulee helteitä, kasvusto voi vanheta hyvinkin nopeasti. Härkäpapu sietää huonosti kuivuutta ja helteellä lehdet, kukat ja palonaiheet alkavat nopeasti kuihtua. Oikea korjuuajankohta kannattaakin valita sen mukaan mitä palkokasvi- ja viljalajeja ja -lajikkeita on käytössä ja millä menetelmällä kasvusto korjataan. Kasvukauden säätila on tietenkin ratkaisevassa osassa. Kasvusto saattaa näyttää päällepäin rehevältä ja hyvässä kasvussa olevalta, mutta sukellus kasvustoon antaa paremman kuvan säilörehuksi ajatellun massan kunnosta!

#### 4.3.4 Säilörehujen sulavuus lampailla

Sulavuuskokeiden perusteella hernevehnä- ja härkäpapuvehnäseosten sulavuudet olivat matalia (Taulukko 2). Paaliin säilötyn hernevehnän D-arvo oli keskimäärin 581 ja härkäpapuvehnän 595 g/kg ka. Nämä tulokset ovat erittäin matalia verrattuna esimerkiksi siihen, että lehmille suositellaan nurmisäilörehun D-arvoksi 680–700 g/kg ka. Toisaalta on tunnettua, että kokoviljasäilörehujen sulavuudet ovat matalampia kuin nurmisäilörehujen. Huhtasen ym. (2006) aineistossa oli mukana 7 kokoviljasäilörehua, joiden keskimääräinen päseillä määritetty D-arvo oli 635 g/kg ka ja Stefanskan ym. (2008) ohrakokoviljasäilörehun D-arvo oli 592 g/kg ka.

Koska solunsisällysaineiden todellinen sulavuus on lähes täydellistä ja metabolisen aineksen määrä riippuu lähinnä ka:n syönnistä, määrittää kuidun sulavuus rehun sulavuuden. Palkokasvisäilörehujen kuidun sulavuus oli erittäin pieni, hernevehnällä 0,533 ja härkäpapuvehnällä 0,543. Huhtasen ym. (2006) aineistossa kuidun sulavuudet 1. ja 2. sadon nurmiheinäsäilörehuille ja nurmipalkokasvisäilörehuille olivat huomattavasti suurempia (0,739, 0,701 ja 0,627) mutta kokoviljasäilörehun oli samaa luokkaa eli 0,515. Palkoviljasäilörehujen matalat kuidun sulavuudet ovat linjassa niiden erittäin korkeiden sulamattoman kuidun (iNDF) pitoisuuksien kanssa.

**Taulukko 4.** Säilörehujen *in vivo* -sulavuudet (g/g) lampailla tehdyissä sulavuuskokeissa.

	Paali, koe 1						Siilo/auma, koe 2			
	Hernevehnä			Härkäpapuvehnä			Hernevehnä	Härkäpapuvehnä	Alsikeapila	Timotei
<b>Korjuupv v. 2013</b>	<b>14.8.</b>	<b>27.8.</b>	<b>11.9.</b>	<b>14.8.</b>	<b>27.8.</b>	<b>11.9.</b>	<b>27.8.</b>	<b>27.8.</b>	<b>19.9.</b>	<b>9.8.</b>
Orgaaninen aine	0,651	0,630	0,605	0,630	0,629	0,660	0,650	0,619	0,645	0,660
D-arvo, g/kg ka	605	584	555	576	589	619	603	580	587	611
Raakavalkuainen	0,756	0,738	0,720	0,690	0,695	0,689	0,752	0,681	0,683	0,627
Solunsisällysaineet <sup>1</sup>	0,746	0,739	0,711	0,744	0,743	0,761	0,752	0,758	0,679	0,676
Kuitu	0,568	0,527	0,503	0,541	0,536	0,552	0,540	0,494	0,607	0,646
pdNDF <sup>2</sup>	1,014	0,984	0,952	0,897	0,873	0,879	0,951	0,808	0,952	0,802

<sup>1</sup>Orgaanisen aineen pitoisuudesta vähennetty kuidun pitoisuus.

<sup>2</sup>Potentiaalisesti sulava kuitu (kuitupitoisuudesta vähennetty sulamattoman kuidun pitoisuus).



**Kuva 3.** Lampaat ylläpitotason ruokinnalla toimivat märehitjän mallieläimenä sulavuusmäärittämisessä. Sulavuuskokeessa syöty rehu ja erittynyt sonta punnitaan päivittäin viiden vuorokauden ajan. Ylhäällä 13.9.2013 korjattu hernevehnä- (vas.) ja härkäpapuvehnäsäilörehu (oik.). Alempi kuva oikealla näyttää sonnan ja virtsan keruun erikseen. Kuvat: Kaisa Kuoppala.

#### 4.3.5 Laboratoriomääritykset sulavuuden ennustajina

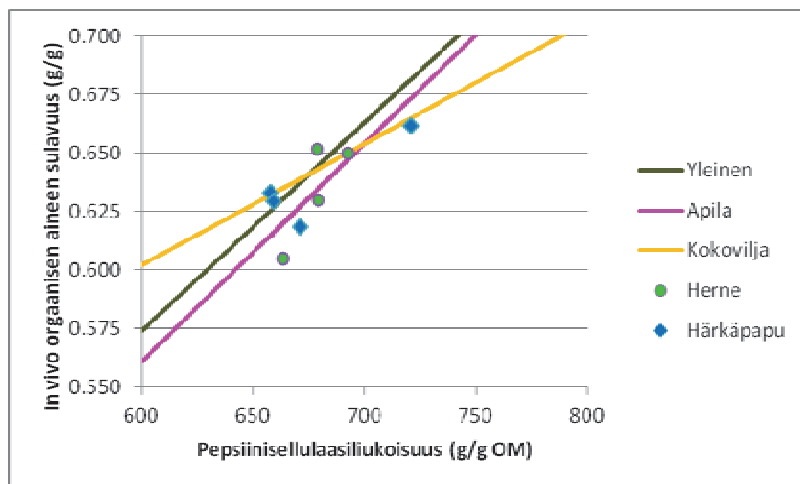
Rehujen sulavuuden määrittämiseen tarvitaan mahdollisimman tarkkoja laboratoriomenetelmiä, koska sulavuuskokeita eläimillä voidaan tehdä vain poikkeustapauksissa. Rehunäytteet, joiden sulavuus on määritetty eläimillä suoritetussa sulavuuskokeessa, ovat erittäin arvokkaita, kun arvioidaan laboratoriomenetelmien tarkkuutta ja kehitetään niitä.

Suomessa käytetään ns. pepsiinisellulaasiliukoisuuden (OMS) perustuvaa *in vitro* -menetelmää karkearehujen sulavuuden määrittämiseksi. Rehunäytettä ”sulatetaan” koeputkessa liuoksessa, jossa on selluloosaa sulattavaa entsyymiä, minkä jälkeen näytteestä poistetaan liukoiset aineet pepsiini-HCl-liuoksella. Jäännös punnitaan ja se edustaa sulamatonta rehun osaa. Menetelmä pyrkii jäljittelemään rehun sulatusta märehitjän ruoansulatuskanavassa, mutta täsmälleen samanlainen se ei tietenkään ole. Menetelmässä ei muodostu mikrobimassaa kuten märehitjän pötsissä eli kyseessä on ns. todellinen, ei näennäinen, sulavuus.

Laboratoriossa määritetty OMS voidaan muuntaa vastaamaan eläimillä havaittavaa sulavuutta, kun laskeaan regressioyhtälö, jossa eläimillä havaittu sulavuus on x-akselilla ja laboratoriomäärittäminen y-akselilla (Kuva 4). Tätä menetelmää käyttäen OMS ennustaa hyvin erityyppisten karkearehujen sulavuutta, mutta tyyppien välillä on eroja. Kuidun sulavuus jää laboratoriomenetelmässä pienemmäksi, minkä takia runsaasti kuitua sisältävät nurmirehut saavat matalammat tulokset kuin vähän kuitua sisältävät palkokasvit ja kokoviljat, vaikka sulavuus eläimillä olisi sama. Paras tulos saadaan, kun käytetään rehutyyppikohtaisia

korjausyhtälöitä nurmiheinäkasvien ensimmäiselle ja toiselle sadolle, nurmipalkokasveille (puna-apilalle) ja kokoviljasäilörehulle (Huhtanen ym. 2006, Rinne ym. 2008).

Aikaisempi aineisto ei sisältänyt lainkaan palkoviljasäilörehuja. Palkokasvien ja viljan seoksille voisi ajatella käytettävän joko yleistä kaavaa, kokoviljasäilörehujen kaavaa tai puna-apilan kaavaa. Puna-apilakaava voisi tulla kyseeseen sen takia, että palkokasveina herne ja härkäpapu muistuttavat puna-apilaa mm. kuidun koostumukseltaan. Niissä kuitupitoisuus on pienempi kuin heinäkasveissa, mutta iNDF-pitoisuus on suurempi. Jos viljan osuus seoksessa on suuri, kokoviljasäilörehukaava voisi olla luonteva valinta.



**Kuva 4.** Aikaisemman aineiston (Huhtanen ym. 2006) perusteella eri kasvityypeille muodostetut pepsiinisellulaasiliukoisuuden ja *in vivo* -sulavuuden yhteydet suhteessa tässä sulavuuskokeessa määritettyihin herne- ja härkäpapusäilörehuihin.

Kuvaan 4 on sijoitettu tämän sulavuuskokeen säilörehut ja näkyviin on laitettu yleinen, apilan ja kokoviljasäilörehujen OMS:n ja *in vivo* -sulavuuden yhteydet (regressioyhtälöt). Valitettavasti palkoviljapisteitä on vielä vähän ja sulavuuden vaihtelu kohtuullisen pieni tässä aineistossa, mutta puna-apilan kaava näyttää toimivan parhaiten. Tämä vaikuttaa luontevalta, koska kyseessä ovat samaan kasviryhmään eli palkokasveihin kuuluvat kasvimateriaalit ja näissä säilörehuissa vehnän osuus oli keskimäärin vain 12 %.

Aikaisemmassa aineistossa kasvityyppikohtaiset erot olivat pienempiä, kun käytettiin sulamatonta kuitua sulavuuden ennustajana (Huhtanen ym. 2006). Tämän aineiston sulamattoman kuidun pitoisuudet olivat erittäin korkeita, ja vaikuttaa siltä, että sulamaton kuitu ei huonontanut *in vivo* -sulavuutta yhtä voimakkaasti kuin aikaisemmassa aineistossa. Sekä apila- että kokoviljayhteys vaikuttivat paremmilta kuin yleinen yhteys.

#### 4.3.6 Sulavuus ja rehujen tuotantovaikutus

Sulavuuskokeiden valossa näyttää siltä että laboratoriomäärittelyksissä saadut matalat sulavuustulokset palkoviljoja sisältäville kokoviljasäilörehuille ovat oikeansuuntaisia. Vilja- ja palkoviljakasvit eroavat kasvifysiologisilta ja -anatomisilta ominaisuuksiltaan niin selvästi nurmiheinäkasveista, että siitä seuraa selkeä tasoero sulavuudessa. Viljelytekniikalla tai korjuun ajoittamisella D-arvoon voidaan vaikuttaa vain vähän.

D-arvon vaikutus tuotantovaikutukseen ei kuitenkaan ole kokoviljasäilörehuilla samanlainen kuin nurmiheinillä. Useissa tutkimuksissa on todettu että vaikka sulavampaa nurmisäilörehua korvataan huonommin sulavalla kokoviljasäilörehulla, eläinten vapaaehtoinen syönti saattaa lisääntyä eikä tuotos pienene (Ahvenjärvi ym. 2006, Jaakkola ym. 2009). Wallstenin ym. (2008) mukaan kokoviljasäilörehujen tärkkelyspitoisuus ja sen korkea sulavuus voivat kompensoida sulamattoman kuidun suurta määrää.

Merkittävä kokoviljasäilörehujen tuotantoa ylläpitävä vaikutus selittyy lisääntyneen syönnin kautta, kun rehuannoksen karkearehu monipuolistuu eli siihen lisätään kokoviljasäilörehua tai nurmipalkokasveja. Tämä ilmiö on pystytty kuvaamaan syönti-indeksin muodossa (Huhtanen ym. 2007, Rinne ym. 2008) ja siten huomioon ottaen mm. lypsyylehmien ruokinnansuunnittelussa. Jos korvaava rehu sopii hyvin tilan viljelykiertoon ja/tai on edullisempaa kuin nurmisäilörehu, ”huonomman” rehun sisällyttäminen rehuannokseen voi olla hyvin perusteltua.



Ruotsalaisissa kokeissa on saatu positiivisia tuloksia palkoviljasäilörehujen käytöstä lehmille (mm. Haag 2007). Suomestakin alkaa kertyä tutkimustietoa palkokasvipitoisten kokoviljasäilörehujen käytöstä eläinten ruokinnassa. Pursiainen ja Tuori (2006) totesivat että herneen ja ohran seoskasvustosta tehdyllä kokoviljasäilörehulla pystyttiin korvaamaan jopa 2/3 nurmisäilörehusta tuotoksen ja syönnin vähentymättä. Rehujen syönti ja maitotuotos lisääntyivät, kun pelkkää hernekaura- ja härkäpapukaurasäilörehua verrattiin 2. sadon nurmisäilörehuun (Juutinen 2011, Markkanen 2014). Tulokset riippuvat tietysti myös siitä, minkälainen on verrokkina käytetty nurmirehu – tässä tapauksessa sen D-arvo oli matala eli 625 g/kg ka. Tuoreessa kotimaisessa kokeessa syönti ja maitotuotos pysyivät samoina kun puolet hyvälaatuisesta 1. sadon nurmisäilörehusta korvattiin härkäpapusäilörehulla huolimatta sen matalammasta sulavuudesta ja energia-arvosta (Jaakkola ym. 2014, julkaisematon).

Kasvavien lihanautojen osalta kokoviljasäilörehuilla on havaittu hyvin vaihtelevia kasvutuloksia suhteessa kulloinkin verrokkina käytettyyn nurmisäilörehuun (O’Kiely ja Moloney 1999, O’Kiely ja Moloney 2002, Keady 2005, Keady ym. 2007, Walsh ym. 2008, Huuskonen ja Joki-Tokola 2010, Keady ym. 2013, Huuskonen 2013). Esimerkiksi vehnäkookoviljasäilörehun lisääminen rehuannokseen on heikentänyt (O’Kiely ja Moloney 1999), parantanut (O’Kiely ja Moloney 2002) tai sillä ei ole ollut vaikutusta (Keady ym. 2007) lihanautojen kasvuun. Kasvuvasteet ovat olleet riippuvaisia sekä kontrolliruokintana käytetyn nurmisäilörehun että tutkitun kokoviljasäilörehun ravitsemuksellisesta ja säilönnällisestä laadusta.

Hernevilja- ja härkäpapuviljasäilörehujen osalta tutkittua tietoa lihanautojen ruokinnasta on saatavilla hyvin rajoitetusti. Edistystä luomutuotantoon -hankkeen ruokintakoeosiossa palkoviljasäilörehujen ei havaittu vaikuttavan merkittävästi sonnien kasvutuloksiin suhteessa heikohkosti sulavaan (D-arvo 629 g/kg ka) timoteisäilörehuun (Huuskonen ym. 2014b). Härkäpapu-vehnäsäilörehu sen sijaan poikkesi timotei- ja herne-vehnäsäilörehuista rehun syönnin osalta, sillä härkäpapu-vehnäsäilörehua saaneet sonnit söivät enemmän ka:ta (Huuskonen ym. 2014b).

#### 4.3.7 Typen käytön tehokkuus ruokinnassa

Ravinteiden käytön tehokkuus on viime vuosina noussut yhä tärkeämmäksi asiaksi myös kotieläintuotannossa. Lehmien typen käytön tehokkuus riippuu lähes täysin rehuannoksen rv-pitoisuudesta (Huhtanen ym. 2008) eli mitä enemmän rehut sisältävät typpeä, sitä enemmän sitä myös erittyy. Lähes tuhannen ruokintaryhmän meta-analysissä keskimäärin 277 g/kg rehuannoksen tyyppistä erittyi maitoon ja loppu päätyi lantaan. Jos kokoviljasäilörehuun lisätään palkokasveja ja muut rehuannoksen komponentit pysyvät ennallaan, typen hyväksikäyttö huononee.

Puhtaiden kokoviljaseosten rv-pitoisuus on hyvin matala, vain noin 100 g/kg. Lisäämällä seokseen palkoviljoja, rv-pitoisuutta voidaan nostaa useita kymmenyksiä riippuen kasvilajisuhteista, sillä puhtaiden palkoviljakasvustojen rv-pitoisuus on lähes 200 g/kg ka. Valkuaispitoisuuden nostaminen palkoviljoilla on erittäin hyödyllistä tilanteissa joissa lypsylehmien rehuannoksen pötsin valkuaistase (PVT) jää negatiiviseksi. Tällöin pötsin mikrobisulatus ja mikrobivalkuaisten tuotanto kärsivät typen puutteesta. Ruokintasuositusten mukaan lypsylehmien rehuannoksen PVT:n tulee olla positiivinen, mutta kasvavien (elopaino yli 200 kg) nautojen PVT voi suositusten mukaan olla -10 g syötyä ka-kiloa kohti (MTT 2014).

Kasvavien nautojen ruokinnassa ollaan yleensä aina tilanteessa, jossa dieetin valkuaispitoisuuden lisäämisellä ei saavuteta etua, vaikka puhtaasta viljakasvustosta korjattua kokoviljasäilörehua käytettäisiin ainoana karkearehuna (Huuskonen 2013, Pesonen ym. 2014). Edellä mainituissa tutkimuksissa käytettiin sonnien ruokinnassa karkearehuna ohrakookoviljasäilörehuja, joiden rv-pitoisuudet olivat 105 g/kg ka (Huuskonen 2013) ja 89 g/kg ka (Pesonen ym. 2014). Matalista valkuaispitoisuuksista huolimatta valkuaisliisä ruokinnassa ei parantanut sonnien kasvua, rehun hyväksikäyttöä tai teurastuloksia, kun eläimet ruokittiin vapaasti joko seosrehulla (väkirehuprosentti 40 %) tai kokoviljasäilörehulla ja kohtuullisella määrällä viljaväkirehua (väkirehuprosentti 20–40 %) (Huuskonen 2013, Pesonen ym. 2014).

Huuskosen ym. (2014a) tekemän meta-analysin perusteella säilörehua ja viljaa sisältävillä ruokinnoilla yli 200 kg:n painoisten kasvavien nautojen pötsimikrobien typen tarve täyttyy yleensä säilörehun ja viljan kautta. Jos pötsin mikrobisynteesi ei jostain syystä tuota riittävästi mikrobivalkuaista (esimerkiksi erittäin heikkolaatuinen karkearehu ja matala väkirehun saanti), tilanne voidaan korjata lisäämällä rehuannokseen kohtuullinen määrä viljaväkirehua, mikä tehostaa mikrobisynteesiä. Edellä mainitun meta-analysin perusteella kasvavien nautojen PVT:n alaraja voitaisiinkin turvallisesti pudottaa arvoon -20 g/kg ka ilman negatiivista vaikutusta kasvu- tai teurastuloksiin.

## 4.4 Johtopäätökset

Herneen tai härkävavun ottaminen mukaan kokoviljasäilörehuseokseen suurentaa rehun rv-pitoisuutta mutta vaikutukset sulavuuteen ovat todennäköisesti pieniä, sillä myös palkoviljakasvustojen sulavuudet ovat matalahkoja nurmikasveihin verrattuna. Palkoviljakasvustojen sulavuuden määrittäminen laboratoriomenetelmällä toimii kohtuullisen luotettavasti.

Korjuuajan valinta vaikuttaa rehun laatuun. Lehtevä hyvässä kasvussa oleva kasvusto sisältää paljon hyvin sulavia ja paljon raakavalkuaista sisältäviä lehtiä, mutta kuiva-ainesato ja palkojen määrä lisääntyvät pitkälle. Optimaalisinta olisi ajankohta, jossa lehdet ovat vielä vehreitä ja palot täyttyneet. Viljelyajankohdan säätila, viljeltävät palkokasvi- ja viljalajikkeet sekä korjuumenetelmä vaikuttavat siihen milloin kasvusto kannattaa korjata. Palkokasvikokoviljasäilörehun oikeaan korjuu aikaan vaikuttaa niin moni tekijä, että lopullista vastausta on ilman tuotantokokeita vaikea antaa.

Aikaisempien kotimaisten ja ulkomaisten tutkimusten perusteella palkoviljoja sisältävät kokoviljasäilörehut sopivat hyvin nautojen ruokintaan sillä tyypillisesti matalammasta sulavuudesta huolimatta lisääntynyt syönte pystyy ylläpitämään tuotantoa hyvällä tasolla. Pääsääntöisesti D-arvot ovat eri tyyppisille rehulle kohdallaan, mutta rehujen käyttökelpoisuuden arvioinnissa D-arvon suhteen on käytettävä hieman eri asteikkoja.

Palkokasvien käyttö rehuntuotannossa vähentää tyyppilannoituksen tarvetta ja jos kokoviljasäilörehu sopii hyvin tilan viljelykiertoon, ruokintamenetelmään ja on edullisempaa kuin nurmisäilörehu, sen sisällyttämien rehuannokseen on perusteltua.

## 4.5 Kirjallisuus

- Ahvenjärvi, S., Joki-Tokola, E., Vanhatalo, A., Jaakkola, S. & Huhtanen, P., 2006. Effects of replacing grass silage with barley silage in dairy cow diets. *Journal of Dairy Science* 89: 1678–1687.
- Haag, T., 2007. Åkerböna i samodling med värvete som helgrödesensilage till mjölkkor. [Field beans cultivated together with spring wheat as whole-crop silage to dairy cows]. SLU Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Rapport 3, 2007.
- Huhtanen, P., Nousiainen, J. & Rinne, M. 2006. Recent development in forage evaluation with special reference to practical applications. *Agricultural and Food Science* 15: 293–323.
- Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J., 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal* 1: 758–770.
- Huhtanen, P., Nousiainen, J.I., Rinne, M., Kytölä, K. & Khalili, H. 2008. Utilization and partition of dietary nitrogen in dairy cows fed grass silage-based diets. *Journal of Dairy Science* 91: 3589–3599.
- Huuskonen, A., 2009. The effect of cereal type (barley versus oats) and rapeseed meal supplementation on the performance of growing and finishing dairy bulls offered grass silage-based diets. *Livestock Science* 122: 53–62.
- Huuskonen, A. 2013. Performance of growing and finishing dairy bulls offered diets based on whole-crop barley silage with or without protein supplementation relative to a grass silage-based diet. *Agricultural and Food Science* 22: 424–434.
- Huuskonen, A., Huhtanen, P. & Joki-Tokola, E. 2014a. Evaluation of protein supplementation for growing cattle fed grass silage-based diets: a meta-analysis. *Animal* 8: 1653–1662.
- Huuskonen, A., Pesonen, M. & Honkavaara, M. 2014b. Palkokasvisäilörehujen vaikutukset sonnien kasvu- ja teurastuloksiin sekä lihan laatuun. Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.). Edistystä luomutuotantoon -loppuraportti. MTT Raportti 175: 73–91.
- Huuskonen, A. & Joki-Tokola, E., 2010. Performance of growing dairy bulls offered diets based on silages made of whole-crop barley, whole-crop wheat, hairy vetch and grass. *Agricultural and Food Science* 9: 116–126.
- Huuskonen, A., Khalili, H. & Joki-Tokola, E., 2007. Effects of three different concentrate proportions and rapeseed meal supplement to grass silage on animal performance of dairy-breed bulls with TMR feeding. *Livestock Science* 110: 154–165.
- Jaakkola, S., Saarisalo, E. & Heikkilä, T. 2009. Formic acid treated whole crop barley and wheat silages in dairy cow diets: effects of crop maturity, proportion in the diet, and level and type of concentrate supplementation. *Agricultural and Food Science* 18: 234–256.
- Juutinen, E. 2011. Säilörehua herneestä ja härkävavusta. *Nauta* 4/2011: 34–35.
- Keady, T.W.J. 2005. Ensiled maize and whole crop wheat forages for beef and dairy cattle: effects on animal performance. Teoksessa: Park, R.S. & Stronge, M.D. (Toim.), Proceedings of the XIV International Silage Conference, July 2005. Wageningen Academic Publishers, Belfast, N. Ireland, s. 65–82.

- Keady, T.W.J., Hanrahan, J.P., Marley, C.L. & Scollan, N.D., 2013. Production and utilization of ensiled forages by beef cattle, dairy cows, pregnant ewes and finishing lambs: a review. *Agricultural and Food Science* 22: 70–92.
- Keady, T.W., Lively, F.O., Kilpatrick, D.J. & Moss, B.W. 2007. Effects of replacing grass silage with either maize or whole-crop wheat silages on the performance and meat quality of beef cattle offered two levels of concentrates. *Animal* 1: 613–623.
- Kuoppala, K., Lötjönen, T., Saarinen, E., Suomela, R., Hyrkäs, M. & Huuskonen, A. 2014a. Palkokasviviljakasvustojen satoisuus ja rehuarvo. Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.). Edistystä luomutuotantoon - loppuraportti. MTT Raportti 175:28–36.
- Kuoppala, K. 2010. Influence of harvesting strategy on nutrient supply and production of dairy cows consuming diets based on grass and red clover silage. MTT Science 11: 50 s. Doctoral Dissertation. Saatavilla internetistä: <[www.mtt.fi/mtttiede/pdf/mtttiede11.pdf](http://www.mtt.fi/mtttiede/pdf/mtttiede11.pdf)>
- Kuoppala, K., Ahvenjärvi, S., Rinne, M. & Vanhatalo, A., 2009. Effects of feeding grass or red clover silage cut at two maturity stages in dairy cows. 2. Dry matter intake and cell wall digestion kinetics. *Journal of Dairy Science* 92: 5634–5644.
- Laurila, M., Huuskonen, A. & Luoma, S. 2014. Nurmipalkokasveja viljelyyn ja laidunnukseen Pohjois-Pohjanmaalle. Teoksessa: Hakojärvi, M. & Schulman, N. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2014 [verkojulkaisu]. Suomen Maataloustieteellisen Seuran julkaisuja no 30. 7 s. Saatavilla internetissä: <<http://www.smts.fi>>
- Lötjönen, T. 2014. Kestorikkakasvien torjunta vilja- ja valkuaiskasvien viljelyn näkökulmasta. Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.). Edistystä luomutuotantoon - loppuraportti. MTT Raportti 175: 9–21.
- Markkanen, A. 2014. MMM-seminaari, Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden laitos, Kotieläinten ravitsemustiede, 28.5.2014.
- MTT 2014. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset – verkkopalvelu. Saatavilla internetissä: <[www.mtt.fi/rehutaulukot](http://www.mtt.fi/rehutaulukot)>
- O’Kiely, P. & Moloney, A.P. 1999. Whole crop wheat silage for finishing beef heifers. *Irish Journal of Agriculture and Food Research* 38: 296 (Abstract).
- O’Kiely, P. & Moloney, A.P. 2002. Nutritive value of whole crop wheat and grass silage for beef cattle when offered alone or in mixtures. *Proceedings of the Agricultural Research Forum*. s. 42.
- Pesonen, M., Joki-Tokola, E. & Huuskonen, A. 2014. Effects of concentrate proportion and protein supplementation on performance of growing and finishing crossbred bulls fed a whole-crop barley silage-based diet. *Animal Production Science* 54: 1399–1404.
- Pursiainen, P. & Tuori, M. 2006. Replacing grass silage with pea-barley intercrop silage in the feeding of the dairy cow. *Agricultural and Food Science* 15: 235–251.
- Rinne, M., Huhtanen, P., Nousiainen, J. 2008. Karkearehujen sulavuuden määrittäminen tarkentunut. Teoksessa: Hopponen, A. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2008, 10.-11.1.2008. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 23: 11 s. Saatavilla: <[http://www.smts.fi/mpol2008/index\\_tiedostot/Posterit/ps024.pdf](http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Posterit/ps024.pdf)>
- Rinne, M., Huhtanen, P. & Nousiainen, J. 2008. Säilörehun ja koko rehuannoksen syönti-indeksit auttavat lypsylehmien ruokinnan suunnittelussa. Teoksessa: Hopponen, A. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2008, 10.-11.1.2008. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 23: 8 s. Saatavilla internetissä: <[http://www.smts.fi/mpol2008/index\\_tiedostot/Esitelmat/es086.pdf](http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Esitelmat/es086.pdf)>
- Saarinen, E., Salo, K., Virkajärvi, P., Hyrkäs, M., Suomela, R., Pesonen, M., Niskanen, M. & Huuskonen, A. 2012. Vaihtoehtoisia rehuksveja nautakarjatilaille - ruutukokeet. Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.). Nautatilojen rehuksvivalikoima laajemmaksi?: Tuloksia InnoNauta -hankkeen tutkimuksista. MTT Raportti 77: 31–39.
- Salawu, M.B., Adesogan, A.T., Weston & C.N., Williams, S.P., 2001. Dry matter yield and nutritive value of pea-wheat bi-crops differing in maturity at harvest, pea to wheat ratio and pea variety. *Animal Feed Science and Technology* 94: 77–87.
- Seppälä, A., Kuusisto, K., Mäki, M. & Rinne, M. 2014. Eri säilöntäaineiden soveltuvuus härkäpapuvehneä ja hernevehneäkokoviljojen säilöntään. Teoksessa: Huuskonen, A. (toim.). Edistystä luomutuotantoon - loppuraportti. MTT Raportti 175: 5–72.
- Stefanska, J., Rinne, M., Heikkilä, T. & Ahvenjärvi, S. 2008. In vivo digestibility of different types of forages using sheep as a model of ruminants. Teoksessa: Hopponen, A. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2008, 10.-11.1.2008. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 23: 7 s. Saatavilla Internetissä: <[http://www.smts.fi/mpol2008/index\\_tiedostot/Posterit/ps023.pdf](http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Posterit/ps023.pdf)>
- Wallsten, J., 2008. Whole-crop cereals in dairy production. Digestibility, feed intake and milk production. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden. 45 s.
- Walsh, K., O’Kiely, P., Moloney, A.P. & Boland, T.M. 2008. Intake, performance and carcass characteristics of beef cattle offered diets based on whole-crop wheat or forage maize relative to grass silage or ad libitum concentrates. *Livestock Science* 116: 223–236.

---

## 5 Eri säilöntäaineiden soveltuvuus härkäpapuvehnä- ja hernevehnäkokoviljojen säilöntään

---

Arja Seppälä<sup>1</sup>, Katja Kuusisto<sup>2</sup>, Maarit Mäki<sup>3</sup> ja Marketta Rinne<sup>1</sup>

<sup>1</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tietotie 2C, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup> Helsingin yliopisto, Maataloustieteiden laitos, PL 28, 00014 Helsingin yliopisto

<sup>3</sup> MTT, Biotekniikka- ja elintarviketutkimus, Humppilantie 7, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

### Tiivistelmä

Palkoviljat tekevät kokoviljan säilönnästä haasteellista, sillä tyypillisesti palkoviljojen kuiva-ainepitoisuus on pienempi ja puskurikapasiteetti suurempi verrattuna pelkkiin viljakasveihin. Tässä kokeessa tutkittiin säilöntäaineiden kykyä parantaa säilöntätulosta palkoviljavaltaisten kokoviljojen säilönnässä. Härkäpapuvehnä (PaVe)- ja hernevehnäkasvustot (HeVe) korjattiin tarkkuussilppurilla vehnän ollessa aikaisella taikinatuleentumisasteella. Palkoviljan osuus oli 0.84 (PaVe) ja 0.89 (HeVe) ja kasvimateriaali oli märkää (ka 173 g/kg PaVe, 181 g/kg HeVe). Puristenestettä ei poistettu rehuista säilönnän aikana. Säilöntävaiheessa kasvimateriaaliin lisättiin muurahaishappopohjaista säilöntäainetta (AIV Ässä) tai maitohappobakteeriymppejä sisältäneitä tuotteita (Bonsilage Alfa tai Sil All 4×4) tuotteiden annosteluohjeiden mukaisesti. Kontrollikasittely tehtiin ilman säilöntäainetta. Kutakin käsittelyä kohden täytettiin kolme rinnakkaista 12 litran siiloa. Valmiit kontrollisäilörehut olivat voimakkaasti maitohappokäyneitä (maitohappoa 130 g/kg ka PaVe ja 140 g/kg ka HeVe), sokerit olivat kuluneet vähiin (< 20 g/kg ka), rehuissa oli etikkahappoa (27 g/kg ka) ja varsinkin HeVe -rehussa oli myös ammoniakkipitoisuus kohonnut (92 g NH<sub>3</sub>-N /kg kok.N HeVe, 67 g NH<sub>3</sub>-N /kg kok.N PaVe). Rehuissa oli voihappoa vain hyvin pieniä määriä (< 0,8 g/kg ka). Maitohappobakteeriymppeiden käytöstä saatu hyöty rehun käymislaatuun jäi merkityksettömän pieneksi, sillä raaka-aineessa oli luontaisia maitohappobakteereita yli 1 milj. pmy/g. AIV Ässä rajoitti PaVe-rehujen käymistä. Näissä rehuissa oli käymistuotteita yhteensä vain 43 g/kg ka, sokereita 146 g/kg ka ja ammoniakkityyppiä 51 g/kg kok.N. HeVe-rehujen käymiseen AIV Ässä vaikutti siten, että rehuun tuli huomattavan paljon etanolia (69 g/kg ka), ja rehun aerobinen stabiilisuus oli parempi kuin muilla rehuilla (> 235 h). Tämä koe osoitti lukuisten aiempien tutkimusten tavoin, että luonnonmukaisessa tuotannossa välttämättömät palkokasvit tarvitsevat säilönnän onnistumiseksi luotettavia säilöntäaineita.

### Avainsanat:

herne, härkäpapu, kokovilja, luomu, luonnonmukainen, maitohappobakteeriympit, muurahaishappo, propionihappo, säilöntä, säilöntäaineet, säilörehu

## 5.1 Johdanto

### 5.1.1 Mitä haasteita kohdataan, kun palkoviljaseos korjataan kokoviljasäilörehuksi?

Kokoviljasäilörehun korjuuseen ja onnistuneeseen säilöntään liittyy monenlaisia haasteita (Kuva 1), jotka kaikki pitäisi pystyä hallitsemaan hyvään lopputulokseen pääsemiseksi. Palkovilja suurentaa seoksen valkuaispitoisuutta ja pienentää kuiva-ainepitoisuutta, jotka molemmat ovat lisähaasteita pelkkään kokoviljaan verrattuna. Kasvustossa on aina jonkin verran kuollutta kasvimassaa, jonka mukana rehumassaan tulee aerobisia mikrobeja, jotka lisäävät rehun lämpenemisherkkyttä sekä säilöntävaiheessa että siilon avausvaiheessa. Esikuivaus ei ole kokoviljalle ongelmaton vaihtoehto, sillä se lisää siementen varisemiskä. Lisäksi niitto karholla voi lisätä rehun sekaan joutuvan maa-aineksen määrää, mikä edelleen on riski säilörehun hygieeniselle laadulle. Ilman esikuivausta on kuitenkin odotettavissa puristenestetappioita ja rehun jäätyminen voi talvella aiheuttaa teknisiä haasteita syöttövaiheessa.



**Kuva 1.** Härkäpapuvehnan ja hernevehnan korjuuseen ja säilöntään liittyy lukuisia haasteita. Onnistunut säilöntä edellyttää kaikkien palasten osumista kohdalleen.

### 5.1.2 Maitohappobakteerit ja hapettomat olosuhteet ovat keskeisessä roolissa säilönnän onnistumisessa

Rehun korjuun tavoitteena on minimoida kustannustehokkaasti säilönnän aikaiset ravintoainetappiot ja säilyttää rehun ruokinnallinen arvo mahdollisimman hyvin. Korjuun ja säilönnän aikana tappioita aiheuttaa fysikaalisten prosessien seurauksena (varisemistappiot, puristenesteen valuminen ulos siilosta) ja mikrobien toiminnan seurauksena. Aerobiset mikrobit kasvavat rehussa voimakkaasti niin kauan kuin happea on tarjolla. Ne käyttävät kasvuunsa rehun parhaiten sulavia ravintoaineita. Näiden kasvun pysäyttämiseksi rehu pitää saada nopeasti korjuun jälkeen hapettomiin olosuhteisiin siiloon tai muoviin käärittyyn paaliin.

Rehun säilönnässä vaikutetaan mikrobien kasvuympäristöön eli olosuhteisiin rehussa siten, että haitallisten mikrobien kasvu estyy. Säilörehun säilöntä perustuu maitohappokäymiseen ja hapettomuuteen myös silloin, kun käytetään säilöntäaineita. Hapettomissa oloissa vain osa mikrobeista pystyy lisääntymään. Maitohappobakteerit hyödyntävät rehun sokereita energianlähteenään tuottaen samalla maitohappoa, joka lisää rehun happamuutta. Happamuus yhdistettynä hapettomuuteen rajoittaa tehokkaasti haitallisten mikrobien kasvua. Rehuun on syntynyt olosuhteet, joiden ansiosta rehu säilyy hyvänä suljetussa siilossa tai ilmatiiviissä paalissa.



