

## Rehuanalyysien tulokset

Petra Tuunainen, MTT Kotieläintuotannon tutkimus

10.6.2014

### Johdanto

Luomua lisää- luomutilojen neuvonnan kehittäminen (LUTUNE)- hankkeessa kerättiin kolmelta lypsykarjatilalta rehunäytteitä härkäpapu-vilja -seoskasvustoista. Näytteistä tehtiin rehuanalyysit, joiden tulosten perusteella arvioitiin seoskasvustosta tehdyn säilörehun soveltuvuutta sikojen ja siipikarjan ruokintaan. Näytteitä saatiin kolmen viljelijän tiloilta, niin että näytteistä kaksi oli tuoreesta seoskasvustosta (Tila 1, Tila 2) ja kolme eri säilöntäaineilla tehdyistä säilörehuista (Tila 1, Tila 2 ja Tila 3).

### Näytteet

Ensimmäiset näytteet (Tila 2 tuore ja säilötty) saapuivat 2.12.2013 ja loput näytteet (Tila 1 tuore ja säilötty ja Tila 3 säilötty) saapuivat 5.2.2014. Näytteet valokuvattiin (kuvat 1-5) ja niistä valittiin MTT:llä parhaiten rehuanalyysiin sopivimmat näytteet (Tila 1 tuore ja säilötty). Muut näytteet lähetettiin analysoitavaksi Viljavuuspalveluun.

Näytteistä määritettiin myös rehuseoksessa olevien rehuaineiden suhteet, erittelemällä niissä olevat lajit ja mittaamalla niiden paino suhteessa koko seoksen painoon. Tosin Tila 3 säilörehunäytteessä härkäpapu oli sen verran murskaantunut säilönnässä, ettei siitä voinut lajittelua tehdä, joten sen kohdalla päädyttiin tekemään vain karkea arvio. Tila 3 näytteestä ei myöskään analysoitu näytteen raakarasvapitoisuutta, joten sille ei voinut laskea nettoenergia-arvoa eikä sulavan raakavalkuaisen tai sulavien aminohappojen määrää.



Kuvat 1 ja 2. Tila 1:n rehunäytteet, vasemmalla tuore ja oikealla säilötty. Rehunäyte oli härkäpapu, vehnä ja ohra -seoskasvustosta. Tuorenäytteessä arvioitiin lajittelun perusteella olevan 61 % vehnää, 38 % härkäpapua ja 1 % ohraa. Säilörehunäytteessä suhteet olivat suurin piirtein samanlaiset eli selkeää lajittumista ei siilossa ollut tapahtunut. Näytteiden arvioitiin olevan saaduista näytteistä parhaimman laatuista. Härkäpapua oli näytteissä eniten, vaikka säilörehussa pavut olivatkin litistyneinä.



Kuvat 3 ja 4. Tila 2:n rehunäytteet, vasemmalla tuore ja oikealla säilötty. Näytteessä oli härkäpapua, kauraa ja vehnää. Tuorenäytteessä arvioitiin lajittelun perusteella olevan 33 % kauraa, 64 % härkäpapua ja 4 % vehnää. Säilörehunäytteessä härkäpavun ja kauran suhteet muuttuivat toisinpäin eli härkäpapua 31 %, kauraa 64 % ja vehnää 5 % eli lajittumista siloissa havaittiin. Näytteet olivat hyväkuntoisia ja hyvin säilyneitä. Näytteissä oli kuitenkin niin paljon härkäpavun kuorta, että näytteitä ei valittu sen takia MTT:llä tehtäviin perusteellisimpiin analyysiin vaan ne analysoitiin Viljavuuspalvelulla.



Kuva 5. Tila 3:n säilörehunäyte. Tuorenäyte oli unohtunut silon sisään ja mennyt analyysia varten käyttökelvottomaksi. Näytteessä oli härkäpapua 30 %, kauraa 65 % ja vehnää 5 %. Näyte oli hyvälaatuinen, mutta koska tuorenäyte puuttui, näytettä ei valittu tarkempiin analyysiin, vaan se analysoitiin Viljavuuspalvelulla.

### **Analysointi ja tulokset**

Rehunäytteet jauhettiin vasaramyllyllä (Sakomyly KT-3100, Koneteollisuus Oy, Helsinki, Finland) ja pakastekuivattiin, jonka jälkeen niistä määritettiin:

- 1) Rehun koostumusta kuvaavia arvot: kuiva-aine, raakavalkuainen, raakarasva, raakakuitu, typettömät uuteaineet, energia, NDF, aminohapot ja kivennäisaineet
- 2) Säilönnän onnistumista kuvaavia arvot: säilörehun pH, muurahaihappo, maitohappo, haihtuvat rasvahapot VFA (etikkahappo, propionihappo, isoivohappo, voihiappo, isovaleriaanahappo, valeriaanahappo ja kapronihappo), sokeri, tärkkelys, ammoniumtyppi, liukoinen typpi ja etanoli
- 3) Rehun sulavuutta kuvaavat arvot: typen ja kuiva-aineen in vitro ohutsuolisulavuudet

#### 4) Haitta-aineet: visiini, konvisiini, tanniinit

Rehun koostumusta kuvaavat perusanalyysit tehtiin kaikista näytteistä. MTT:llä tehtiin kaksi näytettä (Tila 1 tuore ja säilötty) ja loput kolme näytettä analysoitiin Viljavuuspalvelulla (Tila 2 tuore ja säilötty sekä Sepponen säilötty). MTT:llä analyysit tehtiin AOAC (1990) ym. standardimenetelmien mukaan KEL rehulaboratoriossa. MTT BEL laboratoriossa määritettiin haitta-aineiden määrät ja ne tehtiin erillisten menetelmien mukaan.

Tulokset analyyseistä on esitetty taulukossa 1 ja niiden perusteella lasketuista säilörehujen energia-arvoista sekä normaalien rehuseoksien ruokintasuositusten arvot on vertailua varten esitetty sioille taulukossa 4 ja siipikarjalle taulukossa 5. Säilörehun säilönnän onnistumista kuvaavat näytteistä määritetyt arvot on esitetty taulukossa 2 ja tarkempaan analyysiin valittujen kahden näytteen (Tila 1 tuore ja säilötty) sisältämät haitta-ainepitoisuudet on taulukoitu taulukkoon 3.

