

# VALKUAISFOORUMI —

yhdessä kohti suurempaa valkuaisomavaraisuutta

Valkuaisosaamiskeskuksesta ratkaisuja Hämeen valkuaisomavaraisuuteen -hankkeen julkaisu

Toimittajat: Katariina Manni, Kaisa Kuoppala, Marketta Rinne

Valkuaisfoorumi

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



VALKUAISFOORUMI – yhdessä kohti suurempaa valkuaisomavaraisuutta

Toimittajat: Katariina Manni, Kaisa Kuoppala, Marketta Rinne

Julkaisija: Valkuaisfoorumi

Ulkoasu ja taitto: Graafinen Idea

Kannen kuvat: Marketta Rinne, Luke, kuvankäsittely: Graafinen Idea

Joulukuu 2017

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



**HAMK**  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

  
**Luke**  
LUONNONVARAKESKUS

  
Hämeen liitto  
Regional Council of Häme

# Sisällys

<b>1. Johdanto</b> .....	5
<b>2. Valkuaisfoorumi edistää valkuaisomavaraisuutta</b> .....	6
Valkuaisfoorumi edistää valkuaisomavaraisuutta.....	7
<b>3. Valkuaiskasvien viljely ja ympäristövaikutukset</b> .....	12
Härkäpapu Jussilan kasvinviljelytilan viljelykierrossa .....	13
Valkuaiskasvit viljelykierrossa hyödyttävät peltoa ja ympäristöä .....	19
Kokemuksia kasvukauden 2015 valkuaiskasvien viljelystä.....	24
Herneen esikasvivaikutus kevätevehnän typpilannoituksessa.....	29
Valkuaiskasveja / Protein crops.....	38
<b>4. Valkuaiskasvit rehuntuotannossa ja kotieläinten ruokinnassa</b> .....	55
Palkoviljat – kestävää rehuntuotantoa ja ruokintaa palkoviljoja käyttäen .....	56
Palkokasvien korjuu ja säilöntä.....	62
Härkäpapu Mattiloiden sikatilan viljelykierrossa ja rehukäytössä.....	66
Härkäpapu ja apila Lahden lihanautatilan viljelykierrossa ja rehukäytössä.....	71
Herne Uusitalon kanatilan viljelykierrossa ja rehukäytössä.....	75
Apilasäilörehu maistuu Horkan lypsykarjatilan lehmillä .....	78
Härkäpavun lajikekoe ja korjuuajankohdan optimointi .....	83
Murskesäilötyn härkäpavun säilöntälaatu, aerobinen stabiilisuus ja haitta-aineiden hajoaminen säilönnän aikana.....	96
Herneen viljelykoe puhdas- ja seoskasvustona säilörehuksi tai puitavaksi .....	102
Palkoviljat puhuttivat pellonpientareella.....	120
Herneestä säilörehua – Case Mustiala .....	126
Härkäpavusta säilörehua – Case Mustiala.....	132
Härkäpapusäilörehu lypsylehmien ruokinnassa – Case Mustiala.....	140
Härkäpavun ja herneen murskesäilöntä – Case Mustiala.....	144
<b>5. Valkuaiskasvit ihmisravitsemuksessa</b> .....	149
Kotimaiset valkuaiskasvit ihmisravitsemuksessa .....	150
Palkoviljojen haitta-aineet sekä erityisominaisuudet rehuna ja ruokana.....	153
Puutarhasta proteiinia -tietokortit.....	158
Kotimaisia valkuaiskasveja lautaselle.....	190

<b>6. Valkuaiskasvien viljelyn ja rehukäytön kannattavuus</b> .....	193
Valkuaiskasvien viljelyn ja rehukäytön taloudellinen tarkastelu .....	194
Valkuaiskasvien viljelyn kannattavuus ja vaikutuksia viljelykierrossa .....	199
Valkuaisrehujen vaikutus maidontuotannon kannattavuuteen .....	203
Valkuaisrehujen taloudellinen vertailu sikojen ruokinnassa.....	212
<b>7. Tulevaisuuden valkuaisinnovaatiot</b> .....	220
Kotimainen kasviproteiini on trendi johon pitää tarttua.....	221
Valkuaisomavaraisuus rakentuu osaamisesta, uusista innovaatioista ja yhteistyöstä ...	228
Mikrolevät ja hyönteiset – tulevaisuuden valkuaisinnovaatioita .....	232
Hyönteiset ruokana ja rehuna .....	237
Mikrolevät ruokana ja rehuna .....	251
Hyönteistietopaketti.....	264
Mikrolevätietopaketti .....	272
<b>8. Valkuaisfoorumien tietokortit</b> .....	279
<b>9. Papuhaaste-kampanjan uutiskirjeet</b> .....	290
<b>10. Valkuaisfoorumien tuottamat tallenteet</b> .....	303
<b>11. Valkuaisfoorumien julkaisut</b> .....	306

## 1.

## JOHDANTO

Valkuaisosaamiskeskuksesta ratkaisuja Hämeen valkuaisomavaraisuuteen -hankkeessa on rakennettu Hämeen vahvaan luonnonvaraosaamiseen perustuva Valkuaisfoorumi. Sen keskeisenä tavoitteena on edistää verkostoitumista opetuksen, tutkimuksen, neuvonnan sekä yrittäjien ja muun elinkeinoelämän kesken hämäläisen valkuaisomavaraisuuden lisäämiseksi. Hankkeessa on tehty alueen parasta osaamista näkyväksi ja helposti hyödynnettäväksi.

Tähän julkaisuun on koottu Valkuaisfoorumin keskeisimmät tuotokset. Julkaisu kattaa elintarvikeketjun alkutuotannosta kuluttajiin saakka ja se koostuu asiantuntijakirjoituksista, tutkimustuloksista, tietokorteista, videoista ja kuvista. Julkaisun sisällöntuottajana on ollut monipuolinen osajajoukko. Tehdystä työstä kaikille suuri kiitos.

Haluamme lämpimästi kiittää kaikkia Valkuaisfoorumin rakentamiseen osallistuneita ihmisiä sekä hankkeen rahoittajia Hämeen liittoa EAKR-rahoituksella, HAMKia ja Lukea! Työ on ollut innostavaa, kun tavoite on ollut kirkas ja kaikki ovat innolla tarttuneet tehtäviin. Olemme saaneet olla mukana edistämässä valkuaisomavaraisuutta.

Mustialassa 1.12.2017

**Katariina Manni (HAMK), Marketta Rinne (Luke) ja Kaisa Kuoppala (Luke)**



Kaisa Kuoppala, Katariina Manni ja Marketta Rinne Valkuaisfoorumin loppuseminaarissa Jokioisten Tietotalolla 12.12.2017. Kuva: Riitta Lehtinen, HAMK.

2.

## VALKUAISFOORUMI EDISTÄÄ VALKUAISOMAVARAISUUTTA



Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

# Valkuaisfoorumi edistää valkuaisomavaraisuutta

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Kaisa Kuoppala ja Marketta Rinne • Luonnonvarakeskus, Jokioinen

Valkuaisosaamiskeskuksesta ratkaisuja Hämeen valkuaisomavaraisuuteen -hanke (1.1.2015–31.12.2017) sai kutsumanimikseen "Valkuaisfoorumi". Hanketta toteuttivat Hämeen ammattikorkeakoulu (HAMK) ja Luonnonvarakeskus (Luke). Hämeen liitto osa-rahoitti hanketta EAKR-rahoituksella.

Valkuaisfoorumin tavoitteena oli edistää hämäläistä valkuaisomavaraisuutta. Toiminta perustui vahvaan luonnonvaraosaamiseen Hämeessä, josta muodostui Valkuaisfoorumin laaja-alainen osajaverkosto. Osajaverkostossa yhdistyi opetuksen, tutkimuksen, neuvonnan sekä yrittäjien ja muun elinkeinoelämän välinen vuoropuhelu, joka konkretisoitui hankkeen eri toimenpiteiden kautta hankkeen tuottamiksi moniksi tuotoksiksi. Hankkeen nettisivut ([www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)) ja julkaisu kokoavat Valkuaisfoorumin tuotokset.

## Valkuaisomavaraisuus on kaikkien yhteinen asia

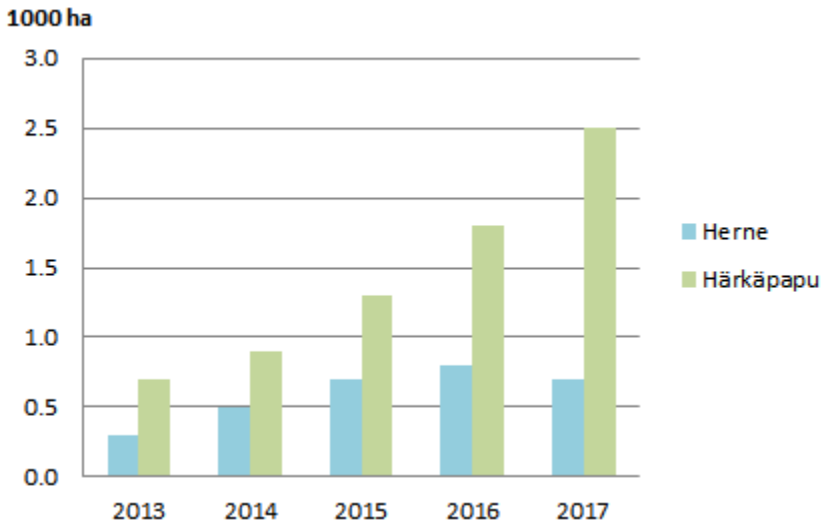
Valkuaisomavaraisuuden edistäminen on Valkuaisfoorumin keskeinen tavoite, sillä Suomessa on varaa lisätä sekä kotimaisen valkuaisen tuotantoa että kulutusta. Vain siten voidaan vähentää riippuvuutta tuontivalkuaisesta, erityisesti soijasta. Meistä jokainen voi omilla valinnoillaan edistää valkuaisomavaraisuutta. Voimme valita kotimaisista valkuaiskasveista tehtyjä elintarvikkeita ja kotieläintuotteita, jotka on tuotettu kotimaisin rehuin.

Suomessa viljeltävissä valkuaiskasveissa on paljon mahdollisuuksia. Valinnanvaraa löytyy niin kasvivalikoimasta kuin käyttötavoista. Hyviä valkuaisen lähteitä ovat mm. herne ja härkäpapu, apilat ja sinimailanen, lupiinit ja vurnat sekä öljykasveista rypsi ja rapsi.

Valkuiskasvien viljely tuo monia etuja. Ne monipuolistavat viljelykiertoa lisäten luonnon monimuotoisuutta, vähentävät viljojen tautipainetta, parantavat maan kasvukuntoa ja niillä on hyvä esikasviarvo. Biologisen typensidonnan ansiosta typpilannoitteiden käyttöä voidaan vähentää. Rehukäytössä kotoisten valkuaisrehujen käyttö vähentää ostorehujen tarvetta ja lisää ruokinnan omavaraisuutta niin tilatasolla kuin kansallisesti. Ruuaksi käytettävät palkoviljat puidaan, mutta rehukäytössä ne voidaan korjata myös säilörehuksi.

Nykyisissä **ravitsemussuosituksissa** kehoitetaan lisäämään palkokasvien kuten herneiden, papujen ja linssien käyttöä. Ravitsemussuosituksissa mainitaan palkokasvit erityisesti proteiinin lähteenä, mutta palkokasveissa on myös runsaasti kuitua ja foolaattia, joita molempia suomalaisessa ruokavaliossa on niukasti suosituksiin verrattuna. Lisäksi palkokasvien käytöllä on monenlaisia terveysvaikutuksia. Omalle ruokalautaselle kannattaa valita kotimaisista raaka-aineista valmistettuja ruokia, jolla tuetaan kotimaista tuotantoa.

Kotimaisten palkoviljojen, herneen ja erityisesti härkäpavun viljely ja käyttö ovat lisääntyneet merkittävästi viime vuosien aikana. Vuonna 2014 härkäpavun viljely-ala koko maassa oli 8700 ja herneen 5600 hehtaaria. Vuonna 2017 härkäpapua viljeltiin 22 100 ja hernettä 11 300 hehtaarilla. Myös Hämeessä valkuaiskasvien viljely on lisääntynyt (kuva 1). Vuonna 2014 härkäpapua viljeltiin 900 ja hernettä 500 hehtaarilla. Vuonna 2017 viljelyalat olivat härkäpavulla 2 500 hehtaaria ja herneellä 700 hehtaaria. Markkinoille on tullut uusia palkoviljalajikkeita, uusia innovatiivisia tuotteita, uutta yrittäjyyttä ja kasvavaa kysyntää, jotka kaikki osaltaan edistävät kotimaisen kasvival-kuaisen tuotantoa ja käyttöä.



Kuva 1. Herneen ja härkäpavun viljelyalojen kehitys Hämeessä vuosina 2013-2017. Lähde: Luke Tilastot.

### Valkuaisfoorumin mottona "havainnoi, kohtaa, tutki, kehitä"

Valkuaisfoorumi rakentui kolmesta pääteemasta, jotka olivat maatilainnovaatiot, tulevaisuuden innovaatiot ja valkuaisomavaraisempi Suomi. Teemoihin rakennettiin kahdeksan konkreettista toimenpidettä hankkeessa asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi: portaali, asiantuntijatreffit, pellonpiennarpäivät, innovaatiotyöpajat, pilottitilat, soveltava tutkimus, Mustialan avoin opetus- ja tutkimusmaatila sekä loppuseminaari ja Valkuaisfoorumi-julkaisu.

Kaiken tekemisen lähtökohtana oli verkostoituminen, vuorovaikutteisuus sekä tiedon tuottaminen ja jakaminen (kuva 2). Hankkeen toimenpiteet sulautuivat kokonaisuudeksi, jossa eri toimijat ja asiat ristesivät toisiaan monissa kohdissa.





Kuva 2. Innovaatiomessujen ilmapiirissä Mustialassa 14.3.2017 huokui innostuneisuus. Kuva: Outi Vahtila, HAMK.

HAMK Mustialan rooli oli vahva, sillä siellä palkokasvit kasvoivat havaintoruuduilla (kuva 3) ja soveltavan tutkimuksen kokeissa. Tuotimme uutta tietoa ja havaintomateriaalia härkävavun ja herneen viljelystä, korjuusta ja säilönnästä (kuva 4). Soveltavan tutkimuksen aineistoja käytettiin useiden opinnäytetöiden aineistona, joten kehitimme samalla osaamista alalla.



Kuva 3. Havaintoruuduilla kasvoi palkoviljoja ja nurmipalkokasveja. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.



Kuva 4. Härkäpapusäilörehun korjuuta Mustialassa syyskesällä 2015. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.

Pilottitiloilta kerättiin käytännönläheistä tietoa valkuaiskasvien viljelystä ja rehu­käytöstä. Tiloiksi valikoitui Hämeen alueella toimivia maataloja, jotka edustavat eri tuotantosuuntia. Mustialan opetus- ja tutkimusmaatila oli yksi kuudesta pilottitilasta.

Valkuaisfoorumi kokosi ihmisiä kohtaamaan toisiaan useisiin tilaisuuksiin (kuva 5), mutta myös nykyajan mahdollisuudet paikasta riippumattomaan yhteydenpitoon käytettiin tehokkaasti hyödyksi. Portaaliin (kuva 6) kerrytettiin runsaasti aineistoa ja useiden tilaisuuksien esitykset välitettiin reaaliajassa ja tallenteina. Teimme videoita, uutiskirjeitä, tietokortteja ja tavoitimme ihmisiä Facebookin ja Twitterin välityksellä.



Kuva 5. Pellonpiennarpäivillä Mustialassa palkokasveihin tutustuttiin tunnustuskilpailun muodossa. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.



**Valkuaisfoorumi**  
 Hankkeen kuvaukset ja laitteet  
 Valkuista Mustialasta  
 Valkuista Lautaselle  
 Pöytäkirjat  
 Aktiivisuusraportit  
 Ilmavastuuopit  
 Pöytäkirjat  
 Fasilitointi ja koulutus  
 Yhteistyökumppanit  
 Yhteistyötiedot  
 In English

**VALKUAISFOORUMI**  
 Valkuaisfoorumi edistää kotimaista valkuaisomavaraisuutta

**VALKUAISTA MUSTIALASTA**  
 Tutuiksi valkuaiskasvien tuotantoon ja käyttöön avoimessa ympäristössä. Tutustutaan Mustialassa.

**VALKUAISTA LAUTASELLE**  
 Vinkkejä kotieläinten valkuaisravinnon käyttämiseen ruokana. Sähköinen kotimaista valkuaisfoorumi.

**AJANKOHTAISTA**  
 Valkuaisfoorumin laajuusmäärän videotallenne 22.12.2017, 14:43 (Valkuaisfoorumi)  
 Valkuaisfoorumin laajuusmäärän esitys 13.12.2017, 11:00 (Valkuaisfoorumi)  
 Valkuaisfoorumin laajuusmäärän live-lähetykset 12.12.2017 11:00-2017, 10:00 (Valkuaisfoorumi)  
 Valkuaisfoorumin laajuusmäärän 12.12.2017 10:00-2017, 8:00 (Valkuaisfoorumi)  
 Valkuaisfoorumin laajuusmäärän 12.12.2017 10:00-2017, 8:00 (Valkuaisfoorumi)

Like Valkuaisfoor...  
 20k likes

Kuva 6. Valkuaisfoorumin portaalin etusivu osoitteesta [www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi).

## Katse tulevaan

Valkuaisfoorumin synty lähti halusta edistää valkuaisomavaraisuutta. Reilut kaksi vuotta hankkeen käynnistymisen jälkeen voidaan olla tyytyväisiä ainakin siihen, että valkuaiskasvien viljely Hämeessä on lisääntynyt. Valkuiskasvit näkyvät peltomaisemassa, mutta myös kotieläinten ruokinnassa ja ihmisten lautasilla. Mielenkiinto kotimaista valkuaista kohtaan on lisääntynyt ja siitä puhutaan ja kirjoitetaan paljon.

Valkuaisfoorumin myötä vahvistuneet osaajaverkostot, kertynyt tieto ja kumuloitunut osaaminen jatkavat olemassaoloaan hankkeen päättyttyä. Monien eri organisaatioiden ja yritysten ihmiset sekä tieto ja halu edistää valkuaisomavaraisuutta ovat edelleen olemassa. Laaja-alainen yhteistyö näkyy yhteisenä tahtotilana edistää valkuaisomavaraisuutta niin Hämeessä kuin koko Suomessa.

3.

## VALKUAIKASVIEN VILJELY JA YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET



Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

# Härkäpapu Jussilan kasvinviljelytilan viljelykierrossa

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Pilottitilahaastattelu 24.4.2017

Agrologi (amk) Samuel Jussila on isännöinyt Janakkalassa sijaitsevaa kotitilaansa 14 vuoden ajan. Viljelijän työn ohessa hän toimii kasvinviljelyasiantuntijana ProAgrialla.

Jussilan tila on tavanomaisessa tuotannossa oleva kasvinviljelytila, jonka päätuotantosuuntana on siemenviljely. Peltoa on viljelyksessä n. 120 hehtaaria. Viljelykierrossa on viljaa, härkäpapua jakuminaa. Härkäpapu on ollut viljelyssä mukana vuodesta 2009 lähtien. Kasvukaudelle 2017 härkäpapua on tulossa viljelyyn 36 hehtaaria, mikä on vähän tavanomaista enemmän. Härkäpavun viljelyalan Jussila pyrkii suhteuttamaan kokonaisviljelyalaan, jotta siitä saa viljelykierrossa parhaan mahdollisen hyödyn.

Jussilan kiinnostus härkäpavun viljelyyn heräsi toisen viljelijän hyvien kokemusten kannustamana ja myös haluna kokeilla jotakin uutta viljelykasvia. Lisämotivaatiota toi se, että härkäpavun viljely onnistuu suorakylvönä, joka on Jussilan tilalla pääkylvömenetelmä.

Aloittaessaan härkäpavun viljelyn Jussila myi sadon rehuksi sikatiloille. Kun härkäpavun siemenviljelylle alkoi tulla kysyntää, Jussila siirtyi siementuottajaksi ja teki siemenviljelysopimuksen Pelto-Paturi Oy:n kanssa. Siemenviljelyssä härkäpavusta saa tavanomaista viljelyä paremman hinnan, mutta se vaatii myös tarkempaa viljelyä.

## Härkäpavun monet hyödyt

Taloudellisesti härkäpapua on Jussilan mukaan kannattava viljellä. Tätä näkemystä tukevat ProAgrian kannattavuuslaskelmat, joiden mukaan härkäpapu oli vuonna 2016 kuminan jälkeen toiseksi kannattavin viljelykasvi. Härkäpavun viljelyn kannattavuuden taustalla on Jussilan mukaan melko pieni työmäärä, vähäiset viljelypanokset ja kohtuullisen hyvä hinta.

Satotavoitteena Jussila pitää yli 3000 kilon hehtaarisatoa, mutta hyvä taloudellinen tulos hänen mukaansa saavutetaan jo tätäkin alhaisemmalla satotasolla. Taloudellisesti kannattavana rajana Jussila pitää satotasoa 2000 kg/ha tai vähän sen allekin. Viljaan verrattuna voidaan karkeasti sanoa, että härkäpavun satotason ollessa puolet viljan satotasosta, härkäpavun viljely on viljan viljelyä kannattavampaa. Esimerkiksi, jos härkäpavun satotaso on 3000 kg/ha, taloudellisesti tarkasteltuna se vastaa noin 6000 viljakilon hehtaarisatoa.



Kuva: Katariina Manni, HAMK.



Lavalla 36 hehtaarin härkäpavun siemenet odottelemassa kylvöjen alkamista. Kuva: Katariina Manni, HAMK.

Härkäpavun viljelyn hyötyinä Jussila näkee myös sen positiiviset vaikutukset maan rakenteeseen. Lisäksi viljelykierrossa se katkaisee viljojen tautipainetta ja sillä on hyvä esikasviarvo. Jussilan tilalla härkäpapu kiertää lähes jokaisella lohkolla, jopa multamailla, joilla sen viljelyä ei varsinaisesti suositella.

### Hyvän härkäpapusadon edellytyksiä

Härkäpavun keskisato Jussilan tilalla on kahdeksan vuoden ajalta laskettuna ollut noin 3700 kg/ha ja heikoimpienkin vuosien keskisato on ollut noin 2800 kg/ha. Parhaimmillaan satoa on tullut 4500 kiloa hehtaarilta.

Härkäpavun viljelyn onnistumisen perusedellytys Jussilan mukaan on, että pellon vesitalous on kunnossa. Maan tulee säilyttää riittävä kosteus keväällä, mutta pellolla ei saa olla seisovaa vettä. Maan pH:n tulee olla minimissään kuuden paikkeilla. Pelto saisi olla kohtuuaikainen, jotta kylvöille pääsee hyvissä ajoin. Kovin poutiville maille Jussila ei härkäpapua suosittele. Kovinkaan hallanherkkänä hän ei härkäpapua pidä. Huippusadon saamisen perusedellytyksenä Jussila pitää riittävän aikaista kylvöajankohtaa. Kylvöille olisi hyvä päästä niin aikaisin, että maassa on vielä riittävästi kosteutta härkäpavun hyvän alkuunlähdon turvaamiseksi. Härkäpavun tulee olla ensimmäisiä kylvettäviä kasveja ja pellolla on syytä lähteä heti, kun maa on sen verran kuivahtanut, ettei se enää tiivisty koneiden painosta.

Kosteutta maassa on oltava reilusti, sillä härkäpapu sitoo kaksi ja puolikertaisesti oman painonsa verran vettä ennen varsinaista itämistä. Riittävän kosteuden varmistamiseksi Jussila suosittelee kylvösyvyydeksi noin 8 cm:n syvyyttä. Jussilan tilalla kylvö perustuu pääosin suorakylvöön. Jos maa pääsee kuorettumaan härkäpavun kylvön jälkeen ennen sen taimettumista, kuorettumaa ei kannata heti lähteä rikkoamaan, sillä härkäpapu kasvaa hyvin todennäköisesti sen läpi.

Kylvösiemenen määrän Jussila määrittää mieluummin kylvötiheytenä kuin kilomääränä, sillä siemenen koko saattaa vaihdella huomattavastikin. Vuodesta riippuen tuhannen siemenen paino saattaa vaihdella 200 ja 400 gramman välillä. Myös suklaa-

laikun pakkotuleennuttamassa tai kuivuuden vaivaamassa kasvustossa siementen paino jää pienemmäksi kuin terveessä ja riittävästi kosteutta saaneessa kasvustossa. Kylvötiheysuositusta 80 kpl/m<sup>2</sup> Jussila pitää liian suurena. Itse hän suosittelee 70 kpl/m<sup>2</sup>, jolloin kasvusto vielä varjostaa rikkoja riittävästi, mutta ei lakoonnu yhtä herkästi kuin suurempaa kylvötiheyttä käytettäessä. Jos kyseessä on kevyempi maa, esim. multamaa, kylvötiheydeksi hän suosittelee enintään 60 kpl/m<sup>2</sup>. Siemenen ympäystä Jussila ei näe tarpeelliseksi. Todennäköistä on, että maassa on aina jonkin verran sopivaa bakteerikantaa.

Jussilan kokemusten perusteella härkäpavun viljely onnistuu niin kevytmuokatussa, kynnetyissä kuin suorakylvetyissäkin maassa. Suorakylvön etuna hän pitää sitä, että se säilyttää hyvin kevätkesteuden. Lisäksi, jos tulee kuiva kausi, suorakylvössä jäävä kate maan päällä auttaa kosteuden säilymistä maassa. Myös rikkakasvit pysyvät paremmin hallinnassa, jos maata ei muokata, sillä rikkojen siemenet eivät idä yhtä lailla olkijätteisessä kuin muokatussa maassa.

Peltoja Jussila kalkitsee tarpeen mukaan ja pyrkii ajoittamaan kalkituksen juuri ennen härkäpavun tuloa kyseiselle lohkolle. Tällöin hän pystyy hyödyntämään kalkin lunta sulattavan vaikutuksen, jolloin kylvö saattaa aikaistua parillakin päivällä.

Vaikka härkäpavun viljelyä multamailla ei suositella, niin Jussila ei pidä sitä kuitenkaan täysin mahdottomana. Suurimpana riskinä multamailla hän pitää kylvöjen viivästymistä ja siitä seuraavaa korjuuajankohdan myöhäistymistä. Multamaa jo itsessään pitkittää kasvukautta, koska maassa on kasvuvoimaa, ja jos kylvö vielä tapahtuu normaalia myöhemmin, saattaa korjuussa tulla haasteita. Siemenrikkapankki ei saa varsinkaan multamailla olla suuri, sillä multamailla kasvusto saattaa lakoutua herkästi ja jos seassa on paljon rikkakasveja, se voi haitata puintia. Vähän harvemmalla kylvöllä voidaan ehkäistä lakoutumisriskiä.



Tasaisesti taimettunut härkäpapupelto. Kuva: Samuel Jussila.

## Härkäpavun lannoitus, rikkojen torjunta ja kasvinsuojelu

Vaikka härkäpapu ei välttämättä tarvitse lannoitusta, Jussila suosittelee starttitypen antamista. Tällä varmistetaan hyvää kasvuunlähtöä, koska härkäpavun oma typensidonta ei kasvukauden alussa ole vielä käynnissä eikä viileästä maasta vapaudu pellon luontaista kasvuvoimaa. Jussila antaa kylvön yhteydessä starttityppeä noin 25 kg/ha. Muiden ravinteiden osalta tulee huolehtia erityisesti riittävästä fosforin ja kalin saannista. Starttilannoitteena hän käyttää NPK-lannoitetta peruslannoituksena ja tarpeen mukaan lisäksi StarttiP-lannoitetta.

Rikkakasvien torjunnassa Jussila käyttää glyfosaattia. Sen käytön suurimpana haasteena hän pitää oikeaa ajoitusta, vaikkakaan kovin glyfosaatinherkkänä hän ei härkäpapua pidä. Rikkakasvien torjunnan hän pyrkii tekemään juuri ennen kuin härkäpapu tulee taimelle, jotta glyfosaatti ei vaurioita taimia, mutta torjuu tehokkaasti rikat, eli on ns. ”pöydän puhdistusta”. Ruiskutusajankohdan arvioinnissa on oltava tarkkana, sillä lämpötiloista riippuen jonain vuonna härkäpapu saattaa tulla taimelle muutamassa päivässä ja jonain toisena vuonna aikaa saattaa kulua jopa kolmekin viikkoa. Matara ja savikka ovat tyyppisimpiä rikkoja, jotka suurina määrinä esiintyessään saattavat aiheuttaa erityisesti puinnissa ongelmia.

Härkäpavun kasvinsuojelua Jussila ei juurikaan ole tehnyt. Sukklaalaikun torjunnan hyödyllisyydestä hänellä ei ole selkeää mielipidettä, koska tutkimustuloksia siitä on liian vähän.

Omana kokeiluna Jussila testasi sukklaalaikun torjuntaa pienessä mittakaavassa edellisellä kasvukaudella. Vertailussa oli kaksi erillistä lohkoa vierekkäin, joista toinen käsiteltiin ja toinen ei. Lohkot eivät olleet samankokoisia, mutta sadot punnittiin erikseen kuivurin vaa’alla, jolloin lohkojen satoja pystyttiin vertailemaan keskenään. Lohkolla, jolla sukklaalaikkua oli torjuttu, satoa tuli 450 kiloa enemmän kuin lohkolla, jolla ei tautitorjuntaa tehty. Ihan kaikkea ei voida kuitenkaan laittaa tautitorjunnan hyväksi johtuen lohkojen osittaisesta erilaisuudesta, mutta satoero oli kuitenkin sitä luokkaa, että Jussila koki tautitorjunnan kannattavaksi. Kannattavuutta hän arvioi



Traktorin etuakseli lamouttaa herkästi pitkää härkäpapakasvustoa. Kuva: Samuel Jussila.



sillä varauksella, että torjunta-ainekustannukset ja työ saatiin katettua sadon lisäyksen myötä, mutta koska kokeessa oli sen verran muuttujia, ei varmaa faktaa kannattavuudesta tämän perusteella pysty antamaan. Huomioitavaa oli se, ettei 0,75 l Amistaria myöhästyttänyt kasvustoa, vaan sadot korjattiin molemmilta lohkoilta samana päivänä ja tarkalleen samassa kosteudessa, joka oli 17 %.

Mikäli härkäpapukasvustoa ruiskutetaan, se on Jussilan mukaan syytä tehdä, kun kasvusto on alle 80 cm:n korkuista. Tällöin ehkäistään kasvuston lamoontumista ja vaurioitumista koneiden alla ruiskutuksen aikana. Etenkin traktorin etuakseli lamoontuttaa herkästi. Jos kasvusto on päässyt liian pitkäksi kun siinä ajetaan koneilla, se painuu maahan ja pahimmassa tapauksessa saattaa katkeilla. Seurauksena tulee satotappioita, kun yhteytyksen loppuessa kasvusto pakkotuleentuu ennenaikaisesti.

## Härkäpavun puinti ja kuivaus

Härkäpapua Jussila ei pidä erityisen myöhäisenä kasvina, vaikka sellainen mielikuva monilla siitä on. Kasvuajaltaan se on keskimääräisen kevätvehnän luokkaa.

Härkäpavun puinti tulee tavallisesti tehdä matalaan sänkeen, Jussila ohjeistaa. Tämä siitä syystä, että alimmat pavut sijaitsevat kasvissa melko alhaalla, keskimäärin noin 10 cm:n korkeudessa maan pinnasta. Härkäpavun puintia Jussila ei pidä mitenkään hankalana. Jos kasvusto ei ole täysin laossa, puinti on yleensä aika helppoa. Yleensä kasvusto ei lakoonnu täysin vaan ns. lamoontuu puolimakaavaan asentoon ja jää irralleen maasta. Sujuvan puinnin edellytyksenä on, että kasvusto on kuivaa ja valmista. Jussilan kokemusten mukaan härkäpapu ei varise kovin helpolla. Tosin puinnissa pöytä varistaa jonkin verran, joten kaatokelan käytön suhteen ei saa olla liian aggressiivinen.

Puinti tulisi hänen mukaansa ajoittaa siihen hetkeen, kun kasvusto on täysin tuleentunut eikä siinä näy enää edes vihreitä lehtiä. "Jos on vihreitä lehtiä, yleensä on vielä vihreitä papuja mukana, vaikka silmä ei niitä välttämättä näekään" toteaa Jussila. Peruspuintiohjeena hän suosittelee, että kelan kierrokset alas, varstasilta suhteellisen auki, tuuli täysille ja seulat melko auki. Märän kasvuston puiminen aiheuttaa haasteita. Suurin ongelma on, että kostea kasvusto sotkee koneistoa. Lisäksi jos puitavassa kasvustossa on vihreitä papuja mukana, saattavat puimurin seulat tukkeutua herkästi. Sateiden jälkeen kasvusto vaatii kahdesta kolmeen päivään aikaa kuivuakseen.

Härkäpavun kuivatuksesta on erilaisia mielipiteitä. Jotkut suosittelevat kuivausta, joka tehdään vaiheittain ns. rest-pause -tekniikalla, jolloin kuivaus keskeytetään ja jatketaan esim. vuorokauden päästä, jotta kosteus pavuissa tasaantuisi ja irtoaisi paremmin. Jussilan oma kokemus on, että kuivaus suoraan tavoitekosteuteen toimii hyvin ilman välijähdytyksiä.

Siemeneksi käytettävän pavun vaurioittamista tulee välttää hyvän itävyyden turvaamiseksi. Kaikenlaista kolhimista tulee ehkäistä eikä siementä tule käsitellä pakkasella, jolloin se saattaa halkeilla. Myös korkealta pudottelu saattaa vaurioittaa siementä.

## Härkäpapu viljelykierrossa

Härkäpavun hyvä esikasviarvo perustuu sen kykyyn vähentää viljojen tautipainetta ja kykyyn jättää maaperään tyypeä, joka on seuraavan viljelykasvin käytettävissä. Maahan härkäpapu jättää tyypeä keskimäärin 30–40 kg/ha, joidenkin laskelmien mukaan

jopa 70 kg/ha. Härkäpavun maahan jättämä typpi voidaan hyödyntää viljelemällä seuraavana vuonna paljon typpeä vaativaa kasvia, kuten vehnää. Jussilan kokemusten perusteella syysvehnä on erinomainen kasvi kylvää härkäpavun jälkeen.

Mallasohran viljelyä härkäpavun jälkeen Jussila ei suosittele, sillä se saattaa nostaa raakavalkuaispitoisuuden liian korkeaksi. Riski on suuri varsinkin silloin, jos loppukasvukaudesta tulee lämmin jakso, jolloin maasta vapautuvan typen määrä lisääntyy ja seurauksena valkuaispitoisuus saattaa nousta jopa niin korkeaksi, ettei ohra kelpaa enää maltaaksi.

Jussilan esimerkki härkäpavun typpeä maahan jättämästä vaikutuksesta oli ohran rehevä kasvusto ja lakoutuminen lohkokolla, jolla esikasvina oli härkäpapu eikä lannoitustasoa vähennetty esikasviarvo huomioituna. Vertailuna oli ohralohko, jossa oli sama lannoitustaso ja esikasvina rapsi. Tämä kasvusto pysyi pystyssä.

Härkäpavun viljelyssä samalla lohkokolla Jussilalla on viiden vuoden kierto. Yleisenä suosituksena hän korostaa, että riittävästä viljelykierrosta on hyvä pitää kiinni erityisesti kasvitautien kuten suklaalaikun ehkäisemiseksi. Hänen mukaansa härkäpapua ei kannata viljellä samalla lohkokolla useammin kuin 4–5 vuoden välein. Myös härkäpavun ja öljykasvien viljelyn välissä Jussila suosittelee pitämään muutaman vuoden väliä, sillä niillä on samoja kasvitauhteja.

Kerääjäkasvien kylvöön härkäpavun kanssa Jussila suhtautuu varauksella. Siinä vaiheessa, kun härkäpapukasvusto alkaa tuleentua, siitä tulee valoa paremmin läpäisevä. Tällöin jos kerääjäkasvina on italianraiheinä, se saattaa kasvaa turhankin nopeasti ja pääsee ns. "valloilleen", jonka seurauksena puinti saattaa hankaloitua, koska se tehdään melko matalaan. Myös lakokasvustossa aluskasvit voivat vaikeuttaa puintia. Tosin jotkut ovat viljelleet apilaa aluskasvina onnistuneesti, mutta sen viljelyssä on huomioitava, että se rajoittaa helposti kasvinsuojelutoimenpiteitä.

## Kannustimia viljelyyn

Jussila kannustaa kokeilemaan härkäpavun viljelyä siitä saatavien monien hyötyjen ja hyvän kannattavuuden vuoksi. Jos härkäpavun viljelystä on huonoja kokemuksia jonkun yksittäisen, hankalan vuoden jälkeen, ei siitä kannata lannistua, vaan yrittää uudelleen. Jokaisen kasvin kohdalle saattaa joskus osua se erityisen huono viljelyvuosi, ei härkäpapu tässä ole poikkeus, toteaa Jussila.

Jussila kannustaa tilojen väliseen yhteistyöhön. Erityisen rehuntuotannossa tilojen kannattaisi tehdä nykyistä enemmän suoraa kauppaa. Tällöin jää välikäsiä pois.

Nyt suurin osa härkäpavusta menee rehuksi. Jussila peräänkuuluttaakin härkäpavun viljelyn lisäämistä ihmisravinnoksi. Tässä tarvitaan viljelijöiden ja elintarvikesektorin yhteistyön lisäämistä. Nykyisiin tarjolla oleviin elintarvikkeisiin tulisi käyttää kotimaisia raaka-aineita sen sijaan, että niitä tuodaan Ruotsista, toteaa Jussila.

Uusia härkäpapulajikkeita Jussila jo odottelee. Niiden myötä hän kokee erityisesti viljelyvarmuuden ja kannattavuuden parantuvan nykyisestä, sillä uusissa lajikkeissa on joko nykyistä Kontua suurempi satopotentiaalia tai lyhyempi kasvuaika. Samoin poudankestävyys on parantunut. Seuraavan sukupolven vähähaitta-aineiset lajikkeet kolkuttelevat seuraavaksi ovilla, ja niille on Jussilan mukaan tarvetta.

# Valkuaiskasvit viljelykierrossa hyödyttävät peltoa ja ympäristöä

Sari Peltonen • ProAgria Keskusten Liitto, Vantaa

Pentti Seuri • Luonnonvarakeskus, Mikkeli

Kooste asiantuntijatreffeiltä vk 16/2017



Sari Peltonen



Pentti Seuri

Valkuaiskasvit sopivat hyvin monipuolistamaan viljelyä. Ne tuovat samalla viljelyyn monia hyötyjä, jotka heijastuvat positiivisina ympäristövaikutuksina. Valkuaiskasvien juuristo on vahvarakenteisempaa esimerkiksi viljoihin verrattuna ja se huokoistaa siten tehokkaasti maan rakennetta, mikä puolestaan parantaa maan vedenläpäisykykyä. Tämä vähentää ravinteiden huuhtoutumisen riskiä.

Valkuaiskasvien viljely kuitenkin edellyttää, että maan rakenne on kunnossa. Heikkokuntoisessa ja tiivistyneessä peltomaassa valkuaiskasvit eivät viihdy eivätkä niiden juuret pysty kasvamaan riittävän syväälle. Valkuaiskasveista ja tarkemmin nurmipalkokasveista sinimailanen kuitenkin sopii pellon peruskunnostuksen tai syväkuohkeutuksen jälkeisenä kasvina jatkamaan maan biologista kuohkeutusta, mutta sekini vaatii, että pellon pH on hyvällä tasolla ja maa on läpäisevää.

Vaihtelun tuominen viljelykiertoon valkuaiskasvien avulla piristää myös maan mikroitoimintaa, mikä heijastuu lopulta kasvien parempana hyvinvointina ja sen myötä parempana sadontuottona. Hyvin kasvavat kasvit sitovat tehokkaasti annetut ravinteet satoon, mikä alentaa ravinnetaseita ja vähentää ravinteiden huuhtoutumisriskiä.

Valkuaiskasvit kukkivat yleensä näyttävästi, joten ne houkuttelevat luontaisia pölyttäjiä puoleensa. Valkuaiskasvit toimivat siten myös luonnon monimuotoisuuden ylläpitäjinä ja lisääjinä.

## Valkuaiskasvit viljelykierrossa vaikuttavat typen kiertoon

Typpeä sitovat valkuaiskasvit tasapainottavat maan ravinnetilaa. Palkokasvien sitoma typpi vähentää typpilannoituksen tarvetta kahdella tapaa: niiden oma lannoitus-tarve on muita kasveja huomattavasti vähäisempää ja toisaalta niiden ilmasta sitoma typpi vähentää seuraavan kasvin typen lannoitustarvetta. Nurmipalkokasvit puolestaan rehunurmiseoksissa vähentävät samaan tapaan typpilannoituksen tarvetta, mutta toisaalta myös ostovalkuaisen tarvetta.

Typpeä sitovat palkokasvit kannattaa sijoittaa viljelykierrossa paljon typpeä hyödyntävien viljelykasvien kuten esimerkiksi vehnän edelle. Parhaassa tapauksessa näin voidaan varmistaa satoisien vehnälaajikkeiden myllylaatu, jos typpilannoituksen enimmäismäärät tulevat vastaan.

Yksi palkokasvien heikkous ympäristönäkökulmasta on, mitä tapahtuu kasvitähteisiin varastoituneelle typelle talven aikana. Tämän takia kaikki keinot, joilla tyyppi saadaan säilymään tallessa, on otettava käyttöön. Jotta valkuaiskasvien sitoma tyyppi saadaan säilymään maassa talven yli, kannattaa hyödyntää esimerkiksi kerääjäkasveja. Kerääjäkasvit osana ympäristökorvausta tulee kylvää pääkasvin yhteydessä tai heti sen jälkeen. Valkuaiskasveille sopii parhaiten heinämäiset kerääjäkasvit, kuten italianraiheinä. Sen voi kylvää hyvin jo valkuaiskasvin kylvön yhteydessä, koska valkuaiskasvien alkukehitys on sen verran hidasta, että italianraiheinä pääsee hyvin kehittymään sen alla ja jää sitten kasvamaan alle, kunnes pääkasvin sadonkorjuun jälkeen sitten taas pääsee uudestaan kasvun vauhtiin. Kasvaessaan valkuaiskasvin alla, raiheinä käyttää maasta vapautuvaa typpeä, mikä edistää valkuaiskasvien omaa typensidontaa. Herneellä kerääjäkasvin käyttö voi muodostaa riskin, koska etenkin raiheinä kerääjäkasvina saattaa helposti kasvaa varsinkin matalakasvuisen ja harvan herneen yli, ja aiheuttaa siten ongelmia herneen kasvussa ja etenkin korjuussa.

Italianraiheinä on nopeakasvuinen, joten myös sen kylvö valkuaiskasvin sadonkorjuunkin jälkeen onnistuu ja se ehtii kasvamaan ja sieppaamaan ravinteita, varsinkin jos syksy on pitkä ja lämmin. Myös syysvilja tai aikaisissa kasvustoissa myös syyrapsi ovat hyviä vaihtoehtoja kylvää valkuaiskasvien jälkeen ravinteita sieppaamaan. Näin siis silloin, kun kerääjäkasvien ympäristökorvausta ei aiota käyttää, esimerkiksi jos kerääjäkasvien korvaukseen oikeuttava pinta-ala on jo täynnä. Jos valkuaiskasveja käytetään täyttämään ekologista alaa Ahvenanmaan, Uudenmaan ja Varsinais-Suomen alueella, on hyvä huomioida, että ekologisella alalla kerääjäkasville ei makseta tukea eli tältä osin ei voida hyödyntää ympäristökorvausjärjestelmää.

## Palkokasvien typensidonnan edistäminen

On tärkeää varmistaa, että palkokasvien kasvuedellytykset ovat hyvät, sillä silloin myös typensidonta toimii. Typensidonnan toiminnan voi tarkistaa juurinyströiden punaisesta väristä. On myös hyvä muistaa, että jos maassa on tarjolla liukoista typpeä, palkokasvit käyttävät sitä, ja silloin oma typensidonta jää vähäiseksi.

Peruseriaate typensidonnan vauhdittamiseksi ja ylläpitämiseksi on pitää typensitajakasvusto, esim. viherlannoituskasvusto sopivalla niittorytmytyksellä mahdollisimman vahvassa, jatkuvassa vegetatiivisessa kasvussa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kasvusto niitetään tai latvotaan juuri ennen kukintaa. Tämä voi edellyttää niittoa 2–4 kertaa kesässä. Niitto tehdään ennen kukintaa, koska palkokasvien typensidontateho on suurimmillaan kukinnan alussa. Niittoa ei tule tehdä alle 10 cm:n sänkeen, koska se heikentää jo kasvua.

Härkäpavun typensidontapotentialiaali on hennettä isompi, mutta ero ei ole kovin suuri. Härkäpavun typensidonnaksi arvioidaan 50–100 kg N/ha/vuosi, kun se herneellä on 40–80 kg N/ha/vuosi. Ero johtuu todennäköisimmin härkäpavun rehevämmästä ja voimakkaammasta kasvustorakenteesta herneeseen verrattuna, ja myös siitä, että härkäpapu jatkaa typensidontaa pitkälle syksyyn, jos vain olosuhteet sallivat, päätteettömän kasvutapansa takia.

Härkäpavun jälkeen arvioidaan maahan jäävän 20–70 kg N/ha ja herneen jälkeen 10–40 kg N/ha käytettäväksi seuraavalle kasville. Typen vapautumiseen kasvustotähteistä vaikuttaa kasvustotähteiden hiili-typpi -suhde. Optimaalisena suhdelukuna maan hajottajamikrobien kannalta pidetään lukua 24. Härkäpavulla C/N-suhde on 32 ja herneellä 29. Siten herneen kasvustotähteistä tyyppi vapautuu asteen paremmin, mutta ero ei ole kovin suuri. Myös hernekasvuston raakavalkuaispitoisuus (190–220 g/kg ka) on jonkin verran härkäpavun kasvuston (180–210 g/kg ka) valkuaispitoisuutta suurempi.

Käytännön mittaamenetelmiä typensidonnan määrän arvioimiseksi ei ole juurikaan olemassa, vaan typensidonnan määrää pyritään arvioimaan kasvuston biomassan ja typpipitoisuuden perusteella, ja tulevaisuudessa yhä enemmän mallinnuksen avulla.

## Palkokasvien muut esikasvivaikutukset

Palkokasvit viljan viljelykierrossa vähentävät kasvinsuojeluriskejä katkaisemalla muun muassa viljojen tautien elinkierron. Palkokasvien viljelyssä itsessään suosittel- laan myös 4–5 vuoden väliä, jotta niiden omat taudit ja tuholaiset eivät pääse yleis- tymään.

Hyvän viljelykierron noudattaminen kevennetyissä muokkausmenetelmissä kuten suorakylvössä on tärkeämpää kuin kynnössä, koska muuten yksipuolisessa viljelyssä muokkaamattomat kasvintähteet pellon pinnalla toimivat merkittävänä taudin läh- teinä seuraavalle kasvukaudelle, jollei viljelykasvia vaihdeta. Palkokasvit ovat hyviä viljelykiertokasveja viljan viljelyssä suorakylvössä. Ne ovat siinäkin mielessä hyviä esikasveja suorakylvössä, että niistä ei jää paljon kasvintähdettä pellon pintaan, mikä haittaisi viljelytoimia. Maan rakenteen täytyy olla läpäisevä ja huokoinen suorakyl- vössä, jotta palkokasvit viihtyvät ja kasvavat hyvin.