Kuva 2. Säilörehun säilöntä perustuu hapettomiin olosuhteisiin ja maitohappokäymiseen.

### 5.1.3 Rehun käymislaadun mittarit

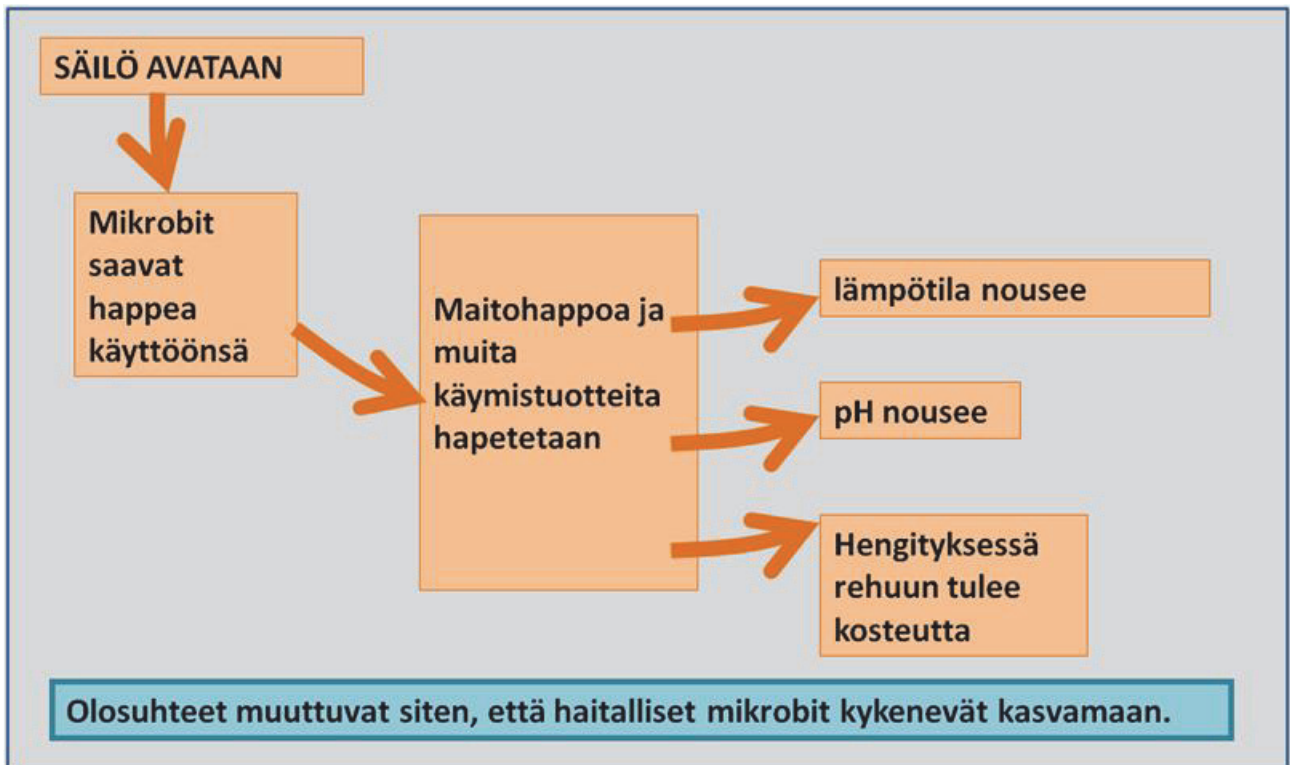
Maitohappokäyminen ei tapahdu hetkessä vaikka mikrobien toiminta onkin aktiivisinta heti muutama päivä säilönnän jälkeen. Rehun voidaan katsoa olevan valmista 1–3 kuukauden kuluttua säilönnästä. Liian lyhyen säilöntäjakson jälkeen avattu rehusiilo on altis nopealle pilaantumiselle syöttövaiheessa. Valmiin rehun käymislaadusta kertovat mm. rehun pH, maitohappopitoisuus ja muiden käymistuotteiden pitoisuudet. Säilörehujen laadun arviointiin on kehitetty erilaisia luokitusjärjestelmiä ja raja-arvoja hyvälaatuiselle rehulle (KTTK 1998, Moisio ja Heikonen 1992, Kaiser ym. 2004, Kaiser ym. 2006, Artturi 2014). Luokitukset helpottavat rehujen laadun arviointia. Luokitusten välillä on eroja (Seppälä 2000) johtuen eri ominaisuuksien erilaisista raja-arvoista ja painotuksista (esim. Taulukko 1). Käymislaatu vaikuttaa suoraan myös siihen, miten paljon eläimet syövät rehua vapaaehtoisesti (Huhtanen ym. 2007). Syönti-indeksi on kehitetty mittaamaan rehun syöntipotentialia. Käymisparametrien osalta korkein syönti-indeksin arvo saavutetaan, kun rehua on esikuivattu kuiva-ainepitoisuuteen 420 g/kg ka ja käymishappojen (maitohappo ja muut orgaaniset hapot yhteensä) määrä on alle 40 g/kg ka (Huhtanen ym. 2007).

Taulukko 1. Rehun käymislaatua kuvaavat parametrit ja niiden tavoitealueet (Artturi 2014).

Mitattava parametri	Mistä kertoo	Tavoitealue
pH	Onko rehun pH laskenut niin alas, että haitalliset mikrobit kuten voi-happobakteerit eivät kykene rehussa kasvamaan.	Mitä märempi rehu on, sitä alhaisempi tulee rehun pH:n olla. Jos kuiva-aine on alle 225 g/kg ka, tulee hyvän rehun pH-arvon olla alle 4.
Sokeri	Jäännössokerin määrä kuvaa rehussa tapahtuneen käymisen voimakkuutta. Jäljellä olevat sokerit turvaavat rehun laatua, mikäli säilöntäaika siilossa jatkuu pidempään. Mikäli rehussa ei ole jäljellä sokereita, on olemassa riski, että rehusta tulee virhekäynyttä säilönnän vielä jatkessa.	Rehun sokeripitoisuuden tavoitearvo on 50 -150 g/kg ka. Biologisilla säilöntäaineilla tyyppillisesti pitoisuus on 20 - 50 g/kg ka.
Maitohappo (ja muurahaishappo)	Maito- ja muurahaishapon yhteismäärä kuvaa rehussa tapahtuneen maitohappokäymisen voimakkuutta ja/tai säilöntäaineen määrää.	Happosäilönnässä tavoitteena on 35 - 60 g/kg ka ja biologisessa 50 -80 g/kg ka.
Haihtuvat rasvahapot (etikka-happo, propionihappo, voi-happo, valerianahappo)	Haihtuvien rasvahappojen yhteismäärä kuvaa rehussa tapahtunutta sivu- ja/tai virhekäymistä.	Hyvälaatuisessa säilörehussa haihtuvia rasvahappoja on alle 20 g/kg ka.
Ammoniakki	Ammoniakkityypen osuus kokonaistypestä kertoo säilörehun valkuaisen hajoamisasteen.	Kun säilörehussa on ammoniumtyppeä alle 60 g/kg N, rehu on vähän käynyttä ja sen hygieeninen laatu on todennäköisesti hyvä.

### 5.1.4 Rehu voi pilaantua ruokintavaiheessa

Siilon tai paalin avaamishetkellä happea pääsee rehuun. Toisinaan rehussa on runsaasti elossa olevia hii-vasoluja, jotka lähtevät kasvamaan saadessaan happea (Mäki 1997, Kung 2005). Hapellisissa oloissa hii-vat voivat käyttää rehun maitohappoa energianlähteenään. Samalla, kun maitohappo vähenee, poistuu toinen haitallisten mikrobin kasvua rahoittaja tekijä eli pH nousee ja rehu altistuu yhä nopeammalle pi-laantumiselle. Rehun aerobisen pilaantumisen havaitsemme usein rehun lämpenemisenä. Rehu lämpenee, koska rehun ravintoaineiden energiasisällöstä osa vapautuu lämpönä. Rehu myös voi muuttua märem-mäksi, sillä mikrobin hengityksessä syntyy vettä ja hiilidioksidia. (McDonald ym. 1991, Kung 2005).



**Kuva 3.** Tapahtumaketju rehun lämmetessä siilon avaamisen jälkeen



**Kuva 4.** Rehu voi pilaantua siilon avaamisen jälkeen, jos se ehtii olla liian pitkään ilman kanssa tekemisissä. Kuvan maissisäilörehussa on selvästi erotettavissa homekasvustoa. Rehun syöttönopeus ei ole ollut riittävä suhteessa avoimena olevan rehurintaman kokoon. Kuvan rehu ei liity tämän hankkeen kokeisiin. Kuva: Arja Seppälä.



**Kuva 5.** Rehun aerobisessa pilaantumisessa olosuhteet ovat pilaajamikrobeille suotuisat. Rehun lämmitessä ravintoainetappiot muodostuvat suuriksi, rehun maittavuus heikkenee ja rehu voi olla haitallista eläinten terveydelle. Eläinlääkärin terveyttä voivat uhata homeitiöt. Vaarassa on myös tuotteiden laatu.

### 5.1.5 Säilöntäaineista apua säilöntähaasteiden kohtaamiseen

Jos rehun säilöntä säilörehuksi tehdään ilman säilöntäainetta, maitohappokäyminen tapahtuu rehun luontaisten maitohappobakteerien lisääntyessä ja kilpaillessa haitallisten mikrobien kanssa. Säilönnän onnistumisen kannalta riittävän alhaisen pH:n saavuttaminen voi kestää kauan ja rehun sokerit voivat loppua kesken, jolloin säilönnällisestä laadusta tulee huono.

Säilöntäaineiden tarkoitus on ohjata säilönnän aikana tapahtuvaa maitohappokäymistä ja rajoittaa haitallisten mikrobien kasvua. Markkinoilla on runsaasti erilaisia säilöntäainevaihtoehtoja, joita voidaan hyödyntää myös kokoviljasäilörehun säilönnässä. Säilöntäaineilla parannetaan säilönnän onnistumismahdollisuuksia antamalla kilpailuetua maitohappobakteereille esim. pudottamalla rehun pH:ta suoraan tai lisäämällä tehokkaita maitohappobakteereita (Taulukko 2). Maitohappobakteerien kasvuedellytyksiä voidaan myös parantaa entsyymien avulla, jotka pilkkovat kuitua vapauttaen sokereita. Markkinoilla on myös suolatyypisiä säilöntäaineita, jotka rajoittavat haitallisten mikrobien kasvua. Säilöntäaineet voivat parantaa myös rehun aerobista stabiilisuutta silon avaamisen jälkeen, mutta kaikilla aineilla ei ole sitä vaikutusta.

EU:ssa rehun säilöntään käytettävien aineiden tulee olla listattuna komission ylläpitämässä rekisterissä rehujen lisäaineista (EY 2014). Kaikki säilöntäaineet eivät kuitenkaan ole luomutuotannossa sallittuja. On huomattava, että erityyppisten aineiden sekoittaminen keskenään voi pahimmillaan luoda vaaratilanteita (esim. eräät suolaliuokset ja hapot muodostavat keskenään sekoitettaessa nopeasti kaasua). Tuotteiden varastoinnista ja käytöstä annettuihin ohjeisiin (käyttöturvallisuustiedote) on syytä perehtyä huolellisesti.

Rehuun voidaan myös ennen säilöntää sekoittaa esim. melassia, jossa on paljon sokereita maitohappobakteerien hyödynnettäväksi. Melassi ei ole lisäaine vaan rehuaine (EU 68/2013). Melassin lisäysmäärien täytyy olla huomattavan suuria (esim. Herrmann ym. 2013), jotta lisäyksellä olisi käytännön merkitystä. Käytännön hankaluudet lienevätkin syynä sille, että melassin käyttö rehujen säilönnässä on jäänyt vähäiseksi (Kung 2003).



**Taulukko 2.** Tärkeimpien säilörehun säilöntäaineiden luokittelua (Kung 2003).

Säilöntäaineen tyyppi	Pääasiallinen vaikutusmekanismi ja edut	Heikkoudet
<b>Maitohappokäymistä edistävät tuotteet</b>		
Homofermentatiiviset maitohappobakteerit	Tuottavat tehokkaasti maitohappoa ja laskevat rehun pH:n nopeasti. Vähentävät valkuaisaineiden pilkkoutumista säilönnän aikana, vähentävät virhekäymistä, pienentävät energiatappioita käymisvaiheen aikana.	Yksinomaan puhtaaseen maitohappokäymiseen perustuva rehu voi olla herkästi lämpenevää siilon avaamisen jälkeen.
Kuitua pilkkovat entsyymit	Lisäävät maitohappobakteereille käyttökelpoisten sokereiden määrää rehun säilönnän aikana	Tieteellinen näyttö erilaisten entsyymien hyödyllisyydestä on puutteellista tai ristiriitaista.
<b>Käymistä rajoittavat tuotteet</b>		
Muurahaishappo ja sen suolat	pH:n nopea lasku, antimikrobiologinen vaikutus. Vähentää valkuaisaineiden pilkkoutumista ja rajoittaa käymistä. Lisää rehun syöntiä ja maitotuotosta.	Voi lisätä puristenesteen erittymistä, rehuun voi tulla etanolia. Happomuodon korroosiovaikutus.
<b>Aeorbista stabiilisuutta parantavat aineet</b>		
Propionihappo ja sen suolat	Dissosioitumaton muoto ehkäisee hiivojen ja homeiden kasvua, vaikutus riippuu pH:sta.	Happomuodossa voimakkaasti haihtuva.
Sorbiinihappo ja sen suolat, bentsoehappo ja sen suolat	Dissosioitumaton muoto ehkäisee hiivojen ja homeiden kasvua, vaikutus riippuu pH:sta.	
<b>Aerobista stabiilisuutta parantavat mikrobikannat, esimerkkejä</b>		
<i>Lactobacillus buchneri</i>	Tuottaa rehuun etikkahappoa, 1,2 -propanidiolia ja etanolia, jotka parantavat rehun aerobista stabiilisuutta.	Etikkahappo voi heikentää rehun maittavuutta ja hieman lisää myös käymistappioiden määrää.
<i>Propionibacteria</i>	Tuottaa rehuun propionaattia ja etikkahappoa, jotka parantavat rehun aerobista stabiilisuutta.	
<i>Lactobacillus brevis</i>	Tuottaa rehuun etikkahappoa, joka parantaa rehun aerobista stabiilisuutta (Seppälä ym. 2012)	

Taulukossa eivät ole mukana epäorgaaniset hapot, joita nykyisin ei juurikaan käytetä niiden korroosiovaikutuksen vuoksi. Melassi ei ole taulukossa, koska se on rehuaeine eikä lisäaine. Formaldehydi ei ole taulukossa, koska sen käytöstä on luovuttu sen karsinogeenisuuden vuoksi. Ammoniakki ei ole taulukossa sen vähäisen käytön, käyttöön liittyvien hankaluuksien, vaarojen ja ympäristöhaittojen vuoksi. Lisäksi näytöt sen hyödyistä rehun säilönnässä ovat ristiriitaiset (Kung 2003). Urealla ei pystytty parantamaan nurmikasveja tai nurmipalkokasveja tehdyn rehun laatua (Kung 2003), se tulee kyseeseen vain viljakasvien säilönnässä, jos säilönnän ohessa halutaan lisätä rehun tyyppitoisuutta.

### 5.1.6 Mitä säilöntäaineita saa käyttää luomutuotannossa rehujen säilöntään?

Luonnonmukaisessa tuotannossa on sallittua käyttää vain Euroopan Unionin Komission asetuksen N:o 889/2008, ja sen muutoksen (EU) N:o 505/2012 liitteessä VI mainittuja rehun lisäaineita. Liitteessä VI mainittuihin sallittuihin säilörehun lisäaineisiin kuuluvat entsyymit, hiivat ja bakteerit. Näiden osalta pätee kuitenkin vaatimus, että näitä lisäaineita ei ole tuotettu muuntogeenisistä organismeista (gmo), niistä tuotetuista tuotteista tai muuntogeenisten tuotteiden avulla (EU 834/2007, Evira 2012). Lisäksi Evira on luomurehuhjeessaan ohjeistanut, ”että tällaisista potentiaalisista gmo-peräisistä valmisteista luomutoimijan tulee hankkia kirjallinen vakuutus, jossa myyjä vakuuttaa, että geenitekniikkaa ei ole käytetty lisäaineiden tuotannossa. EU:ssa muuntogeeniset rehut tulee merkitä, mutta lisäaineita merkintävelvollisuus ei koske. Tästä syystä lisäaineiden kohdalla toimijan lisävarmistus on perusteltu” (Evira 2012).

Lisäksi sallittuja ovat muutamat orgaaniset hapot eli muurahaishappo, etikkahappo, propionihappo ja maitohappo. Orgaanisten happojen käytöstä todetaan kuitenkin, että niiden käyttö on sallittu ainoastaan silloin, kun sääolosuhteet eivät muutoin mahdollista riittävän onnistunutta käymistä (EU 889/2008, liite VI, For silage: only when weather conditions do not allow for adequate fermentation). Lause on tulkinanvarainen sekä tavoiteltavan rehun laadun että siihen johtavien tekijöiden osalta. Lisäksi rehun säilyvyyttä parantavia sallittuja lisäaineita ovat sorbiinihappo ja sitruunahappo, joita ei ole listattu säilörehun säilöntäaineiksi. Muutoksessa 505/2012 on lisäksi sallittujen lisäaineiden listalle lisätty mm. natriumformaatti, eli muurahaishapon suolamuoto.

Evira on lakannut ylläpitämästä epävirallista luetteloa luonnonmukaiseen tuotantoon soveltuvista säilörehun valmistuksessa käytettävistä lisäaineista (Evira 2013). Eviran tiedotteessa (Evira 2013) korostetaan

tuotteiden myyjien ja markkinoijien vastuuta, joiden tulee varmistaa, että luomutuotantoon soveltuvien säilörehun lisäaineiden pakkausmerkinnät ovat asianmukaiset, jotta käyttäjät voivat valita tuotantotapaan soveltuvan tuotteen. Lisäaineen soveltuminen luomutuotantoon ilmaistaan merkinnällä; ”Voidaan käyttää luonnonmukaisessa tuotannossa asetuksen (EY) N:o 834/2007 ja (EY) N:o 889/2008 mukaisesti”.

## 5.2 Kolmen säilöntäaineen tehoa verrattiin säilöntäkokeessa

Laboratoriomittakaavan säilöntäkokeella pystytään tuomaan hyvin esille eroja säilöntäaineiden toiminta-varmuudessa ja vaikutuksissa rehun käymistyyppeihin. Kokeen toteutuksessa jäljitellään maatilamittakaavan olosuhteista, mutta koska toteutus tehdään pienessä mittakaavassa, koetta häiritsevät virhelähteet pystytään eliminoimaan selvästi paremmin kuin maatilamittakaavassa toimittaessa. Koejärjestely mahdollistaa pientenkin erojen havaitsemisen säilöntäaineiden välillä.

### 5.2.1 Säilötty kokoviljaseoskasvustot viljeltiin maatilamittakaavassa

Säilöntäkokeen toteutus yhdistettiin ruokintakokeen (Huuskonen ym. 2014) rehujen säilöntään sekä materiaalin että ajoituksen osalta. Hernevehnä- ja härkäpapuvehnäkasvustojen viljelytiedot käyvät ilmi taulukosta 3. Korjuupäivänä vehnä oli aikaisella taikinatuuletumisasteella.

**Taulukko 3.** Hernevehnä- ja härkäpapuvehnäkasvustojen viljelytiedot (kasvukausi 2013, paikkakunta Siikajoki, viljelijä MTT Ruukki).

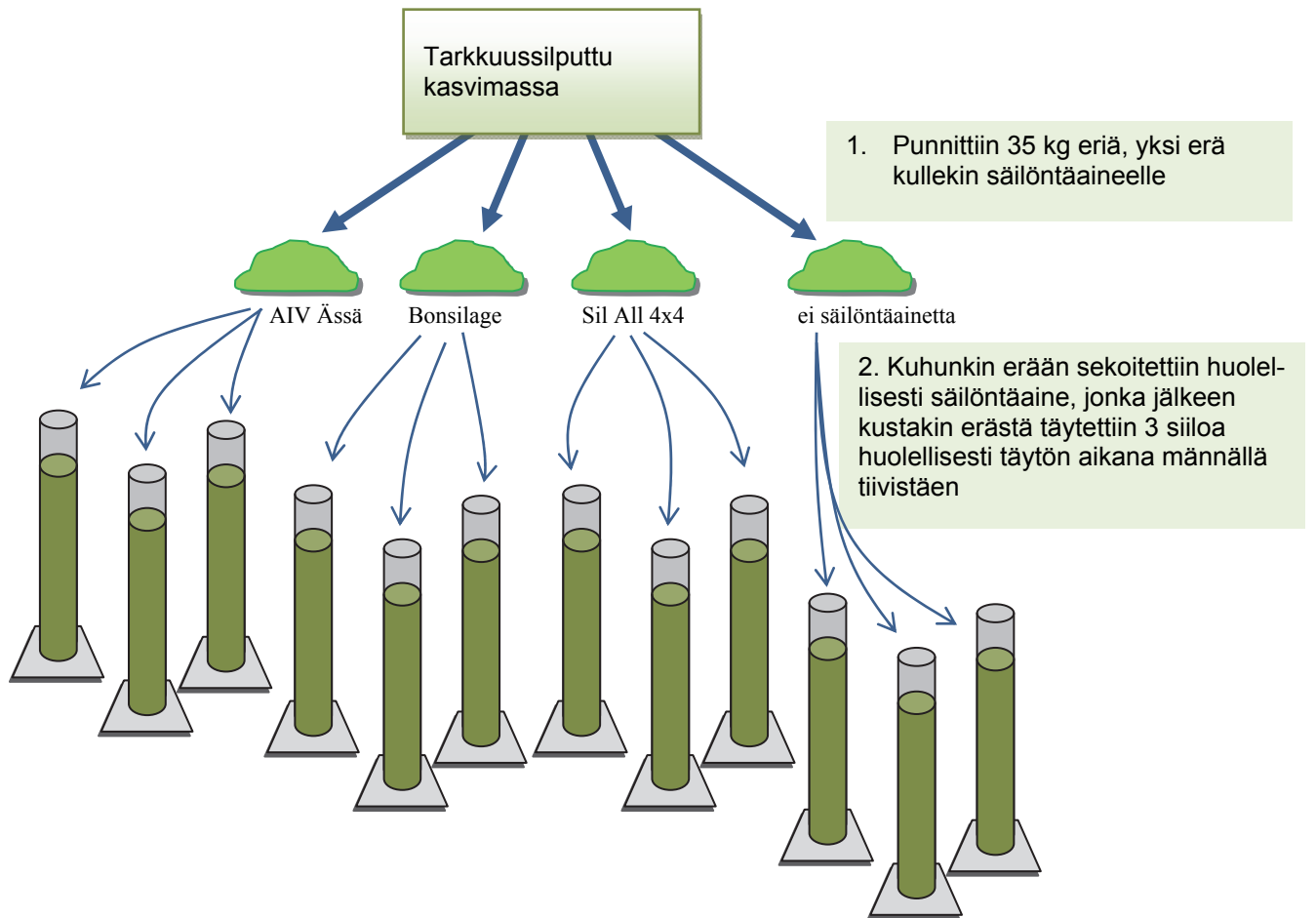
	Hernevehnäseos		Härkäpapuvehnäseos	
	herne	vehnä	härkäpapu	vehnä
<b>Lajike</b>	Florida	Anniina	Fuego	Anniina
<b>Kylvöpäivä</b>	6.6.2013	6.6.2013	5.6.2013	7.6.2013
<b>Kylvömäärä, kg/ha</b>	138	75	174	75
<b>Lannoite ennen kylvöä käyttömäärä N-P-K kg/ha</b>	naudanlietelanta 22 m <sup>3</sup> /ha 37,2 - 5,6 - 39,6		naudankuivikelantakomposti 14 t/ha 50,4 - 27 - 61	
<b>Sadonkorjuu</b>	26.8.2013		26.8.2013	
<b>Tuoresato kg/ha</b>	34 178		40 087	
<b>Kuiva-ainesato kg/ha</b>	6 839		6 783	

Kasvustot korjattiin samana päivänä, härkäpapuvehnan korjuu aloitettiin klo 11 ja hernevehnan korjuu aloitettiin klo 14. Korjuu suoritettiin paikallisen urakoiijan ajosilppuriketjulla (Claas Jaguar 870), jossa oli kokoviljakasvuston korjuuseen soveltuva suoraleikkuupää, eli erillistä niittoa ei tarvittu eikä kasvustoa myöskään esikuivattu. Säilöntäkoetta varten kumpaakin kasvustoa korjattiin erä ilman säilöntäainetta tyhjään karryyn ja korjattu kasvimassa kuljetettiin heti hallille, jossa säilöntä toteutettiin välittömästi.

### 5.2.2 Säilöntäkoete toteutettiin 12 litran siiloilla

Säilöntätyön toteutus on esitetty kuvassa 6 ja kuvassa 9 on kuva täytetyistä siiloista. Taulukossa 4 on tiedot säilöntäainekäsittelyistä. Rehupatsaan painona oli kussakin siilossa 8 kg lyijypaino ja lisäksi 2 kg vesipaino. Viive korjuun aloittamisesta siilosten painottamiseen oli kummassakin tapauksessa alle 3 tuntia. Siilot varastoitiin MTT Ruukin tutkimusasemalla ensin eristämättömässä ulkorakennuksessa, mutta ne siirrettiin ennen pakkasia viileään varastoon. Siilot oli suljettu siten, ettei puristeneste päässyt poistumaan siilosta alakautta valumalla. Muutamissa tapauksissa puristenestettä pääsi kuitenkin poistumaan siilosta yläkautta.

Säilörehusiilot kuljetettiin MTT Jokioisille joulukuussa 2013 ja avattiin ja tyhjennettiin 9.12.2013. Siilot punnittiin, pintapilaantunut rehu poistettiin ja loppu rehu sekoitettiin huolellisesti ja siitä otettiin näytteet kemiallisiin, mikrobiologisiin ja aerobisen stabiilisuuden mittauksiin.



**Kuva 6.** Kaaviokuva säilönnän toteutuksesta. Tarkkuussilputusta kasvimassasta punnittiin 35 kg eriä, joihin etukäteen mitattu säilöntäaine suihkutettiin ja sekoitettiin huolellisesti. Tämän jälkeen jokaisesta erästä täytettiin kolme siloa. Rehumassaa tiivistettiin männällä täytön aikana. Siilot peitettiin ja painotettiin heti täytön jälkeen.



**Kuvat 7–9.** Säilöntäkokeen kasvimateriaali viljeltiin ja korjattiin maatilamittakaavassa Ruukissa. Säilöntäkokeessa säilöttiin rehua 12 litraa kuhunkin siiloon. Etualalla on juuri täytettyjä hernevehnäsiiloja ja taempänä näkyy muutama tunti aiemmin täytettyjä härkäpapuvehnäsiiloja, joissa puristenestettä on noussut rehun pinnalle. Kuvat: Arja Seppälä.

**Taulukko 4.** Säilöntäkokeessa käytetyt säilöntäaineet, niiden tuotenimet, koostumus ja valmistajan pakkauksessa suosittelema annostelutaso, jota myös kokeessa käytettiin. Bonsilage tuotteen osalta tieto luomutuotantoon soveltuvuudesta oli Eviran ohjeen mukaisesti pakkauksessa. AIV Ässä osalta tieto saatiin suullisesti ja oli lisäksi markkinoijan nettisivuilla (Agrimarket ja K-maatalous, viitattu 24.10.2014). Sil All 4×4- tuotteen luomusoveltuvuudesta saatiin markkinoijalta tieto sopivuudesta, mutta Sil All 4×4 –pakkauksessa ei kuitenkaan ollut mainintaa soveltuvuudesta luomutuotantoon.

Tuote-nimi	Valmistaja/ markkinoija Suomessa	koostumus	Aineen käyttömäärä
AIV® Ässä	Taminco Finland Oy, Agrimarket, K-maatalous	59 % muurahaishappo, 20 % propionihappo, 4 % ammoniumformiaatti, 2.5 % bentsoehappo /sorbaatti 14 % vesi	5 l/t
Bonsilage alfa	Schaumann Eurotrading	1k2071 <i>Lactobacillus plantarum</i> (DSM 21762), 1k2076 <i>Lactobacillus paracasei</i> (DSM 16245), 1k2075 <i>Lactobacillus buchneri</i> (DSM 12856), 1k2082 <i>Lactococcus lactis</i> (NCIMB 30160) Tuotteessa vähintään $1,25 \cdot 10^{11}$ bakteeria/ g	100 g tuotetta riittää 50 rehutonnin säilöntään vastaten maitohappobakteerien annostusta $0,25 \cdot 10^6$ CFU/g säilöttävää rehua
Sil All 4×4	Kärki-Agri	<i>Lactobacillus plantarum</i> CNCM 1-3235, $>5,00 \cdot 10^{10}$ CFU/g, <i>Pediococcus acidilactici</i> CNCM 1-3237, $>2,00 \cdot 10^{10}$ CFU/g, <i>Pediococcus pentosaceus</i> NCIMB 12455, $>2,00 \cdot 10^{10}$ CFU/g, <i>Propionibacterium acidipropionici</i> CNCM MA26/4U, $>1,00 \cdot 10^{10}$ CFU/g, $\alpha$ -amylaasi (EC 3.2.1.1) alkaen <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> SD80 $>1,800$ BAU/g, sellulaasi (EC 3.2.1.4) alkaen <i>Trichoderma reesei</i> ATCC SD6331 $>30$ CMC/g, $\beta$ -glukanaasi (EC 3.2.1.6) alkaen <i>Aspergillus niger</i> MUCI 39203 $>500$ IU/g, ksylanaasi (EC 3.2.1.8) alkaen <i>Trichoderma longibrachiatum</i> MUCI 39203 $>750$ IU/g dextroosi, cristobalite, Ponceau 4R 200 g asti	250 g tuotetta riittää 25 rehutonnin säilöntään vastaten maitohappobakteerien annostusta $1,0 \cdot 10^6$ CFU/g säilöttävää rehua
Kontrollikäsitteily		ilman säilöntäainetta	

### 5.2.3 Analyysimenetelmät

Kemialliset ja mikrobiologiset analyysit tehtiin MTT:n laboratoriossa Jokioisissa. Kemiallisten analyysien menetelmät on kuvattu taulukossa 5. Mikrobiologia analyysejä varten punnittiin 25 g näyte Stomacher pusseihin ja niihin lisättiin 225 ml ¼-vahvuista Ringerin liuosta (Merck 1.15525.0001). Näyte homogenoitiin Stomacher -laitteella (Stomacher® 400 Circulator) 2 minuuttia nopeudella 230 kierrosta minuutissa. Sarja kymmenesosalaimennoksia valmistettiin lisäämällä 1 ml näytettä 9ml:aan Ringerin liuosta. Enterobakteerit määritettiin VRBG -kasvatusalustalla (Violet Red Bile Glucose, Lab M 088). Petriمالjoja inkuboitii 37 °C ± 1 °C 24 ± 2 h. Pesäkkeistä valmistettiin puhtasviljelmät, jotka varmistettiin enterobakteereiksi oksidaastestillä ja glukoosin fermentaatiokokeella. Koliformit määritettiin VRB-kasvatusalustalla (Violet Red Bile, Difco 211695). Petriمالjoja inkuboitii 37 °C ± 1 °C 24 ± 2 h. Hiivat ja homeet määritettiin kasvatusalustalla (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar medium, DRBC, Difco 258710), johon lisättiin 50 µg/ml oksatetrasykliinihydrokloridia (AppliChem BioChemica A5257). Petriمالjoja pidettiin 25 °C ± 1 °C viisi vuorokautta, jonka jälkeen pesäkkeet laskettiin. Aerobinen pesäkemäärä määritettiin kasvatusalustalla (Plate Count Agar, PCA, Difco 247940) maljassa, jota säilytettiin 30 °C asteessa 72 tuntia. Maitohappobakteerien määrät määritettiin MRS -kasvatusalustalla (Lactobacilli MRS Broth, Difco 288130, Bacto Agar 15g/l, Difco 214010) maljassa, jota pidettiin anaerobisissa olosuhteissa 30 °C asteen lämpötilassa 72 tuntia.

**Taulukko 5.** Kemiallisten analyysien menetelmät.

Analysoidut rehunäytteet		Analysoitu ainesosa	Menetelmä
rehun raaka-aineet	valmiit säilörehut		
x	x	kuiva-aine	105 °C , 16 h, säilörehujen kuiva-aine korjattu haihtuvien aineosien osuudella (Huida ym. 1986).
x		tuhka	AOAC 1990, menetelmä 942.05
x		typpi	Dumas menetelmä (AOAC menetelmä 968.06) Leco FP 428 typpianalysointilaite. Raaka-alkalisyys laskettiin kertomalla typpipitoisuus 6,25:llä.
x		kuitu	NDF eli neutraalidetergenttikuitu, Van Soest ym. (1991) käyttäen natriumsulfittia, ilman amyylaasia ja tulos esitetty ilman tuhkaa
x	x	vesiliukoiset hiilihydraatit	Somogyi 1945
x		puskurikapasiteetti	Playne ja McDonald 1966
x		sulavuus	<i>in vitro</i> sellulaasiliukoisuus (Huhtanen ym. 2006)
	x	haihtuvat rasvahapot	Huhtanen ym. 1998
	x	maitohappo	Haacker ym. 1983
	x	ammoniakki	McCullough 1967
	x	muurahaishappo	Kaupallinen menetelmä (Cat.No. 979 732, Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, Germany), menetelmäohjeet: KONE Instruments, Espoo, Finland
	x	etanoli	Kaupallinen menetelmä (Cat No.981680, KONE Instruments Corporation, Espoo; Finland) käyttäen analyysilaitetta Pro 981489 (KONE Instruments) valmistajan ohjeiden mukaisesti

Laboratoriolla on akreditoitu (FINAS, Finnish Accreditation Service, numero T024) standardin mukainen (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005) laatu-järjestelmä.

### 5.2.4 Rehujen lämpenemisherkkyden mittaus

Aerobinen stabiilisuus on ominaisuus, joka kuvaa rehun lämpenemisherkkyttä siilon avaamisen jälkeen. Se mitattiin jokaisesta säilörehusta siten, että huolellisesti sekoitettua rehua punnittiin näyte (Taulukko 6) muovipussiin, jota ei suljettu ilmatiiviisti. Rehulla täytetty pussi laitettiin 2,5 dm<sup>3</sup> polystyreenilaatikoihin ja rehun keskelle työnnettiin dataloggeriin kytketty termoparikaapeli. Rehun lämpötila tallentui 10 minuutin välein, seuranta jatkettiin 235 tuntia.

Säilönnässä käytetty säilöntäaine voi vaikuttaa myös säilörehusta sekoitetun seosrehun lämpenemisherkkyteen (Seppälä ym.2012). Tämän vuoksi rehuista sekoitettiin kahdenlaista seosrehua, joiden lämpenemisherkkyys mitattiin käyttäen samaa menetelmää kuin edellä. Seosten koostumus ja näytteiden painot on taulukossa 6. Viljelijäkommenttien mukaan oljen lisääminen seosrehuun altistaa seosrehun nopealle lämpenemiselle. Tämän testaamiseksi toinen seoksista sisälsi olkea ja toinen ei.

**Taulukko 6.** Aerobisen stabiilisuuden mittauksessa käytetyt näytemäärät (g).

	<b>Pelkkä säilörehu</b>	<b>Seos ilman olkea<sup>1</sup></b>	<b>Seos oljella</b>
Tutkittava säilörehu	850	803	803
Ohra-kaura-mäski-olki -seos (320, 320, 320, 40 g/kg)			187
Ohra-kaura-mäski -seos (333, 333, 333 g/kg)		187	
<b>Yhteensä näytettä</b>	<b>850</b>	<b>990</b>	<b>990</b>

<sup>1</sup> Tätä seosta tehtiin vain hernevehnärehuista, jotka oli säilötty joko ilman säilöntäainetta tai AIV Ässällä.



**Kuva 10.** Aerobisen stabiilisuuden mittalaitteeseen kuuluu dataloggeri, joka tallentaa termoparikaapelien havaitsemat lämpötilamuutokset. Kukin kaapeli menee yhteen polystyreenilaatikkoon, jonka sisällä on tutkittava rehunäyte. Kuva: Arja Seppälä.