#### *Kuiva-aine*

Kuiva-aine määritettiin rehusta kuivaamalla näytteitä 105 °C:ssa 20 tunnin ajan. Kuiva-ainepitoisuus kertoo kuinka monta grammaa rehukilossa on kuiva-ainetta veden haihtumisen jälkeen. Myös muiden analysoitujen rehuaineiden määrät ilmoitetaan kuiva-ainekiloa kohti. Kuivan heinän kuiva-aine (ka) pitoisuus on yli 83-85 %, esikuivaamattoman rehun tyyppillisesti 20-25 %, nurmisäilörehun alle 45 % ja tuoreviljasäilörehulle noin 60 %. Hyvin märkä rehu lisää virheikäymisriskiä ja hyvin kuiva homehtumis- ja jälkilämpenemisriskiä. Tila 1:n näytteissä (tuore sekä säilötty) oli kuiva-aine tuoreessa noin 75 % ja säilötyssä 71 %, Tila 2:lla tuoreessa noin 62 % ja säilötyssä 69 % ja Tila 3:lla säilötyssä noin 70 %.

#### *Raakavalkuainen ja aminohapot*

Raakavalkuaispitoisuus lasketaan rehun tyyppipitoisuuden perusteella kertomalla kokonaistyyppipitoisuus 6,25. Raakavalkuaispitoisuus sisältää myös rehun säilönnän aikana tapahtuneen hajonneen valkuaisen. Sioilla valkuaisen määrä ilmoitetaan sulavana raakavalkuaisena (srv), joka lasketaan raakavalkuaisesta valkuaisen sulavuuden perusteella. Valkuaispitoisuus laskee kasvin vanhetessa, ja on alhainen myös tyyppilannoituksen ollessa niukka.

Yksittäisten aminohappojen pitoisuudet antavat rehun ominaisuuksista tarkempaa tietoa kuin pelkkä raakavalkuaispitoisuus. Elimistön valkuaisaineiden valmistamiseen tarvitaan kaikkia 20 aminohappoa, mutta vain osa aminohapoista on pakko saada ravinnosta. Yksimahaisille eläimillä nämä välttämättömät aminohapot ovat: lysiini, metioniini, arginiini, treoniini, tryptofaani, histidiini, leusiini, isoleusiini, fenyylialaniini ja valiini. Välttämättömien aminohappojen tulisi olla rehussa lisäksi oikeassa suhteessa lysiinin määrän kanssa. Välttämättömien aminohappojen liian pienet pitoisuudet rehussa rajoittavat kasvua ja tuotantoa.

Raakavalkuainen oli myös korkein Tila 1:n rehuissa. Tila 1:n tuoreessa näytteessä raakavalkuainen oli 213 g/kg ka ja säilötyssä 184 g/kg ka, Tila 2:n tuoreessa näytteessä 180 g/kg ka ja säilötyssä 144 g/kg ka ja Tila 3:n säilötyssä näytteessä 160 g/kg ka. Tila 1:n rehut sisälsivät enemmän härkäpapua (noin 38 %) kuin muiden näytteet, paitsi Tila 2:n tuoreessa härkäpapua oli valtaosa (noin 64 %). Tila 2:n säilörehussa oli kuitenkin tapahtunut lajittumista, joten säilörehunäytteessä härkäpapua ei enää ollut niin paljon, mikä näkyy selkeänä erona Tila 2:n näytteiden raakavalkuais- ja aminohappopitoisuuksissa. Aminohappokoostumukset olivat kaikissa rehuissa hyvin saman kaltaiset, mutta Tila 1:n näytteissä kaikkien aminohappojen määrät olivat suurempia kuin muissa, mikä johtuu näytteissä olevasta suuremmasta härkäpapupitoisuudesta. Säilöttyjen rehujen aminohappopitoisuus oli jonkin verran pienempi kuin ennen säilöntää otetuissa näytteissä. Erityisesti lysiini-, arginiini-, asparagiini-, leusiini-, seriini- ja valiinipitoisuudet näyttivät laskevan säilönnän aikana kun taas alaniini-, glutamiinihappo-, glysiini-, histidiini-, fenyylialaniini-



ja treoniinipitoisuudet laskivat säilönnässä vain vähän ja kystiini-, metioniini-, proliini- ja tyriinipitoisuudet pysyivät samalla tasolla tai olivat suuremmat säilörehussa.

#### *Raakakuitu, typpöttömät uuteaineet ja NDF-kuitu*

Rehun kuitupitoisuus vaikuttaa energian ja muiden ravintoaineiden sulavuuteen. Mitä pienempi kuitupitoisuus on, sitä paremmin rehu sulaa ruuansulatuskanavassa. Kuidun määrä rehussa voidaan ilmoittaa raakakuituna ja typpöttöminä uuteaineina tai NDF-kuituna. Raakakuitu tarkoittaa pääosin selluloosasta koostuvaa, sulamatonta kuitua. Typpöttömät uuteaineet taas pitävät sisällään sekä hyvin sulavaa kuitua (sokerit, tärkkelys, pektiini) että huonosti sulavaa kuitua (hemiselluloosa) ja täysin sulamatonta kuitua (ligniini). Typpöttömät uuteaineet ovat hyvin sulavia ja niiden korkea pitoisuus nostaa rehun energia-arvoa. Neutraalidetergenttikuitu (NDF) taas sisältää huonosti sulavia ja sulamattomia, solunseinämä kuituja esim. hemiselluloosan, selluloosan sekä ligniinit. Kuitua sulattavat suolistomikrobit ja sulatuksen lopputuotteiden energia-arvo on yksimahaisille vähäinen verrattuna tärkkelyksestä saatavaan energiaan. Yksimahaisilla eläimillä ruuansulatuksessa sulava kuitu haittaa valkuaisen ja rasvan imeytymistä sekä kasvua ja tuotantoa. Sulamattomalla kuidulla on myös myönteisiä vaikutuksia terveyteen. Sulamaton kuitu parantaa kylläisyyden tuntoa, lisää ruuansulatuskanavan liikettä ja pitää yllä suoliston normaalia mikrobitoimintaa. Rehun kuitupitoisuus lisääntyy kasvin vanhetessa ja korsiintuessa. Viljoilla siihen vaikuttaa etenkin kuoren määrä.