## Palkokasvien typen huuhtoutumisen riski eri muokkausmenetelmissä

Muokkausmenetelmien vaikutuksesta palkokasvien typen huuhtoutumisen riskiin ei ole selkeitä vastauksia, koska syksyn ja viimeistään talven ja kevään olosuhteet vaikuttavat paljon huuhtouman syntyyn. Muokkaamattomassa maassa kasvintäh- teiden hajoaminen on hidasta, koska kasvintähteitä ei sekoiteta maan sisälle, jossa ne pääsisivät maamikrobien kanssa kontaktiin ja hajotustoiminta käynnistyisi. Siten, jos maassa ei ole vapaana liukoista typpeä ja suurin osa ravinteista on sitoutuneena kasvintähteisiin, ravinteiden huuhtoutumisriski tällaisessa tapauksessa on vähäistä. Toisaalta sateisina syksyinä typen pintahuuhtouma voi olla merkittävä varsinkin, kun ravinteet suorakylvössä kerääntyvät maan pintakerrokseen.



Kuva: Katariina Manni, HAMK

Jos maa muokataan, tyyppipitoisten kasvustotähteiden muokkaus suositellaan tehtäväksi mahdollisimman myöhään syksyllä juuri sen takia, ettei maan mikrobihajotustoiminta lähtisi käyntiin liian aikaisin, mikä lisää riskiä typen huuhtoutumiselle jo syksyllä. Palkokasveilla iso osa tyypestä on varastoituneena orgaanisessa muodossa juuristossa, jolloin se koskemattomassa suorakylvömaassa on paremmin suojassa huuhtoumalta.

## **Palkokasvien käyttö viherlannoituksessa**

Palkokasvien viljelyssä erityistä huomiota tulisi kiinnittää koko viljelysysteemiin. Mikäli palkokasveja viljellään vain viherlannoitustarkoituksiin, jolloin koko kasvusto muokataan seuraavan kasvin lannoitteeksi, saattavat typen tappiot olla jopa saman suuruiset kuin syksyllä levitetyn karjanlannan typpitappiot.

Palkokasvien sato tulisikin aina korjata talteen joko karjan rehuksi tai ihmisravinnoksi. Talteen korjatun palkokasvin satotähteet, juuristobiomassa, säнки ja mahdolliset oljet, sisältävät huomattavasti vähemmän ravinteita kuin itse sato. Yleensä talteen korjatun sadon osuus on vähintään puolet koko biomassan ravinnemäärästä. Tuleentuneen biomassan hajoaminen sadonkorjuun jälkeen on huomattavasti hitaampaa kuin vihreänä maahan muokatun biomassan hajoaminen. Kannattaa siis harkita, niitäkö kasvuston kesken kasvukauden vai antaako kasvaa koko kasvukauden. Rikkakasvien torjuntastrategia on usein se määräävä tekijä.

Palkokasvikasvuston käsittelyllä syksyllä voidaan jonkin verran vaikuttaa ravinnetappioiden syntyyn. Nyrkkisääntö on, että elävästä kasvustosta ravinnetappiot ovat aina vähäisemmät kuin kuolleesta biomassasta. Näin ollen viherlannoituskasvusto kannattaa pitää elossa mahdollisimman myöhään syksyyn. Mikäli maalaji ja seuraavan vuoden viljelykasvi mahdollistavat, kasvuston tuhoaminen tulisi jättää aina seuraavaan kevääseen. Yksivuotisten kasvien osalta tämä ei yleensä aiheuta mitään erityisiä ongelmia seuraavana keväänä, sillä edellisen vuoden palkokasvi kuolee talvella eikä jää rikkakasviksi. Sen sijaan talvehtivat palkokasvit, nurmipalkokasvit, saattavat kiusata jonkin verran seuraavana vuonna, jos kasvusto muokataan vasta keväällä.

## **Palkokasvien käyttö luomutilan viljelykierrassa**

Palkokasvit muodostavat oleellisen osan luomutilan viljelykiertoa, koska niiden avulla ladataan tyypeä maahan seuraavia kasveja ajatellen. Yleensä luomukierroissa palkoviljoja (härkäpapua, hernettä) viljellään yhtenä vuotena neljästä tai viidestä, ja ne sijoitellaan kiertoon viljojen ja nurmien lomaan. Nurmivuosista vähintään yksi on viherlannoitusnurmi, jossa on nurmipalkokasveja kuten apilaa. Luomutuotetuista valkuaisrehuista on jatkuvaa kysyntää, joten sikäläkin palkokasvit luomutilan kierrossa ovat tärkeitä.

Silloin kun nurmirehulle on käyttöä rehuna, tärkeimmäksi palkokasviryhmäksi muodostuvat nurmipalkokasvit (apilat, mailaset, vuohenherne). Nyrkkisääntö on, että niiden osuus viljelykierrassa ei saisi ylittää puolta (50 %). Lisäksi tällaisessa nurmiviljelykierrassa voi olla yksivuotisia palkokasveja (herne, härkäpapu, virmat) mutta niitä saisi samalla lohkolle olla korkeintaan kerran neljässä–viidessä vuodessa. Eläintieteys tällaisessa melko omavaraisessa viljelysysteemissä on 0,4 – 0,7 ey/ha. Tällöin lantaa riittää kerran neljässä–kuudessa vuodessa samalle lohkolle.

Palkokasvinurmen pituus voi olla tilanteesta riippuen 2–4 vuotta. Mitä korkealaatuisempaa nurmirehua tarvitaan (lypsylehmät, lihanaudat), sitä nopeakiertoisemmalla nurmella sitä saadaan (2 vuotta). Emolehmiä kasvatusta ja laajaperäinen lammastalous, sekä tietyin rajauksin hevosten heinäntuotanto voi perustua 3–4 -vuotisiinkin palkokasvinurmiin.

### **Esimerkkejä luomukarjatilän viljelykierroista:**

**Voimaperäiseen kotieläintalouteen, mahdollistaa myös yksimahaiset kotieläimet osana kotieläintaloutta:**

1. vuosi puna-apila – timotei -nurmi (säilörehuksi)
2. vuosi puna-apila – timotei -nurmi (säilörehuksi ja laitumeksi)
3. vuosi vilja tai öljykasvi (rypsi, rapsi)
4. vuosi palkovilja (herne, härkäpapu) – puhtaana tai viljaseoksena
5. nurmenperustamiskasvusto (esim. vilja + nurmensiemen), joka saa karjanlantaa

**Laajaperäisempään kotieläintuotantoon:**

1. vuosi puna-apila – timotei -nurmi (säilörehuksi/kuivaheinäksi)
2. vuosi puna-apila – timotei -nurmi (säilörehuksi/kuivaheinäksi)
3. vuosi (laitumeksi)
4. vuosi vilja
5. vuosi vihanta virna – vilja -kasvusto säilörehuksi
6. vuosi nurmenperustamiskasvusto (vilja – nurmensiemen), joka saa karjanlantaa

**Karjaton viljelykierto**

1. vuosi puna-apila – timotei -nurmi (silputaan 1 – 2 kertaa)
2. vuosi puna-apila – timotei -nurmi (silputaan keskikesällä, perustetaan kasvusto (syysrapsi, syysruis, syysvehnä) tai rikkamuokataan seuraavaa kevättä varten)
3. ed. syksyn kasvusto tai kevätvilja (mahdollisesti aluskasvi tai kerääjäkasvi)
4. palkovilja (herne, härkäpapu)
5. suojavilja + nurmensiemen

# Kokemuksia kasvukauden 2015 valkuaiskasvien viljelystä

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Marketta Rinne, Kaisa Kuoppala ja Hannu Känkänen • Luonnonvarakeskus, Jokioinen

Kooste asiantuntijatreffeiltä vk 49/2015



Katariina Manni



Marketta Rinne



Kaisa Kuoppala



Hannu Känkänen

## Kevät enteili valkuaiskasvien viljelyn nousukautta

Keväällä ennen varsinaisen kylvökauden alkua suunnitellut valkuaiskasvien kylvöpinta-alat lupailivat hyvää. Erityisesti herneen ja härkäpavun viljelyssä odotettiin huimaa lisääntymistä. Niiden viljelyn odotettiin jopa kaksinkertaistuvan edellisestä vuodesta viljelijöiden kylvöaikomusten perusteella.

Odotettavissa oli, että härkäpavun viljelyala ylittää 15000 hehtaaria ja herneen ala kasvaa 13000 hehtaariin. Suunnitelmien toteutuessa härkäpavun kokonaissato olisi 60 ja herneen 90 prosenttia suurempi kuin viime vuonna.

## Herneen ja härkäpavun viljelyalat kaksinkertaistuivat

Keväällä pitkään jatkuneet ja paikoin hyvinkin rankat sateet viivästyttivät kylvöjä pahasti ja saivat monet viljelijät muuttamaan kylvösuunnitelmiaan. Tämä ei kuitenkaan näkynyt merkittävästi herneen ja härkäpavun viljelyssä.

Herneen ja härkäpavun kylvöissä onnistuttiin niin hyvin, että niiden viljelyalat kaksinkertaistuivat. Luonnonvarakeskuksen julkaisemien satotilastojen mukaan herneen sato on yli 70 ja härkäpavun vajaa 50 prosenttia edellisvuotta suurempi. Haasteellinen kasvukausi näkyi kuitenkin siinä, että hehtaarisadot jäivät edellisvuotta heikommiksi. Satotilastoista voi lukea lisää täältä: <https://www.luke.fi/tiedote/syysviljoista-ennatysasadot-rukiista-omavaraiseksi/>. Rukiin, rapsin ja kuminan lisäksi härkäpapu oli tuottavimpien viljelykasvien joukossa. Lisää kannattavuuslaskelmista voi lukea täältä: <https://www.proagria.fi/ajankohtaista/viljantuotannon-ennakkotulokset-2015-kannattavaan-tulokseen-vaaditaan-hyva-sato-5869>



## Kasvukauden sääolot monin tavoin vaikeat

Sääoloiltaan hankalan kevään jälkeen kasvukausi eteni epäsuotuisissa olosuhteissa. Sää jatkui sateisena ja osalla pelloista kylvöt jäivät pahasti veden peittämiksi, jolloin siemenet tukehtuivat märkyyteen. Märkyys näkyi monin paikoin myös epätasaisina kasvustoina. Sateiden lisäksi alkukesän kiusana olivat kovat tuulet ja kylmyys, mikä vaikeutti kasvinsuojelutoimenpiteitä.

Kasvukauden edetessä eläteltiin toivoa vähäsateisesta ja lämpimästä loppukesästä, joka voisi mahdollistaa edes kohtuulliset satotoiveet. Lämpöjakso saatiinkin loppukesälle, mutta sadonkorjuukauden alettua saapuivat sateet, jotka haittasivat monin paikoin puinteja ja rehuntekoa.

## Herneen ja härkäpavun viljelykokemuksia Mustialassa

Hämeen ammattikorkeakoulun Mustialan yksikössä viljeltiin kasvukaudella 2015 useita valkuaiskasveja. Osassa säilörehunurmista oli mukana apilaa ja sinimailasta, ja lisäksi viljeltiin hernettä ja härkäpapua.

Hernelajikkeena oli Rocket. Sen korjuu tapahtui puimalla ja varastointi murskesäilöntänä. Härkäpapulajikkeina käytettiin Kontua ja Fuegoa, joista Kontu puitiin ja murskesäilöttiin ja Fuegosta tehtiin säilörehua.

### Hernettä murskesäilöntään

Herneen kylvä tapahtui 17.–18.5.2015. Kylvösiemenmäärä oli 250 kg/ha. Starttilannoitteena oli YaraMila NK2 (22-0-12), 200 kg/ha. Herne kärsi kevään ja alkukesän sateista ja märästä maasta, jonka seurauksena taimettuminen sekä kasvuston myöhempi kehitys oli hyvin epätasaista.

Hernepellossa rikkoja alkoi kasvaa jo hyvin varhaisessa vaiheessa keväällä osittain ehkä johtuen siitä, että pelto oli vain kevytmuokattu ennen kylvöä. Rikkakasvien torjuntaruiskutus tehtiin 17.6. Fenixillä, käyttömäärä 1 l/ha, ja se tehoi hyvin. Onnistuneesta rikkakasviruiskutuksesta huolimatta mm. jatkuvien sateiden seurauksena peltoon muodostui rikkoja uudelleen, mutta tällöin niitä ei voitu enää ruiskuttaa, koska herneen kasvu oli jo niin pitkällä. Rikkakasveista ei kuitenkaan muodostunut suurta haittaa, koska rehevä hernekasvusto tukahdutti rikkakasvit.

Herneen puinti ajoittui aikavälille 3.–10.10. Puintikosteus oli n. 20 %. Herne viljeltiin puhdaskasvustona ja se lakoontui pahasti. Lakokasvusto vaikeutti puintia ja lisäsi korjuutappioita merkittävästi, kun osa sadosta jäi puimatta. Lisäksi varsi oli puintihetkellä sitkeää ja se vaikeutti kasvuston saamista puimurin pöydälle. Puinnan jälkeen herneet murskattiin ja sekaan lisättiin AIV 2 Plus -säilöntäainetta n. 5–6 l/tonni. Varastointi tehtiin laakasiiloon. Keskimääräinen sato oli 14 %n varastokosteuteen muutettuna n. 2100 kg/ha.

### Härkäpapua murskesäilöntään ja säilörehuksi

Härkäpavun kylvä aloitettiin 2.6. ja saatiin päätökseen 4.6. Kylvösiemenmäärä oli 220 kg/ha. Starttilannoitteena oli YaraMila Y3 (23-3-8), 110 kg/ha.

Kasvinsuojelutoimenpiteitä ei pystytty tekemään alkukesän sateisten, tuulisten ja kylmien säiden vuoksi. Härkäpapu hyötyi alkukesän kosteudesta ja taimettui tasai-



Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

sesti. Siinä vaiheessa, kun härkäpavun rikkakasviruiskutus olisi ollut ajankohtainen, rikkoja oli melko runsaasti. Sen perusteella rikkakasvien torjunta näytti tarpeelliselta ja se olisi tehty, jos sääolot olisivat sen sallineet.

Rikkakasvit pysyivät kuitenkin kurissa rehevän kasvuston ansiosta. Härkäpapusäilörehun kasvaessa kasvusto oli niin rehevää, että se tukahdutti rikkakasvit. Puitaessa rikoista ei ollut haittaa. Rikkakasvien mahdollista vaikutusta satoon on vaikea arvioida. Kasvitaudeista esiintyi suklaalaikkua, mutta ei kuitenkaan merkittäviä määriä.

Molemmat lajikkeet, Kontu ja Fuego, pysyivät hyvin pystyssä korjuuhetken saakka. Härkäpapusäilörehun teko päästiin aloittamaan 13.9. ja se saatiin päätökseen 22.9. Korjuu tapahtui niittämällä kasvusto ja korjaamalla se noukivaunulla. Varastointi tehtiin laakasiilon. Pieni osa kasvustosta paalattiin. Laakasiilosäilörehu säilöttiin käyttämällä AIV 2 Plus -säilöntäainetta n. 5–6 litraa/tonni. Kasvusto oli korjuuhetkellä märkää. Kuiva-ainepitoisuus oli vain n. 200 g/kg, mikä näkyi runsaana puristenesteen määränä.

Härkäpapusäilörehu voi olla haastavaa säilöttävää ainakin jos kasvusto on tuoretta eikä sitä esikuivata tai jos esikuivausolosuhteet ovat huonot. Tällaisissa olosuhteissa haposäilöntä on varmin vaihtoehto.

Kesällä 2013 Luken (silloinen MTT) Ruukin toimipisteessä tehtiin säilörehua härkäpavusta ja herneestä kevätvehnän kanssa. Sen kesän olosuhteissa kevätvehnä ei pärjännyt kilpailussa palkokasveille todennäköisesti lämpimän alkukesän siivittämänä, mikä joudutti palkokasvien kasvua. Tämän seurauksena vehnän osuus korjattavasta rehusadosta jäi 10–15 prosenttiin. Lisäksi rehut olivat korjattaessa märkiä, kuiva-ainepitoisuus vain noin 17–18 %. Muurahaishappopohjainen säilöntäaine paransi säilönällistä laatua kun vertailussa olivat mukana biologiset säilöntäaineet ja kontrolli, joka säilöttiin ilman säilöntäainetta. Lisää säilöntäkokeesta ja muista palkokasvikokemuksista löytyy MTT:n raportista 175: **Seppälä, A., Kuusisto, K., Mäki, M. & Rinne, M. 2014. Eri säilöntäaineiden soveltuvuus härkäpapevehnä- ja hernevehnäkokoviljojen säilöntään. Edistystä luomutuotantoon – loppuraportti. Toim. A. Huuskonen. MTT Raportti 175. s. 38–72.**

Härkäpavun korjuussa säilörehuksi varisemistappioita aiheuttaa erityisesti rehun käsittely korjuun aikana. Mitä enemmän sitä joudutaan käsittelemään (korjuu suoraan pystykasvustosta vs. niitto, mahdollinen karhotus ja korjuu), yleensä sitä enemmän varisemistappioita syntyy. Esikuivaus vähentää kuitenkin säilöntätappioita, joita aiheuttavat puristenesteen erittyminen, pidemmälle etenevä käyminen ja mahdolliset virhekäymiset.

Korjuuajankohdalla on myös vaikutusta varisemistappioihin, sillä mitä tuleentuneempi kasvusto on, sitä enemmän papuja yleensä varisee. Jonkun verran varisetta papuja näkyy tyypillisesti sänkipelolla, mutta niiden määrä kokonaissadosta on loppujen lopuksi usein varsin pieni kokonaissatoon verrattuna. Liian aikaisintaan ei korjuuseen kannata ryhtyä, jottei kuiva-ainesato jää turhan alhaiseksi tai että palot eivät ole ehtineet täytyä, mikä puolestaan heikentää rehuarvoja. Korjuutappioihin voi vaikuttaa myös koneiden säädöillä ja ajonopeudella.

Kontu-lajikkeen puinti tapahtui 7.10. Kasvusto oli tällöin jo hyvin tummunutta ja palot mustuneet, mikä on tuleentuneen kasvuston ominaisuus. Puintia edeltävänä yönä ja vielä aamulla oli pakkasta useampi aste, mikä teki härkäpavun palon kuoresta kostean ja nahkean sen sijaan, että se olisi ollut kuivan rapsakka. Tämän seurauksena kaikki palot eivät auenneet puitaessa ja kokonaisia palkoja joutui papujen sekaan erottuen mustuneina palkoina vaaleiden papujen seassa. Palkojen kuorista ei kuitenkaan pitäisi olla erityistä haittaa ruokinnassa. Rehuarvoiltaan ne ovat todennäköisesti itse papuja huonompia, mutta osuus koko massan kuiva-aineesta on kuitenkin sen verran pieni, ettei sillä ole suurtakaan merkitystä.

Puintikosteus oli korkea, 48 %. Puinnin jälkeen pavut murskattiin ja sekaan lisättiin AIV 2 Plus -säilöntäainetta n. 5–6 l/tonni. Varastointi tehtiin laakasiiloon. Keskimääräinen sato oli 14 %:n varastokosteuteen muutettuna n. 2100 kg/ha.

## **Yhteenvetoa kasvukauden aikaisista kokemuksista**

### **Palkokasvien lannoitus**

Käyttämämme starttilannoite härkäpavulle vaikutti kuluneen kasvukauden olosuhteissa riittävältä. Kasvusto oli rehevää mutta pysyi hyvin pystyssä. Kasvukauden kokemusten perusteella ei näyttäisi olevan tarvetta ainakaan lisätä lannoitusta, ennemminkin voisi kokeilla sen vähentämistä.

Palkokasvit sitovat tehokkaasti typpeä ilmasta juurinystyröiden avulla, joita kasvin juuri alkaa tuottaa *Rhizobium*-bakteerin vaikutuksesta. Näin ollen ne eivät periaatteessa tarvitse lainkaan typpilannoitusta, tai lannoituksena riittää vain ns. starttilannoite, typpeä 20 kg/ha tai vähän enemmän. Starttitypen käyttöä perustellaan yleensä sillä, että sen avulla varmistetaan typen saanti kasvun alkuvaiheessa kun juurinystyrät eivät ole vielä täysin kehittyneet. Toisaalta starttitypen antamisesta saatuja hyötyjä on myös kyseenalaistettu, varsinkin jos on oletettavaa, että maaperässä on jo riittävästi typpeä ilman lisälannoitusta. Liiallinen typen saanti maasta saattaa heikentää biologista typensidontaa, lisätä lakoontumisen riskiä ja viivästyttää tuleentumista. On kuitenkin muistettava, että lannoituksessa typen lisäksi tulee varmistaa riittävä fosforin, kaliumin, rikin ja hivenaineiden saanti.

### **Korjuuvaihtoehtoista joustavuutta ja kustannussäästöjä**

Murskesäilöntä oli tämän kasvukauden pelastus varsinkin puitavalla härkäpavulla. Vaikka härkäpavun puinti tapahtui vasta lokakuussa, puintikosteus oli edelleen hyvin korkea. Kuivurissa kuivaaminen ei siis olisi ollut taloudellisesti kovinkaan kannattavaa.

Härkäpavun korjuu säilörehuksi on yksi rehuntuotannon vaihtoehto. Tällöin kannattaa käyttää reheväkasvuista, myöhäisiä lajikkeita, joista saadaan korkeita satoja. Härkäpavun korjuuajankohta on melko joustava, mikä antaa osaltaan mahdollisuuksia ajoittaa korjuu säiden ja muiden töiden kannalta optimaaliseen ajankohtaan. Härkäpapusäilörehua tehtäessä puristenesteiden hallinta on tärkeää. Esikuivatuksella hyvissä korjuuolosuhteissa voidaan pienentää puristenesteen määrää mutta samalla korjuutappiot lisääntyvät.

### **Palkokasvien viljelystä opitaan ja viljelyä jatketaan**

Herne hyötyy tukikasvista. Varsinkin rehuksi tarkoitettu herne kannattaa viljellä tukikasvin kanssa. Tällöin kasvusto pysyy paremmin pystyssä, puinti helpottuu ja korjuutappiot vähenevät.

Siitäkin huolimatta että kasvukausi ei ollut paras mahdollinen, kokemukset kotoisten valkuaiskasvien viljelystä ovat pääosin positiivisia ja niiden viljelyä ja käyttöä nautojen rehuna jatketaan Mustialassa.

### **Kerääjäkasvit kiinnostavat**

Kerääjäkasvien viljelyn supervuotena pohdittavaksi tuli, voisiko säilörehuksi korjattavan härkäpavun alle kylvää kerääjäkasvin tai seuraavan vuoden apilapitoisen nurmen. Valitettavasti aluskasveja tai nurmen perustamista härkäpavun kanssa ei ole varsinaisesti tutkittu. Käytännön kokemuksena voidaan kuitenkin todeta, että rehevän härkäpavun aiheuttama kilpailu aluskasvia kohtaan on varsin vahvaa. Toisaalta RaHa-hankkeessa on Uudeltamaalta saatu kokemus erään viljelijän pellolta, jossa Kontu-lajikkeen alla kasvanut italianraiheinä oli erittäin rehevää. Yhdistelmä tuntui toimivan hyvin. Tilanne nyt Mustialassakin testatuilla myöhäisemmällä ja rehevämällä härkäpapulajikkeilla voi olla toinen. Etenkin apila on varmasti erittäin lujilla härkäpapukasvuston pimennossa. Mutta kuten sanottu, tutkimustulosta ei ole, ja kahden palkokasvin yhteiseloa voisi ainakin kokeilla.

Vähäisten kokemusten valossa voitaisiin suositella italianraiheinää myös säilörehuksi korjattavan härkäpavun alle keräämään härkäpavun jäljiltä maahan jäävää tyypeä. Raiheinää tulee siten mukaan myös säilörehuun, ja se saattaa vaikuttaa rehun laatuun. Sadon määrä saattaa lisääntyä, kun sekaviljely tehostaa kasvupanosten käyttöä. Sen sijaan apilanurmen perustaja ottaa jo isomman riskin kylväessään apilan härkäpavun alle. Monivuotiset nurmiheinät todennäköisesti menestyvät apilaa varmemmin.

# Herneen esikasvivaikutus kevätvehnän typpilannoituksessa

Katariina Manni ja Heikki Pietilä • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Kuvat: Katariina Manni



Herne on typpiomavarainen, sillä se pystyy sitomaan ilmakehän typpeä juurinystryöissä elävien *Rhizobium*-bakteerien avulla. Tämän seurauksena se ei välttämättä tarvitse lainkaan typpilannoitusta. Herneelle voidaan kuitenkin antaa starttilannoituksena typpeä 20–40 kg/ha, sillä alkukevästä se voi kärsiä typen puutteesta muutama viikon ajan ennen kuin maa lämpenee ja juurinystryt alkavat muodostua. Startitypen tarpeeseen vaikuttaa mm. esikasvi ja maan multavuus. Typen lisäksi myös muiden ravinteiden saannista tulee huolehtia.

Herne on hyvä esikasvi viljoille, sillä se jättää ilmasta sitomaansa typpeä maaperään sängen ja juuriston hajoamisen seurauksena seuraavan kasvin käyttöön. Herneen jälkeen typpilannoitusta voidaankin vähentää 25–30 kg/ha. Herneellä on positiivisia vaikutuksia maan rakenteeseen, mikä osaltaan lisää sen esikasviarvoa. Esikasvivaiikutuksen seurauksena viljasadon määrä saattaa lisääntyä jopa useammalla sadalla kilolla yhdestä kahteen vuotta esikasvin viljelyn jälkeen. Myös siemenen koon ja valkuaispitoisuuden suurentuminen on todennäköistä.

Kokeen tarkoituksena oli selvittää, miten eri typpilannoitusmäärät vaikuttavat kevätvehnän sadon määrään ja laatuun, kun esikasvina oli herne. Tulosten perusteella tehtiin myös taloudellista tarkastelua typpilannoituksen vaikutuksista.

## Kokeen toteutus ja kasvukauden aikaisia havaintoja

Koe tehtiin Hämeen ammattikorkeakoulun Mustialan yksikön opetus- ja tutkimusmaatilalla vuonna 2016. Viljelykasvina oli kevätvehnä (Amaretto) ja sen esikasvina oli ollut herne (Rocket). Herneen keskimääräinen sato vuonna 2015 oli noin 2200 kg/ha.

Koe toteutettiin kaistakokeena yhtenä kerranteena. Kunkin kaistan pituus oli noin 150 metriä ja leveys kuusi metriä. Jokaisen koekaistan ylä- ja alapäästä puitiin 10 metrin pituinen ja 1,5 metrin levyinen koela, jolloin jokaiselta koekaistalta saatiin kaksi erillistä näytettä. Maalajina oli runsasmultainen karkea hieta.

Vehnän kylvösiemenen tuhannen siemenen paino oli 34,4 g ja siementen itävyys 97 %. Tavoiteltu kylvötiheys oli 750 kpl/m<sup>2</sup>. Siemenen kylvömäärä oli 265 kg/ha. Lannoitteena käytettiin YaraBela AXANia (27-0-0). Typpilannoitusmäärät koeruuduilla olivat 0, 40, 70, 100 ja 130 kg N/ha. Typpilannoituksen maksimimäärä 130 kg N/ha määrytyi kyseisen lohkon viljelysuunnitelman perusteella, jolla koalueen ulkopuolinen alue lannoitettiin. Koeruutujen lannoitus tehtiin kylvön yhteydessä. Koekaistat sijoitettiin niin, ettei niiden päällä tarvinnut ajaa kasvinsuojelutoimenpiteitä tehtäessä. Tämän vuoksi koekaistojen väliin jätettiin kaksi kokeen ulkopuolista kaistaa. Ne lannoitettiin lohkon viljelysuunnitelman mukaisella lannoitemäärällä 130 kg N/ha (kuva 1).

Lannoitus 130 kg N/ha	Lannoitus 100 kg N/ha	Lannoitus 130 kg N/ha, ei kokeessa	Lannoitus 40 kg N/ha	Lannoitus 70 kg N/ha	Lannoitus 130 kg N/ha, ei kokeessa	Lannoitus 0 kg N/ha
-----------------------	-----------------------	---------------------------------------	----------------------	----------------------	---------------------------------------	---------------------

Kaukjärventie

Kuva 1. Koekaistojen järjestys. Värillisissä ruuduissa oli eri lannoitusmäärien koekaistat. Valkoiset ruudut olivat kokeeseen kuulumattomia kaistoja, joiden lannoitus oli 130 kg N/ha, kuten koko ympäröivälläkin loholla.

Kasvukauden aikana havainnoitiin kasvuston kehittymistä. Ennen kylvöä jokaiselta kaistalta otettiin maanäytteet, joista määritettiin N-pitoisuudet typpisalkun liuskatesteillä, joilla mitattiin nitraatti- ja ammoniumpitoisuudet. Kasvuston orastiheydet laskettiin satunnaisista kohdista 80 cm:n matkalta noin kolme viikkoa kylvöstä. Versoutumiset laskettiin orastiheyden laskennan jälkeen noin kahden viikon kuluttua. Kasvuston lehtivihreämittaukset tehtiin kesä- ja heinäkuun lopussa SPAD-mittarilla, jonka lisäksi lehtivihreän määrää arvioitiin myös lehtivihreäkorteilla. Kasvuston korkeus mitattiin heinäkuun lopussa. Lisäksi kasvukauden aikana tehtiin rikkakasvi- ja tautihavainnot. Kukkinnan ja tuleentumisen ajankohtaa seurattiin.

Koekaistat kylvettiin ja lannoitettiin 9.5.2016 maatilamittakaavan kylvölannoittimella. Kaista, jolle ei tullut typpilannoitusta, kylvettiin 10.5. Kylvöt tehtiin hyvissä sääoloissa (kuva 2).



Kuva 2. Koekaistojen kylvöä.

Kevään suotuisten kasvuolosuhteiden seurauksena vehnä orastui tasaisesti. Typpilannoituskaistojen välisistä eroista selkeimmin erottui kaista, jolle ei annettu lainkaan lisätyppeä (kuva 3). Eri typpilannoitusmääriä saaneiden kaistojen välillä erot olivat silmämääräisesti vaikeammin havaittavissa kuin nollakaistalla. Kasvukauden aikana tehtiin tarpeenmukaiset rikka- ja tautitorjunnat koko lohkolle.

Viikolla 27 kasvustot olivat jo hyvin tähkällä (kuva 4). Lannoitusmäärien välisiä eroja näkyi silmämääräisesti. Erityisesti koekaista, joka ei saanut lisätyppeä lainkaan, erottui selkeästi harvempana ja lyhyempänä kasvustona verrattuna lisätyppeä saaneisiin kaistoihin (kuva 5). Kasvukauden suotuisten olosuhteiden seurauksena vehnäkasvuston hyvä kehitys jatkui puintiin saakka eikä lakoutumista tapahtunut (kuva 6).



Kuva 3. Vasemmalla 130 kg N/ha saanut vehnäkasvusto, oikealla kasvusto, joka ei saanut lainkaan typpilannoitetta.



Kuva 4. Koekaistat tähkällä 7.7.2016.



Kuva 5. Vasemmalla 130 kg N/ha saanut vehnäkasvusto, oikealla kasvusto, joka ei saanut lainkaan typpilannoitetta, kuva otettu 18.8.2016.



Kuva 6. Koekaistojen tuleentunutta vehnäkasvustoa 7.9.2016.

Koekaistat puitiin koeruutupuimurilla hyvissä olosuhteissa 14.9.2016 (kuva 7). Kaikilla koekaistoilla kasvusto oli tasaisesti tuleentunutta (kuvat 8). Jokainen kaista puitiin kahtena 10 metrin mittaisena ja 1,5 metrin levyisenä koealana ja koealakohtaiset sadot säkitettiin (kuva 9). Jokaisen koealan tuoresato punnittiin ja niistä otettiin näytteet kosteuden määrittämistä varten. Kosteus määritettiin kuivaamalla näytettä yön yli uunissa 110 asteen lämpötilassa. Jokaisen koealan sato kuivattiin säkeissä erillisessä säkkikuivurissa, johon puhallettiin lämmintä ilmaa (kuva 10) ja kuivauksen jälkeen niistä otettiin näytteet myöhempiä analyysejä varten, jolloin niistä määritettiin kosteus, hehtolitraino, tärkkelys, valkuainen ja sakoluku. Analyysit tehtiin Hankki- ja Oy:n viljalaboratoriossa. Puitu sato lajiteltiin rikoista ja esitetyt tulokset on laskettu lajitellusta sadosta. Satotulokset esitettiin sato muunnettuna 14 %:n kosteuteen.



Kuva 7. Koealokojen puinti koeruutupuimurilla.



Kuva 8. Vasemmalla 130 kg N/ha saanut vehnäkavusto, oikealla kasvusto, joka ei saanut lainkaan typpilannoitetta.



Kuva 9. Jokaisen koealan sato laitettiin omaan säkkiin.



Kuva 10. Säkkikuivuri, jossa säkitetyt vehnät kuivattiin.

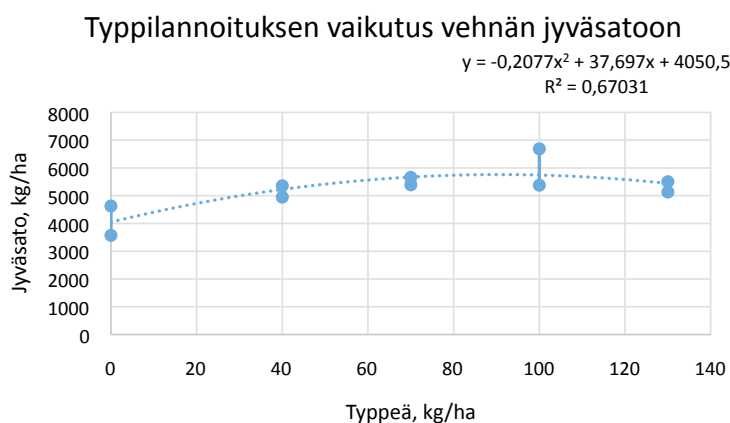


## Tulokset ja niiden tarkastelu

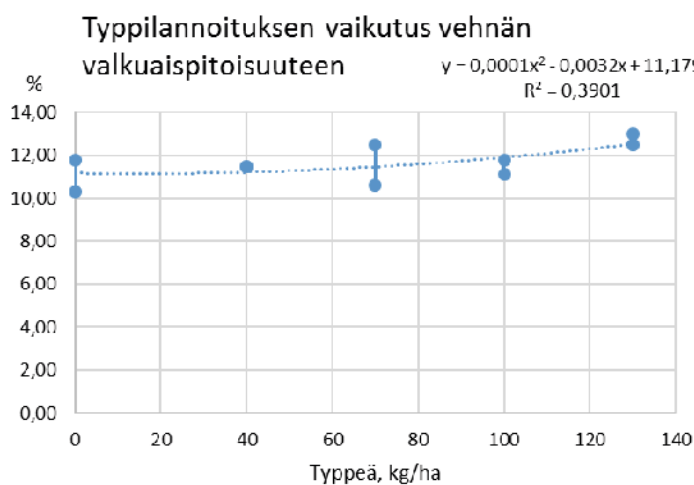
Kokeessa ei ollut mahdollista toteuttaa vertailua tilanteeseen, jossa esikasvina olisi ollut vilja, joten suoria vertailuja herneen esikasviarvosta ei ollut mahdollista tehdä. Käytännön syistä koetta ei myöskään voitu toteuttaa useampana kerranteena, joten tuloksia ei voitu analysoida tilastollisesti. Siten tulokset ovat vain suuntaa-antavia.

Herneen ollessa esikasvina typpilannoituksen lisäys suurensi vehnän hehtaarisatoa lannoitusmäärään 91 kg N/ha saakka (kuva 11). Koeruutujen ulkopuolisen alueen keskisato oli noin 4 500 kg/ha lannoitusmäärällä 130 kg N/ha.

Sadon valkuaispitoisuuden typpilannoituksella oli vaikutusta (Kuva 12). Valkuaisen määrä oli pienin, kun typpilannoitusta ei annettu lainkaan ja suurin kun lannoitusmäärä oli 130 kg N/ha. Merkittävä valkuaisen määrän suurentuminen tapahtui lisättäessä typpilannoitusta 100 kg:sta 130 kg:aan hehtaaria kohden. Muilla lannoitusmäärillä erot olivat pieniä.



Kuva 11. Kevätvehnän jyväsato eri typpilannoitusmäärillä kun esikasvina oli herne. Kunkin lannoitusmäärän kahden näytteen tulos näkyy omina pisteinään.



Kuva 12. Kevätvehnän valkuaispitoisuus eri typpilannoitusmäärillä kun esikasvina oli herne. Kunkin lannoitusmäärän kahden näytteen tulos näkyy omina pisteinään.

Lehtivihreän määrä lisääntyi tasaisesti typpilannoituksen lisääntyessä SPAD-mittarilla mitattuna ja lehtivihreäkorteilla arvioituna (taulukko 1). Lehtivihreää oli vähiten nollalisätyypellä ja eniten suurimmalla typpilannoitusmäärällä. Mittaukset tehtiin 29.6. ja 22.7.2016. Typpilannoituksen määrä vaikutti korren pituuteen ja sivuversojen muodostumiseen (taulukko 1). Mitä enemmän tyyppiä annettiin, sitä pidempi oli korsi ja sitä enemmän oli sivuversoja. Ainoastaan lannoitusmäärällä 100 kg N/ha muutos orastiheydessä ja sivuversojen määrässä oli päinvastainen, eli hieman pienempi kuin edellisellä lannoitusmäärällä.

Taulukossa 2 on keskimääräiset vehnän hehtolitrapainot, tärkkelyspitoisuudet ja sakoluvut eri typpilannoitusmäärillä. Hehtolitrapainoissa ja tärkkelyspitoisuuksissa ei ollut juurikaan eroja eri lannoitusmäärien välillä. Tosin tärkkelyspitoisuudessa typpilannoitusmäärällä 40 kg N/ha oli merkittävä poikkeama johtuen toisen näytteen muita selkeästi korkeammasta tärkkelyspitoisuudesta. Sakoluvut olivat selkeästi suurimmat kahdella suurimmalla lannoitusmäärällä. Erot tuleentumisessa ovat saattaneet vaikuttaa sakolukuun niin, että vähemmän tyyppiä saaneet ovat olleet puitaessa tuleentumisessa edellä tai jopa lievästi ylituleentuneita. Tautisuudessa ei havaittu eroja eri lannoitusmäärien välillä.

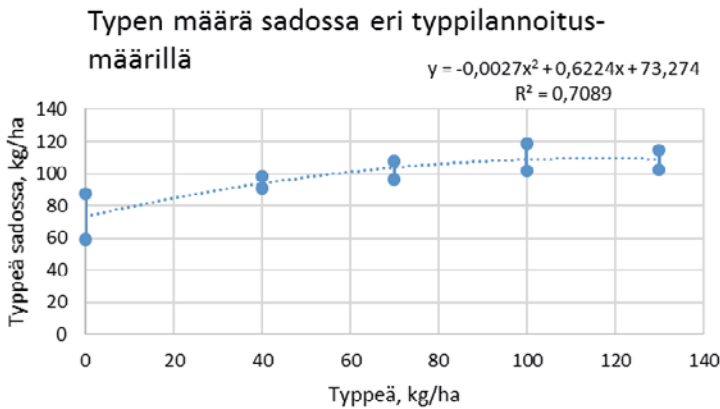
Taulukko 1. Kevätvehnän keskimääräiset lehtivihreäarvot, orastiheydet ja sivuversojen määrät eri typpilannoitusmäärillä, kun esikasvina oli herne.

	Tyyppiä, kg/ha				
	0	40	70	100	130
SPAD-arvo (29.6.2016)	45,7	47,5	49,7	51,6	52,0
SPAD-arvo (22.7.2016)	48,1	51,7	53,9	53,4	54,4
Lehtivihreäkortti (29.6.2016)	4,50	6,00	7,50	9,00	9,00
Lehtivihreäkortti (22.7.2016)	7,00	6,00	8,00	8,70	9,00
Orastiheys 80 cm:n matkalla (30.5.2016)	54	56	63	58	60
Sivuversoja, kpl (29.6.2016)	0,6	1,2	2,1	1,8	2,1

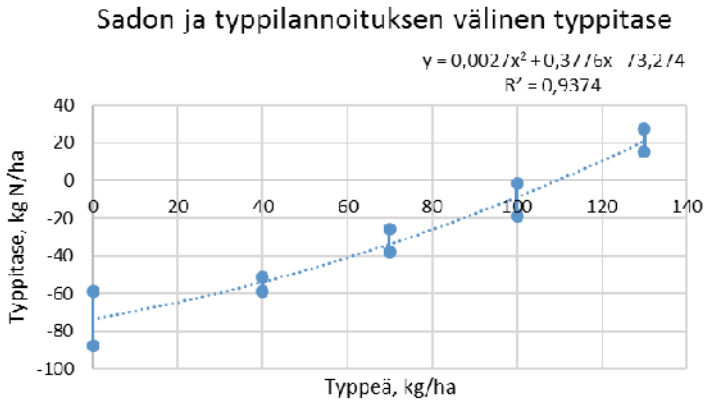
Taulukko 2. Kevätvehnän keskimääräiset hehtolitrapainot, tärkkelyspitoisuudet ja sakoluvut eri typpilannoitusmäärillä, kun esikasvina oli herne.

	Tyyppiä, kg/ha				
	0	40	70	100	130
Hehtolitrapaino, kg	79,6	80,3	79,8	79,7	80,4
Tärkkelyspitoisuus, % ka:sta	69,2	78,4	69,1	69,4	11,5
Sakoluku	192	188	179	223	244

Tarkasteltaessa typpitaseita (lannoitteen mukana tulleen ja sadossa poistuneen typen erotus) huomioimatta herneen esikasvivaikutusta ja maaperästä vapautuvaa typen määrää typpitaseet olivat negatiivisia kaikilla muilla typpilannoitusmäärillä paitsi 130 kg N/ha. Negatiiviset typpitaseet ovat osoitus siitä, että sadon mukana oli poistunut typpeä enemmän kuin peltoon oli laitettu (kuvat 13 ja 14). Kun typpilannoitusta ei annettu lainkaan, typpitase oli keskimäärin -73 kg N/ha. Lannoitusmäärällä 130 kg N/ha typpitase kääntyi positiiviseksi ja oli 21 kg N/ha.



Kuva 13. Typen määrä kevätvehnän sadossa eri typpilannoitusmäärillä kun esikasvina oli herne. Kunkin lannoitusmäärän kahden näytteen tulos näkyy omina pisteinään.



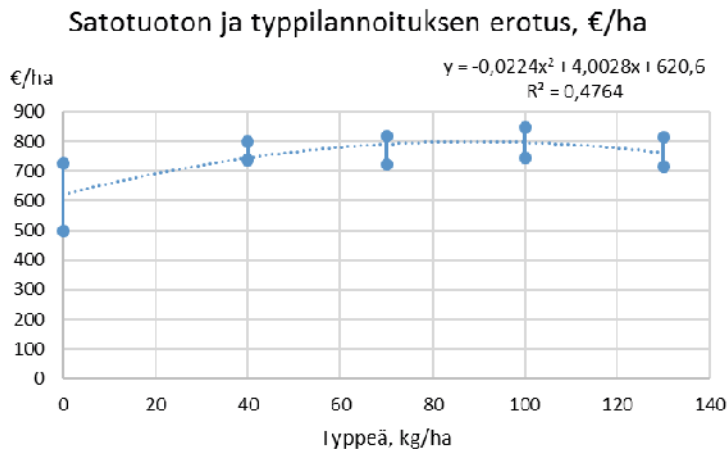
Kuva 14. Typpitase eri typpilannoitusmäärillä kun esikasvina oli herne. Kunkin lannoitusmäärän kahden näytteen tulos näkyy omina pisteinään.

Typpitaseita tarkasteltaessa voidaan olettaa, että maaperässä on ollut typpeä, jota kasvi on käyttänyt sadonmuodostukseen. Maan eloperäisen aineksen määrä eli multavuus vaikuttaa maasta vapautuvan typen määrään. Rajalan (2005, 162) mukaan runsasmultaisessa maassa typpeä vapautuu vuosittain keskimäärin 40 kg/ha. Palkoviljoilla puolestaan voi olla huomattavan suuri esikasvivaikutus, mutta tulokset eri tutkimuksissa vaihtelevat paljon. Suomessa ja Ruotsissa tehtyjen tutkimuksen perusteella on todettu, että tuleentuneena korjattujen palkoviljojen typpilannoitustehona voidaan pitää 25 kg/ha (Känkänen, Suokannas, Tiilikkala & Nykänen 2012, 30).

Mikäli maaperästä vapautuu typpeä arviolta 40 kg/ha ja tämän lisäksi huomioidaan herneen esikasvivaikutus 25 kg/ha, ilman lisälannoitusta kasvilla olisi näistä typenlähteistä peräisin olevaa typpeä käytettävissä 65 kg/ha. Tässä kokeessa nollatyppilannoituksella saatiin typpitaseeksi -73 kg N/ha, joten todennäköisesti herneen esikasvivaikutus oli arvioitua suurempi. Koekaistoilta ennen kylvöä otetuissa maanäytteissä nitraattityppeä oli noin 30 kg/ha mutta ammoniumtyppeä ei ollut ollenkaan. Keväällä maanäytteistä määritetyn typen lisäksi kasvukauden aikana vapautuu lisää typpeä kasvin käyttöön maassa olevan orgaanisen aineen hajotessa. Tämän seurauksena maasta peräisin oleva kokonaistypin määrä on todennäköisesti keväällä määritettyä nitraattitypen määrää suurempi.

Taloudellisessa tarkastelussa vehnälle käytettiin viikon 46/2017 keskimääräisiä perushintoja, jotka olivat leipävehnällä 165 €/tn ja rehuvehnällä 142 €/tn. Hinnassa huomioitiin valkuaispitoisuuden laatuvaikutus (Raisioagro 2017). Leipävehnän vähimmäisvalkuaisvaatimus oli 11,5 %. Jos valkuaispitoisuus oli tätä alempi, vehnä hinnoiteltiin rehuvehnäksi. Lisäksi valkuaispitoisuus saattoi vaikuttaa perushintaa sitä joko lisäävästi tai vähentävästi. Lannoitekustannus laskettiin käyttäen YaraBela AXANin (N 27 %) viikon 46/2017 hintaa 272 €/tn.

Kun satotuotosta (€/ha) vähennettiin lannoitekustannus (€/ha), optimaalisin taloudellinen tulos saatiin lannoitusmäärällä 89 kg N/ha (kuva 15). Taloudellinen tulos saatiin lähes samalla lannoitusmäärällä kuin mikä tarvittiin maksimisadon tuottamiseen. Vaikka suurimmalla typpilannoitusmäärällä viljan valkuaispitoisuus nousi selvästi muihin verrattuna ja sen seurauksena viljasta maksettu hinta oli korkein, hinnannousu ei kuitenkaan riittänyt kompensoimaan pienentyntä satoa ja suurentunutta lannoitekustannusta.



Kuva 15. Satotuoton ja typpilannoituksen erotus €/ha kun esikasvina oli herne. Kunkin lannoitusmäärän kahden näytteen tulos näkyy omina pisteinään.

## Johtopäätökset

Herneen esikasvivaikutus näkyi erityisesti typpitaseita tarkasteltaessa. Negatiiviset typpitaseet kaikilla muilla lannoitusmäärillä paitsi suurimmalla osoittivat, että maaperästä on vapautunut muutakin kuin lannoitteen mukana tullutta typpeä kasvien käyttöön. Paras taloudellinen tulos saatiin lähes samalla lannoitusmäärällä kuin maksimisato. Vaikka suurimmalla lannoitusmäärällä sadon valkuaispitoisuus nousi selvästi ja sillä oli hintaa nostava vaikutus, se ei silti riittänyt kompensoimaan alentuneesta sadosta aiheutuvia sadonmenetyksiä ja lisälannoituksesta aiheutuvia kustannuksia.

## Kiitokset

Kiitokset Matti Ylösmäelle (HAMK) ja opiskelija Jaakko Saukkolalle (HAMK) panoksesta kokeen toteuttamisessa.

## Lähteet

Känkänen, H., Suokannas, A., Tiilikkala, K. & Nykänen, A. (2012). Biologinen typensidonta fossiilisen energian säästäjänä. Haettu 18.11.2017 osoitteesta <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti76.pdf>.

Rajala, J. (2005). Luomuviljelyn suunnittelu: Työkirja. Mikkeli: Helsingin yliopisto, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus.