### 5.2.5 Tilastolliset analyysit

Tilastolliset analyysit tehtiin SAS-ohjelmalla GML-proseduurilla. Kokeen käsittelyjen vaikutukset rehujen säilönnälliseen laatuun ja aerobiseen stabiilisuuteen tutkittiin varianssianalyysillä ja käsittelyjen välisten erojen merkitsevyys testattiin Tukeyn testillä.

## 5.3 Tuloksia säilöntäkokeesta

### 5.3.1 Säilöttävän rehuraaka-aineen ominaisuudet

Säilöttävät kasvimassat olivat valtaosin (osuus yli 80 %, Taulukko 7) palkoviljaa ja näin ollen tuloksia on syytä verrata enemmän puhtaan palkoviljakasvuston säilöntään kuin viljakasvuston säilöntään. Raaka-aineen säilöttävyyttä voidaan arvioida sen kuiva-ainepitoisuuden, sokeripitoisuuden ja puskurikapasiteetin perusteella (Weissbach ja Honig 1996). Tässä kokeessa säilöttävä kasvimateriaali oli varsin märkää (Taulukko 7) poutasäästä huolimatta. Myös Pursiaisen ja Tuorin (2008) säilöntäkokeessa erityisesti puhdas härkäpapukokovilja oli märkää (ka 155 g/kg), ja kaikki palkoviljat olivat mämpiä kuin puhdas viljakasvusto.

Kummassakin raaka-aineessa oli sokereita jopa 50 - 70 % enemmän kuin mitä yleensä tyypillisessä suomalaisessa nurmisäilörehunraaka-aineessa (112 ja 99 g/kg ka ensimmäisen ja toisen korjuukerran timotei-nurminataseoksissa keskimäärin, näytemäärä 27 ja 25 kpl, Huhtanen ym. 2005). Kummankin raaka-

aineen puskurikapasiteetti oli samalla tasolla kuin mitä myös ensimmäisen sadon timotei-  
nurminataseoksista on mitattu (esim. 340–483 mekv/kg ka, Seppälä ym. 2012) ja selvästi alhaisempi kuin  
mitä esim. Pursiainen ja Tuori (2008) mittasivat härkäpapu- ja hernekokoviljoista (588 ja 710 mEq/kg  
ka).

Kasvimassassa oli luonnostaan maitohappobakteereita yli miljoona cfu/g (Taulukko 8), mitä voidaan  
pitää säilönnän onnistumisen kannalta riittävänä (Weissbach ja Honig 1996). Lähtökohtaisesti edellytyk-  
set maitohappokäymiselle olivat raaka-aineessa hyvät sokereiden ja maitohappobakteerien määrän perus-  
teella, mutta raaka-aineen alhainen kuiva-ainepitoisuus teki tilanteesta haasteellisen.

**Taulukko 7.** Säilöntäkokeen kokoviljojen kemiallinen koostumus ennen säilöntää (yksikkö g/kg ka ellei muuta ilmaistu).

Seoskasvusto, (palkoviljan osuus seoksessa)	Kuiva- aine	Tuhka	Raaka- valkuainen	Puskurika- pasiteetti	Sokerit	Tärkkelys	OMS <sup>1</sup>	Kuitu <sup>2</sup>
	g/kg			mekv/kg ka			g/kg OM	
Hernevehnä (0,892)	181	70,1	206	431	176	76,1	764	392
Härkäpapu-vehnä (0,837)	173	63,1	177	402	156	93,9	710	476

<sup>1</sup>orgaanisen aineen sellulaasiuikisuus.

<sup>2</sup>neutraalidetergenttimenetelmällä määritetty kuitupitoisuus.

**Taulukko 8.** Säilöntäkokeen kokoviljojen mikrobiologinen laatu (log<sub>10</sub> pmy/g) ennen säilöntää.

Näyte	Enterobakteerit	Koliformit	Maitohappobakteerit	Hiivat	Homeet
Hernevehnä	6,91	6,80	6,02	5,49	5,54
Härkäpapuvehnä	6,58	6,59	6,97	5,45	5,46

### 5.3.2 Puristenestetappiot voivat olla merkittäviä

Säilönnän aikana rehuista erittyi puristenestettä, jota ei kuitenkaan laskettu rehun seasta pois. Osasta siilo-  
ja puristenestettä pääsi kuitenkin poistumaan joko siilon reunojen yli yläkautta tai vuotavan letkun kautta.  
Keskimäärin säilönnän aikana painohävikkiä tapahtui 4,4 % (vaihteluväli 0,9–9,9 %) siitäkin huolimatta,  
että tavoitteena oli pitää puristeneste rehun mukana. Maatilamittakaavan siilossa puristenestetappiot näin  
määrästä rehusta olisivat vielä isommat. Eräiden ennusteyhtälöiden perusteella näin määrästä rehusta (kui-  
va-aine 170–180 g/kg) voisi erittyä puristenestettä 120–290 kg/t. Yhtälöt eivät kuitenkaan ole kovin tark-  
koja, kun kasvimateriaali, silpunpituus, säilötyyppi ja säilöntäaine vaihtelevat (Jones ja Jones 1995).  
Luvut kuitenkin osoittavat, että puristenesteen talteenotosta huolehdittaessa tarvittavien säilöjen tilavuus-  
vaatimukset ovat melkoiset tai säiliöitä joudutaan välillä tyhjentämään.

### 5.3.3 Ilman säilöntäaineita säilötyt rehut olivat käymislaadultaan huonoja

Säilöttävissä kasvimateriaaleissa luonnostaan ollut runsas maitohappobakteerikanta tuotti tehokkaasti  
maitohappoa (Taulukko 9). Maitohappoa oli ilman säilöntäaineita säilötyissä hernevehnä- ja härkäpapu-  
vehnäkokoviljasäilörehuissa huomattavan paljon, ja sen suuri määrä todennäköisesti vähentää rehun syön-  
tiä (Huhtanen ym. 2007). Rehujen sokerit olivat kuluneet säilönnän aikana lähes loppuun, mikä voi olla  
riski rehun laadulle säilöntäajan pidentyessä (Moisio ja Heikonen 1992). Rehujen ammoniakki- ja etik-  
kahappopitoisuudet ylittivät hyvän rehun raja-arvot (Artturi 2014), mikä on seurausta haitallisten mikro-  
bien kasvusta säilönnän alkuvaiheessa. Rehujen voihappopitoisuudet olivat kuitenkin siilojen avaushet-  
kellä alhaiset. Tällainen kasvimateriaali voi kuitenkin ilman esikuivausta ja ilman säilöntäainetta säilöttä-  
essä tuottaa rehuun todella korkeita voihappopitoisuuksia (esim. härkäpapusäilörehussa jopa 72 g voihap-  
poa/kg ka, Borreani ym. 2009), varsinkin, jos rehussa on vähän nitraattia, joka estäisi voihappobakteerien  
kasvua (McDonald ym. 1991, Pursiainen ja Tuori 2008).



Käymislaadultaan kumpikin ilman säilöntäainetta tehty rehu luokitellaan huonoksi vähintään yhden käymislaatua kuvaavan parametrin osalta (Artturi 2014). Huono käymislaatu näkyy todennäköisimmin rehun huonona syöntinä ja sitä kautta pienempänä tuotoksena. Huono laatu lisää myös voihappobakteeritiöiden esiintymistodennäköisyyttä rehussa (Artturi 2014).

**Taulukko 9.** Ilman säilöntäainetta säilöttyjen hernevehnä- ja härkäpapuveh্নäkokoviljasäilörehun käymislaatu.

	Hernevehnä	Härkäpapuveh্নä	SEM <sup>1</sup>	Merkitsevyys <sup>2</sup>
Kuiva-aine g/kg	182	170	2,8	***
pH	4,06	4,01	0,012	*
Käymistuotteet, g/kg ka				
Etikkahappo	27,1	27,4	0,57	
Propionihappo	0,90	0,80	0,099	
Isovoihappo	0,00	0,00		
Voihappo	0,79	0,53	0,034	***
Isovaleriaanahappo	0,26	0,00	0,106	
Valeriaanahappo	0,00	0,00		
Kapronihappo	0,73	0,00	0,118	***
Maitohappo	140	130	3,3	*
Etanoli	34,7	21,7	1,29	**
Ammonium N g/kg kokonaisytyyettä	92,4	67,7	1,99	***
Sokerit g/kg ka	10,3	12,0	3,61	***

<sup>1</sup>Keskiarvon keskivirhe

<sup>2</sup>Keskiarvojen eron tilastollinen merkitsevyys: \*\*\* =  $p < 0,001$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \* =  $p < 0,05$ .

### 5.3.4 Biologisten säilöntäaineiden merkitys jäi pieneksi

Biologisilla säilöntäaineilla säilöttyjen rehujen sokeripitoisuus oli hivenen korkeampi (3 g/kg ka,  $p=0,032$ ), etikkahappopitoisuus pienempi (1,8 g/kg ka,  $p=0,022$ ) ja etanolipitoisuus pienempi (2,5 g/kg ka,  $p=0,026$ ) kuin ilman säilöntäainetta tehtyjen rehujen. Vaikka edellä mainitut erot olivat tilastollisesti merkitseviä, ei havaitulla erolla ole käytännön merkitystä. Kuitenkin ne osoittavat, että biologisilla säilöntäaineilla on kyky ohjata käymistä toivottuun suuntaan. Tällä kertaa säilöttävässä kasvimateriaalissa oli kuitenkin jo lähtökohtaisesti paljon maitohappobakteereita, joten lisättyjen maitohappobakteerien vaikutus jäi pieneksi.

Herneveh্নäkokoviljan säilönnässä biologisten säilöntäaineiden käytöllä pystyttiin pienentämään myös voihapon ja kapronihapon määrää rehussa. Näiden haitallisten käymistuotteiden määrät olivat kuitenkin kaikissa rehuissa matalia. Voihappoa saa olla hyvässä säilörehussa enintään 1 g/kg (KTTK 1998), mikä vastaisi pitoisuutta 5,49 g/kg ka, jos rehun kuiva-ainepitoisuus on 182 g/kg. Koko aineiston korkein voihappopitoisuus (0,82 g/kg ka) on vain 15 % tuosta määrästä.

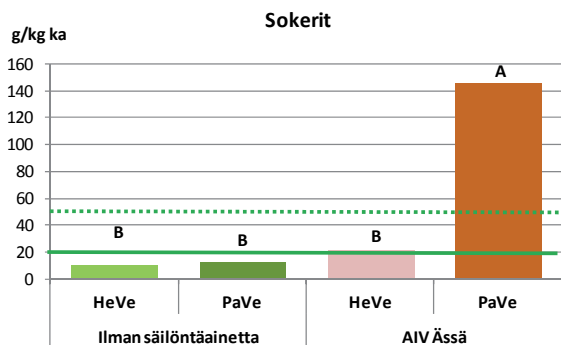
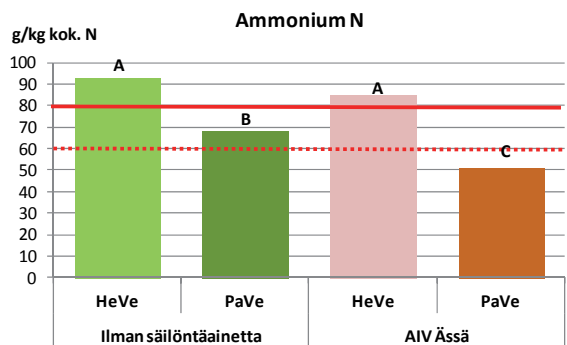
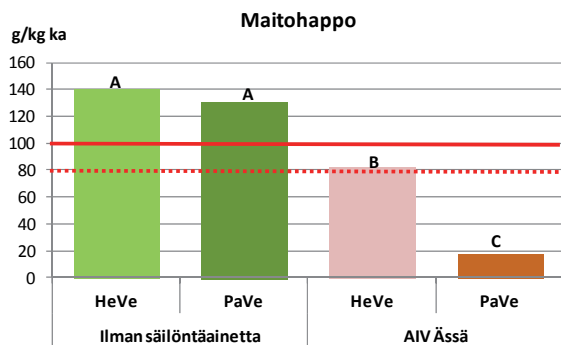
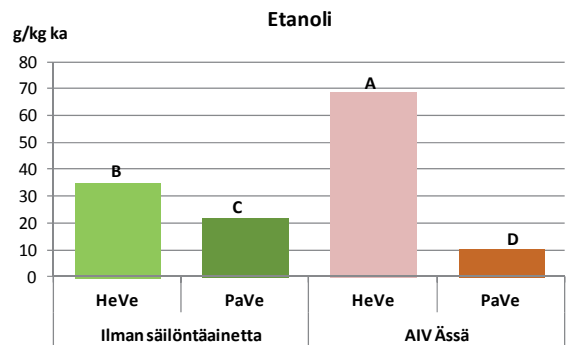
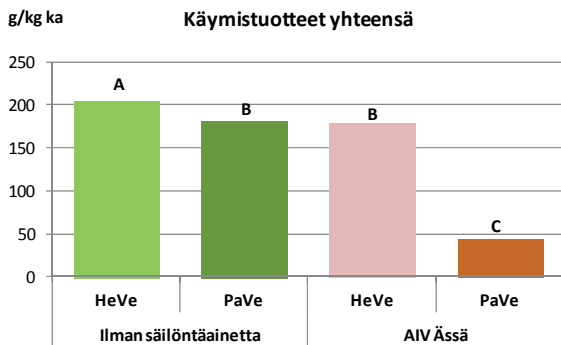
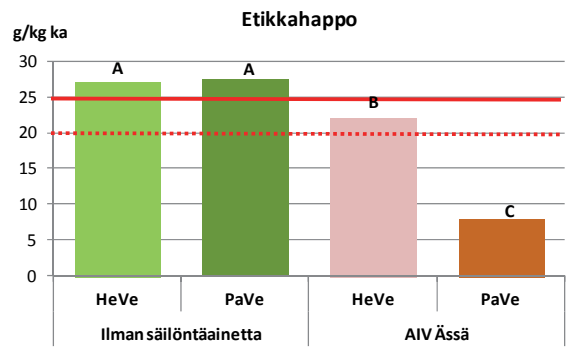
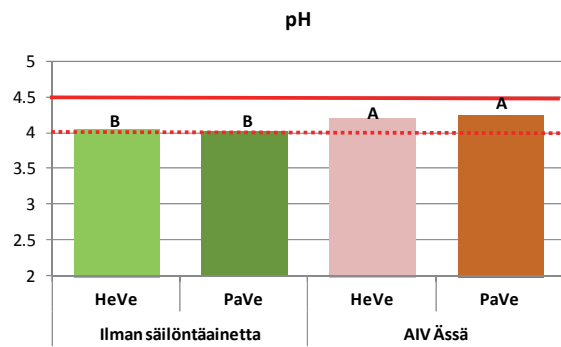
### 5.3.5 Muurahaishappotuotteella rehujen laatu parani

Orgaanisia happoja sisältävä AIV Ässä rajoitti säilörehujen käymistä muihin käsittelyihin verrattuna (Kuva 12, Taulukko 10) Selvimmin käymisen rajoittuminen näkyi härkäpapuveh্নäkokoviljan säilönnässä, jossa käymistuotteiden yhteismäärä oli jopa 138 g/kg ka pienempi AIV Ässä rehuissa verrattuna ilman säilöntäainetta tehtyihin kontrollirehuihin. Käymishappojen yhteismäärän pienentymien AIV Ässä -säilöntäaineella ilman säilöntäainetta tehtyyn rehuun verrattuna vastaa herneveh্নäkokoviljasäilörehun syönti-indeksin nousua 7,7 indeksipisteellä. Vastaava syönti-indeksin parantumisen härkäpapuveh্নäkokoviljalla oli peräti 16,1 syönti-indeksipistettä. Säilörehun syönti lisääntyisi tämän perusteella 1,61 kg ka/vrk, jos lehmä syö noin 10 kg säilörehun kuiva-ainetta päivässä (Huhtanen ym. 2007, Rinne ym. 2008).

AIV Ässä -säilöntäaineella säilötty härkäpapuveh্নäkokovilja oli useimmilla laatuparametreilla kiitettävää laatua, pH oli kuitenkin hieman liian korkea huomioiden rehun pieni kuiva-ainepitoisuus. Herneveh্নäkokovilja osoittautui härkäpapuveh্নää haasteellisemmaksi säilöttäväksi, sillä edes AIV Ässä -säilöntäaineella siitä tehty rehu ei ollut laadultaan tyydyttävää (etikkahappoa ja ammoniumtypeä oli liikaa, sokereita vähän). Herneveh্নäkokoviljan käymistuotteista peräti 38 % oli etanolia. Etanolista ei kuitenkaan sinänsä ole rehussa haittaa.



**Kuva 11.** Härkäpapuveh্নäsiiloissa lyijypaino jäi pian säilönnän jälkeen rehun pinnalle nousseeseen puristenesteseen. Kuva: Arja Seppälä.



**Kuva 12.** AIV Ässä säilöntäaine rajoitti käymistä ja paransi säilörehun laatua verrattuna ilman säilöntäainetta tehtyihin rehuihin. HeVe = hernevehnä-kokovilja, PaVe = härkäpapuvehnäkokovilja. Punaisella esitetty käymislaatuparametrien ylärajat hyvä- (katkoviiva) ja riski-laatuksille (yhtenäinen viiva) rehuille (Artturi 2014). Vastaavasti vihreällä on kuvattu sokeripitoisuuden alaraja. Mikäli pylväiden päällä ei ole samaa kirjainta eroavat keskiarvot toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0,05$ ). Ammoniumtyyppipitoisuudesta on vähennetty säilöntäaineessa rehuun tuleva ammoniumtyyppi.

**Taulukko 10.** Säilöntäkokeen palkoviljakokoviljasäilörehujen käymislaatu.

	Hernevehnäkokovilja				Härkäpapuveh্নäkokovilja				Tilastollinen merkitsevyys		
	Ilman	Ässä	Bon	Sil/All	Ilman	Ässä	Bon	Sil/All	Rehu	Aine	R*A
Kuiva-aine, g/kg	181	188	189	185	170	171	174	172	< 0,001	0,307	0,734
pH	4,06 <sup>B</sup>	4,20 <sup>A</sup>	4,05 <sup>B</sup>	4,07 <sup>B</sup>	4,01 <sup>B</sup>	4,24 <sup>A</sup>	4,05 <sup>B</sup>	4,02 <sup>B</sup>	0,135	< 0,001	0,007
Käymislaatu g/kg ka											
Muurahaishappo	-	18,3	-	-	-	18,3	-	-			
Etikkahappo	27,1 <sup>A</sup>	22,0 <sup>B</sup>	22,5 <sup>B</sup>	25,8 <sup>A</sup>	27,4 <sup>A</sup>	8,00 <sup>C</sup>	26,1 <sup>A</sup>	27,5 <sup>A</sup>	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Propionihappo	0,897 <sup>C</sup>	6,03 <sup>B</sup>	0,793 <sup>C</sup>	0,813 <sup>C</sup>	0,803 <sup>C</sup>	6,82 <sup>A</sup>	0,823 <sup>C</sup>	0,797 <sup>C</sup>	0,022	< 0,001	0,001
Voihappo	0,787 <sup>A</sup>	0,580 <sup>B</sup>	0,513 <sup>B</sup>	0,543 <sup>B</sup>	0,527 <sup>B</sup>	0,627 <sup>AB</sup>	0,597 <sup>B</sup>	0,547 <sup>B</sup>	0,202	0,016	< 0,001
Isovaleriaanahappo	0,257	0,000	0,000	0,000	0,000	0,313	0,000	0,000	0,853	0,334	0,105
Kapronihappo	0,733	0,230	0,000	0,000	0,000	0,000	0,170	0,173			
Maitohappo	140 <sup>A</sup>	81,4 <sup>C</sup>	135 <sup>AB</sup>	133 <sup>AB</sup>	130 <sup>AB</sup>	17,0 <sup>D</sup>	124 <sup>B</sup>	130 <sup>AB</sup>	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Sokerit	10,3 <sup>B</sup>	21,2 <sup>B</sup>	16,9 <sup>B</sup>	9,87 <sup>B</sup>	12,0 <sup>B</sup>	146 <sup>A</sup>	15,2 <sup>B</sup>	14,1 <sup>B</sup>	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Etanoli	34,7 <sup>B</sup>	68,5 <sup>A</sup>	31,7 <sup>B</sup>	32,6 <sup>B</sup>	21,7 <sup>C</sup>	10,1 <sup>D</sup>	20,6 <sup>C</sup>	17,9 <sup>C</sup>	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Ammonium N g/kg N	92,4 <sup>AB</sup>	84,3 <sup>B</sup>	84,7 <sup>AB</sup>	94,3 <sup>A</sup>	67,7 <sup>C</sup>	50,7 <sup>D</sup>	69,2 <sup>C</sup>	69,8 <sup>C</sup>	< 0,001	< 0,001	0,003

Ilman= säilötty ilman säilöntäainetta, Ässä = AIV Ässä säilöntäaine, Bon = Bonsilage Alfa, Sil/All = Sil/ All 4x4. Ks. säilöntäaineiden koostumus ja annostelu Taulukosta 4. Isovoihappoa tai valeriaanahappoa ei ollut näissä rehuissa. Kapronihapon osalta tilastollisen testin tuloksia ei ole esitetty, koska muuttuja ei ollut normaalijakautunut. Ammoniakkipitoisuudesta on vähennetty säilöntäaineen (AIV Ässä) laskennallinen vaikutus (hernevehnä - AIV Ässä 8,62 ja härkäpapuveh্নä - AIV Ässä 10,49 g ammonium N/kg N).

### 5.3.6 Palkoviljakokoviljasäilörehut voivat olla lämpenemisherkkiä syöttövaiheessa

Siilon avaamisen jälkeen aerobiset mikrobit pystyvät kasvamaan rehussa hyödyntäen ravintonaan rehun sokereita ja rehussa olevia käymistuotteita. Samalla rehuun tulee lisää kosteutta ja prosessissa vapautunut lämpö nostaa rehun lämpötilaa. Märän rehun lämmittämiseen tarvitaan huomattavasti enemmän energiaa kuin kuivan rehun lämmittämiseen, sillä veden ominaislämpökapasiteetti on korkea. Näin ollen märän rehun pienikin lämpeneminen voi merkitä suuria energiatarpeita.

Ilman säilöntäainetta tai biologisilla säilöntäaineilla säilötty hernevehnäkookivilja lähti lämpenemään heti siilon avaamisen jälkeen. Näiden rehujen lämpenemiskäyrissä ei ole havaittavissa stabiilia vaihetta kuten vastaavissa härkäpapuvehnäkookoviljarehuissa (Kuva 13, Taulukko 11). AIV Ässällä säilötty hernevehnäsäilörehu oli stabiilia, kuitenkin härkäpapuvehnäkookovilja samalla säilöntäaineella säilöttyä ei ollut stabiilia. Mahdollisesti AIV Ässä-hernevehnärehujen korkea etanolipitoisuus selitti näiden rehujen parantunutta stabiilisuutta. Seosrehut lämpenivät nopeammin kuin säilörehut sellaisenaan, ja seosrehun aerobinen stabiilisuus oli yleisesti ainakin 31 tuntia lyhyempi kuin pelkällä säilörehulla. Oljen jättäminen pois seosrehusta ei parantanut seosrehun aerobista stabiilisuutta tilastollisesti merkitsevästi.

Aiempien tutkimusten perusteella tiedetään, että yleisesti rehun hiivat aloittavat aerobisen pilaantumisen siilon avaamisen jälkeen (McDonald ym. 1991, Mäki 1997, Kung 2003). Tässäkin kokeessa aerobisesti stabiileimmaksi osoittautuneessa rehussa (hernevehnäkookovilja AIV Ässällä säilöttyä) oli vähiten elossa olevia hiivasoluja siilon avaamishetkellä (Taulukko 12). Kuitenkin rehun suuri etanolimäärä viittaa hiivojen kasvuun rehun säilönnän aikana.

**Taulukko 11.** Rehujen aerobinen stabiilisuus tunteina. Aerobisen stabiilisuuden päättymisen rajana pidettiin kahden asteen lämpötilannousua ympäristöön verrattuna. Suuri mittausulos kertoo hyvästä stabiilisuudesta.

	Rehujen säilöntäainekäsittelyt				SEM <sup>1</sup>	Merkitsevyys <sup>2</sup>
	AIV Ässä	Bonsilage Alfa	Sil All 4x4	ilman säilöntäainetta		
Säilörehut						
HeVe	>235,0 <sup>A</sup>	56,8 <sup>B</sup>	65,4 <sup>B</sup>	56,8 <sup>B</sup>	4,76	***
PaVe	59,4 <sup>B</sup>	88,3 <sup>AB</sup>	101,2 <sup>A</sup>	56,2 <sup>B</sup>	9,17	*
Seosrehut						
HeVe seosrehu ilman olkea	107,9 <sup>A</sup>	48,9 <sup>B</sup>		52,9 <sup>B</sup>	2,55	***
HeVe seosrehu oljella	101,2 <sup>A</sup>	46,1 <sup>B</sup>	55,6 <sup>B</sup>	45,7 <sup>B</sup>	3,27	***
PaVe seosrehu oljella	49,7	56,9	62,9	49,7	3,73	

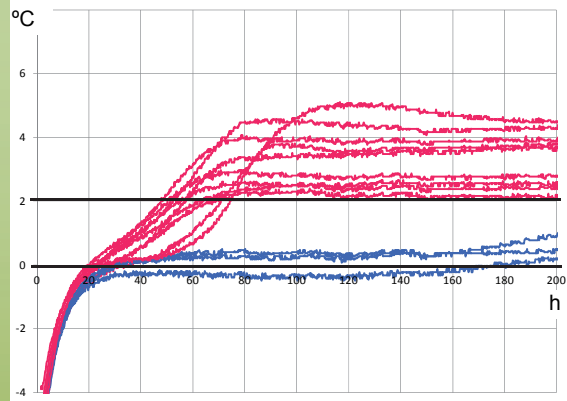
<sup>1</sup>SEM = keskiarvon keskivirhe

<sup>2</sup>Tukeyn testin tilastolliset merkitsevyydet havaitulle erolle: \*\*\* =  $p < 0,001$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \* =  $p < 0,5$ .

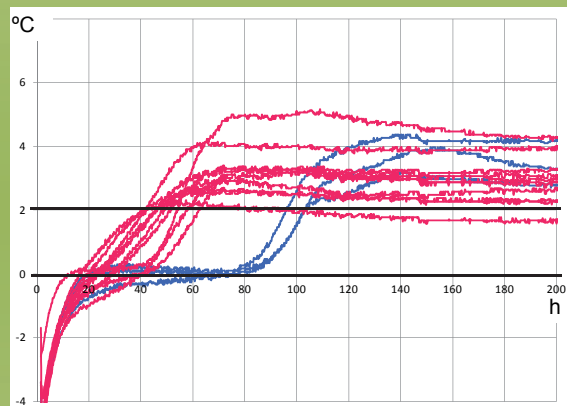
HeVe= Hernevehnäkookovilja.

PaVe = Härkäpapuvehnäkookovilja.

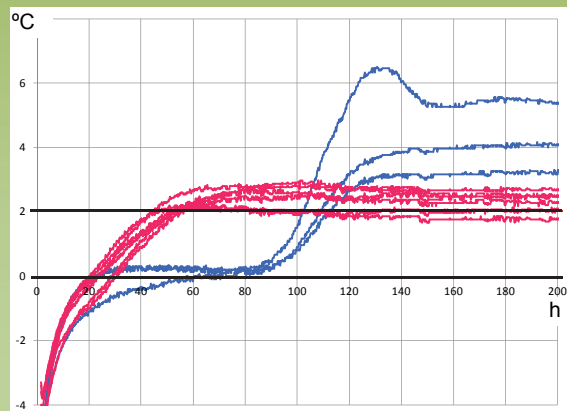
## HERNEVEHNÄKOKOVILJA



Säilörehuna

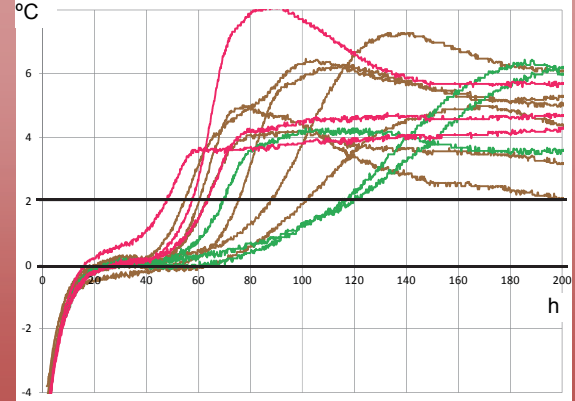


Seosrehuna, seoksessa olkea

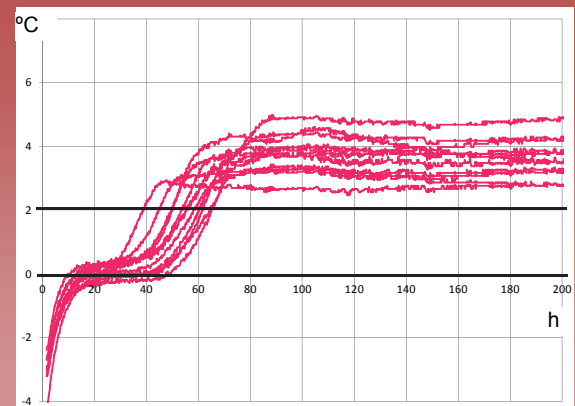


Seosrehuna, seoksessa ei olkea

## HÄRKÄPAPUVEHNÄKOKOVILJA



Säilörehuna



Seosrehuna, seoksessa olkea

**Kuva 13.** Kokoviljasäilörehujen ja niistä tehtyjen seosrehujen aerobisen stabiilisuuden mittaustulokset. Käyrät kuvaavat kunkin säilörehunäytteen lämpötilaeroa ympäristön lämpötilaan verrattuna. Hernevehnäkokoviljoista AIV Ässällä säilöttyjen säilörehujen aerobinen stabiilisuus (siniset käyrät) oli parempi kuin muilla säilöntäkäsittelyillä. Parempi stabiilisuus näkyy myös kyseisistä rehuista tehtyjen seosrehujen parantuneena aerobisena stabiilisuutena. Papuvehnäkokoviljoista ainoastaan Sill All 4x4 (vihreät käyrät) kykeni parantamaan aerobista stabiilisuutta ilman säilöntäainetta (punaiset käyrät) tehtyihin rehuihin verrattuna, eikä papuvehnäkokoviljoista tehtyjen seosrehujen lämpenemisherkkydessä ollut eroa eri käsittelyjen välillä.

**Taulukko 12.** Säilörehujen hiivojen ja homeiden määrät. Kaikissa säilörehuissa oli koliformeja bakteereita hyvin niukasti (< 10 pmy/g).

Rehut	Hiivat	Homeet
	<b>log<sub>10</sub> pmy/g</b>	
<b>Hernevehnäkookiviljasäilörehut</b>		
ilman säilöntäainetta	5,11 - 5,96	< 2
AIV Ässä	< 2 - 3,88	< 2
Bonsilage Alfa	5,34 - 5,85	< 2
Sil All 4x4	4,86 - 5,38	< 3
<b>Härkäpapuvehnikookiviljasäilörehut</b>		
ilman säilöntäainetta	< 4 - 4	< 4
AIV Ässä	3,95 - 4,93	<3
Bonsilage Alfa	< 4 - 4,00	<4
Sil All 4x4	< 4 - 4,00	<4

**Taulukko 13.** Seosrehuissa käytettyjen komponenttien mikrobiologinen laatu, log<sub>10</sub> pmy/g.

Näyte	Koliformit bakteerit	Hiivat	Homeet
Ohra	< 1	5,28	4,40
Kaura	< 1	4,89	5,59
Mäski	1,85	2,90	2,78
Olki	> 3,18	4,36	5,94

## 5.4 Johtopäätökset

Tämän kokeen rehut olivat erityisen haasteellisia säilöä märkyytensä vuoksi. Puristenesteen laskeminen pois siiloista säilönnän alkuvaiheessa olisi vastannut paremmin käytännön olosuhteita. Maatilamittakaavan laakasiilorehusta otettujen näytteiden analyysitulosten perusteella maatilamittakaavan rehu oli selvästi kuivempaa (hernevehnä ka 269 ja härkäpapuvehänä 277 g/kg, Huuskonen ym. 2014) kuin laboratorio-mittakaavan rehut. Tämä ero voi johtua sekä erosta raaka-aineen kuiva-aineessa että puristenesteen poistumisesta johtuvana kuivumisena. On myös mahdollista, että rehun käsittelyvaiheiden aikana matkalla siilosta ruokintapöydälle ylimääräistä puristenestettä on valunut pois rehusta.

Märkyys ei kuitenkaan ollut mitenkään tavatonta, kuten voidaan todeta esim. Pursiainen ja Tuori (2008) kokeesta, jossa säilötty härkäpapu oli jopa märempiä kuin tämän kokeen rehut. Pursiainen ja Tuori (2008) totesivat, että puhtaan härkäpavun säilöntä ilman säilöntäainetta tai maitohappobakteeriympin avulla tuotti rehua, jonka ammoniakkipitoisuus oli korkea kertoen voimakkaasta proteolyysistä säilönnän aikana ja näiden rehujen sokerit olivat kuluneet lähes loppuun. Sen sijaan ammoniakkipitoisuus saatiin pidettyä kohtuullisena (< 80 g/kg kokonais-N) ja sokereita oli valmiissa rehussa runsaasti, kun säilöntäaineena oli muurahaishappo (4 l/t). Tämä on linjassa tämän säilöntäkokeen AIV Ässä -käsittelyllä saatujen tulosten kanssa, kun säilöttävä kasvimateriaali oli härkäpapu.

Myös Pursiainen ja Tuori (2008) havaitsivat rehuissa etanolia erityisesti, kun herne-vehnä seoksessa lisättiin herneen osuutta ja säilöntäainekäsittelyä oli muurahaishappo. Korkeat etanolipitoisuudet olivat heidän kokeessaan yhteydessä suurempaan käymistappioon. Pursiainen ja Tuori (2008) totesivat hernerehu-

jen olleen voimakkaammin käyneitä kuin härkäpapu- ja rehuvirnarehujen, mikä myös on linjassa tämän kokeen tulosten kanssa.

Säilöttävyyden kannalta olisi ollut parempi, jos seoksissa vehnän osuus olisi ollut korkeampi (Pursiainen ja Tuori 2008), tai jos kasvimassaa olisi esikuivattu ennen säilöntää (Fraser ym. 2001). Viljan osuuden kasvattaminen nostaa todennäköisesti materiaalin kuiva-ainepitoisuutta ja pienentää puskurikapasiteettia (Pursiainen ja Tuori 2008). Esikuivaus puolestaan itsessään rajoittaa mikrobin kasvua, jolloin käyminen jää vähäisemmäksi ja rehun sokereita säästyy. Esikuivaus myös parantaa maitohappobakteeriympörien toimintavarmuutta. Tässä kokeessa maitohappobakteeriympöillä ei pystytty parantamaan rehun laatua, mutta Fraser ym. (2001) saivat käymislaadultaan selkeästi parempia herne- ja härkäpapusäilörehuja käyttäessään maitohappobakteeriympöjä kuin tehdessään rehut ilman säilöntäainetta. Fraserin ym. (2001) kokeessa esikuivattujen hernekokoviljojen kuiva-ainepitoisuus oli 268–297 g/kg ja härkäpapakoviljojen 165–218 g/kg. Borreani ym. (2009) totesivat, että härkäpapua ja hennettä voidaan säilöä kokoviljasäilörehuksi, kun säilönnän onnistumiseksi käytetään maitohappobakteeriympöjä ja esikuivausta. Sen sijaan ilman esikuivausta ja säilöntäainetta säilötyistä rehuista tuli heidän kokeessaan selvästi voihiappokäyneitä.

Palkoviljat soveltuvat erityisesti luonnonmukaiseen tuotantoon. Sen sijaan luonnonmukaisuuteen usein liitetty periaate säilöntäaineettomuudesta ei sovi yhteen palkoviljojen säilönnän haasteellisuuden kanssa. Esikuivaus ei ole keino, joka olisi aina käytettävissä. Seoskasvuston kasvilajisuhteiden ennustaminen kylvöhetkellä ei ole käytännössä kovin luotettavaa. Näin ollen, riittävän luotettavat säilöntäaineet ovat tarpeen myös luomutuotannossa; erityisesti, kun ei haluta riskeerata maidonlaatua juuston raaka-aineena ja halutaan pitää säilöntätappiot mahdollisimman pieninä.