Tila 1:n näytteissä myös tärkkelyspitoisuus oli kaikista näytteistä korkeimmalla. Tila 1:n rehussa tärkkelyspitoisuus oli yli 600 g/kg ka kun Tila 2:n ja Tila 3:n näytteissä tärkkelyspitoisuus oli noin 420-435 g/kg ka. Rehujen tärkkelyspitoisuudet olivat suuremmat säilörehussa, koska näytteiden koostumus vähän muuttui prosessin aikana ja lajittumista tapahtui vähän. Tila 1:n näytteissä nousua oli enemmän (noin 50 g/kg ka) kuin Tila 2:n näytteissä (noin 20 g/kg ka). Raakakuitu ja NDF- kuitu taas olivat selkeästi matalimmat Tila 1:n näytteissä. Tila 1:n tuorenäytteessä raakakuitu oli noin 51 g/kg ka ja säilötyssä 42 g/kg ka sekä NDF tuoreessa 129 g/kg ka ja säilötyssä 106 g/kg ka. Tila 2:n tuorenäytteessä raakakuitu oli noin 117 g/kg ka ja säilötyssä 130 g/kg ka sekä NDF tuoreessa 227 g/kg ka ja säilötyssä 241 g/kg ka. Tila 3:n säilörehussa oli myös NDF-kuitu korkealla 225 g/kg ka, mutta raakakuidun määrä pienempi kuin Tila 2:lla 92 g/kg ka.

#### *Raakarasva*

Rasvat ovat hyvä energianlähde, joten rehun rasvapitoisuus vaikuttaa sen energia-arvoon. Karkearehujen raakarasvapitoisuus on alhainen, eikä sillä ole suurta merkitystä rasvojen saannille. Viljoista kauran rasvapitoisuus (60 g/kg ka) on korkeampi kuin esimerkiksi vehnän tai ohran (molemmissa 22 g/kg ka) ja useiden täysrehujen. Härkäpavussa raakarasvapitoisuus on vielä viljoja alhaisempi 15 g/kg ka.

Rehunäytteiden raakarasvapitoisuus oli melko matala. Tila 1:n tuorenäytteessä raakarasvapitoisuus oli 16 g/kg ka ja säilötyssä 21,5 g/kg ka ja Tila 2:n tuoreessa 43 g/kg ka. Muista näytteistä ei raakarasvapitoisuutta määritetty. Eli eri näytteiden välillä oli suuria eroja, jotka luultavasti johtuivat rehujen koostumuksesta. Tila 2:n rehussa oli käytetty enemmän kauraa kun taas Tila 1:n rehussa oli pääasiassa vähemmän rasvaa sisältävää vehnää.

#### *Tuhka ja kivennäisaineet*

Tuhkapitoisuus tarkoittaa rehun kivennäispitoisuutta. Se jää jäljelle, kun rehunäyte poltetaan. Siitä voidaan määrittää erillisellä kivennäisanalyysillä haluttujen yksittäisten kivennäisten pitoisuudet. Näin voidaan tarkentaa kivennäisruokintaa ja valita parhaiten peruseruokintaa täydentävä kivennäisseos. Rehun kivennäispitoisuus (tuhkapitoisuus) kertoo maaperästä ja lannoituksesta. Kivennäismailla (esim. savi) viljellyissä rehussa on suuremmat kivennäispitoisuudet kuin multamailla viljellyissä.

Rehunäytteiden tuhkapitoisuus oli 26-35 g/kg ka. Tila 1:n näytteissä tuhkapitoisuus oli pienin. Viljavuuspalvelulla teetettyjen kivennäisaineanalyyseiden perusteella rehujen kivennäisainepitoisuudet olivat kohtalaisen hyviä eikä säilöntä vaikuttanut niihin.

#### *Rehunäytteiden säilönnällinen laatu*

Rehujen säilönnällistä laatua mitattiin määrittämällä lupaavimmasta säilörehunäytteestä (Tila 1 säilötty) pH, muurahaishappo, maitohappo, haihtuvat rasvahapot VFA (etikkahappo, propionihappo, isoivohappo, voi-happo, isovaleriaanahappo, valeriaanahappo ja kapronihappo), sokeri, tärkkelys, ammoniumtyppi, liukoinen typpi ja etanoli. Tulokset analyyseistä on esitetty taulukossa 2.

Rehun pH-luku kuvaa rehun happamuutta ja se on oleellisin tekijä, joka estää rehua pilaavien bakteerien toiminnan rehussa. Rehu happamoituu joko rehuun lisätyn säilöntähapon tai rehun sokerin maitohappokäymisen vaikutuksesta. Hyvän säilörehun pH:n tulisi olla alle 4, jolloin haitalliset bakteerit, homeet eivät pysty enää lisääntymään rehussa (Artturi). Kun pH on 4-4,5, säilönnän laatu on vaarantunut ja pH:n ollessa yli 4,5 säilörehun säilöntä ei ole onnistunut hyvin ja rehun laatu on huonoa. Tila 1:n säilörehussa pH oli hieman toisia rehuja korkeampi 4,55, Tila 2:lla ja Tila 3:lla pH oli 4,3. Kaikkien tilojen säilöntä oli aika hyvin onnistunut.