Raisioagro (2017). Sadon toimittaminen Raision myllyille ja rehutehtaille 2017–2018. Haettu 18.11.2017 osoitteesta <http://www.raisioagro.com/viljelykasvien-hinnat>.

# Valkuaiskasveja / Protein crops

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Marketta Rinne, Kaisa Kuoppala ja Eila Järvenpää • Luonnonvarakeskus, Jokioinen

Kuvat: Katariina Manni



## Herne *Pisum sativum*

Herne kuuluu yksivuotisiin palkokasveihin. Sitä voidaan viljellä puhdaskasvustona tai seoskasvustona viljojen, usein kauran tai vehnän, kanssa. Lajikkeita löytyy niin vihantarehuksi, kokoviljasäilörehuksi kuin puitavaksikin. Rehuherneeksi käytetään eri lajikkeita kuin ruokaherneeksi. Vihantarehuherneet ovat reheväkasvuisia ja tuottavat runsaasti vihermassaa kun taas puitavilla lajikkeilla on enemmän siementä suhteessa muihin massaan.

Herne on typpiomavarainen, koska se kykenee sitomaan ilmakehässä olevaa typpeä juurissa olevien *Rhizobium*-bakteerien avulla. Usein sille tosin annetaan typpeä starttilannoituksena varmistamaan hyvä alkukasvu. Muut kasvuun tarvittavat ravinteet herne ottaa kokonaan lannoitteista tai maasta. Herne on hyvä esikasvi, sillä se jättää typpeä maaperään myös seuraavan viljelykasvin käyttöön. Lisäksi se ehkäisee viljelykierrossa viljan tauteja, koska ei ole niiden isäntäkasvi.

Herne on vaateliias kasvupaikan suhteen. Parhaiten se viihtyy ilmapilla, hyväraenteisilla hietasavilla, hienoilla hiedoilla ja liejusavilla, joissa ojitus on kunnossa. Maan pH:n tulee olla 6 tai yli. Pienen juuristonsa takia herne kärsii herkästi kuivuudesta, mutta myös liiasta kosteudesta on haittaa, sillä silloin juuret kärsivät hapen puutteesta.

Herne kylvetään 5–8 cm:n syvyyteen. Kylvösiemen- ja lannoitemäärät riippuvat siitä, kylvetäänkö herne puhdaskasvustona vai seoskasvustona viljan kanssa. Ympätyn siemenen käyttö on suositeltavaa.

Herneiden valkuaispitoisuus on noin 230 g/kg kuiva-aineessa (ka) eli huomattavasti pienempi kuin ns. varsinaisten valkuaisrehujen kuten soija- ja rypsirouheiden. Toisaalta myös herneen energiapitoisuus on hyvä eli se sopii hyvin täydentämään kaikkien kotieläinten rehuannosta. Koko kasvustosta tehty säilörehu sopii märehitijöiden ruokintaan.

Herne on hyvä valkuaisen lähde myös ihmisille. Ruokahernelajikkeet ovat tyypillisesti vihreäsiemenisiä ja niillä on hyvät keitto-ominaisuudet. Kuivattuja herneitä voi perinteisen rokan lisäksi käyttää liottamisen ja kiehauttamisen jälkeen monipuolisesti mm. salaateissa, keitoissa, muhennoksissa ja lisäksi. Tuoreet ja tuoreena pakastetut tai tölkitetyt herneet soveltuvat syötäväksi sellaisenaan tai niitä voi lisätä ruokaan tai vaikkapa smoothieen. Kotona pakastettaessa herneet on hyvä ryöpätä ennen pakastusta säilyvyyden parantamiseksi.

## **Pea** *Pisum sativum*

Pea is an annual grain legume. It can be grown as a pure stand or mixed with cereal grains, typically oats or wheat. There are numerous varieties available which are suited for biomass or seed production. Further, different varieties are used for feed or food. Pea varieties for biomass production form strong leafy stands while those used for seeds produce higher proportion of the biomass in the form of seeds.

Pea is self-sufficient in terms of nitrogen thanks to the Rhizobia-bacteria in its roots. Other main nutrients, phosphorus and potassium, need however to be supplied. Pea has a high value in the crop rotation as it provides nitrogen for the following crops as well. Further, it does decrease pressure of diseases against cereals.

Pea has high requirements for the soil quality. It thrives best on light well-structured soils (sandy and loamy soils with moderate clay and organic matter content), which are well drained. The pH of the soil should be 6 or above. Due to its small roots, pea easily suffers from draught, but too wet conditions are also bad leading to lack of oxygen for the roots.

Peas are sown to 5–8 cm depth. The amount of seeds and fertilizers used depends on whether the pea is cultivated as a pure stand or mixed with cereals. Inoculation of the seeds is recommended.

The crude protein concentration of peas is approximately 230 g per kg dry matter (DM), which is clearly less than that of the actual protein supplements such as soybean or rapeseed meal. On the other hand also the energy value of peas is high so that they are well suited for the feeding of farm animals. Whole crop silage made from a pure or mixed pea stand is suitable for feeding ruminants.

Peas are an excellent source of plant protein in human nutrition. Pea varieties for human consumption are typically green in colour and they are well suited for different uses. After soaking and cooking dried peas can be used for many foods such as the traditional pea soup, salads, mashes, side dishes etc. Fresh peas and freshly frozen or tinned peas can be consumed as such, or for the preparation of various foods, a smoothie for example. Fresh peas can be frozen also at home. The quality of fresh peas stays better if they are blanched before freezing.



### **Härkäpapu** *Vicia faba*

Härkäpapu on yksi maailman vanhimmista viljelykasveista ja se on maailmanlaajuisesti yleinen ravinto- ja rehu-kasvi. Myös Suomessa sitä on käytetty ruokakasvina vuosisatoja. Härkäpapu kuuluu yksivuotisiin palkoviljoihin. Sitä voidaan viljellä puhdaskasvustona tai seoskasvustona viljan kanssa. Lajikkeita löytyy niin vihantarehuksi, kokoviljasäilörehuksi, puitavaksi kuin ruuanlaittoonkin.

Härkäpapu on typpiomavarainen, koska se kykenee sitomaan ilmakehässä olevaa typpeä juurissa olevien *Rhizobium*-bakteerien avulla. Muut kasvuun tarvittavat ravinteet härkäpapu ottaa kokonaan lannoitteista tai maasta. Härkäpapu on hyvä esikasvi, sillä se jättää typpeä maaperään myös seuraavan viljelykasvin käyttöön, vähentää viljan tauteja ja parantaa maan rakennetta.

Härkäpavun viljelyyn soveltuvat savi-, hietasavi- ja hietamaat. Runsas multavuus voi aiheuttaa liian pitkään jatkuvan kasvun syksyllä. Maan pH:n tulee olla 6 tai yli. Härkäpavulla on voimakas juuristo sekä pitkä, maata kuohkeuttava paalujuuri. Paalujuuren avulla kookas härkäpapu pysyy hyvin pystyssä ja sen avulla se pystyy ottamaan ravinteita vähän tiiviimmässäkin maassa. Lisäksi syvä juuristo muokkaa maan mururakennetta, edistää pieneliöstön elinoloja ja synnyttää huokosverkostoja joita pitkin ilma, vesi ja kasvien juuret pääsevät kulkemaan.

Härkäpavun viljelyyn soveltuvat savi-, hietasavi- ja hietamaat. Runsas multavuus voi aiheuttaa liian pitkään jatkuvan kasvun syksyllä. Maan pH:n tulee olla 6 tai yli. Härkäpavulla on voimakas juuristo sekä pitkä, maata kuohkeuttava paalujuuri. Paalujuuren avulla kookas härkäpapu pysyy hyvin pystyssä ja sen avulla se pystyy ottamaan ravinteita vähän tiiviimmässäkin maassa. Lisäksi syvä juuristo muokkaa maan mururakennetta, edistää pieneliöstön elinoloja ja synnyttää huokosverkostoja joita pitkin ilma, vesi ja kasvien juuret pääsevät kulkemaan.

Härkäpapu kylvetään hyvissä kosteusoloissa 5–7 cm:n syvyyteen. Kylvösiemen- ja lannoitemäärät riippuvat siitä, kylvetäänkö härkäpapu puhdaskasvustona vai seoskasvustona viljan kanssa. Ympätyn siemenen käyttö on suositeltavaa.

Härkäpapu on hyvä valkuaisrehukasvi, sillä sen raakavalkuaispitoisuus on noin 300 g/kg ka siemenessä ja noin 190 g/kg ka vihantamassassa. Sitä voidaan käyttää kaikkien kotieläinten ruokinnassa, mutta se sisältää jonkun verran haitta-aineita, jotka on huomioitava kun sitä käytetään sikojen ja erityisesti siipikarjan ruokinnassa.

Härkäpapu on hyvä valkuaisen ja ravintokuitujen lähde ihmisille ja sitä voidaan käyttää ruoanlaitossa melkein koko sen kasvukauden ajan. Härkäpapu on osa normaalia ruokavaliota mm. Lähi-idässä, Pohjois-Afrikassa, Etelä-Amerikassa ja Välimeren maissa. Tuleentumattomia tuorekasviksen kaltaisia härkäpajua voidaan lajikkeesta riippuen käyttää kevyesti ryöpättynä tai vokattuna ja ryöpätyt pavut voi pakastaa. Haitta-aineiden takia papuja ei pidä syödä kypsentämättöminä eikä papujen ympärillä olevaa palkoa tule käyttää ruokana. Kirpeää makua vähentää, jos siemenen uloin kuori poistetaan, ja sisus on myös pehmeämpi kuin kokonainen papu. Kuivattuna hyvin säilyvä tuleentunut härkäpapu on tarpeen liottaa ja huuhdella hyvin ennen ruuaksi valmistusta. Keittoajaksi suositellaan lajikkeesta riippuen 30–200 min. tai kunnes pavut ovat pehmeitä – painekattilassa kypsennys käy nopeammin. Lotus, huuhtelu ja kypsennys ovat tarpeellisia haitta-aineiden takia. Härkäpapua voi käyttää mm. salaateissa, keitoissa, muhennoksissa, kasvispihveissä, kastikkeissa ja lisäkkeenä. Nykyään härkäpavun käyttöä helpottaa saatavilla olevat rouheet ja esikypsennetyt tuotteet.



## **Faba bean, horse bean, broad bean, field bean** *Vicia faba*

Faba bean is one of the oldest crops cultivated and it is globally a common plant used for both food and feed. Also in Finland it has been used for centuries. Faba bean is an annual grain legume. It can be grown as a pure stand or mixed with cereals. There are varieties available for biomass production and for beans to be used either as feed or food.

Faba bean is self-sufficient in terms of nitrogen thanks to the Rhizobia-bacteria in its roots. Other main nutrients, phosphorus and potassium, need however to be supplied. Faba bean has a high value in the crop rotation as it provides nitrogen for the following crop as well. Further, it improves soil structure and decreases pressure of diseases for cereals.

Faba bean is best suited for sandy and clayey soils. Soil pH should be 6 or higher. Faba bean has strong roots and long tap root, which makes soil more porous. The tap root prevents faba bean from lodging and it can efficiently take nutrients from soil, even if it is rather tight. The deep root system improves soil structure and increases microbial activity. The increased porosity improves movement of air, water and roots for other crops in soil.

Faba bean is sown into humid soil into 5–7 cm depth. The amount of seeds and fertilizers used depends on whether it is cultivated as a pure stand or mixed with cereals. Inoculation of the seeds is recommended.

Faba bean is a good protein feed supplement as the crude protein content in the beans is ca. 300 g/kg DM and in the biomass ca. 190 g/kg DM. Faba bean can be used for all farm animals, but it contains certain antinutritional factors, which must be taken into account when used for pigs and particularly poultry.

Faba bean is a good source of protein and dietary fiber in human diets. Unripened faba beans are taken out of pods, rinsed and blanched, cooked shortly or cooked in a wok. Pods should not be consumed due to antinutritional compounds. Bitter taste of beans is reduced if the outer part of bean is removed. The inner part is also softer. Ripened faba beans harvested in the end of the season are dried, and they keep well in room temperature. Due to the possible harmful and unpleasant compounds, faba beans have to be soaked, then rinsed and cooked well, ca 30–200 min. or until soft. This procedure is important for food safety. After cooking, faba beans can be utilized in every food preparation one can think of, or frozen for fast and easy use later. Nowadays prepared faba bean products, e.g. ground and precooked, which shorten the preparation time are available in shops. Follow the preparation advices in the labeling.



### **Valkolupiini** *Lupinus albus*

Valkolupiini kuuluu yksivuotisiin palkoviljoihin. Sitä voidaan viljellä puhdas- kasvustona tai seoskasvustona viljojen kanssa. Suomen kasvuoloissa se soveltuu vain vihantarehuksi, sillä pitkän kasvuaikansa vuoksi se ei ehdi tuleentua ja tuottaa siemeniä puitavaksi. Valkolupiinilla onkin potentiaalia erityisesti biomassan tuotannossa.

Valkolupiini on typpiomavarainen, koska se kykenee sitomaan ilmakehässä olevaa typpeä juurissa olevien *Rhizobium*-bakteerien avulla. Näin ollen se ei ole yhtä riippuvainen lisälannoituksesta kuin esim. viljakasvit. Valkolupiini on myös hyvä esikasvi, sillä se jättää typpeä maaperään myös seuraavan viljelykas-

vin käyttöön. Viljelykierrossa se vähentää viljan tauteja ja parantaa muutenkin maan kasvukuntoa.

Valkolupiini sopii parhaiten hiekka- ja hietamaille. Sen kylvösyvyys on 5–8 cm. Kylvösiemen tulee ympätä. Valkolupiini muodostaa hyvin voimakkaan paalujuuren joka kuohkeuttaa tehokkaasti maata.

Viljelty valkolupiini on hyvä valkuaisrehukasvi. Siitä tehtyä säilörehua voidaan käyttää märehitjoiden ruokinnassa.

Makealupiineihin kuuluva valkolupiini sopii myös ihmisille valkuaisen lähteeksi. Siemenet (pavut) kuoritaan karvaan maun vähentämiseksi. Kaupallisesti tärkein tapa käyttää lupiinia on tehdä siitä jauhoa. Siemenistä valmistetaan mm. etikka- tai suolasäilykkeitä Etelä-Euroopassa. Lupiininsiemenet on aina kypsennettävä ennen syömistä. Valkolupiinin ituja (pienversoja) kasvatetaan myös erikseen syötäväksi, ja ne käytetään salaattien tapaan tai kuumennetaan vaikkapa wokissa. Lupiinit ja niistä valmistetut tuotteet voivat aiheuttaa allergisia reaktioita mm. maapähkinäallergikoille. Tienvarsilla tai kukkapenkissä kasvavia karvaslupiineiksi sanottuja lupiinilajeja ei pidä syödä, sillä ne sisältävät ihmisille ja eläimille myrkyllisiä alkaloideja.

### **White lupin** *Lupinus albus*

White lupin is an annual grain legume. It can be grown as a pure stand or mixed with cereals. Under the Finnish conditions, it can only be used for biomass production because the growing season is too short for the seeds to be matured.

White lupin is self-sufficient in terms of nitrogen thanks to the Rhizobia-bacteria in its roots. Other main nutrients, phosphorus and potassium, need however to be supplied. White lupin has a high value in the crop rotation as it provides nitrogen for the following crop as well.

White lupin is best suited for sandy soils. Sowing depth is 5–8 cm, and seed should

be inoculated with Rhizobia-bacteria before sowing. White lupin has a strong taproot, which improves soil structure.

White lupin has potential to produce high amounts of feed biomass with high protein concentration. The silage made of it can be used for ruminants.

White lupin belonging to "sweet lupins" can also be used in human nutrition. Seeds are shelled, which reduces bitter taste. Lupin flour is an important product commercially. In Southern Europe seeds are pickled and used as a snack. Lupin seeds must always be cooked before consumed. The small shoots (or sprouts) of white lupin are grown to be used for salads, sandwiches or in making wok. Lupins may cause allergic reactions particularly for those allergic to peanuts. Lupins growing by the roads or in the garden should not be consumed as they contain toxic alkaloids.



### **Sinilupiini** *Lupinus angustifolius*

Sinilupiini kuuluu yksivuotisiin palkoviljoihin. Sitä voidaan viljellä puhdaskasvustona tai seoskasvustona viljan kanssa niin vihantarehuksi kuin puitavaksikin. Sinilupiinilla on potentiaalia erityisesti siementuotannossa, sillä sen biomassan tuotanto ei ole voimakas kasvuimpien palkokasvien luokkaa.

Sinilupiini on typpiomavarainen, koska se kykenee sitomaan ilmakehässä olevaa typpeä juurissa olevien *Rhizobium*-bakteerien avulla. Näin ollen se ei ole yhtä riippuvainen lisälannoituksesta kuin esim. viljakasvit. Sinilupiini on myös hyvä esikasvi, sillä se jättää typpeä maaperään seuraavan viljelykasvin käyttöön ja vähentää viljan tauteja viljelykierrossa.

Sinilupiini sopii parhaiten hiekka- ja hietamaille. Se on kalkinarka ja sietää happamuutta, joten sitä voidaankin viljellä maassa jonka pH on 5. Myös varjostukselle se on arka. Sinilupiinin kylvösyvyys on 3–4 cm. Kylvösiemen tulee ympätä.

Viljelty sinilupiini on hyvä valkuaisrehukasvi, sillä sen siementen raakavalkuaispitoisuus on noin 340 g/kg ka. Sitä voidaan käyttää märehitjoiden ja sikojen ruokinnassa. Sinilupiini on hyvä valkuaisen lähde myös ihmisille. Vaikka sekin kuuluu makealupiineihin, sitä ei pidä syödä sellaisenaan ja elintarvikkeeksi valitaan vähän alkalioideja sisältävät lajikkeet. Siemenet kuoritaan karvasaineiden määrän vähentämiseksi ja jauhetaan jauhoksi. Siemenistä voidaan valmistaa säilykkeitä tai fermentoituja tuotteita (tempe, tofu jne). Lupiininsiemenet on aina kypsennettävä ennen syömistä. Lupiinit ja niistä valmistetut tuotteet voivat aiheuttaa allergisia reaktioita mm. maa-pähkinäallergikoille. Tienvarsilla tai kukkapenkissä kasvavia lupiineja ei pidä syödä, sillä ne sisältävät ihmisille ja eläimille myrkyllisiä alkaloideja.

### **Blue lupin, narrow-leaved lupin** *Lupinus angustifolius*

Blue lupin is an annual grain legume. It can be grown as a pure stand or mixed with cereals. It has most potential in seed production, because the biomass yield is not very competitive, but seeds mature in Southern Finland.

Blue lupin is self-sufficient in terms of nitrogen thanks to the Rhizobia-bacteria in its roots. Other main nutrients, phosphorus and potassium, need however to be supplied. Blue lupin has a high value in the crop rotation as it provides nitrogen for the following crop as well, and inhibits plant diseases of cereals in crop rotation.

Blue lupin is best suited for sandy soils. It grows well in rather acid soil, and it can be grown in soil with pH 5. Sowing depth is 3–4 cm, and seed should be inoculated with Rhizobia-bacteria before sowing.

Blue lupin is a good source of protein also in human nutrition. Although it belongs to sweet lupins, the varieties are carefully chosen for food use based on their low alkaloid content. The seeds are used as food after shelling, which reduces bitterness, and then ground to lupin flour. Seeds can also be used as pickles, other preserves or fermented products such as tempe and tofu. Lupin seeds must always be cooked before consumed. Lupins may cause allergic reactions particularly for those allergic to peanuts. Lupins growing by the roads or in the garden should not be consumed as they contain toxic alkaloids.



### **Rehuvirna** *Vicia sativa*

Rehuvirna kuuluu yksivuotisiin rehupalokasveihin. Se on erittäin satoisa säilörehukasvi etenkin seoksissa esimerkiksi kauran ja raiheinän kanssa. Säilörehuksi viljeltäessä rehuvirna tarvitsee yleensä aina tukikasvin, minkä takia viljely seoskasvustona vahvakortisten viljojen kanssa on suositeltavaa.

Rehuvirna sopii myös laidun- ja viherlannoituskasviksi. Suomen suosituin lajike on Ebena.

Rehuvirna on typpiomavarainen, koska se kykenee sitomaan ilmakehässä olevaa typpeä juurissa olevien *Rhizobium*-bakteerien avulla. Rehuvirna viihtyy ravinteikkaassa, hyvärakenteisessa maassa. Parhaat kasvupaikat ovat savet ja hietasavet, mutta se menestyy myös hieta-, moreeni- ja turvemailed. Tärkeää on, että pellon ojitus on kunnossa. Maan pH:n tulee olla 6 tai yli. Rehuvirnalla on laaja juuristo, joka muokkaa maan mururakennetta kuohkeammaksi.

Rehuvirna kylvetään 3–5 cm:n syvyyteen. Rehuntuotannossa ympätyn siemenen käyttö on välttämätöntä.

Rehuvirna on hyvä valkuaisrehukasvi. Siitä tehdyn säilörehun raakavalkuaispitoisuus on noin 200 g/kg ka.

### **Common vetch** *Vicia sativa*

Common vetch is an annual forage legume. It has a very high yield potential for silage particularly in mixtures with e.g. oats and ryegrass. Common vetch is typically grown in mixtures with cereals which provide support for the vetch.

Common vetch can also be grazed or used as green manure. The most common variety in Finland is Ebena.

Common vetch is self-sufficient in terms of nitrogen thanks to the Rhizobia-bacteria in its roots. It prefers soil with high nutrient concentrations and good structure. Common vetch grows well in different soils (clay, loamy sand, fine sand, moraine, organic soil), if field's hydrology is in good shape. The pH of soil should be at least 6.

The seed is sown to 3–5 cm depth. Inoculation of the seeds is necessary.

Silage prepared from common vetch has high crude protein concentration, ca. 200 g/kg DM.



### **Ruisvirna** *Vicia villosa*

Ruisvirna kuuluu yksivuotisiin rehupal-kokasveihin. Se on erittäin satoisa säilö-rehukasvi etenkin seoksissa esimerkiksi kauran ja raiheinän kanssa. Keväällä kylvettynä se kasvaa syksyn pakkasiin saakka. Ruisvirna tarvitsee yleensä aina tukikasvin, minkä takia viljely seoskas-vustona viljojen kanssa on suositeltavaa. Ruisvirna sopii myös laidun- ja viherlan-noituskasviksi.

Ruisvirna on typpiomavarainen, koska se kykenee sitomaan ilmakehässä ole-vaa tyyppiä juurissa olevien *Rhizobia*-bakteerien avulla. Näin ollen se ei ole

yhtä riippuvainen lisälannoituksesta kuin esim. viljakasvit.

Ruisvirna viihtyy ravinteikkaassa, hyvärakenteisessa maassa. Parhaat kasvupaikat ovat savet ja hietasavet, mutta se menestyy myös hieta- ja moreenimailla. Tärkeää on että pellon ojituksesta on huolehdittu hyvin. Maan pH:n tulee olla 6 tai yli. Ruisvirna kestää kuivuutta ja varjostusta melko hyvin.

Ruisvirna kylvetään 3–5 cm:n syvyyteen. Rehuntuotannossa ympätyn siemenen käyttö on välttämätöntä.

Ruisvirna on hyvä valkuaisrehukasvi. Siitä tehdyn säilörehun raakavalkuaispitoisuus on noin 200 g/kg ka.

### **Hairy vetch** *Vicia villosa*

Hairy vetch is an annual forage legume. It has a very high yield potential for silage particularly in mixtures with e.g. oats and ryegrass. Common vetch is typically grown in mixtures with cereals. When sown in spring it grows until the frosts in the autumn. Hairy vetch can also be grazed or used as green manure.

Hairy vetch is self-sufficient in terms of nitrogen thanks to the *Rhizobia*-bacteria in its roots. It prefers soil with high nutrient concentrations and good structure. Hairy vetch grows best in clay and loamy sand, but fine sand and moraine are suitable soils for it, too. The pH of soil should be at least 6. Hairy vetch is not very vulnerable for drought, and it tolerates shadowing rather well.

The seeds of hairy vetch are sown to 3–5 cm depth. Inoculation of the seeds normally increases yields.

Silage prepared from hairy vetch has high crude protein concentration, ca. 200 g/kg DM.



### **Vuohenherne** *Galega orientalis*

Vuohenherne kuuluu monivuotisiin rehupalkokasveihin. Se on erittäin pysyvä ja satoisa säilörehu- ja viherlannoituskasvi. Lisäksi se on hyvä mehiläiskasvi. Tyypillisimmin sitä viljellään heinäseoksissa. Suomessa viljeltävä lajike on Gale.

Vuohenherne viihtyy valoisilla kasvupaikoilla, sillä se ei siedä varjostusta. Parhaiten se viihtyy karkeilla kivennäismailla ja savimailla, eloperäisille maille se ei sovellu. Maan pH:n tulee olla 6 tai yli.

Vuohenherne kylvetään 2 cm:n syvyyteen. Ympätyn siemenen käyttö on välttämätöntä. Perustaminen tehdään ilman suojakasvia, jolloin puhdistusniitto voi olla tarpeen. Satovuosina vuohenherne on kahden niiton kasvi. Ensimmäinen niitto tehdään kukinnan alkaessa, toinen myöhäissyksyllä.

Vuohenherne on hyvä valkuaisrehukasvi. Siitä tehdyn säilörehun raakavalkuaispitoisuus on kevätasadossa keskimäärin 230 g/kg ka ja syysasadossakin vielä 180 g/kg ka.

### **Goats rue** *Galega orientalis*

Goats rue is a perennial forage legume. It is very persistent and high yielding forage and green manure plant species. It also provides nectar for bees. Most commonly it is cultivated in mixtures with different forage grasses. The variety used in Finland is Gale.

Goats rue needs light and does not tolerate shadow. It is suited for coarse mineral soils and clay, but not for organic soils. The pH of soil should be at least 6.

Goats rue is sown into 2 cm depth. Inoculation of the seeds is necessary. It is established by sowing as a pure stand. A separate cut to control the weeds is possibly needed. During forage production, the crop is harvested twice during the growing season. The first cut is done in the beginning of flowering and the second cut in late autumn.

Silage prepared from goats rue has high crude protein concentration, ca. 230 g/kg DM in the first cut and ca. 180 g/kg DM in the autumn cut.





### **Puna-apila** *Trifolium pratense*

Puna-apila on nimensä mukaisesti punakukkainen ja korkeus vaihtelee 15–60 cm:n välillä. Puna-apilaa tavataan lähes koko Euroopassa ja lisäksi Pohjois-Afrikassa sekä Keski- ja Pohjois-Aasiassa.

Puna-apila on tärkein nurmipalkokasvimme. Tyypillisimmin sitä viljellään seoksena nurmiheinien kanssa, mutta myös viljely puhtaana kasvustona on mahdollista. Puna-apilan valkuaispitoisuus on heinäkasveja korkeampi, keskimäärin 210 g/kg ka. Lisäksi puna-apila on typpiomavarainen, sillä sen juuristossa elävät bakteerit sitovat typpeä, joten

typpilannoituksen tarve apilaa sisältävissä nurmieseoksissa vähenee. Erityisesti luomutuotannossa puna-apilan merkitys nurmissa on suuri, mutta sitä ei kannata jättää luomuviljelijöiden yksinoikeudeksi.

Puna-apila viihtyy parhaiten mailla, joiden pH on 6–7. Maan pH ei saa olla alle 5,5, sillä silloin typpeä sitovien juurinystyräbakteereiden toiminta heikkenee. Puna-apila on hyvä maan kuohkeuttaja erityisesti savimailla. Sillä on syvä paalujuuri, joka mahdollistaa veden ottamisen syvemmältä. Puna-apila kestääkin hyvin kuivuutta. Puna-apila kylvetään noin 1–2 cm:n syvyyteen. Ympätyn siemenen käyttö on suositeltavaa. Kukkiva puna-apila houkuttelee pölyttäjiä. Se onkin tärkeä ravinnonlähde mehiläisille, kimalaisille ja muille luonnonpölyttäjille. Näin ollen puna-apila on tärkeä kasvi myös hunajantuotannossa.

Puna-apila lisää lehmien rehunsyöntiä heinäkasveista tehtyyn säilörehuun verrattuna. Tämä puolestaan näkyy lisääntyneenä maitotuotoksena. Lisäksi maidon rasvahappokoostumus muuttuu pehmeämmäksi eli ihmisen terveyden kannalta paremmaksi.

### **Red clover** *Trifolium pratense*

Red clover has, as described by its name, red flowers and its height varies between 15 to 60 cm. It is found almost all over Europe and also in North Africa, and Mid and North Asia.

Red clover is our most important forage legume. It is typically used in mixed swards with grasses, but using it as a pure stand is also possible. The crude protein concentration of red clover is higher than that of grasses, typically 210 g/kg dry matter. Further, red clover can fix atmospheric N via the Rhizobium bacteria in the roots so that the N fertilization of clover containing swards can be reduced. The role of red clover is particularly important in organic production, but it should not be left exclusively for organic farmers.

Red clover thrives best on soils with a pH between 6 and 7, and it should not be below 5.5 because then N fixation starts to suffer. Red clover improves soil structure particu-

larly on clay soils. It has a deep pole root that allows utilizing water efficiently so that red clover is draught resistant. The sowing depth is 1–2 cm and use of inoculated seed is recommended.

Flowering red clover attracts bees and it is an important source of nutrition for insects. It also supports honey production.

Inclusion of red clover in the ration of dairy cows increases feed intake and subsequently milk production. Red clover also affects milk fatty acids so that milk fat becomes more soft which is beneficial from human health perspective.



### **Rapsi** *Brassica napus*

Rapsi eli kaalirapsi on lantun alalaji ja kuuluu ristikukkaisiin kasveihin. Sitä viljellään öljykasvina sekä Suomessa että muualla Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Australiassa. Suomessa kevätrapsia voidaan viljellä vain eteläisimmässä osassa maata, sillä se vaatii pitkän kasvukauden. Rapsin lisäksi Suomessa viljellään yleisesti rypsiä (*Brassica rapa*), jonka kasvuaika on lyhyempi mutta toisaalta sadontuottokyky pienempi. Rypsin ja rapsin viljely ja käyttö ovat muuten lähes identtiset.

Rapsin siemenistä puristetaan öljyä, jota voidaan käyttää elintarvikkeena, rehuna ja biodieselin valmistukseen. Öljynpuristuksen sivutuotteena syntyy rapsirouhetta, joka on hyvälaatuista valkuaisista erityisesti märehittäjien ruokintaan. Sitä käytetään jonkin verran myös yksimahaisten, kuten sikojen ja kanojen, rehuna.

Rapsi on hyvä viljelyn monipuolistaja. Se katkaisee viljan monokulttuurin ja on hyvä viljan esikasvi. Keltakukkaisena kukkiva rapsipelto houkuttelee pölyttäjiä. Rapsi onkin tärkeä ravinnonlähde mehiläisille, kimalaisille ja muille luonnonpölyttäjille. Tehokas pölytys puolestaan lisää satoa.

Pitkän kasvuaikansa vuoksi rapsi kylvetään mahdollisimman aikaisin keväällä maan lämpötilan ollessa vähintään kolme astetta. Kylvösyvyys on noin 2–3 cm. Kevätrapsi menestyy parhaiten rakenteeltaan hyväkuntoisilla kivennäismailla, joiden pH on hyvä. Sato voidaan mahdollisimman kuivana ja täysin tuleentuneena, jolloin kasvusto on väriltään harmaa ja siemenet ovat muuttuneet tumman ruskeiksi tai mustiksi.

Rehuksi käytettävän rapsirouheen valkuaispitoisuus on noin 380 g/kg kuiva-aineesa. Rapsi onkin merkittävä valkuaisen lähde kotieläinten, erityisesti lypsylehmiä, ruokinnassa. Rapsipuristeen valkuaispitoisuus on hieman rapsirouhetta alhaisempi, mutta sen öljypitoisuus on korkeampi, mikä lisää sen energia-arvoa.

Suurin osa rapsiöljyn rasvasta on pehmeää, kerta- ja monityydyttymätöntä rasvaa. Öljy sisältää myös runsaasti omega-3-rasvahappoja.

### **Rapeseed** *Brassica napus*

Rapeseed is cultivated for its oil in Finland as well as elsewhere in Europe, in Northern America and Australia. In Finland rapeseed (*Brassica napus*, "rapsi") can only be cultivated in the most Southern parts, because it requires a long growing period. That is why another species, *Brassica rapa* ("rypsi"), is commonly used in Finland. It has a shorter growing period and lower yield, but otherwise the cultivation and use of these two species is almost identical.

Rapeseed oil can be used for human consumption, as a feed ingredient or for bio-diesel production. The meal or cake remaining after oil removal is a valuable protein supplement particularly for ruminants, but it can also be used for pigs and poultry.

Rapeseed provides an opportunity to increase the diversity of crop production. It fits well in crop rotations with cereal grains. Yellow-flowered rapeseed field attracts bees and provides nutrition for various insects. Efficient pollination also increases the seed yield.

Due to its long growing period, rapeseed is sown early in the spring when the soil temperature is at least 3 °C. The sowing depth is 2–3 cm. Spring-sown rapeseed thrives best on mineral soils with good structure and high pH. The seeds are harvested fully ripened and as dry as possible when the overall image of the plants is grey and the seeds are dark brown or black.

The protein concentration of rapeseed meal used as feed is ca. 380 g/kg dry matter. Rapeseed meal provides a significant proportion of protein supplementation particularly for dairy cows. The protein concentration of rapeseed cake is somewhat lower due to the higher oil concentration, which results in higher energy value of it.

Most rapeseed fatty acids are soft mono- or poly-unsaturated fatty acids. The oil is also rich in omega-3-fatty acids.



### **Soijapapu** *Glycine max*

Soijapapu on yksi maailman viljellyimmistä kasveista. Tärkeimmät tuottajamaat ovat Yhdysvallat, Brasilia ja Argentiina. Euroopassa soijapapua tuotetaan vain noin 2 % kulutuksesta, joten suurin osa soijasta tuodaan Euroopan ulkopuolelta. Suomessa soijan viljely on vähäistä, vain muutama tila on kokeillut sen viljelyä. Soija vaatii pitkän kasvukauden ja on lyhyen päivän kasvi. Se vaatii riittävän lämpösumman ja on hallanarka. Nämä rajoittavat soijan viljelyä Suomessa ja myös monissa muissa osissa Eurooppaa.

Soijapapu on merkittävä öljy- ja valkuaiskasvi. Siitä puristettua öljyä käytetään elintarvikeöljynä ja biodieselin raaka-aineena. Öljyn puristuksen yhteydessä syntyvää valkuaispitoista rouhetta käytetään pääasiassa eläinten rehuissa. Soijan valkuaispitoisuus on korkea. Soijarouheessa on valkuaisa noin 520 g/kg ka.

Soijapapu on yksivuotinen palkokasvi. Se muodostaa palon, jossa on useampi siemen. Yhdessä kasvissa on useita palkoja. Soija on typpiomavarainen, koska se kykenee sitomaan ilmakehässä olevaa typpeä.

Soija on vaateliias kasvupaikan suhteen. Parhaiten se menestyy hyvän vesitalouden omaavilla mailla, joilla maan kasvukunto on hyvä. Soija sopeutuu muita palkokasveja paremmin alhaisempaan maan pH-arvoon, mutta pH:n laskiessa alle 5,2, se alkaa häiritä biologista typen sidontaa. Soijan kylvösyvyys on savimailla 2 cm ja hiekkamailla 5 cm. Soija puidaan tuleentuneena, jolloin suurin osa lehdistä on varissut. Kosteuspitoisuuden tulisi olla alle 15 %. Tuleentuneessa kasvustossa palot ovat ruskeita ja halkeavat helposti.

Soijan viljelyyn liitetään eettisiä ja ympäristöongelmia, mutta ravitsemukselliselta laadultaan se on erinomainen ja siitä valmistetaan mitä moninaisimpia elintarvikkeita.

Soijan viljelyyn liitetään eettisiä ja ympäristöongelmia, mutta ravitsemukselliselta laadultaan se on erinomainen ja siitä valmistetaan mitä moninaisimpia elintarvikkeita.

### **Soya bean, soybean** *Glycine max*

Soya bean is one of the most cultivated plant species globally. The most important production countries are USA, Brazil and Argentina. Europe produces only 2 % of soya bean consumed and is thus heavily dependent of import. In Finland, only a few farmers have tried cultivating it. Soya bean requires a long growing period and is adapted to a short day-length. The cumulative temperature requirement is relatively high and it is easily damaged by frost. These factors limit its cultivation in Finland and also in many other parts of Europe.

Soya bean is a very important oil and protein plant. The oil is used for human consumption and biodiesel production. The meal remaining after oil removal is used

mainly as animal feed. The protein concentration of soybeans is high and in meal there is ca. 520 g crude protein per kg dry matter.

Soya bean is an annual legume. The seeds are in pods and there are several pods per plant. Soya bean can fix atmospheric N via the Rhizobium bacteria in the roots.

Soya bean is demanding regarding the growing conditions. It thrives best on well-drained soils but tolerates lower pH than most other legumes. However, if soil pH drops below 5.2, biological nitrogen fixation starts to suffer. The sowing depth on clay soils is 2 cm and on sand soils 5 cm. The seeds are harvested fully ripened when most leaves have dropped. The humidity at harvest should be below 15 %. Ripened pods are brown and open easily.

A number of ethical and environmental problems are linked with soya bean production, but nutritionally it is an excellent plant and numerous soya bean based food products are available in the super markets.

4.

## VALKUAISKASVIT REHUNTUOTANNOSSA JA KOTIELÄINTEN RUOKINNASSA



Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

# Palkoviljat – kestävää rehuntuotantoa ja ruokintaa palkoviljoja käyttäen

Kaisa Kuoppala, Erja Koivunen ja Hannu Känkänen • Luonnonvarakeskus, Jokioinen

Kooste asiantuntijatreffeiltä vk 21/2015



Kaisa Kuoppala



Erja Koivunen



Hannu Känkänen

Kestävä kotieläintuotanto on moniulotteinen kokonaisuus, joka sisältää sekä eläinten ruokintaan ja hyvinvointiin, ympäristön huomioimiseen että viljelijän omaan toimeentuloon ja hyvinvointiin liittyviä asioita. Ympäristö ja eläimet huomioon ottaen viljelijän pitäisi pystyä tuottamaan turvallista ruokaa niin että tuotannolla pystyy tulemaan toimeen.

Kotimaisen valkuaisrehun suosiminen on yksi askel kohti kestävämpää kotieläintuotantoa. Muita askeleita Luken "Ilmaston muutos ja maaseutu" -hankkeen (ILMASE) mukaan ovat mm. maan kasvukunnosta huolehtiminen, eläinten ruokkiminen niiden tarpeiden mukaan ja märehitjoiden ruokinnan perustaminen hyvälaatuisen säilörehuun. Lypsykarjatilalla säilörehun hyvä laatu, nurmipalkokasvien käyttö säilörehunurmista, yksivuotisten palkokasvien käyttö säilörehuna ja väkirehuna mahdollisuuksien mukaan lisäävät valkuaisen omavaraisuusastetta. Yksimahaisilla palkokasvien käytön lisääminen vähentäisi tuontisoijan tarvetta.

Palkokasvien käyttö mahdollistaa reilun valkuaisadon korjaamisen omalta pellolta, monipuolistaa rehuvalikoimaa ja samalla voidaan typpilannoitusta vähentää. Palkokasvi kasvaa lähes pelkästään ilmakehästä sitomansa typen avulla ja tyyppä jää peltoon seuraavalle sadolle käytettäväksi.

Palkokasvivalikoima on moninainen ja uusia kasveja ja varsinkin uusia lajikkeita on jalostuksen ja ilmastonmuutoksen myötä tulossa viljelyyn. Palkokasveista on moneksi, esimerkiksi härkävavusta ja herneestä voi käyttää joko siemenet tai koko kasvin. Siemenet voi murskata ja tuoresäilöä tai kuivata, koko kasvista voi tehdä säilörehua. Monivuotisista nurmipalkokasveista puna-apila on tärkein. Se on parhaimmillaan heinäkasvien kanssa seoksena viljeltynä säilörehunurmista. Myös sinimailanen on yksi potentiaalinen monivuotinen palkokasvi hyvän sadontuottokykynsä vuoksi.

Yksivuotiset palkokasvit mahdollistavat vuosittaisen lannanlevityksen ja syyskylvöt ja niitä voi käyttää myös nurmen uudistamisessa.



## Valkuaista palkokasveista sekä siemenistä että koko kasvustosta

Palkokasveissa on korkea valkuaispitoisuus sekä siemenissä että koko kasvustossa. Kasvuston raakavalkuaispitoisuus on pienin varressa ja suurin siemenissä, mutta myös lehdet sisältävät paljon raakavalkuaista. Palkoviljojen, kuten härkäpavun, herneen ja lupiinin siemenissä, on varsinaisiin valkuaisrehuihin rypsiin ja soijaan verrattuna vähemmän raakavalkuaista, mutta enemmän tärkkelystä. Niiden lisäksi palkoviljojen valkuaisen pötsihajoavuus on suurempi ja valkuaisen metioniinipitoisuus on pienempi rypsiin ja soijaan verrattuna. Fosforia palkokasveissa on vähemmän kuin rypsissä. Viljan jyviin verrattuna palkoviljoissa on huomattavasti enemmän raakavalkuaista, mutta vähemmän tärkkelystä.

Palkoviljoja kuten härkäpapua ja hernettä voidaan viljellä säilörehuksi joko puhtaina kasvustoina tai seoskasvustoina viljakasvien kanssa. Viljoista tehty säilörehu sisältää vain vähän valkuaista ja sen sulavuus ei ole korkea. Palkokasvi tuo seokseen valkuaista ja sulavuutta lisää. Pelkkään palkokasvisäilörehuun verrattuna seoksessa on viljasta tulevaa tärkkelystä ja kuitua tasapainoisemmin. Olipa kyse sitten puhtaasta kasvustosta tai viljaseoksesta, palkokasvia sisältävä kokoviljasäilörehu sopii erityisen hyvin käytettäväksi ruokintaan nurmisäilörehun kanssa seosrehuna.

## Typpi kiertää kasvien ja eläinten välillä

Korkea raakavalkuaispitoisuus voi olla ongelma ja haaste ruokinnan toteuttamisessa. Vain kolmannes lypsylehmän valkuaisen saannista ohjautuu tuotantoon, joten suuri osa menee hukkaan sontaan ja erityisesti virtsaan. Lantalaan joutuva typpi ei kuitenkaan mene kokonaan hukkaan vaan levitettynä pellolle se siirtyy tilan ravinkierrossa eteenpäin. Palkokasvien ilmasta ottama typpi voi korvata ainakin osan tilan ulkopuolelta tulevasta tyypestä joko jättämällä sitä maahan seuraavalle kasville tai rehumassan ja eläimen kautta kiertäen.

## Haitta-aineet rajoittavat käyttöä yksimahaisilla

Palkokasvit sisältävät myös aineita, jotka voivat rajoittaa niiden käyttöä rehuna erityisesti yksimahaisilla. Niitä ovat mm. visiini ja konvisiini, proteaasi-inhibiittorit, saponiinit, lektiinit, tanniinit ja alkaloidit. Härkäpapu ja herne sisältävät mm. proteaasi-inhibiittoreita ja tanniineja ja härkäpapu lisäksi visiiniä ja konvisiiniä. Jotkut lupiinilajikkeet saattavat sisältää alkaloideja. Haitta-aineet heikentävät palkoviljojen syöntiä ja ravintoaineiden hyväksikäyttöä kotieläimillä. Haitta-aineet ovat ongelma erityisesti yksimahaisilla, joilla esim. tanniinit huonontavat valkuaisen sulavuutta. Maailman eniten käytetty valkuaisrehu soija sisältää myös haitta-aineita ja se pitää aina kypsentää rehuksi. Märehtijät eivät ole yhtä herkkiä haitta-aineille pötsin mikrobien takia.

## Herneen ja härkäpavun käyttö siipikarjan ruokinnassa

Suomalaisissa ruokintakokeissa on tutkittu Kontu-härkäpavun ja Karita-herneen sopivia käyttömääriä siipikarjan rehuissa. Kontu-härkäpapua voidaan käyttää 5 % munivien kanojen rehuissa ja 16 % broilerin rehuissa. Vastaavat käyttömäärät Karita-herneelle ovat 30 % ja 45 %. Muiden suomalaisten lajikkeiden sopivia käyttömääriä ei ole tutkittu.

Ulkomaisissa tutkimuksissa käytettyjä härkäpapulajikkeita on voitu käyttää huomattavasti suurempia määriä kuin kotimaisissa kokeissa käytettyä Kontu-härkäpapulajiketta. Tämä johtuu siitä, että Konnussa on siipikarjan, ja erityisesti munivien kanojen kannalta haitallista visiiniä ja konvisiinia melko paljon. Haitta-ainepitoisuudet vaihtelevat härkäpapulajikkeissa paljon ja niiden pitoisuudet vaikuttavat siihen kuinka paljon härkäpapua voidaan käyttää ruokinnassa.

Hernettä voidaan yleisesti käyttää enemmän kuin härkäpapua, koska siinä on vähemmän haitta-aineita kuin härkäpavussa eikä ollenkaan visiiniä ja konvisiinia. Härkäpapu on kuitenkin hyvä valkuaisrehu ja siinä on hernettä enemmän raakavalkuaista.

## Härkäpavun haitta-aineet

Härkäpavun haitta-aineilla tarkoitetaan pääosin visiiniä, konvisiiniä ja tanniineja. Nämä haitta-aineet ovat pääosin haitallisia vain yksimahaisille eläimille (siat ja siipikarja). Kahdessa kotimaisessa siipikarjan ruokintakokeessa on määritetty Konnun visiinin ja konvisiinin yhteenlasketuksi pitoisuudeksi 9.9 g/kg ka (keskiarvo kahdesta näytteestä). Konnun tanniinipitoisuus on määritetty yhdessä ruokintakokeessa ja tanniinipitoisuudeksi saatiin 13.7 g/kg ka. Muiden härkäpapulajikkeiden haitta-ainepitoisuuksia ei ole määritetty kotimaisissa tutkimuksissa.

On totta, että haitta-ainepitoisuudet vaihtelevat paljon lajikkeiden välillä, mutta sitä miten paljon ne vaihtelevat suomalaisten lajikkeiden välillä on vaikea arvioida. Se on kuitenkin selvää, että Suomessa ei vielä voida viljellä täysin haitta-aineettomia lajikkeita.

Ulkomaalaisen kirjallisuuden mukaan visiinin ja konvisiinin yhteenlaskettu pitoisuus vaihtelee yleensä välillä 6–14 g/kg ka. Euroopassa on 2010-luvulta lähtien jalostettu myös visiinittomia ja konvisiinittomia härkäpapu lajikkeita, joiden visiinin ja konvisiinin yhteenlaskettu pitoisuus on vain 0.3 g/kg ka.

Toisin kuin visiinin ja konvisiinin pitoisuus, tanniinipitoisuus riippuu härkäpavun kukkien väristä. Ulkomaalaisen kirjallisuuden mukaan tanniinipitoisuus yleensä vaihtelee kirjavakukkaisilla lajikkeilla välillä 5–10 g/kg ka ja tanniinittomat valkokukkaiset lajikkeet sisältävät tanniineja keskimäärin 0.1 g/kg ka.

Tanniinit sijaitsevat siementen kuoressa (hull) ja visiini ja konvisiini siementen sirkalehdissä (cotyledon). Tanniineja voidaan jonkun verran vähentää siemeniä prosessoimalla (jauhaminen, kuumennus), mutta visiinin ja konvisiinin pitoisuutta ei tutkimusten mukaan voida merkittävästi vähentää siemeniä prosessoimalla. Joidenkin tutkimusten mukaan näyttäisi siltä, että visiinin ja konvisiinin pitoisuus vähenee kasvin vanhetessa, mutta tanniinipitoisuus suurenee.