## 5.5 Kirjallisuus

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA. 1298 s. ISBN 0-935584-42-0
- Artturi 2014. <[www.mtt.fi/artturi](http://www.mtt.fi/artturi)>
- Borreani, G., Chion, A. R., Colombini, S., Odoardi, M., Paoletti, R. & Tabacco, E. 2009. Fermentative profiles of field pea (*Pisum sativum*), faba bean (*Vicia faba*) and white lupin (*Lupinus albus*) silages as affected by wilting and inoculation. *Animal Feed Science and Technology* 151: 316–323.
- EU 834/2007. Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91.
- EU 889/2008. Commission Regulation (EC) No 889/2008 of 5 September 2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control.
- EU 505/2012. Commission Implementing Regulation (EU) No 505/2012 of 14 June 2012 amending and correcting Regulation (EC) No 889/2008 laying down detailed rules for the implementation of Council Regulation (EC) No 834/2007 on organic production and labelling of organic products with regard to organic production, labelling and control.
- EU 68/2013. Komission asetus (EU) N:o 68/2013, annettu 16 päivänä tammikuuta 2013, rehuaineluettelosta. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:029:0001:0064:FI:PDF>>
- EU 2014. European Union Register of Feed Additive pursuant to Regulation (EC) No 1831/2003, Appendix 3e & 4(I). Annex I: List of additives (Released 12.5.2014) <[http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/comm\\_register\\_feed\\_additives\\_1831-03.pdf](http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/comm_register_feed_additives_1831-03.pdf)>
- EVIRA 2012. Tiedote luomuasetuksen muutoksista. Viitattu 8.8.2014. <[http://www.evira.fi/files/attachments/fi/evira/asiakokonaisuudet/luomu/elaimet/rehut/tiedotteet/tiedote\\_6763\\_0405\\_2012.pdf](http://www.evira.fi/files/attachments/fi/evira/asiakokonaisuudet/luomu/elaimet/rehut/tiedotteet/tiedote_6763_0405_2012.pdf)>
- EVIRA 2013. Evira lopettaa kaksi eläinten luomutuotantoon liittyvää luetteloa <[http://www.evira.fi/files/attachments/fi/elaimet/rehut/tiedotteet/tied\\_2013/tiedote\\_7954\\_0405\\_2013.pdf](http://www.evira.fi/files/attachments/fi/elaimet/rehut/tiedotteet/tied_2013/tiedote_7954_0405_2013.pdf)>
- Fraser, M. D., Fychan, R. & Jones, R. 2001. The effect of harvest date and inoculation on the yield, fermentation characteristics and feeding value of forage pea and field bean silages. *Grass and Forage Science* 56: 218–230.
- Haacker, K., Block, H.J. & Weissbach, F. 1983. Zur kolorimetrischen Milchsäurebestimmung in Silagen mit p-Hydroxydiphenyl. [On the colorimetric determination of lactic acid in silages with p-hydroxydiphenyl]. *Archiv für Tierernährung* 33: 505–512.
- Herrmann, C., Prochnow, A., Heiermann, M. & Idler C. 2013. Biomass from landscape management of grassland used for biogas production: effects of harvest date and silage additives on feedstock quality and methane yield. *Grass and Forage Science* 69: 549–566



- Huhtanen, P.J., Blauwiel, R. & Saastamoinen, I. 1998. Effects of intraruminal infusions of propionate and butyrate with two different protein supplements on milk production and blood metabolites in dairy cows receiving grass silage based diet. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 77: 213–222.
- Huhtanen, P., Nousiainen, J. & Rinne, M. 2005. Prediction of silage composition and organic matter digestibility from herbage composition and pepsin-cellulase solubility. *Agricultural and Food Science* 14: 154–165.
- 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.
- Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal* 1: 758–770.
- 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.
- Huuskonen, A., Pesonen, M. & Honkavaara, M. 2014. Palkokasvisiälörehujen vaikutukset sonnien kasvu- ja teurastuloksiin sekä lihan laatuun. *MTT Raportti* 175: 73–91.
- Jones, D.I.H. & Jones, R. 1995. The Effect of Crop Characteristics and Ensiling Methodology on Grass Silage Effluent Production. *Journal of Agricultural Engineering Research* 60: 73–81.
- Kaiser, A.G., Piltz, J.W., Burns, H.M & Griffiths, N.W. 2004. Successful silage. Topfodder. Dairy Australia and New South Wales Department of primary industries. ISBN 0 7347 1583 5. s. 420.
- Kaiser, E., Weiß, K., Nußbaum, H.-J., Kalzendorf, K., Pahlow, G., Schenkel, H., Schwarz, F.J., Spiekers, H., Staudacher, W. & Thaysen, J. 2006. Grobfutterbewertung. Teil B- DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchung. *DLG-Information* 2/2006. <[http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/grobfutterbewertung\\_B.pdf](http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/grobfutterbewertung_B.pdf)>
- KTTK 1998. KTTK tiedottaa. Kasvintuotannon tarkastuskeskus, Maatalouskemian osasto. tiedote 7/1998.
- Kung L. Jr. 2005. Aerobic Stability of Silages. Proceedings of the Conference on Silage for Dairy Farms. Harrisburg, PA. 2005. <<http://ag.udel.edu/anfs/faculty/kung/documents/05AerobicStability.pdf>>
- Kung, L., Stokes, M.R. & Lin, C.J. 2003. Silage Additives. Teoksessa: Buxton, D.R., Muck, R.E. & Harrison, J.H., (Toim.) Silage Science and Technology. Agronomy Publication No 42, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA. s. 305–360.
- McCullough, H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. *Clinica Chimica Acta* 17: 297–304.
- McDonald, P., Henderson, N. & Heron S. 1991. The Biochemistry of Silage. Second edition, Marlow: Chalcombe Publications. 340 s. ISBN 0-948617-22-5
- Moisio, T. & Heikonen, M. 1992. AIV-rehun perusteet. Kirjayhtymä Oy. Helsinki.
- Mäki M. 1997. The isolation and characterisation of heterofermentative inoculant and its effect on silage quality and aerobic stability. Academic dissertation. Department of Food Technology, University of Helsinki. Finnish Society of Dairy Science. *Finnish Journal of Dairy Science* 53:1–173.
- Playne, M. J. & McDonald, P. 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 17: 264–268.
- Pursiainen, P. & Tuori, M. 2008. Effect of ensiling field bean, field pea and common vetch in different proportions with whole-crop wheat using formic acid or an inoculant on fermentation characteristics. *Grass and Forage Science* 63: 60–78
- Rinne, M., Huhtanen, P. & Nousiainen, J.. 2008. Säilörehun ja koko rehuannoksen syönti-indeksit auttavat lypsylehmien ruokinnan suunnittelussa. Teoksessa: Hopponen, A. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2008, 10.-11.1.2008 [esitelmät ja posterit]. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 23: 8 s. <[http://www.smts.fi/mpol2008/index\\_tiedostot/Esitelmät/es086.pdf](http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Esitelmät/es086.pdf)>
- Seppälä, A. 2000. Nurmipalkokasvit säilörehun raaka-aineena. Pro Gradu. Helsingin yliopisto.
- Seppälä, A., Heikkilä, T., Mäki, M., Rinne, M. 2012. Säilöntäineen vaikutus säilörehun ja seosrehun aerobiseen stabiilisuuteen. Teoksessa: Schulman, N. & Kauppinen, H. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2012, 10.-11.1.2012 Viikki, Helsinki: esitelmät, posterit. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 28: 6 s.
- Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. *Journal of Biological Chemistry* 160: 61–68.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583–3597.
- Weissbach F., Schmidt, L. & Hein, E. 1974. Method of anticipation of the run of fermentation in silage making based on the chemical composition of green fodder. Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Grassland Congress, Moscow, Russia. Vol.3, Part 2, s. 663–673.
- Weissbach, F. & Honig, H. 1996. Über die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfütter aus extensivem Anbau. *Landbauforschung Völkenrode* 46: 10–17.

---

## 6 Palkokasvisäilörehujen vaikutukset sonnien kasvu- ja teurastuloksiin sekä lihan laatuun

---

Arto Huuskonen<sup>1</sup>, Maiju Pesonen<sup>1</sup> ja Markku Honkavaara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup>MTT, Biotekniikka- ja elintarviketutkimus, Humppilantie 7, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

### Tiivistelmä

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää alsikeapilasäilörehun sekä hernevehnä- ja härkäpapuvehnäsäilörehujen tuotantovaikutukset (syönti, kasvu, ruhon laatu) kasvavien sonnien ruokinnassa timoteisäilörehuun verrattuna sekä maitorotuisella (ayrshire) että liharotuisella (aberdeen angus) eläinaineksella. Lisäksi tutkittiin eri säilörehuruokintojen mahdolliset vaikutukset lihan laatuun. Tutkimuksessa oli koe-eläiminä 50 ayrshire-sonnia ja 50 angus-sonnia. Sonnit kasvatettiin viiden eläimen ryhmäkarsinoissa. Tutkimuksen alussa sonnit jaettiin rodun ja elopainon perusteella kahteen erikseen analysoitavaan ruokintakokeeseen. Ensimmäisessä ruokintakokeessa tutkittiin alsikeapilasäilörehun tuotantovaikutuksia suhteessa timoteisäilörehuun, ja kokeessa oli kolme erilaista koeruokintaa: 1) seosrehu, jonka kuiva-aineesta 65 % oli timoteisäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa (kontrolliryhmä), 2) seosrehu, jonka kuiva-aineesta 32,5 oli timoteisäilörehua, 32,5 % alsikeapilasäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa ja 3) seosrehu, jonka kuiva-aineesta 65 % oli alsikeapilasäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa. Toisessa ruokintakokeessa tutkittiin härkäpapuvehnä- ja hernevehnäsäilörehujen tuotantovaikutuksia suhteessa timoteisäilörehuun. Koe-ruokinnat olivat: 1) seosrehu, jonka kuiva-aineesta 65 % oli timoteisäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa (kontrolliryhmä), 2) seosrehu, jonka kuiva-aineesta 65 % oli härkäpapuvehnäsäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa ja 3) seosrehu, jonka kuiva-aineesta 65 % oli hernevehnäsäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa.

Tulosten perusteella kaikki tutkimuksessa mukana olleet koeruokinnat soveltuivat hyvin kasvavien lihanautojen ruokintaan. Ruokintojen havaittiin vaikuttavan vain vähän tai ei lainkaan sonnien rehun syöntiin sekä kasvutuloksiin. Palkokasvisäilörehujen sisällyttäminen ruokintaan lisäsi sonnien valkuaisen saantia, mutta tämä näkyi ainoastaan heikentyneenä raakavalkuaisen hyväksikäyttönä, koska sonnien valkuaisen tarve täyttyi myös timoteisäilörehupohjaisella ruokinnalla. Palkokasvien käytön suurimmat edut lienevätkin naudanlihantuotannossa lunastettavissa nimenomaan peltoviljelyn kautta. Lihanautojen ruokinnan kannalta olisi eduksi, jos dieetin raakavalkuaispitoisuus ei nousisi kovin korkealle tasolle, koska tällöin typen hyväksikäyttö heikkenee ja ylimääräistä tyypeä menetetään erityisesti virtsan mukana. Virtsan tyyppi on huomattavasti sonnan tyypeä herkempää sekä huuhtoutumisen että haihtumisen kautta tapahtuvalle hävikille.

Ruhon ja lihan laadussa havaittiin vain vähän eroja koeruokintojen välillä. Alsikeapilasäilörehun sisällyttäminen ruokintaan näytti vähentävän hieman ruhojen rasvoittumista timoteisäilörehuruokintaan verrattuna. Ulkofileen laatuun ruokinnoilla ei ollut käytännössä juuri mitään vaikutuksia. Aistinvaraisten arvioiden perusteella palkokasvien käyttö ei aiheuttanut makuvirheitä tuotettuun lihaan.

Rodun vaikutukset olivat kokeessa varsin odotettuja, ja ne heijastelivat maitorotuisen ja liharotuisen eläinaineksen eroja naudanlihantuotannossa. Angus-sonnien kasvu- ja teurasominaisuuksien todettiin olevan paremmat kuin ay-sonneilla. Aistinvaraisessa arvioissa angus-sonnien ulkofile arvioitiin mureammaksi, mehukkaammaksi ja maukkaammaksi kuin ay-sonnien ulkofile.

### Avainsanat:

naudanlihantuotanto, sonnit, ruokinta, säilörehut, alsikeapila, herne, härkäpapu, kasvu, ruhon laatu, lihan laatu

## 6.1 Johdanto

Säilörehu on perusrehu kasvavan lihanaudan ruokinnassa. Luonnonmukaisessa tuotannossa säilörehun raaka-aineena suositaan erityisesti palkokasveja, koska ne pystyvät biologisen typensidonnan avulla hyödyntämään ilmakehän typpeä. Puna-apila (*Trifolium pratense*) on perinteisesti ollut merkittävin nurmipalkokasvi Suomessa, ja sen viljelyä on kokeiltu jo 1700-luvulla. Viljely yleistyi kuitenkin vasta 1800-luvun lopulla (Varis 1983). Syväjuurisena kasvina puna-apila on poudankestävämpi kuin esimerkiksi timotei. Parhaiten puna-apila menestyy hieta- ja savimaissa (Pulli & Turtola 1983, Väisänen 1999). Pohjois-Pohjanmaan luomutiloilla on kuitenkin käytössä suhteellisen paljon eloperäisiä maita, joille puna-apila ei ole optimaalinen viljelykasvi. Tällöin yhtenä vaihtoehtona voisi olla alsikeapila (*Trifolium hybridum*), joka puna-apilaa vaatimattomampana lajina soveltuu paremmin viljelyyn myös eloperäisillä mailla. Alsikeapila on saanut nimensä Alsiken pitäjältä, joka sijaitsee Ruotsissa Uppsalasta kaakkoon. Tieteellinen nimi "*hybridum*" tulee Carl Linnéltä, joka luuli lajin olevan valko- ja puna-apilan risteymä. Alsikeapilalla on matala ja kosteutta hyvin kestävä juuristo, ja se on kasvupaikkavaatimuksiltaan puna-apilaa vaatimattomampi.

Kiinnostus kokoviljasäilörehuun joko vaihtoehtoisena rehuna tai nurmisäilörehujen täydentäjänä on viime aikoina lisääntynyt kokoviljasäilörehun alhaisten tuotantokustannusten ja viljelyteknisten etujen (Turunen 2003, Walsh ym. 2008, Rustas 2009) sekä kohtalaista nurmisäilörehua vastaavien rehuarvojen vuoksi (Nousiainen 2003, Wallsten 2008). Tavanomaisessa tuotannossa on mahdollista käyttää puhtaita viljakasvustoja kokoviljasäilörehun raaka-aineena. Sen sijaan luonnonmukaisessa tuotannossa palkokasvien käytöllä seoksena viljan kanssa on todennäköisesti saavutettavissa parempi tulos kuin puhtaalla viljakasvustolla, koska palkokasvit pystyvät hyödyntämään ilmakehän typpeä biologisen typen sidonnan kautta. Lisäksi ne tuovat monipuolisuutta viljelykiertoihin, parantavat maan rakennetta ja lisäävät biodiversiteettiä. Pohjois-Pohjanmaan alueella herne (*Pisum sativum*) ja härkäpapu (*Vicia faba*) ovat todennäköisesti potentiaalisimmat vaihtoehdot vilja-palkokasviseoksiin.

Puna-apilan käytöstä kasvavien nautojen ruokinnassa on olemassa jonkin verran tutkimustietoa. Pesosen ym. (2014c) tutkimuksessa timoteisäilörehun korvaaminen timotein ja puna-apilan seoskasvustosta korjattulla säilörehulla ei vaikuttanut risteytyssonnien rehun syöntiin tai kasvutuloksiin, mutta teurasruhot rasvoittuivat hieman vähemmän käytettäessä ruokinnassa timotein ja puna-apilan seosta. Myös Berthiaume ym. (2012) ja Lafrenière ym. (2012) havaitsivat puna-apilasäilörehun käytön vähentävän ruhojen rasvoitumista puhtaaseen heinäkaviasäilörehuun verrattuna. Alsikeapilan suhteen ei kuitenkaan ole saatavilla julkaistua tutkimustietoa sen käytöstä ja tuotantovaikutuksesta lihanautojen ruokinnassa.

Kokoviljasäilörehujen osalta korjuuajankohta ja -tapa, korren pituus sekä kasvuolosuhteet vaikuttavat laji- ja lajikevalinnan ohella paitsi korjattavan rehun sulavuuteen myös rehun ravintoainepitoisuuksiin (Wallsten 2008, Jaakkola ym. 2009, Rustas 2009, Huuskonen & Joki-Tokola 2010, Huuskonen 2013). Näin ollen kokoviljasäilörehun ruokinnallinen arvo on riippuvainen monesta eri tekijästä, ja sen koostumus voi vaihdella hyvinkin paljon. Kotimaisissa ruokintakokeissa on kuitenkin todettu, että kokoviljasäilörehu on varteenotettava vaihtoehto kasvavien nautojen ruokintaan, ja kokoviljasäilörehua on mahdollista käyttää ainoana karkearehuna kasvavilla naudoilla (Huuskonen & Joki-Tokola 2010, Huuskonen 2013, Pesonen ym. 2014a). Herne- ja härkäpapusäilörehujen käytöstä on kuitenkin olemassa selvästi vähemmän tutkittua tietoa kuin puhtaista viljakasvustoista korjatuista säilörehuista.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää alsikeapilasäilörehun sekä hernevehnä- ja härkäpapuvehänäsäilörehujen tuotantovaikutukset (syönti, kasvu, ruhon laatu) kasvavien sonnien ruokinnassa timoteisäilörehuun verrattuna sekä maitorotuisella (ayrshire) että liharotuisella (aberdeen angus) eläinaineksella. Lisäksi tutkittiin eri säilörehuruokintojen mahdolliset vaikutukset lihan laatuun.

## 6.2 Aineisto ja menetelmät

Ruokintakokeet suoritettiin MTT:n Ruukin toimipisteen uudessa tutkimuspihatossa, jonne hankittiin vuoden 2013 loka-marraskuussa 50 kpl aberdeen angus-rotuisia (ab) sonnivasikoita ja 50 kpl ayrshire-rotuisia (ay) sonnivasikoita. Ab-rotuiset eläimet hankittiin yksityisiltä emolehmätiloilta A-Tuottajat Oy:n eläinvälityksen kautta. Ay-sonnivasikoista osa oli MTT Ruukin toimipisteessä välikasvatettuja eläimiä ja osa hankittiin alueen välikasvatamoista A-Tuottajat Oy:n eläinvälityksen kautta. Tässä raportoitavat ruokintakokeet päästiin aloittamaan 27.2.2014. Kokeiden alussa ab-sonnit painoivat keskimäärin 477 ( $\pm 37,1$ ) kg ja ay-sonnit vastaavasti 363 ( $\pm 68,9$ ) kg.

Sonnit kasvatettiin viiden eläimen ryhmäkarsinoissa, joiden pituus oli 10 m ja leveys 5 m. Karsinassa oli siten tilaa 10 m<sup>2</sup> eläintä kohden. Karsina-alue muodostui lantakäytävästä ja kuivitetusta makuualueesta. Makuualueen koko oli 5 × 5 m, jolloin eläintä kohti oli 5 m<sup>2</sup> kuivitetua makuuallueta. Lantakäytävät tyhjennettiin kokeen aikana keskimäärin kaksi kertaa viikossa, ja samalla lisättiin kuiviketta makuualueelle (turvetta kerran ja olkea kaksi kertaa viikossa). Makuualueet tyhjennettiin talvella kahden kuukauden ja kesällä kolmen kuukauden välein.

### 6.2.1 Koeruokinnat

Tutkimuksen alussa sonnit jaettiin rodun ja elopainon perusteella kahteen erikseen analysoitavaan ruokintakokeeseen. Ensimmäisessä ruokintakokeessa tutkittiin alsikeapilasäilörehun tuotantovaikutuksia suhteessa timoteisäilörehuun, ja kokeessa oli kolme erilaista koeruokintaa:

1. Seosrehu, jonka kuiva-aineesta 65 % oli timoteisäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa (kontrolliryhmä)
2. Seosrehu, jonka kuiva-aineesta 32,5 oli timoteisäilörehua, 32,5 % alsikeapilasäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa
3. Seosrehu, jonka kuiva-aineesta 65 % oli alsikeapilasäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa

Toisessa ruokintakokeessa tutkittiin härkäpapuvehna- ja hernevehnäsäilörehujen tuotantovaikutuksia suhteessa timoteisäilörehuun. Koeruokinnat olivat:

1. Seosrehu, jonka kuiva-aineesta 65 % oli timoteisäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa (kontrolliryhmä)
2. Seosrehu, jonka kuiva-aineesta 65 % oli härkäpapuvehna- ja hernevehnäsäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa
3. Seosrehu, jonka kuiva-aineesta 65 % oli hernevehnäsäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa

Sama timoteisäilörehuun perustuva ruokinta toimi siis kontrollikäsittelemällä molemmissa ruokintakokeissa. Edellä mainittujen komponenttien lisäksi kaikkiin ruokintoihin lisättiin A-Rehun Kasvuape E-Hiven kivennäistä eläinten kivennäisten ja hivenaineiden sekä vitamiinien saannin varmistamiseksi. Vettä kaikki eläimet saivat vapaasti juomakupeista, joita oli yksi kappale jokaisessa karsinassa. Kullakin koeruokinnalla oli yhteensä 10 ab-rotuista ja 10 ay-rotuista sonnia eli yhteensä 4 viiden eläimen karsinaa.

Koesuunnitelman mukaiset seosrehut valmistettiin seosrehuvaunulla (Trioliet, 10 m<sup>3</sup>), josta rehu jaettiin ruokintakaukaloihin (GrowSafe Systems). Jokaisessa karsinassa oli kaksi ruokintakaukaloa, jotka mahdollistivat yksilökohtaisen rehun kulutuksen seurannan (eläinten automaattinen tunnistus elektronisten korvamerkkien kautta). Eläimet saivat tutkimussuunnitelman mukaista seosrehua vapaasti eli ruokintakaukaloissa oli rehua jatkuvasti tarjolla. Ruokintakaukalot tyhjennettiin vanhasta rehusta kesäkauden aikana kerran päivässä ja talvikauden aikana noin kaksi kertaa viikossa.

### 6.2.2 Koerehut

Kokeessa käytetty esikuivattu timoteisäilörehu oli korjattu useammalta eri lohkolta ja sisälsi eri timoteilajikkeita (Tenho, Iki ja Tuure) eri satovuosilta. Kokeen aikana käytössä oli vuoden 2013 toisen korjuukerran satoa, joka korjattiin 9.8.2013. Myös alsikeapilasäilörehu korjattiin esikuivattuna useammalta eri kasvulohkolta. Käytetty alsikeapilalajike oli Frida, ja kokeen aikana käytettiin ensimmäisen satovuoden rehua kahdelta eri korjuukerralta. Ensimmäinen alsikeapilasato korjattiin 5.7.2013 ja toinen sato 19.9.2013. Sekä timotei- että alsikeapilakasvustot niitettiin niittomurskaimella (Elho 280 Hydro Balance) ja korjattiin ajosilppurilla (John Deere) laakasiiloon. Säilöntäaineena käytettiin muurahaishappopohjaista AIV Ässää, jota annosteltiin 5 litraa tonnille tuoretta ruohoa.

Kokeessa käytettyjä hernevehna- ja härkäpapuvehna- ja härkäpapuvehna- ja hernevehnäsäilörehuja kylvettiin molempia noin 10 hehtaarin alat. Siemenmäärä oli 138 kg Florida-vehnää ja 75 kg Anniina-vehnää sekä 174 kg Fuego-härkäpapua ja 75 kg Anniina-vehnää hehtaarille. Kylvösyvyys oli palkokasveille 6–8 cm ja viljalle 2–3 cm. Hernevehna- ja härkäpapuvehna- ja hernevehnäsäilörehut korjattiin 27.8.2013 leikkuupäällä varustetulla ajosilppurilla (Claas) ja varastoitettiin laakasiiloihin. Säilöntäaineena käytettiin AIV Ässää 6 litraa tonnille. Rehunkorjuupäivinä kasvustoista otettiin kasvustonäytteet, joista analysoitiin kasvilajikoostumus.

### 6.2.3 Rehunäytteiden otto, esikäsittely ja analysointi

Aina seosrehua tehtäessä säilörehuista otettiin näytteitä, jotka pakastettiin ja yhdistettiin jokaisen ruokintajakson analyysinäytteeksi. Ohrasta kerättiin näytteet jokaisesta rehuerästä ja yhdistettiin eräkohtaisiksi analyysinäytteiksi. Rehunäytteet analysoitiin sekä MTT:n laboratoriossa Jokioisilla että myös Valio Oy:n aluelaboratoriossa Seinäjoella.

Säilörehuista ja väkirehuista analysoitiin kuiva-aine, tuhka, raakavalkuainen ja neutraalidetergenttikuitu (NDF) MTT:n laboratoriossa Jokioisilla. Primäärinen kuiva-aine määritettiin lämpökaapissa (105 °C, 20 h). Säilörehun kuiva-aine korjattiin Huidan ym. (1986) kuvaamalla menetelmällä haihtuvien yhdisteiden (maitohappo, haihtuvat rasvahapot ja ammoniakki) osalta. Orgaanisen aineen pitoisuus saatiin polttamalla näytettä (600 °C, 18 h) ja vähentämällä saadun tuhkan määrä kuiva-aineen määrästä. NDF määritettiin Van Soestin ym. (1991) kuvaamalla tavalla. Raakavalkuaisen määrittelyssä käytettiin Dumas-tyypin typpianalysointia (Leco FP-428 N Analyser, Leco Corporation, St. Joseph, MO, USA).

Säilörehuista määritettiin käymislaatu (pH, liukoinen tyyppi, ammoniumtyppi, vesiliukoiset hiilihydraatit, haihtuvat rasvahapot ja maito- sekä muurahaishappo) Valio Oy:ssä käytössä olevalla puristenestetitruukseen pohjautuvalla laatumäärittelyllä (Moisio ja Heikonen 1989). Säilörehun D-arvo (sulavan orgaanisen aineen pitoisuus kuiva-aineessa) määritettiin Huhtasen ym. (2006) mukaisesti. Rehujen energia- ja valkuaisarvot laskettiin MTT:n (2014) kuvaamalla tavalla.

### 6.2.4 Teurastus ja liha-analyysit

Sonnit teurastettiin viidessä teuraserässä Atria Oy:n Kauhajoen teurastamossa. Teuraspainotavoite oli absonneille 380 kg ja ay-sonneille 300 kg. Eläimet valittiin teuraseriin niiden elopainon perusteella. Aysonnien osalta teuraspainotavoite asetettiin jonkin verran nykyistä valtakunnallista keskiteuraspainoa (330 kg) matalammalle tasolle, koska niitä ei olisi ehditty hankeajan puitteissa kasvattaa suurempaan painoon. Sonnien päiväkasvu laskettiin loppupainon ja kokeen alun painon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Nettokasvu laskettiin teuraspainon ja kokeen alun ruhopainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Ruhopainona kokeen alussa käytettiin arviota elopaino  $\times$  0,5.

Teurastus tapahtui yleisten teurastuskäytäntöjen mukaan (EC 2006). Teuraspaino määritettiin pään, vuidan, jalkojen, hännän, sisäelinten ja sisälmysrasvan poistamisen jälkeen. Ruhon lihakuus määriteltiin käyttäen EUOP-luokitusta, jossa E tarkoittaa lihakuudeltaan erinomaista ja P lihakuudeltaan heikkoa ruhoa. Luokkia oli kaiken kaikkiaan 15 (E+, E, E-, U+, U, U-, R+, R, R-, O+, O, O-, P+, P, P-). Tilastollista käsittelyä varten luokat numeroitiin numeroilla 1–15. Rasvaluokitus tehtiin asteikolla 1–5, jossa 1 tarkoittaa vähärasvaista ja 5 erittäin rasvaista ruhoa (EC 2006).

Jokaiselta tutkimuksessa olleelta viideltä koeruokinnalta valittiin satunnaisesti 8 ab-sonnia ja 8 ay-sonnia lihanlaatuanalyysiin. Valituilta eläimiltä kerättiin teurastuksen yhteydessä ulkofilenäytteet jatkotutkimuksiin. Leikkaamossa näiltä valituilta eläimiltä mitattiin ulkofileen pH-arvo ja väri (Minolta-värimittarilla) sekä arvioitiin ulkofileen marmoroitumisaste (asteikko 0–5; 0=ei marmoroitumista/lihaksen sisäistä rasvaa, 5=erittäin paljon marmoroitunut/sisäistä rasvaa). Mittausten jälkeen ulkofileenäytteet pakattiin tyhjiöön ja kuljettiin analysoitaviksi MTT:lle Jokioisiin, missä ulkofileet analysoitiin kahdeksan päivän raakakypsytyksen jälkeen. Tällöin niistä analysoitiin valuma (vakuumpussiin jäänyt vesi) ja leikkuuvaste (20 mittauksen keskiarvo noin 70 °C:en kypsennetyistä näytteistä). Leikkuuvaste on murealla lihalla 29–118, normaalilla lihalla 119–167 ja sitkeällä lihalla 168–400 N/4 cm<sup>2</sup>. Edelleen ulkofileistä analysoitiin aistinvarainen laatu ja rasvahappokoostumus. Aistinvaraista arviointia varten ulkofileistä leikattiin 1,5 cm paksut viipaleet, jotka lämmitettiin 70 °C sisälämpötilaan ”tela-grillissä”. Näytteet tarjottiin välittömästi asiantuntijaraadille, jossa oli 4–6 henkilöä. Raadin jäsenet arvioivat itsenäisesti lihanäytteiden mureuden, mehukkuuden ja maun sekä antoivat mahdolliset kommentit sivumausta. Lihan laatuanalyysissä käytetyt tutkimusmenetelmät on esitelty pääpiirteissään Huuskosen ym. (2010a,b) julkaisuissa.

### 6.2.5 Tilastollinen analyysi

Kaikista mitatuista muuttujista saatiin yksilökohtaiset havainnot, joten tuloksia laskettaessa käytettiin eläintä havaintoyksikkönä. Kesken kokeen jouduttiin poistamaan yksi angus-sonni (timoteisäilörehuruokinta) ja yksi ay-sonni (alsikeapilasäilörehuruokinta) koeruokinnosta johtumattomista syistä. Näiden

eläinten tuloksia ei ole huomioitu tulosten laskennassa. Tulosten tilastollisena käsittelyä molemmille ruokintakokeille tehtiin varianssianalyysi SAS-ohjelmiston (versio 9.3) MIXED-proseduurilla. Testauksessa käytetty koe-malli oli:

$$y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + e_{ijk},$$

missä  $\mu$  on yleiskeskisarvo,  $\alpha_i$  on koekäsittelyn (ruokinnan) kiinteä vaikutus ( $i=1,2,3$ ),  $\beta_j$  on teuraserän satunnaisvaikutus ( $j=1,2, 3, 4, 5$ ) ja  $e_{ijk}$  on virhetermi.

Koekäsittelyjen väliset tilastolliset erot testattiin ortogonaalisilla kontrasteilla. Ensimmäisessä kokeessa käytetyt kontrastit olivat:

- rodun vaikutus (ab vs. ay)
- alsikeapilasäilörehun lineaarinen vaikutus
- alsikeapilasäilörehun toisen asteen vaikutus
- rodun ja ruokinnan lineaarinen yhdysvaikutus
- rodun ja ruokinnan toisen asteen yhdysvaikutus

Toisessa kokeessa käytettiin puolestaan seuraavia ortogonaalisia kontrasteja:

- rodun vaikutus (ab vs. ay)
- timoteisäilörehu vs. palkoviljasäilörehut
- härkäpapu-vehnäsäilörehu vs. herne-vehnäsäilörehu
- (rotu)  $\times$  (timoteisäilörehu vs. palkoviljasäilörehut) -yhdysvaikutus
- (rotu)  $\times$  (härkäpapu-vehnäsäilörehu vs. herne-vehnäsäilörehu) -yhdysvaikutus

## 6.3 Tulokset ja tulosten tarkastelu

### 6.3.1 Koerehut

Korjuupäivänä tehtyjen kasvilajianalyysien perusteella härkäpapuvehnäkasvusto sisälsi härkäpapua 837 g/kg ka, kevätvehnää 149 g/kg ka ja rikkakasveja 14 g/kg ka. Hernevehnäkasvusto sisälsi puolestaan hernettä 891 g/kg ka, kevätvehnää 107 g/kg ka ja rikkakasveja 2 g/kg ka. Näin ollen palkoviljojen tulokset edustavat käytännössä lähes puhtaasta palkokasvikasvustosta korjatuilla säilörehuilla saatuja tuotantotuloksia. Alsikeapilakasvusto sisälsi alsikeapilaa 639 g/kg ka, heinäkasveja 357 g/kg ka ja rikkakasveja 4 g/kg ka. Timoteikasvusto sisälsi heinäkasveja 985 g/kg ka ja rikkakasveja 15 g/kg ka.

Koerehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvot on esitetty taulukossa 1. Säilörehujen kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin hyvin samankaltainen kaikilla koenäytteillä (269–295 g/kg). Palkokasvisäilörehujen raakavalkuaispitoisuus oli timoteisäilörehua korkeampi. Härkäpapusäilörehu sisälsi raakavalkuaista 19 % enemmän, alsikeapilasäilörehu 27 % enemmän ja hernesäilörehu 35 % enemmän kuin timoteisäilörehu. Palkokasvisäilörehujen NDF-pitoisuudet olivat matalammat kuin timoteisäilörehulla mutta ne sisälsivät timoteisäilörehua enemmän sulamatonta kuitua (Taulukko 1). Palkokasvisäilörehujen sulavuus oli keskimäärin hieman matalampi kuin timoteisäilörehulla, joten niiden energia-arvotkin jäivät hieman timoteisäilörehua heikommiksi. Kaikki säilörehut olivat käymislaadultaan hyviä (Taulukko 1). Kokeessa käytetyn litistetyn rehuohran kuiva-ainepitoisuus oli keskimäärin 883 g/kg, ohrossa oli muuntokelpoista energiaa 13,2 MJ/kg ka ja raakavalkuaista 107 g/kg ka.

Kokeessa käytettyjen seosrehujen keskimääräiset laskennalliset koostumukset ja rehuarvot on esitetty taulukossa 2. Koska väkirehutaso ja väkirehun koostumus olivat samat kaikilla koeruokkinnoilla, erot seosrehujen koostumuksissa ja rehuarvoissa heijastelevat säilörehujen välisiä eroja. Palkokasvisäilörehuja sisältäneissä seoksissa oli enemmän raakavalkuaista ja sulamatonta kuitua kuin timoteisäilörehuseoksessa. Vastaavasti timoteisäilörehuseoksen energia-arvo oli hieman korkeampi kuin palkokasvisäilörehuja sisältäneissä seoksissa (Taulukko 2).

**Taulukko 1.** Koerehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvot.

	Timotei-säilörehu	Alsikeapila-säilörehu	Härkäpapuveh্নä-säilörehu	Herneveh্নä-säilörehu	Litistetty ohra
Näytemäärä, kpl	7	7	7	6	3
Kuiva-aine, g/kg	289	295	277	269	883
Tuhka, g/kg ka	61	86	65	70	29
Raakavalkuainen, g/kg ka	129	164	154	174	107
NDF, g/kg ka	580	450	465	427	210
Sulamaton kuitu, g/kg ka	101	132	148	148	37
Muuntokelpoinen energia, MJ/kg ka	10,1	9,6	9,7	9,7	13,2
OIV, g/kg ka	75	82	81	83	95
PVT, g/kg ka	17	44	36	53	-36
Säilörehun D-arvo, g/kg ka	629	603	608	608	-
Säilörehun syönti-indeksi	93	103	109	104	-
Säilörehun ME-indeksi	86	91	96	92	-
Säilörehun säilönnällinen laatu					
pH	3,96	4,10	3,79	3,98	-
Haihtuvat rasvahapot, g/kg ka	14	20	13	16	-
Maito- ja muurahaishappo, g/kg ka	43	51	49	66	-
Sokerit, g/kg ka	59	24	30	28	-
Kokonaistypestä, g/kg					
Ammoniumtyppi	43	51	49	66	-
Liukoinen typpi	410	433	398	500	-

**Taulukko 2.** Kokeessa käytettyjen seosrehujen koostumus ja rehuarvot.

Seos	Timotei	Timotei-apila	Apila	Härkäpapu	Herne
Kuiva-aine, g/kg	378	381	385	365	356
Tuhka, g/kg ka	49	58	66	52	56
Raakavalkuainen, g/kg ka	121	133	144	138	151
NDF, g/kg ka	451	408	366	376	351
Sulamaton kuitu, g/kg ka	79	89	99	109	109
Muuntokelpoinen energia, MJ/kg ka	11,2	11,0	10,9	10,9	10,9
OIV, g/kg ka	82	84	87	86	87
PVT, g/kg ka	-2	7	16	11	22

Timotei = Seoksen kuiva-aineesta 65 % timoteisäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa.

Timotei-apila = Seoksen kuiva-aineesta 32,5 % timoteisäilörehua, 32,5 % alsikeapilasäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa.