Maito- ja muurahaishappo ovat rehua säilöiviä happoja (Artturi). Maitohappoa muodostuu rehun sisältämien sokereiden käydessä maitohappokäymisellä ja se kuvaa käymisen voimakkuutta. Muurahaishappo taas on peräisin säilöntäaineesta ja kuvaa säilöntäaineen määrää rehussa. Hankkeessa analysoitiin maito- ja muurahaishappo ainoastaan Tila 1:n säilörehunäytteestä ja siinä maitohapon määrä oli vain 1,2 g/kg ka, mikä on varsin pieni. Muurahaishappoa taas oli 10,4 g/kg ka, mikä on enemmän normaalilla tasolla. Rehussa näyttäisi siis olleen tarpeeksi säilöntäainetta.

Haihtuvien rasvahappojen (etikkahappo, propionihappo, isoivohappo, voi-happo, isovaleriaanahappo, valeriaanahappo ja kapronihappo) määrä kuvaa rehussa tapahtuneen sivu- ja virhekäymisen määrää. Tila 1:n säilörehunäytteessä oli haihtuvien rasvahappoja yhteensä 1,67 g/kg ka, mikä on vähän ja tarkoittaa ettei rehussa ollut merkittävästi sivu- tai virhekäymistä. Tavoitearvo hyvin säilyneelle rehulle on alle 20 g/kg ka (Artturi). Vähän käyneissä rehuissa haihtuvat rasvahapot ovat yleensä etikkahappoa ja myös tässä rehunäytteessä olevista haihtuvista rasvahapoista suurin osa (1,15 g/kg ka) oli etikkahappoa. Kuitenkin näytteestä löytyi pieniä pitoisuuksia propionihappoa (0,24 g/kg ka) ja voi-happoa (0,17 g/kg ka), mikä on merkki virhekäymisestä. Virhekäymisen aiheuttaa usein ilman pääsy rehuun, huono painotus, maan sekoittuminen tai liian vähäinen säilöntäaineen määrä.

Ammoniumtyppi ja liukoinen typpi kertovat säilörehun valkuaisen laadusta. Säilörehun käymisten aikana rehussa olevat mikrobit pilkkovat valkuaisaineita. Näiden hajoamistapahtumien pääasiallinen lopputuote on ammoniikki, jonka määrää säilörehussa mitataan määrittämällä ammoniumtyypen osuus kokonaistypen määrästä. Mitä suuremmat nämä lukuarvot ovat, sitä enemmän valkuaisesta on muuttunut käyttökeltomaan muotoon tai hajonnut säilönnän aikana eikä säilöntä ole silloin täysin onnistunut. Tila 1:n säilörehunäytteessä ammoniumtyypen osuus kokonaistypestä oli 0,95 %. Tavallisesti nurmisäilörehua pidetään hyvälaatuisena, jos ammoniumtyypen osuus on alle 8 % (Artturi). Liukoisen typen osuus kokonaistypestä kuvaa ammoniakkityypen ohella rehussa tapahtunutta valkuaisen hajoamista. Hyvin säilyneessä rehussa liukoisen typen osuus on tyyppillisesti alle 40 % kokonaistypestä. Tila 1:n näytteessä liukoisen typen osuus oli 27,08 % kokonaistypestä. Näytteenä olevassa säilörehussa valkuaisen laatu oli siis erinomainen ja valkuaista ei ollut hajonnut säilönnän aikana juuri ollenkaan.

Rehussa oleva jäännössokeri kuvaa käymisen voimakkuutta. Tavoitearvona sokeripitoisuudelle on 50 g/kg ka, koska sitä matalampi arvo lisää riskiä virhe- ja voi-happokäymiseen. Rehun sokeripitoisuuden tavoitearvo on 50 -150 g/kg ka (Artturi). Biologisessa säilönnässä sokeria on tyyppillisesti 20-50 /kg ka. Analysoidussa Tila

1:n säilörehunäytteessä sokeripitoisuus oli 33,8 g/kg ka eli hieman jää tavoitteen alle. Matala sokeripitoisuus lisää virhekäymisen riskiä.

#### *Rehunäytteiden haitta-ainepitoisuudet (tanniinit, visiini ja konvisiini)*

Härkäpavussa on useita haitta-aineita, kuten visiiniä, konvisiiniä tanniineja, saponiineja, lektiinejä ja trypsiini-inhibiittoreita. Haitallisimpia näistä ovat visiini ja konvisiini, jotka aiheuttavat suurina pitoisuuksina punasolujen hajoamista ja hemolyyttistä anemiaa, mikä saattaa johtaa jopa kuolemaan. Tanniinit taas muodostavat liukenemattomia yhdisteitä valkuaisen ja hiilihydraattien kanssa, joten ne heikentävät rehun sulavuutta ja huonontavat tuotantoa. Tanniinit myös maistuvat happamilta, joten ne heikentävät rehun maittavuutta. Haitta-aineiden määrää rehussa on vaikea poistaa rehua prosessoimalla, mutta kuitenkin haitta-aineiden määrää on kasvinjalostuksella saatu laskemaan.

Laajempaan analyysiin valituista näytteistä (Tila 1 tuore ja säilötty) määritettiin visiini ja konvisiini HPLC-DAD- menetelmällä (muokattu menetelmästä Quemener 1988) sekä proantosyanidiinit eli kondensoidut tanniinit tiolyysimenetelmällä (muokattu menetelmästä Hellström & Mattila 2008). Tulokset haitta-aineiden analyyseistä näkyvät taulukossa 3.