## Herne, härkäpapu tai rehuvirna kokoviljasäilörehussa

### Siemenseokset

Siemenseos kannattaa valita sen mukaan mille eläinryhmälle rehua syötetään. Lypsylehmille suositellaan sellaista seosta jossa sulavuus on korkea. Arja Nykäsen, Marketta Rinteen ja Lauri Jauhiaisen tutkimuksessa suositeltiin kevätvehnää ja vihanta-rehuhernettä lypsylehmien ja lihanautojen rehuksi ja hiehoille ja emolehmille virnaa, kevättruista ja vehnää sisältävää seosta joka tuottaa paljon massaa mutta sulavuus on matalampi. Luonnonvarakeskuksen Ruukin tutkimusaseman kokeissa käytettiin se-

oksissa kevätvehnää tai kauraa ja härkäpapua tai hernettä. Härkäpavusta ja herneestä parhaiten soveltuivat kokoviljasäilörehuun sulavuuden ja satoisuuden perusteella vihantalajikkeet. Hernelajikkeeksi voisi olla parasta valita sellainen joka ei kasvata liian pitkää vartta ja lakoonnu loppukesällä, mutta kuitenkin tuottaisi hyvän vihermassasadon.

Palkokasvia ja viljaa olisi hyvä olla valmiissa kasvustossa puolet ja puolet, mutta millaisella siemensuhteilla siihen päästään onkin monimutkaisempi juttu. Riippuen lajikkeista ja sääolosuhteista samallakin siemensuhteella kylvetyltä alalta saadaan eri vuosina lopulta ihan eri suhteissa viljaa ja palkokasvia. Jos härkäpapu kasvaa reilusti yli metrin korkuiseksi, se varjostaa vehnää tehokkaasti.

### Lannoitus

Lannoituksena palkokasville suositellaan vain pientä typpimäärää, n. 40 kg N/ha muun lannoituksen ollessa maan kasvukunnon mukaista. Lietelanta ja kompostilanta sopivat hyvin myös.

Ruukissa palkokasvi-vilja ruutukokeet v. 2012 saivat 22 tn/ha naudan liettelantaa keväällä ja säilörehuksi v. 2013 tehdyt palkokasvi-vehnäalat 14 tn/ha naudan kuivikelantakompostia tai naudan liettelantaa 20–22 tn/ha. Typeä näistä tuli keskimäärin 44 kg/ha.

### Korjuuajankohta

Korjuuajankohtaan vaikuttavat monet tekijät kuten sääolot, käytetyt lajikkeet ja peltonkäyttö korjuun jälkeen. Korjuun ajoittamiseen on palkokasviviljaseoksella kuitenkin paljon enemmän joustonvaraa kuin nurmikasveilla. Vihermassan määrä kasvaa syksyä kohti, samoin palot täytyvät (lisää valkuaista, tärkkelystä ja sulavuutta).

Ruotsalaisten suositusten mukaan palkokasvi pitäisi korjata silloin kun palot ovat täyttyneet. Minä lisäisin siihen vielä – kun lehdet ovat vielä vihreitä! Härkäpavun ja herneen lehdet sisältävät paljon valkuaista ja ne ovat hyvin sulavia. Korjuuaikaa seoksilla pitäisi haarukoida myös viljan kehityksen mukaan ja korjata kasvusto, kun vilja on vähintään taikinatuleentumisasteella.



Kuva: Katriina Manni, HAMK

## Käyttö ruokinnassa

Palkokasvin ja viljan seoksesta tehty kokoviljasäilörehu sopii lypsylehmien ruokintaan seosrehuna nurmisäilörehun kanssa. Lehmät syövät useasta kasvilajista koostuvaa rehua usein enemmän ja sitä kautta palkokasviljaseoksen matalampi sulavuus ei huononna tuotosta.

Helsingin yliopiston maataloustieteiden laitoksella tehdyssä tutkimuksessa lehmät söivät saman verran säilörehua ja tuottivat saman verran maitoa kun hyvälaatuisesta nurmisäilörehusta korvattiin puolet härkäpapu-vehnäsäilörehulla. Luke Maaningalla on myös saatu hyviä tuloksia seosrehulla jossa oli karkearehusta 75 % härkäpapusäilörehua ja 25 % nurmisäilörehua.

## Kokemuksia tilalta

Kaura-virna kokoviljasäilörehu viime kesältä oli analyysitietojen perusteella hyvää vaikka raakavalkuaispitoisuus oli matala, kaurakokoviljasäilörehun luokkaa. Tämä johtunee virnan pienestä osuudesta kasvustossa korjuuhetkellä. Virnasta korjattiin kuitenkin toinen sato vielä syksyllä. Puna-apilakoikeissa on todettu selkeästi että puna-apilan osuus nurmi-apilakasvustosta on toisessa korjuussa suurempi kuin ensimmäisessä.

## Seoskasvusto vs. puhdaskasvusto

Pelkkä viljakasvusta tehty kokoviljasäilörehu sisältää valkuaista melko vähän, keskimäärin vain noin 100–110 g/kg ka. Sen sulavuus ei myöskään ole kovin korkea. Kun kokoviljasäilörehu tehdään härkäpavun ja viljakasvin seoksesta, valkuaispitoisuus ja sulavuus lisääntyvät. Pelkkään härkäpapusäilörehuun verrattuna viljaosapuoli tuo seokseen kuiva-ainetta, tärkkelystä ja sitä kautta tasapainottaa sitä ravitsemuksellisesti. Minusta seoskasvusto on hyöty ruokinnan kannalta!

Seoksen koostaminen niin, että korjattavassa kasvustossa olisi viljaa ja palkokasvia noin puolet ja puolet voi olla aika haastavaa. Kesän kasvuolosuhteet vaikuttavat molempien kasvuun. Ruukissa v. 2013 härkäpapu kasvoi rajusti lämpimän kesän ansioita ja vehnän osuus jäi pieneksi vaikka siemenseoksen perusteella olisi pitänyt tulla puolet-puolet seos.

Seoskasvuston etuja ovat yleensä sadontuoton varmuus (jos toinen komponentti menestyy jostain syystä huonosti, saattaa toinen kompensoida), täydellisempi ravinteiden, valon ja veden hyödyntäminen sekä parempi kilpailu rikkakasveja vastaan. Samoista syistä seoskasvusto voi olla myös haitta, sillä kasvuolot, mm. sää, voivat suuresti vaikuttaa siihen, mikä on eri komponenttien osuus sadossa. Vaihtelu pitäisi sitten pystyä huomioimaan ruokinnassa.

Yksilajikasvuston etuna onkin sitten, että aina tietää mitä saa, tietysti satovaihtelun ja laatuvaihtelun puitteissa siinäkin. Siemenen voi kylvää lajille optimaaliseen syvyyteen, ja lannoituksen sekä kasvinsuojelun voi kohdentaa lajin tarpeitten mukaisesti, jotka asiat on yleensä myös tutkittu tarkemmin lajikohtaisesti kuin sekaviljelyä ajatellen. Korjuun voi ajoittaa lajin valmistumisen perusteella, kun sekakasvustossa voi joutua tekemään kompromisseja.

### Härkäpapukasvuston tasainen tuleentuminen

Härkäpapu tuleentuu yksilönä pitkällä aikavälillä, ja tuo aika voi vuosittain vaihdella suuresti. Ensimmäiset siemenet ovat kypsiä, kun vielä uusia vihreitä muodostuu. Kasvustona tasaisuutta edesauttavat kaikki tasaiseen taimettumiseen vaikuttavat tekijät: riittävä kylvötiheys sekä kylvö oikeaan syvyyteen, kosteaan ja kuohkeaan maahan ja mielellään muokkauskerroksen pohjaan. Kesällä tasaisuuteen voi pyrkiä vaikuttamaan torjumalla rikkakasvit.



Kuva: Katariina Manni, HAMK

# Palkokasvien korjuu ja säilöntä

Seija Jaakkola • Helsingin yliopisto, Helsinki

Hannu Känkänen • Luonnonvarakeskus, Jokioinen

Kooste asiantuntijatreffeiltä vk 10/2016



Seija Jaakkola



Hannu Känkänen

Teemaan palkokasvien korjuu ja säilöntä liittyy paljon yksityiskohtia erilaisissa tilanteissa. Kyseessä voi olla nurmipalkokasvi tai palkovilja, puhdaskasvusto tai seoskasvusto, säilörehun korjuu tai siemensadon puinti, varastointi kuivattuna tai säilöttynä. Olipa tilanne mikä tahansa, niin kysymys kuuluu: Miten siemensato tai koko kasvuston sato saadaan ruokapöytään tai ruokintapöydälle niin, että määrälliset ja laadulliset ravintoainetappiot ovat mahdollisimman vähäisiä?

## Onnistunut korjuu ja säilöntä on hyvän lopputuotteen edellytys

Jos korjuu ja säilöntä epäonnistuvat, tuotantopanoksia haaskaantuu ja tuotteen yksikkökustannus suurenee. Ravintoainetappioiden lisäksi huonolaatuinen lopputuote synnyttää lisää ongelmia, jos se käytetään ravintona.

Ajan tai vaivan "säästö" työvaiheissa tai esimerkiksi "säästö" säilöntäaineessa voi aiheuttaa huomattavia taloudellisia tappioita. Niitä ei aina vaan huomata yhtä hyvin kuin suoria rahamenoja. Korjattaessa palkokasvikasvusto säilörehuksi, ovat haasteet moninaisempia kuin korjattaessa siemensato puimalla.

## Palkokasvien erityisominaisuudet huomioitava rehunteossa

Palkokasvien rakenteelliset ja kemialliset säilöntäominaisuudet poikkeavat nurmiheinäkasveista. Esikuivatuksessa apilan varsi kuivuu hitaasti ja lehdet ovat herkkiä varisemaan. Palkoviljojen vahva varsi ja palot lisäävät lakoontumis- ja varisemisriskiä ja voivat vaikeuttaa rehun esikuivatusta ja tiivistämistä. Lisäksi palkoviljojen maakontaminaatoriski on suurempi kuin apilan säilönnässä.

Myös koostumuksen erityispiirteet tekevät palkokasveista vaativampia säilöittäviä kuin nurmiheinäkasvit. Palkokasvien tyyppiominaisuuksia heinäkasveihin verrattuna ovat pienempi kuiva-aine- ja sokeripitoisuus sekä suuremmasta puskurikapasiteetista johtuva voimakkaampi kyky estää pH:n laskua säilönnän aikana. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että palkokasvisäilörehun laatu olisi yleisesti huonompi kuin heinäkasvirehun, vaan että palkokasvien erityisominaisuudet on otettava huomioon rehunteossa.

Hyvä säilönnällinen laatu saavutetaan vain eri tavalla tehtäessä rehu palkokasveista kuin heinäkasveista. Palkokasvit tarvitsevat esimerkiksi suuremman happosäilöntä-aineen annostuksen kuin heinäkasvit tai toisaalta suuremman kuiva-ainepitoisuuden kuin heinäkasvit käytettäessä maitohappobakteereita säilöntäaineena. Rehun tekijän pitää ymmärtää miten säilöntäaine toimii ja miten toimintavarmuus eroaa eri tilanteissa.

### Laatu syntyy monen tekijän lopputuloksena

Kasvin ravintoaineita menetetään valitettavasti aina jonkin verran korjuun ja säilönnän aikana. Tappioita voi minimoida, mutta ei voi välttää kokonaan. Kasvuston kehitysaste, seoskasvilajien yhteensopivuus, satotaso, niittokorkeus, korjuusää, esikuivaus, säilöntäaineen tyyppi ja annosmäärä, silpun pituus, korjuukone, varastointitapa, syöttövaihe – näistä tekijöistä syntyy rehun määrä, laatu ja tuotantokustannus. On ensiarvoisen tärkeää huomioida kaikki laatuun vaikuttavat tekijät, jotta päästään hyvään lopputulokseen.

Yksittäisen tekijän merkitys lopputuloksen kannalta voi olla kovin erilainen palkokasville kuin heinäkasville ja erilainen nurmipalkokasville kuin palkoviljalle. Kaikkein tärkein tekijä koko hommassa kuitenkin on rehun tekijä itse ja hänen työnsä laatu. Tarvitaan osaamista, tietoa ja kokonaisuuden hallintaa.

### Palkoviljoja kannattaa esikuivattaa

Esikuivaus tuo jo suuren hyödyn, kun puristenesteen erittyminen vähenee oleellisesti. Esikuivaus 25–30 %:n kuiva-ainepitoisuuteen on jo merkittävä puristenesteen vähenemisen kannalta. Samalla virheikäymisriski pienenee, vaikkei se poistu vielä kokonaan tässä kuiva-ainepitoisuudessa. Hyvän käymislaadun varmistamiseen kannattaa panostaa käyttämällä säilöntäainetta. Jos on mahdollista valita, palkoviljasäilörehu kannattaa tehdä mieluummin siiloon kuin paaliin tappioiden minimoimiseksi.



Kuva: Katariina Manni, HAMK

Mitä märempää kasvusto on korjattaessa, sitä enemmän syntyy varastotappioita. Näitä synnyttää puristeneste, rehun voimakas käyminen ja mahdollinen virhekäyminen. Toisaalta, mitä kuivempänä rehu korjataan, sitä enemmän syntyy ravintoainetappioita kasvihengityksessä, varisemisessa ja huuhtoutumisessa sateen sattuessa.

Kuivatusaikaan ja kuivumisnopeuteen vaikuttaa kasvilaji, seoskasvustossa kasvilajien suhde, karhon muoto ja koko, auringonpaisteen voimakkuus, ilmankosteus, tuulen nopeus, sade ja mekaaninen käsittely. Myös korjuuta edeltävät olosuhteet vaikuttavat. Jos maaperä ja kasvusto ovat hyvin märkiä edeltävän sadekauden jälkeen, hidastuu kuivuminen.

Yksiselitteistä esikuivatusaikaa ei voi antaa kuivumisnopeuteen vaikuttavien tekijöiden runsauden vuoksi. Optimiolosuhteissa kuiva-ainetavoitteeseen 25–30 % saattaa päästä jo vuorokauden aikana, mutta yleensä palkokasvien hitaan kuivumisten vuoksi tarvittava aika on pidempi. Palkokasvien esikuivatusajaksi suositellaan kuitenkin enintään kahta vuorokautta. Jos olosuhteet estävät kuivumisen eikä ole toivetta nopeasta kuivumisesta, kannattaa rehu tehdä mieluummin märempänä kuin makuuttaa sitä pellolla. Toki paha sadekaus ja pellon sekä rehun sokeentuminen voivat estää korjuun. Hyvissä esikuivatusolosuhteissa on hyvä huomioida, että liian kuivaksikaan palkokasveja ei kannata esikuivattaa, sillä varisemistappiot lisääntyvät kuiva-ainepitoisuuden lisääntyessä.

Kuiva-ainepitoisuuteen vaikuttaa myös korjuumenetelmä. Jos kasvusto korjataan suoraan pystykasvustosta, ei esikuivatus ole mahdollista. Seurauksena syntyy paljon puristenestettä, varsinkin jos korjattava kasvusto on märkää, kuten palkokasveilla usein on. Hyvänä puolena tässä kuitenkin on, että pystykasvustosta korjaava kone vähentää varisemistappioita. Varisemistappioita syntyy sitä vähemmän, mitä vähemmän rehua pyöritellään ja siirrellään niitto- ja korjuukoneilla. Laadun kannalta parempi olisi kuitenkin tilanne, jossa tulee jonkin verran varisemistappioita kuin paljon puristenestettä.

### **Palkokasvien säilörehun korjuuajankohta on kompromissi**

Sulavuus on keskeinen korjuuajankohdan valintakriteeri laadun kannalta. Sopiva kasvuston kehitysaste tuottaa säilörehua tai säilörehujen seosta, jonka sulavuus vastaa tietyn eläinryhmän (korkeatuottoinen lehmä, umpilehmä, nuorkarja, lihanauta) ruokinta- ja tuotostavoitteita. Rehun laatua ja satomäärää on kuitenkin syytä arvioida yhdessä. Tarkastelussa tulee huomioida myös taloudellinen näkökulma.

Mitä paremmin sulavaa rehu on, sitä enemmän eläin pystyy sitä syömään. Tätä kautta korjuuajankohta ja sulavuus vaikuttavat myös väkirehutarpeeseen. Palkokasvien D-arvo on heinäkasveihin verrattuna usein pienempi, mutta tätä eroa kompensoi palkokasvirehun runsaampi syönti.

Sulavuuden lisäksi on syytä kiinnittää huomiota valkuaispitoisuuteen. Aikaisessa kehitysvaiheessa palkokasvi sisältää tyypillisesti hyvin paljon valkuaista. Tämä vaikuttaa koko ruokinnan valkuaispitoisuuden optimointiin. Liika määrä valkuaista ruokinnassa aiheuttaa typpitappioita ja rasittaa eläintä.

Kokoviljasta tulee vain yksi sato kesässä ja kylvö on tehtävä joka vuosi. Tämän vuoksi kokoviljan korjuuajankohdan merkitys on hieman erilainen kuin nurmikasvuston. Palkoviljan sulavuus on paras heti kukintavaiheessa, mutta satomäärät ovat tällöin vielä alhaiset. Tämän vuoksi kasvupotentiaali kannattaa hyödyntää mahdollisimman



hyvin ja siirtää korjuuta myöhäisemmäksi. Suuren sadon avulla pienennetään rehun yksikkökustannusta, johon esimerkiksi palkoviljojen siemenkustannus vaikuttaa.

Palkoviljakasvien sulavuuden heikkeneminen palkojen muodostuksen aikana ei ole kovin voimakasta. Palkoviljojen korjuu säilörehuksi kannattaakin tehdä silloin, kun palot ovat pääosin täyttyneet, mutta vielä vihreitä. Korjuun ajoitukseen vaikuttavat sulavuuden ja satomäärän lisäksi olosuhteet sekä varisemis- ja lakoontumisriski. Mikäli seoskasvustossa on paljon tavallista viljaa, on viljan taikinatuleentumisvaihe suositeltava korjuuajankohta.

Palkokasvikokoviljasäilörehut voivat korvata nurmisäilörehua lypsylehmien ruokinnassa. Yhtenä esimerkkinä on Luonnonvarakeskuksessa Maaningalla tehty lypsylehmäkoee, jossa verrattiin herne-kaura- ja härkäpapu-kaurasäilörehuja. Härkäpapusäilörehua käytettäessä syönti oli runsaampaa ja maitotuotos oli suurempi kuin hernesäilörehua syötettäessä. Sen sijaan energiakorjatussa maitomäärässä ei ollut eroa. Tämän perusteella kokeen rehujen arvossa ei ollut suurta eroa.

Ympäristön kannalta korjuuajankohdalla on merkitystä erityisesti typpihuuhtoutumisen kannalta. Teoriassa kokoviljakasvusto on ottanut maksimimääränsä typpeä siinä vaiheessa, kun jyvä tai palko on täyttymässä, eli jo ennen kuin tuleentuminen alkaa. Kun korjuu siirtyy tästä myöhäisemmäksi, alkaa etenkin palkoviljojen juuristossa olevaa typpeä vapautua maahan juuriston alkaessa kuolla. Vapautunut typpi valuu vähitellen syvemmälle maaperään ja huuhtoutumisriski lisääntyy, jos sääolot jatkuvat lämpiminä ja kosteina pitkään korjuun jälkeen.

Maaperään vapautunut typpi voidaan kuitenkin ottaa talteen kerääjäkasvien avulla. Jos kerääjäkasvikasvusto muokataan syksyllä maahan, se on syytä tehdä niin myöhään kuin mahdollista, kuitenkin maan rakennetta vaarantamatta. Tällöin palkokasvin typpi siirtyy parhaiten seuraavan kasvin käyttöön. Monivuotisten palkokasvien typpi pysyy puolestaan hyvin kierrossa, kun korjuu tehdään viimeistään kukintavaiheessa ja niin, että kasvu jatkuu lähelle talven saapumista.

# Härkäpapu Mattiloiden sikatilan viljelykierrossa ja rehukäytössä

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Pilottitilahaastattelu 26.4.2017

**Janne, Sari ja Juuso Mattilan** maatila sijaitsee Forsan Matkussa. Tila on tavanomaisessa tuotannossa ja päätuotantosuuntana on sianlihantuotanto. Mattiloilla on yhdistelmäsiikala, jossa porsitetaan emakoita ja porsaas kasvatetaan teuraaksi saakka itse. Emakoita on noin 120 ja lihasikapaikkoja noin 1000. Porsaita syntyy keskimäärin 25 porsasta emakkoa kohden.



Kuva:  
Janne Mattila

Peltoa on viljelyksessä n. 400 hehtaaria. Viljelykierrossa on ohraa, kauraa, vehnää ja härkäpapua. Vehnä on ainoa myyntikasvi, muut käytetään rehuna. Härkäpavun viljelystä Mattiloilla on jo useiden vuosien kokemus. Kasvukaudelle 2017 on tulossa n. 40 hehtaarin ala viljelyyn. Ala kasvaa kymmenisen hehtaaria edellisestä vuodesta.

Hyvin kasvanutta  
härkäpapua.  
Kasvuston keskellä  
Sari Mattila.

Vuosittainen härkäpavun kulutus Mattiloiden sikalassa on noin 150 000 kg, eikä oma tuotanto riitä kattamaan koko tarvetta. Osa tarvittavasta härkäpavusta ostetaan lähiseudun viljelijöiltä. Kokemukset tilojen välisestä yhteistyöstä ovat hyviä ja halukkaita härkäpavun viljelijöitä on löytynyt riittävästi. Yhteistyön yhtenä etuna pidetään sitä, että molemmat osapuolet hyötyvät siitä. Kasvinviljelytilat hyötyvät härkäpavusta viljelyn monipuolistumisen kautta ja yhteistyön myötä sadolle on ostaja valmiina.

## Possut kasvavat härkäpavulla

Mattiloiden tilalla tavoitellaan mahdollisimman omavaraista sikojen ruokintaa ja ostorehujen minimointia. Tämä on yksi syy härkäpavun viljelyyn ja rehukäyttöön.

Ruokintamuotona on liemiruokinta sekä emakoilla että lihasioilla. Pikkupossut saavat aluksi kuivarehua, mutta välikasvatusvaiheessa ne siirtyvät liemiruokinnalle. Ruokinnassa käytetyt rehut ovat ohra, kaura, vehnä, härkäpapu ja teollinen tiiviste. Uutena rehujakeena ruokintaan on tullut hera, jota syntyy paikallisen yrityksen juustonvalmistuksen sivutuotteena.

Härkäpapua käytetään vain lihasikojen ruokinnassa. Sen osuus seoksessa vaihtelee keskimäärin 5–15 %:n välillä kuiva-aineesta laskettuna. Käyttömääriin vaikuttaa

erityisesti lihasikojen kasvatusvaihe, mutta myös ruokinnassa käytettyjen rehujen koostumukset. Valkuaistiivisteinä on härkäpapuruokintaan tarkoitettu härkäpaputiiviste ja pienimmille lisänä imetystiiviste. Taulukossa 1 on esimerkki lihasikojen ruokinnasta eri painoissa, kun yhtenä rehukomponenttina on härkäpapu.

Taulukko 1. Esimerkki lihasikojen rehustuksesta, kun mukana on härkäpapua.

Lihasian paino	15-30 kg	30-50 kg	50-120 kg
Rehut	Rehujen osuus kuiva-aineesta, %		
Kaura		9,08	9,07
Ohra	33,84	23,61	36,08
Vehnä	29,31	28,12	24,50
Härkäpapu	5,00	14,99	10,00
Imetystiiviste	10,29		
Härkäpapu-tiiviste	18,66	18,50	15,54
Hera	2,90	5,70	4,81

Härkäpavun jauhatusta tehdään vasaramyllyllä. Sillä jauhatusta sujuu, kunhan papu on riittävän kuivaa. Jos se on liian kostea, se jää helposti vasaroihin kiinni ja alkaa tukiä myllyä. Maksimikosteutena pidetään 15 %, jotta papu menee hyvin myllystä läpi. Erityisesti härkäpavun kuivauksessa, mutta myös jauhatuksessa, on syytä varautua meteliin kun pavut pomppivat aiheuttaen voimakkaan äänen. Tällöin kuulosuojaimien käyttö on erityisen suositeltavaa.

Emakoiden ruokinnassa härkäpapua ei käytetä. Niiden ruokintaa pidetään niin herkkänä, ettei sen vuoksi ole haluttu ottaa härkäpapua syöttöön. Ja vaikka härkäpapua käytettäisiin emakoiden ruokinnassa, määrät olisivat sen verran pieniä, ettei sillä koeta saatavan riittävää hyötyä valkuaisomavaraisuuden lisäämisessä. Lisäksi, koska kaikki tilalla tuotettu härkäpapu kuluu lihasikojen ruokinnassa, senkään puolesta ei ole tarpeen laajentaa härkäpavun käyttöä emakoiden ruokintaan.

Härkäpavuun rehukomponenttina Mattilat ovat olleet tyytyväisiä. Lihasikojen kasvutulokset ovat hyviä eikä maittavuusongelmia ole ollut. Mattiloilla olisi halua lisätä härkäpavun käyttöä ruokinnassa. Sen edistämiseksi he toivovat panostusta niin tutkimukselta, kasvinjalostajilta kuin rehutehtailtakin.

## Räätälöityjä premixejä kaivataan täydentämään kotoisten rehujen käyttöä

Jotta kotoisten valkuaisrehujen käyttöä voisi lisätä, Mattilat kaipaavat rehuteollisuudelta kotoisten rehujen täydennykseen soveltuvia premixejä, joiden avulla voitaisiin maksimoida esimerkiksi herneen tai härkäpavun käyttö ruokinnassa. Tällä hetkellä tuntuma on, ettei nykyisillä tiivistevaihtoehdoilla päästä niihin kotoisten valkuaisrehujen käyttömääriin mitä haluttaisiin.

Mattiloiden toiveena on, että joku rehualan toimija alkaisi valmistaa tietyille tilaryhmillä räätälöityjä premixejä sen mukaan, mitä rehuja tiloilla on käytössä. Niissä optimoitaisiin aminohapot ja kivennäiset tilalla käytössä olevien rehujen pohjalta. Tämä mahdollistaisi mahdollisimman suuren kotoisten rehujen käytön. Jos isojen rehutehtaiden konseptiin tämä ei sovi, niin tässä voisi olla markkinarako jollekin pienemmälle rehualan toimijalle.

Uudet härkäpapulajikkeet, Kontua aikaisempi Sampo ja satoisampi Louhi kiinnostavat viljelykasveina. Mattilat toivovat niiden siementen saamista markkinoille mahdollisimman pian. Myös seuraavia, merkittävästi vähemmän haitta-aineita sisältäviä tulevaisuuden lajikkeita he odottavat kovasti, sillä ne saattavat mahdollistaa nykyistä suuremmat härkäpavun käyttömäärät sikojen ruokinnassa.

## Härkäpapu sopii sikatilan viljelykiertoon

Mattilat viljelevät härkäpapua jo seitsemättä vuotta. Härkäpapua on koko ajan viljelykierrossa mukana ja sitä viljellään samalla lohkolla keskimäärin 4–5 vuoden välein. Keskisato on n. 3000 kg/ha. Huonoimpina vuosina sato on jäänyt noin tuhanteen kiloon hehtaarilta. Tällöin syynä on yleensä ollut kuivuus.

Mattilat ovat kokemustensa perusteella todenneet härkäpavun olevan viljelykierrossa erinomainen kasvi. Useiden vuosien viljelykokemusten myötä härkäpavun monet hyödyt ovat tulleet käytännössä esiin. Jopa huonoimpinakin vuosina, kun satoa ei ole päästy korjaamaan, on härkäpavusta jäänyt positiivisia kokemuksia. Missään vaiheessa he eivät ole harkinneet sen viljelyn lopettamista. He pitävät härkäpapua ehdottomasti sikatilan viljelykiertoon sopivana kasvina.

Yhtenä esimerkkinä härkäpavun positiivista vaikutuksista Mattilat nostavat esiin vuoden 2012, jolloin syksy oli niin sateinen, ettei härkäpapua päästy puimaan ja se jäi peltoon. Seuraavan vuonna havaittiin härkäpavun monia hyviä jälkivaikutuksia. Kun kyseisellä lohkolla viljeltiin seuraavana vuonna ohraa, siitä saatiin huippusato. Tähän uskottiin vaikuttavan erityisesti härkäpavun maahan jättämä typpi, korjaamatta jääneen sadon biomassan ja juuriston maata kuohkeuttava vaikutus. Jo kylvöhetkellä huomattiin härkäpavun maata kuohkeuttava vaikutus. Maa oli erilaista kylvää kuin silloin, jos edellisen vuoden viljelykasvina on ollut vilja. Syksyllä peltoon jääneestä härkäpapukasvustosta ei ollut keväällä mitään haittaa, vaan se oli hyvin maatonut ja pellon muokkaamiseksi riitti lautasmuokkaus ja kylvö sen jälkeen.

Härkäpavun hyvä esikasvivaikutus tulee Mattiloiden mukaan hyödynnettyä parhaiten kevätvehnän viljelyssä. Tavoiteltaessa korkeita ja valkuaispitoisia vehnäsatvoja, tiukoista lannoitusrajoista johtuen riittävän typen saannin varmistamiseksi tarvitaan härkäpavun maahan jättämä lisätyppi.

Mattiloiden kokemuksen perusteella härkäpapupeltoa ei kannata muokata syksyllä. Kasvijäte ei ole ongelma keväällä, koska se maatuu hyvin talven aikana. Kokemukselta on havaittu, että härkäpavun jälkeiset lohkot kuivahtavat nopeammin kylvökun-

toon, mikä aikaistaa kylvöille pääsyä. Lisäksi pelto on helppo muokata ja muokkaus onnistuu pelkällä lautasäkeellä, mikä jouduttaa kylvöitä.

Yhtenä härkäpavun hyvänä ominaisuutena Mattilat pitävät sen maata parantavia ominaisuuksia. Sen viljelyä pyritäänkin harjoittamaan erityisesti niillä lohkoilla, joilla tarvitaan kunnostustoimenpiteitä. Tosin ei härkäpapukaan ihmeisiin pysty ja esimerkiksi tiivistyneessä savimaassa sen viljely voi olla haasteellista.

Härkäpapua Mattilat eivät miellä myöhäiseksi kasviksi. "Ei se sen myöhäisempi ole kuin kevätvehnäkään". Puintiajankohta määräytyy aina kasvukauden ja kasvuston mukaan, ei kalenterista katsomalla. Joskus se voi olla hyvinkin aikainen, joskus myöhäisempi. Vuodet ovat erilaisia niin härkäpavun kuin muidenkin kasvien viljelyssä. Härkäpavun koetaan tuovan joustoa puintiin, kun on eri aikoihin valmistuvia kasveja viljelykierrrossa.

Mattiloilla on parin vuoden ajalta kokemusta kerääjäkasveista härkäpavun viljelyssä. Kerääjäkasvina on käytetty italianraiheinää. Pystyssä olevassa härkäpapakasvustossa siitä ei ole ollut haittaa, mutta riskinä on, että jos kasvusto lakoutuu, niin raiheinä saattaa kasvaa siitä läpi. Tällöin kasvuston tuleentuminen saattaa hidastua ja puinti vaikeutua.

## Härkäpavun kylvöön mahdollisimman aikaisin

Härkäpavun kylvössä Mattilat pyrkivät huomioimaan sen aikaisuuden. Maan tulee olla riittävän kostea, jotta härkäpapu lähtee hyvin itämään. Yleensä härkäpapu onkin ensimmäisiä kylvettäviä kasveja.

Kylvö tehdään pääosin suorakylvönä noin 7 cm:n syvyyteen, käytännössä niin syvään kuin sen koneella saa onnistumaan. Viljely painottuu pääasiassa kivennäismaille. Eloperäisillä mailla, kuten suo- ja turvemaat, viljelyä pyritään välttämään.

Kylvön yhteydessä Mattilat antavat härkäpavulle starttityppeä noin 20–30 kg/ha hyvän alkuunlähdon varmistamiseksi. Kasvukauden aikaisia toimenpiteitä, lähinnä rikkakasvien ja kasvitautien torjuntaa ei yleensä tehdä.

Mikäli rikkakasveja joudutaan torjumaan, se tehdään glyfosaatilla juuri ennen taimettumista. Rikkakasvien torjunnassa suurimpana esteenä pidetään kasvustoon ruiskutettavien kasvinsuojeluaineiden korkeaa hintaa. On kuitenkin hyvä tiedostaa, että jos kasvuston seassa on paljon rikkaruohoja, se saattaa muodostua ongelmaksi erityisesti rehukäytössä kun rikkojen siementä tulee sadon sekaan. Tällöin saa varautua siihen, että ennen rehukäyttöä tulee lajittelutarve. Lajittelulla rikat saadaan poistettua rehuksi käytettävän härkäpavun seasta.

Härkäpavun kasvitauti suklaalaikku ei ole ollut ongelmana. Kasvukaudella 2016 havaittiin erikoinen ilmiö, jossa härkäpapakasvusto oli hyvä, mutta varren yläosat olivat tyhjiä paloista. Syyksi epäiltiin liian rehevää kasvustoa. Kylvösiemenmäärää on tarkoitus pienentää. Aiemmin kylvösiemenmääränä on käytetty keskimäärin 280 kg/ha, joskus jopa 300 kg/ha. Nyt se on tarkoitus pienentää käyttäen noin 250 kg/ha ja jollain lohkokolla kokeilla vain 200 kg/ha. Kontu-lajikkeen kylvösiemenen haasteena on ollut siemenkoon vaihtelu. Erityisesti jos siemen on ollut suurta, se on jäänyt jumiin kylvövantaisiin, jonka seurauksena taimettuminen on ollut epätasaista.

## Härkäpavun puinti ja kuivaus

Härkäpavun puintikosteustavoitteena Mattilat pitävät noin 16 %. Lähtökohtaisesti kasvuston annetaan kuivua kunnolla pellolla, jotta se on helpompi puida ja kuivausaika jää lyhyemmäksi. Puintiajankohta määritetään ensisijaisesti kosteusmittarin avulla ja sääennusteet huomioiden. Nyrkkisääntönä on, että kun pavut menevät taikinaksi, ei vielä kannata mennä puimaan.

Mattiloiden kokemuksen perusteella härkäpavun kosteuden mittaaminen vaatii murskaavan mittarin, jotta saa oikean kuvan kosteudesta. Puintiajankohta on myös paljon keleistä kiinni. Jos sääennusteet lupaavat poutaa, puinnin kanssa ei kannata kiirehtiä. Joskus kun kelit ovat pakottaneet, Mattilat ovat joutuneet puimaan härkäpapua, jonka kosteus on ollut yli 20 %.

Puintiohjeena Mattilat vinkkaavat, että puimurin tuuli kannattaa säätää täysille ja seulat isolle. Tosin seuloja ei kannata laittaa ihan niin isolle kuin ohjeistetaan, sillä silloin papuja saattaa mennä puimurin läpi lisäten puintitappioita.

Kuivaus onnistuu Mattiloiden kokemusten perusteella ihan normaalisti, ilman joidenkin suosittelemaa vaiheittaista kuivausta. Kosteustavoitteena he pitävät 15 % tai vähemmän, jotta jauhatus onnistuu. Positiivisena asiana he pitävät sitä, että kuiva papu on tehokas kuivurin puhdistaja.

## Härkäpavun viljelyssä tarvitaan oikeanlaista asennetta

Mattilat kiteyttävät hyvin härkäpavun viljelyssä tarvittavan asenteen. Heidän mukaansa asenteen tulee olla sellainen, että "aina härkäpavusta jää jotain". Jollei kasvustoa päästä korjaamaan, niin se on erinomainen viherlannoituskasvi, joka jättää tyypeä maahan seuraavalle kasville. Lisähyötynä tulee vielä maan rakennetta parantavat ominaisuudet. Härkäpavun viljelyssä ainoana tavoitteena ei kannata pitää sadon maksimointia, vaan viljelyä ja siitä saatavia hyötyjä tulee tarkastella kokonaisvaltaisemmin.

Härkäpavun viljelyn riskejä pienentää se, että ostopanoksia ei viljelyssä ole paljoakaan kiinni, varsinkin jos vielä käytetään omaa siementä eikä tehdä kasvinsuojelutoimenpiteitä. Jos saadaan keskimääräistä pienempi sato tai pahimmassa tapauksessa sato jää kokonaan puimatta, Mattilat pitävät härkäpapua siitakin huolimatta taloudellisesti kannattavana kasvina. Valkuaiskasvien viljelystä maksettavaa peltokasvipalkkiota Mattilat pitävät merkittävänä kannustimena kotimaisen valkuaisen tuottamisessa. Hyvänä kiteytyksenä Mattilat toteavat, että "härkäpavun viljely olisi jo lopetettu, jollei siitä jotain hyötyä olisi."

# Härkäpapu ja apila Lahden lihanautatilan viljelykierrossa ja rehukäytössä

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Pilottitilahaastattelu 25.4.2017

**Veijo ja Eija Lahden** maatila sijaitsee Janakkalassa. Tilan toiminnassa on myös heidän poikansa **Lauri Lahti** mukana. Tila on tavanomaisessa tuotannossa ja päätuotantosuuntana on naudanlihantuotanto. Naudanlihantuotanto perustuu vieroitettujen vasikoiden kasvatukseen teuraaksi. Pääasiassa eläimet ovat maitorotuisia, mutta joukossa on mukana myös joitain liharotuisia. Eläinpaikkoja on noin 130.

Peltoa on viljelyksessä n. 208 ha. Viljelyssä on nurmea, kevätvehnää, ohraa, kauraa, rypsiä tai rapsia, härkäpapua ja suojavyöhykenurmia. Ohraa, kauraa ja härkäpapua viljellään rehukäyttöön, vehnää, rypsiä ja rapsia myyntikasveiksi. Hernettäkin on kehitetty, mutta sen jälkeen kun viljelystä tukikasvin kanssa ei enää saanut valkuaiskasvipalkkiota, sen viljelystä luovuttiin. Kaikissa nurmiseoksissa on mukana puna-apilaa, mutta puhtaita apilakasvustoja ei ole. Tulevana kasvukautena on tulossa kokeiluun nurmiseos, jossa on apilan ja nurmiheinäkasvien lisäksi myös sinimailasta. Nurmien viljelykierto on keskimäärin 4-5 vuotta. Eniten kiertonopeuteen vaikuttaa kasvuston kunto ja sadontuottokyky.

## Rehuvalkuainen tuotetaan omalla tilalla

Lahden tilalla tavoitellaan mahdollisimman omavaraista nautojen ruokintaa ja ostorehujen minimointia. Tämä on yksi syy härkäpavun ja apilan viljelyyn ja rehukäyttöön. Lisäksi tilalla viljelty rypsi/rapsi myydään läheiselle öljynpuristamolle, ja sivutuotteena syntyvää puristetta käytetään ruokinnassa valkuaislisänä. Puristetta saa tasaisesti ympäri vuoden. Näin ollen kivennäiset ovat ainoa varsinainen ostorehu. Valkuaiskasvien viljelyssä tavoitellaan monipuolista ja omavaraista valkuaisruokintaa, hyvää nurmien valkuaispitoisuutta ja säästöjä lannoitekustannuksissa. Apila nurmissa tuo joustoa säilörehun korjuuajankohtaan, koska sen kasvurytmi on nurmiheinäkasveja hitaampi.

Ruokintamuotona on erillisruokinta, jossa säilörehu jaetaan pöydälle ja väkirehut sen päälle. Seosrehuruokintaan siirtyminen on harkinnassa. Kaikki eläimet saavat samaa väkirehuseosta, koska useamman seoksen tekeminen ei käytännössä ole järkevää. Keskimääräinen väkirehunkulutus on 5 kg/pv/sonni ja säilörehua eläimillä on koko ajan vapaasti saatavilla.

Väkirehuseoksessa on ohraa, kauraa, härkäpapua ja rypsipuristetta. Jos tilalla tuotettu vehnä ei kelpaa leipäviljäksi, sitä laitetaan myös seokseen. Mylläri käy jauhamassa valmiin seoksen. Yhden sekoituserän koko on 5000 kg. Tyypillinen 5000 kilon rehuerä sisältää:

2700 kg ohraa (54 %)  
1500 kg kauraa (30 %)  
500 kg härkäpapua (10 %)  
300 kg rypsipuristetta (6 %)

Muut väkirehukomponentit paitsi härkäpapu jauhetaan valssimyllyllä. Härkäpavun jauhatus tulee tehdä vasaramyllyllä, sillä valssimyllyllä jauhettaessa härkäpapu tukkii valssin. Rypsipuristetta Lahti pitää hyvänä lisävalkuaisrehuna. Sen lisähyötynä on pölyn sitominen, mikä koetaan viljaa sisältävän rehuseoksen käytön etuna. Härkäpappua sisältävä väkirehuseos on maittavaa, eikä maittavuuden kanssa ole koskaan ollut ongelmia.

Kotoiset rehut toimivat ruokinnassa hyvin. Siitä osoituksena hyvät tuotantotulokset. Päiväkasvut nettokasvuina ovat keskimäärin 600 g/pv, parhaimmillaan päästä jopa 800 g/pv kasvuihin. Keskimääräinen teuraspaino on 360 kg. Lihakkuuden osalta eläimet luokituvat pääosin O-luokkiin ja keskirasva on 2, mitkä ovat tyyppillisiä tuotantotuloksia maitorotuisilla eläimillä.

## **Pitkäaikaiset kokemukset härkäpavun viljelystä**

Härkäpappua Lahden tilalla on viljelty noin 15 vuoden ajan. Sen viljelypinta-ala vaihtelee 7-12 hehtaarin välillä. Lajikkeena on ollut Kontu. Härkäpapu kiertyy viljelyssä koko ajan. Keskisato on noin 3000 kg/ha ja parhaimmillaan on päästy vähän yli 4000 kg/ha satotasoihin.

Viljelykierrossa härkäpavun esikasviarvo tulee parhaiten hyödynnettyä, kun härkäpavun jälkeen kyseiselle peltolohkolle kylvetään paljon tyyppiä tarvitseva vilja. Lahden tilalla se on kevätevehnä. Lannoituksessa käytetään kevätevehnälle sallittuja typpimääriä. Tällöin härkäpavun maahan jättämä tyyppi voidaan hyödyntää lisätyypinä. Vehnän typpilannoitusrajoja Lahti pitää sen verran alhaisina, että vehnä hyötyy härkäpavun tuottamasta lisätyypestä, varsinkin kun tavoitellaan mahdollisimman korkeaa ja valkuaispitoista satoa.

Pääasiassa härkäpappua viljellään savimailla ja jätetään kevyimmät maat muiden kasvien viljelyyn. Tilan peltojen pH on pääasiassa 6 paikkeilla, joten siltä osin ne soveltuvat hyvin härkäpavun viljelyyn. Myös peltolohkojen vesitalous on pyritty pitämään kunnossa, mikä edesauttaa härkäpavun viljelystä.

## **Härkäpavun viljely on yksinkertaista**

Lahden tilan töiden suunnittelun ja toteutuksen peruslähtökohtana on yksinkertaisuus ja tehokas työajan käyttö. Härkäpavun viljelyä Lahti pitää yksinkertaisena ja vähän työtä vaativana, ja ne ovat syitä, miksi se on pysynyt viljelykierrossa jo pitkään mukana. Lisäksi viljelyn kannattavuus on asia, joka vaikuttaa viljelykasvien valintaan, ja sekin puoltaa härkäpavun viljelystä.

Yksinkertaisuudessaan härkäpavun viljely on sitä, että keväällä se kylvetään ja syksyllä korjataan sato ja kuivataan se. Kasvukauden aikana ei tehdä kasvinsuojelutoimenpiteitä. Suklaalaikkua ei ole juurikaan esiintynyt, joten kasvitautiltorjuntaa ei koeta tarpeelliseksi. Peltojen rikkakasvit torjutaan muiden viljelykasvien viljelyn yhteydessä ja kun rikkakasvitilanne on hallinnassa, ei niistä ole ollut haittaa härkäpavun viljelyvuonna, vaikka niitä ei silloin ruiskuteta. Härkäpavun viljelyssä kasvinsuojelukustannuksia Lahti pitää niin korkeina, ettei siihen kannata ryhtyä. Lisäksi se aiheuttaa lisätyötä.

Härkäpavun viljelyssä Lahti ei käytä starttityyppiä lainkaan. Tämä saattaa olla yksi tekijä, joka osaltaan hillitsee rikkokasvien kasvua. Koska härkäpavun typensaanti perus-



tuu sen omaan typensidontaan, se ei luovuta typpeä rikoille vaan käyttää sen omiin tarpeisiinsa.

Härkäpavun viljelyssä Lahti pitää tärkeänä, ettei kasvustosta tule liian rehevää. Rehevä kasvusto lisää lakoutumisriskiä. Liian rehevää kasvustoa Lahti ehkäisee erityisesti maltillisena kylvösiemenmääränä, joka on n. 270 kg/ha. Lahden tavoitteena on mieluummin harva kuin taaja kasvusto, jotta se ei lakoonnu. Liian tiheä kasvusto hidastaa myös tuleentumista ja tekee siitä epätasaista. Lisäksi se hidastaa kasvuston kuivumista puintivalmiiksi, joka puolestaan myöhästyttää puintiajankohtaa.

Härkäpavun kylvösyvyytenä Lahti tavoittelee 5-6 cm:n syvyyttä. Kylvön hän pyrkii tekemään mahdollisimman aikaisin, mutta kylvöajankohta ja kylvöjärjestys määräytyvät osittain peltojen kuivumisen mukaan. Lahden mukaan "kylvöajankohdassa rapsi, vehnä ja härkäpapu taistelevat keskenään". Peruslähtökohtana on se, että se millä kasvilla aloitetaan, kylvetään ensin ja vasta sitten siirrytään seuraavaan kasviin.

Lahden tilalla on kokemuksia jopa niinkin myöhäisestä härkäpavun kylvöajankohdasta kuin kesäkuun alku ja siitä huolimatta se puitiin normaaliin aikaan. Eli kasvuston kehittyminen riippuu paljon kylvöajankohdan lisäksi myös kasvukauden olosuhteista.

Puinnissa erityisohjeina Lahti mainitsee "seulat auki ja paljon tuulta". Puinti tulee tehdä mahdollisimman lyhyeen sänkeen, koska alimmat palot ovat alhaalla. Jos puidaan pitkään sänkeen, satotappiot lisääntyvät. Puimaan kannattaa lähteä vasta silloin, kun kasvusto on kauttaaltaan mustaa. Jos joutuu puimaan lakokasvustoa, puinti tulee tehdä ensisijaisesti keliin eikä kasvuston tuleentumisen mukaan, sillä laossa oleva kasvusto ei tuleennu täysin, vana siinä on aina seassa vihreää kasvustoa.

Viime kasvukaudella Lahti kokeili puimurin sivuteriä, jotka leikkaavat kasvustoa. Rypsilä ne toimivat hyvin ja tavoitteena on kokeilla niitä myös härkäpavulla, mikäli se lakoutuu.



Kuva: Katariina Manni, HAMK

Kuivauksen Lahti tekee yhtäjaksoisesti kuivaksi saakka. Rehukäyttöön riittää, kun kosteus on alle 17 %. Kuivauslämpötilana hän käyttää vähän alempaa lämpötilaa kuin viljoilla.

## **Rohkeutta härkäpavun viljelyyn**

Lahti kannustaa ainakin kokeilemaan härkäpavun viljelyä. Hänen mukaansa härkäpavun viljely ei ole sen vaikeampaa kuin minkään muunkaan kasvin viljely. Ja vielä kun viljely onnistuu samoilla koneilla kuin muukin viljely, niin ei tarvita edes koneinvestointeja.

Härkäpavun viljelyssä on huomattu viljelyn kannattavuus viljakasveihin verrattuna, mikä on yksi Lahden viljelyintoa lisäävä tekijä. Härkäpavun vaikutuksia maan rakenteeseen Lahti ei ole havainnut. Tämä johtunee suurelta osin hänen mukaansa siitä, että on muitakin positiivisesti maan rakenteeseen vaikuttavia asioita kuin härkäpapu. Esimerkkeinä hän mainitsee nurmen mukanaolon viljelykierrossa ja karjanlannan käytön.