Apila = Seoksen kuiva-aineesta 65 % alsikeapilasäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa.

Härkäpapu = Seoksen kuiva-aineesta 65 % härkäpapuveh্নäsäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa.

Herne = Seoksen kuiva-aineesta 65 % herneveh্নäsäilörehua ja 35 % litistettyä ohraa.

### 6.3.2 Rehun syönti ja ravintoaineiden saanti

Ruokintakoe kesti angus-sonnien osalta keskimäärin 158 vuorokautta ja ay-sonnien osalta vastaavasti 208 vuorokautta. Angus-sonnit olivat kokeen alkaessa ay-sonneja painavampia, ja ne saavuttivat tavoitellun teuraspainon ay-sonneja lyhyemmässä ajassa, mikä selittää rotujen välisen eron kokeen kestossa. Kokeessa 1 ei ollut ruokintojen välisiä eroja kokeen kestoajassa (Taulukko 3). Sen sijaan kokeen 2 osalta herneveh্নäsäilörehua saaneet sonnit teurastettiin hieman lyhyemmän koeajan jälkeen kuin härkäpapuveh্নäsäilörehua saaneet sonnit ( $p < 0,05$ ).

Angus-sonnit söivät kokeiden aikana enemmän rehua kuin ay-sonnit (Taulukot 3 ja 4). Angus-sonnien keskimääräinen rehun syönti (molempien kokeiden keskiarvo) oli 12,40 kg ka/pv ja ay-sonneilla vastaavasti 11,08 kg ka/pv. Angus-sonnien suurempi päivittäinen rehun syönti selittyi kuitenkin niiden ay-sonneja suuremmalla elopainolla. Kun kuiva-aineensyönti laskettiin elopainokilogrammaa kohden, niin ay-sonnien rehun syönti muodostui merkitsevästi angus-sonneja suuremmaksi (23,4 vs. 20,9 g

ka/elopaino-kg) (Taulukot 3 ja 4). Tulos on yhdenmukainen useiden aikaisempien tutkimusten kanssa, jotka ovat raportoineet maitorotuisten lihanautojen suuremmasta rehun syönnistä liharotuiheen eläinainekseen verrattuna karkearehupohjaisilla ruokinnolla (O'Brien 1997, Keane & Allen 2002, Cummins ym. 2007). Kirjallisuuden perusteella maitorotuisella eläinaineksella on karkearehuvaltaisella ruokinnalla suurempi rehun syöntikyky liharotuiheen eläinainekseen verrattuna. Tämän selitetään johtuvan siitä, että maitorotuisen eläinaineksen geneettinen valinta maitotuotoksen perusteella on johtanut suurempaan ruuansulatuselimistön kokoon ja korkeampaan syöntikykyyn liharotuiheen eläinainekseen verrattuna (Geay & Robelin 1979, Langholz 1990).

Kokeessa 1 ruokinnan ei havaittu vaikuttavan sonnien rehun syöntiin (Taulukko 3), sillä alsikeapilasäilörehua saaneet sonnit söivät rehun kuiva-ainekiloja yhtä paljon kuin timoteisäilörehua saaneet sonnit. Useissa vanhoissa brittiläisissä tutkimuksissa (Day ym. 1978, Thomas ym. 1981, Steen & McIlmoyle 1982) apilasäilörehua saaneet naudat ovat sen sijaan syöneet enemmän kuiva-ainekiloja kuin heinäkasvisäilörehua saaneet eläimet. Tulos poikkeaa tässä raportoitavasta kokeesta todennäköisesti siitä syystä, että edellä mainituissa vanhoissa kokeissa eläimet saivat ainoastaan säilörehua ilman väkirehutäydennystä ja kokeissa käytetyt säilörehut olivat käymislaadultaan heikkoja. Uusimmissa kokeissa (Berthiaume ym. 2012, Pesonen ym. 2014c) puna-apilasäilörehun ei ole havaittu lisäävän kasvavien nautojen rehun syöntiä heinäkasvisäilörehuun verrattuna.

Timoteisäilörehun korvaaminen alsikeapilasäilörehulla ei vaikuttanut sonnien energian saantiin (Taulukko 3). Alsikeapilasäilörehun suuremmasta raakavalkuaispitoisuudesta johtuen raakavalkuaisen ja PVT:n saanti oli suurempaa apilasäilörehuruokinnalla kuin timoteisäilörehuruokinnalla. Sen sijaan NDF:n saanti oli suurempaa timoteisäilörehuruokinnalla kuin alsikeapilasäilörehulla (Taulukko 3), mikä oli luonnollista seurausta eroista säilörehujen NDF-pitoisuudessa.

Kokeessa 2 härkäpapuvehnäsäilörehu poikkesi timotei- ja hernevehnäsäilörehuista rehun syönnin osalta, sillä härkäpapuvehnäsäilörehua saaneet sonnit söivät enemmän kuiva-ainetta (Taulukko 4). Tämä näkyi myös härkäpapuvehnäsäilörehusonnien hieman suurempana energian saantina. Säilörehun suuremmasta valkuaispitoisuudesta johtuen härkäpapuvehna- ja hernevehnäsäilörehuja saaneilla sonneilla raakavalkuaisen, OIV:n ja PVT:n saanti oli suurempaa kuin timoteisäilörehua saaneilla sonneilla. NDF:n saanti oli puolestaan suurempaa timoteisäilörehuruokinnalla kuin härkäpapuvehna- ja hernevehnäsäilörehuilla (Taulukko 4).

### 6.3.3 Kasvu- ja teurastulokset sekä rehun hyväksikäyttö

Angus-sonnit kasvoivat kokeiden aikana merkitsevästi paremmin kuin ay-sonnit (Taulukot 5 ja 6). Angus-sonnien keskimääräinen päiväkasvu ja nettokasvu (molempien kokeiden keskiarvo) olivat 1473 ja 847 g/pv ja ay-sonneilla vastaavasti 1152 ja 599 g/pv. Angus-sonnien keskimääräinen teuraspaino oli 376 kg, lihakkuusluokka 8,4 (R) ja rasvaisuusluokka 3,1. Näin ollen kokeen angus-sonnit teurastettiin hieman painavampina kuin valtakunnallisessa teurasaineistossa keskimäärin (368 kg), ja ne olivat lihakkaampia ja vähärasvaisempia kuin valtakunnallisessa aineistossa (lihakkuus 6,9 ja rasvaisuus 3,3) (Pesonen ym. 2014b). Ay-sonnien keskimääräinen teuraspaino oli 302 kg, lihakkuusluokka 5,1 (O) ja rasvaisuusluokka 2,1. Ay-sonnien osalta kokeessa toteutunut teuraspaino oli pienempi kuin valtakunnallisessa teurasaineistossa keskimäärin (330 kg), ja ruhot olivat hieman lihakkaampia ja vähärasvaisempia kuin valtakunnallisessa aineistossa (lihakkuus 4,7, rasvaisuusluokka 2,4) (Huuskonen ym. 2014b).

Kokeessa 1 ruokinta ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi sonnien kasvutuloksiin (Taulukko 5). Alsikeapilasäilörehua sisältävällä seoksella ruokitut angus-sonnit kasvoivat numeerisesti hieman heikommin kuin muilla seoksilla ruokitut ab-sonnit, mutta vastaavaa ei havaittu ay-sonnien osalta. Edelleenkin ruokinta ei kokeessa 1 vaikuttanut sonnien teuraspainoon, teurasprosenttiin tai ruhon lihakkuusluokkaan (Taulukko 5). Sen sijaan alsikeapilasäilörehun havaittiin vähentävän hieman ruhojen rasvoittumista (lineaarinen vaikutus,  $p=0,07$ ). Tämän kokeen tulos on yhdenmukainen Pesosen ym. (2014c) tutkimuksen kanssa, jossa timoteisäilörehun korvaaminen timotein ja puna-apilan seoskasvustosta korjatulla säilörehulla ei vaikuttanut risteytyssonnien kasvutuloksiin, mutta teurasruhot rasvoittuivat hieman vähemmän käytettäessä ruokinnassa timotein ja puna-apilan seosta. Myös Berthiaume ym. (2012) ja Lafrenière ym. (2012) ovat havainneet puna-apilasäilörehun vähentävän ruhojen rasvoittumista puhtaaseen heinäkasvisäilörehuun verrattuna.



**Taulukko 3.** Sonnien rehun syönti ja ravintoaineiden saanti kokeessa 1.

Rotu	Ab			Ay			SEM	Tilastollinen merkittävyys (p-arvot)				
	T	T+A	A	T	T+A	A		Rotu	A1	A2	YV1	YV2
Ruokinta	9	10	10	10	10	9	-	-	-	-	-	-
Eiäinmäärä, kpl	155	156	168	203	215	215	12,0	<0,001	0,29	0,99	0,99	0,56
Kokeen kesto, pv												
Syönti												
Säilörehu, kg ka/pv	7,84	8,09	7,81	7,01	7,06	7,13	-	-	-	-	-	-
Väkirehu, kg ka/pv	4,36	4,36	4,20	3,94	3,81	3,84	-	-	-	-	-	-
Yhteensä, kg ka/pv	12,20	12,45	12,01	10,95	10,87	10,97	0,323	0,003	0,80	0,66	0,76	0,47
ka g/elopaino-kg	20,1	21,0	20,4	23,4	23,2	23,0	0,55	<0,001	0,98	0,41	0,54	0,43
Ravintoaineiden saanti												
Muuntokelpoinen energia, MJ/pv	136	136	131	123	119	120	3,5	0,003	0,25	0,89	0,70	0,50
Raakavalkuainen, g/pv	1457	1635	1707	1317	1432	1561	43,9	0,004	0,001	0,56	0,95	0,46
OIV, g/pv	1003	1051	1038	903	919	951	27,6	0,003	0,18	0,65	0,82	0,45
PVT, g/pv	-44	77	176	-32	69	159	4,2	0,27	<0,001	0,07	0,01	0,49
NDF, g/pv	5444	5094	4424	4858	4423	4020	124,4	0,002	<0,001	0,52	0,42	0,62

Ab = aberdeen angus.

Ay = ayrshire.

T = timoteisäilörehu.

T + A = timotei- ja alsikeapilasäilörehun seos (1:1).

A = alsikeapilasäilörehu.

SEM = keskiarvon keskivirhe.

Tilastollinen merkittävyys (kontrastit): Rotu = rodun vaikutus, A1 = alsikeapilasäilörehun lineaarinen vaikutus, A2 = alsikeapilasäilörehun toisen asteen vaikutus, YV1 = rodun ja ruokinnan lineaarinen yhdysvaikutus, YV2 = rodun ja ruokinnan toisen asteen yhdysvaikutus.

OIV = ohutsuolesta imeytyvä valkuainen.

PVT = pötsin valkuaisosa.

NDF = neutraalidetergenttikuitu.

**Taulukko 4.** Sonnien rehun syönti ja ravintoaineiden saanti kokeessa 2.

Rotu	Ab			Ay			SEM	Tilastollinen merkitsevyys (p-arvot)						
	T	HÄ	HE	T	HÄ	HE		Rotu	C1	C2	Rotu×C1	Rotu×C2		
Ruokinta														
Eläinmäärä, kpl	9	10	10	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-
Kokeen kesto, pv	155	165	150	203	215	194	11,5	<0,001	0,75	0,02	0,97	0,64		
Syönti														
Säilörehu, kg ka/pv	7,84	8,70	7,90	7,02	8,01	6,79	-	-	-	-	-	-	-	-
Väkirehu, kg ka/pv	4,36	4,70	4,25	3,93	4,32	3,65	-	-	-	-	-	-	-	-
Yhteensä, kg ka/pv	12,20	13,40	12,15	10,95	12,33	10,44	0,380	0,005	0,18	0,006	0,83	0,43		
ka g/elopaino-kg	20,5	22,6	20,5	22,6	25,2	23,1	0,82	0,01	0,12	0,04	0,74	0,97		
Ravintoaineiden saanti														
Muuntokelpoinen energia, MJ/pv	136	143	132	123	132	113	4,1	0,005	0,85	0,01	0,87	0,35		
Raakavalkuainen, g/pv	1457	1840	1834	1317	1688	1565	51,0	0,004	<0,001	0,25	0,45	0,29		
OIV, g/pv	1003	1147	1140	903	1059	962	33,5	0,004	0,005	0,17	0,60	0,23		
PVT, g/pv	-44	146	258	-32	122	216	4,8	0,004	<0,001	<0,001	0,002	0,09		
NDF, g/pv	5443	5046	4136	4858	4621	3585	143,7	0,004	<0,001	<0,001	0,71	0,68		

Ab = aberdeen angus.

Ay = ayrshire.

T = timoteisäilörehu.

HÄ = härkäpapuvehmnäsäilörehu.

HE = hernevehmnäsäilörehu.

SEM = keskiarvon keskivirhe.

Tilastollinen merkitsevyys (kontrastit): Rotu = rodun vaikutus, C1 = timotei vs. palkoviljat, C2 = härkäpapu vs. herne, Rotu × C1 = yhdysvaikutus rotu × C1, Rotu × C2 = yhdysvaikutus rotu × C2.

OIV = ohutsuoletta imeytyvä valkuainen.

PVT = pötsin valkuaisfase.

NDF = neutraalidetergenttikuitu.

**Taulukko 5.** Sonnien kasvu- ja teurastulokset sekä rehun hyväksikäyttö kokeessa 1.

Rotu	Ab			Ay			SEM	Tilastollinen merkitsevyys (p-arvot)				
	T	T+A	A	T	T+A	A		Rotu	A1	A2	YV1	YV2
Ruokinta												
Eläinmäärä, kpl	9	10	10	10	10	9						
Elopaino, kg												
Kokeen alussa	481	480	476	373	367	358	3,2	0,02	0,32	0,79	0,64	0,70
Kokeen lopussa	708	704	703	609	600	611	12,1	<0,001	0,88	0,63	0,75	0,71
Päiväkasvu, g/pv	1479	1473	1350	1162	1094	1165	69,9	0,002	0,40	0,93	0,38	0,33
Nettokasvu, g/pv	866	886	780	589	573	599	36,3	<0,001	0,33	0,54	0,23	0,23
Teurastulokset												
Teuraspaino, kg	379	379	373	302	302	306	5,9	<0,001	0,81	0,87	0,41	0,65
Teurasprosentti, g/kg	535	538	530	496	503	501	2,9	<0,001	0,87	0,08	0,13	0,85
Lihakkuusluokka	8,4	8,5	8,1	4,9	5,0	5,5	0,25	<0,001	0,51	0,87	0,14	0,32
Rasvaisuusluokka	3,1	3,0	2,9	2,3	1,9	2,0	0,12	<0,001	0,07	0,25	0,76	0,29
Rehun hyväksikäyttö												
kg ka / päiväkasvu-kg	8,1	8,6	9,0	9,8	10,3	9,8	0,54	0,02	0,47	0,58	0,43	0,63
kg ka / nettokasvu-kg	13,9	14,3	15,6	19,4	19,7	19,0	0,83	<0,001	0,48	0,98	0,25	0,51
MJ ME/ päiväkasvu-kg	88	94	100	107	113	109	5,9	0,02	0,26	0,69	0,45	0,62
MJ ME/ nettokasvu-kg	151	156	174	211	216	212	9,2	<0,001	0,23	0,89	0,28	0,50
Raakavalkuainen g / päiväkasvu-kg	987	1110	1264	1133	1309	1358	67,9	0,01	0,07	0,49	0,32	0,66
Raakavalkuainen g / nettokasvu-kg	1688	1845	2188	2236	2499	2636	108,4	<0,001	0,03	0,88	0,14	0,56

Ab = aberdeen angus.

Ay = ayrshire.

T = timoteisilörehu.

T + A = timotei- ja alsiikeapilasäilörehun seos (1:1).

A = alsiikeapilasäilörehu.

SEM = keskiarvon keskivirhe.

Tilastollinen merkitsevyys (kontrasit): Rotu = rodun vaikutus, A1 = alsiikeapilasäilörehun lineaarinen vaikutus, A2 = alsiikeapilasäilörehun toisen asteen vaikutus, YV1 = rodun ja ruokinnan lineaarinen yhdysvaikutus, YV2 = rodun ja ruokinnan toisen asteen yhdysvaikutus.

ME = muuntokeelpoinen energia.

**Taulukko 6.** Sonnien kasvu- ja teurastulokset sekä rehun hyväksikäyttö kokeessa 2.

Rotu	Ab			Ay			SEM	Tilastollinen merkitsevyys (p-arvot)					
	T	HÄ	HE	T	HÄ	HE		Rotu	C1	C2	Rotu×C1	Rotu×C2	
Ruokinta													
Eläinmäärä, kpl	9	10	10	10	10	10	-	-	-	-	-	-	-
Elopaino, kg													
Kokeen alussa	481	473	478	373	366	349	11,7	<0,001	0,34	0,63	0,64	0,38	
Kokeen lopussa	708	713	707	609	622	570	14,7	<0,001	0,67	0,09	0,60	0,17	
Päiväkasvu, g/pv	1479	1496	1569	1162	1197	1140	40,3	<0,001	0,42	0,84	0,53	0,16	
Nettokasvu, g/pv	866	837	868	589	633	599	21,3	<0,001	0,74	0,95	0,32	0,18	
Teurastulokset													
Teuraspaino, kg	379	376	372	302	314	287	7,6	<0,001	0,62	0,02	0,89	0,18	
Teurasprosentti, g/kg	535	528	526	496	506	502	2,7	<0,001	0,94	0,30	0,03	0,79	
Lihakkuusluokka	8,4	8,5	7,7	4,9	5,1	4,9	0,20	<0,001	0,67	0,04	0,34	0,18	
Rasvaisuusluokka	3,1	3,2	3,3	2,3	2,5	1,9	0,13	<0,001	0,91	0,09	0,34	0,03	
Rehun hyväksikäyttö													
kg ka / päiväkasvu-kg	8,3	9,1	7,8	9,6	10,4	9,2	0,10	<0,001	0,06	<0,001	0,62	0,83	
kg ka / nettokasvu-kg	14,2	16,1	14,1	18,9	19,8	17,9	0,29	<0,001	0,13	<0,001	0,10	0,90	
MJ ME / päiväkasvu-kg	93	97	85	107	112	100	1,1	<0,001	0,18	<0,001	0,86	0,93	
MJ ME / nettokasvu-kg	159	172	154	211	212	194	3,1	<0,001	0,47	0,001	0,06	0,96	
Raakavalkuainen g / päiväkasvu-kg	987	1251	1195	1133	1431	1375	12,0	<0,001	<0,001	0,005	0,19	0,43	
Raakavalkuainen g / nettokasvu-kg	1688	2223	2154	2236	2714	2641	36,8	<0,001	<0,001	0,19	0,45	0,52	

Ab = aberdeen angus.

Ay = ayrshire.

T = timoteisäilörehu.

HÄ = härkäpapuvehmnäsäilörehu.

HE = hernevehmnäsäilörehu.

SEM = keskiarvon keskivirhe.

Tilastollinen merkitsevyys (kontrastit): Rotu = rodun vaikutus, C1 = timotei vs. palkoviljat, C2 = härkäpapu vs. herne, Rotu × C1 = yhdysvaikutus rotu × C1, Rotu × C2 = yhdysvaikutus rotu × C2.

ME = muuntokelpoinen energia.

Myöskään kokeessa 2 ruokinnan ei havaittu vaikuttavan tilastollisesti merkitsevästi sonnien kasvutuloksiin (Taulukko 6). Sen sijaan ruhon laadussa ilmeni joitakin eroja ruokintojen välillä. Härkäpapuvehnäsäilörehua saaneiden sonnien teuraspaino oli korkeampi kuin hernevehnäsäilörehua saaneilla sonneilla ( $p<0,05$ ). Tämä ero näkyi ennen kaikkea ay-sonnien osalta. Ero teuraspainossa oli todennäköisesti osasyynä myös ruhojen lihakuudessa ja rasvaisuudessa havaittuihin eroihin, sillä useissa tutkimuksissa on todettu teuraspainon korreloivan positiivisesti ruhon lihakuuden ja rasvaisuuden kanssa (esim. Kempster ym. 1988, Keane & Allen 1998). Tässä kokeessa herne-vehnäsäilörehua saaneet sonnit luokituitivat lihakuuden osalta hieman heikommin ( $p<0,05$ ) ja olivat vähärasvaisempia ( $p=0,09$ ) kuin härkäpapuvehnäsäilörehua saaneet sonnit (Taulukko 6). Rasvaisuusluokan osalta havaittiin myös merkitsevä ( $p<0,05$ ) rodun ja ruokinnan välinen yhdysvaikutus, sillä härkäpapuvehna- ja hernevehnäsäilörehujen välinen ero ruhojen rasvaisuudessa tuli ilmi vain ay-sonneilla. Tämä selittyy nimenomaan teuraspainojen kautta, koska ruokintojen välillä oli eroa teuraspainoissa nimenomaan ay-rodulla (Taulukko 6).

Paremmista kasvutuloksista johtuen angus-sonnien rehun hyväksikäyttö oli selvästi tehokkaampaa kuin ay-sonneilla. Ab-sonnit tarvitsivat ay-sonneja vähemmän kuiva-ainetta, energiaa ja raakavalkuaista tuotamaansa kasvukilogrammaa kohden (Taulukot 5 ja 6). Kokeessa 1 ruokinnan ei havaittu vaikuttavan rehun kuiva-aineen tai energian hyväksikäyttöön, mutta raakavalkuaisen hyväksikäyttö oli tehottomampaa alsikeapilaa sisältävillä ruokinnoilla kuin timoteisäilörehupohjaisella ruokinnalla (Taulukko 5). Tämä johtui siitä, että sonnit saivat jo riittävästi valkuaista timoteisäilörehuun ja litistettyyn ohraan perustuvalla ruokinnalla, eikä alsikeapilasäilörehun kautta saatu valkuaissisältö näin ollen ollut hyödynnettävissä. Timoteisäilörehuun perustuvalla ruokinnalla olleiden sonnien dieetti sisälsi raakavalkuaista keskimäärin 121 g/kg ka ja dieetin PVT-arvo oli -2 g/kg ka. Useissa aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että tällainen taso riittää hyvin täyttämään kasvavien nautojen valkuaistarpeen eikä tason ylittävästä valkuaismäärästä ole merkittävää tuotannollista hyötyä (Huuskonen 2013, Huuskonen ym. 2014a, Pesonen ym. 2014a). Huuskosen ym. (2014) tekemän meta-analyysin perusteella PVT:n alaraja voitaisiin turvallisesti pudottaa jopa arvoon -20 g/kg syötyä kuiva-ainekiloa kohti ilman negatiivista vaikutusta lihanautojen kasvutuloksiin.

Kokeessa 2 havaittiin niin ikään raakavalkuaisen hyväksikäytön heikkenevän, kun ruokintaan sisällytettiin enemmän raakavalkuaista sisältäviä palkokasvisäilörehuja timoteisäilörehun sijaan (Taulukko 6). Lisäksi kokeessa 2 havaittiin, että härkäpapuvehnäsäilörehua saaneiden sonnien rehun hyväksikäyttö oli heikompaa kuin hernevehnäsäilörehua saaneilla sonneilla. Tämä johtui ennen kaikkea siitä, että sonnit söivät härkäpapuvehnäsäilörehua enemmän kuin hernevehnäsäilörehua, mutta niiden kasvutulokset eivät kuitenkaan poikenneet merkitsevästi hernevehnäsäilörehua saaneiden sonnien kasvutuloksista.

#### 6.3.4 Ulkofileen laatu

Taulukoissa 7 ja 8 esitetään tulokset ulkofileen pH:n, marmoroitumisen, värin, valuman, leikkuuvasteen ja aistinvaraisen laadun osalta. Ruokinta vaikutti hyvin vähän ulkofileen laatuun. Kokeessa 1 ei ruokinnalla havaittu olevan tilastollisesti merkitsevää vaikutusta minkään edellä mainitun muuttujan osalta (Taulukko 7). Kokeessa 2 härkäpapuvehna- ja hernevehnäsäilörehuruokinnat näyttivät laskevan aavistuksen verran ulkofileen pH:ta suhteessa timoteisäilörehuun ( $p=0,009$ ) ja lisäävän hieman ulkofileen marmoroitumisastetta suhteessa timoteisäilörehuun ( $p=0,08$ ) (Taulukko 8). Käytännön kannalta näillä havaituilla eroilla ei kuitenkaan ole juuri merkitystä. Ulkofileen väriin, mureuteen tai aistinvaraiseen laatuun ruokinta ei vaikuttanut millään tavalla.

Rotu vaikutti lähes kaikkiin ulkofileestä analysoituun parametreihin (Taulukot 7 ja 8). Angus-sonneilla ulkofileen pH oli keskimäärin 5,54 ja ay-sonneilla vastaavasti 5,66. Koesonneista havaittiin ainoastaan yksi lievä tervalihatapaus, jolloin ulkofileen pH-arvoksi mitattiin 6,10 (ay-sonni, joka sai ruokinnassa timotei- ja alsikeapilasäilörehujen seosta). Tervalihaisuuden raja-arvona pidetään pH-arvoa 6,00. Ulkofileen värin osalta angus-sonnien liha oli vaaleampaa (suurempi L-arvo), punaisempaa (suurempi a-arvo) ja keltaisempaa (suurempi b-arvo) kuin ay-sonnien liha (Taulukot 7 ja 8). Angus-sonnien ulkofileiden arviointiin myös olevan hieman enemmän marmoroituneita kuin ay-sonnien ulkofileiden. Leikkuuvastemittauksissa angus-sonnien ulkofile todettiin keskimäärin mureammaksi kuin ay-sonnien ulkofile, ja aistinvaraisessa arviossa angus-sonnit saivat keskimäärin suuremmat pistemäärät kuin ay-sonnit (Taulukot 7 ja 8). Havaitut erot kuvannevat ainakin karkealla tasolla tutkittujen rotujen välisiä eroja ulkofileen laadussa. On kuitenkin huomattava, että ay-sonnit teuraspainoissa jonkin verran matalammassa teuraspainoissa kuin maitorotuiset sonnit Suomessa keskimäärin, ja tämä on saattanut vaikuttaa joihinkin niiden ulkofileen laatua kuvaaviin tunnuslukuihin. Kokeen ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää ruokintojen mahdollisia eroja lihan laatuparametreihin, ja ruokintojen osalta merkittäviä eroja ei havaittu.

**Taulukko 7.** Ulkofileen pH, väri, marmoroituminen, valuma, leikkuvaste ja aistinvarainen laatu kokeessa 1.

Rotu	Ab			Ay			SEM	Tilastollinen merkittävyys (p-arvot)				
	T	T+A	A	T	T+A	A		Rotu	A1	A2	YV1	YV2
Ruokinta												
Eiäinmäärä, kpl	8	8	8	8	8	8	-	-	-	-	-	-
pH	5,57	5,53	5,54	5,66	5,75	5,68	0,045	<0,001	0,90	0,43	0,51	0,09
Marmoroitumisaste	1,56	1,63	1,66	1,06	1,06	1,50	0,262	0,08	0,21	0,65	0,27	0,36
Väri												
L (vaaleus)	36,2	37,1	37,6	34,4	32,8	34,6	0,75	<0,001	0,35	0,20	0,46	0,02
a (punaisuus)	22,6	22,6	23,4	21,1	21,0	20,7	0,74	<0,001	0,99	0,87	0,47	0,85
b (keltaisuus)	7,5	7,2	7,6	6,5	5,7	5,8	0,43	<0,001	0,57	0,22	0,53	0,47
Valuma, %	0,22	0,19	0,29	0,27	0,32	0,32	0,042	0,42	0,18	0,46	0,81	0,29
Leikkuvaste, N/4 cm2	48,8	53,0	49,4	58,8	65,7	54,8	4,02	0,005	0,88	0,33	0,72	0,76
Aistinvarainen arvio												
Mureus	5,8	5,8	5,7	5,1	5,3	4,8	0,22	0,001	0,15	0,19	0,44	0,34
Mehukkuus	5,7	5,8	5,6	5,4	5,5	5,4	0,13	0,01	0,45	0,50	0,98	0,78
Maku	5,9	5,9	5,9	5,6	5,7	5,7	0,13	0,006	0,71	0,46	0,69	0,70
Yhteispisteet	17,4	17,5	17,1	16,1	16,6	15,9	0,40	0,001	0,22	0,24	0,74	0,53

Ab = aberdeen angus.

Ay = ayrshire.

T = timoteisäilörehu.

T + A = timotei- ja alsikeapilasäilörehun seos (1:1).

A = alsikeapilasäilörehu.

SEM = keskiarvon keskivirhe.

Tilastollinen merkittävyys (kontrasti): Rotu = rodun vaikutus, A1 = alsikeapilasäilörehun lineaarinen vaikutus, A2 = alsikeapilasäilörehun toisen asteen vaikutus, YV1 = rodun ja ruokinnan lineaarinen yhdysvaikutus, YV2 = rodun ja ruokinnan toisen asteen yhdysvaikutus.

Marmoroitumisaste: asteikko 0–5, 0 = ei marmoroitumista, 5 = erittäin paljon marmoroitumista.

Lihan väri: mitä suurempi lukuarvo, sitä vaaleampi, punaisempi tai keltaisempi.

Leikkuvaste määritetty leikkumittarilla: mitä suurempi luku, sitä sitkeämpää liha on.

Aistinvarainen arvio (mureus, mehukkuus ja maku) subjektiivinen arvostelu, jossa 1 = erittäin huono ja 7 = erittäin hyvä.

**Taulukko 8.** Ulkofileen pH, väri, marmoroituminen, valuma, leikkuvaste ja aistinvarainen laatu kokeessa 2.

Rotu	Ab			Ay			SEM	Tilastollinen merkitsevyys (p-arvot)					
	T	HÄ	HE	T	HÄ	HE		Rotu	C1	C2	Rotu×C1	Rotu×C2	
Ruokinta													
Eiänmäärä, kpl	8	8	8	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-
pH	5,57	5,53	5,52	5,66	5,58	5,61	0,026	0,009	0,91	0,29	0,33	0,33	0,33
Marmoroitumisaste	1,56	2,31	1,97	1,06	1,56	1,22	0,295	0,08	0,71	0,70	0,84	0,84	0,84
Väri													
L (vaaleus)	36,2	36,9	36,8	34,4	34,6	33,9	0,77	0,71	0,97	0,64	0,73	0,73	0,73
a (punaisuus)	22,6	23,0	22,7	21,1	23,0	21,3	0,81	0,32	0,51	0,39	0,21	0,21	0,21
b (keltaisuus)	7,5	8,0	7,1	6,5	6,9	6,3	0,43	0,77	0,15	0,79	0,98	0,98	0,98
Valuma, %	0,22	0,22	0,19	0,27	0,33	0,36	0,031	0,32	0,98	0,10	0,46	0,46	0,46
Leikkuvaste, N/4 cm <sup>2</sup>	48,8	49,6	48,1	58,8	54,6	63,0	4,11	0,98	0,82	0,71	0,23	0,23	0,23
Aistinvarainen arvio													
Mureus	5,8	5,7	5,9	5,1	5,2	5,0	0,27	0,95	0,56	0,86	0,59	0,59	0,59
Mehukkuus	5,7	5,7	5,8	5,4	5,5	5,4	0,15	0,82	0,59	0,88	0,72	0,72	0,72
Maku	5,9	5,8	5,7	5,6	5,7	5,5	0,13	0,41	0,86	0,42	0,77	0,77	0,77
Yhteispisteet	17,4	17,2	17,5	16,1	16,5	15,8	0,48	0,78	0,82	0,71	0,56	0,56	0,56

Ab = aberdeen angus.

Ay = ayrshire.

T = timoteisäilörehu.

HA = härkäpapuvehänäsäilörehu.

HE = hemevehänäsäilörehu.

SEM = keskiarvon keskivirhe.

Tilastollinen merkitsevyys (kontrastit): Rotu = rodun vaikutus, C1 = timotei vs. palkoviljat, C2 = härkäpapa vs. heme, Rotu × C1 = yhdysvaikutus rotu × C1, Rotu × C2 = yhdysvaikutus rotu × C2. Marmoroitumisaste: asteikko 0–5. 0 = ei marmoroitumista, 5 = erittäin paljon marmoroitumista.

Lihan väri: mitä suurempi lukuarvo, sitä vaaleampi, punaisempi tai keltaisempi.

Leikkuvaste määritetty leikkumittarilla: mitä suurempi luku, sitä sitkeämpää liha on.

Aistinvarainen arvio (mureus, mehukkuus ja maku) subjektiivinen arvostelu, jossa 1 = erittäin huono ja 7 = erittäin hyvä.

**Taulukko 9.** Ulkofleien rasvahappokoostumus kokeessa 1.

Rotu	Ab			Ay			SEM	Tilastollinen merkitsevyys (p-arvot)				
	T	T+A	A	T	T+A	A		Rotu	A1	A2	YV1	YV2
	8	8	8	8	8	8		-	-	-	-	-
Ruokinta												
Eläinmäärä, kpl												
Ulkofleissä % rasvahappojen kokonaismäärästä												
Myristiinihappo (C14:0)	2,24	2,21	1,92	2,16	2,12	2,08	0,145	0,75	0,15	0,63	0,27	0,37
Myristoleiinihappo (C14:1)	1,13	1,45	1,38	1,39	1,38	1,10	0,108	0,14	0,96	0,12	0,003	0,79
Pentadekaanihappo (C15:0)	0,43	0,43	0,42	0,34	0,42	0,40	0,029	0,006	0,57	0,23	0,22	0,51
Pentadekeeniinohappo (C15:1)	0,25	0,22	0,22	0,21	0,21	0,19	0,021	0,03	0,12	0,84	0,68	0,75
Palmitiinihappo (C16:0)	25,72	25,62	25,51	24,32	24,32	24,52	0,760	0,03	0,96	0,77	0,66	0,64
Palmitoleiinihappo (C16:1)	3,33	3,65	3,38	3,92	3,93	3,42	0,196	0,03	0,28	0,06	0,19	0,95
Transpalmiitoleiinihappo (C16:1t)	0,48	0,42	0,40	0,42	0,41	0,36	0,019	0,04	<0,001	0,88	0,73	0,18
Margariinihappo (C17:0)	1,08	1,09	1,14	0,92	1,05	1,07	0,045	0,002	0,03	0,43	0,26	0,45
Isomargariinihappo (C17:0i)	0,21	0,20	0,19	0,17	0,19	0,17	0,010	0,008	0,17	0,33	0,53	0,31
Heptadekeeniinohappo (C17:1)	1,56	1,77	1,70	1,62	1,69	1,44	0,112	0,89	0,78	0,10	0,05	0,59
Steariinihappo (C18:0)	15,79	14,39	14,51	14,14	14,80	15,88	0,620	0,30	0,93	0,30	0,02	0,60
Isosteariinihappo (C18:0i)	0,21	0,18	0,18	0,15	0,15	0,15	0,010	0,001	0,22	0,41	0,09	0,61
Öljyhappo (C18:1)	37,91	38,13	39,03	39,89	38,12	38,55	0,995	0,17	0,88	0,49	0,30	0,73
Transöljyhappo (C18:1t)	1,26	1,26	1,26	1,12	1,28	1,31	0,078	0,38	0,35	0,59	0,37	0,52
Linoliinohappo (C18:2)	3,19	3,61	3,48	3,71	4,18	4,32	0,360	0,07	0,29	0,38	0,98	0,88
Konjuugoitu linoliinohappo (C18:2. CLA)	0,64	0,63	0,66	0,54	0,52	0,53	0,039	0,06	0,59	0,63	0,98	0,83
Translinoliinohappo (C18:2t)	0,29	0,30	0,32	0,50	0,50	0,47	0,031	0,001	0,77	0,26	0,10	0,41
Linoleiinihappo (C18:3)	0,74	0,89	0,87	0,68	0,80	0,88	0,065	0,14	0,02	0,35	0,92	0,65
Arakidiinihappo (C20:0)	0,21	0,18	0,20	0,20	0,21	0,22	0,018	0,67	0,53	0,59	0,17	0,99
Gadoleiinihappo (C20:1)	0,34	0,31	0,34	0,40	0,39	0,41	0,023	0,007	0,55	0,26	0,33	0,96
Eikosadieniinohappo (C20:2)	0,24	0,19	0,22	0,27	0,26	0,25	0,030	0,07	0,55	0,67	0,84	0,47
Eikosatrieniinohappo (C20:3)	0,20	0,19	0,23	0,28	0,30	0,23	0,039	0,06	0,77	0,77	0,21	0,24
Arakidoniinohappo (C20:4)	0,62	0,79	0,71	0,89	0,92	0,69	0,133	0,24	0,49	0,25	0,11	0,75
Eikosapentaeniinohappo (C20:5)	0,27	0,28	0,27	0,16	0,18	0,12	0,040	0,37	0,78	0,51	0,41	0,20
Dokosaanihappo (C22:0)	0,08	0,05	0,07	0,06	0,06	0,05	0,009	0,45	0,20	0,11	0,80	0,08
Erukkahappo (C22:1)	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03	0,04	0,009	0,75	0,66	0,10	0,70	0,91
Dokosadieniinohappo (C22:2)	0,07	0,05	0,10	0,09	0,10	0,05	0,019	0,50	0,75	0,69	0,05	0,06
Dokosatreteenihappo (C22:4)	0,10	0,12	0,11	0,11	0,12	0,11	0,020	0,16	0,94	0,48	0,76	0,36
Dokosapentaeniinohappo (C22:5)	0,35	0,46	0,41	0,30	0,31	0,25	0,052	0,12	0,99	0,22	0,10	0,87
Dokosaheksaeniinohappo (C22:6)	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,011	0,28	0,13	0,86	0,56	0,53
Tydyttyneet rasvahapot	45,92	44,33	44,11	42,44	43,29	44,52	1,062	0,01	0,98	0,48	0,05	0,95
Kertydyttyymättömät rasvahapot	46,27	47,20	47,72	48,99	47,41	46,79	1,001	0,06	0,91	0,96	0,09	0,85
Monitydyttyymättömät rasvahapot	6,71	7,52	7,38	7,53	8,18	7,89	0,677	0,27	0,55	0,39	0,50	0,79
Omega-6-rasvahapot	3,76	4,28	4,16	4,92	5,51	5,25	0,526	0,06	0,70	0,37	0,55	0,72
Omega-3-rasvahapot	1,26	1,48	1,42	1,13	1,26	1,27	0,113	0,12	0,23	0,36	0,51	0,80
Omega-6/Omega3 -suhde	3,01	2,90	2,91	4,33	4,31	4,12	0,181	<0,001	0,23	0,72	0,56	0,47

Ab = aberdeen angus, Ay = ayrshire, T = timoteisäilörehu, T + A = timotei- ja alsikeapiläsäilörehun seos (1:1), A = alsikeapiläsäilörehu, SEM = keskiarvon keskiarvo.