Tila 1:n tuoreessa rehunäytteessä visiiniä oli 1,03 g/kg ka ja konvisiiniä 0,57 g/kg ka. Säilörehunäytteessä molempien pitoisuudet olivat hieman laskeneet ja säilörehun visiinipitoisuus olikin 0,67 g/kg ka ja konvisiinipitoisuus 0,53 g/kg ka. MTT:llä 2012 aikaisemmin analysoidun, Suomessa kasvatetun härkäpapunäytteen (lajike Kontu) yhteenlaskettu visiini-konvisiini-pitoisuus oli 9,2 g/kg ka. Tila 1n tuorenäytteen yhteenlaskettu visiini-konvisiini-pitoisuus oli 1,6 g/kg ka ja säilörehunäytteen 1,2 g/kg ka, eli huomattavasti pienempi kuin pelkän härkäpavun. Aikaisemmin MTT:llä analysoitu härkäpapunäyte oli pelkästään puhdasta härkäpapua, joten rehuun sekoitettua rehun kokonaisvisiini- ja konvisiinipitoisuudet olisivat todennäköisesti olleet matalampia, mutta valmiita rehuja ei silloin analysoitu. Aikaisemmassa kokeessa härkäpavulla korvattiin ruokintakokeessa soijarouhetta munivien kanojen (LSL). Ruokinta kokeessa havaittiin, että kun rehussa oli härkäpapua 12 %, kanojen kuolleisuus nousi rajusti. Kuolleiden kanojen todettiin kuolleen aplastiseen anemiaan, jolloin niiden luuydin oli tuhoutumassa ja punasolujen tuotanto laski rajusti. Kokeessa epäiltiin juuri visiinin ja konvisiinin aiheuttavan anemiaa.

Säilörehussa tanniinien kokonaispitoisuus oli selvästi pienempi, tanniinien keskimääräinen koko (=polymeeroitusaste) hieman pienempi (tuoreessa 7,80 vs. säilörehussa 6,50). Kirjallisuuden mukaan härkäpavun kokonaistanniinipitoisuus voi vaihdella lajikkeesta riippuen 5-10 g/kg ka. MTT:llä aikaisemmin analysoidun Kontu-härkäpapunäytteen tanniinipitoisuus oli 13,7 g/kg ka, mikä on melko korkea ja voi aiheuttaa ongelmia eläimen terveydelle jos sitä annetaan rehussa suuria pitoisuuksia. Tila 1:n tuoreen rehunäytteen kokonaistanniinipitoisuus (13,8 g/kg ka) oli hyvin lähellä tätä aikaisemmin Kontu-lajikkeesta saatua arvoa. Yleisesti Kontu- lajiketta pidetään huonona rehuaineena, koska siinä tanniinipitoisuus on korkea.

Analyyysien perusteella näyttäisi siltä, että rehunäytteet sisältävät vain vähän erittäin haitallisia visiiniä ja konvisiiniä, mikä tekee siitä oikein hyvin soveltuvan rehun eläimille. Lisäksi näyttäisi siltä, että säilöntä vähentää rehun visiini- ja konvisiinipitoisuutta sekä kokonaistanniinipitoisuutta ja pienentää tanniinimolekyylien kokoa, mikä taas tarkoittaa että tanniinien aiheuttamat haitat rehussa pienenevät.

#### *Energia ja ruokintasuositukset*

Rehun energia-arvot laskettiin sioille (nettoenergia NE) ja siipikarjalle (metabolinen energia ME) Rehutaulukoiden (MTT Rehutaulukot) kaavojen mukaisesti. Sioille laskettiin myös sulavan raakavalkuaisen ja sulavien aminohappojen määrä samalla tavalla.

Sikojen energian saanti ja ruokintasuositukset ilmoitetaan nettoenergiana (NE) MJ/kg. Rehunäytteiden nettoenergia oli kohtalaisen hyvä. Tila 1:n tuorenäytteessä NE oli 10,5 MJ/kg ka, säilötyssä hieman korkeampi 10,7 MJ/kg ka. Tila 2:n tuoreessa NE oli 9,6 MJ/kg ka ja säilötyssä taas hyvin samalla tasolla oleva 9,5 MJ/kg ka. Tila 3:n näytteestä nettoenergia on laskettu rehunäytteen koostumuksen perusteella rehuaineiden raakasvapitoisuuksien suhteesta, koska näytteestä ei analysoitu raakasvapitoisuutta. Tila 3:n nettoenergiapitoisuus oli 9,8 MJ/kg ka. Näytteiden raakavalkuais- ja aminohappoanalyyysien perusteella laskettiin myös sioille sulavan raakavalkuaisen ja aminohapoista lysiinin, metioniinin, kystiinin ja treoniinin määrät g/MJ NE. Sulavan raakavalkuaisen ja aminohappojen määrät olivat korkeampia tuorenäytteissä ja korkeimmat arvot sai Tila 1:n tuorenäyte.

Kun näytteiden saamia arvoja verrataan puhtaan viljan (vehnä tai kaura, mitkä olivat käytetyissä rehuissa päärehuaineena) ja härkävavun MTT:n Rehutaulukoista saatuihin ravitsemuksellisiin arvoihin, huomataan että seoskasvustosta tehdyn rehun ravitsemukselliset arvot ovat parempia kuin pelkän viljan. Eli härkävavu parantaa kasvuston rehunkäyttöarvoa. Tila 1:n näytteissä päärehuaineena oli vehnä, jonka NE on 11,4 MJ/kg ka ja sulava raakavalkuainen 93,5 g/MJ NE. Härkävavua lisäämällä kasvustoon, rehun NE- arvo kohosi 10,5 MJ/kg ka sekä sulava raakavalkuainen 136,07 g/MJ NE ja säilöttynä NE oli 10,8 MJ/kg ka ja sulava raakavalkuainen pysyi suhteellisen korkeana 111,8 g/MJ NE. Tila 2:n päärehuaineena oli taas kaura, jonka NE on 9,8 MJ/kg ka ja sulava raakavalkuainen 83 g/MJ NE. Härkävavua lisäämällä kasvustoon, rehun NE- arvo oli 9,6 MJ/kg ka sekä sulava raakavalkuainen 92,4 g/MJ NE ja säilöttynäkin NE oli vielä 9,5 MJ/kg ka ja sulava raakavalkuainen 79,7 g/MJ NE, vaikka härkävavu saattoi lajittua säilönnän aikana.