Kannattavuuden lisäksi härkäpavun viljelyn hyötyinä Lahti näkee valkuaisomavaraisuuden sekä ostorehu- ja lannoitekustannusten vähenemisen. Työnsäästö härkäpavun viljelyssä on myös viljelyä motivoiva tekijä. "Rohkeasti vain kokeilemaan härkäpavun viljelyä" on Lahden kannustin muille viljelijöille.

# Herne Uusitalon kanatilan viljelykierrossa ja rehukäytössä

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Pilottitilahaastattelu 4.5.2017

**Hannes ja Tanja Uusitalon** maatila sijaitsee Lopella. Tila on luomutuotannossa ja päätuotantosuuntana on kananmunantuotanto. Kanoja on kerrosritiläkanalassa noin 14 600 ja luomusäädösten mukaisesti niillä on ulkoiluun tarkoitettu tarha-alue.

Peltoa on viljelyksessä n. 55 hehtaaria. Viljelykierrossa on ohraa, kauraa, vehnää, hernettä ja nurmea. Herneen viljelyala on noin 10 hehtaaria. Sitä viljellään viiden vuoden kierrolla kaikilla lohkoilla.

Vuosittainen herneen kulutus Uusitalon kanalassa on noin 40 000 kg, joten oma tuotanto ei riitä kattamaan koko tarvetta. Osa tarvittavasta herneestä ostetaan lähiseudun viljelijöiltä. Myös rehuviljaa joudutaan ostamaan.

## Herne luomukanojen ruokinnassa

Kanojen rehuseos jauhetaan Uusitalon tilalla omilla laitteilla. Kerralla jauhettava erä-koko on 400 kg ja päivittäisiä jauhatuskertoja on 3 tai 4. Rehuseoksesta pyritään tekemään mahdollisimman karkeaa. Käytössä on murskaava mylly ja se toimii hyvin. Aiemmin kun käytössä oli vasaramylly, rehusta tuli liian hienojakoista ja se oli pölyävää. Herneen murskauksessa ei ole ollut ongelmia, vaan se murskaantuu yhtä hyvin kuin vilja. Rehu jaetaan kanoille ketjuruokkijalla.

Rehuseoksessa käytetyt rehujakeet ja niiden keskimääräiset osuudet:

Kaura, n. 35 %

Ohra, n. 15 %

Vehnä, n. 15 %

Herne, n. 6-7 %

Valkuaistiiviste, n. 18-19 %

Kalkki, n. 8-9 %

Herneellä korvataan osa tiivisteestä ja viljasta. Aiemmin hernettä käytettiin noin 10 %, mutta nyt suositusta on alennettu ja sen käyttömäärä seoksessa on 6-7 %. Käytännön kokemuksena on havaittu, että jos hernettä on liikaa seoksessa, se löydyttää lantaa, jonka seurauksena kanat ja munat likaantuvat herkemmin. Herne on Uusitalon kokemusten mukaan kanoille maittava rehukomponentti.

Hernettä Uusitalo pitää erityisesti luomukanojen ruokinnassa hyvänä rehuna. Sen käytöllä voidaan vähentää teollisen valkuaisrehun tarvetta ja siten alentaa ostorehukustannuksia. Teollisena täydennysvalkuaisrehuna Uusitalo käyttää luomutiivistettä, jota voi käyttää sekä herneen kanssa että ilman hernettä. Luomutiivisteiden haittapuolina Uusitalo pitää sen korkeaa hintaa ja sitä, että valkuainen perustuu pitkälti luomusoijaan. Hän pitäisi parempana sitä, että luomurehu voitaisiin tehdä kotimaisista raaka-aineista.

Luomuun siirtyminen ei ole heikentänyt Uusitalon kanojen tuotantotuloksia, vaan tulokset ovat pysyneet yhtä hyvinä kuin ennen luomua. Merkittävin muutos luomuun siirtymisen jälkeen oli lisääntynyt rehunkulutus, joka johtuu kanojen lisääntyneestä liikkumisesta.

Haasteena ruokinnassa on herneen laadun vaihtelut kun sitä joudutaan ostamaan useilta tuottajilta. Laadun tunteminen on tärkeää, jotta se voidaan huomioida rehureseptissä. Sama pätee myös viljan käyttöön. Mitä useammalta tilalta ja mitä pienemmissä erissä ostoherne tulee, sitä haasteellisempaa se on ruokinnan suunnittelun kannalta. Suurinta laatuvaihtelua herneessä aiheuttaa seosviljely. Siinä viljan määrä herneen seassa saattaa vaihdella huomattavastikin. Uusitalon tilalla on lajittelija ja herne lajitellaan ennen rehukäyttöä jos viljan osuus sen seassa on huomattava. Ostorehusherneen hinnoittelua tilojen välisessä kaupassa Uusitalo ei pidä ongelmallisena. Hinnoittelu perustuu kyseisen hetken markkinahintaan.

## Herne olennainen osa luomutilan viljelykiertoa

Hernettä Uusitalo pitää välttämättömänä luomutilan viljelykierrossa. Se on typpioma varainen, jättää tyypeä maahan seuraavan vuoden viljelykasvin käyttöön, katkaisee viljojen tautipainetta ja monipuolistaa viljelyä.

Pääosin tilan maat ovat hienoa hietaa, jolla herne kasvaa hyvin. Peltojen pH on keskimäärin kuuden paikkeilla. Herneen keskisato vaihtelee 2000–3000 kilon välillä hehtaaria kohden. Lajikkeista Uusitalolla on kokemusta Karitasta ja Rocketista. Karitaa hän pitää Rocketia satoisampana.

Uusitalo käyttää jonkin verran viljaa herneen tukikasvina ehkäisemään lakoutumista. Tukikasvina on kaura. Kauran etuna tukikasvina on, että se kasvaa hyvin ja tasoittaa kuivausta. Herneelle ei anneta kananlantaa. Mikäli herneen viljelyssä ei käytetä väkilannoitteita, kylvökoneella pystyy lannoitepuolella kylvämään herneen ja tukiviljan siemenpuolella. Jos haluaa tiheämmän kasvuston, niin herne kannattaa laittaa viljapuolelle ja tukivilja lannoitepuolelle.

Ennen herneen kylvää Uusitalo tekee siemenen itävyyskokeet. Kylvösiemenmäärinä hän käyttää lähtökohtaisesti viljelysuositusten mukaisia määriä, joihin tehdään pieni lisäys. Lisäys sen vuoksi, koska kylvön jälkeen tehdään rikkaaestys, josta taimet kärsivät jonkin verran. Rikkaaestys tehdään siinä vaiheessa kun pienet rikat ovat tulleet pintaan, mutta kuitenkin ennen herneen taimettumista. Äestysvyvyys on noin 3-4 cm. Jos rikkakasveja ei torjuta ja kasvuston seassa on rikkoja ja jos kasvusto menee lakoon, maan pinta saa valoa ja rikat kasvavat, jonka seurauksena puinti hankaloituu. Mahdollisimman tiheä kasvusto estää rikkoja, mutta samanaikaisesti myös lakoutumisriski kasvaa.

Puintiajankohdan määrittämiseen Uusitalolla ei ole mitään erityisohjetta. Pellolla hän käy arvioimassa kasvustoa ja oikeaa puintihetkeä. "Kun alkaa rapista, niin puinnin voi aloittaa", Uusitalo toteaa. Liian pitkäänkään ei kuivumista kannata odottaa, sillä kuivumisen myötä lisääntyy riski, että palot alkavat halkeilla ja seurauksena tulee varisemistappioita peltoon.

Herne olisi Uusitalon mukaan hyvä saada kuivuriin mahdollisimman kuivana. Jos herne on kovin kosteaa, puinnin lisäksi haastetta tulee myös kuivauksessa. Kosteaa herne jää pyörimään kuivuriin ja jämähtää helposti. Ongelmaa pahenee, jos seassa on rikkoja. Jos herne on mahdollista esikuivata kylmäilmakuivurissa, se helpottaa kuivauksen jatkamista lämminilmakuivurissa. Kuivauksen Uusitalo tekee yhtäjaksoisesti

ilman välijäähdetyksiä käyttäen jonkin verran viljan kuivausta alempaa lämpötilaa.

Herneen siemenen itävyyden kannalta on tärkeää, että siemen on ehjä. Jos herne on halkeillut, se menettää itävyytensä. Uusitalolla halkeilu ei siinä mielessä ole ongelma, koska hän lajittelee siemeneksi menevän herneen ja lajittelussa erottuvat haljenneet herneet hän pystyy käyttämään rehuna.

Herneen viljelyssä Uusitalo pitää suurimpana haasteena lakoutumista. Tukikasvin käyttö herneen seassa on tärkein lakoutumista ehkäisevä tekijä. Valkuaiskasvien viljelystä maksettavaa peltokasvipalkkiota hän pitävää merkittävänä kannustimena edistettäessä kotimaisen valkuaisen viljelyä. Herneen viljelyssä haittana kuitenkin on, että tukikasvin käyttö on rajoitettua, mikäli haluaa peltokasvipalkkion.



Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

# Apilasäilörehu maistuu Horkan lypsykarjatilän lehmille

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Kuvat: Katariina Manni

Pilottitila-aastattelu 31.8.2017

**Simo Horkan** tilalla Jokioisilla päätuotantosuuntana on maidontuotanto. Peltoa on viljelyssä noin 150 hehtaaria, joka kaikki tarvitaan eläinten ruokintaan.

Tulevana sisäruokintakautena lehmämäärä tulee olemaan noin 110 lypsylehmää. Tämän lisäksi kasvatetaan uudistukseen tarvittavat eläimet itse. Tilan pelloilla viljellään säilörehua, rehuviljaa ja härkäpapua. Horkalla on kokemusta myös herneen viljelystä. Lähinnä sitä on viljelty rehuviljan seassa nostamaan viljaseoksen valkuaispitoisuutta. Horkan tilalla säilörehuntuotanto perustuu kolmen tilan väliseen yhteistyöhön. Se mahdollistaa tehokkaan korjuukoneketjun ja kustannustehokkuuden. Rehun teko suunnitellaan tilojen tavoitteiden ja tarpeiden sekä kasvustojen kehityksen mukaan. Kasvuston valtalajimäärää korjuuajankohdan. Jos mukana on nurmipalkokasveja, ne tuovat joustoa korjuuseen.



**Simo Horkka odottelee jo kolmatta säilörehunkorjuuta.**

## Monipuoliset nurmiseokset varmistavat määrää ja laatua

Lehmien ruokinta Horkan tilalla perustuu hyvään säilörehuun. Säilörehun tuotannossa panostetaan määrän lisäksi myös laatuun. Nurmet perustetaan pääasiassa suojaviljaan, mutta kokemusta pikanurmista ilman suojaviljaakin on. Hyvän sadon varmistamiseksi käytetään monipuolisia nurmiseoksia niin lajien kuin lajikkeidenkin osalta.

Perusnurmiseoksessa on timoteitä, nurminataa, ruokonataa, englanninraiheinää, puna-apilaa, alsikeapilaa, valkoapilaa, sinimailasta ja niittynurmikkaa. Lisäksi jokaisesta lajista on vähintään kaksi lajiketta. Monipuolisella seoksella pyritään varmistamaan mahdollisimman tiheä kasvusto joka loholla, mikä on hyvän sadon edellytys mutta tärkeää myös rikkakasvien torjunnassa. Niittynurmikkaa Horkka ei pidä varsinaisena satokasvina vaan enemmänkin maan peitekasvina aukkopaikoissa, jolloin se osaltaan auttaa pitämään rikat kurissa.



Hyvä säilörehu appeessa maittaa lehmillä ja lypsättää.



Kevätevehnä nurmen suojaviljana.

Viljelyssä olevilta peltolohkoilta löytyy lähes kaikkia maalajeja savimaista turvemaihin. Tämä pyritään huomioimaan siemenseoksissa muuttamalla siemensuhteita sen mukaan, mitkä ovat kunkin lohkon kasvuominaisuudet. Eniten säädetään apiloiden ja ruokonadan osuuksia. Jos on jäykkä ja poutiva maa, lisätään erityisesti ruokonadan osuutta sen hyvän kuivuudensietokyvyn ja nopean jälkikasvun vuoksi. Turvemaille ei taas laiteta apilaa. Koska maalajit saattavat vaihdella myös lohkon sisällä, hyvä lohko kohtainen kasvu pyritään varmistamaan monipuolisella siemenseoksella. Aina siitä seoksesta joku kasvaa, toteaa Horkka pohtiessaan monipuolisen nurmiseoksen hyötyjä.

Säilörehusta Horkka korjaa yleensä kolme satoa, mutta ei neljäskään sato ole mahdollisuus. Vähintään kolme korjuuta mahdollistaa ruokonadan käytön siemenseoksesa. Horkan kokemusten mukaan siitä ei tule maittavuusongelmia, kun rehu korjataan nuorena ja korjuukertoja on useita.

Apiloita Horkka haluaisi käyttää enemmänkin, mutta osittain käyttöä rajoittaa niiden korkea siemenkustannus. Erityisesti valkoapilan nykyistä runsaampi käyttö kiinnostaisi. Valkoapilaa Horkka pitää hyvänä kasvina erityisesti sen tiheän ja maata peittävän kasvutavan vuoksi. Se on hyvä kasvi estämään rikkakasvien kasvua.

## Täydennyskylvöstä rutiinia ja pikanurmia tarpeen mukaan

Nurmien täydennyskylvöä Horkka on tehnyt jonkin verran, mutta aikoo jatkossa lisätä sitä. Hän suunnittelee aloittavansa täydennyskylvöt jo nurmen ensimmäisenä satovuonna, jotta nurmi olisi mahdollisimman tiheä alusta lähtien. Täydennyskylvö tehdään yksipuolisemmalla siemenseoksella kuin nurmen perustaminen. Seoksessa käytetään nurminataa, timoteita ja raiheinää. Jos apilansiemen olisi edullisempaa, se olisi seoksessa mukana. Täydennyskylvön tarpeellisuutta Horkka perustelee sillä, että jos ensimmäisen vuoden kasvusto ei ole tiheä, ei se ole sitä myöhemminkään. Lisäksi harvassa nurmessa rikkakasvit saavat helposti vallan, jonka seurauksena nurmisato pienenee ja rehun laatu heikkenee.

Horkalla on kokemusta myös pikanurmien perustamisesta, jolloin niistä voidaan korjata sato jo kylvövuonna. Tällöin perusnurmiseokseen lisätään nopeakasvuista italianraiheinää ja westerwoldinraiheinää varmistamaan hyvä sato jo ensimmäisenä vuonna.

Tänä vuonna Horkka kokeili pikanurmea, jossa nurmiseoksen lisäksi oli mukana kevätvehnää. Kevätvehnä kylvettiin pneumaattisella pintalevittimellä. Kylvön jälkeen se muokattiin maahan joustopiikkiäkeellä ajaen lohko kahteen kertaan eri suuntiin. Lopuksi kylvettiin nurmisiemenseos Köckerling Grasmaster -kylvökoneella. Kasvusto lähti hyvin kasvuun ja korjattiin säilörehuksi, kun vehnä oli maitotuleentumisasteella. Tarkoituksena on korjata vielä toinen säilörehusato, sillä jälkikasvu oli nopeaa ja kasvusto oli elo-syyskuun vaihteessa jo hyvinkin rehevää.



Simo Horkka tyytyväisenä keväällä perustetun nurmikasvuston laidalla.





Kontu-härkäpapua kasvamassa lehmien valkuaisrehuksi.

## Härkäpapua kokeilussa

Härkäpapua Horkalla oli kokeilunomaisessa viljelyssä neljällä lohkolla. Yhdeltä lohkolta sato korjattiin säilörehuksi ensimmäisen säilörehusadon korjuun yhteydessä. Toisella lohkolla härkäpapu oli nurmen suojakasvina. Tällä lohkolla nurmi oli niin reheväkasvuista, että harkinnassa oli sen korjuu säilörehuksi. Kolmannella lohkolla oli puhdas härkäpapukasvusto, joka oli tarkoitus puida, murskesäilöä ja varastoida tuubiin.

Yhdellä lohkolla oli kokeiluluontoisesti härkäpapua laidunnurmen seassa, jota osa lehmistä laidunsi. Kokemukset laidunkasvina olivat hyvät ainakin sen perusteella, että härkäpapu maittoi lehmille. Tosin laidunnus tapahtui turhan myöhään, sillä härkäpapu oli ehtinyt kasvaa jo melko pitkäksi ja sen seurauksena lehmät talloivat osan kasvustosta.

Ensivaikutelma härkäpavun viljelystä Horkalla on hyvä. Hän pitää härkäpapua helpoana viljelykasvina, joka vaatii vähän ostopanoksia. Lisäksi siitä saa edullista valkuaisa lehmien ruokintaan.

## Palkokasvien edut ja haasteet

Palkokasvien viljelyn hyötyinä Horkka pitää erityisesti sitä, että sekä lannoite- että ostovalkuaisrehukustannukset ovat pienentyneet. Lisäksi nurmipalkokasvit tuovat joustoa säilörehun korjuuseen, sillä niiden D-arvo ei laske yhtä nopeasti kuin nurmheinäkasvien. Tästä on etua erityisesti silloin, jos korjuu myöhästyy tai pitkittyy esimerkiksi sateisten säiden vuoksi.

Nurmipalkokasvien hyöty näkyy niiden positiivisena vaikutuksena pellon kasvukuntoon ja maan rakenteeseen. Esimerkkinä tästä Horkka mainitsee peltojen multavuuden lisääntymisen. Vaikka alunalkaenkin peltojen multavuudet ovat olleet hyviä, siitä huolimatta multavuus on edelleen lisääntynyt. Syynä tähän Horkka pitää nurmen viljelyä ja erityisesti apiloiden ja sinimailasan vaikutusta. Niistä jää melko runsaasti maanpäällistä ja juurissa olevaa massaa maahan, joilla on multavuutta lisäävä vaikutus.

Syväjuurisina kasveina apila- ja sinimailasnurmet parantavat maan rakennetta. Lisäksi niiden juuristo pystyy irrottamaan maaperästä ravinteita tehokkaasti ja kuivana vuonna niiden vedenottokyky on nurmiheinäkasveja tehokkaampaa. Tämä näkyy erityisesti poutivilla savimailla kuivana vuonna, toteaa Horkka.

Pientä määrää hennettä viljan seassa viljeltynä Horkka pitää hyvänä. Se on helppo viljellä ja toimii myös nurmen suojaviljakasvustossa. Edellytyksenä on maltillinen henneen määrä, jottei kasvusto ala varjostaa liikaa alla olevaa nurmea. Kylvösiemenmääränä Horkka on käyttänyt keskimäärin 180 kg/ha viljan siementä ja 20 kg/ha hennettä.

Apilan ja sinimailasan vaikutus rehun koostumuksessa näkyy erityisesti korkeampana raakavalkuaispitoisuutena ja matalampana D-arvona verrattuna säilörehuun, jossa ei ole nurmipalkokasveja tai niiden osuus on hyvin vähäinen. Ruokinnassa Horkka käyttää aina kahta säilörehua samanaikaisesti. Toinen on apilapitoista ja toinen nurmiheinäkasvivaltaista. Näin ne tasapainottavat toisiaan.

Nurmipalkokasvien viljelyn suurimpana haasteena Horkka pitää sitä, miten ne saataisiin pysymään nurmissa pidempään kuin keskimäärin pari vuotta. Myös niiden talvenkestävyys voisi olla parempi. Horkan mukaan viime talvessa oli jotain poikkeuksellista, joka kuritti apiloita ja sinimailasta normaalia enemmän, sillä seurauksella, että niitä oli selkeästi tavanomaista vähemmän talven jäljiltä. Yksi keino apiloiden pidempään säilymiseen nurmissa olisi täydennyskylvö, mutta korkea siemenkustannus ei Horkan mukaan kannusta tähän.

Nurmipalkokasvien kasvinsuojelua Horkka pitää haastavana, sillä sopivia kasvinsuojeluaineita on rajallisesti ja ne ovat kalliita. Kasvinsuojeluaineita käytettäessä apila ja sinimailanen vioittuvat helposti, jonka seurauksena ne häviävät kasvustosta. Rikkakasvien torjunnassa Horkka suositteleeekin panostamaan mahdollisimman tiheään kasvustoon kasvinsuojeluaineiden käytön sijaan.



Tiheä nurmikasvusto on hyvä ja kustannustehokas keino torjua rikkakasveja. Nurmen aukko paikat rikkakasvit valtaavat helposti ja nopeasti.

# Härkäpavun lajikekoe ja korjuuajankohdan optimointi

Kaisa Kuoppala, Marketta Rinne • Luonnonvarakeskus, Jokioinen  
Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala



Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

Vilja- tai palkokasveista tehty kokoviljasäilörehu on hyvä lisä karjatilojen rehustukseen nurmisäilörehun täydentäjänä. Kokoviljasäilörehulla on monia etuja. Sen viljelyssä voidaan hyödyntää samaa koneistusta kuin nurmisäilörehun korjuussa.

Yksivuotisten kasvien viljely mahdollistaa lannanlevityksen ja nurmen uudistamisen. Kokoviljasäilörehun sulavuutta ja raakavalkuaispitoisuutta voi nostaa viljelemällä palkoviljoja viljakasvien kanssa seoksena. Seoskasvustosta on mahdollista saavuttaa kertakorjuulla suuria kuiva-aine- ja raakavalkuaissatoja. Palkoviljakasvustojen sulavuus pysyy kauan korkeana ja se jopa nousee, kun palkojen osuus suurenee.

Palkoviljaseoksissa on selkeästi suuri potentiaali tuottaa kotimaista valkuaista märehitiäjien ruokintaan. Palkokasvien käyttö rehuntuotannossa vähentää typpilannoituksen tarvetta ja jos kokoviljasäilörehu sopii hyvin tilan viljelykiertoon, ruokintamenetelmään ja on edullisempaa kuin nurmisäilörehu, sen sisällyttämien rehuanokseen on perusteltua.

Kokeen tarkoituksena oli tutkia eri härkäpapulajikkeiden käyttöä säilörehun raakaineeksi. Tavoitteena oli selvittää sadontuottopotentiaalia ja ruokinnallista arvoa eri kehitysvaiheissa sekä määrittää optimaalinen korjuuajankohta.

## Härkäpavun lajikekoe

Tutkittavat lajikkeet olivat Honey, Fanfare ja Pyramid. Ne ovat ulkomaisia, reheväkasvuisia ja pitkän kasvuajan vaativia lajikkeita, jotka eivät välttämättä ehdi tuleentua, mutta soveltuvat vihermassan tuotantoon. Tietoa lajikkeista:

- Pyramid: Jalostaja Limagrain, jalostusmaa Hollanti, keskimyöhäinen lajike, tsp. 500–600 g
- Fanfare: Jalostaja NBZ Lembke, jalostusmaa Saksa, keskimyöhäinen lajike, tsp. 500–600 g
- Honey: Jalostaja Wherry & Sons, jalostusmaa Pohjois-Irlanti, myöhäinen rehevälehtinen lajike, tsp. 550–650 g

Koe tehtiin Hämeen ammattikorkeakoulun Mustialan yksikön opetus- ja tutkimusmaatilalla. Härkäpapulajikeruudut kylvettiin 2.6.2015 koeruutukylvökoneella. Koe toteutettiin satunnaistetun lohkokokeen mallin mukaisesti ja ruutuja eli kerranteita kylvettiin neljä kustakin kolmesta lajikkeesta. Ruutujen järjestys arvottiin jokaiseen lohkoon erikseen (kuva 1). Koeruuduille oli opastus itsenäistä tutustumista varten (kuva 2).

Pyramid 3	3				
Fanfare 3					
Honey 3					
Honey 4	4				
Fanfare 4					
Pyramid 4					
Honey 1	1				
Fanfare 1					
Pyramid 1					
Honey 2	2				
Fanfare 2					
Pyramid 2					

Kuva 1. Koejäsenet arvottiin eri lohkoille.



Kuva 2. Infotaulu koeruuduilla. Kuva: Katriina Manni, HAMK

Kylvösiemenmäärät laskettiin kylvötiheyden (50 kpl/m<sup>2</sup>), tuhannen siemenen painon (tsp) ja itävyyden mukaan:

- Honey (tsp 680 g, itävyys 88 %): 386 kg/ha
- Pyramid (tsp 696 g, itävyys 95 %): 366 kg/ha
- Fanfare (tsp 560 g, itävyys 98 %): 286 kg/ha

Ruutuja ei lannoitettu eikä kasvukauden aikana tehty kasvinsuojelutoimenpiteitä.

Kuvia koeruutujen perustamisesta [tästä linkistä](#).



Kuva 3. Kylvetty koeruutualue 2.6.2015. Kuva: Katariina Manni, HAMK.



Kuva 4. Koeruudut 20.7.2015. Ympäriällä tilan Fuego-härkäpapua. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.

### Kasvustonäytteiden otto

Härkäpapulajikkeista otettiin kasvusto-  
näytteitä viisi kertaa kahden viikon vä-  
lein. Näytteiden otto aloitettiin 28.7.2015 ja  
viimeiset näytteet otettiin 22.9.2015. Näin  
saatiin seurattua härkäpavun kehitystä  
kahden kuukauden ajan.

Kasvustonäytteet otettiin 50 cm x 50 cm  
kokoisen kehikon avulla. Jokaisena näyt-  
teenottokertana kustakin ruudusta otet-  
tiin kaksi kehikollista näytettä. Näytteen-  
oton jälkeen kasvuston korkeus mitattiin  
joka leikkuureunalta. Samalla laskettiin  
ruudulta leikattujen kasviyksilöiden lu-  
kumäärä ja yleinen kehitysaste arvioitiin.  
Kasvustoja valokuvattiin jokaisella näyt-  
teenottokerralla.



Kuva 5. Kasvustonäytteidenottoa ensimmäisellä  
näytteenottokerralla. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.

Kasvustonnäytteet leikattiin saksilla noin 5 cm sänkeen ja punnittiin pusseissa heti pellolla kiertokoevaalla (kuva 5). Näytteestä eroteltiin analyysinäyte, joka lähetettiin Artturi-analyysiin Valion laboratorioon. Artturi-analyysissä määritettiin kuiva-aineen, raakavalkuaisen, kuidun (NDF), sulamattoman kuidun (iNDF), tuhkan, kivennäisten ja tärkkelyksen pitoisuudet, D-arvo ja energia- ja valkuaisarvot.

Loput näytteestä vietiin Jokioisiin Luken laboratorioon, jossa otettiin osa-näyte kokokasvuston kuiva-ainemääritystä varten. Loppunäytteen kasviyksilöistä eroteltiin käsin lehdet, varret, palot ja kukat ja punnittiin niiden määrät tuoreena (kuva 6). Kasviyksilöiden pituus mitattiin pöydällä ja laskettiin mm. palkojen lukumäärä kussakin mitatussa kasviyksilössä. Eri fraktiot kuivattiin lämpökaapissa ja kuiva-ainepitoisuuden perusteella laskettiin lehtien, palkojen ja varsien osuudet koko näytteen kuiva-aineesta. Kukat laskettiin kahdella ensimmäisellä kerralla lehtien osuuteen mukaan. Kuiva-ainesato laskettiin pellolla punnitusta tuoresadosta Lukella määritettyä kuiva-ainepitoisuutta käyttäen.



Kuva 6. Kasvustonäytteistä eroteltiin lehdet, varret, kukat ja palot. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.

## Kasvuston kuvailu

Härkäpapujen kasvua seurattiin kesän aika useaan otteeseen (kuvat 3 ja 4). Kasvustot kasvoivat hyvin ja reheviksi ja pysyivät pystyssä loppuun asti. Honey on lajikkeena myöhäisempi kuin Pyramid ja Fanfare ja se näkyi tuloksissa kautta linjan. Näytteidenoton alkaessa heinäkuussa oli kulunut 56 päivää kylvöstä ja päättyessä syyskuussa 112 päivää.

### Ensimmäinen näytteenottokerta 28.7.2015 (56 päivää kylvöstä, kuva 7)

- Lehdet olivat tasaisen vihreitä ja lehtimassaa oli runsaasti.
- Kukinta oli tässä vaiheessa Pyramid- ja Fanfare-lajikkeilla meneillään, mutta Honey oli vasta nappuasteella.
- Kasvuston korkeus oli Pyramidilla ja Fanfarella noin 90 cm ja Honeylla alle 70 cm. D-arvo ja raakavalkuaispitoisuudet olivat korkeat



Kuva 7. Kasvustoa ensimmäiseltä näytteenotokerralta 28.7.2015. Kuvat: Kaisa Kuoppala, Luke.

**Toinen näytteenotokerta 10.8.2017 (69 päivää kylvöstä, kuva 8)**

- Lehdet olivat edelleen vihreitä ja kasvusto oli rehevää
- Kukinta jatkui edelleen runsaana. Pyramidin ja Fanfaren alimmat kukat olivat kuihtuneet ja ensimmäiset palot olivat alkaneet kehittyä niihin.
- Kasvuston korkeus oli keskimäärin 137 cm, Honey oli matalampaa.
- Raakavalkuaispitoisuus oli keskimäärin 160 g/kg ka.



Kuva 8. Kasvustoa toiselta näytteenotokerralta 10.8.2015. Kuvat: Kaisa Kuoppala, Luke.

**Kolmas näytteenottokerta 25.8.2015 (84 päivää kylvöstä, kuva 9).**

- Lehdet olivat edelleen vihreitä ja niiden osuus kasvustosta oli vielä huomattava.
- Palot olivat alkaneet täyttyä.
- D-arvo oli laskenut huomattavasti samaan aikaan, kun kasvuston korkeus oli lisääntynyt Fanfare ja Pyramid noin 170 cm ja Honey noin 150 cm.
- Raakavalkuaispitoisuus oli laskenut, keskimäärin se oli 141 g/kg ka.
- Kuitupitoisuus oli lisääntynyt, erityisesti sulamattoman kuidun pitoisuus oli korkea.



Kuva 9. Kasvustoa kolmannelta näytteenottokerralta 25.8.2015. Kuvat: Kaisa Kuoppala, Luke.

**Neljäs näytteenottokerta 8.9.2015 (98 päivää kylvöstä, kuva 10)**

- Kasvusto oli pystyä edelleen, mutta yleisilme alkoi olla ränsistynyttä.
- Alimpia lehtiä oli kuihtunut ja pudonnut.
- Palot olivat täyttyneitä.
- D-arvo ei ole enää juurikaan muuttunut verrattuna edelliseen kertaan.
- Kuitupitoisuudessa ei tapahtunut enää merkittäviä muutoksia.



Kuva 10. Kasvustoa neljänneltä näytteenottokerralla 8.9.2015. Kuvat: Kaisa Kuoppala, Luke.



#### Viides näytteenottokerta 22.9.2015 (112 päivää kylvöstä, kuva 11)

- Kasvusto näytti jo ränsistyneeltä.
- Lehtiä oli kuihtunut ja pudonnut erityisesti alaosista.
- Palot olivat täyttyneitä ja pulleita.
- D-arvo ei ole enää juurikaan muuttunut verrattuna edelliseen kertaan.
- Raakavalkuaista on tullut hieman lisää.
- Kuitupitoisuudessa ei tapahtunut enää merkittäviä muutoksia.



Kuva 11. Kasvustoa viidenneltä näytteenotokerralta 22.9.2015. Kuvat: Kaisa Kuoppala, Luke.

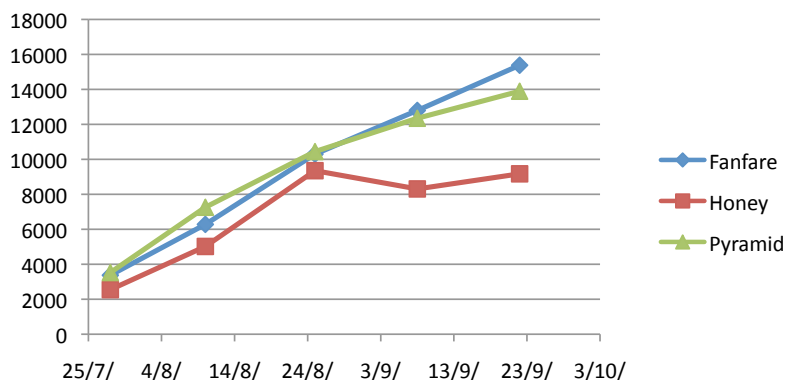
#### Kasvustojen sato, kemiallinen koostumus ja rehuarvot

Kasvustonäytteiden sato, kemiallinen koostumus ja rehuarvot esitetään kuvina tekstin ohella ja tarkemmat tulokset taulukossa 1. Ensimmäisellä korjuukerralla, kun kylvöstä oli kulunut 56 päivää, kuiva-ainesato oli keskimäärin vain reilut 3 000 kg ka/ha. Siitä eteenpäin kuiva-ainesato lisääntyi noin 147 kg ka päivässä. Pyramidin ja Fanfaren kuiva-ainesadot lisääntyivät viimeiseen näytteenotokertaan saakka, mutta Honeyn sato ei enää lisääntynyt kolmannen näytteenotokerran jälkeen. Sadot olivat koeruuduilta kehikonäytteistä määritettyjä ja ovat siten suuntaa-antavia. Kasvuston kuiva-ainepitoisuus oli aluksi alle 100 g/kg eikä noussut 160 g/kg korkeammaksi näytteenottoaikana. Lajikkeista Honey oli koko ajan jonkin verran muita kosteampaa.

Taulukko 1. Korjuujankohdan vaikutus eri härkäpapulajikkeiden kasvustojen kemialliseen koostumukseen (g/kg kuiva-ainetta) ja kuiva-ainesatoon Mustialassa kasvukaudella 2015.

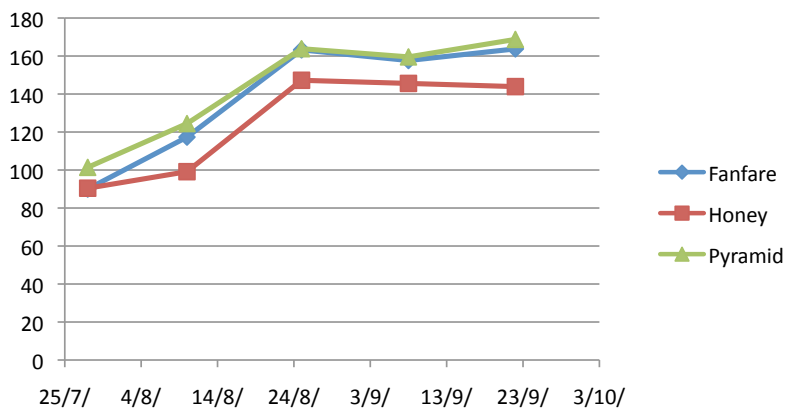
	Fanfare					Honey					Pyramid					SEM	Merkitsevyys, p		
	28.7.	10.8.	25.8.	8.9.	22.9.	28.7.	10.8.	25.8.	8.9.	22.9.	28.7.	10.8.	25.8.	8.9.	22.9.		lajike	korjuu	lajike* korjuu
n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4				
Kuiva-aine, g/kg	90	117	163	158	164	90	99	147	146	144	101	124	164	160	169	2.9	<.0001	<.0001	0.015
Raakavalkuainen	206	152	135	127	148	199	184	154	181	140	198	144	133	130	163	8.2	0.002	<.0001	0.001
Kuitu (NDF)	430	522	471	463	482	406	503	500	466	521	452	520	468	485	450	11.4	0.6009	0.0002	<.0001
iNDF	67	179	187	195	194	31	128	179	139	225	81	193	182	201	163	13.5	0.0078	<.0001	0.0007
iNDF/NDF	0.155	0.343	0.397	0.416	0.401	0.075	0.251	0.358	0.295	0.429	0.179	0.369	0.388	0.414	0.360	0.02	<.0001	<.0001	0.0012
Tärkkelys	-	5.5	40.8	82.3	100.3	-	20.8	56.8	50.5	61.3	-	18.8	58.0	57.8	120.8	11.61	0.1625	0.0001	0.0399
D-arvo	706	584	582	589	574	748	638	586	632	565	691	574	592	569	610	13.0	0.0029	<.0001	0.0031
Sato, kg ka/ha	3372	6281	10297	12796	15380	2548	5019	9351	8308	9171	3525	7260	10444	12349	13895	902.9	<.0001	<.0001	0.0507
Pituus, cm	88	147	169	167	171	65	121	149	151	157	91	145	166	164	167	3.3	<.0001	<.0001	0.0043
Varsien osuus	0.599	0.619	0.482	0.429	0.384	0.565	0.587	0.590	0.573	0.406	0.609	0.643	0.536	0.424	0.360	0.0231	0.0024	<.0001	<.0001
Lehtien osuus	0.402	0.374	0.272	0.161	0.130	0.435	0.413	0.329	0.185	0.099	0.391	0.323	0.400	0.161	0.117	0.015	<.0001	<.0001	0.0123
Palkojen osuus	0	0.009	0.247	0.409	0.486	0	0	0.081	0.242	0.495	0	0.034	0.226	0.415	0.524	0.019	<.0001	<.0001	<.0001

### Kuiva-ainesato, kg ka/ha



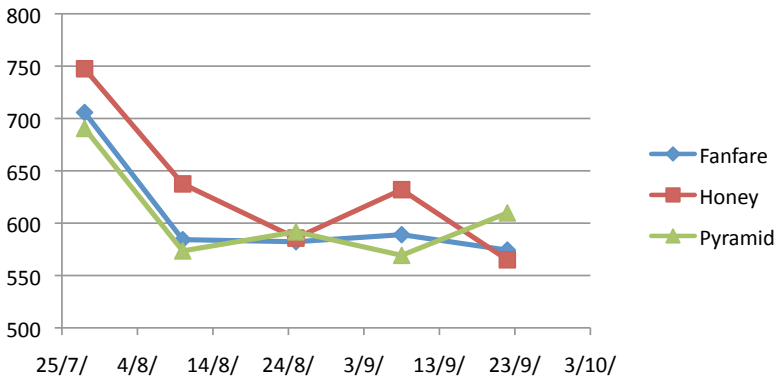
Kuva 12. Koeruuduilta kehikönäytteistä määritetty kuiva-ainesato.

### Kuiva-ainepitoisuus, g/kg



Kuva 13. Kasvuston kuiva-ainepitoisuus.

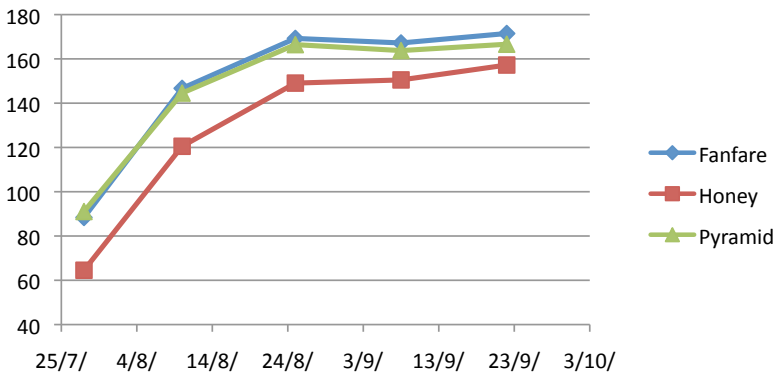
## D-arvo, g/kg ka



Kuva 14. Sulavan orgaanisen aineen pitoisuus eli D-arvo, g/kg ka.

Sulavan orgaanisen aineen pitoisuus eli D-arvo on keskeinen karkearehujen laadun mittari, johon erityisesti nurmirehuilla korjuuajankohta vaikuttaa paljon. Härkäpavun D-arvo oli aluksi korkea mutta laski hyvin nopeasti, kun kasvu pääsi todella vauhtiin. Toisen näytteenottokerran jälkeen muutokset D-arvossa olivat vähäisiä (kuva 14).

## Kasvuston korkeus, cm



Kuva 15. Kasvuston korkeuden kehitys.

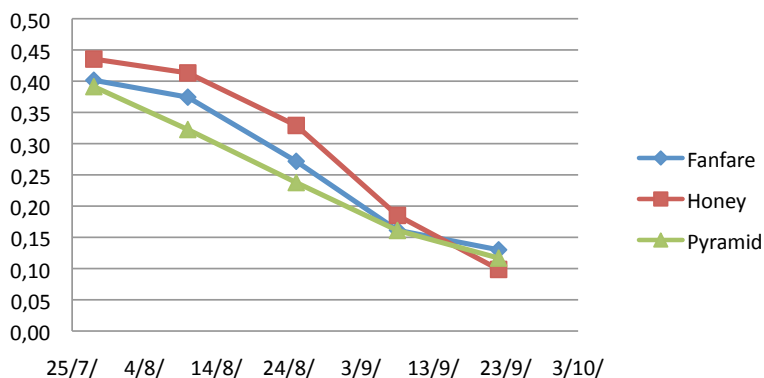
Ensimmäisen kerran näytteissä D-arvot olivat todella korkeat, jonka jälkeen D-arvo huononi nopeasti. D-arvon huononeminen tapahtui pääasiallisesti niiden kahden viikon aikana, jolloin härkäpavun pituuskasvu oli nopeinta (kuva 15). Varren pituuden kasvu lisäsi kasvuston kuitupitoisuutta ja erityisesti sulamattoman kuidun määrää ja sitä kautta alensi D-arvoa. Sulamattoman kuidun tehtävä kasvissa on lujittaa vartta niin, että se pysyy hyvin pystyssä. Aikavälillä 80–100 päivää kylvöstä D-arvossa ei tapahtunut kovin suurta muutosta.

## Kasvinosien suhteelliset osuudet muuttuivat kasvukauden edetessä

Härkäpavun varren, lehtien ja palkojen osuudet muuttuivat selvästi kasvukauden edetessä. Lehtien osuus oli aluksi 40–45 % kasta, mutta laski 10–13 %:iin viimeiselle kerralle (kuva 16). Varren osuus oli alussa noin 60 %, mutta laski lopulta 40 %:iin (kuva 17).

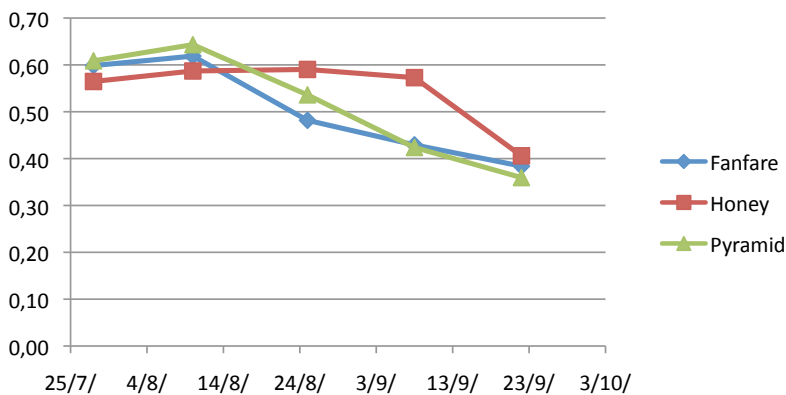
Muutamia pieniä palkoja oli jo toisella näytteenotokerralla Pyramidilla ja Fanfarella, mutta ei Honeylla (kuva 18). Kolmannella näytteenotokerralla palkojen osuus oli jo 20 % Pyramidilla ja Fanfarella, Honeylla vasta 10 %. Viimeisellä näytteenotokerralla palkojen osuus oli jo 50 %:a kaikilla lajikkeilla.

### Lehtien osuus



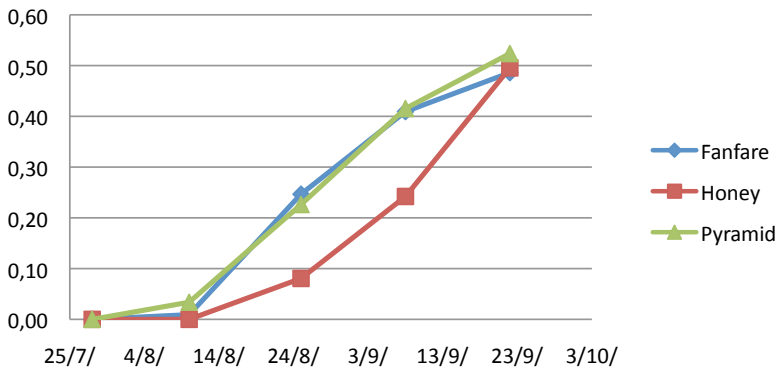
Kuva 16. Lehtien osuus.

### Varren osuus



Kuva 17. Varren osuus.

## Palkojen osuus

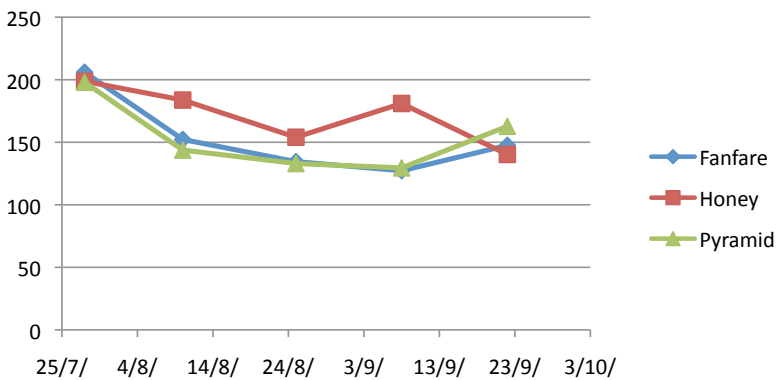


Kuva 18. Palkojen osuus.

## Raakavalkuaisen määrä väheni ja tärkkelyksen määrä lisääntyi kasvukauden edetessä

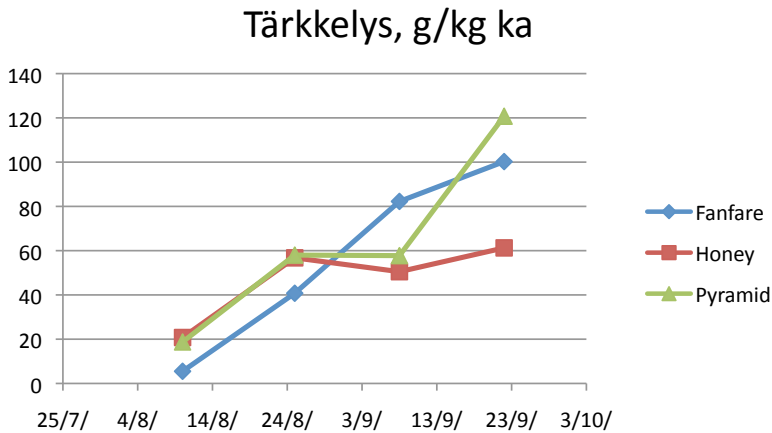
Härkäpapukasvustojen raakavalkuaispitoisuus oli aluksi korkeahko, keskimäärin 200 g/kg ka, jonka jälkeen se laski ja aikalailta vakiintui (kuva 19). Toisella näytteenotokerralla raakavalkuaispitoisuus oli laskenut noin 150 g:aan Pyramidilla ja Fanfarella, mutta Honeylla se oli vielä lähes 200 g/kg ka. Pyramidin ja Fanfaren raakavalkuaispitoisuudet eivät juuri muuttuneet toisen näytteenotokerran jälkeen, mutta Honeylla raakavalkuaispitoisuus laski kolmanteen näytteenotokertaan saakka.

## Raakavalkuaispitoisuus, g/kg ka



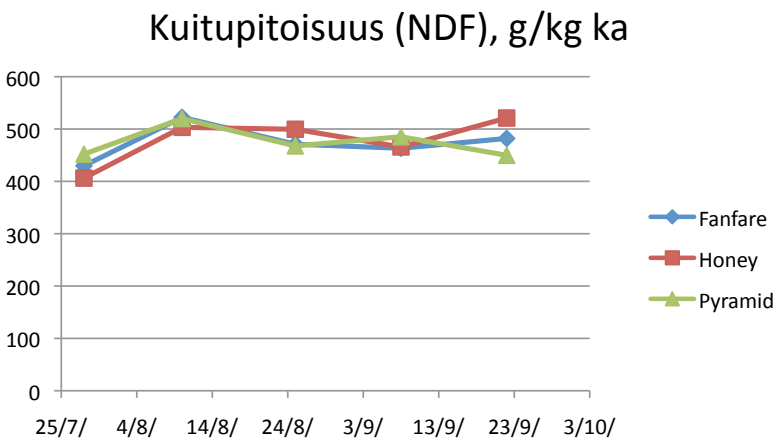
Kuva 19. Raakavalkuaispitoisuus.