Tilastollinen merkitsevyys (kontrastit): Rotu = rodun vaikutus, A1 = alsikeapiläsäilörehun lineaarinen vaikutus, A2 = alsikeapiläsäilörehun toisen asteen vaikutus, YV1 = rodun ja ruokinnan lineaarinen yhdysvaikutus, YV2 = rodun ja ruokinnan toisen asteen yhdysvaikutus.



**Taulukko 10.** Ulkofileen rasvahappokoostumus kokeessa 2.

Rotu	Ab				Ay				SEM	Tilastollinen merkitsevyys (p-arvot)			
	T	HÄ	HE	HE	T	HÄ	HE	HE		Rotu	C1	C2	Rotu×C1
Ruokinta	8	8	8	8	8	8	8	8	-	-	-	-	-
Eläinmäärä, kpl	Ulkofileessä % rasvahappojen kokonaismäärästä												
Myristiinihappo (C14:0)	2,24	2,30	2,42	2,44	2,16	2,44	2,25	0,140	0,08	0,22	0,69	0,92	0,18
Myristoleiinihappo (C14:1)	1,13	1,10	1,26	1,31	1,39	1,31	1,28	0,105	0,001	0,85	0,92	0,44	0,50
Pentadekaanihappo (C15:0)	0,43	0,42	0,45	0,37	0,34	0,43	0,43	0,025	<0,001	0,15	0,03	0,18	0,76
Pentadekeenihihappo (C15:1)	0,25	0,25	0,24	0,21	0,21	0,20	0,20	0,017	<0,001	0,60	0,73	0,80	0,86
Palmitiinihappo (C16:0)	25,72	26,22	26,40	25,53	24,32	24,94	24,94	0,538	<0,001	0,11	0,92	0,97	0,26
Palmitoleiinihappo (C16:1)	3,33	3,41	3,50	4,25	3,92	3,53	3,53	0,161	0,01	0,79	0,15	0,56	0,009
Transpalmitoleiinihappo (C16:1t)	0,48	0,39	0,38	0,35	0,42	0,35	0,35	0,017	0,04	<0,001	0,40	0,58	0,76
Margariinihappo (C17:0)	1,08	1,13	1,24	0,98	0,92	0,98	1,12	0,044	<0,001	0,002	0,002	0,92	0,95
Isomargariinihappo (C17:0i)	0,21	0,20	0,19	0,16	0,17	0,16	0,17	0,009	0,008	0,11	0,90	0,60	0,13
Heptadekeenihihappo (C17:1)	1,56	1,28	1,48	1,41	1,62	1,44	1,44	0,111	0,03	0,04	0,73	0,92	0,59
Steariinihappo (C18:0)	15,79	15,34	15,00	13,87	14,14	13,87	15,98	0,600	0,13	0,92	0,07	0,12	0,03
Isosteariinihappo (C18:0i)	0,21	0,19	0,19	0,16	0,15	0,16	0,21	0,032	0,87	0,70	0,35	0,22	0,30
Öljyhappo (C18:1)	37,91	38,89	38,01	39,22	39,89	37,59	37,59	0,877	0,11	0,55	0,08	0,18	0,71
Transöljyhappo (C18:1t)	1,26	1,27	1,22	1,21	1,12	1,25	1,25	0,069	0,86	0,39	0,70	0,29	0,38
Linolihihappo (C18:2)	3,19	3,06	3,12	3,59	3,71	4,11	4,11	0,262	<0,001	0,81	0,52	0,43	0,26
Konjuuguitu linolihihappo (C18:2, CLA)	0,64	0,64	0,61	0,52	0,54	0,46	0,46	0,041	0,01	0,37	0,15	0,76	0,53
Translinolihihappo (C18:2t)	0,29	0,34	0,39	0,45	0,50	0,48	0,48	0,041	0,16	0,54	0,54	0,01	0,34
Linoleiinihappo (C18:3)	0,74	0,76	0,73	0,73	0,68	0,76	0,76	0,051	0,69	0,37	0,93	0,35	0,51
Arakidiinihappo (C20:0)	0,21	0,18	0,18	0,18	0,20	0,21	0,21	0,022	0,29	0,45	0,19	0,47	0,55
Gadoleiinihappo (C20:1)	0,34	0,31	0,32	0,38	0,40	0,38	0,39	0,020	0,002	0,21	0,76	0,48	0,54
Eikosadieenihihappo (C20:2)	0,24	0,19	0,19	0,23	0,27	0,23	0,22	0,024	0,18	0,02	0,70	0,87	0,53
Eikosatrieenihihappo (C20:3)	0,20	0,18	0,20	0,24	0,28	0,24	0,25	0,031	0,002	0,44	0,99	0,71	0,75
Arakidonihihappo (C20:4)	0,62	0,51	0,62	0,66	0,89	0,81	0,81	0,128	0,002	0,39	0,78	0,76	0,78
Eikosaheksaenihihappo (C20:5)	0,27	0,17	0,24	0,14	0,16	0,16	0,16	0,044	0,87	0,34	0,66	0,33	0,78
Dokosaanihihappo (C22:0)	0,08	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,009	0,54	0,02	0,45	0,31	0,75
Erukkahappo (C22:1)	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,006	0,88	0,14	0,92	0,70	0,56
Dokosadieenihihappo (C22:2)	0,07	0,08	0,06	0,09	0,09	0,08	0,08	0,017	0,39	0,99	0,41	0,74	0,74
Dokosatreteenihihappo (C22:4)	0,10	0,08	0,08	0,10	0,11	0,10	0,10	0,016	0,11	0,39	0,80	0,50	0,71
Dokosapentaenihihappo (C22:5)	0,35	0,26	0,34	0,25	0,30	0,25	0,28	0,056	0,39	0,45	0,63	0,73	0,83
Dokosaheksaenihihappo (C22:6)	0,06	0,02	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,010	0,39	0,12	0,20	0,22	0,27
Tyydyttyneet rasvahapot	45,92	46,00	46,10	43,71	42,44	45,33	45,33	0,918	<0,001	0,18	0,11	0,26	0,47
Kerättytytymättömät rasvahapot	46,27	46,90	46,40	48,36	48,99	46,02	46,02	0,923	0,01	0,38	0,05	0,17	0,36
Monitytymättömät rasvahapot	6,71	6,24	6,57	7,00	7,53	7,71	7,71	0,574	0,006	0,71	0,72	0,77	0,67
Omega-6-rasvahapot	3,76	3,58	3,67	4,66	4,92	5,20	5,20	0,411	<0,001	0,94	0,72	0,68	0,49
Omega-3-rasvahapot	1,26	1,12	1,19	1,10	1,13	1,17	1,17	0,111	0,80	0,64	0,73	0,47	0,96
Omega-6/Omega3 -suhde	3,01	3,20	3,10	4,29	4,33	4,49	4,49	0,134	<0,001	0,29	0,92	0,83	0,20

Ab = aberdeen angus, Ay = ayrshire, T = timoteisällorehu, HÄ = härkäpapuvehmasällorehu, HE = hernevehmasällorehu, SEM = keskiarvon keskivirhe, Tilastollinen merkitsevyys (kontrastit): Rotu = rodun vaikutus, C1 = timotei vs. palkoviljat, C2 = härkäpapu vs. herne, Rotu × C1 = yhdysvaikutus rotu × C1, Rotu × C2 = yhdysvaikutus rotu × C2.

### 6.3.5 Ulkofileen rasvahappokoostumus

Taulukoissa 9 ja 10 esitetään ulkofileen rasvahappokoostumus kokeissa 1 ja 2. Kolme ulkofileen yleisintä rasvahappoa olivat öljyhappo (keskimäärin 38,5 % kokonaisrasvahapoista), palmitiinihappo (25,3) ja steariinihappo (15,0), jotka ovat olleet naudan ulkofileen yleisimmät rasvahapot myös aiemmissa kotimaisissa tutkimuksissa (Huuskonen ym. 2010a,b, Pesonen ym. 2013). Keskimäärin noin 45 % ulkofileen rasvahapoista oli tyydyttyneitä, 47 % kertatyydyttymättömiä ja 8 % monityydyttymättömiä. Naudanlihan sisältämän rasvan laatu onkin yleistä mainettaan parempi, sillä useissa tapauksissa kuluttajat mieltävät naudanlihan rasvan olevan kokonaan kovaa, tyydyttynyttä rasvaa. Ulkofileen yleisimmistä rasvahapoista öljyhappo on kertatyydyttymätön rasvahappo, ja se laskee veren LDL-kolesterolia. Palmitiinihappo on puolestaan tyydyttynyt rasvahappo, joka nostaa veren LDL-kolesterolia ja steariinihappo on tyydyttynyt rasvahappo, joka ei vaikuta veren kolesterolipitoisuuteen.

Rotu vaikutti merkitsevästi ulkofileen rasvahappokoostumukseen (Taulukot 9 ja 10). Molemmissa kokeissa angus-sonnien ulkofile sisälsi enemmän pentadekaanihappoa, pentadekeenihappoa, palmitiinihappoa, transpalmitoleiinihappoa, margariinihappoa, isomargariinihappoa ja konjugoitua linolihappoa (CLA) kuin ay-sonnien ulkofile. Ay-sonnien ulkofile sisälsi vastaavasti enemmän palmitoleiinihappoa, linolihappoa ja gadoleiinihappoa kuin angus-sonnien ulkofile. Angus-sonnien ulkofile sisälsi enemmän tyydyttyneitä ja vähemmän kertatyydyttymättömiä rasvahappoja kuin ay-sonnien ulkofile. Sen sijaan omega-6/omega-3 -rasvahappojen suhde oli angus-sonnien ulkofileessä matalampi (parempi) kuin ay-sonnien ulkofileessä keskimäärin (3,0 vs. 4,3). Simopouloksen (2002, 2004) mukaan omega-6/omega-3 -rasvahappojen suhteen tulisi olla alle neljän ja mieluiten lähellä yhtä.

Kokeessa 1 ruokinnan ei havaittu juurikaan vaikuttavan ulkofileen rasvahappokoostumukseen (Taulukko 9). Timoteisäilörehun korvaaminen alsikeapilasäilörehulla ei vaikuttanut tyydyttyneiden tai tyydyttymättömien rasvahappojen osuuksiin eikä omega-6/omega-3 -rasvahappojen suhteeseen kuten ei myöskään ulkofileen konjugoitua linolihapon pitoisuuteen. Sen sijaan timoteisäilörehun korvaaminen alsikeapilasäilörehulla näytti vähentävän transpalmitoleiinihapon (lineaarinen vaikutus,  $p < 0,001$ ) ja lisäävän margariinihapon (lineaarinen vaikutus,  $p = 0,03$ ) osuutta ulkofileen rasvahapoista.

Myöskään härkäpapuvehna- ja hernevehnäsäilörehuokinnat eivät muuttaneet ulkofileen rasvahappokoostumusta merkittävästi timoteisäilörehuokintaan verrattuna (Taulukko 10). Ruokintakäsittelyt eivät vaikuttaneet tyydyttyneiden tai tyydyttymättömien rasvahappojen osuuksiin eivätkä omega-6/omega-3 -rasvahappojen suhteeseen kuten eivät myöskään ulkofileen konjugoitua linolihapon pitoisuuteen. Timoteisäilörehuokintaan verrattuna palkokasvisäilörehuokinnat vaikuttivat kuitenkin vähentävän transpalmitoleiinihapon, heptadekeenihapon, eikosadieniinihapon ja dokosaanihapon osuuksia ulkofileen rasvahapoista. Edelleen palkokasvisäilörehuokinnat näyttivät lisäävän margariinihapon osuutta verrattuna timoteisäilörehuokintaan. Verrattuna härkäpapuvehna- ja hernevehnäsäilörehuun hernevehnäsäilörehun käyttö näytti lisäävän pentadekaanihapon ja margariinihapon osuutta ulkofileen rasvahapoista (Taulukko 10).

## 6.4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tulosten perusteella kaikki tutkimuksessa mukana olleet koeruokinnat soveltuvat hyvin kasvavien lihanautojen ruokintaan. Ruokintojen havaittiin vaikuttavan vain vähän tai ei lainkaan sonnien rehun syöntiin sekä kasvutuloksiin. Palkokasvisäilörehujen sisällyttäminen ruokintaan lisäsi sonnien valkuaisen saantia, mutta tämä näkyi ainoastaan heikentyneenä raakavalukuaisen hyväksikäyttönä, koska sonnien valkuaisen tarve täyttyi myös timoteisäilörehuopohjaisella ruokinnalla. Palkokasvien käytön suurimmat edut lienevätkin naudanlihantuotannossa lunastettavissa nimenomaan peltoviljelyn kautta. Lihanautojen ruokinnan kannalta olisi eduksi, jos dieetin raakavalukuaispitoisuus ei nousisi kovin korkealle tasolle, koska tällöin typen hyväksikäyttö heikkenee ja ylimääräistä typpeä menetetään erityisesti virtsan mukana. Virtsan tyyppi on huomattavasti sonnan typpeä herkempää sekä huuhtoutumisen että haihtumisen kautta tapahtuvalle hävikille.

Myös ruhon ja lihan laadussa havaittiin vain vähän eroja koeruokintojen välillä. Alsikeapilasäilörehun sisällyttäminen ruokintaan näytti vähentävän hieman ruhojen rasvoittumista timoteisäilörehuokintaan verrattuna. Ulkofileen laatuun ruokinnalla ei ollut käytännössä juuri mitään vaikutuksia. Aistinvaraisten arvioiden perusteella palkokasvien käyttö ei aiheuttanut makuvirheitä tuotettuun lihaan.

Rodun vaikutukset olivat kokeessa varsin odotettuja, ja ne heijastelivat maitorotuisen ja liharotuisen eläinaineksen eroja naudanlihantuotannossa. Angus-sonnien kasvu- ja teurasominaisuuksien todettiin olevan paremmat kuin ay-sonneilla. Aistinvaraisessa arvioissa angus-sonnien ulkofile arvioitiin mureammaksi, mehukkaammaksi ja maukkaammaksi kuin ay-sonnien ulkofile.

## 6.5 Kirjallisuus

- Berthiaume, R., Adelaide, C., Lafrenière, C., Fortin, J., Gariépy, C., Mandell, I. & Faucitano, L. 2012. Growth, feed efficiency, carcass quality and consumer perception of beef cattle fed PM vs AM cut grass or a red clover-grass mixture. Teoksessa: Kuoppala, K., Rinne, M. & Vanhatalo, A. (toim.). Proceedings of the XVI International Silage Conference. MTT Agrifood Research Finland and University of Helsinki: Helsinki. s. 166–167.
- Cummins, B., Keane, M.G., O’Kiely, P. & Kenny, D.A. 2007. Effects of breed type, silage harvest date and pattern of offering concentrates on intake, performance and carcass traits of finishing steers. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 46: 149–168.
- Day, N., Harkness, R.D. & Harrison, D.M. 1978. A note on red clover silage for cattle finishing. *Animal Production* 26: 97–100.
- EC 2006. Council Regulation (EC) No 1183/2006 of 24 July 2006 concerning the Community scale for the classification of carcasses of adult bovine animals. *The Official Journal of the European Union L*, 214: 1–6.
- Geay, Y. & Robelin, J. 1979. Variation of meat production capacity in cattle due to genotype and level of feeding: genotype nutrition interaction. *Livestock Production Science* 6: 263–276.
- 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., Väättäinen, H. & Lampila, M. 1986. Comparison of dry matter contents in grass silage as determined by oven drying and gas chromatographic water analysis. *Annales Agriculturae Fenniae* 25: 215–230.
- Huuskonen, A. 2013. Performance of growing and finishing dairy bulls offered diets based on whole-crop barley silage with or without protein supplementation relative to a grass silage-based diet. *Agricultural and Food Science* 22: 424–434.
- Huuskonen, A., Huhtanen, P. & Joki-Tokola, E. 2014. Evaluation of protein supplementation for growing cattle fed grass silage-based diets: a meta-analysis. *Animal* 8: 1653–1662.
- Huuskonen, A., Jansson, S., Honkavaara, M., Tuomisto, L., Kauppinen, R. & Joki-Tokola, E. 2010a. Meat colour, fatty acid profile and carcass characteristics of Hereford bulls finished on grazed pasture or grass silage-based diets with similar concentrate allowance. *Livestock Science* 131: 125–129.
- Huuskonen, A. & Joki-Tokola, E. 2010. Performance of growing dairy bulls offered diets based on silages made of whole-crop barley, whole-crop wheat, hairy vetch and grass. *Agricultural and Food Science* 19: 116–126.
- Huuskonen, A., Joki-Tokola, E., Honkavaara, M., Tuomisto, L. & Kauppinen, R. 2010b. Meat quality and fatty acid profile of *M. longissimus dorsi* of growing bulls under insulated, uninsulated and outdoor housing conditions. *Agricultural and Food Science* 19: 214–222.
- Huuskonen, A., Pesonen, M., Kämäräinen, H. & Kauppinen, R. 2014b. Production and carcass traits of purebred Nordic Red and Nordic Red×beef breed crossbred bulls. *Journal of Agricultural Science* 152: 504–517.
- Jaakkola, S., Saarisalo, E. & Heikkilä, T. 2009. Formic acid treated whole crop barley and wheat silages in dairy cow diets: effects of crop maturity, proportion in the diet, and level and type of concentrate supplementation. *Agricultural and Food Science* 18: 234–256.
- Keane, M.G. & Allen, P. 1998. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livestock Production Science* 56: 203–214.
- Keane, M.G. & Allen, P. 2002. A comparison of Friesian-Holstein, Piemontese × Friesian-Holstein and Romagnola × Friesian-Holstein steers for beef production and carcass traits. *Livestock Production Science* 78: 143–158.
- Kempster A.J., Cook G.L. & Southgate J.R. 1988. Evaluation of British Friesian, Canadian Holstein and beef breed × British Friesian steers slaughtered over a commercial range of fatness from 16-month and 24-month beef production systems. 2. Carcass characteristics, and rate and efficiency of lean gain. *Animal Production* 46: 365–378.
- Lafrenière, C., Berthiaume, R., Campbell, C., Potter, B. & Mandell, I. 2012. Effect of forage silage species and beef sire breed on steer performance, carcass and meat quality using a forage-based beef production system. Teoksessa: Kuoppala, K., Rinne, M. & Vanhatalo, A. (toim.). Proceedings of the XVI International Silage Conference. MTT Agrifood Research Finland and University of Helsinki: Helsinki. s. 504–505.

- Langholz, H.J. 1990. High yielding cattle populations – concurring and compatible traits with special reference to reproductive efficiency (Review). *Reproduction in Domestic Animals* 25: 206–214.
- Moisio, T. & Heikonen, M. 1989. A titration method for silage assessment. *Animal Feed Science and Technology* 22: 341–353.
- MTT 2014. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. MTT, Jokioinen. [Viitattu 10.11.2014]. Saatavilla internetistä: <[www.mtt.fi/rehutaulukot](http://www.mtt.fi/rehutaulukot)>
- Nousiainen, J. 2003. Kokoviljasäilörehun rehuarvon määrittäminen. Teoksessa: Lampinen, K., Harmoinen, T. & Teräväinen H. (toim.). Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s. 51–58.
- O'Brien, P.D. 1997. Feed intake and growth performance of dairy and beef × dairy male cattle. MAgSc Thesis, University College Dublin.
- Pesonen, M., Honkavaara, M., Kämäräinen, H., Tolonen, T., Jaakkola, M., Virtanen, V., Huuskonen, A. 2013. Effects of concentrate level and rapeseed meal supplementation on performance, carcass characteristics, meat quality and valuable cuts of Hereford and Charolais bulls offered grass silage-barley-based rations. *Agricultural and Food Science* 22: 151–167.
- Pesonen, M., Joki-Tokola, E. & Huuskonen, A. 2014a. Effects of concentrate proportion and protein supplementation on performance of growing and finishing crossbred bulls fed a whole-crop barley silage-based diet. *Animal Production Science* 54: 1399–1404.
- Pesonen, M., Huuskonen, A. & Hyrkäs, M. 2014b. Liharotuisten risteytysnautojen kasvu- ja teurasominaisuudet suomalaisessa teurasaineistossa. Teoksessa: Hakojärvi, M. & Schulman, N. (toim.). Maataloustieteen Päivät 2014, 8.-9.1.2014 Viikki, Helsinki: esitelmät ja posterit. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 30. 7 s.
- Pesonen, M., Joki-Tokola, E. & Huuskonen, A. 2014c. The effect of silage plant species, concentrate proportion and sugar beet pulp supplementation on the performance of growing and finishing crossbred bulls. *Animal Production Science* 54: 1703–1708.
- Pulli, S. & Turtola, A. 1983. Puna-apilan menestyminen ja viljelytekniikka suomalaisilla maatiloilla. SITRA. Biologisen typensidonnin ja ravintetyypin hyväksikäytön projekti. Julkaisu 3. 159 s.
- Rustas, B-O. 2009. Whole-crop cereals for growing cattle. Effects of maturity stage and chopping on intake and utilisation. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden. 60 s.
- Simopoulos, A.P. 2002. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *Journal of the American College of Nutrition* 21: 495–505.
- Simopoulos, A.P. 2004. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. *Food Reviews International* 20: 77–90.
- Steen, R.W.J., & McIlmoyle, W.A. 1982. An evaluation of red clover silage for beef production. *Animal Production* 34: 95–101.
- Thomas, C., Gibbs, B.G. & Tayler, J.C. 1981. Beef production from silage. 2. The performance of beef cattle given silages either perennial ryegrass or red clover. *Animal Production* 32: 149–153.
- Turunen, H. 2003. Kokoviljasäilörehun taloudellisuus nautakarjatilalla. Teoksessa: Lampinen, K., Harmoinen, T. & Teräväinen H. (toim.). Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. s. 5–16.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583–3597.
- Varis, E. 1983. Apila typen käyttäjänä ja tuottajana. Biologinen typensidonta peltokasvien viljelyssä. Suomen akatemian sopimustutkimuksen numero 383 loppuraportti: 72–87.
- Väisänen, J. 1999. Apilanurmien biologinen typensidonta. Koetoiminta ja käytäntö. 21.12.1999. s. 2.
- Wallsten, J. 2008. Whole-crop cereals in dairy production. Digestibility, feed intake and milk production. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden. 45 s.
- Walsh, K., O'Kiely, P., Moloney, A. P. & Boland T. M. 2008. Intake, digestibility, rumen fermentation and performance of beef cattle fed diets based on whole-crop wheat or barley harvested at two cutting heights relative to maize silage or ad libitum concentrates. *Animal Feed Science and Technology* 144: 257–278.

---

## 7 Luomunaudanlihantuotannon taloustarkastelut

---

### Kauko Koikkalainen<sup>1</sup> ja Timo Lötjönen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MTT, Taloustutkimus, Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2</sup>MTT, Kasvintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, etunimi.sukunimi@mtt.fi

#### Tiivistelmä

Luomunaudanlihantuotanto perustuu tällä hetkellä Suomessa lähinnä emolehmätuotantoon ja poistettavien lypsylehmien lihan hyödyntämiseen. Maitorotuisia välitysvasikoita hyödyntäviä kasvattamoja on hyvin vähän, ja valtaosa lihantuotantoon sopivista lypsylehmien vasikoista ohjautuu tavanomaiseen tuotantoon. Tässä hankeosiossa laadittiin naudanlihantuotannon tilamallilaskelmia, joilla haettiin vastauksia mm. seuraaviin kysymyksiin: Mistä naudanlihantuotannon kannattavuus muodostuu ja miten sitä parannetaan? Miten maitorotuisia vasikoita saataisiin kasvatettua enemmän luomulihaksi? Paljonko yksittäisten tekijöiden muuttuminen vaikuttaa koko tilan kannattavuuteen? Tilamallit laadittiin erikseen emolehmätuotantoon sekä maitorotuisiin vasikoihin perustuvaan tuotantoon. Vertailun vuoksi laadittiin myös tavanomaisen tuotannon mallit. Tilamallit tehtiin vain yhdelle, keskimääräistä suuremmalle tilakokoluokalle.

Maitorotuisiin välitysvasikoihin perustuvalla tilalla oletettiin olevan 300 eläintä ja 107 ha peltoa. Mikäli omat rehut eivät riitä, niitä ostetaan. Vasikat tulevat terneinä tilalle, jossa niitä juotetaan maitojauheella 3 kuukauden ikään. Luomutiloilla sonneillakin on oltava mahdollisuus laiduntaa 1 vuoden ikään saakka. Tavanomaisella tilalla eläimet ovat sisällä ympäri vuoden. Emolehmätilalla oletettiin olevan 50 emoa ja 107 ha peltoa. Emolehmien jälkeläiset kasvatetaan kaikki itse. Sekä tavanomaista että luomuemokarjaa laidunnetaan.

Kannattavuutta mitattiin lihakilon tuotantokustannuksella. Maitorotuisiin välitysvasikoihin perustuvassa tuotannossa tavanomainen ja luomutuotanto näyttivät olevan yhtä kannattavia, kate per tuotettu lihakilo oli molemmissa vähän alle euron. Emolehmätuotanto oli molemmilla tuotantotavoilla tappiollista: tavanomaisessa tuotannossa kate oli -2,9 euroa per lihakilo ja luomuemolehmällä -0,8 euroa per lihakilo. Eroa selittää luomuemolehmätilan saamat suuremmat tuet ja kustannussäästöt verrattuna tavanomaiseen tilaan. Luomuemolehmätila voitiin saada kannattavaksi eläinmäärää lisäämällä ja vuokraamalla lisää peltoa, eli tekemällä lisää töitä.

Kone- ja rakennuskustannusten säästöillä todettiin olevan suuret mahdollisuudet vaikuttaa kaikkien tuotantotapojen kannattavuuteen. Toisaalta säästöt vaikkapa rakennuskustannuksissa eivät saisi aiheuttaa suuria kustannuksia toisaalla, esimerkiksi kuivikkeiden käytössä. Lisäpellon vuokrausmahdollisuus koh-tuuhintaan näyttäisi parantavan kaikkien tilatyyppeiden, mutta erityisesti luomutilojen kannattavuutta. Tuottajahinnoilla on edelleen suuri merkitys: naudanlihasta saadun hinnan alentuminen alensi liki saman verran tuotannon katetta kaikissa tuotantotavoissa. Koska tuilla lienee aleneva trendi tulevaisuudessa, tuottajahintojen lievä nousu pitkällä aikavälillä olisi koko tuotantoketjun etu.

Emolehmätuotanto on luomussa helpompi järjestää kuin maitorotuisiin välitysvasikoihin perustuva tuotanto. Välitysvasikasta ei saisi tulla liian kallis, jotta loppukasvatus olisi kannattavaa. Markkinoilla oleva luomumaitojauhe näyttää mahdollistavan ternivasikoiden siirtämisen loppukasvatustilalle ja taloudellisesti kannattavan ruokinnan siellä. Silti voidaan kysyä, onko säännösten edellyttämä kolmen kuukauden maitojuotto tarpeen luomutuotannossa vai riittäisikö esimerkiksi kaksi kuukautta? Toinen luomusääntöjen ja käytännön välinen ristiriita on alle vuoden ikäisten maitorotusonnien laidunnusvaatimus. Ehdotamme, että sääntöjä muutettaisiin siten, että näille sonneille riittää pääsy ulkoilutarhaan. Näillä eväillä maitorotuisiin välitysvasikoihin perustuvasta lihantuotannosta on mahdollista saada kannattavaa ja viljelijöitä kiinnostavaa liiketoimintaa.

#### Avainsanat:

naudanlihantuotanto, tuotantokustannukset, kannattavuus

## 7.1 Johdanto

Vuonna 2013 Suomessa tuotettiin vähän yli 80 milj. kg naudanlihaa. Tästä luomunaudanlihan osuus oli noin 3 % (ProLuomu 2014). Naudanlihan kulutus oli lähes 100 milj. kg eli tuontilihan osuus oli noin 20 %. Teurastetuista naudoista 52 % oli sonneja, 32 % lehmiä ja 15 % hiehoja (Tike 2014). Teurastettujen nautojen määrä on vähentynyt koko 2000-luvun ajan, mutta keskiteuraspainojen nousu on hidastanut naudanlihan tuotannon vähentymistä. Vuosina 1996–2010 sonnien keskiteuraspaino kasvoi 71 kg, mutta on sen jälkeen laskenut hieman. Naudanlihaan erikoistuneita tiloja on noin 3 500 kpl, joista runsaalla 1 800 tilalla on emolehmätuotantoa. Emolehmien lukumäärä on yli kaksinkertaistunut tällä vuosituhannella. Suomessa on tällä hetkellä noin 58 000 emolehmää. Luomutuotannossa emolehmistä on noin 26 % eli 15 000 emolehmää (Evira 2014). Naudanlihan tuottajahinta on jatkanut vuosikymmenen alussa alkanutta nousuaan, ja on tällä hetkellä samalla tasolla muun Euroopan hintatason kanssa eli noin 3,5 euroa/kilo.

Luomukotieläintuotanto on monimutkainen kokonaisuus, koska eläintenpitoon kytkeytyy omilla pelloilla tapahtuva rehuntuotanto viljelykiertoineen. Monilla tuottajilla on halu tuottaa liki kaikki tarvitsemansa rehut itse. Kokonaisuuksien ja oleellisten kysymysten hahmottamiseksi tuotannosta kannattaa rakentaa eri kokoluokassa olevia tilamalleja. Malleilla haetaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin: Mitkä ovat luomunaudanlihantuotannon kannattavuuden pullonkaulat? Mikä on optimaalinen eläinmäärän ja peltoalan suhde? Kuinka paljon tuotantokustannus nousee, jos tämä suhde ei ole optimaalinen? Miten kannattavuutta parannetaan? Kuinka paljon korkeampi luomunaudan tuottajahinnan on oltava suhteessa tavanomaisen naudan tuottajahintaan?

Tilamallit laadittiin erikseen emolehmätuotantoon sekä maitorotuisiin vasikoihin perustuvaan tuotantoon. Vertailun vuoksi laadittiin myös tavanomaisen tuotannon malli. Mallit tehtiin Excel-taulukkolaskimella ja keskeisimmät tulokset on esitetty tuotantokustannuslaskelmien muodossa. Mallien luotettavuusarvioiden jälkeen voitiin helposti testata eri asioiden herkkyksiä, eli kuinka paljon muutokset lähtötiedoissa vaikuttavat lopputuloksiin. Tällaisia ovat esimerkiksi satotasojen, tuotantopanosten hintojen ja tukien muutosten vaikutukset tuotannon kannattavuuteen.

Mallit perustuvat osittain MTT:n ja Työtehoseuran yhteishankkeessa ”Luomutilojen erikoistuminen yhteistyön avulla” kehitettyihin tilamalleihin (Lätti ym. 2006). Noissa malleissa ei ollut maitorotuisiin vasikoihin perustuvaa vaihtoehtoa, joten se jouduttiin rakentamaan alusta alkaen. Myös emokarjan ruokintaa on täsmennetty huomattavasti MTT:n ruokinta-asiantuntijoiden avulla. Mallien rakennetta on selkeytetty. Hintatiedot on päivitetty vuoden 2014 kevään tasoon ja tukilaskennassa on käytetty vuonna 2015 alkavan kauden tukitasoja (C-alue). Kaikkien tässä esitettävien hintojen alv. on 0 %. Seuraavassa esitetään katsaus mallien rakenteeseen ja keskeisimpiin oletuksiin.

## 7.2 Mallien rakenne, tilakokoluokka ja keskeiset oletukset

Mallit rakennettiin Excel-taulukkolaskimella, jossa mallinnettavat asiakokonaisuudet ryhmiteltiin eri väli-lehdille seuraavalla jaotuksella:

- peltolohkojakauma
- rakennukset
- konekanta
- rehujen viljely
- nautojen ruokinta
- työmenekit pellolla ja kotieläintöissä
- tuotantopanosten ja tuotteiden hinnat
- maataloustuet, investointituet
- tuotantokustannuslaskelma

Sekä maitorotuisiin vasikoihin perustuva malli, että emolehmämalli mallinnettiin vain yhdessä, keskimääräistä suomalaista tilaa hieman suuremmassa kokoluokassa. Molemmista tuotantosuunnista mallinnettiin sekä tavanomainen että luomuversio. Luomutuotantoa säätelevät Eviran ohjeet, jotka on koottu ”Yleisiin

ja kasvintuotannon ohjeisiin” (Evira 2010) ja ”Eläintuotannon ohjeisiin” (Evira 2009). Näissä on määräykset ja rajoitukset mm. kemiallisten/synteettisten tuotantopanosten käyttöön, eläinten rehustukseen, eläinrakennuksiin (mm. suurempi tilavaatimus luomueläimille) ja luomueläinten ulkoiluttamis/laiduntamisvaatimukset.

### 7.2.1 Maitorotuisiin vasikoihin perustuvan naudanlihatilan keskeisimmät oletukset

- 300 sonnia, 107 ha peltoa, josta 52 % vuokrattua
- viileä kasvattamo, lietelanta
- aperuokinta, säilörehu noukinvaunulla laakasiiloihin + tuorevilja, josta osa ostetaan
- vasikat tulevat tilalle ternivasikoina, jossa juotto jauheella
- päiväkasvut 950 – 1020 g/vrk (luomu – tavanomainen)
- kasvatusaika noin 590 – 635 vrk (tavanomainen – luomu)
- tavoiteteuraspaino 335 kg

Eläinmäärän ja peltoalan valinnassa pyrittiin siihen, että karkearehut pystytään pääsääntöisesti tuottamaan itse ja rehuviljaa ostetaan tarpeen mukaan. Ruokinta perustuu säilörehuun sekä litistettynä säilöttyyn ohraan ja kauraan. Lisävalkuaista ei käytetä. Vasikoiden maitojuotto toteutetaan juomarehulla, jota on nykyään myös luomutuotantoon soveltuvana markkinoilla. Usein peltopinta-alaltaan samankokoisilla luomutiloilla on vähemmän eläimiä kuin vastaavan kokoisilla tavanomaisilla tiloilla johtuen luomun pienemmistä sadoista. Näissä malleissa eläinmäärät pidettiin kuitenkin samoina ja satojen erotus hoidettiin rehuja ostamalla. Lietelantajärjestelmästä johtuen kuivikkeita käytetään hyvin niukasti, pääasiassa vain pienten vasikoiden osastolla turvetta ja olkisilppua.

Luomuvaihtoehdossa sonnit pääsevät vapaasti jaloittelutarhaan ja alle 1 vuoden ikäisillä sonneilla on mahdollisuus käydä laiduntamassa 90 vrk kasvukauden aikana. Maitorotuisien sonnien laiduntamista pidetään selvästi haasteellisempänä kuin liharotuisien sonnien laiduntamista. Neuvojien ja viljelijöiden mukaan laidunnus onnistuu, kun sonnit totutetaan ulkoiluun pienenä ja aidat ovat riittävän vahvat (Johansson 2014).