Tila 1:n tuore- ja säilörehunäytteelle sekä Tila 2:n tuorenäytteelle laskettiin muuntokelpoinen energia (MJ/kg) siipikarjalle rehun koostumuksen perusteella. Tila 2:n ja Tila 3:n säilörehunäytteille energiapitoisuus laskettiin rehunäytteen koostumuksen perusteella rehuaineiden raakasvapitoisuuksien suhteesta, koska näytteestä ei analysoitu raakasvapitoisuutta. Kauralle, vehnälle, ohralle ja härkävavulle laskettiin sulavuusarvot käyttämällä MTT:n Rehutaulukoiden arvoja, joiden keskimääräisten suhteiden (rehusta tehdyn rehuaineiden lajittelu) perusteella saatiin keskimääräiset sulavuuskertoimet raakavalkuaiselle, raakasvalle ja tyypettömille uuteaineille. Energia-arvo laskettiin MTT:n Rehutaulukoissa olevalla kaavalla:

$$ME \text{ (MJ/kg ka)} = (18,03 \text{ srv} + 38,83 \text{ srr} + 17,32 \text{ stua}) / 1000,$$

missä srv = sulava raakavalkuainen, g/kg ka; srr = sulava raakasva, g/kg ka; stua = sulavat tyypettömät uuteaineet, g/kg ka

Tila 1:n tuore- ja säilörehunäytteissä on energiapitoisuus melko korkea (9,85 ja 9,52 MJ/kg). Tilojen 2 ja 3 näytteissä energiapitoisuudet olivat taas matalammat. Tila 2 tuoreessa ja säilötyssä näytteessä 8,15 ja 8,01 MJ/kg, ja Tila 3:n säilörehunäytteessä oli 8,38 MJ/kg. Puhtaassa vehnässä energiaa olisi jonkin verran rehunäytteitä enemmän 12,67 MJ/kg ja puhtaassa kaurassa 10,79 MJ/kg. Munivien kanojen energiantarve tuotannon aikana on 11 MJ/kg ka ja kasvavien broilerin 12,40 MJ/kg ka.

Rehunäytteiden raakavalkuaispitoisuudet olivat melko korkeita suuresta härkävavupitoisuudesta johtuen. Munivat kanat vaativat rehuissa tuotannon aikana raakavalkuaista 175 g/kg ka ja kasvavat broilerit iästä riippuen 220-200 g/kg ka. Analysoiduista näytteissä tuoreissa näytteissä raakavalkuaispitoisuus olivat korkeammat kuin säilörehunäytteissä. Analysoidut tuoreet rehut kävisivät raakavalkuaispitoisuutensa puolesta hyvin munivien kanojen rehuksi. Säilörehunäytteissä raakavalkuaispitoisuus näytti hieman laskevan joten niistä mikään rehu ei täyty lintujen ruokintasuosituksissa tarvittavia arvoja. Suosituksia matalampi raakavalkuaispitoisuus johtaa tuotannon laskuun. Säilörehuissa raakavalkuaispitoisuudet ovat alhaisemmat, mutta ne voisivat osittain käydä munivien kanojen rehuksi, vaikka raakavalkuaispitoisuus jääkin hieman suosituksia matalammaksi eivätkä yksittäisten aminohappojen pitoisuudet täyty ruokintasuositusten vaatimaa tasoa.

Analysoiduissa rehunäytteissä olevien kivennäisaineiden määrät eivät riitä missään näytteessä täyttämään munivien kanojen tai broilereiden kalsiumin, fosforin tai natriumin tarpeita. Sen sijaan rehunäytteissä oli suorastaan ylimäärin tarpeisiin nähden kaliumia ja magnesiumia.

MTT:llä on viime vuosina tehty useita ruokintakokeita, joissa härkäpapua on syötetty muniville kanoille (LSL) ja broilereille (ROSS 508). Ruokintakokeita varten on analysoitu härkäpapunäytteestä (lajike Kontu) haitta-ainepitoisuudet (tanniinit, visiini ja konvisiini). Analysoitu näyte oli kuitenkin pelkästään puhdasta härkäpapua, joten rehuun sekoitettua rehun kokonaistanniini-, visiini- ja konvisiinipitoisuudet olisivat todennäköisesti olleet matalampia, mutta valmiita rehuja ei analysoitu. Ensimmäisessä ruokintakokeessa härkäpavulla korvattiin ruokintakokeessa soijarouhetta munivien kanojen (LSL) rehussa. Ruokintakokeessa havaittiin, että kun rehussa oli härkäpapua 12 %, kanojen kuolleisuus nousi rajusti. Kuolleiden kanojen todettiin kuolleen aplastiseen anemiaan, jolloin niiden luuydin oli tuhoutumassa ja punasolujen tuotanto laski rajusti. Kokeessa epäiltiin juuri visiinin ja konvisiinin aiheuttavan anemiaa. Toisessa kokeessa käytettiin härkäpapua 5 ja 10 % munivien kanojen rehussa ilman että kanojen kuolleisuus tai tuotanto häiriintyi merkittävästi. Broilerit nopeasti kasvavina tuntuvat sietävät suurempia haitta-ainepitoisuuksia. Broilereilla tehdyssä sulavuuskokeessa linnut sietivät hyvin jopa 16 % härkäpapua rehussa ilman vaikutuksia kasvuun tai kuolleisuuteen. Näihin aikaisempiin kokeisiin verrattuna tämän hankkeen tuore- ja säilörehunäytteissä härkäpapua oli huomattavasti enemmän (30-38 % seoksesta).

Rehunäytteiden saamat pitoisuudet ovat selkeästi alle suositusten. Myös sekä sikojen että siipikarjan syöntikyky on otettava huomioon kun rehunäytteiden saamia arvoja verrataan ruokintasuosituksissa rehuseoksille annettuihin arvoihin. Säilörehua korkeimmassa tuotannossa olevat eläimet, kuten nopeasti kasvavat siat, imettävät emakot tai broilerit eivät todennäköisesti pysty syömään riittäviä määriä, jotta tuotanto ja kasvu säilyisivät hyvällä tasolla. Säilörehu ei siis yksinään voi toimia sikojen eikä siipikarjan ruokana, mutta osana rehuseoksia se voi toimia hyvin.