Tärkkelyspitoisuus nousi kohtalaisen suoraviivaisesti toisesta näytteenottokerrasta viimeiseen näytteenottokertaan saakka (kuva 20). Ensimmäiseltä näytteenottokerralta sitä ei määritetty. Tärkkelyspitoisuus kertoo pavun kehityksestä, sillä tärkkelys on pavun varastoravinne.



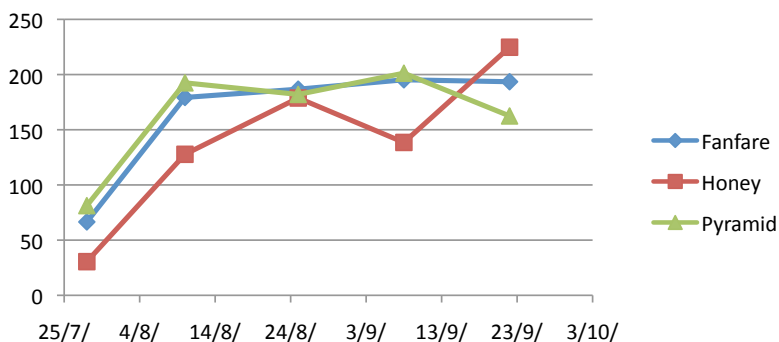
Kuva 20. Tärkkelyspitoisuus.

Kuidun (NDF) ja sulamattoman kuidun (iNDF) pitoisuudet lisääntyivät ensimmäisen näytteenottokerran jälkeen samalla kun pituuskasvu oli nopeinta (kuvat 21–22). Toisen kerran jälkeen muutokset kuidun ja Pyramidin ja Fanfaren kohdalla myös sulamattoman kuidun pitoisuuksissa olivat aika pieniä.



Kuva 21. Kuitupitoisuus.

## Sulamattoman kuidun (iNDF) pitoisuus, g/ kg ka



Kuva 22. Sulamattoman kuidun pitoisuus.

### Johtopäätökset

Härkäpapulajikkeiden Fanfare ja Pyramid välillä ei ollut eroa, mutta Honey myöhäisempänä lajikkeena poikkesi muista. Kokoviljasäilörehuksi kannattaa valita siemensatoa tuottavien kotimaisten lajikkeiden sijasta ulkomainen rehevämpikasvuinen lajike. Tämän kokeen olosuhteissa Fanfare ja Pyramid osoittautuivat varsin hyväksi laadukkaan sadon tuottajiksi.

Härkäpapukasvusto korjataan säilörehuksi, kun palot ovat täyttymässä ja lehdet vielä vihreitä. Sulavuus ja kemiallinen koostumus muuttuivat aikavälillä 80–100 päivää kylvöstä vain vähän, joten D-arvon kannalta olisi ihan sama milloin rehu tehdään tuolla aikavälillä. Sadon määrä sen sijaan kasvaa pitkään. Korjuuajankohta voidaan valita muiden kuin rehuarvoon liittyvien tekijöiden perusteella, kuten sään, tilan muiden töiden ja pellon tulevan käytön kannalta. Paljon kosteutta sisältävän härkäpavun esikuivatus on haasteellista mutta mahdollista sopivan kuivaavalla ja lämpimällä säällä. Härkäpapu ei ole kylmälle arka keväällä, joten se kannattaa kylvää keväällä mahdollisimman aikaisin. Tällöin säilörehun korjuuajankohta ei mene liian myöhään syksyllä.

Kasvustonäytteiden perusteella paras korjuuaika kaikilla lajikkeilla asetui kolmannen ja neljännen näytteenoton välille, elo–syyskuun vaihteeseen, kun kasvuaikaa oli kertynyt kylvöstä 80–100 päivää. Lämpösummaa oli tällöin kertynyt noin 1000 astetta.

### Kiitokset

Kiitokset opiskelijoille Tea Niemi (Helsingin yliopisto) ja Paula-Marianne Ojanen (HAMK) panoksesta kokeen toteuttamisesta.

# Murskesäilötyn härkäpavun säilöntälaatu, aerobinen stabiilisuus ja haitta-aineiden hajoaminen säilönnän aikana

Marketta Rinne, Kaisa Kuoppala, Minna Kahala ja Taina Jalava • Luonnonvarakeskus, Jokioinen  
Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala  
Erja Koivunen • Luonnonvarakeskus, Helsinki

## Johdanto

Härkäpavun viljelyn ja käytön suosio on kasvanut Suomessa voimakkaasti. Vuonna 2017 sen viljelyala oli 22 100 hehtaaria. Puitu härkäpapu sopii niin ihmisten kuin kotieläinten ravinnoksi. Härkäpavun viljelyn haasteina on varsin pitkä kasvuaika, eri aikaan tuleentuvat pavut ja syksyn sateiset säät, jotka johtavat usein siihen että täys-tuleentuneen sadon puiminen ja kuivaaminen vaikeutuvat.

Jos pavut tulevat rehukäyttöön ja ruokinnan toteutuksen tekniset mahdollisuudet sallivat, on murskesäilöntä hyvä vaihtoehto papujen säilöntään. Murskesäilöntä tuo joustoa korjuuajankohtaan ja säästöjä säilöntään kun kuivauskustannukset jäävät pois. Lisähyötynä murskesäilönnän aikana tapahtuva mikrobifermentaatio ja rehu-massan pH:n lasku voivat hajottaa härkäpavun sisältämiä haitta-aineita. Haitta-aineet (mm. visiini, konvisiini, tanniinit) rajoittavat härkäpavun rehukäyttöä yksimahaisilla eläimillä. Tässä tutkimuksessa selvitettiin murskesäilönnän vaikutusta härkäpavun säilönnälliseen laatuun, aerobiseen stabiilisuuteen ja haitta-aineiden pitoisuuksiin käyttämällä erityyppisiä säilöntäaineita ja säilömällä pavut eri kosteuspitoisuuksissa.



Kuva 1. Murskatut pavut tiivistettynä koesiiloihin ennen siilöiden sulkemista. Kuva: Marketta Rinne, Luke.





Kuva 2. Härkäpapukasvusto juuri ennen puintia. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.

## Aineisto ja menetelmät

Härkäpapulajikkeena oli Kontu (kuva 2). Kasvusto puitiin HAMK Mustialassa 7.10.2015, jolloin sateisen syksyn jäljiltä niiden kuiva-aineen (ka) pitoisuus oli vain 557 g/kg. Pavut murskattiin välittömästi puinnin jälkeen Murska Oy:n myllyllä (MD 700 HD) ilman säilöntäainetta (Kuva 3). Murskauksesta otettu video on saatavilla: <https://www.youtube.com/watch?v=Vw8Po4TERls>. Pavut eivät olleet korjattaessa vielä täysin tuleentuneita (kuva 4).



Kuva 3. Papujen murskaus käynnissä. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.



Kuva 4. Härkäpavut ennen (vasemmalla) ja jälkeen (oikealla) murskauksen. Kuvat: Kaisa Kuoppala, Luke (vas.) ja Marketta Rinne, Luke (oik.).

Pavut säilytettiin viileässä yön yli (kuva 5) ja säilöttiin seuraavana päivänä koesiiloihin Luke Jokioisilla. Kokeessa käytettiin seuraavia käsittelyitä: 1) Kontrolli, 2) Kontrolli + vesilisäys, 3) Kaupallinen maitohappobakteerien (LAB) seos (Josilac + Bonsilage), 4) Kaupallinen LAB-seos + vesilisäys, 5) Kokeellinen LAB-seos, 6) Kaupallinen muuraishappopohjainen säilöntäaine (AIV 2 Plus) ja 7) Kaupallinen suolapohjainen säilöntäaine (SafeSil), jotka on tarkemmin kuvattu taulukossa 1. Jokaista säilöntäainekäsittelyä tehtiin kolme rinnakkaista koesiiloa.

Taulukko 1. Härkäpapujen murskesäilönnässä käytetyt säilöntäkäsittelyt.

Numero	Käsittely	Lyhenne	Annostustaso / kg
1	Kontrolli ilman säilöntäainetta	C	Vesi 12,5 ml
2	Kontrolli ilman säilöntäainetta vesilisällä	C+w	Vesi 112,5 ml
3	Kaupallisten maitohappobakteeriympörien seos (Josilac ja Bonsilage)	LABmix	$6,25 \times 10^5$ pmy* ja 12,5 ml vettä
4	LABmix vesilisällä	LABmix+w	$6,25 \times 10^5$ pmy* ja 112,5 ml vettä
5	Luken maitohappobakteeriseos	LABLuke	$10^5$ pmy/kg ja 12,5 ml vettä
6	Kaupallinen muuraishappopohjainen valmiste (AIV 2 Plus)	FA	6 l/tonni* ja 12,5 ml vettä
7	Kaupallinen suolapohjainen valmiste (SafeSil)	Salt	4 l/tonni* ja 12,5 ml vettä

\*Valmistajan suosittelema annostus



Kuva 5. Murskatut pavut säilytettiin kylmiössä yön yli ennen säilöntää. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.

Siilot avattiin 106 päivän jälkeen (kuvat 6 ja 7) ja niistä otettiin näytteet käymislaadun määrittystä varten. Lisäksi määritettiin aerobinen stabiilisuus (kuva 8) erikseen pelkille pavuille ja seosrehuille, joiden kuiva-aineesta noin 25 % oli papuja. Analyysit tehtiin Luken laboratorion standardimenetelmin.



Kuva 6. Siilot juuri ennen avaamista. Kuva: Marketta Rinne, Luke.



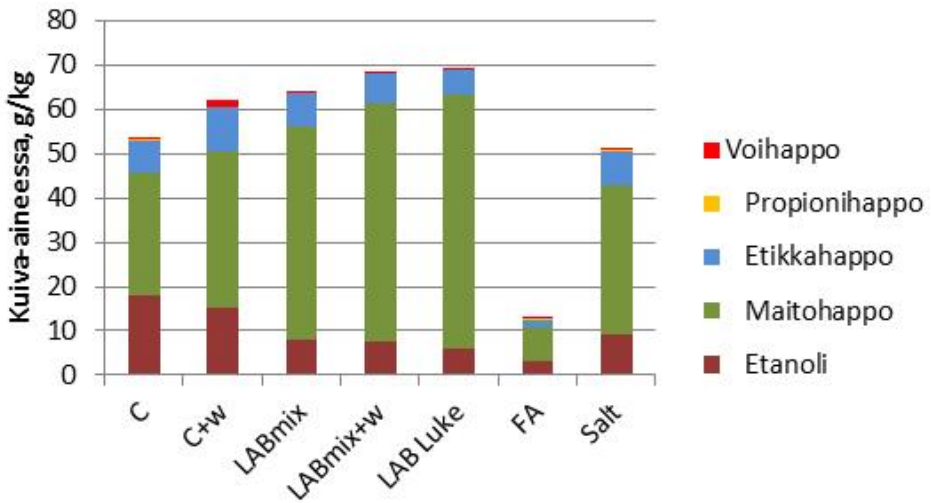
Kuva 7. Katarina Manni ja Tea Niemi tyhjentämässä siiloja. Kuva: Marketta Rinne, Luke.

## Tulokset ja niiden tarkastelu

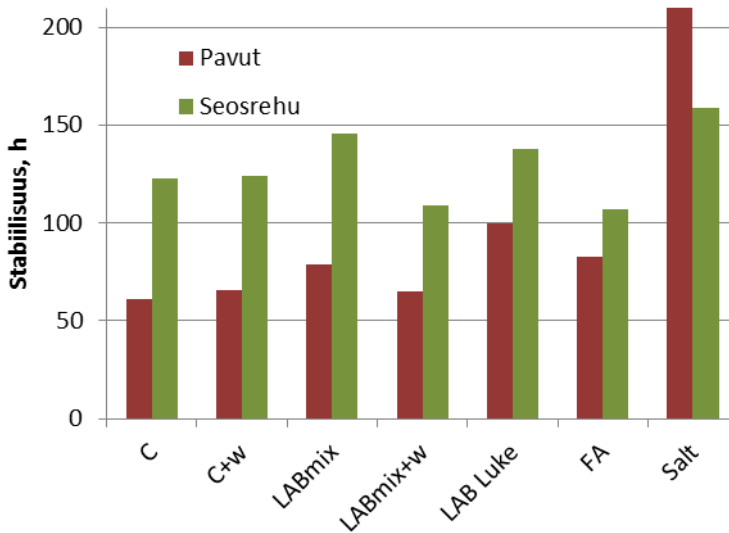
Murskattujen papujen koostumus on esitetty taulukossa 2. Säilönnän jälkeen murskepapujen pH käsittelyillä 1–7 oli 5,38, 5,10, 4,29, 4,27, 4,29, 4,92, 4,61 ja vastaavasti ammoniumtypen osuus kokonaistypestä 117, 154, 80, 100, 67, 34 ja 61 g/kg N. Rehut ja varsinkin käsittely, joihin oli lisätty vettä, olivat varsin kosteita. Vesilisan jälkeen murskepapujen kosteuspitoisuus oli keskimäärin 439 ja ilman vesilisää säilöttyjen 492 g/kg. Käymistuotteiden kokonaismäärät on esitetty kuvassa 1. Säilönnälliseltä laadultaan kuivemmat rehut olivat parempia kuin märemmät. LAB ja erityisesti kemialliset säilöntäaineet paransivat rehujen säilönnällistä laatua ja FA rajoitti tehokkaasti käymistuotteiden muodostumista.

Taulukko 2. Murskattujen härkäpapujen koostumus ennen säilöntää.

	<b>Härkäpavut</b>
Kuiva-aine (ka), g/kg	557
pH	6,89
Puskurikapasiteetti, g maitohappoa/100 g	4,8
<b>Kemiallinen koostumus, g/kg ka</b>	
Tuhka	41
Raakavalkuainen	294
Tärkkelys	352
Kuitu (neutraalidetergenttimenetelmä)	189
<b>Haitta-aineet, g/kg DM</b>	
Visiini	9,76
Konvisiini	5,69
Tanniinit	10,9
<b>Mikrobiologiset analyysit, log pmy/g</b>	
Maitohappobakteerit	3,5
Hiivat	5,3
Homeet	4,8
Bakteerien kokonaismäärä	7,0

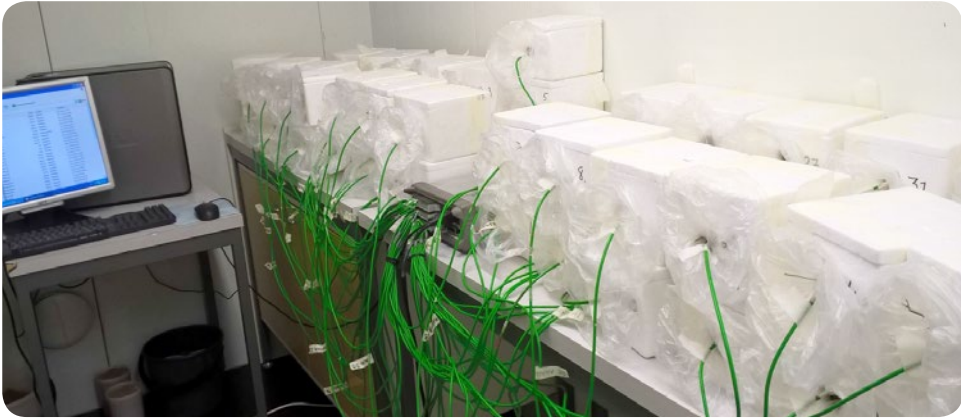


Kuva 9. Käymistuotteiden pitoisuudet eri säilöntäaineilla säilytyssä murskehärkäpavussa. Säilöntäkäsittely on esitelty taulukossa 1.



Kuva 10. Pelkkien säilytyn murskattujen papujen ja niitä sisältävien seosrehujen aerobinen stabiilisuus. Säilöntäkäsittely on esitelty taulukossa 1.

Rehujen aerobinen stabiilisuus on tärkeä ominaisuus. Rehujen lämpeneminen siilon avaamisen jälkeen ja syöttövaiheessa kertoo mikrobiologisesta aktiivisuudesta, joka kuluttaa rehun ravintoaineita sekä huonontaa hygieenistä laatua, maittavuutta ja eläinten tuotosta. Pelkkien papujen aerobinen stabiilisuus oli lyhyempi (keskimäärin 95 h) kuin niitä sisältävien seosrehujen (keskimäärin 129 h), joka perustui hygieeniseltä laadultaan hyvään haposäilöntäaineella tehtyyn säilörehuun. Poikkeuksen teki Salt, jolla säilytetyt pavut eivät lämmenneet ollenkaan lähes yhdeksän päivää kestäneen seurannan aikana.



Kuva 8. Aerobisen stabiilisuuden määrittäminen eli näytteiden lämpötilan nousun seuranta. Kuva: Taina Jalava, Luke.

Haitta-aineilla ei ole suurta merkitystä märehtijöille, mutta sikojen ja siipikarjan ruokinnassa ne rajoittavat härkäpavun käyttöä. Visiiniä ei säilönnän jälkeen löytynyt lainkaan. Konvisiiniä löytyi edelleen säilönnän jälkeen, mutta sen pitoisuudet olivat pienempiä kuin ennen säilöntää. Säilönnän jälkeiset konvisiini-pitoisuudet käsittelyille 1–7 olivat 0,97, 0, 1,00, 0,40, 1,25, 2,32 ja 1,34 g/kg ka. Kontrolli- ja LAB-rehujen konvisiinipitoisuudet olivat pienempiä kuin kemiallisilla säilöntäaineilla säilöttyjen rehun pitoisuudet. Koekäsittelyt eivät vaikuttaneet tanniinien hajoamiseen säilönnän aikana yhtä johdonmukaisesti kuin konvisiinin hajoamiseen ja tanniinipitoisuus säilönnän jälkeen oli keskimäärin 6,8 g/kg ka.

## Johtopäätökset

Murskesäilöntä mahdollistaa aikaisemman puinnin sekä pienentää härkäpavun korjuun sääriskiä ja energiakulutusta kuivaukseen verrattuna. Märät ilman säilöntäainetta säilöttyt pavut olivat säilönnälliseltä laadultaan huonoja. Maitohappobakteeriympyeillä ja erityisesti kemiallisilla säilöntäaineilla pystyttiin tehokkaammin parantamaan rehun säilönnällistä laatua ja aerobista stabiilisuutta. Tässä kokeessa käytettyjen härkäpapujen kosteuspitoisuudet olivat käytännön kannalta tarpeettoman korkeita. Kosteuspitoisuuden vaikutus murskepavun laatuun on todennäköisesti käyräviivainen, mutta tämän kokeen perusteella sitä ei pystytty arvioimaan.

Murskesäilönnän seurauksena haitta-ainepitoisuudet pienenevät, mikä on etu erityisesti sikojen ja siipikarjan ruokinnassa. Voimakkaampi käyminen säilöittäessä ilman säilöntäainetta tai LAB-valmisteita käytettäessä pienensi haitta-aineiden pitoisuuksia hieman enemmän kuin kemiallisia säilöntäaineita käytettäessä.

Murskesäilöntä on toimiva vaihtoehto rehukäyttöön tarkoitettujen härkäpapujen säilöntään, jos ruokintamenetelmä mahdollistaa murskeviljan käytön.

## Kiitokset

Kiitokset opiskelijoille Tea Niemi (Helsingin yliopisto) ja Johanna Okkonen (HAMK) sekä yrityskumppaneille Eastman Chemical Company ja Salinity Agro panoksesta kokeen toteuttamisesta.

# Herneen viljelykoe puhdas- ja seoskasvustona säilörehuksi tai puitavaksi

Kaisa Kuoppala ja Marketta Rinne • Luonnonvarakeskus, Jokioinen  
Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala



Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

Herne on monikäyttöinen valkuaiskasvi, jota voidaan käyttää sekä ihmisravitsemuksessa että kotieläinten ruokinnassa. Kotieläinten rehuksi viljeltäessä koko hernekasvusto voidaan korjata säilörehuksi tai herneet voidaan puida ja säilöä joko kuivaamalla tai murskesäilöntänä.

Viljeltäessä hernettä puhdaskasvustona riskinä on kasvuston lakoutuminen. Lakoutumista voidaan ehkäistä viljelemällä herneen seassa tukikasvia. Kaura on tyypillinen herneen tukikasvi, myös vehnä soveltuu hyvin. Jos kasvuston raakavaluaitispuittuutta halutaan nostaa, on härkäpapu varteenotettava herneen tukikasviksi johtuen sen hernettä korkeammasta valkuaitispuittuudesta.

Korjattaessa kasvusto puimalla säilöntätapa vaikuttaa puittiajankohtaan. Jos säilöntä perustuu kuivaukseen, kasvusto puidaan kuivempänä kuin murskesäilöttäessä. Kuivattavan herneen sopiva puittikosteus on 20–25 %. Jos puittikosteus on alle 20 %, siemenet rikkoutuvat helposti. Murskesäilöttävän herneen puittu tapahtuu keltatu-leentumisasteella, puittikosteuden ollessa n. 35–40 %. Jos herne on puittaessa kuivaa, murskauksen yhteydessä voi lisätä vettä säilönnän onnistumisen varmistamiseksi.

Hernekokeen tarkoituksena oli tutkia herneen sadontuottoa joko puhdas- tai seoskasvustona korjattaessa sato säilörehuksi tai puimalla. Tavoitteena oli selvittää sadon määrää ja ruokinnallista arvoa kasvuston eri kehitysvaiheissa sekä määrittää optimaalinen korjuuajankohta.

## Koeruudut

Koe tehtiin Hämeen ammattikorkeakoulun Mustialan yksikön opetus- ja tutkimusmaatilalla kesällä 2016. Hernettä viljeltiin puhdaskasvustona sekä kolmena eri seoskasvustona käyttäen härkäpapua tai vehnää tukikasvina. Tutkittavat lajit ja lajikkeet olivat herne Jermu, härkäpapu Sampo ja kevätvehnä Anniina.

- Jermu: Jalostaja Boreal, jalostusmaa Suomi, keltasiemeninen, sato 4216 kg/ha, kasvu aika 100 pv, pituus 84 cm, tsp. 246 g, valk. 22 %
- Sampo: Jalostaja Boreal, jalostusmaa Suomi, sato 3223 kg/ha, kasvu aika 97 pv, pituus 82 cm, tsp. 303 g, valkuainen 34 %
- Anniina: Jalostaja Boreal, jalostusmaa Suomi, sato 5226 kg/ha, kasvu aika 98 pv, pituus 81 cm, tsp. 34,1 g, valk. 14,8 %

Lähde: Virallisten lajikekokeiden tulokset 2008–2015.

Siemenseosten laskenta tehtiin itävien siementen (is) määrän perusteella, kpl /m<sup>2</sup>. Virallisten kokeiden suositukset ovat herneellä 120 is./m<sup>2</sup>, härkäpavulla 80 is./m<sup>2</sup> ja vehnällä 650 is./m<sup>2</sup>. Herne-härkäpapu -seoksessa toinen koekäsittely oli puolet ja puolet suosituksista, toinen 75 % herneen ja 13 % härkäpavun suosituksesta. Herne-vehnä -seoksessa koekäsittely oli 75 % herneen ja 12 % vehnän suosituksesta.

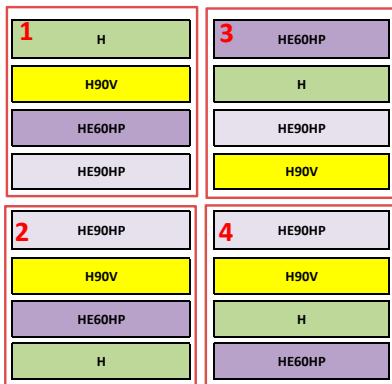
Kylvösiemenmäärät laskettiin kylvötiheyden, tuhannen siemenen painon (tsp) ja itävyyden mukaan (Taulukko 1). Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen puhtaan hernekasvuston kylvötiheydeksi tuli 110 kpl is./m<sup>2</sup>. Koejäsenten lyhenteet tulevat kylvötiheydestä: Herne110 (H), Herne90 -vehnä80 (H90V), herne90 -härkäpapu 10 (H90HP) ja herne60 -härkäpapu40 (H60HP).

Lohkon viljavuustiedot olivat P 19 mg/ml (viljavuusluokka hyvä) ja K 330 mg/ml (viljavuusluokka hyvä). Maalaji oli rmHe ja pH 6.30. Ruutuja ei lannoitettu.

Taulukko 1. Koejäsenten kylvösiemenmäärät.

Koejäsen	Kasvilaji	Tsp, g	Itävyys, %	Kylvötiheys, kpl/m <sup>2</sup>	Kg/ha	Osuus seoksessa kylvötiheyden mukaan, %
H	Herne <sup>1)</sup>	236	80	110	325	100
H90V	Herne	236	80	90	266	53
	Vehnä <sup>2)</sup>	33	89	80	30	47
H90HP	Herne	236	80	90	266	90
	Härkäpapu <sup>3)</sup>	200	78	10	26	10
H60HP	Herne	236	80	60	177	60
	Härkäpapu	200	78	40	102	40

Lajikkeet: <sup>1)</sup>Jermu, <sup>2)</sup>Anniina, <sup>3)</sup>Sampo



Koe toteutettiin satunnaistettuna lohkokokeena ja ruutuja eli kerranteita kylvettiin neljä kustakin koejäsenestä. Ruutujen järjestys arvioitiin jokaiseen lohkoon erikseen.

Kuva 1. Koejäsenten sijainti neljällä eri lohkolla.

## Kokeen vaiheet ja havaintoja kasvukaudelta

### Kylvö

Herneruodut kylvettiin 12.5.2016 pienruutukylvökoneella hyvissä kylvöolosuhteissa.



Kuva 2. Siemenet pussitettuna ja valmiina kylvöön. Koeruodun siemenet valmiina. Kuvat: Katriina Manni, HAMK.



Kuva 3. Kylvö tapahtui pienruutukylvökoneella 12.5.2016.

Kuva: Katriina Manni, HAMK.



Kuva 4. Viikko kylvöstä, 19.5. maasta kaivettuja herneen siemeniä, joissa idut näkyvissä. Kuva: Katriina Manni, HAMK.



Kuva 5. Herneen puhdaskasvustoruuudulla taimia pinnalla. Seoskasvustoruuudulla herneen taimia ja vehnän oraite pinnalla. Kuvat otettu 23.5.2016. Kuvat: Katriina Manni, HAMK



Kylvöstä kahden päivän päästä tulivat ensimmäiset sateet. Viikko kylvöstä herneen siemenissä oli jo ituja (kuva 4). Noin puolitoista viikkoa kylvöstä ensimmäiset herneen taimet ja vehnän oraat näkyvät pinnalla (kuva 5).



Hernekasvustossa kukinta alkoi viikolla 26 yksittäisinä kukintoina. Koko kasvusto oli täydessä kukassa viikolla 27, jolloin myös palkojen alkua oli havaittavissa (kuvat 6–8). Kasvukauden sääolot olivat herneen kasvun kannalta suosiolliset. Kasvustot koeruuduilla olivat tasaisesti taimettuneita ja reheviä ja ne olivat tässä vaiheessa hyvin pystyissä.



Kuva 6. Hernekasvustoa koeruuduilla 28.6. ja 7.7.2016. Kuvat: Katariina Manni, HAMK.



Kuva 7. Hernekasvustoa seosviljelynä kevätvehnän ja härkäpavun kanssa 7.7.2016. Kuvat: Katariina Manni, HAMK.



Kuva 8. Hernekasvustossa palkojen alkua 7.7.2016. Kuva: Katariina Manni, HAMK.

## Näytteenotto koeruuduilta

Kasvustonäytteitä otettiin kahden viikon välein yhteensä kolme kertaa. Ensimmäiset näytteet otettiin 19.7. ja seuraavat 2.8. ja 16.8. Kasvustonäytteet otettiin 50 x 50 cm kehikolla, 2 kehikollista kustakin ruudusta. Näytteet leikattiin saksilla noin 5 cm sänkeen. Jo ensimmäisellä näytteenottokerralla ruuduilla oleva kasvusto oli rehevää ja korkeaa ja tiukasti kärhöillä kiinni niin, että koko ruudun kasvusto oli yhtenä massana. Kasvustonäyte piti irrottaa muusta osasta kasvustoa ylhäältä alas.

Kasvustonäytteet vietiin Luken laboratorioon välittömästi näytteenoton jälkeen ja punnittiin pusseissaan. Näytteet levitettiin pöydälle, valokuvattiin ja kasvien pituus mitattiin. Näytteistä eroteltiin käsin eri kasvilajit, jotka punnittiin tuoreena. Joka kasvilajista ja kerranteesta otettiin edustava näyte, joka lähetettiin Valion laboratorioon Seinäjoelle Artturi-analyysiin. Seosten koostumustiedot ja rehuarvot laskettiin kasvilajien osuuksien ja koostumuksien perusteella. Punnitusta tuoremäärästä laskettiin kuiva-ainesato.

## Kasvuston kuvailu

Koeruutujen kasvustonäytteiden otto aloitettiin aurinkoisessa säässä 19.7.2016, kun kylvöstä oli kulunut 68 päivää (kuva 9). Kasvusto oli kauttaaltaan rehevää ja noin 120–130 cm korkeaa. Kasvustot olivat vehreitä ja hyvin pystyssä. Herne oli täydessä kukassa, mutta myös palkoja oli alkanut kehittyä alaosiin. Palkoja oli runsaasti, mutta ne olivat pääosin litteitä. Muutamassa oli kuitenkin jo selvästi herneet kehittyneet. Myös härkäpavussa oli palkoja ja vehnän tähkä oli alkanut muodostua, mutta tähkäsä ei ollut vielä jyviä.



Kuva 9. Kasvusto oli rehevää ja pystyä ensimmäisellä näytteenottokerralla 19.7.2016. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.

Toinen näytteenottokerta oli 2.8.2016, jolloin kylvöstä oli kulunut 86 päivää (kuva 10). Näytteenoton lopussa tuli sadekuuro, muutoin sääolot olivat suotuisat. Kasvusto oli osittain laossa. Herneen kukinta oli loppunut ja palot olivat alkaneet jo kellastua ja herneet kovettua kasvuston alaosissa. Ylimmät palot olivat vielä litteitä. Kasvuston korkeutta ei enää mitattu laon takia, mutta pöydällä tehtyjen mittausten perusteella kasvuston pituuskasvu oli loppunut. Härkäpavun palot olivat täyttyneet ja osittain kovia. Vehnä oli maito- ja taikinatuulentumisasteen väliltä.



Kuva 10. Herneenpalot olivat 2. näytteenottokerralla 2.8.2016 jo pulleita. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.

Kolmannella ja viimeisellä näytteenottokerralla 16.8.2016 kasvusto oli laossa ja osittain keltaista (kuva 11). Näytteenotto oli hankalaa laon ja märkyuden takia. Kasvuston alaosa oli ruskeaa ja ränsistynyttä. Herneitä oli varissut maahan ja alkanut itää.



Kuva 11. Kolmas näytteenottokerta oli 16.8.2016. Herne oli lakoutunut kovien sateiden seurauksena. Kasvusto alkoi keltastua ja palot valmistua. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.

### **Kasvukauden aikaisia kuvia löytyy näiden linkkien takaa:**

[Herneen viljelykoe puhdas- ja seoskasvustona, kuvia kasvukaudelta 2016](#)

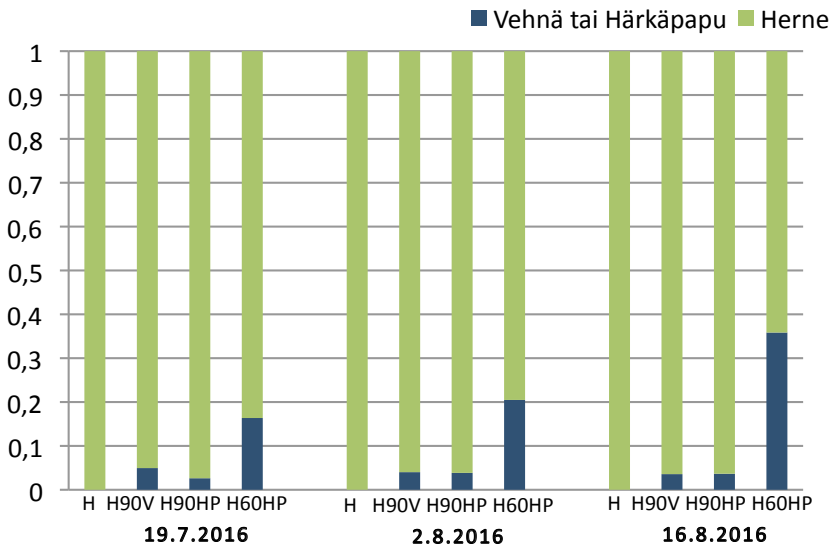
[Kasvuston ensimmäinen näytteenottokerta 19.7.2016](#)

[Kasvuston toinen näytteenottokerta 2.8.2016](#)

[Kasvuston kolmas näytteenottokerta 16.8.2016](#)

## Herneen puhdaskasvuston ja seoskasvustojen koostumus ja rehuarvo

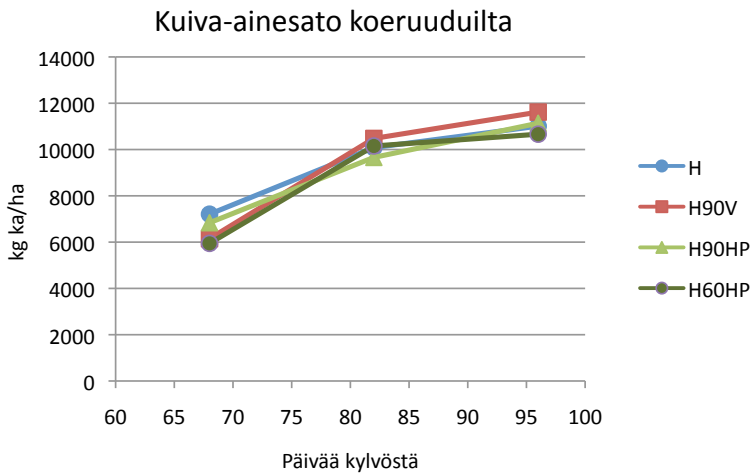
Kesä oli olosuhteiltaan herneen kasvua suosivaa ja herne oli seoskasvustoissa selkeästi valtakasvi. Vehnän osuus seoksessa H90V oli kuiva-aineesta lasketuna keskimäärin vain 4,2 % (kuva 12). H90HP-seoksessa oli härkäpapua 3,4 % ja H60HP-seoksessa 24 % härkäpapua kuiva-aineesta. H90V- ja H90HP-seoksilla oli herneen siemenmäärä sama (hernettä 90 kpl/m<sup>2</sup>) joten myös toisen kasvin osuudet olivat samalla tasolla. Seoksella H60HP (hernettä 60 kpl/m<sup>2</sup>) härkäpavun osuus oli suurempi kuin H90HP-seoksella ja viimeisellä kerralla se oli 36 %. Kasvusto oli ensimmäisellä näytteenotokerralla pystyvä, mutta jo toisella kerralla se oli painunut lakoon. Viimeisellä näytteenotokerralla lakoa oli paljon eivätkä seoksissa tukikasveina olleet vehnä ja härkäpapu pystyneet sitä estämään. Vehnä ja härkäpapu eivät kasvaneet normaalisti seoksissa vaan jäivät heikoiksi ja kehittyminen ei todennäköisesti ollut ihan normaalia. Ruudun reunalla kasvaneet härkäpavut olivat selvästi vankempia ja pidempiä kuin herneen seassa ruudulla kasvaneet.



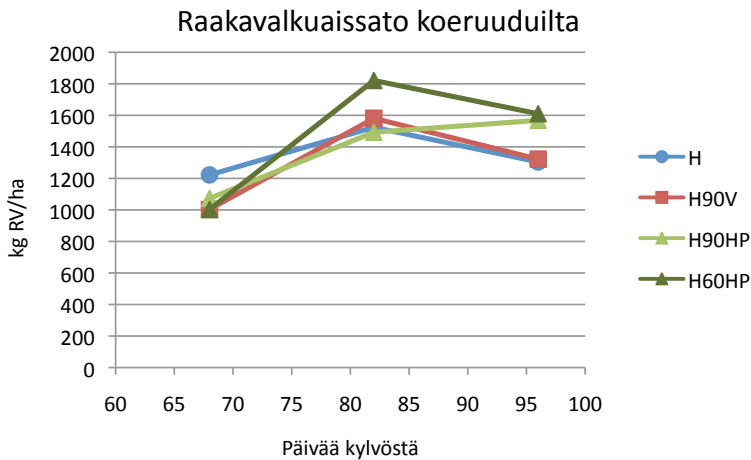
Kuva 12. Herneen ja toisen kasvin osuudet kuiva-aineesta eri seoksissa eri näytteenotokerroilla.

Kuiva-ainesadon määrissä ei ollut eroja eri koejäsenten välillä, koska kaikissa seoksissa herne oli valtakasvina (kuva 13). Näytteenotto oli haastavaa viimeisellä kerralla, kun kasvusto oli laossa. Se näkyy suurempana hajontana eri kerranteiden välillä kolmannella kerralla. Keskimääräiset kuiva-ainesadot näytteenottokerroittain olivat 6500, 10000 ja 11000 kg ka hehtaarilta. Sato lisääntyi lähes kaksinkertaiseksi ensimmäiseltä kolmannelle kerralle. Sadot ovat koeruuduilta ja ovat siten suuntaa-antavia.

Raakavalkuaissato oli kaikkien koejäsenten keskiarvona 1378 kg/ha (kuva 14). Vaikka ero koejäsenten välillä ei ollut merkitsevää, numeroarvoltaan raakavalkuaissato oli korkein H60HP-seoksella, jossa oli härkäpapua eniten. Ensimmäiseltä kolmannelle näytteenottokerralle raakavalkuaissato oli keskimäärin 1075, 1605 ja 1451 kg/ha.



Kuva 13. Kuiva-ainesato.

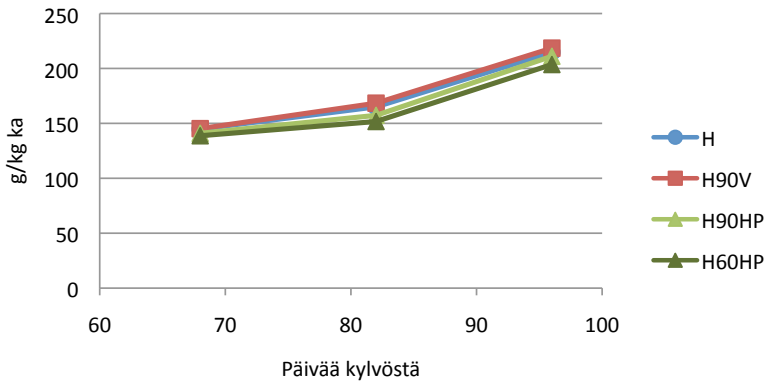


Kuva 14. Raakavalkuaissato.

Kasvustonäytteiden kemiallinen koostumus ja rehuarvot ovat taulukossa 2. Kasvustojen kuiva-ainepitoisuudet olivat pieniä eivätkä ne poikenneet merkittävästi eri koekäsitteilyjen välillä (kuva 15). Keskimäärin kuiva-ainepitoisuudet näytteenottokerroittain olivat 142, 161 ja 212 g/kg.

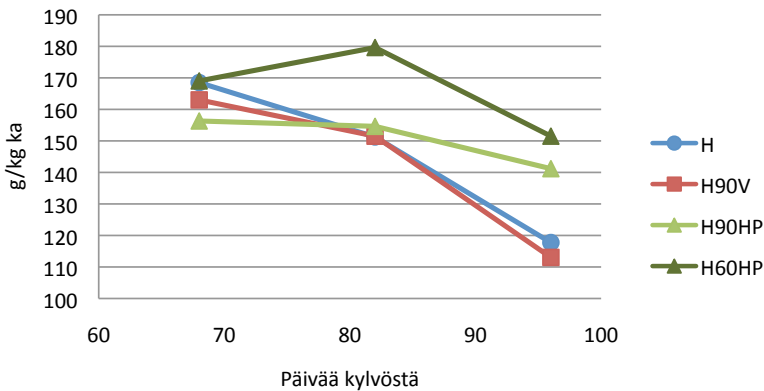
Raakavalkuaispitoisuus oli runsaammin härkäpapua sisältäneellä H60HP-seoksella merkittävästi suurempi kuin muilla koejäsenillä, joiden välillä ei ollut merkittävää eroa. Kasvukauden edetessä kaikkien koejäsenten raakavalkuaispitoisuus pieneni, mutta molemmilla härkäpapua sisältäneillä seoksilla se pieneni vähemmän kuin muilla (kuva 16). Toisella näytteenotokerralla härkäpapua enemmän sisältäneellä seoksella (H60HP) oli korkein pitoisuus, 180 g/kg ka. Pelkän herneen ja H90V-seoksen raakavalkuaispitoisuus laski niin että se oli viimeisellä näytteenotokerralla alle 120 g/kg ka.

### Kuiva-ainepitoisuus



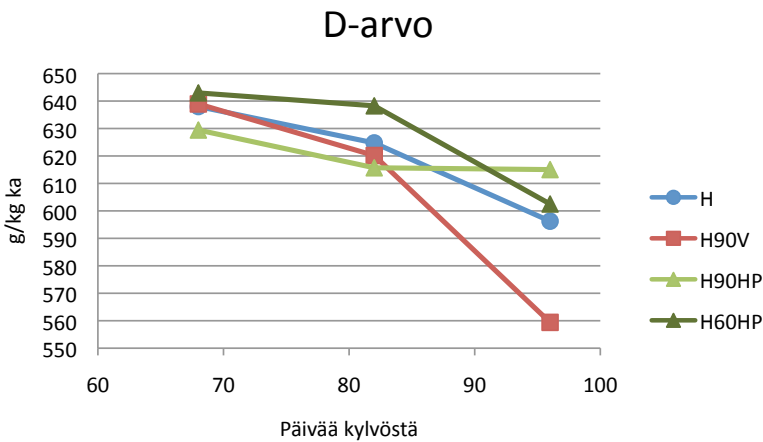
Kuva 15. Kasvuston kuiva-ainepitoisuus

### Raakavalkuaispitoisuus

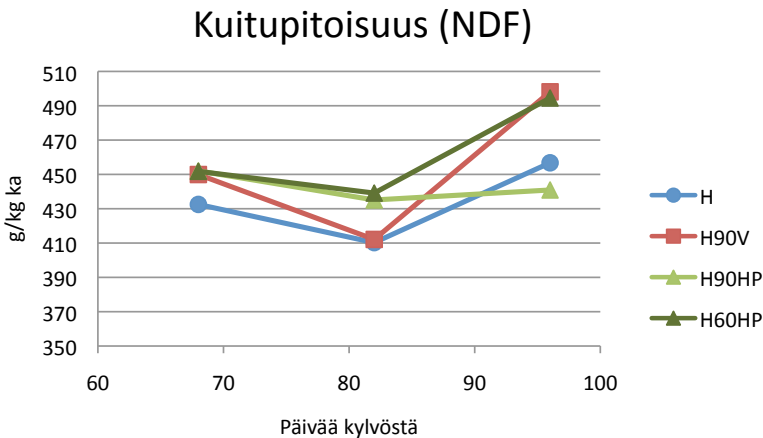


Kuva 16. Kasvuston raakavalkuaispitoisuus.

Kasvuston D-arvossa ei ollut koejäsenten välillä merkitsevää eroa (kuva 17). Tämä johtunee herneen suuresta osuudesta seoksissa. D-arvo huononi kaikilla koejäsenillä ensimmäisestä viimeiseen näytteenottokertaan (keskimäärin 637, 625 ja 593 g/kg ka). Keskimäärin D-arvo laski 0.90 g/pv ensimmäisen ja toisen näytteenottokerran välillä. Toisen ja kolmannen näytteenottokerran välillä lasku oli keskimäärin 2.2 g/pv. H90V-seoksen D-arvo oli pienin ja H90HP-seoksen suurin kolmannella näytteenottokerralla (559 ja 615 g/kg ka).

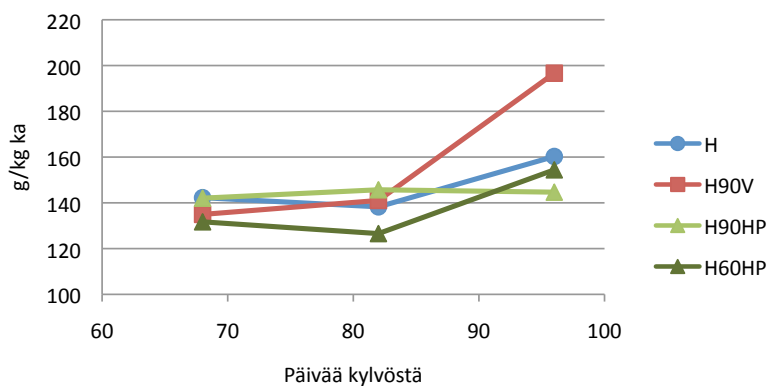


Kuva 17. Kasvuston D-arvo (sulavaa orgaanista ainetta g/kg ka).



Kuva 18. Kasvuston kuitupitoisuus.

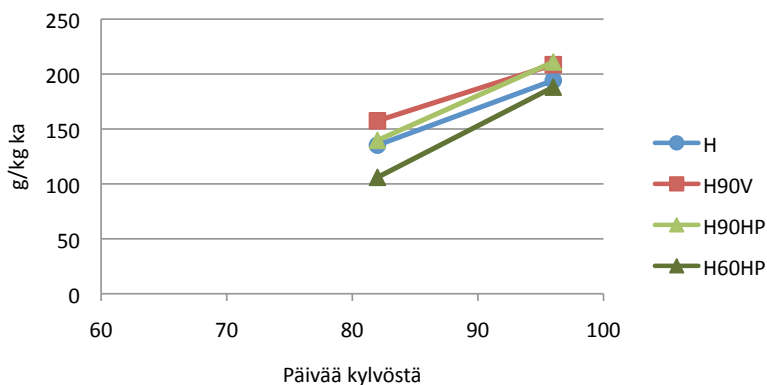
## Sulamaton kuitu (iNDF)



Kuva 19. Kasvuston sulamattoman kuidun pitoisuus.

Tärkkelyspitoisuuteen vaikuttaa siementen määrä ja kehitysvaihe. Tärkkelystä kertyy siemeneen sitä mukaa kuin se täyttyy ja valmistuu. Tärkkelyspitoisuutta ei määritetty ensimmäisellä näytteenotokerralla, koska palot ja jyvät olivat vielä kehittymättömiä. Toisella ja kolmannella näytteenotokerralla koejäsenen keskimääräiset tärkkelyspitoisuudet olivat 135 ja 200 g/kg ka. Koejäsenen välillä ei ollut merkitsevää eroa.

## Tärkkelyspitoisuus

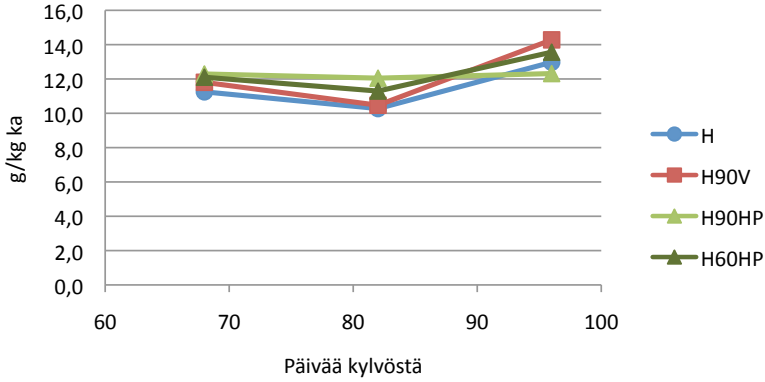


Kuva 20. Kasvuston tärkkelyspitoisuus.