Rakennuskustannukset laskettiin MMM:n investointitukiehtojen hyväksyttävien yksikkökustannusten mukaan (MMM-RMO 2012). Luomulihaautojen tilavaade on 1 m<sup>2</sup>/eläin suurempi kuin tavanomaisessa tuotannossa. Siten maitorotumallin viileän kasvattamon hankintahinnaksi tuli tavanomaisena 652 000 euroa ja luomuvaihtoehdossa 851 000 euroa ennen investointitukea. Summat sisältävät eläintilan lisäksi lietelantalan, laakasiilot säilörehulle ja murskeviljalle sekä jaloittelutarhan luomueläimille. Lisäksi tiloilla on 122 000 euron arvoinen konehalli korjaamoiheen. Kustannuslaskennassa oletettiin, että rakennusinvestoinnit ovat saaneet 25 % investointiavustusta.

### 7.2.2 Emolehmiin perustuvan naudanlihatilan keskeisimmät oletukset

- 50 emolehmää, 107 ha peltoa, josta 52 % vuokrattua
- nautoja teuraaksi keskimäärin 43 kpl vuodessa
- kylmäkasvattamo (makuuparsipihatto emoille), kuivalanta
- aperuokinta, säilörehu pyöröpaaleihin + tuorevilja, josta osa ostetaan
- päiväkasvut 900 – 1200 g/vrk (hieho – sonni)
- kasvatusaika noin 486 – 547 vrk (hieho – sonni)
- tavoiteteuraspaino 290 – 400 kg (hieho – sonni)

Eläinten ruokinta perustuu säilörehuun sekä litistettynä säilöttyyn ohraan ja kauraan. Lisävalkuaista ei käytetä. Emolehmille annetaan lisäksi myöhäisellä kasvuasteella pyöröpaaleihin korjattua säilöheinää ylläpitokaudella. Koko karjan on oletettu laiduntavan vähintään 90 vrk sekä tavanomaisessa että luomuvaihtoehdossa. Eläimet pääsevät jaloittelutarhaan ympäri vuoden molemmissa tuotantotavoissa. Kuivik-

keena käytetään pyöröpaalattua olkea, jota oletetaan kuluvan 4 kg/ey/pv (Palva & Elstob 2013), eli tässä kokoluokassa noin 360 paalia vuodessa.

Emolehmätilan eläinrakennuksen hankintahinnaksi tuli tavanomaisena 344 000 euroa ja luomuvaihtoehdossa 388 000 euroa ennen investointitukea. Summat sisältävät eläintilan lisäksi kuivalantalan, kuivikeolkivaraston, laakasiilon murskeviljalle sekä jaloittelutarhan. Lisäksi tiloilla on 122 000 euron arvoinen konehalli korjaamoinen. Kustannuslaskennassa oletettiin, että rakennusinvestoinnit ovat saaneet 25 % investointiavustusta.

### 7.2.3 Konekanta ja työnkäyttö

Tilojen konekanta mitoitettiin siten, että lähes kaikki työt viljan puintia lukuun ottamatta voidaan suorittaa omin voimin. Välitysvasikoihin perustuvilla tiloilla säilörehu korjataan noukinvaunulla laakasiiloihin ja emotiloilla pyöröpaaleihin. Emotiloilla pyöröpaalainta tarvitaan lisäksi säilöheinän ja kuivikeolkien korjuuseen. Lannanlevitys hoidetaan myös molemmissa tilatyypeissä itse. Luomutiloilla on satsattu rikkakasvien mekaaniseen torjuntaan, kalusto sisältää mm. lapiorullaäkeen, Kvick-Finn-juolannostimen ja rikkakasviäkeen. Kaluston hankintahinta on välitysvasikoihin perustuvalla tilalla tavanomaisessa vaihtoehdossa 608 000 euroa ja luomuvaihtoehdossa 624 000 euroa. Emotiloilla vastaavasti tavanomaisessa vaihtoehdossa 529 000 euroa ja luomuvaihtoehdossa 545 000 euroa.

Mallien työmäärät laskettiin maatalouden juoksevien töiden eli kasvinviljelyn ja karjanhoidon osalta Työtehosteuran määrittämien maatalouden työnormien perusteella (katso tarkemmin Lätti ym. 2006). Työnormit perustuvat maataloilta työntutkimuksilla kerättyyn aineistoon. Normiajat sisältävät varsinaisen työn suoritusajan lisäksi työhön mahdollisesti kuuluvat aputyöt, häiriöt, ns. elpymisajan sekä työhön liittyvät apu- ja valmisteluajat. Kasvinviljelytöiden normiajat on määritetty ns. peruslohkolle, jonka pinta-ala on 2 ha ja joka on muodoltaan suorakaide (100 × 200 m).

Malleissa käytetyllä tilakoolla lohkojen keskimääräiseksi etäisyydeksi on oletettu 6,5 km talouskeskuksesta ja keskimääräiseksi lohkokooksi 1,9 ha. Suunnittelun ja johtotöiden työnmenekkinä on käytetty 10 % kasvinviljely- ja karjanhoitotöiden kokonaistyönmenekistä.

### 7.2.4 Viljelykierrot

Tilamalleihin suunniteltiin taulukon 1. mukaiset viljelykierrot. Ne ovat tietenkin vain ohjeellisia, sillä mm. peltolohkojen kokovaihtelun ja satonäkymien takia eri kasvien osuudet voivat vaihdella vuosittain jonkin verran. Pääperiaatteina ovat nurmen ja rehuviljan vuoroviljely sekä pyrkimys tuottaa karkearehut mahdollisimman pitkälle itse. Luomumalleissa nurmea on suhteellisesti laskien enemmän kuin tavanomaisen viljelyn malleissa. Tämä johtuu luomun pienemmistä sato-oletuksista sekä laiduntamisesta. Malleissa on mahdollista määrittellä kunkin peltolohkon maalaji ja eloperäisten lohkojen määrä. Apiloiden menestymisessä voi olla rajoituksia eloperäisillä lohkoilla ja laiduntamismahdollisuutta voidaan rajata, jos lohko on kaukana talouskeskuksesta tai maalajiltaan eloperäistä.

**Taulukko1.** Ohjeelliset viljelykierrot ja kasvien vuosittaiset pinta-alat eri tilamalleissa. Ns = nurmensiemen.

Maitorotuisiin välitysvasikoihin perustuva tuotanto				Emolehmiin perustuva tuotanto			
Tavanomainen		Luomu		Tavanomainen		Luomu	
	ha		ha		ha		ha
Rehuvilja 1	21,4	Rehuvilja + ns	26,8	Rehuvilja 1 + ns	26,8	Rehuvilja + ns	21,4
Rehuvilja 2 + ns	21,4	Nurmi 1	26,8	Nurmi 1	26,8	Nurmi 1	21,4
Nurmi 1	21,4	Nurmi 2	26,8	Nurmi 2	26,8	Nurmi 2	21,4
Nurmi 2	21,4	Nurmi 3	26,8	Nurmi 3	26,8	Nurmi 3	21,4
Nurmi 3	21,4					Nurmi 4	21,4
	107		107		107		107



## 7.2.5 Sadot

Tilamalleissa käytettiin sato-oletuksia, jotka on kerätty ProAgrian lohkotietopankista vuosien 1997–2012 keskiarvoina (Taulukko 2). Sadot ovat jonkin verran parempia kuin Tiken satunnaisotannalla keräämät satotiedot (<http://www.maataloustilastot.fi/>). Todennäköisesti lohkotietopankkiin ilmoittavat tietojaan hieman keskimääräistä paremmin onnistuvat viljelijät.

**Taulukko 2.** Malleissa käytetyt sato-oletukset ja niiden tuottamiseen käytetty lannoitus (ravinne kg/ha/v). Luvut ovat peräisin ProAgrian lohkotietopankista ja ne kuvaavat koko maan keskiarvoja vuosilta 1997–2012.

Tavanomainen	kg/ha	kg ka/ha	N-lannoitus	P-lannoitus	K-lannoitus
Ohra	3711	3191	85	14	39
Kaura	3653	3142	83	12	37
Laidun (hyödynnetty massa)	14054	2811	123	7	38
Säilörehu	21802	5451	152	14	71
<b>Luomu</b>					
Ohra	2477	2130	37	13	55
Kaura	2602	2238	13	7	21
Laidun (hyödynnetty massa)	10120	2024	7	1	5
Luomusäilörehu	17924	4481	8	2	13

Lohkotietopankin etuna on se, että sieltä näkee myös sadon tuottamiseen käytetyt ravinteet. Luomunurmien lannoitukseen on käytetty hyvin vähän ravinteita. Niiden kasvu perustuukin apiloiden typensidontaan ja hitaasti liukenevien ravinteiden hyödyntämiseen. Karjanlantaa luomunurmissa käytetään ennen kaikkea perustamisvaiheessa, mutta myös satovuosien lannoitukseen lienee käytetty hieman lietalantaa (Taulukko 2). Karjanlantaa ja muita ravinteita oletettiin käytettävän ympäristötukiehtojen mukaisesti. Koska sadot vaihtelevat huomattavasti vuosittain, erilaisten sato-oletuksien vaikutusta mallien antamiin lopputuloksiin testattiin herkkyytarkasteluissa.

## 7.3 Rajaukset

Tilamallinnuksen ulkopuolelle rajattiin mm. säätelijöiden ja maalajien vaikutus satoihin ja ravinnehuuhtoumiin, vaikkakin maalajitietoa voitiin käyttää rajoittamaan laidunnusta ja typensitojakasvien kasvua, kuten edellä on kuvattu. Sattuman vaikutusta on sikäli mukana, että tuotantoeläimille on oletettu tietty kuolleisuusprosentti. Verotuksen vaikutusta taloudelliseen tulokseen ei mallinnettu.

Työnkäytön laskennan perusteena olevat työnormit on määritetty vain tuotantoon suoraan liittyville töille. Normiluvut eivät sisällä muita maatalouden juoksevia töitä, kuten koneiden ja rakennusten huolto- ja kunnossapitotöitä. Normiluvut eivät myöskään sisällä perusparannusten ja rakentamisen työnmenekkejä. Käytännössä malleista puuttuvat työt lisäävät monella tilalla viljelijöiden työ määrää selvästi suuremmaksi kuin tässä tutkimuksessa on esitetty. Mallien työnkäyttöluvut eivät kerrokaan tilojen vuotuista kokonais-työmenekkiä. Lisäksi täytyy muistaa, että eri yhteyksissä esitetyt työnkäyttöluvut riippuvat vahvasti käytetystä teknologiasta sekä tuotanto- ja työmenetelmistä.

## 7.4 Mallien luotettavuus eli validointi

Tässä tutkimuksessa rakennettujen tilamallien antamia tuloksia verrattiin aiemmin julkaistuihin tutkimuksiin ja laskelmiin (kokonaisvalidointi). Menettelyllä pyrittiin saamaan käsitys nyt rakennettujen mallien oikeellisuudesta.

Talouden tunnuslukuja verrattiin Enrothin (2013) esittämiin laskelmiin ja kirjanpito-tilojen tuloksiin. Enrothin (2013) laskelmat ovat etukäteissuunnittelua palvelevia tuotantokustannuslaskelmia, jotka julkaistaan vuosittain päivitettyinä ProAgrian Maatalouskalenterissa ja internetissä käytettävässä Tuottopehtoori-palvelussa.

Enrothin (2013) tuotantokustannuslaskelmien mukaan tavanomaisen välitysvasikoihin perustuvan lihasonnin tuotantokustannus on 5,0 eur/kg, kun keskimääräinen kasvunopeus on 1 000 g/vrk. Nettotappiota tulisi 0,23 eur/kg. Tässä hankkeessa kehitetyn mallin mukaan tuotantokustannus olisi 5,47 eur/kg ja nettovoittoa tulisi 0,87 eur/kg. Tuotantokustannukset ovat siis hyvin samalla tasolla, mutta ero katteissa johtuu siitä, että Enrothin (2013) laskelmat eivät sisällä peltoviljelyn tukia toisin kuin tämän hankkeen mallit. Enrothin (2013) laskelmissa ei ole luomuvaihtoehtoa lihasonnin kasvatukseen ja emolehmillä on pienemmän yksikön kustannukset.

Emolehmätuotannossa Enrothin (2013) laskelmat antavat tavanomaisessa tuotannossa naudanlihan tuotantokustannukseksi 7,6 eur/kg ja nettotappioksi 1,45 eur/kg. Tämän hankkeen emolehämällin mukaan lihan tuotantokustannus olisi peräti 12,5 eur/kg ja nettotappio 2,89 eur/kg. Mallissa on siis kalliimmat kustannukset kuin Enrothin (2013) laskelmissa, mutta peltotuet tasoittavat taas tilannetta siten, että nettotappiot ovat lähellä toisiaan. Tavanomainen emolehmätuotanto on siis vaikeaa saada kannattavaksi molempien laskelmien mukaan. Enrothin (2013) laskelmissa ei ole luomuvaihtoehtoa emolehmätuotantoon.

Toteutunutta naudanlihantuotannon kannattavuutta voidaan tarkastella MTT:n ylläpitämästä Taloustohtori-verkkopalvelusta, joka perustuu kirjanpitoiltoilta kerättyyn aineistoon. Siitä ei saada suoraan kilokoh-taista vertailutietoa, mutta suhteellisen kannattavuuden mittari, kannattavuuskerroin. Kannattavuuskerroin kertoo sen, kuinka paljon yrittäjä saa työtulota ja korvausta omalle maatilayritykseen sijoittamalleen pää-omalleen. Naudanlihantuotannossa kannattavuuskerroin on ollut vuosittain keskimäärin noin 0,6 eli kannattavuuslaskennassa käytetystä noin 15 euron tuntipalkasta ja 5 % korosta yrittäjälle on jäänyt korvausta työtunnille 9 euroa ja 3 % korko pääomalle.

## 7.5 Tuloksia

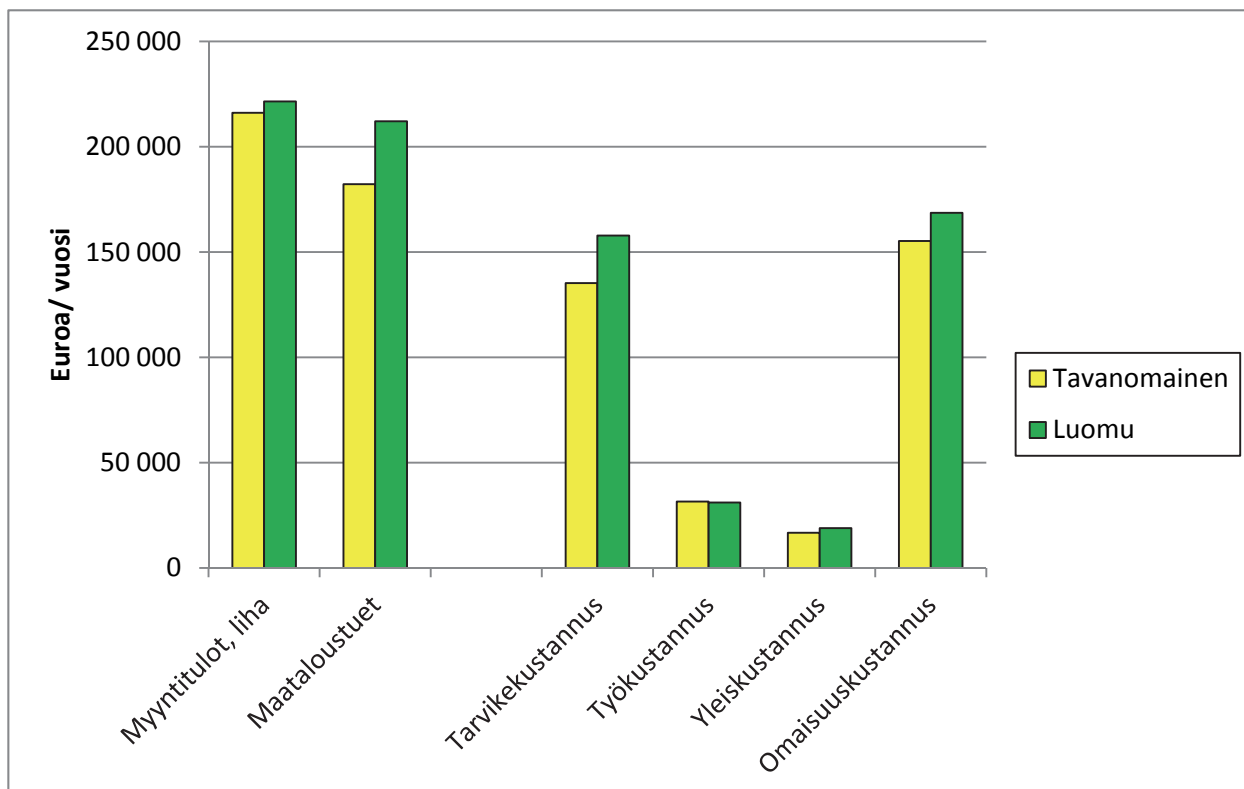
### 7.5.1 Tuloksia välitysvasikkatuotannosta

Välitysvasikkatuotannossa mallin laskema kate lihakiloa kohti oli tavanomaisessa tuotannossa 87 senttiä/lihakilo ja luomutuotannossa 90 senttiä/lihakilo (Taulukko 3). Uuden luomutukijärjestelmän käyttöönto parantaa tulevaa katetta viisi senttiä lihakiloa kohti verrattuna vanhaan järjestelmään. Peltoalan perusteella maksettava luomutuki nousee 160 euroon/ha ja kotieläintuotannon perusteella maksettava tuki on 134 euroa/ha, jos tilalla on vähintään 0,3 eläinyksikköä hehtaaria kohti. Jos luomutuotannossa mallin melko korkeaa eläintiheyttä (1,26 ey/ha) laskettaisiin kolmanneksella, lihakiloa kohti laskettu kate parani viisi senttiä. Jos kone ja rakennuskustannuksia voitaisiin laskea 30 %, paransi lihakiloa kohti laskettu kate tavanomaisessa tuotannossa 61 senttiä ja luomutuotannossa 73 senttiä. Jos peltoalaa pystyttäisiin kasvattamaan noin kolmannes peltoa vuokraamalla (200 euroa/ha), parantaisi se katetta tavanomaisessa tuotannossa 37 senttiä lihakiloa kohti ja luomutuotannossa 99 senttiä. Jos viljojen sadot alenevat 30 prosenttia, pienenee kate noin kymmenen senttiä kummassakin tuotantotavassa. Lihan hinnan 50 sentin lasku pienentää katetta lihakiloa kohti melkein samassa suhteessa eli 47 senttiä lihakiloa kohti molemmissa tuotantomuodoissa.

**Taulukko 3.** Erilaisten simuloitujen muutosten vaikutus lihakiloa kohti laskettuun katteeseen välitysvasikoihin perustuvassa naudanlihantuotannossa tavanomaisessa ja luomutuotannossa.

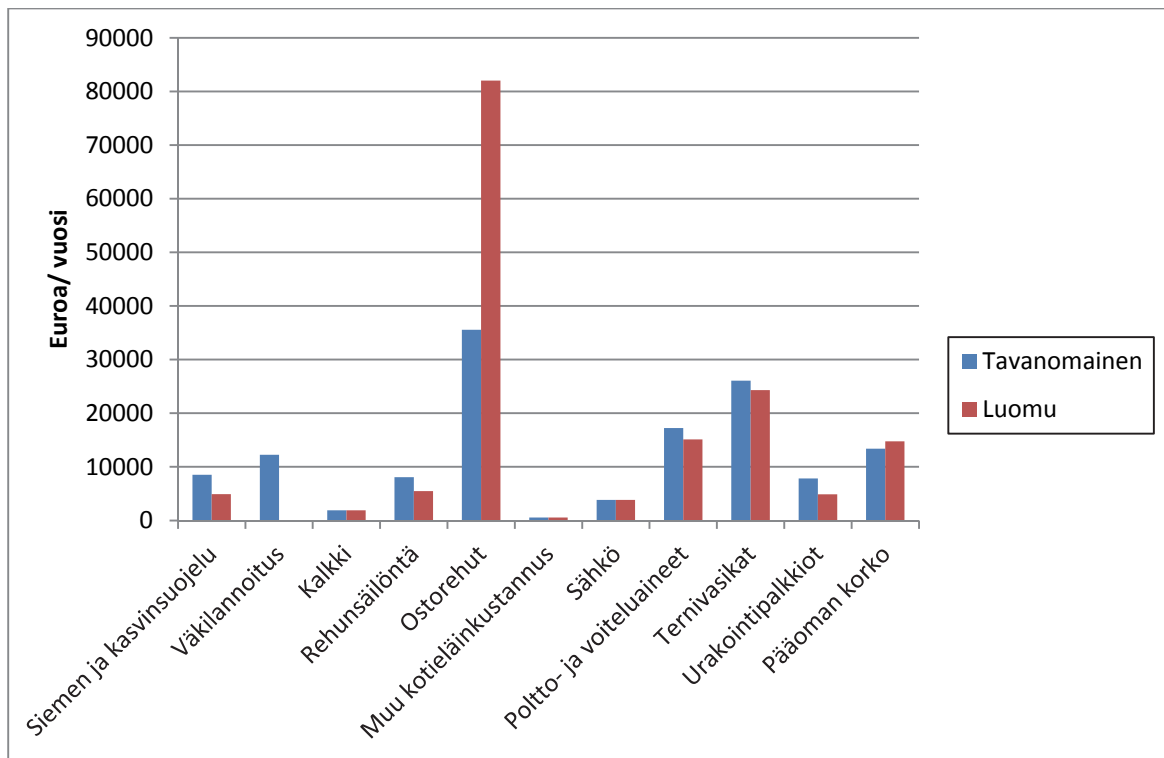
	Tavanomainen	Luomu	
Perustilanne (kate eur / lihakiloa)	0,87	0,90	eur/kg
Alempi eläinmäärä luomussa (-100 kpl)		+0,05	eur/kg
Kone- ja rakennuskustannukset - 30 %	+0,61	+0,73	eur/kg
Mahdollisuus vuokrata lisää peltoa 50 ha	+0,37	+0,99	eur/kg
Viljojen sadot tippuvat -30 %	-0,11	-0,10	eur/kg
Lihan hinta laskee 0,50 eur/kg (on nyt 3,49 ja 3,84 eur/kg)	-0,47	-0,47	eur/kg

Myyntitulot kummassakin tuotantotavassa ovat likimain samat; tavanomaisessa tuotannossa 216 000 euroa ja luomutuotannossa 221 000 euroa. (Kuva 1.) Tuotettu lihamäärä tavanomaisessa mallissa on 62 000 kg ja luomumallissa 58 000 kg, mutta hinta on luomussa noin 35 senttiä/kg suurempi. Tukia luomutila saa noin 212 000 euroa ja tavanomainen tila 182 000 euroa. Ero selittyy lähinnä luomutuella. Tarvikekustannus on luomutilalla suurempi. Tämä johtuu siitä, että luomutila ei kykene tuottamaan samansuuruisella pinta-alalla riittävästi rehua samansuuruiselle eläinmäärälle kuin tavanomainen tila, ja näin ollen luomutilan ostorehukustannus suurentaa luomutilan tarvikekustannusta. Lisäksi luomurehut ovat tavanomaisia kalliimpia. Työkustannukset ja yleiskustannukset ovat lähes samansuuruisia kummassakin tuotantotavassa. Omaisuus kustannus on luomutilalla suurempi eläinten suuremmasta tilavaatimuksesta johtuen, mikä nostaa tuotantorakennuksen hintaa. Tässä mallissa luomutilalla on kiinteässä tuotantovälineistössä noin 170 000 euroa enemmän rahaa kiinni kuin tavanomaisella tilalla.



**Kuva 1.** Tuotot ja kustannukset välitysvasikoihin perustuvassa naudanlihantuotannossa sekä tavanomaisessa että luomutuotannossa.

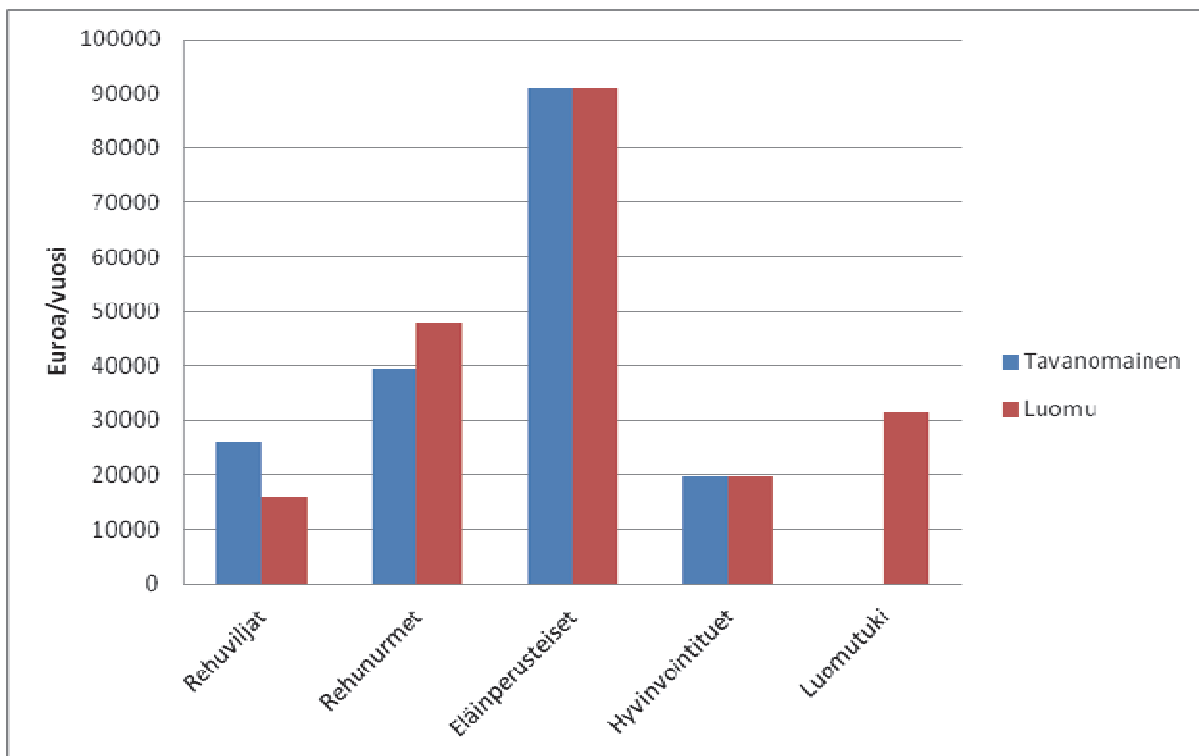
Muuttuvista kustannuksista siemen- ja kasvinsuojelu-, väkilannoitus-, rehunsäilöntä-, poltto- ja voiteluaine-, ternivasikka- ja urakointikustannus ovat suurempia tavanomaisella tilalla. Luomutilalla vastaavasti mallin mukaisesti ostorehu- ja pääoman korkokustannus ovat tavanomaista tilaa suurempia (Kuva 2). Ostorehukustannus on mallissa suurin yksittäinen muuttuvien kustannusten erä sekä tavanomaisessa että luomutuotannossa. Ostorehukustannusta nostaa suhteellisen suuri eläinten määrä suhteessa käytettävissä olevaan rehuntuotantoalaan. Ternivasikkakustannus on seuraavaksi suurin kustannuserä, ja se on tavanomaisessa tuotannossa suurempi, koska mallissa tavanomaisessa tuotannossa eläimet kasvavat nopeammin ja täten kiertonopeus on suurempi, jolloin tarvitaan enemmän vasikoita, jotta täyttöaste on sama molemmilla malleilla.



**Kuva 2.** Muuttuvien kustannuserien osuudet tavanomaisesti ja luomutuotetusti toteutetussa välitysvasikoihin perustuvassa naudanlihantuotannossa.

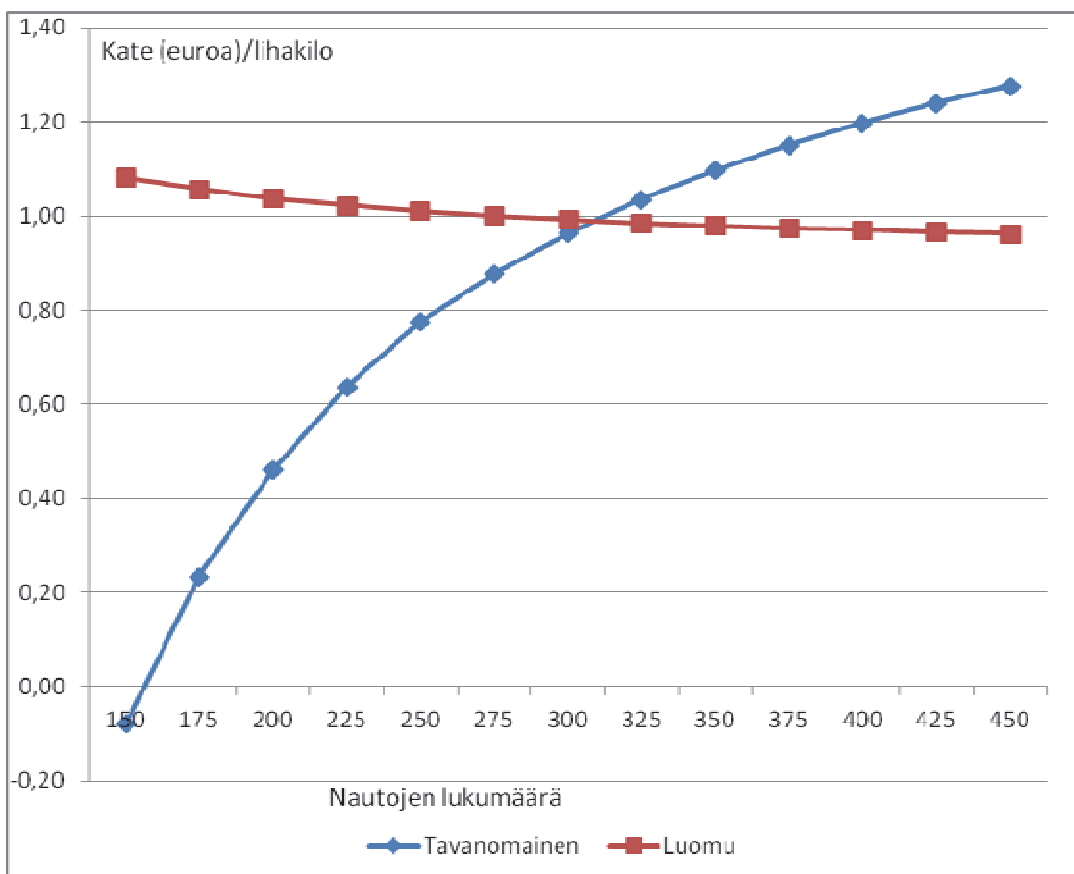
Välitysvasikoihin perustuvaan naudanlihantuotantoon on mahdollista saada sekä pinta-alan että eläinmäärän perusteella maksettavia tukia. Osa tuista on EU:n maksamia ja osa kansallisesti maksettuja tukia. Tukien osuus naudanlihatilan liikevaihdosta on noin 45–55 % eläinmäärän ja käytettävissä olevan peltoalan suhteesta ja tuotantotavasta riippuen. Kokonaan EU:n maksama tuki on perustuki ja perustuen viherryttämisosana. Perustuen suuruus on vuodesta 2015 alkaen C-tukialueella 99 euroa/ha ja viherryttämisosan suuruus 70 euroa/ha. Luomutila saa viherryttämisosan automaattisesti, mutta tavanomainen tila joutuu tuen saamisen ehtona pääsääntöisesti viljelemään kolmea kasvia ja jättämään 5 % ekologista alaa sekä säilyttämään pysyvät nurmet. EU:n ja Suomen yhteisesti osarahoittamia tukia ovat luonnonhaitta-, ympäristö- ja luomukorvaus.

Luonnonhaittakorvauksen suuruus on C-tukialueella 242 euroa/ha ja mikäli kotieläinten määrä on yli 0,35 ey/ha, on mahdollista saada kotieläinkorotusta 60 euroa/ha. Ympäristökorvauksen kokonaismäärä on vaikea arvioida tilaa ja hehtaaria kohti, koska sen toteuttaminen on hyvin erilaista eri tiloilla ympäristökorvauksen lohko-kohtaisuuden vuoksi. Ympäristökorvauksen ravinteiden tasapainoisen käytön korvaus on 54 euroa/ha, jonka lisäksi tila voi valita kullekin lohkolle erilaisia ja erihintaisia toimenpiteitä. Mallissa oletimme, että tavanomainen tila saisi valitsemistaan lohko-kohtaisista toimenpiteistä keskimäärin 51 euroa koko tilan jokaista hehtaaria kohti ja luomutila vastaavasti 36 euroa/ha. Luomutilan viidentoista euron pienempi ympäristökorvaus selittyy sillä, että luomutila ei voi valita kaikkia niitä toimenpiteitä, joita tavanomaisen tilan on mahdollista valita. Luomukorvauksen suuruus luomutilalla on peltoviljelykasvien perusteella 160 euroa/ha. Kun tilan eläinmäärä suhteessa peltoalaan on yli 0,3 ey/ha, saa luomutila 134 euroa/ha luomukotieläintukea. Kuvassa 3 on kuvattu sekä tavanomaisen mallin, että luomumallin saamat tukimäärät eri maksuperusteilla.



**Kuva 3.** Välitysvasikkatilan saamat tuet eri tukiperusteilla sekä tavanomaisessa, että luomutuotannossa.

Eläinmäärän ja peltoalan suhteen vaikutusta lihakiloa kohti tulevaan katteeseen testattiin erilaisilla eläinmäärillä (Kuva 4). Luomutuotannossa eläinmäärän muutoksen vaikutus katteeseen oli melko pieni. Kate laski lievästi eläinmäärän kasvaessa. Tavanomaisessa tuotannossa kate aleni melko paljon eläinmäärää vähennettäessä perustilanteeseen verrattuna ja nousi eläinmäärää lisättäessä.



**Kuva 4.** Välitysvasikkamallin katemuutos erilaisilla eläinmäärillä peltoalan pysyessä vakiona.

## 7.5.2 Tuloksia emolehmätuotannosta

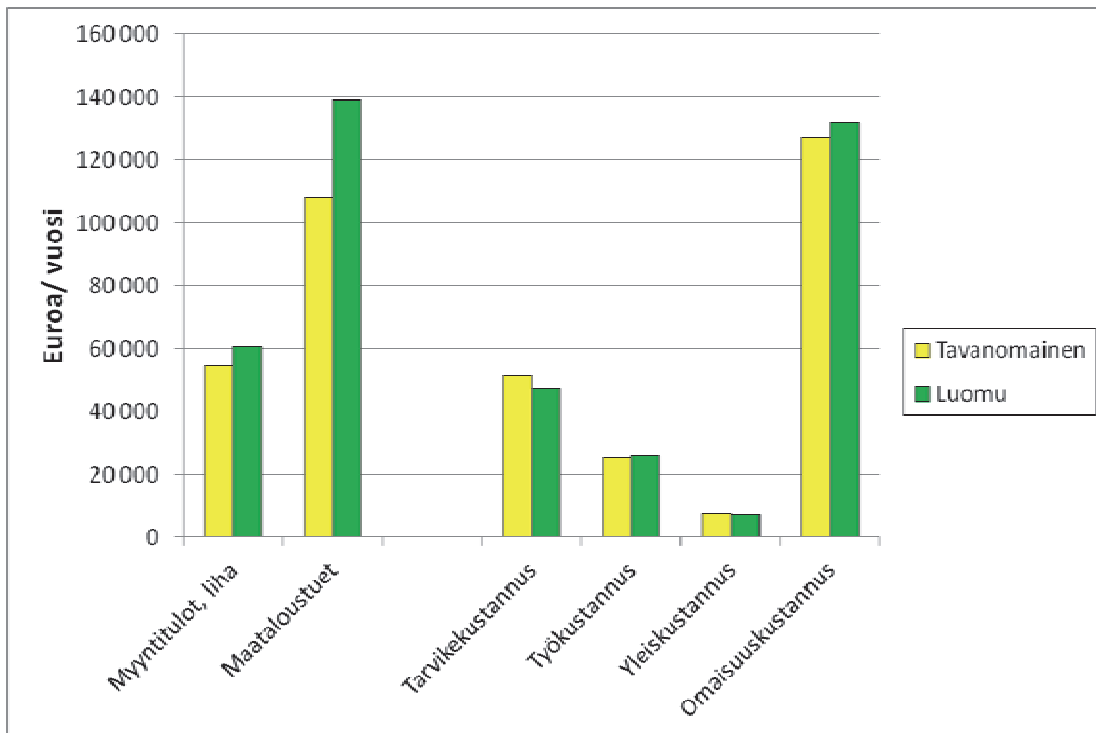
Emolehmätuotannossa mallin laskema kate lihakiloa kohti oli tavanomaisessa tuotannossa -2,89 euroa/lihakilo ja luomutuotannossa -0,76 senttiä/lihakilo eli molemmat tuotantotavat olivat tappiollisia (Taulukko 4). Uuden luomutukijärjestelmän käyttöönotto parantaa 17 senttiä lihakiloa kohti tulevaa katetta luomutuotannossa verrattuna vanhaan järjestelmään. Jos luomutuotannossa mallin eläintihyettä laskettaisiin viidenneksellä, lihakiloa kohti laskettu kate huononisi 1,04 euroa. Jos kone- ja rakennuskustannuksia voitaisiin laskea 30 %, paransi lihakiloa kohti laskettu kate tavanomaisessa tuotannossa 1,72 euroa/kg ja luomutuotannossa 1,80 euroa/kg. Emolehmätuotannon talous ei selvästikään kestä niin kalliita kone- ja tuotantorakennusinvestointeja, mitä malliin on nyt valittu.