Härkäpavun lisäämien seoskasvustoon kuitenkin parantaa raakavalkuaisen määrää ja aminohappopitoisuutta selkeästi sioilla ja siipikarjalla kun verrataan analysoitujen rehujen saamia arvoja puhtaan vehnän tai kauran saamiin arvoihin. Tulokset osoittavat, että säilötystä vilja-härkäpapuseoksesta saadaan sioille ja siipikarjalle 1,4-1,7 kertaa enemmän valkuaista kuin vehnästä ja 1,2–1,5 kertaa enemmän kuin kaurasta. Lysiiniä saadaan seoksesta 2,5-2,8 kertaa enemmän kuin vehnästä ja 1,2-1,4 kertaa enemmän kuin kaurasta, metioniinia ja kysteiiniä 1,5-1,9 kertaa enemmän kuin vehnästä ja 0,8-1 kertaa enemmän kuin kaurasta ja treoniiniä 1,9-3 enemmän kuin vehnästä ja 1,1-1,2 enemmän kuin kaurasta. Suurempi valkuisen ja aminohappojen pitoisuus vähentää ostettujen valkuisrehujen käyttöä, joten säilörehulla voi korvata osan sikojen tai siipikarjan rehusta.

## **Johtopäätökset**

Kasvuston ravitsemuksellista koostumusta pystyy helposti nostamaan seoskasvatuksella. Härkäpapu voi lajittua säilönnän aikana, mutta näiden analyysien perusteella myös säilörehunäytteet olivat hyvin edustavia. Hankkeessa analysoidut säilörehunäytteet olivat laadultaan melko hyviä. Säilöntä näyttäisi vähentävän härkäpavun haitta-ainepitoisuuksia. Erityisesti tanniinipitoisuutta.

Säilörehut eivät kuitenkaan ainoana rehuna annettuna riitä sikojen tai siipikarjan ravinnoksi. Säilörehujen kivennäis- ja valkuaiskoostumus jää liian matalaksi, mikä heikentää eläinten kasvua ja tuotantoa. Myös nopeasti kasvavilla sioilla ja broilereilla syöntikyky tulee vastaan jos haluttaisiin antaa pelkkää säilörehua.

Analyysitulosten perusteella säilötyllä vilja-härkäpapuseoksella on käyttömahdollisuuksia sikojen ja siipikarjan ruokinnassa, ja osan rehusta voi korvata hyvälaatuisella säilörehulla. Etenkin joutilaimilla tai hitaasti kasvavilla eläimille sitä voidaan antaa, mutta tuotannon tehokkuuden takaamiseksi rehuun kannattaisi lisätä vielä valkuaista ja kivennäisaineita. Käytön yleistymiseksi tulisi rehun jakeluun löytyä toimivia ratkaisuja. Vaikka säilövilja on käyttövalmista rehua, sen jakelu esimerkiksi sikojen



liemiruokinnassa voi tuottaa ongelmia. Aperuokinta, jossa säilövilja ja muut rehun aineosat sekoitetaan ja jaetaan sioille, voisi olla toimivin ratkaisu.

Kasvinjalostus kehittää parhaillaan Suomen olosuhteissa viljeltävää härkäpapulajiketta, jonka haitta-ainepitoisuus olisi mahdollisimman pieni. Säilörehussa voisi myös osan härkäpavusta korvata osittain tai kokonaan herneellä, jossa haitta-ainepitoisuudet ovat pienempiä kuin härkäpavussa. Näin välttyttäisiin haitta-aineiden aiheuttamilta vaikutuksilta tuotantoon. Säilörehussa täytyisi kuitenkin olla ainakin 40 % valkuaiskasvia, jotta säilörehun energia- ja raakavalkuaispitoisuudet säilyisivät tarpeeksi korkeana myös säilönnän jälkeen.

### **Viittaukset**

AOAC. (1990). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA. 1298 p. ISBN 0-935584-42-0

MTT, Valio 2013. Artturi®-verkkopalvelu [verkkajulkaisu]. MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus ja Valio Oy. [viitattu 16.5.2014]. Saatavissa: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi>.

Hellström, J. & Mattila, P. (2008). HPLC Determination of Extractable and Unextractable Proanthocyanidins in Plant Materials. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 56, 7617–7624.

MTT 2006. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset [verkkajulkaisu]. Jokiainen: MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. [viitattu 16.5.2014]. Saatavissa: <http://www.mtt.fi/mtts/pdf/mtts106.pdf>.

Quemener, B. (1988). Improvements in the high-pressure liquid chromatographic determination of amino sugars and alphasgalactosides in faba bean, lupine and pea. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 36, 754–759.

Taulukko 1. Säilörehunäytteiden analysoitu koostumus

	tuore TILA 1	säilötty TILA 1	tuore TILA 2	säilötty TILA 2	säilötty TILA 3
Kuiva-aine (%)	74,96	71,07	62,1	68,7	69,5
Tuhka (g/kg ka)	29,7	26,3	34	35	33
Raakavalkuainen (g/kg ka)	213,24	183,74	180	144	160
Raakarasva (g/kg ka)	16	21,5	43		
Raakakuitu (g/kg ka)	53,7	42,1	117	130	92
Tärkkelys (g/kg ka)	644,5	692,7	418	436	435
NDF (g/kg ka)	129,2	106,4	227	241	225
<b>Aminohapot (g/kg ka)</b>					
Alaniini	7,94	6,55	5,9	4,9	6
Arginiini	15,95	11,61	10	6,2	5,9
Asparagiini	17,56	12,88	12	8,8	8,4
Kysteiini	3,43	3,34	2,2	2,3	2,2
Glutamiinihappo	48,52	47,38	22	19	21
Glysiini	8,8	7,53	5,8	4,9	5,1
Histidiini	5,13	4,2	3,2	2,4	2,5
Isoleusiini	7,95	6,64	5	3,9	4,1
Leusiini	14,71	12,49	9,2	7,4	7,5
Lysiini	9,59	6,82	6,9	4,9	4,8
Metioniini	2,97	2,87	1,3	1,4	1,4
Ornitiini	0,14	0,1			
Fenyylialaniini	9,23	8,12	5,8	5	5
Proliniini	14,67	15,09	5,9	5,1	7
Seriini	10,18	8,79	10	0	0
Treoniini	6,94	5,7	4,5	3,5	3,7
Tyriini	6,93	5,89	< 10	< 10	< 10
Valiini	9,69	8,31	6	5	5,3
<b>Kivennäisaineet (g/kg ka)</b>					
Kalsium			0,97	< 0,8	0,83
Fosfori			4,7	4,4	
Magnesium			1,4	1,4	1,3
Kalium			7,3	5,9	6,8
Natrium			< 0,2	< 0,2	< 0,2