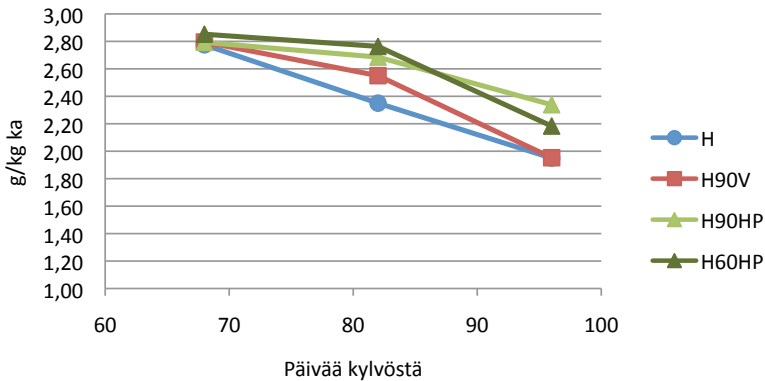
Koejäsenten välillä ei ollut merkitsevää eroa Ca-pitoisuudessa, mutta P- ja K-pitoisuudet olivat härkäpapua sisältäneillä H90HP- ja H60HP-seoksilla merkittävästi suuremmat (kuvat 21–23). Ca-pitoisuuteen näytteenotokerta vaikutti niin, että viimeisellä kerralla pitoisuudet olivat korkeammat. P- ja K-pitoisuudet pienenevät ensimmäiseltä viimeiselle näytteenotokerralle.

## Ca



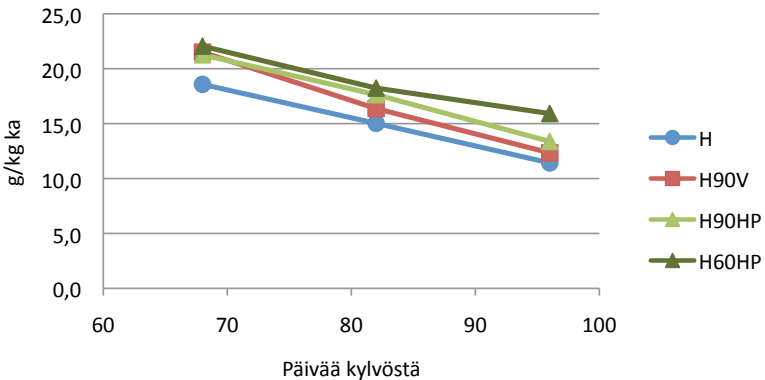
Kuva 21. Kasvuston Ca-pitoisuus.

## P



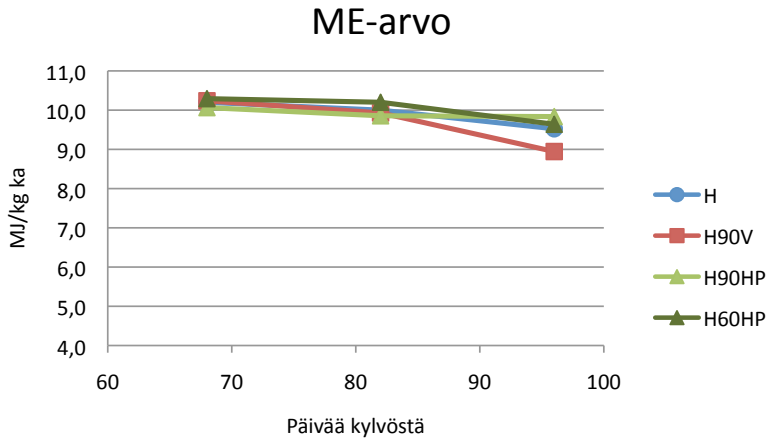
Kuva 22. Kasvuston P-pitoisuus.

## K

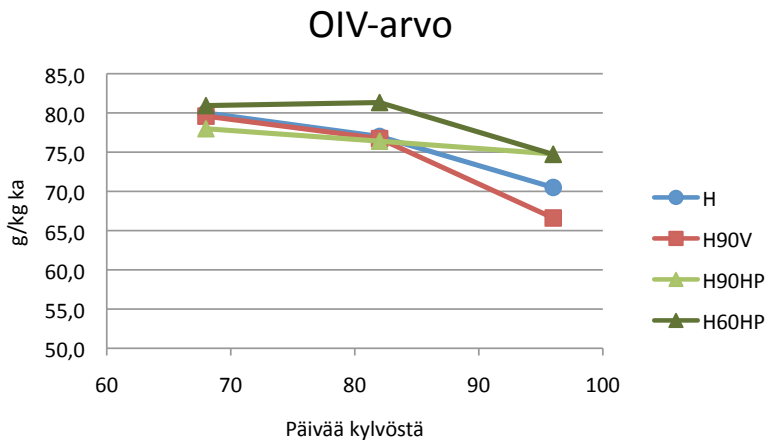


Kuva 23. Kasvuston K-pitoisuus.

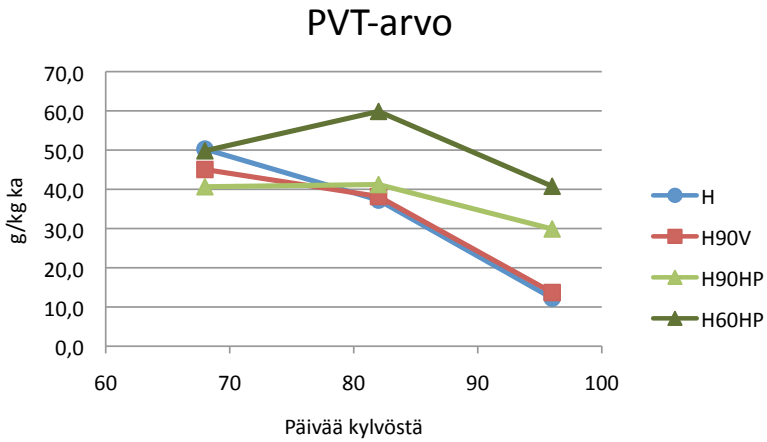
Koejäsenten välillä ei ollut eroa ME-pitoisuudessa. ME-arvo laski ensimmäiseltä viimeiselle näytteenotokerralle ja oli keskimäärin 9,9 MJ/kg ka. Härkäpapua sisältäneiden seosten (H90HP ja H60HP) OIV-arvo oli korkeampi kuin herneen tai H90V-seoksen. H90V-seoksen ME-arvo kolmannella kerralla poikkesi merkitsevästi muista. OIV-arvo laski kolmannelle näytteenotokerralle ja eniten se laski H90V-seoksella. PVT-arvo oli korkein H60HP-seoksessa, jossa oli myös raakavalkuaista eniten.



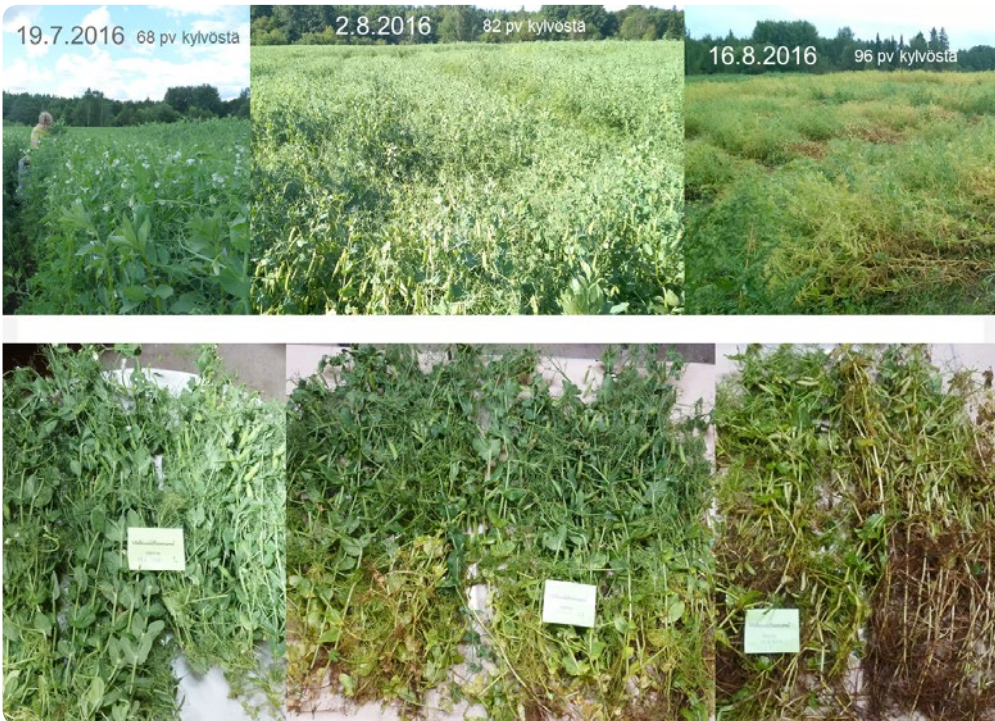
Kuva 24. Kasvuston ME-pitoisuus.



Kuva 25. Kasvuston OIV-pitoisuus.



Kuva 26. Kasvuston PVT-pitoisuus.



Kuva 27. Kolmen näytteenotokerran kasvustot ja kuvat herneestä pöydällä. Kuvassa olevat luvut ovat puhtaan herneen analyysoituja lukuja eri kerroilta (D=D-arvo ja rv=raakavalkuainen, g/kg ka). Kuvat: Kaisa Kuoppala, Luke.

## Johtopäätökset kasvustojen kehityksestä

Koostumustietojen ja kuiva-ainesadon perusteella tämän kasvuston optimaalinen korjuuaika olisi ollut toisen näytteenottokerran aikoihin eli 82 päivää (n. 2,5 kk) kylvöstä tai hieman aiemmin (kuva 27). Herneen palot olivat tällöin jo täyttyneet ja D-arvo ei vielä ollut laskenut. Kolmannella kerralla herneiden tyvet olivat ruskeita puoleen väliin vartta ja D-arvo oli matala. Kasvustot olivat tuolloin pahasti laossa ja alimpien palkojen auettua herneitä oli varissut maahan ja itänyt. Korjuuta ei siis pidä jättää liian myöhäiseen.

Tässä kokeessa herneen osuus kasvustoissa muodostui hyvin suureksi eikä tukikasveilla ollut suurta vaikutusta lakoontumisen estoon eikä rehumassan koostumukseen. Seosviljelyssä kasvilajien suhteita on vaikea kontrolloida, sillä kasvukauden olosuhteiden vaikuttavat siihen voimakkaasti. Erityistä etua härkämpävun käyttämisestä tukikasvina ei tässä kokeessa pystytty osoittamaan. Potentiaalia vankkavartisella härkämpävulla olisi, mutta sopivan seossuhteen ja siemenmäärän löytäminen vaatisivat lisätutkimusta.

Taulukko 2. Herne- ja herneseoskasvustojen kemiallisen koostumuksen ja rehuarvojen muutokset kolmen näytteenottokerran kuluessa.

	Herne			Herne90 -Vehnä80			Herne90 -Härkämpäpu10			Herne60 -Härkämpäpu40			SEM	Merkittisyys, P		
	19.7.	2.8.	16.8.	19.7.	2.8.	16.8.	19.7.	2.8.	16.8.	19.7.	2.8.	16.8.		Koekäsitteily (K)	Näytteenottokerta (N)	K*N
<b>Kuiva-ainetta (ka), g/kg</b>	145	165	215	145	168	218	141	157	211	139	152	204	7,6	0,228	<0,001	0,978
<b>Kuiva-aineessa, g/kg ka</b>																
<b>Raakavalkuainen (RV)</b>	169	151	118	163	151	113	156	155	141	169	180	152	7,0	0,002	0,004	0,015
<b>NDF</b>	433	410	457	450	412	498	452	435	441	452	439	495	9,8	0,010	0,001	0,012
<b>D-arvo</b>	638	625	596	639	620	559	629	616	615	643	638	603	10,2	0,130	0,003	0,053
<b>Tärkkelys</b>	-	135	194	-	157	209	-	140	211	-	106	188	12,5	0,106	0,003	0,434
<b>Sokerit</b>	127	90,3	77,0	113	96,0	69,9	121	99,1	73,1	110	81,7	64,0	5,02	0,010	<0,001	0,499
<b>INDF</b>	142	138	160	135	141	197	142	146	145	132	127	154	7,7	0,040	0,004	0,010
<b>Tuhka</b>	64,8	72,3	69,0	73,0	76,7	70,6	72,2	76,5	71,3	69,2	71,2	58,6	2,39	0,005	0,012	0,134
<b>ME, MJ/kg ka</b>	10,2	10,0	9,5	10,2	9,9	8,9	10,1	9,9	9,8	10,3	10,2	9,6	0,16	0,163	0,003	0,062
<b>OIV</b>	80,0	77,0	70,5	79,6	76,7	66,6	78,0	76,4	74,8	80,9	81,3	74,7	1,59	0,015	0,002	0,034
<b>PVT</b>	50,3	37,3	12,3	45,0	38,2	13,7	40,7	41,2	29,9	49,8	59,9	40,8	4,86	0,001	0,006	0,013
<b>Ca</b>	11,3	10,3	13,0	11,8	10,5	14,3	12,3	12,0	12,3	12,1	11,3	13,6	0,62	0,243	0,023	0,043
<b>P</b>	2,8	2,4	2,0	2,8	2,6	2,0	2,8	2,7	2,3	2,9	2,8	2,2	0,11	0,017	0,001	0,287
<b>K</b>	18,6	15,0	11,4	21,5	16,4	12,3	21,3	17,6	13,4	22,1	18,2	15,9	0,69	0,001	<0,001	0,516
<b>Sato, kg ka/ha</b>	7206	10084	11010	6147	10479	11617	6837	9659	11137	5945	10153	10663	604,1	0,874	<0,001	0,067
<b>RV-sato, kg/ha</b>	1222	1524	1304	1003	1581	1322	1073	1493	1568	1003	1821	1610	81,8	0,454	0,001	0,003

## Herneen ja herneseosten puinti, sadon koostumus ja rehuarvot

Hernekokeen kokokasvuston näytteidenkeruun loputtua koeruuduilla jäätin odottelemaan puintiaikaa. Puimaan päästiin 31.8. kauniissa aurinkoisessa säässä. Puinti suoritettiin koerutuupuurilla. Koko ruudun sato otettiin talteen ja kuivattiin Luken kuivurissa +50 °C:n lämmöllä viikonlopun yli. Herneet eroteltiin vehnistä lajittelijalla, mutta herne ja härkäpapu piti lajitella käsin. Puitu sato oli pääasiassa hernetettä, vehnän ja härkäpavun osuudet jäivät pieniksi ja roskaa oli paljon. Satomääriä arvioitaessa pitää ottaa huomioon, että joka ruudulta oli ennen puintia otettu kolmella näytteenottokerralla kullakin 2 kehikollista kasvustoa näytteeksi. Näin ollen ruutujen sato jäi jonkun verran pienemmäksi kuin normaalisti koeruuduilta.



Kuva 28. Koeruudut puitiin koerutuupuurilla 31.8.2016. Kuvat: Kaisa Kuoppala, Luke



Kuva 29. Kuva seoksista H90V (vas.) ja H60HP (oik.) puintipäivänä. Kuvat: Kaisa Kuoppala, Luke

Koerutuujen kasvustot olivat laossa ja pinnaltaan rutkivia. Alta kasvusto oli kostea ja paljon herneitä oli varissut maahan ja itänyt. Herneen palot olivat puitaessa rapsahtavan kuivia ja herneet kovia ja vaaleita. Härkäpapu oli osittain vielä tuleentumatonta, sillä yläosassa kasvia oli vielä täysin vihreitä palkoja, vaikka alimmat olivatkin mustia ja kuivia.



Kuva 30. Kuivattua lajittelematonta, härkäpapua sisältävää näytettä. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

Taulukko 3. Herneen (H) ja herneseosten (H90V, H90HP, H60HP) sato, puidun sadon koostumus ja rehuarvot.

	H	H90V	H90HP	H60HP	SEM	Merkitsevyys , P
<b>Puintikosteus, %</b>	28,8 <sup>B</sup>	29,7 <sup>B</sup>	29,3 <sup>B</sup>	34,5 <sup>A</sup>	0,81	0,003
<b>Toisen kasvin osuus, %</b>	0 <sup>C</sup>	1,72 <sup>B</sup>	2,00 <sup>B</sup>	12,4 <sup>A</sup>	0,49	<0,001
<b>Sato, kg /ha (14% kosteus)</b>	2859 <sup>A</sup>	2284 <sup>A</sup>	2192 <sup>A</sup>	1641 <sup>B</sup>	144,3	0,025
<b>Kuiva-aineessa, g/kg ka</b>						
<b>Raakavalkuainen</b>	225 <sup>B</sup>	228 <sup>B</sup>	226 <sup>B</sup>	244 <sup>A</sup>	1,4	<0,001
<b>Raakakuitu</b>	64,8 <sup>A</sup>	63,0 <sup>B</sup>	63,3 <sup>B</sup>	68,8 <sup>A</sup>	1,38	0,056
<b>Raakarasva</b>	14,8 <sup>A</sup>	14,3 <sup>AC</sup>	15,4 <sup>A</sup>	13,7 <sup>C</sup>	0,31	0,019
<b>Sokerit</b>	51,3	50,8	51,7	49,8	0,987	0,590
<b>Tärkkelys</b>	458 <sup>A</sup>	466 <sup>A</sup>	460 <sup>A</sup>	435 <sup>B</sup>	4,5	0,004
<b>Tuhka</b>	32,8	33,3	33,4	34,2	0,672	0,498
<b>Kuitu (NDF)</b>	132 <sup>B</sup>	129 <sup>B</sup>	143 <sup>AB</sup>	147 <sup>A</sup>	5,0	0,098
<b>OIV</b>	118 <sup>B</sup>	116 <sup>C</sup>	117 <sup>B</sup>	120 <sup>A</sup>	0,3	<0,001
<b>PVT</b>	53,0 <sup>B</sup>	55,3 <sup>B</sup>	54,8 <sup>B</sup>	70,1 <sup>A</sup>	1,31	<0,001
<b>ME, MJ/kg ka</b>	13,2 <sup>A</sup>	13,0 <sup>C</sup>	13,2 <sup>A</sup>	13,1 <sup>B</sup>	0,03	0,001

Rivillä samalla yläindeksillä varustetut keskiarvot eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

Herneen ja herneseosten puintikosteus oli 29 % H:lla ja H90-seoksilla (taulukko 3). Muita märempänä puitiin H60HP-seos (taulukko 3). Kuten kasvustonäytteissäkin, myös puidussa sadossa toisen kasvin eli vehnän ja härkäpapun osuudet jäivät pieniksi. Seoksessa H60HP oli 12,4 % härkäpapua ja toisissa vain n, 2 %. Ruuduilta puidun sadon määrä oli matalin H60HP-seoksella.

Herneen ja herneseosten H90V ja H90HP siemensadon raakavalkuaispitoisuudet vastasivat herneen tyyppillisiä pitoisuuksia johtuen seoskasvien pienestä osuudesta kasvustossa. Vain runsaammin härkäpapua sisältäneellä H60HP-seoksella oli muita korkeampi raakavalkuaispitoisuus. Kuitupitoisuus (NDF) oli molemmilla härkäpapua sisältäneillä seoksilla korkeampi kuin muilla ja tärkkelyspitoisuus oli H60HP-seoksella muita pienempi. Herneen ME-arvo oli korkeampi kuin H60HP-seoksella ja matalin H90V-seoksella.

Kivennäisistä Ca-, K-, ja Mg-pitoisuuksissa ei ollut eroa herneen tai seosten välillä (taulukko 4). P-pitoisuus oli H60HP-seoksella korkeampi kuin muilla.

Taulukko 4. Herneen (H) ja herneseosten (H90V, H90HP, H60HP) kivennäispitoisuudet.

	H	H90V	H90HP	H60HP	SEM	Merkitsevyys , P
<b>Ca</b>	1,01	1,06	0,96	0,99	0,031	0,264
<b>P</b>	4,65 <sup>B</sup>	4,62 <sup>B</sup>	4,63 <sup>B</sup>	5,16 <sup>A</sup>	0,076	0,002
<b>K</b>	11,5	11,7	11,5	12,0	0,18	0,186
<b>Mg</b>	1,38	1,43	1,38	1,42	0,020	0,161
<b>Na</b>	0,200 <sup>B</sup>	0,201 <sup>A</sup>	0,200 <sup>B</sup>	0,200 <sup>B</sup>	0,0002	0,038

Rivillä samalla yläindeksillä varustetut keskiarvot eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi.

## Johtopäätökset

Seosviljely sopii rehuntuotantoon ja varmistaa sadontuottoa, kun kesän vaihtelevista kasvuolosuhteista riippuen mahdollisuudet sille, että ainakin jompikumpi kasvilaji menestyy ovat suuremmat. Sadon laadun ennakointi on kuitenkin vaikeaa. Herneen lakoontuminen vaikeutti puintia ja huononsi laatua. Vehnä ja härkäpapu eivät tässä kokeessa pystyneet tukemaan hernettä johtuen niiden pienestä osuudesta kasvustossa.

## Kiitokset

Kiitokset Noora Kestille, Riitta Lehtiselle ja Satu Suorannalle (HAMK) panoksesta kokeen toteuttamisessa.

# Palkoviljat puhuttivat pellonpientareella

Kaisa Kuoppala ja Marketta Rinne • Luonnonvarakeskus, Jokioinen  
Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Pellonpiennarpäivät 26.8.2016 Mustialassa

”Palkoviljat puhuttavat pellonpientareella” -tapahtumassa asiantuntijat puhuivat palkoviljojen viljelystä ja käytöstä kotieläinten ruokinnassa. Tämän lisäksi tutustuttiin Mustialan maatilamittakaavan hernekasvustoihin sekä herneen puhdas- ja seosviljelyyn koeruuduilla ja havaintoruuduilla moniin vaihtoehtoihin kasvivalkuaisen tuottamiseksi. Lisäksi nähtävänä oli kerääjäkasvikasvustoa, jossa kasvoi valko- ja alsikeepilan sekä italianraiheinän seosta ja joka käytettiin lampaiden laidunnukseen loppusyksyllä.

Ohjelmassa oli aluksi asiantuntijoiden alustuksia palkoviljojen viljelystä ja käytöstä kotieläinten ruokinnassa. Alustusten aiheista keskustelu oli vilkasta ja monipuolista. Esitykset videoitiin ja linkit videoihin sekä esitysdioihin löytyvät jäljempänä.

## Alustukset

Aluksi projektipäällikkö **Katariina Manni** (HAMK) toivotti yleisön tervetulleeksi ja esitteli Valkuaisfoorumi-hanketta. Hankkeen tavoitteena on valkuaisomavaraisuuden edistäminen. Valkuaisfoorumi perustuu tiiviiseen ja laaja-alaiseen yhteistyöhön opetuksen tutkimuksen, neuvonnan ja yrittäjien sekä muun elinkeinoelämän välillä. Valkuaisomavaraisuudessa on paljon petrattavaa, sillä jokainen EU-kansalainen syö soijaa sellaisenaan tai välillisesti eläintuotteissa keskimäärin 61 kg vuodessa. Sitran arvion mukaan soijan tuonnin korvaisi 52 000 hehtaarin viljelyala härkäpapua ja että 2000–5000 tonnia vuosittain olisi mahdollista säästää typpilannoituksesta, jos soijan tuonti korvattaisiin kotimaisella härkäpavulla.

[Avaus, taustaa alustuksiin, Manni, K.pdf](#)



## Herneen viljelykokemuksia

Lehtori **Heikki Pietilä** (HAMK) kertoi oma-kohtaisia kokemuksia herneen viljelystä. Hänen mukaansa hennettä viljellään yllättävän vähän, vaikka tällä hetkellä paljon puhutaan palkokasveista ja viljelykiirroista. Luken tilastojen mukaan vain n. 0,6 % pellonkäytöstä on hennettä ja härkäpupuakin on vain 1 %. Yli puolet viljelyalasta on viljakasveilla ja nimenomaan viljan viljelykiertoihin palkokasvit sopisivat hyvin. Palkokasvien viljelyalaa pitäisi Pietilän mielestä saada kasvatettua.

Lehtori Heikki Pietilä kertoi herneen viljelykokemuksista.



Kuva: videotallenne.

Herneestä on monenlaisia lajikkeita tarjolla sekä ruoka- että reuherneiden viljelyyn. Ruoka- ja reuherneen välillä on eroja mm. viljelyteknisesti. Uudet reuhernelajikkeet ovat vanhoja parempia viljelyvarmuudessa.

Herne pitää aurinkoisesta ja lämpimästä säästä. Herneen viljelyssä kannattaa välttää turvemaita, multamaita ja karkeita hietamaita. Karkea hietta on poudanaralle herneelle kuivana kesänä liian kuiva. Hyviä maita herneelle ovat hyvärakenteiset savimaat, hietamaat ja hiesumaat. Hietamaat, erityisesti runsasmultaiset, sopivat rajoitetusti viljelyyn, sillä kasvusto voi olla niin tasainen ja runsas, että sateet lyövät sen lakoon. Maata myöten oleva kasvusto menee huonoksi, siemen itää ja laatu on huono. Herne on vahva tulemaan kuorettuneen pinnan läpi.

Herne eroaa viljan viljelystä siinä, että viljelyvarmuus on heikompi. Herneen viljelyssä on omat riskinsä, eikä joka vuosi tule hyvää satoa. Pietilän mukaan tämä tekee herneen viljelystä mielekästä ja kiinnostavaa.

Herne on typensitojakasvi, jonka juurinystyröiden bakteerit ottavat typen ilmasta, nimenomaan maassa olevasta ilmasta. Maan ilmava rakenne on tärkeä, sillä tiiviissä maassa typen sidonta ei toimi niin hyvin. Herne sinänsä parantaa maan rakennetta, jos se kasvaa hyvin. Huonosti kasvava herne ei kuitenkaan paranna rakennetta.

Lannoituksen ohje on, että ei liikaa typpeä, koska pitää pyrkiä hyödyntämään typensidonta. Starttityppi 30 kg/ha on maksimi hyvämultaisilla mailla. Maassa pitää olla riittävästi fosforia (ympäristötukiehtojen mukaisesti) ja kaliumia. Lannoitelajin pitää sopia maan ravinnetilaan ja herneen vaatimukseen, tavallinen Y1 ei sovi. Jos pellon P on korkea ja kyseessä on savimaa, josta kaliumin vapautuminen on runsas, lannoituksen voi jättää pois.

Muokkaus pitää tehdä riittävän syvään. Syvyys riippuu maan kosteusilanteesta, sillä siemen pitää saada kosteaan maaperään jotta se lähtee itämään. Kylvötiheys on 120 kpl/m<sup>2</sup>. Liian harvassa kasvustossa herneyksilöt eivät tartu toisiinsa kärhöillä tarpeeksi lujaa pystyssä pysymisen kannalta. Myöskään rikkaruhoille ei jätetä turhaan tilaa riittävän tiheällä kylvösiemenmäärällä.

Siemen pitää ympätä tarvittaessa, erityisesti uusilla hernemailla, joilta bakteeria ei maasta löydy. Rizobium-bakteeri sekoitetaan siementen sekaan juuri ennen kylvöä turpeeseen sekoitettuna. Kylvön jälkeen pitää jyrätä, että siemen saadaan kosteuden kanssa yhteyteen. Kivien kerääminen kylvön jälkeen on tärkeää. Pienetkin kivet ovat ongelma puintiaikana, varsinkin jos kasvusto on laossa ja puidaan matalalta.

Rikkakasvitorjunta on tärkeä, koska herne on huono varjostamaan toisin kuin härkäpapu. Hernekääriäisen torjunta on ruokaherneelle käytännössä lähes aina tarpeen. Muuten herne on Pietilän mukaan kohtalaisen helppo viljellä.

Herneen puinti voi olla hankalaa etenkin, jos kasvusto on laossa ja pellolla on kiviä. Kosteaa herne helposti takkuu puidessa, puuroutuu, täyttää seulaston ja tukkii puimurin. Nämä ovat edelleen ongelmia, vaikka lajikekehitystä on tapahtunut ja viljelytekniikka on parantunut. Herneen kuivaus pitää tehdä hitaasti ja matalalla lämmöllä. Liian kuumassa nopeasti kuivattaessa herneet halkeilevat. Halkeilleet herneet hylätään ruokaherneen tuotannossa. Kuivan herneen siirrossa kuivurin siilosta pitää välttää liian suurta pudotuskorkeutta.

Herne on hyvä kasvinvuorottelija ja se sopii viljojen väliin tautien puolesta. Herne on riskeistä huolimatta keskimäärin kilpailukykyinen, etenkin kun otetaan huomioon sen esikasviarvo. Markkinat tarvitsevat riittävän isoja aloja ja volyymeja.

### Video alustuksesta, Pietilä, H.

[Herne, Pietilä, H.pdf](#)

## Herne kevätvehnän esikasvina

Opiskelija **Jaakko Saukkola** (HAMK) esitteli tuloksia kokeesta, jossa selvitettiin herneen käyttöä vehnän esikasvina. Hämeen ammattikorkeakoulun Mustialan yksikön opetus- ja tutkimusmaatilalla vuonna 2016 tehdyssä kokeessa selvitettiin eri typpilannoitusmäärien vaikutuksia kevätvehnän sadon määrään ja laatuun, kun esikasvina oli herne. Tulosten perusteella tehtiin myös taloudellista tarkastelua typpilannoituksen vaikutuksista. Tuloksista on erillinen kirjoitus tässä julkaisussa (Herneen esikasvivaikutus kevätvehnän typpilannoituksessa).

Opiskelija Jaakko Saukkola kertoi herneen esikasvikoesta



Kuva: videotallenne.

### Video alustuksesta, Saukkola, J

[Herne kevätvehnän esikasvina, Saukkola, J.pdf](#)

## Palkoviljoista väki- ja säilörehua naudoille

Erikoistutkija **Kaisa Kuoppala** (Luke) kertoi palkoviljoista nautojen rehuna. Märehtijä saa valkuaista eniten nurmisäilörehusta ja viljasta. Rypsirehut, härkäpapu ja herne ovat valkuaistäydennysrehuja. Palkokasveja on joko monivuotisia nurmipalkokasveja kuten apilat ja sinimailanen tai yksivuotisia kuten palkoviljat härkäpapu, herne ja sinilupiini.

Erikoistutkija Kaisa Kuoppala kertoo härkäpapusäilörehun korjuuajasta.



Kuva: videotallenne.

Palkoviljoista tehty kokoviljasäilörehu sopii hyvin naudoille nurmisäilörehun kanssa seoksena. Sen sulavuus ja D-arvo ovat yleensä matalampia kuin mitä nurmisäilörehuilla on totuttu, mutta lisääntynyt rehujen syönti yleensä kompensoi matalampaa D-arvoa.

Kuoppala esitteli tuloksia Mustialassa kesällä 2015 tehdystä härkäpavun lajikeko-keesta, jossa myös paneuduttiin optimaalisen korjuuajan selvittämiseen korjattaessa härkäpapu säilörehuksi. Tämän kokeen tuloksia on käsitelty erillisessä kirjoituksessa tässä julkaisussa (Härkäpavun lajikekoe ja korjuuajankohdan optimointi).

Palkoviljat väkirehuna poikkeavat hieman tavallisista valkuaistäydennysrehuista rypsirehuista ja soijasta. Palkoviljat sisältävät rypsiin ja soijaan verrattuna vähemmän raakavalkuaista, mutta enemmän tärkkelystä. Valkuaisen pötsihajoavuus on suurempi ja valkuainen sisältää vähemmän metioniinia. Myös fosforia on vähemmän kuin rypsisssä. Verrattuna viljoihin palkoviljat sisältävät raakavalkuaista selvästi enemmän, mutta tärkkelystä taas vähemmän. Härkäpapu on hernettä ja lupiinia parempi valkuaistäydennysrehu, mutta ihan rypsin tasolle se ei yllä. On viitteitä siitä, että härkäpapu edistäisi mikrobisynteesiä pötsissä enemmän kuin rypsi.

**Video alustuksesta, Kuoppala, K.**

**[Palkoviljoista väkirehua ja kokoviljasäilörehua naudoille.pdf](#)**

## Kotoiset valkuaisrehut sikojen ruokinnassa

Vanhempi asiantuntija Johanna Daka kertoo sikojen kotoisista valkuaisrehuista.



Kuva: videotallenne.

Vanhempi asiantuntija **Johanna Daka** (HKScan) kertoi, että härkäpapu, herne ja myös öljykasvit rypsi- ja rapsirouhe ja -puriste ovat tärkeitä valkuaislähteitä soijan korvaajina sikojen ruokinnassa. Soija on sikojen perusvalkuaisrehu, johon muita valkuaisrehuja verrataan. Se on aminohappokoostumukseltaan sopiva sialle ja sen sulavuus on hyvä. Herneen ja härkäpavun valkuainen sisältää jopa enemmän lysiniä kuin soijarouhe, mutta rikkipitoisia aminohappoja ja tryptofaania niukemmin. Herneen raakavalkuaispitoisuus on matala, mutta tärkkelyspitoisuus korkea. Herne siis korvaa sekä valkuaisrehua että viljaa seoksessa. Daka muistutti että kun korvataan soijaa sikojen rehussa, puuttuvia aminohappoja täytyy lisätä ja puhtaiden aminohappojen käyttö lisää rehukustannuksia. Lysiini on kuitenkin suhteellisen edullinen käyttää. Rypsirouheen ja -puristeen lysiinipitoisuus on alhainen, mutta muita välttämättömiä aminohappoja niissä on runsaasti. Lämpökäsittely heikentää rypsin valkuaisarvoa sialla huonontamalla sulavuutta.

Soijaa korvaavien valkuaisrehujen, härkäpavun, herneen ja rypsin sisältämät haitta-aineet rajoittavat niiden käyttöä yksimahaisilla, erityisesti pikkuporsaille ja siipikarjalla. Härkäpavussa tärkeimpiä haitta-aineita ovat tanniinit, visiini ja konvisiini ja herneessä tanniinit. Tanniinit saostavat valkuaisista huonommin sulavaan muotoon ja haittaavat joidenkin ruuansulatussyymien toimintaa. Ne ovat myös pahanmakuisia. Haitta-ainemäärissä on lajikekohtaista vaihtelua ja kasvinjalostuksessa panoste- taankin haitta-aineettomuuteen.

Käytännön ruokinnassa palkoviljojen käyttömääriä rajoitetaan usein enemmän kuin tutkimuksissa määritetyt maksimikäyttömäärät (taulukko 1). Esimerkiksi vastavieroitetuille porsaille ei härkäpapua suositella ollenkaan. Ruokinnassa pitää huomioida haitta-aineiden lisäksi rehujen maittävyys ja sadon laatu (esim. homeet). Rypsipuristeen, härkäpavun tai herneen runsaassa käytössä on oikeanlainen täydennysrehu ja rehuoptimointi tärkeää mm. koska niiden valkuaispitoisuus vaihtelee rehuerien välillä.

Taulukko 1. Käyttömäärät (%) sikojen rehuseoksissa tutkimuksissa

	Emakot		Kasvatvat siat		
	Tiineet	Imettävät	Porsaat	Lhasiat	Lhasiat
			<25 kg	<55 kg	>55 kg
<b>Soijarouhe</b>	15	25	10	25	20
<b>Rypsipuriste</b>	15	25	7	10	10
<b>Herne</b>	10–15	10–15	10	25	30
<b>Härkäpapu</b>	10	10	10	20	25

Sikatila hakee taloudellista lisävalkuaisista viljan lisäksi. Viime vuosina viljojen valkuaisosat ovat olleet matalia. Härkäpapu on kiinnostava soijarouheen korvaaja, koska siitä saadaan paras valkuaissto. Herneen ja härkäpavun valkuaispitoisuuksien vaihtelun takia pitäisi teettää reuianalyysit. Herneen käyttöä rajoittaa matalahko valkuaispitoisuus. Lisäksi korkean tärkkelyspitoisuuden takia se korvaa ruokinnassa myös viljaa. Tilakäytössä pitää huomioida myös kotoisten palkoviljojen jauhatuskustannus osana raaka-ainehintaa. Tilan kokonaistalouden kannalta palko- ja öljykasvien esikasviarvo on merkittävä tekijä.

Rypsirouhetta ja härkäpapua käytetään jonkin verran raaka-aineena teollisissa rehuissa. Ongelma härkäpavun osalta on pienet viljelymäärät. Rehutehtaan pitää saada isot erät kerrallaan tasalaatuista raaka-ainetta, vaikka vain muutama prosentti soijaa korvataan härkäpavulla rehuseoksissa.

**Video alustuksesta, Daka, J.**

**Kotoiset valkuaiskasvit sikojen rehuna, Daka, J.pdf**

## Herneen viljelystä maatilamittakaavassa Mustialassa

Tilanhoitaja **Heikki Miettinen** (HAMK) kertoi hernepellon reunalla että Mustialassa oli viljelyssä kyseisenä vuonna eli 2016 n. 21 ha reuhernettä. Viljelyssä oli kahta eri lajiketta ja keuhernettä. Viljelyssä oli kahta eri lajiketta ja keuhernettä. Yksi oli perinteisesti muokattu ja kylvetty ala, toinen 8 ha ala suorakylvetty, joka sai syksyllä lietelantaa ja kolmas 9 ha ala oli Rocky-kauraa ja hernettä (20 kg herneen siementä/ha). Hernealat saivat 45 kg N/ha.

Tilanhoitaja  
Heikki Miettinen  
kertoo hernelohkon  
äärellä viljelystä.



Kuva: videotallenne.

Miettisen mukaan tuona vuonna herne oli kasvanut hyvin ja reheväksi. Seoskasvustossa kaura oli jäänyt selvästi alakynteen. Rikkakasvien torjuntaan käytettiin Fenix-Mistral -seosta, mutta Rocky-kauraa ei ruiskutettu.

Tilanhoitajan taustalla näkyvä kasvusto oli Ingrid-lajiketta, jonka kylvösiemenmäärä oli 270 kg/ha. Kasvusto oli normaaliin malliin laskenut, mutta ei vielä laossa. Puinnit oli tarkoitus aloittaa pellonpiennarpäivää seuraavalla viikolla. Tämä n. 4 ha ala oli tarkoitus puida ja kuivata ja osa ottaa siemeneksi. Loput 17 ha oli tarkoitus puida ja säilöä murskesäilöviljäksi.

**Video pellonpiennareelta, Miettinen, H.**

# Herneestä säilörehua – Case Mustiala

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Hämeen ammattikorkeakoulun yksikön Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla viljeltiin kasvukaudella 2017 hernettä kolmella eri lohkolla yhteensä 14,17 ha. Herne-lajike oli Rocket ja tukikasvina oli Matty-kaura. Käytetty siemenmäärä seoksessa oli 300 kg/ha hernettä ja 30 kg/ha kauraa. Starttityppeä annettiin kylvön yhteydessä n. 45 kg N/ha. Kylvö tapahtui toukokuun puolivälissä. Kylvön jälkeen herne-kaura taimettui tasaisesti (kuva 1).



Kuva 1. Tasaisesti taimettunut herne-kaura -kasvusto 21.6.2017. Kuva: Katariina Manni, HAMK.

Hernekasvustot Mustialassa kärsivät myöhäisestä kasvukaudesta ja sateisesta syksystä. Kasvustojen kehittyminen oli epätasaista, sillä herne alkoi tuleentua huomattavasti kauraa aiemmin. Lisäksi tukikasvin käytöstä huolimatta kasvustot lakoontuivat (kuva 2). Elokuun lopulla yhden lohkon kasvusto oli jo niin laossa ja kaura vielä painoittellen vihreää, että se päätettiin korjata säilörehuksi. Kylvöajakohta tällä lohkolla oli 15.5.2017.



Kuva 2. Lakoutunutta herne-kaura -kasvustoa 22.8.2017. Kuva: Katariina Manni, HAMK.

Herne-kaurasta tehtävän säilörehun korjuu käynnistyi niitolla 23.8.2017 (kuva 3). Lakkoutuneesta kasvustosta huolimatta niitto sujui hyvin. Niiton seurauksena herneestä tuli jonkin verran varisemistappioita (kuva 4).



Kuva 3. Herne-kaura -kasvuston niitto käynnissä. Kuva: Katarina Manni, HAMK.



Kuva 4. Herneen niitossa tuli jonkin verran varisemistappioita. Kuva: Katarina Manni, HAMK.



Kuva 5. Herneen palot olivat jo täyttyneet säilörehun korjuuhetkellä 23.8.2017. Kuva: Katarina Manni, HAMK.

Niiton jälkeen kasvuston annettiin esikuivua niittokarhoilla vuorokauden, jonka jälkeen karhoja yhdistettiin (kuva 6). Sato korjattiin paalaamalla 24.8.2017 (kuva 7). Paalit sidottiin verkolla, 2,3 kierrosta verkkoa/paali. Säilöntä tehtiin happopohjaisella säilöntäaineella ja happoa laitettiin n. 6 l/tonni. Käärintä tehtiin välittömästi paalauksen jälkeen (kuva 8). Muovia laitettiin 6–7 kerrosta/paali. Paalit kerättiin pellolta heti paalauksen jälkeen (kuva 9).



Kuva 6. Niittokarhojen yhdistäminen. Kuva: Katriina Manni, HAMK.



Kuva 7. Paalaus ja verkkosidonta. Kuva: Katriina Manni, HAMK.



Kuva 8. Käärintä tehtiin välittömästi paalauksen jälkeen. Kuva: Katriina Manni, HAMK.





Kuva 9. Paalit varastoitiin pellon laidalle. Kuva: Katriina Manni, HAMK.

Sääolot suosivat korjuuta. Keli oli kuiva ja aurinkoinen. Niiton, karhojen yhdistämisen ja paalauksen seurauksena varisemistappioilta ei voinut välttyä palkojen ollessa jo niinkin valmiita kuin mitä ne korjuuhetkellä olivat (kuva 10).



Kuva 10. Varisemistappioina palkoja ja auenneista paloista varisseita herneitä. Kuva: Katriina Manni, HAMK.

Kasvuston kuiva-ainepitoisuus niittohetkellä oli 348 g/kg. Vuorokauden mittaisen esikuvituksen aikana kuiva-ainepitoisuus lisääntyi. Valmiissa säilörehussa se oli 377 g/kg. Paalien halkaisija oli n. 140 cm. Paalien paino oli keskimäärin 700 kg. Paaleja tuli 104 kpl 7,2 ha:n alalta. Sato oli n. 10 100 kg/ha. Valmiin säilörehun kuiva-ainepitoisuuden perusteella laskettuna kuiva-ainesato oli n. 3 800 kg ka/ha.

Vaikka niitto tehtiin kasvuston kehitykseen nähden hieman turhan myöhään, niin siitä huolimatta raaka-ainenäytteen perusteella se oli vielä hyvää rehua niin koostumuksen kuin rehuarvojenkin osalta (taulukko 1). Raaka-ainenäyte otettiin 24.8.2017.

Taulukko 1. Herne-kaura -säilörehun raaka-ainenäyte.

<b>Koostumus</b>		
Kuiva-aine	348	g/kg
Raakavalkuainen	156	g/kg ka
Kuitu (NDF)	418	g/kg ka
D-arvo	664	g/kg ka
Sokeri	57	g/kg ka
Sulamaton kuitu (iNDF)	102	g/kg ka
Tuhka	78	g/kg ka
<b>Rehuarvot</b>		
ME (energia-arvo)	10,6	MJ/kg ka
OIV	81	g/kg ka
PVT	35	g/kg ka



Kuva 11. Herne-kaura -säilörehun korjuun jälkeen pelto kevytmuokattiin. Kuva: Katariina Manni, HAMK.

Säilörehun korjuun jälkeen herne-lohko kevytmuokattiin (kuva 11). Muokkauksen jälkeiseen kuohkeaan maahan kylvettiin syysvehnä 6.9.2017 (kuva 12). Näin hyödynnettiin herneen maahan sitomaa tyyppiä ja samalla kasvipeitteisyydellä ehkäistiin ravinnehuuhtoutumia (kuva 13).



Kuva 12. Herne-kaura -säilörehun korjuun ja pellon muokkauksen jälkeen siihen kylvettiin syysvehnä 6.9.2017.

Kuva: Katriina Manni, HAMK.



Kuva 13. Syysvehnän kasvipeitteisyys ehkäisee ravinnehuuhtoutumia. Kuva: Teemu Rekola, HAMK.

## Kiitokset

Kiitokset Heikki Miettiselle (HAMK) panoksesta työn käytännön toteutuksessa.

# Härkäpavusta säilörehua – Case Mustiala

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Erialaisten säilörehun korjuumenetelmien kokeilu ja niistä saadut kokemukset ovat tärkeä osa kotimaisen rehuvalkuaisen tuotantoa. Säilörehuksi tarkoitettu härkäpapakasvusto voidaan korjata joko suoraan pystykasvustosta kaksoissilppurilla, suoraniit-topäällä varustetulla tarkkuussilppurilla tai ajosilppurilla tai vaihtoehtoisesti niittämällä se ensin karholle ja korjaamalla rehu paalaimella, noukinvaunulla tai silppurilla.

## Härkäpapusäilörehua Fuego-lajikkeesta

Hämeen ammattikorkeakoulun yksikön Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla kokeiltiin vuonna 2015 säilörehun tekoa härkäpavusta niittämällä se ensin karholle, jonka jälkeen rehu korjattiin noukinvaunulla ja paalaimella. Noukinvaunulla korjattu rehu säilöttiin laakasiiloon.

Härkäpapulajikkeena oli Fuego, jota viljeltiin puhdaskasvustona (kuva 1). Osa siitä kylvettiin 2.6. ja osa 4.6.2015. Fuego on ulkomainen, reheväkasvuinen lajike, joka tuottaa runsaasti biomassaa. Suomen oloissa se ei kuitenkaan ehdi tuleentumaan puintikypsäksi.



Kuva 1. Fuego-härkäpapakasvustoa 25.8.2015. Kuva: Katariina Manni, HAMK.

Sateisen syksyn vuoksi korjuuajankohta siirtyi pidemmälle kuin oli tavoite. Säilörehun teko päästiin aloittamaan 13.9.2015, jolloin kasvusto niitettiin. Seuraavana päivänä, 14.9.2015 niitetty kasvusto korjattiin karholta noukinvaunulla. Rehunsäilönnässä käytettiin happoa, AIV 2, n. 6 l/tonni. Rehu varastoitiin laakasiiloon. Paalattava kasvusto niitettiin 21.9.2015 ja paalattiin 22.9.2015.

Korjuuhetkellä kasvusto oli vielä pääväriykseltään vihreää, mutta lehdet olivat jo jonkin verran ruskistuneet (kuva 2). Varsi oli vankka ja kasvusto hyvin pystyssä. Palot olivat kehittyneitä ja täyttyneitä, mutta sisällä olevat pavut vielä vaaleita ja pehmeitä (kuva 3).



Kuva 2. Fuego-härkäpapukasvustoa säilörehuntekohetkellä 13.9.2015. Kuva: Katarina Manni, HAMK.



Kuva 3. Fuego-härkäpavun avattu palko säilörehuntekohetkellä 13.9.2015. Kuva: Katarina Manni, HAMK.

## Niitto

Härkäpapukasvusto niitettiin hinattavalla Krone-lautasniittomurskaimella (kuva 4). Niittohetkellä kasvusto ja pellon pinta oli märkää pitkään jatkuneiden sateiden seurauksena, mikä toi haastetta korjuuseen. Rehun teko oli kuitenkin aloitettava, koska luvassa oli poutajakso eikä kasvustoa haluttu päästää enää vanhenemaan. Märkä pelto lisäsi riskiä, että niitetyn kasvuston sekaan joutuu kuraa. Kasvuston kosteus puolestaan alensi rehun kuiva-ainepitoisuutta ja lisäsi puristenesteen määrää.



Kuva 4. Härkäpavun niittoa. Kuva: Outi Vahtila, HAMK.

Niitettäessä sänki jätettiin mahdollisimman pitkäksi, noin 15 cm, jotta karho olisi mahdollisimman ilmava ja edistäisi rehun kuivumista. Lisäksi pitkä sänki ehkäisee rehun kuraantumista.