Jos peltoalaa pystyttäisiin kasvattamaan noin kolmannes peltoa vuokraamalla, parantaisi se katetta tavanomaisessa tuotannossa 92 senttiä lihakiloa kohti ja luomutuotannossa peräti 3,08 euroa/kg. Pellon vuokrahintana oli 200 euroa/ha. Jos viljojen sadot alenevat 30 prosenttia, pienenee kate 18 senttiä tavanomaisessa tuotantotavassa ja 23 senttiä luomutuotannossa lihakiloa kohti. Lihan hinnan 50 sentin lasku pienentää katetta lihakiloa kohti melkein samassa suhteessa eli 47 senttiä lihakiloa kohti kummassakin tuotantotavassa.

**Taulukko 4.** Erilaisten simuloitujen muutosten vaikutus lihakiloa kohti laskettuun katteeseen emolehmätuotantoon perustuvassa naudanlihantuotannossa sekä tavanomaisessa että luomutuotantotavassa.

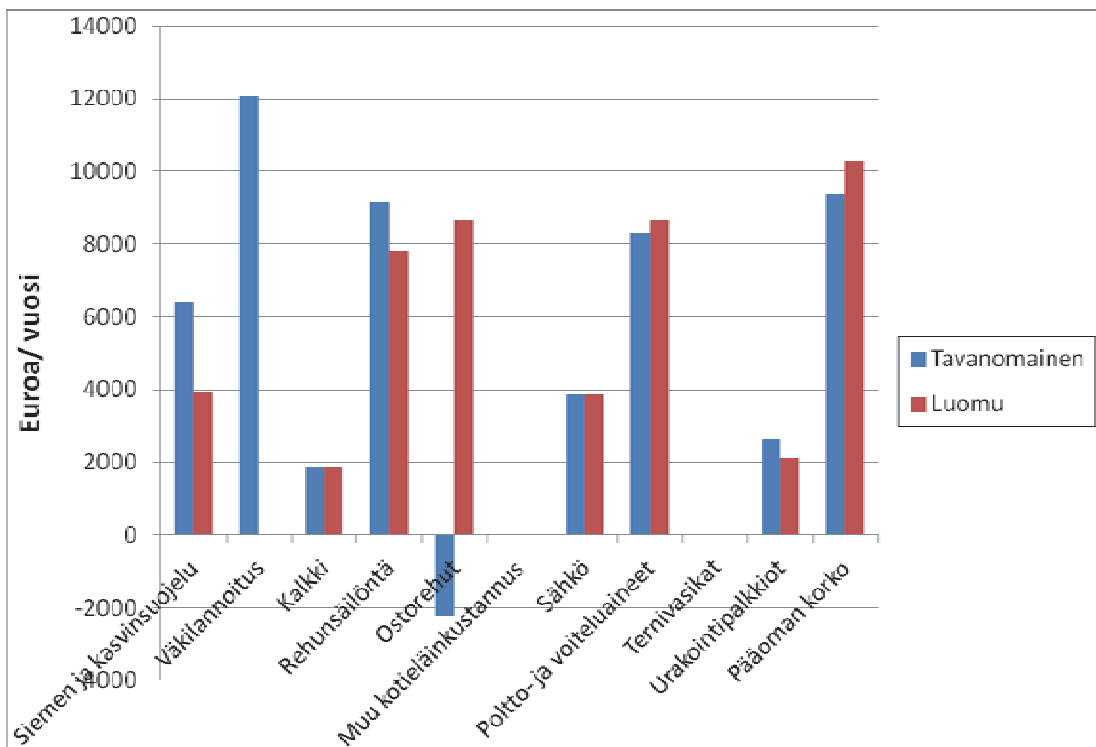
	Tavanomainen	Luomu	
Perustilanne (kate eur / lihakilo)	-2,89	-0,76	eur/kg
Alempi eläinmäärä luomussa (-10 kpl)		-1,04	eur/kg
Kone- ja rakennuskustannukset - 30 %	+1,72	+1,80	eur/kg
Mahdollisuus vuokrata lisää peltoa 50 ha			
(200 euroa/ha)	+0,92	+3,08	eur/kg
(300 euroa/ha)	+0,30	+2,46	eur/kg
Viljojen sadot tippuvat -30 %	-0,18	-0,23	eur/kg
Lihan hinta laskee 0,50 eur/kg (on nyt 3,49 ja 3,84 eur/kg)	-0,47	-0,47	eur/kg

Emolehmätuotannossa maataloustukien merkitys tilan liikevaihdossa on huomattavasti suurempi kuin välitysvasikoihin perustuvassa tuotannossa (Kuva 5). Emotilan liikevaihto on välitysvasikkatilaa selvästi pienempi. Mallissa kumpikin tila tuottaa lihaa noin 17 000 kiloa vuodessa. Kun luomuliha hinta on korkeampi kuin tavanomaisesti tuotetun lihan hinta, saa luomutila myyntituloja noin 6 000 euroa enemmän kuin tavanomainen tila. Tavanomaisessa tuotannossa tukien osuus liikevaihdosta on noin 76 % ja luomutuotannossa 78 %. Ero maataloustukien määrään eri tuotantotavoissa tulee luomutuen määrästä. Kustannukset kummassakin tuotantotavassa ovat lähes samansuuruiset. Tarvikekustannus on hieman suurempi tavanomaisessa tuotannossa ja vastaavasti omaisuudesta aiheutuva kustannus on suurempi luomutuotannossa, ero tulee mm. luomun suuremmista kotieläinrakennuksen tilavaatimuksista eläintä kohti.



**Kuva 5.** Tuotot ja kustannukset emolehmiin perustuvassa naudanlihantuotannossa sekä tavanomaisessa että luomutuotannossa.

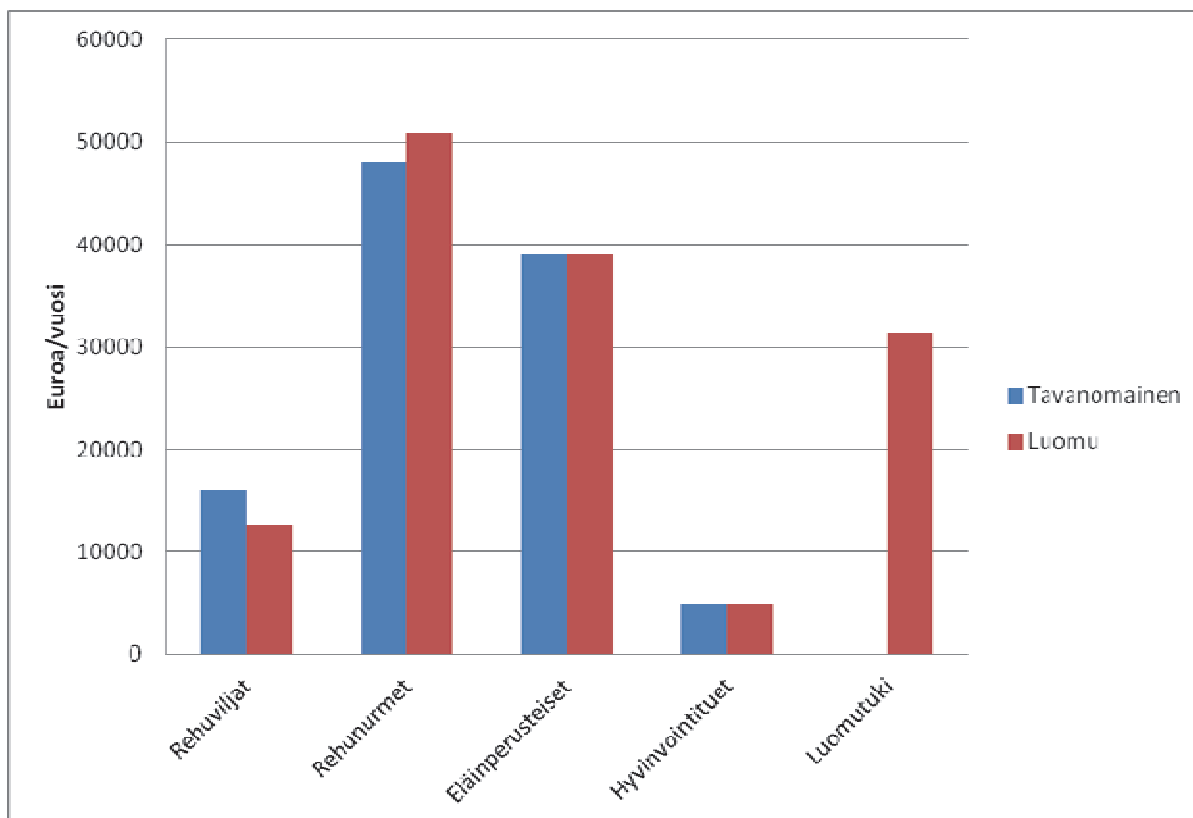
Emolehmätuotannon muuttuvissa kustannuksissa suurin ero on väkilannoituskustannuksissa ja ostorehukustannuksissa (Kuva 6). Tavanomaisen tuotannon mallissa väkilannoitteisiin menee noin 12 000 euroa, kun luomumallissa ei väkilannoitteita käytetä lainkaan. Ostorehuihin luomumalli joutuu käyttämään lähes 9 000 euroa, kun tavanomainen malli tuottaa rehua käytettävissä olevalla pinta-alalla yli oman tarpeen ja pystyisi myymään rehua noin 2 000 euron arvosta. Siemen- ja kasvinuojelukustannus on noin 2 000 euroa kalliimpi tavanomaisella tilalla. Muiden muuttuvien kustannuserien osalla malleissa ei ole kovin suuria eroja tuotantotapojen välillä.



**Kuva 6.** Muuttuvien kustannuserien osuudet tavanomaisesti ja luomutuotetusti toteutetussa emolehmiin perustuvassa naudanlihantuotannossa. (Ostorehukustannus tavanomaisessa tuotannossa negatiivinen, koska malli myy enemmän rehua kuin ostaa).

Emolehmiin perustuvaan naudanlihantuotantoon on mahdollista saada myös sekä pinta-alan, että eläinmäärän perusteella maksettavia tukia. Osa tuista on EU:n maksamia ja osa kansallisesti maksettuja tukia. Tukien osuus emolehmätilan liikevaihdosta on yli 70 % eläinmäärän ja käytettävissä olevan peltoalan suhteesta ja tuotantotavasta riippuen. Kokonaan EU:n maksama tuki on perustuki ja perustuen viherryttämisosa. Perustuen suuruus on vuodesta 2015 alkaen C-tukialueella 99 euroa/ha ja viherryttämisosan suuruus 70 euroa/ha. Luomutila saa viherryttämisosan automaattisesti, mutta tavanomainen tila joutuu tuen saamisen ehtona pääsääntöisesti viljelemään kolmea kasvia ja jättämään 5 % ekologista alaa sekä säilyttämään pysyvät nurmet. EU:n ja Suomen yhteisesti osarahoittamia tukia ovat luonnonhaitta-, ympäristö- ja luomukorvaus.

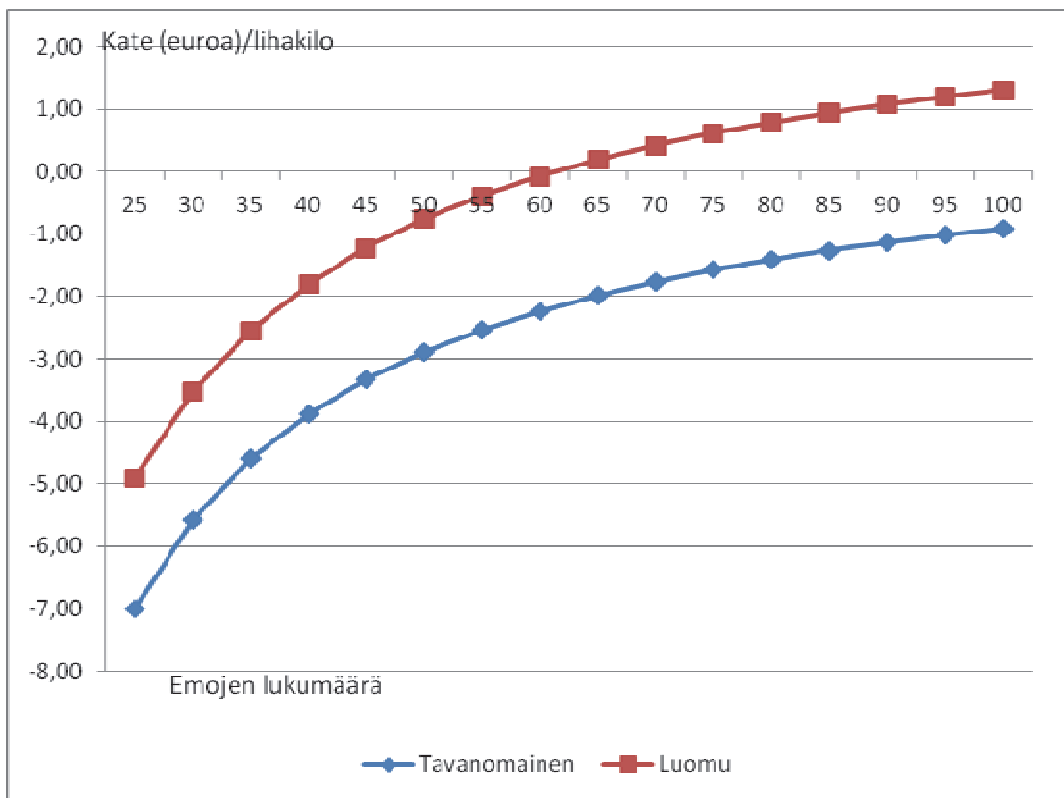
Luonnonhaittakorvauksen suuruus on C-tukialueella 242 euroa/ha ja mikäli kotieläinten määrä on yli 0,35 ey/ha, on mahdollista saada lisäksi kotieläinkorotusta 60 euroa/ha. Ympäristökorvauksen kokonaismäärä on vaikea arvioida tilaa ja hehtaaria kohti, koska sen toteuttaminen on hyvin erilaista eri tiloilla ympäristökorvauksen lohko-kohtaisuuden vuoksi. Ympäristökorvauksen ravinteiden tasapainoisen käytön korvaus on 54 euroa/ha, jonka lisäksi tila voi valita kullekin lohkolle erilaisia ja erihintaisia toimenpiteitä. Mallissa oletimme, että tavanomainen tila saisi valitsemistaan lohko-kohtaisista toimenpiteistä keskimäärin 51 euroa koko tilan jokaista hehtaaria kohti ja luomutila vastaavasti 36 euroa/ha. Luomutilan viiden-toista euron pienempi ympäristökorvaus selittyy sillä, että luomutila ei voi valita kaikkia niitä toimenpiteitä, joita tavanomaisen tilan on mahdollista valita. Luomukorvauksen suuruus luomutilalla on peltoviljelykasvien perusteella 160 euroa/ha. Kun tilan eläinmäärä suhteessa peltoalaan on yli 0,3 ey/ha, saa luomutila 134 euroa/ha luomukotieläintukea. Kuvassa 7 on kuvattu sekä tavanomaisen mallin, että luomumallin saamat tukimäärät eri maksuperusteilla.



**Kuva 7.** Emolehmätilan saamat tuet eri tukiperusteilla sekä tavanomaisessa että luomutuotannossa.

Eläinmäärän ja peltoalan suhteen vaikutusta lihakiloa kohti tulevaan katteeseen testattiin erilaisilla emolehämäärillä (Kuva 8). Emolehmätuotannossa eläinmäärän muutoksen vaikutus katteeseen oli samansuuntainen molemmissa tuotantomuodoissa. Kate nousi eläinmäärän kasvaessa ja laski eläinmäärän laskiessa. Tavanomaisessa tuotannossa kate oli pienempi suhteessa luomutuotantoon kaikissa eläinmääräluokissa.





Kuva 8. Emolehmämallin katemuutos erilaisilla emolehämäärillä peltoalan pysyessä vakiona.

### 7.5.3 Erityyppisten säilörehujen tuotantokustannusten erot

Tässä osiossa tehtiin yksinkertaiset tuotantokustannuslaskelmat härkäpapuvehnäsäilörehulle, ohrakokoviljasäilörehulle ja apilaheinäsäilörehulle. Laskelmat laadittiin erikseen tavanomaiseen ja luomutuotantoon (Taulukot 5 ja 6). Laskelmissa on otettu huomioon vain ne kustannuserät, joissa on ajateltu olevan eroja. Laskelmat eivät sisällä esimerkiksi säilöntäaineita, laakasiilon peittämistä, laakasiilon kiinteitä kustannuksia, pellon kustannuksia tai mahdollisia eroja pinta-alatuissa. Näin saatiin vertailuhinnat, joilla erityyppisten rehujen tuotantokustannusten eroja voidaan vertailla.

Tavanomaisessa tuotannossa oletetaan käytettävän väkilannoitteita ja luomuvaihtoehdossa tilan omaa lietelantaa, jonka kustannus on vain levitystyön kustannus. Apilanurmi oletetaan uudistettavan kolmen vuoden välein. Konetyöt on ajateltu tehtävän urakointitöinä siten, että härkäpapuvilja- ja nurmisäilörehulla käytetään esikuivausta ja tarkkuussilppuria. Ohrakokoviljasäilörehu korjataan suoraniittosilppurilla varisemistappioiden välttämiseksi. Nurmella tulee kaksi korjuukertaa, jolloin kerralla korjattava massa on muita säilörehuvaihtoehtoja pienempi. Siksi oletettiin, että yhden nurmisäilörehunkorjuun hinta olisi alempi kuin muilla rehuvaihtoehdoilla.

Kaikkiaan eri säilörehuvaihtoehtojen väliset hintaerot vaikuttaisivat olevan melko pieniä. Tavanomaisessa tuotannossa säilörehujen kustannusten ero olisi vain 0,9 snt/kg ka, apilasäilörehun ollessa lievästi kalleinta ja ohrakokoviljasäilörehun ollessa edullisinta (Taulukko 5). Luomutuotannossa säilörehujen kustannusten ero olisi 2,1 snt/kg ka, apilasäilörehun ollessa edullisinta ja härkäpapuviljasäilörehun ollessa kalleinta (Taulukko 6). Toinen asia sitten on, mikä on eri rehujen ruokinnallinen arvo esimerkiksi naudanlihantuotannossa, siihen nämä laskelmat eivät ota kantaa.

**Taulukko 5.** Eri tyyppisten säilörehujen yksinkertaistettu tuotantokustannuslaskelma tavanomaiseen tuotantoon (lähteet: Palva 2013, Maaseudun Tulevaisuuden hintatilastot 2014).

	Lannoitus N kg/ha	a hinta, e/kg	Määrä, kg/ha	Härkäpapu/ vehnä- säilörehu	Ohra- kokovilja- säilörehu	Apila- nurmi- säilörehu	
Kyntö				55	55	18	e/ha
Kylvömuokkaukset				70	70	23	e/ha
Kylvö				50	50	17	e/ha
Siemenkustannus							
- härkäpapu		0,79	250	198			e/ha
- kevätvehnä		0,40	100	40			e/ha
- ohra		0,40	180		72		e/ha
- nurmensiemen		4,70	8			38	e/ha
Lannoitus, NPK (22-5-5)							
- härkäpapu	40	0,42	182	76			e/ha
- ohra	70	0,42	318		134		e/ha
-nurmi	180	0,42	818			344	e/ha
Korjuu laakasiiloon							
- härkäpapu: niitto + silppu- rointi				200			e/ha
- ohra: suoraniittopääsilp- puri					200		e/ha
-nurmi: niitto + silppurointi x 2						300	e/ha
Kustannukset yht.				689	581	740	e/ha
Sato-oletus				8000	7000	8000	kg ka/ha
<b>Ka-kilon vertailuhinta</b>				<b>8,6</b>	<b>8,3</b>	<b>9,2</b>	<b>snt/kg ka</b>

Tämäntyyppiset laskelmat ovat melko herkkiä käytetyille sato-oletuksille. Jos esimerkiksi tavanomaisen tuotannon laskelmassa apilanurmisäilörehun sato nousee 2 000 kg ka/ha samoilla tuotantopanoksilla, vertailuhinta alenee liki 2 snt/kg ka, ollen 7,4 snt/kg ka.

Laskelmat osoittavat, että härkäpapurviljasäilörehu ja ohrakokoviljasäilörehu ovat kilpailukykyisiä tapoja tuottaa karkearehua, kun nurmia pitää uudistaa. Härkäpapurvehu vaikuttaa yllättävän kilpailukykyiseltä verrattaessa esim. ohrakokoviljasäilörehuun. Aikaisemmat tutkimukset ja kokemukset osoittavat, että nurmen uudistaminen onnistuu kumpaakin suojakasvustoa käyttäen, kunhan korjuu tehdään riittävän ajoissa syksyllä, jotta alla oleva nurmi ehtii vahvistua. Jos samantapainen laskelma tehtäisiin herneviljasäilörehulle, tulos ei varmaan paljon poikkeaisi härkäpapurviljasäilörehun tuloksesta. Hernekasvuston sato on vähän pienempi kuin härkäpavulla, mutta myös siemenkustannus on alempi. Lähinnä ruokinnan tarpeet, maalajit, käytettävissä oleva korjuukalusto ym. tekijät vaikuttavat siihen, onko edullisin nurmen suojakasvi härkäpapurviljaseos, herneviljaseos, korsineen korjattava kokovilja vai puitava kasvusto.

**Taulukko 6.** Eri tyyppisten säilörehujen yksinkertaistettu tuotantokustannuslaskelma luomutuotantoon (lähteet: Palva 2013, Maaseudun Tulevaisuuden hintatilastot 2014).

	Lannoitus N kg/ha	a hinta, e/kg	Määrä, kg/ha, ton/ha	Härkäpapu/ vehnä- säilörehu	Ohra- kokovilja- säilörehu	Apila- nurmi- säilörehu	
Kyntö				55	55	18	e/ha
Kylvömuokkaukset				70	70	23	e/ha
Kylvö				50	50	17	e/ha
Siemenkustannus							
- härkäpapu		0,99	250	248			e/ha
- kevätevehnä		0,46	100	46			e/ha
- ohra		0,46	180		83		e/ha
- nurmensiemen		6,55	8			52	e/ha
Lannoitus, oma lietalanta							
- härkäpapu	40	2,5	22	56			e/ha
- ohra	60	2,5	33		83		e/ha
-nurmi	60	2,5	33			83	e/ha
Korjuu laakasiiloon							
- härkäpapu: niitto + silppurointi				200			e/ha
- ohra: suoraniittopääsilppuri					200		e/ha
-nurmi: niitto + silppurointi x 2						300	e/ha
Kustannukset yht.				724	541	494	e/ha
Sato-oletus				7000	6000	6000	kg ka/ha
<b>Ka-kilon vertailuhinta</b>				<b>10,3</b>	<b>9,0</b>	<b>8,2</b>	<b>snt/kg ka</b>

#### 7.5.4 Vasikoiden maitojuotto

Yhtenä syynä maitorotuisiin välitysvasikoihin perustuvien luomulihanautakasvattamojen vähäisyyteen Suomessa on sanottu olevan sen, että vasikoita pitää juottaa luonnollisella maidolla 3 kuukauden ikään saakka (Evira 2009). Tämä onkin kieltämättä haasteellista, koska täydentävien ehtojen mukaan raakamaitoa ei saa siirtää tilalta toiselle eläinten rehuksi. Tulkintojen mukaan juomajauhekin käy, mikäli sitä on luomutuotettuna saatavilla. Juomajauhetta ei kuitenkaan saa käyttää tilalla, jolla on luonnollista maitoa saatavilla. Välitysvasikkakasvattamon järjestämiseen jää käytännössä kaksi vaihtoehtoa:

A) Vasikoiden kasvattaminen kolmen kuukauden ikäisiksi lypsykarjatilalla tai

B) Vasikoiden siirtäminen terneinä loppukasvattamoon, jossa juotetaan luomujauheella

Lypsykarjatilalla tulee monesti tietty määrä meijeriin kelpaamatonta maitoa, joka hyvin voitaisiin antaa lihanaudoiksi kasvatettaville vasikoille. ”Kakkosluokan” maidon määrä kuitenkin vaihtelee, joten vasikoille joudutaan antamaan myös meijerikelpoista maitoa. Luontevin paikka vasikoiden 3 kuukauden alkukasvatukseen olisi maitotilalla, mutta usein tilat eivät halua tätä tehdä, vaan tahtoisivat päästä lihasvasikoista mahdollisimman pian eroon. Syinä ovat tilan puute navetassa, työajan puute ja luomumaidosta maksettava suhteellisen hyvä hinta. Seurauksena iso osa luomukelpoisista ternivasikoista ohjautuu tavanomaiseen tuotantoon, koska sopivia loppukasvattamoja on vain vähän.

**Taulukko 7.** Vasikoiden juoton kustannus luomujuomajauhetta tai luomumaitoa käyttäen. Luomumaidolle on kaksi hintaa. Laskelma sisältää vain raaka-ainekustannuksen, ei työ- tai laitekustannuksia (Lähteet: Enroth 2013, A-Rehu Oy 2014).

<b>Vasikan juotto</b>			
- ikävälillä 14 - 60 vrk	6	litraa/vrk	
- ikävälillä 60 - 90 vrk	3	litraa/vrk keskimäärin	
Juomajauhetta kuluu	0,125	kg/litra	
Yhteensä	46	kg/vasikka	
Juomajauheen hinta (luomu)	4,15	e/kg (A-Rehu 2014)	
<b>Juomajauheen kustannus</b>	<b>190</b>	<b>e/vasikka</b>	
<b>TAI:</b>			
Maitoa kuluu	366	litraa/vasikka	
Maidon tuottajahinta (luomu)	0,66	0,50	e/litra
<b>Maidon kustannus</b>	<b>242</b>	<b>183</b>	<b>e/vasikka</b>

Tämän hetken hinnoilla ternivasikoiden juotto maidolla syntymätilalla noin kahden viikon ikään ja sen jälkeen juoton jatkaminen luomumaitojauheella loppukasvatustilalla näyttää aivan kilpailukykyiseltä vaihtoehdolta (Taulukko 7). Jos verrataan jauhejuottoa juottamiseen meijerikelpoisella maidolla, jauhejuotto tulee hieman halvemmaksi. Jos taas vertailukohtana on ”kakkosluokan” maito tai jos meijeriin toimitettavan maidon hinta on selvästi alempi (ei esim. saada luomulisää), maitojuotto on hieman jauhejuottoa edullisempi raaka-ainekustannuksiltaan. Eri asia sitten on, onko vasikoiden terveydessä eroja eri juottotapojen välillä.

Toivottavaa olisi, että luomulypsykarjat investoisivat vasikkakasvattamoihin siten, että vasikoiden alkukasvatus 3 kuukauden ikään voitaisiin tehdä syntymätilalla. Tällöin pitäisi olla sopimukset loppukasvatustilojen kanssa, jotta luomujuotetut vasikat saadaan varmasti menemään luomuloppukasvattamoille. Mikäli vasikat ohjautuvat tavanomaiseen tuotantoon, 3 kuukauden juotto luomumaidolla on tavallaan turha kustannus taloudellisesti asiaa tarkasteltaessa. Toisaalta maitojuotto voidaan järjestää juomajauheen avulla kustannustehokkaasti myös loppukasvattamossa, kuten taulukon 7 laskelma osoittaa.

## 7.6 Johtopäätökset

Suomessa naudanlihaa kulutetaan enemmän kuin tuotetaan. Kotimaisuusaste on enää noin 80 %. Naudanlihantuotannosta luomunaudanlihan osuus on noin 3 %. Teurastettujen nautojen määrä on vähentynyt koko 2000-luvun ajan, mutta keskiteuraspainojen nousu on hidastanut naudanlihantuotannon vähentymistä. Naudanlihaan erikoistuneiden tilojen määrä laskee ja tilakoko kasvaa. Suomessa naudanlihantuotanto on perustunut ja perustuu edelleen pääosin maidontuotannossa syntyneiden maitorotuisten sonnien jatkokasvatukseen. Lehmämäärän vähentyessä myös sonnivasikoiden määrä vähentyy ja kasvua lihantuotantoon onkin etsitty emolehmätuotannosta. Emolehmien lukumäärä on yli kaksinkertaistunut tällä vuosituonnilla. Suomessa on tällä hetkellä noin 58 000 emolehmää, joista noin neljännes on luomutuotannossa ja suunta on kasvava. Naudanlihan tuottajahinta on jatkanut vuosikymmenen alussa alkanutta nousuaan, ja on tällä hetkellä samalla tasolla muun Euroopan hintatason kanssa eli noin 3,5 euroa/kilo.

Emolehmätuotanto sopii hyvin luomutuotantoon, mutta tuotannon kannattavuus ei ole ollut paras mahdollinen. EU:n ja kansallisen maatalouspolitiikan tukiratkaisujen turvin emolehmätuotanto on joissakin tapauksissa varteenotettava vaihtoehto kannattavuuden näkökulmastakin. Jatkossa luomunkin lisäarvosta suuri osa tulisi saada markkinoilta. Tämä on koko tuotantoketjun asia.

Luomusäädöksissä vaadittava vasikoiden maitojuotto on osoittautunut välitysvasikkatuotannossa kohtuullisen kalliiksi yksittäiseksi toimenpiteeksi, joka nostaa välitysvasikan hinnan niin kalliiksi, että luomutiloilla syntyneitä vasikoita ohjautuu tavanomaiseen jatko- ja loppukasvatukseen. Asiaa on yritetty hoitaa

luomujuomajauheella, mutta laskelman mukaan se on lähes yhtä kallista kuin luomumaidolla juottaminen. Asia ei olisi ongelma, jos tuottaja saisi luomulihasta nykyistä suurempaa tuottajahintaa. Niin kauan kun hankalien tuotantosääntöjen soveltamisesta aiheutuvaa hintavaadetta ei saada sisällytettyä kuluttajahintoihin, on keskusteltava ovatko luomun tuotantosäännöt tältä osin perusteltuja ja jos eivät ole, niin tuotantosääntöihin on uskallettava tehdä muitakin kansallisia poikkeuksia seleenipäätöksen lisäksi.

Märehtijäpohjaisen luomutuotannon kilpailukyvyn parantamiseksi etsitään vaihtoehtoisia kasveja säilörehun tuotantoon. Yksi vaihtoehto nurmisäilörehun täydentäjäksi saattaisi olla herne/härkäpapusäilörehun tuotanto. Laskelmat osoittavat, että härkäpapuviljasäilörehu ja ohrakokoviljasäilörehu ovat kilpailukykyisiä tapoja tuottaa karkearehua, kun nurmia pitää uudistaa ja katkaista yksipuolinen apilanviljely. Härkäpapurehu on kilpailukykyinen vaihtoehto verrattaessa esim. ohrakokoviljasäilörehuun. Aikaisemmat tutkimukset ja kokemukset osoittavat, että nurmen uudistaminen onnistuu kumpaakin suojakasvustoa käyttäen, kunhan korjuu tehdään riittävän ajoissa syksyllä, jotta alla oleva nurmi ehtii vahvistua. Herneviljasäilörehulla saadaan laskennallisesti samantyyppinen tulos. Hernekasvuston sato on vähän pienempi kuin härkäpavun sato, mutta myös siemenkustannus on herneellä alempi. Lähinnä ruokinnan tarpeet, maa-lajit, käytettävissä oleva korjuukalusto ym. tekijät vaikuttavat siihen, onko edullisin nurmen suojakasvi härkäpapuviljaseos, herneviljaseos, korsineen korjattava kokovilja vai puitava kasvusto. Lihautojen ruokinnassa eri säilörehuvaihtoehtoilla ei ole merkittävää eroa, mikäli rehu on saatu korjattua ja säilöttyä hyvälaatuisena.

Naudanlihan tuotannossa, kuten muussakin maataloustuotannossa, keskimääräinen kannattavuus on tyydyttävän ja heikon rajalla. Kiinteiden kustannusten määrä varsinkin rakennus- ja konekustannusten osalta on korkea. Näitä kustannuksia tulisi pystyä alentamaan nykyisestä. Rakennuskustannusten osuuden pienentäminen erilaisten kylmäkasvattamoratkaisujen kautta on jo tuottanut tulosta ja konekustannuksia pyritään pienentämään mm. urakointipalveluja käyttämällä esim. rehunkorjuussa ja lannanlevityksessä. Toisaalta säästöt vaikkapa rakennuskustannuksissa eivät saisi aiheuttaa suuria kustannuksia toisaalla, esimerkiksi kuivikkeiden käytössä.

Välitysvasikoihin perustuva tuotanto näyttää kannattavalta, mutta miksi uusia luomukasvattamoja ei synny? Ehkä epävarmassa tilanteessa ei uskalleta investoida uusiin rakennuksiin, mitä luomu usein edellyttää. Tosin olemassa olevastakin tavanomaisesta kasvattamosta voi saada luomukelpoisen eläinmäärää vähentämällä ja jaloittelutarhoja rakentamalla. Laiduntamispakko voi myös pelottaa. Esitämme, että maitorotusonneja ei tarvitsisi laiduntaa käytännön ongelmien takia, vaan niille riittäisi pääsy jaloittelutarhaan. Päätöksiin ja säädöksiin pitäisi saada pitkäjänteisyyttä, jotta uusiin kasvattamoihin ja uuteen tuotantotaan uskallettaisiin investoida.

## 7.7 Kirjallisuus

- Enroth, A. 2013. Esimerkkilaskelmia tuotantokustannuksista. Teoksessa: Teräväinen, H. & Harmoinen, T. (toim.). Maatalouskalenteri 2014. ProAgria Keskusten liitto. s. 135–144.
- Evira 2009. Luonnonmukaisen tuotannon ohjeet 2. Eläintuotanto. Eviran ohje 18217/2. 2. painos. 56 s.
- Evira 2010. Luonnonmukaisen tuotannon ohjeet 1. Yleiset ohjeet ja kasvintuotanto. Eviran ohje 18219/3. 72 s.
- Evira 2014. Luomueläinmäärien yhteenveto 2013. Saatavilla internetistä:  
<<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/asiakokonaisuudet/luomu/tilastot+ja+tietohaut/>>
- Johansson, A., Leskinen, U.- M., Roimela, S., Suutarla, M., Tuominen, P. & Turunen, U. 2014. Luonnonmukaisen naudanlihan tuotannon hyvät toimintatavat. ProAgria Keskusten Liitto ry. 84 s.
- Lätti, M., Koikkalainen, K., Kuisma, M. & Lötjönen, T. 2006. Luomutilojen yhteistyö. Työtehoseuran julkaisuja 396. 100 s.
- MMM-RMO 2012. Rakentamisinvestointien yksikkökustannukset. Maa- ja metsätalousministeriö 1065/2012. 8 s.
- Palva, R. & Elstob, T. 2013. Emolehmien hoidon työmenetelmät. TTS:n tiedote 643. 12 s.
- Palva, R. 2013. Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat. TTS:n tiedote 645. 12 s.
- ProLuomu 2014. Luomu Suomessa 2013. Saatavilla internetissä:  
<[http://proluomu.fi/wp-content/uploads/sites/3/2014/04/Luomu\\_Suomessa\\_2013\\_VALMIS.pdf](http://proluomu.fi/wp-content/uploads/sites/3/2014/04/Luomu_Suomessa_2013_VALMIS.pdf)>
- Tike 2014. Nautojen teurastukset 1990–2013. Saatavilla internetissä:  
<[http://www.maataloustilastot.fi/lihantuotanto-lokakuu-2014-ennakko\\_fi](http://www.maataloustilastot.fi/lihantuotanto-lokakuu-2014-ennakko_fi)>

MTT TEKEE TIETEESTÄ ELINVOIMAA

# MTT RAPORTTI 175

[www.mtt.fi/julkaisut](http://www.mtt.fi/julkaisut)

MTT Raportti -verkkójulkaisusarjassa julkaistaan maatalous- ja elintarviketutkimusta sekä maatalouden ympäristötutkimusta käsitteleviä tutkimusraportteja. Lukijoille tarjotaan tietoa MTT:n kaikilta tutkimusaloilta eli biologiasta, teknologiasta ja taloudesta.

MTT, 31600 Jokioinen.