Taulukko 2. Säilörehunäytteiden säilönnällistä laatua kuvaavien analyysien tulokset

	säilötty TILA 1	säilötty TILA 2	säilötty TILA 3
pH	4,55	4,30	4,30
Muurahaishappo (g/kg ka)	10,40		
Maitohappo (g/kg ka)	1,15		
<b>VFA (g/kg ka)</b>			
Etikkahappo	1,15		
Propionihappo	0,24		
Isovoihappo	0		
Voihappo	0,17		
Isovaleriaanahappo	0,11		
Valeriaanahappo	0		
Kapronihappo	0		
VFA yht.	1,67		
Ammoniumtyppi (g/kg ka)	0,28		
Liukoinen typpi (g/kg ka)	7,96		
Ammoniumtypen osuus kokonaistypestä (%)	0,95		
Liukoisen typen osuus kokonaistypestä (%)	27,08		
Sokeri (g/kg ka)	33,80		

Taulukko 3. Kahden rehunäytteen sisältämät haitta-aineiden (visiini, konvisiini ja tanniinit) pitoisuudet

	tuore TILA 1	säilötty TILA 1
Visiini, mg/kg ka	1,03	0,67
Konvisiini mg/kg ka	0,57	0,53
V/C- suhde	1,81	1,25
Tanniinit g/kg ka	13,80	7,60
Keskimääräinen polymeroitumisaste	7,80	6,50
Prosyaniidi (%)/ prodelfinidiini (%)	31/69	36/64

Taulukko 4. Rehunäytteiden analyysien tulosten perusteella lasketut rehunäytteiden rehuarvot sekä puhtaan viljarehun (vehnä ja kaura) rehuarvot ja sikojen ruokintasuositusten arvot vertailussa.

	Analysoidut näytteet					Rehutaulukon arvot			Ruokintasuositukset									
	tuore TILA 1	säilötty TILA 1	tuore TILA 2	säilötty TILA 2	säilötty TILA 3	Vehnä yli 76 kg/hl	Kaura yli 58 kg/hl	Härkäpapu	Emakot			Ensikot, hidas kasvatus			Lihasiat (sekakasvatus)			
									Karjut	Tiineet	Imettävät	20-55 kg	55-100 kg	100 kg- siemennys	1-5 vk (<25 kg)	5-10 vk (25- 55 kg)	10-15 vk (55- 100 kg)	
Kuiva-aine, %	75,0	71,1	62,1	68,7	69,5	86,0	86,0	86,0										
Nettoenergia																		
	NE (MJ/kg ka)	10,5	10,8	9,6	9,5	9,8	11,4	9,8	9,7									
	NE (ry/kg ka)	1,1	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	1,1	1,04									
Sulava raakavalkuainen (g/MJ NE)		136,7	111,8	92,4	79,7	88,5	93,5	83,0	188,34	11,8	11,8	15,1	16,1	12,4	11,8	17,2	16,1	12,4
Sulavat aminohapot (g/MJ NE)																		
	Lysiini	5,6	3,8	3,4	2,5	2,5	1,8	2,5	11,008	0,54	0,54	0,7	1,02	0,65	0,54	1,02	1,02	0,7
	Metioniini+kystiini	3,6	3,3	1,4	1,7	1,7	2,7	2,7	2,408	0,32	0,32	0,41	0,6	0,38	0,32	0,6	0,6	0,42
	Treoniini	3,8	2,9	1,9	1,5	1,6	1,9	1,7	5,074	0,32	0,32	0,42	0,61	0,39	0,32	0,61	0,61	0,43

Taulukko 5. Rehunäytteiden analyysien tulosten perusteella lasketut rehunäytteiden rehuarvot sekä puhtaan viljarehun (vehnä ja kaura) rehuarvot ja siipikarjan ruokintasuositusten arvot vertailussa.

	Analysoidut näytteet					Rehutaulukon arvot			Ruokintasuositukset	
	tuore TILA 1	säilötty TILA 1	tuore TILA 2	säilötty TILA 2	säilötty TILA 3	Vehnä 76-80 kg/hl	Kaura yli 58 kg/hl	Härkäpapu	Munivat kanat	Broilerit
Muuntokelpoinen energia (MJ/kg)	9,85	9,52	8,15	8,01	8,38	12,67	10,79	10,25	11,00	12,40
Raakavalkuainen (g/kg)	159,84	130,58	125,06	111,67	118,34	92,45	99,11	258,00	175,00	200-220
<b>Aminohapot (g/kg)</b>										
Lysiini	7,19	4,85	4,86	3,45	3,38	2,07	3,11	5,07	7,60	11,00
Metioniini	2,23	2,04	0,92	0,99	0,99	1,18	1,26	0,52	3,70	4,40
Metioniini+Kystiini	4,80	4,41	2,46	2,61	2,53	2,81	3,33	1,55	6,30	8,00
Arginiini	11,96	8,25	7,04	4,37	4,15	3,33	4,44	7,65		
Treoniini	5,20	4,05	3,17	2,46	2,61	2,22	2,59	2,67	6,70	7,50
<b>Kivennäisaineet (g/kg)</b>										
Kalsium			0,68	< 0,8	0,56	0,37	0,37	1,55	35,00	10,00
Käyttökelp.fosfori			0,99	0,92	0,94	1,00	1,00	2,07	2,5-3,5	4,10
Natrium			< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,07	0,07	0,17	1,60	1,60
Kalium			5,14	4,13	4,62	3,70	3,70	11,18	2-4	3-5
Magnesium			0,99	0,98	0,88	1,18	1,18	1,29	0,5-0,6	0,60