Härkäpavusta tehtäessä säilörehua, kasvuston ja karhojen tallaamista tulee välttää. Jos pystyssä olevassa kasvustossa ajetaan, se ei nouse enää tallaamisen jälkeen pystyyn. Karhoa tallattaessa on riski, että rehun sekaan joutuu maata. Niitetty karho saatiin säädettyä niittokoneen karhotinpelleillä riittävän kapeaksi, leveys 1,5 m, jotta traktori ei tallaa sitä rehua korjattaessa. Erillistä karhotusta ei kannata käyttää varisemistappioiden vuoksi. Niitetyn kasvuston päällä ajamisen välttämiseksi pelto niitettiin ajamalla sitä koko ajan ympäri.

Varisemistappioiden minimoimiseksi niitto tehtiin mahdollisimman pienellä kierrosluvulla. Kyseisellä niittokoneella se oli 300 kierrosta/min, mikä oli riittävä. Ajonopeus oli normaali niitonopeus, jotta kasvusto kaatui karholle tasaisesti. Niittokoneen murskainta ei käytetty, koska se lisää varisemistappioita. Jos murskainta ei saa pois päältä, varisemistappioiden pienentämiseksi kannattaa käyttää niin pientä kierroslukua kuin mahdollista ja säätää murskaimen hankainpelti mahdollisimman kauas kelasta.

### Korjuu noukinvaunulla

Niitetty härkäpapasäilörehu korjattiin Strautmann Mega Vitesse 3801 -noukinvaunulla (kuva 5). Käyttökierros-luku pidettiin samana, jota käytetään muutenkin rehunteossa. Ajonopeus pidettiin melko suurena, jotta palkoja ei ehdi varista maahan. Noukin säädettiin niin korkealle, etteivät piikit raapineet maata.



Kuva 5. Härkäpapasäilörehun korjuu noukinvaunulla. Kuva: Outi Vahtila, HAMK.

Kuorman täyttöautomaatika otettiin pois päältä jotta märkä rehu ei tiivisty liikaa. Automaatiikan ollessa päällä, rehumassa painoi sulloimen päällä niin paljon, että rehu alkoi "muusaantua" ennen kuin täyttöautomaatika siirsi kuormaa taaksepäin. Automaatiikan ollessa pois päältä rehumassaa pitää siirtää manuaalisesti vaunussa taaksepäin. Tämän haittapuolena on se, että vaunussa olevaa reutilaa ei saada ylösasta

täyteen saakka. Hapotuksen annostelua on syytä seurata, sillä korsimassaa voi olla niin vähän, että hapottimen automaattinen annosteluanturi ei välttämättä toimi koko ajan. Tällöin happoa pitää annostella manuaalisesti. Tehdyillä asetuksilla noukinta ja kuormanteko sujuivat ongelmitta.

Vuorokauden mittaisesta esikuivatuksesta huolimatta härkäpapukasvusto oli märkää, mikä lisäsi sen painoa. Painon arvioitiin olevan 1,5-kertainen ruohokuormaamme verrattuna. Tämä on syytä huomioida maan kantavuuden ja muun liikennöinnin osalta. Huonon esikuivumisen seurauksena puristenesteen erittyminen oli runsasta. Sitä valui noukinvaunusta jo korjuun aikana ja kuljetettaessa rehua siilolle (kuva 6). Puristenesteen erittyminen jatkui vielä siilolla rehua tiivistettäessä (kuva 7).



Kuva 6. Puristenesteen erittyminen oli runsasta jo kuormasta.

Kuva: Katariina Manni, HAMK.



Kuva 7. Märstä rehusta johtuen puristenesteen erittyminen oli runsasta siilolla. Kuva: Katariina Manni, HAMK.

Rehun niitto ja korjuu aiheuttivat jonkin verran varisemistappioita (kuva 8). Erityisesti lehtiä, palkoja ja yksittäisiä papuja varisi peltoon. Kuitenkaan niiden määrä kokonaisuudesta ei silmämääräisesti arvioituna näyttänyt olevan merkittävä.



Kuva 8. Korjuutappioita ja maan joutumista rehun sekaan voidaan minimoida koneiden säädöillä. Kuva: Katariina Manni, HAMK.

## Kuorman purku

Siilolla märkä rehumassa tallautui tiiviiksi ja painui pieneen tilaan (kuva 9). Suurimpana ongelmana oli painavan kuorman ajaminen kasan päälle, varsinkin jos alla oli vielä huonosti tiivistettyä rehua. Tämä aiheutti sen, että rehukuorma piti kipata siilon etuosaan ja siitä siirtää se etukuormaajalla rehuksaan päälle.



Kuva 9. Märkä härkäpapusäilörehu tiivistyi helposti. Kuva: Katriina Manni, HAMK.

## Korjuu paalaimella ja käärintä muoviin

Osa härkäpavusta korjattiin paalaimella. Paaleista tuli tiukkoja ja tasakokoisia, mikä helpotti niiden käärimistä (kuva 10). Paalit käärittiin muoviin välittömästi paalauksen jälkeen (kuva 11).



Kuva 10. Härkäpavu-paaleista tuli tiukkoja ja muodoiltaan tasaisia. Kuva: Katriina Manni, HAMK.



Kuva 11. Härkäpapusäilörehun käärintä muoviin. Kuva: Katriina Manni, HAMK.



Paalauksen ja käärimän haasteena oli rehun alhainen kuiva-ainepitoisuus, jonka johdosta paalit olivat todella painavia käsitellä niin paalaajassa, käärijässä kuin niitä kuljetettaessakin. Märän rehun paalaaminen aiheutti paalaimen toimintahäiriöitä, kun märkää rehua jäi paalaajan telojen väliin estäen paalin pyörimisen. Paalauksen ja käärimän jälkeinen koneiden puhdistus oli aikaa vievää, kun märkää rehua ja puristenestettä jäi koneisiin kiinni.

## Härkäpapusäilörehun rehuanalyysit

Härkäpapusäilörehusta otettiin raaka-ainenäyte (taulukko 1) laakasiilolla kuorman purun yhteydessä 14.9.2015 ja varsinainen säilörehunäyte (taulukko 2, kuva 12) otettiin 18.11.2015. Säilörehuanalyysitulosten perusteella voidaan todeta, että se edustaa koostumukseltaan ja rehuarvoiltaan tyypillistä palkokasvisäilörehua. Säilönnällinen laatu oli hyvä. Kuiva-ainepitoisuus oli alhainen, mikä aiheutti kovilla pakkasilla rehun jäätymistä.

Taulukko 1. Härkäpapusäilörehun raaka-ainenäyte.

Rehunäyte		
<b>HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU OY</b>		
Näytteenottopvm:	14.09.2015	Rehu:
Säilöntäaine:	AIV 2 Plus	Säilötyyppi:
Näytetunniste:	Härkäpapur ra	Näytenumero:
Sato:	1. sato	
Analyysi	Tulos	Yksikkö
<b>Koostumus SJ &gt;</b>		
Kuiva-aine	199	g/kg
Raakavalkuainen	166	g/kg ka
Kuitu (NDF)	432	g/kg ka
D-arvo	655	g/kg ka
Sokeri	130	g/kg ka
Sulamaton kuitu (iNDF)	120	g/kg ka
Tuhka	47	g/kg ka
<b>Rehuarvot SJ &gt;</b>		
ME (energia-arvo)	10,5	MJ/kg ka
OIV	82	g/kg ka
PVT	46	g/kg ka

Taulukko 2. Härkäpapusäilörehun varsinainen säilörehunäyte.

<b>Rehunäyte</b>		
<b>HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU OY</b>		
Näytteenottopvm:	18.11.2015	Rehu:
Säilöntäaine:		Säilötyyppi
Näytetunniste:	Härkäpapu Fuego	Näytenumo
Sato:		
Analyysi	Tulos	Yksikkö
<b>Säilönnällinen laatu</b> SJ >		
pH	3,95	
Ammoniakkityppi	32	g/kg N
Maito- ja muurahaishappo	52	g/kg ka
Haihtuvat rasvahapot	20	g/kg ka
Liukoinen typpi	321	g/kg N
Sokeri	10	g/kg ka
Arvosana	8	
<b>Koostumus</b> SJ >		
Kuiva-aine	237	g/kg
Raakavalkuainen	153	g/kg ka
Kuitu (NDF)	469	g/kg ka
D-arvo	595	g/kg ka
Sulamaton kuitu (iNDF)	156	g/kg ka
Tuhka	60	g/kg ka
<b>Rehuarvot</b> SJ >		
ME (energia-arvo)	9,2	MJ/kg ka
OIV	80	g/kg ka
PVT	36	g/kg ka
Syönti-indeksi	103	
ME-indeksi	91	



Kuva 12. Härkäpapusäilörehua. Kuvat: Katariina Manni, HAMK.

### **Videoita härkäpavun säilörehun korjuusta:**

Härkäpavun korjuu säilörehuksi: Niitto, korjuu noukinvaunulla ja paalaus  
<https://www.youtube.com/watch?v=tWq4KwLJjb8>

Härkäpavun niittoon valmistautuminen: Koneen säädöt  
<https://www.youtube.com/watch?v=oPPrQ5L2N1s>

Härkäpavun korjuuseen noukinvaunulla valmistautuminen: Koneen säädöt  
<https://www.youtube.com/watch?v=PMAvMy5C9AQ>

### **Kiitokset**

Kiitokset Heikki Miettiselle, Rauno Laineelle ja Matti Ylösmäelle (HAMK) teknisten asioiden asiantuntijoina toimimisesta, panoksesta käytännön töiden toteutuksessa ja kuvamateriaalin tuottamisessa. Kiitokset myös Outi Vahtilalle (HAMK) osuudesta kuvamateriaalien tuottamisessa.

# Härkäpapusäilörehu lypsylehmien ruokinnassa – Case Mustiala

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Kuvat: Katariina Manni

Hämeen ammattikorkeakoulun yksikön Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla kerättiin kokemuksia härkäpapusäilörehun käytöstä osana lypsylehmien ja nuorkarjan ruokintaa. Härkäpapusäilörehua syötettiin vuoden 2015 joulukuun puolivälistä kevääseen 2016. Sitä käytettiin sekä lypsylehmien että nuorkarjan ruokinnassa seosrehuun sekoitettuna (kuva 1). Härkäpapusäilörehun rinnalla syötettiin nurmisäilörehua. Kuvasa 2 on härkäpapusäilörehua laakasiiloon varastoituna.



Kuva 1. Härkäpapusäilörehu maittoi appeessa hyvin lypsylehmille.

Härkäpapusäilörehun maittavuus oli hyvä. Jonkin verran eläimet valikoivat rehua syödessään ja pisimmät härkäpavun korrenpätkät jäivät syömättä (kuva 3). Haasteena säilörehun teossa oli se, ettei noukinvaunulla korjattaessa saatu rehua silputtua niin lyhyeksi ja tasalaatuiseksi, etteivät eläimet pystyisi valikoimaan sitä. Toisaalta, korsi on härkäpapusäilörehun sulamattomin osa, joten merkittäviä ravintoainetappioita ei tästä eläimille tule.



Kuva 2. Härkäpapusäilörehua laakasiilossa.



Kuva 3. Pisimmät härkäpavun korrenpätkät eläimet jättivät syömättä.

Härkäpapusäilörehu onnistui säilönnälliseltä laadultaan hyvin. Myös koostumukseltaan ja ravintoainepitoisuuksiltaan se oli lähellä rehutaulukoissa olevia keskimääräisiä arvoja. Raakavalkuaispitoisuudeltaan se oli vähän rehutaulukoiden arvon alapuolella, mutta sulavuus oli siitä korkeampi. Näytteitä otettiin rehunteon aikana raaka-ainenäytteenä sekä valmiista säilörehusta 18.11.2015 ja 14.3.2016. Analyysituloksista "tumma" on otettu rehun tummemmasta pintakerroksesta (taulukko 1) ja "vaalea" sen alapuolella olevasta vaaleammasta kerroksesta (taulukko 2).

Taulukko 1. Rehun pintakerroksesta otettu säilörehunäytteen analyysitulokset.

HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU OY			
Näytteenottopvm:	14.03.2016	Rehu:	Säilörehu (palkokasvi-kokovilja)
Säilöntäaine:	AIV 2 Plus	Säilötyyppi:	laakasiilo
Näytetunniste:	härkäpapu pinta tumma	Näytenumero:	83116005230
Sato:			
Analyysi	Tulos	Yksikkö	Tavoite
<b>Säilönnällinen laatu</b> SJ >			
pH	4,00		alle 4,00 (ka 204 g/kg)
Ammoniakkityppi	68	g/kg N	alle 70
Maito- ja muurahaishappo	60	g/kg ka	35 - 80
Haihtuvat rasvahapot	45	g/kg ka	alle 20
Liukoinen typpi	488	g/kg N	alle 500
Sokeri	0	g/kg ka	50 - 150
Arvosana	7		
<b>Koostumus</b> SJ >			
Kuiva-aine	204	g/kg	
Raakavalkuainen	137	g/kg ka	130 - 160
Kuitu (NDF)	536	g/kg ka	500 - 600
D-arvo	550	g/kg ka	660 - 680
Sulamaton kuitu (iNDF)	246	g/kg ka	50 - 80
Tuhka	58	g/kg ka	50 - 100
<b>Rehuarvot</b> SJ >			
ME (energia-arvo)	8,5	MJ/kg ka	Ry=ME/11,7 ry/kg ka
OIV	73	g/kg ka	71 - 88
PVT	30	g/kg ka	14 - 46
Syönti-indeksi	84		90 - 120
ME-indeksi	70		85 - 130

Taulukko 2. Pintakerroksen alapuolelta otettu säilörehunäytteen rehuanalyysitulokset.

Rehunäyte			
<b>HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU OY</b>			
Näytteenottopvm:	14.03.2016	Rehu:	Säilörehu (palkokasvi-kokovilja)
Säilöntäaine:	AIV 2 Plus	Säilötyyppi:	laakasiilo
Näytetunniste:	härkäpapu pohja vaalea	Näytenumero:	83116005229
Sato:			
Analyyysi	Tulos	Yksikkö	Tavoite
<b>Säilönällinen laatu</b> SJ >			
pH	3,77		alle 4,00 (ka 218 g/kg)
Ammoniakkityppi	55	g/kg N	alle 70
Maito- ja muurahaishappo	78	g/kg ka	35 - 80
Haihtuvat rasvahapot	20	g/kg ka	alle 20
Liukoinen typpi	503	g/kg N	alle 500
Sokeri	7	g/kg ka	50 - 150
Arvosana	8		
<b>Koostumus</b> SJ >			
Kuiva-aine	218	g/kg	
Raakavalkuainen	141	g/kg ka	130 - 160
Kuitu (NDF)	435	g/kg ka	500 - 600
D-arvo	659	g/kg ka	660 - 680
Sulamaton kuitu (iNDF)	121	g/kg ka	50 - 80
Tuhka	59	g/kg ka	50 - 100
<b>Rehuarvot</b> SJ >			
ME (energia-arvo)	10,2	MJ/kg ka	Ry=ME/11,7 ry/kg ka
OIV	84	g/kg ka	71 - 88
PVT	17	g/kg ka	14 - 46
Syönti-indeksi	110		90 - 120
ME-indeksi	108		85 - 130

Näytteiden otossa ja analyysien tulkinnassa tulee aina huomioida näytteiden edustavuus ja niiden vaikutus analyysituloksiin. Erityisesti härkäpapusäilörehun näytteenotossa edustavuuden kanssa tulee olla huolellinen, sillä lehtien ja papujen arvot ovat merkittävästi paremmat kuin korren. Se missä suhteessa näitä tulee näytteeseen, vaikuttaa analyysitulokseen.

Härkäpapusäilörehu säilyi hyvin. Se syötettiin Mustialan karjassa talven aikana, sillä sitä ei haluttu jättää lämpimien keliä aikaiseen syöttöön, jolloin jälkilämpenemisriski kasvaa. Kevään koittaessa laakasiilo alkoikin jo olla tyhjä (kuva 4). Säilörehu maittoi eläimille appeen seassa hyvin. Appeeseen se toi kosteutta, mikä edesauttaa seoksen tasalaatuisuutta. Koneellinen rehunkäsittely oli välttämätöntä, sillä alhaisen kuiva-ainepitoisuuden vuoksi rehu oli painavaa käsitellä.



Kuva 4. Härkäpapusäilörehu syötettiin talvikuukausina. Kuva otettu 16.3.2016.

## Kiitokset

Kiitokset Simo Pärssiselle, Tiina Hannulalle ja Amanda Hipille (HAMK) panoksesta työn käytännön toteutuksessa.

# Härkäpavun ja herneen murskesäilöntä – Case Mustiala

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Kuvat: Katariina Manni

Murskesäilöntä on yksi tapa varastoida viljojen siemeniä. Se on kustannustehokas tapa rehun säilöntään, sillä säilöntä on suhteellisen nopeaa ja kuivauskustannus jää pois. Murskesäilöntä perustuu maitohappokäymiseen, aivan kuten nurmirehunkin säilöntä. Hyvän säilöntätuloksen varmistamiseksi säilöttävään rehuun lisätään säilöntäainetta ja ilman pääsy rehun joukkoon estetään. Happolisuus tehdään rehun murskauksen yhteydessä. Varastointi tapahtuu huolellisesti tiivistämällä, peittämällä ja painottamalla rehu ilmatiiviiseen varastoon. Säilöntä ja varastointi suositellaan tehtäväksi heti puinnin ja murskauksen jälkeen.

Hämeen ammattikorkeakoulun yksikön Mustialan opetus- ja tutkimusmaatilalla tuotettiin maatilamittakaavan tietoa härkäpavun ja herneen murskesäilönnästä. Härkäpapulajikkeena oli Kontu ja hernelajikkeena Rocket, jotka molemmat viljeltiin puhdaskasvustoina. Korjuu tapahtui puimalla ja säilöntä murskesäilöntänä. Rehu varastoitiin laakasiiloon.

Herneen kylvö tapahtui 17.–18.5.2015. Kylvösiemenmäärä oli 250 kg/ha. Starttilannoitteena oli YaraMila NK2 (22-0-12), 200 kg/ha. Herne kärsi kevään ja alkukesän sateista ja märästä maasta, jonka seurauksena taimettuminen sekä kasvuston myöhempi kehitys olivat hyvin epätasaista.

Härkäpavun kylvö aloitettiin 2.6.2015 ja saatiin päätökseen 4.6.2015. Kylvösiemenmäärä oli 220 kg/ha. Starttilannoitteena oli YaraMila Y3 (23-3-8), 110 kg/ha. Härkäpapu hyötyi alkukesän kosteudesta ja taimettui tasaisesti.

Härkäpavun kasvinsuojelutoimenpiteitä ei pystytty tekemään alkukesän sateisten, tuulisten ja kylmien säiden vuoksi. Rikkakasvit pysyivät kuitenkin kurissa rehevän kasvuston ansiosta (kuva 1). Puitaessa rikoista ei ollut haittaa. Rikkakasvien mahdollista vaikutusta satoon on vaikea arvioida. Kasvitaudeista esiintyi suklaalaikkua, mutta ei kuitenkaan merkittäviä määriä.



Kuva 1. Kontu-härkäpapu kasvoi hyvin ja rehevän kasvuston ansiosta rikat pysyivät kurissa.



Hernepellossa rikkoja alkoi kasvaa jo hyvin varhaisessa vaiheessa keväällä, osittain ehkä johtuen siitä, että pelto oli vain kevytmuokattu ennen kylvöä. Rikkakasvien torjuntaruiskutus tehtiin 17.6. Fenixillä, käyttömäärä 1 l/ha, ja se tehoi hyvin. Onnistuneesta rikkakasviruiskutuksesta huolimatta mm. jatkuvien sateiden seurauksena peltoon muodostui rikkoja uudelleen, mutta tällöin niitä ei voitu enää ruiskuttaa, koska herneen kasvu oli jo niin pitkällä. Rikkakasveista ei kuitenkaan muodostunut suurta haittaa, koska rehevä hernekasvusto tukahdutti ne.

Herneen puinti ajoittui aikavälille 3.–10.10.2015. Puintikosteus oli n. 20 %. Herne viljeltiin puhdaskasvustona ja se lakoontui pahasti. Lakokasvusto vaikeutti puintia ja lisäsi korjuutappioita merkittävästi, kun osa sadosta jäi puimatta. Lisäksi varsi oli puintihetkellä sitkeää ja se vaikeutti kasvuston saamista puimurin pöydälle. Puinnan jälkeen herneet murskattiin ja sekaan lisättiin AIV 2 Plus -säilöntäainetta n. 5–6 l/tonni. Varastointi tehtiin heti murskauksen jälkeen laakasiiloon. Herneen keskimääräinen sato oli 14 %:n varastokosteuteen muutettuna n. 2 100 kg/ha.

Härkäpavun puinti tapahtui 7.10.2015 (kuva 2). Puintikosteus oli korkea, noin 48 %. Kasvusto oli puintihetkellä hyvin pystyssä. Kasvuston väri oli hyvin tummunutta ja palot mustuneet, mikä on tuleentuneen kasvuston ominaisuus (kuva 3). Härkäpavun keskimääräinen sato oli 14 %:n varastokosteuteen muutettuna n. 2 100 kg/ha.



Kuva 2. Härkäpavukasvustoa puintihetkellä 7.10.2015.



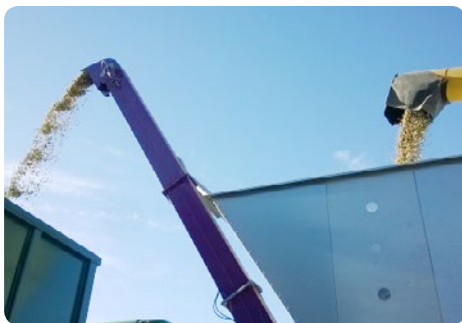
Kuva 3. Tuleentuneita Kontu-härkäpavun palkoja puintihetkellä 7.10.2017.

Puintia edeltävänä yönä ja vielä aamulla oli pakkasta useampi aste, mikä teki härkäpavun palon kuoresta kostean ja nahkean sen sijaan, että se olisi ollut kuivan rapakka. Tämän seurauksena kaikki palot eivät auenneet puitaessa ja kokonaisia palkoja joutui papujen sekaan erottuen mustuneina palkoina vaaleiden papujen seassa (kuva 4). Palkojen kuorista ei kuitenkaan pitäisi olla erityistä haittaa ruokinnassa. Rehuarvoiltaan ne ovat todennäköisesti itse papuja huonompia, mutta osuus koko massan kuiva-aineesta on kuitenkin sen verran pieni, ettei sillä ole suurtakaan merkitystä.



Kuva 4. Puitua härkäpapua, jossa papujen seassa jonkin verran aukeamattomia palkoja ja palkojen kuoria.

Puinnin jälkeen pavut murskattiin ja sekaan lisättiin AIV 2 Plus -säilöntäainetta n. 5–6 l/tonni (kuva 5). Pavut murskautuivat hyvin (kuva 6). Varastointi tehtiin heti murskauksen jälkeen laakasiiloon (kuva 7).



Kuva 5. Härkäpavun murskausta.



Kuva 6. Murskattua härkäpapua.



Kuva 7. Murskattu ja hapotettu härkäpapu varastointi laakasiiloon.

Härkäpavusta otettiin raaka-ainenäyte ennen varastointia (taulukko 1). Murskesäilötävä herne ja härkäpapu varastoitiin samaan laakasiiloon kerroksittain, koska käytössä olevien laakasiilojen määrä oli rajallinen. Taulukossa 2 analyysitulokset näytteestä, jossa oli sekä murskesäilöttyä härkäpapua että hernettä.

Taulukko 1. Murskesäilötyn härkäpavun raaka-ainenäytteen rehuanalyysi.

Rehunäyte			
<b>HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU OY</b>			
Näytteenottoaika:	03.11.2015	Rehu:	Vilja (palkokasvi-viljaseos)
Säilöntäaine:		Säilötyyppi:	
Näytetunniste:	härkäpapu murske	Näytenumero:	83115030757 <a href="#">Lisätiedot &gt;&gt;</a>
Sato:			
Analyysi	Tulos	Yksikkö	Tavoite
<b>Koostumus</b> SJ >			
Kuiva-aine	569	g/kg	
Raakavalkuainen	270	g/kg ka	
Kuitu (NDF)	134	g/kg ka	
<b>Rehuarvot</b> SJ >			
ME (energia-arvo)	13,2	MJ/kg ka	Ry=ME/11,7 ry/kg ka
OIV	121	g/kg ka	
PVT	98	g/kg ka	

Taulukko 2. Murskesäilötyn härkäpavun ja herneen raaka-ainenäytteen rehuanalyysi.

Rehunäyte			
<b>HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU OY</b>			
Näytteenottopvm:	03.11.2015	Rehu:	Vilja (palkokasvi- viljaseos)
Säilöntäaine:	AIV 2 Plus	Säilötyyppi:	laakasiilo
Näytetunniste:	hernehärkäpapu	Näytenumero:	83115030744 <a href="#">Lisätiedot &gt;&gt;</a>
Sato:			
Analyysi	Tulos	Yksikkö	Tavoite
<b>Koostumus SJ &gt;</b>			
Kuiva-aine	772	g/kg	
Raakavalkuainen	221	g/kg ka	
Kuitu (NDF)	124	g/kg ka	
<b>Rehuarvot SJ &gt;</b>			
ME (energia-arvo)	13,3	MJ/kg ka	Ry=ME/11,7 ry/kg ka
OIV	113	g/kg ka	
PVT	57	g/kg ka	

Herne tulentui härkäpapua paremmin ja aiemmin ja sen puintikosteus oli melko alhainen, murskesäilöntää ajatellen jopa jo vähän turhankin alhainen. Puitavalla härkäpavulla murskesäilöntä oli kyseisen kasvukauden pelastus. Vaikka härkäpavun puinti tapahtui vasta lokakuussa, puintikosteus oli edelleen hyvin korkea. Kuivurissa kuivaaminen ei siis olisi ollut taloudellisesti kovinkaan kannattavaa.

Murskesäilöntään siirtymisen yhtenä merkittävänä perusteena oli kuivauskustannusten poisjäänti. Töiden kannalta etuna on se, kun murskaus tehdään puinnin yhteydessä. Tämä yksinkertaistaa ruokintatyötä. Murskesäilötty väkirehu tuo kosteutta appeeseen, ja sen etu tulee esiin erityisesti silloin, kun pääosa muista appeen komponenteista on kuivia.

## Videoita härkäpavun ja herneen puinnista ja murskauksesta:

Härkäpavun puinti ja murskaus

<https://www.youtube.com/watch?v=Vw8Po4TERls>

Herneen puinti

<https://www.youtube.com/watch?v=HK5Ceaik8hc>

Herneen puinti ja murskaus

[https://www.youtube.com/watch?v=BQC\\_SoIk2hQ](https://www.youtube.com/watch?v=BQC_SoIk2hQ)

## Kiitokset

Kiitokset Rauno Laineelle ja Heikki Miettiselle (HAMK) sekä opiskelija Johanna Okkoselle (HAMK) panoksesta käytännön töiden toteutuksesta ja kuvamateriaalin tuottamisesta. Kiitokset myös Outi Vahtilalle (HAMK) kuvamateriaalin tuottamisesta.

5.

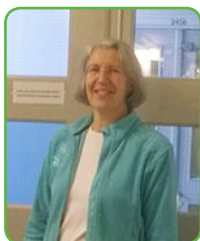
## VALKUAISKASVIT IHMISRAVITSEMUKSESSA



# Kotimaiset valkuaiskasvit ihmisravitsemuksessa

Raija Tahvonen ja Jaakko Nuutila • Luonnonvarakeskus, Jokioinen

Kooste asiantuntijatreffeiltä vk 45/2015



Raija Tahvonen



Jaakko Nuutila

## Ravitsemussuositukset edistävät terveyttä

Kotimaisen kasvivalkuaisen käyttö ruoanvalmistuksessa on ravitsevaa, terveellistä ja herkullista. Valkuaiskasvit tuovat myös mukavaa vaihtelua lautaselle.

Ravitsemussuositukset kuvaavat energian ja ravintoaineiden tarvetta tai suositeltavaa saantia. Suositukset perustuvat tutkimuksiin, jotka liittyvät erityisesti ravintoaineiden tarpeisiin ja ravintoaineiden vaikutuksiin sairauksien ehkäisyssä ja terveyden edistämiseksi. Ravitsemussuositusten keskeinen tavoite onkin parantaa väestön terveyttä ravitsemuksen avulla.

Ravitsemussuosituksia on paljon ja niitä laaditaan sekä maailmanlaajuisesti että kansallisesti. Lisäksi niitä on tarjolla erilaisille kohderyhmille. Suositukset eivät ole pysyviä, vaan niitä muutetaan tarpeiden ja uuden tutkimustiedon mukaan.

Suomalaiset ravitsemussuositukset uudistettiin viimeksi vuonna 2014. Niiden perustana on pohjoismaiset ravitsemussuositukset, jotka on laadittu laajan pohjoismaisen asiantuntijaryhmän perusteellisen tieteellisen selvitystyön tuloksena. **Ravitsemussuositukset** löytyvät linkkiä napsauttamalla.

## Ravitsemussuositukset kannustavat käyttämään palkokasveja

Nykyisissä ravitsemussuosituksissa kehoitetaan lisäämään palkokasvien, kuten herneiden, papujen ja linssien käyttöä. Ravitsemussuosituksissa mainitaan palkokasvit erityisesti proteiinin lähteenä.

Palkokasveilla voi korvata lihan osittain tai kokonaan. Vegaaniruokavaliassa kotimaisten palkokasvien valkuaisista kannattaa täydentää viljan valkuaisella, jotta saadaan riittävästi välttämättömiä aminohappoja. Palkokasvien suositeltu määrä on noin yksi dl aterialta kohden.

## Palkokasvit ovat ravitseva ja terveellinen vaihtoehto

Valkuaisen lisäksi palkokasveissa on runsaasti kuitua ja folaattia, joita molempia suomalaisessa ruokavaliassa on niukasti suosituksiin verrattuna. Kuitu ylläpitää hyödyllistä suolistomikrobistoa ja ravinnosta pitäisi saada monenlaista kuitua, jotta mikrobisto pysyy monipuolisenä. Palkokasvien kuitu on pääasiassa liukoista kuitua. Se on rakenteeltaan erilaista kuin viljojen kuitu ja sopii siten hyvin monipuolistamaan ruokavaliomme kuitua.

Palkokasveissa on energiayksikköä kohti runsaasti muitakin välttämättömiä ravintoaineita eli niissä on hyvä ravintoainetiheys. Välttämättömien ravintoaineiden lisäksi palkokasveissa on monenlaisia muitakin bioaktiivisia yhdisteitä, jotka näyttävät olevan hyväksi terveydelle. Esimerkiksi härkäpavussa on hermovälittäjäaineita (GABA ja L-DOPA). Ne auttavat mm. säätelemään verenpainetta, sydämensykkettä ja mielialaa. Monissa ruokakulttuureissa palkokasvit ovat tärkeä osa päivittäistä ruokavaliota ja niillä on osoitettu monenlaisia terveysvaikutuksia. Palkokasvat lieventävät elimistön tulehdusreaktiota ja vähentävät riskiä sairastua tyyppiin 2 diabetekseen, sydän- ja verisuonitauteihin ja eräisiin syöpämuotoihin. Tehokkaaksi annokseksi näyttää riittävän noin 1 dl kypsennettyjä palkokasveja viitenä päivänä viikossa.

## Pavut kypsennettävä ennen syömistä

Kaikki pavut, myös vihreät ja vihannespavut, sisältävät haitta-aineita, jotka kuitenkin tuhoutuvat keitetessä. Papujen liotus ja kuumennus on tehtävä joko ennen mahdollista jauhatusta tai viimeistään ruoanvalmistuksen yhteydessä.

Haitta-ainepitoisuudet ovat korkeimmillaan tuleentuneissa kuivissa pavuissa. Kuivattuina myytävät pavut kannattaa ennen kypsennämistä liottaa. Pitkä liotus pehmentää solukkoa ja saa pavun jo "heräämään". Yön yli liotus on helppo toteuttaa, eikä haittaa, vaikka liotus jatkuisi vielä seuraavan päivän ajan.



Kuva: Kirsi Mäkinen, HAMK

Myynnissä olevista rouheista ja jauhoista ainakin osa on esikäsitelty eli liotettu ja kypsytetty. Pakkausmerkinnöistä on varminta tarkastaa, onko esikäsitteily jo tehty. Ja jos tietoa ei löydy, rouhe/jauho pitää liottaa ja keittää.

Ennen kuumennusta pavut voi myös idättää, jolloin haitta-aineet edelleen vähenevät, ja pavuissa muodostuu lisää B-ryhmän vitamiineja. Papuja voi fermentoida Tempehin kaltaiseksi tuotteeksi, mutta silloinkin ne on kuumennettava joko ennen fermentointia tai fermentoinnin jälkeen. Kaupallisia ymppejä palkokasveille ei ole vielä saatavilla, mutta olemme kokeilleet ymppinä jogurttia. Myös hapankaalin lientä voi kokeilla.

## Papua pöytään

Suomalainen perinteinen ruokavalio ei juurikaan sisällä valkuaiskasveja kaikille tuttua hernetta lukuun ottamatta. Tosin härkäpapu oli perunan ja vihreän herneen tuloon saakka Suomessa hyvin suosittu ravintokasvi. Viime vuosina kiinnostus kotimaisia valkuaiskasveja, ja niistä erityisesti härkäpapua kohtaan on jälleen lisääntynyt.

Valkuaiskasvit, lähinnä pavut, ovat saapuneet Suomeen muista ruokakulttuureista. Ne ovat kuitenkin hyvin monipuolista ja helposti valmistettavaa ruokaa, jota voi tarjota omana ruokalajinaan tai muiden ruokien lisäkkeenä.

## Jaakon vinkkejä pavuilla kokkaamiseen

Papuja voi käyttää hyvin monipuolisesti. Tuoreiden papujen rinnalle voi laittaa myös härkä-, kidney-, valko-, ruskea-, puna-, soija- ja mustapapuja sekä kickherneitä. Myös erilaisten linsien käytöllä saa mukavaa vaihtelua. Erilaisia papuja yhdistämällä saa annokseen lisää ulkonäköä.

Kuivien papujen käytössä maltti on valttia. Papuja tulee liottaa, niin kuin kuivattuja herneitä. Liotusaika vaihtelee. Yksi tapa on laittaa huuhdotut pavut kylmään veteen likoamaan aamulla ja keittää ne iltapäivällä. Keittoaika riippuu lajikkeesta. Papuja löytyy myös valmiiksi keitettynä.

Papuja voi tarjota kylmänä, vaikkapa marinoituna tai salaattien joukossa. Pavuista saa maukkaan ja ravitsevan keiton tai muhennoksen. Hajotessaan pavut suurustavat keiton ja muhennoksen. Papuruokia voi maustaa hyvin monipuolisesti käyttäen eri maanosien ja ruokakulttuurien mausteita, sillä papuja käytetään ruoanlaitossa lähes kaikissa ruokakulttuureissa. Ruokaohjeita löytyy lukemattomia, mutta papuja voi käyttää myös soveltaen suomalaisia perinteisiäkin ruokalajeja. Netistä löytyy runsain määrin lisää reseptejä kotimaisten valkuaiskasvien käyttöön. Innostus ja kokeilunhalu ovat avaimet uusiin makunautintoihin.

**Jaakon härkäpapupata-resepti** löytyy linkkiä napsauttamalla:



# Palkoviljojen haitta-aineet sekä erityisominaisuudet rehuna ja ruokana

Marketta Rinne ja Eila Järvenpää • Luonnonvarakeskus, Jokioinen

Kooste asiantuntijatreffeiltä vk 43-44/2016



Marketta Rinne



Eila Järvenpää

Härkäpapu on monille suomalaisille uusi tuttavuus, vaikka se onkin yksi maailman vanhimmista viljelykasveista. Härkäpapua on viljelty Suomessakin jo satojen vuosien ajan, mutta viime vuosina se on tehnyt uuden tulemisen merkittävänä ruoka- ja rehu- kasvina. Härkäpapua käytettäessä on syytä tuntea sen ominaisuudet, niin hyvät kuin huonotkin. Tämän kirjoituksen tarkoitus on antaa hyviä vinkkejä tämän arvokkaan raaka-aineen turvalliseen käyttöön. Härkäpapua voidaan elintarvikekäytössä verrata vaikkapa perunaan. Emmehän syö kypsentämättömiä perunoitakaan, mutta oikein kypsennettynä peruna on suomalaisen ruokavalion hyvä ravinnonlähde. Sama pätee härkäpapuun.

Härkäpavun viljelyala on kasvanut nopeasti viime vuosina. Härkäpavut ovat löytäneet tiensä niin rehuntuotantoon kuin uusiin elintarvikkeisiin. Samalla olemme saaneet tervetulleita kotimaisia vaihtoehtoja globaaleilla kasvivalvauismarkkinoilla jyllääväle soijalle, johon liittyy monia ongelmia.

Kasvien perimmäinen tarkoitus ei ole tyydyttää ihmisten tai eläinten ruoansulatuksen ja ravitsemuksen tarpeita, vaan varmistaa oma lisääntymisensä. Pavutkin ovat siemeniä eli sisältävät lupauksen uudesta kasvivyksilöstä. Pavun sisältämät aineet toimivat mm. oraan vararavintona, suojelevat siementä kasvitaudeilta ja karkottavat kasvinsyöjiä.

Pitkäjänteisen valinnan eli kasvinjalostuksen myötä viljelykasvit ovat saavuttaneet nykymuotonsa, jotka sadontuotoltaan ja laadultaan sopivat ruoantuotantoon. Ravitsemukselliselta laadultaan härkäpapu on tuhti pakkaus, mutta sen käytössä on huomioitava, että se sisältää myös haitallisia aineita.



Tuleentuneita pintopalkoja. Kuva: Kirsi Mäkinen, HAMK

## Härkäpavut ruoanlaitossa

Härkäpapuja ei syödä kypsentämättä, koska ne sisältävät yhdisteryhmiä, joista voi olla pientä tai suurempaa haittaa ihmiselle. Näitä haitta-aineita ovat lektiinit, proteaasi-inhibiittorit ja visiini+konvisiini. Lisäksi joidenkin ihmisten ruuansulatus häiriintyy tanniineista sekä oligosakkarideista, joita myös kutsutaan papusokereiksi.

Haitallisten aineiden takia kaikki ruuaksi käytettävät härkäpavut tulee kypsentää – myös härkäpavuista valmistetut jauhot ja rouheet, mikäli ne eivät ole esikypsennettyjä. Jos tietoa ei ole pakkauksessa, sen voi kysyä pakkaukseen merkityltä valmistajalta tai pakkaajalta tai käyttää tuotteita kuten kypsentämättömiä härkäpapuja.

Härkäpapuun kehittyy haitallisia aineita viimeistään sen tuleentuessa. Näin ollen kehitysaste vaikuttaa siihen, miten härkäpapu tulee käsitellä ruoanvalmistuksen yhteydessä. Tuleentuneet pavut ovat täysin kehittyneet ja luonnostaan kuivuneet ja muodostaneet siemenen suojaksi yhdisteet, jotka kasvi tarvitsee turvatakseen seuraavan vuoden kasvun. Kaikki kuivattuna myytävät, kokonaiset härkäpavut ovat tuleentuneita ja myös useimmat rouheet ja jauhot on valmistettu niistä. Kimmoiset, kirkkaan vihreät, vihanneksina myytävät tuoreet härkäpavut ovat useimmiten tuleentumattomia.

Tuleentuneiden ”kuivattujen” härkäpapujen käsittely: Tuleentuneet härkäpavut liotetaan ensin. Huuhtelee pavut lävikössä ja liota suurehkoissa määrässä kylmää vettä kuten muutkin pavut, yön yli. Liotusvesi kaadetaan pois ja pavut huuhdellaan ja kypsennetään raikkaassa vedessä. Liotettunakin härkäpapuja tulee kypsentää melko pitkän ajan. Usein suositellaan tunnin keittoa, mutta on makuasiakin, kuinka pehmeitä haluaa papujen olevan ja millä tavalla niitä käytetään ruoanlaitossa. Painekeittila on hyvä vaihtoehto kypsennysajan lyhentämiseen. Rouhe tai halkaistu tai kuorittu (vaalea) härkäpapu kypsyy nopeammin kuin kokonainen.

Härkäpapua käsitellään Suomessa papuna, vaikka se onkin virnakasveihin kuuluva laji. Eviran sivulla on hyvä esitys kuivattujen papujen esikäsitteystä, ja millä tavalla esikäsitteyllä estetään yhden palkokasveille tyypillisen haitta-aineryhmän eli lektiinien vaikutus. Samalla päästään myös proteaasi-inhibiittoreista.

Lisätietoa:

<https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikevaarat/elintarvikkeiden-luontaiset-myrykyt/papujen-lektiini/>.

Tuoreiden härkäpapujen käyttö: Tuoreetkin härkäpavut pitää kypsentää ennen syömistä. Vihreitä tuleentumattomia papuja ei tarvitse kypsentää kovin kauan eikä niitä ole välttämätöntä liottaa.

Tuoreiden papujen pinta on aika kova ja herkullisin osa on sisus. Sen erottaminen onnistuu kätevästi, kun pavut lisätään kiehuvaan veteen n. 3–5 min ajaksi ja jäädytetään sitten nopeasti juoksevan kylmän veden avulla. Puristamalla papua se halkeaa kolmeen osaan. Kuorimaiset osat ovat voimakkaamman makuisia, mutta yhtälailla syötäviä kuin sisus.

Tuoreet härkäpavut eivät säily kovin pitkään, mutta niitä voi myös pakastaa. Pakastusta varten ne kannattaa ensin keittää muutaman minuutin ajan. Hyvä vinkki on myös pakastaa annoserissä liotettuja ja keitettyjä tuleentuneita härkäpapuja. Niin ei tarvitse joka ruoanlaittoa aloittaa pitkän kaavan mukaan edellisenä päivänä.

### Härkäpapujen murskesäilöntä vähensi haitta-aineiden pitoisuuksia rehussa

Rehukäytössä papuja ei yleensä ole mahdollista kypsentää. Nauta on sikoja ja siipikarjaa joustavampi härkäpavun hyödyntäjä, koska pötsin mikrobit hajottavat haitallisia aineita. Muiden valkuaisrehujen korvaajana härkäpapua voi käyttää siipikarjalle hyvin maltillisesti ja sikojen rehuannoksessa vähän reilummin. Kun uusia vähemmän haitta-aineita sisältäviä lajikkeita saadaan markkinoille, voidaan härkäpavun osuutta myös siipikarjan rehuissa lisätä. Silloin riippuvuus soijasta vähenee ja valkuaisomavaraisuus paranee.

Valkuaisfoorumin rehututkimuksissa murskesäilöimme Mustialan puintikosteita härkäpapuja ja selvitimme rehun yhdisteiden muutoksia säilönnän aikana. Pystyimme varmentamaan, että haitallisten aineiden määrä pienenee murskesäilönnän aikana rehussa tapahtuvan mikrobitoiminnan ansiosta. Tarkastelimme konvisiiniin+visiiniin



Murskattuja härkäpapuja murskesäilöntäkokeesta. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

sekä tanniinien pitoisuuksia. Mitä voimakkaampaa rehun käyminen oli, sitä enemmän vähenivät haitta-ainepitoisuudet.

Säilöntäaineiden käyttö paransi rehujen säilönnällistä laatua ja vaikka haitta-aineiden hajoaminen oli hieman vähäisempää, ero lähtötilanteeseen oli myös niissä selvä. Murskesäilöntä tuo kustannussäästöjä palkoviljojen korjuuseen, mutta bonuksena on vielä lupa olettaa haittavaikutusten vähenevän.

## Härkäpavun ravitsemukselliset ominaisuudet

Härkäpavussa on paljon kuitua. Härkäpavun tärkeimmät sulavat hiilihydraatit ovat tärkkelys ja sokerit. Tärkkelyksestä osa on imeytyvää, josta saa nopeasti energiaa ja osa on ns. resistenttiä tärkkelystä, joka toimii vähän kuin kuitu, mutta suolistomikrobit voivat käyttää sitä. Sokereista saattaa joillekin tulla vatsanväänteitä, mutta hyödyllinen suolistomikrobisto oppii käyttämään niitä, kun totutellaan vähitellen.

Jos härkäpavut hapatetaan, hapatteen mikrobit käyttävät ainakin sokerit ja joskus myös tärkkelystä ja tuottavat erilaisia makuaineita tuotteeseen. Hapattaessa muodostuu myös vitamiineja, joita pavuissa ei ole luonnostaan.

Härkäpapujen vitamiineista merkittävä on folaatti, joka kuuluu B-ryhmän vitamiineihin. Monilla suomalaisilla folaatin saanti on vähäistä, erityisesti kasvissyöjillä. Härkäpavuissa on kohtalaisen paljon folaattia samoin kuin muissakin pavuissa.

Ravintoaineita ja niiden määriä löytyy esim. Fineli-tietokannassa:

<https://fineli.fi/fineli/fi/elintarvikkeet?q=härkäpapu>

## Visiini ja konvisiini puhuttivat

Visiini ja konvisiini ovat vaarallisia vain niille ihmisille ja eläimille, joilta puuttuu entsyymi, joka korjaa näiden yhdisteiden aiheuttaman reaktion elimistössä. Kyseessä on samantyyppinen ilmiö kuin laktoosi-intoleranssi (laktaasientsyymin puutos), mutta haitallisempi, sillä visiinien aiheuttamaan anemiaan voi kuolla. Suomesta ei tiedetä mikä entsyymipuutoksen esiintyvyys on väestötasolla. Toisaalta ei ole myöskään raportoitu ongelmia härkäpavun käyttöön liittyen.

Keittäminen ei poista visiinejä. Visiinien välttämiseksi tällä hetkellä paras tapa on käyttää härkäpapulajikkeita, joissa niitä ei ole – kasvinjalostuksella niitä pyritään vähentämään. Toinen vaihtoehto on hapattaminen, sillä maitohappobakteereista osalla on kyky vähentää tai poistaa visiinit – ja samalla syntyy hapahko, jääkaapissa säilyvä paputuote.

Suomalaisten härkäpapunäytteiden visiini- ja konvisiinipitoisuudet ovat olleet luokkaa 10–5 g/kg kuiva-ainetta (1 – 1,5 % kuiva-aineessa). Vaihtelu on suurta ja lajikkeiden välillä on suuria eroja, koska joistain lajikkeista haitta-ainepitoisuuksia on jalostuksella vähennetty. Borealilla on näköpiirissä vähemmän haitta-aineita sisältävien lajikkeiden tuottaminen Suomen olosuhteisiin, vaikka uudet Sampo ja Louhi eivät vielä tähän päässeet.

## Härkäpavussa myös hyödyllisiä yhdisteitä

Härkäpavun yhdisteillä voi olla myös positiivisia vaikutuksia. Ne sisältävät melko runsaasti mm. levodopaa (L-DOPA), joka on merkittävä Parkinsonin taudin hoitoon käytettävä lääke. L-DOPAA on erityisesti tuoreissa, vihannesmaisissa härkäpavuissa ja idätetyissä härkäpavuissa. Hapattaminenkin saattaa nostaa sen pitoisuutta. Pitoisuudet ovat sen verran suuret (ja päivittäisissä lääkeannoksissa pienet) että vaikutusta voi olla sellaisella määrällä papuja, jonka pystyy syömään päivittäin. Tutkimuksen ja tiedon lisääntyessä ehkä muillekin härkäpavun sisältämille yhdisteille löydetään tulevaisuudessa arvokkaita käyttötarkoituksia, jotka edistävät ihmisten ja eläinten terveyttä ja hyvinvointia.

Yksi esimerkki hyödyn ja haitan kombinaatiosta ovat tanniinit. Ne ovat vahvan makuisia ja voivat sitoa valkuaisaineita ja siten huonontaa niiden sulavuutta. Sen takia ne ovat haitallisia niin rehussa kuin ruoassa. Poikkeuksen tässä muodostavat märehittäjät. Märehtijöillä tanniinit suojaavat aminohappoja pötsissä mikrobin hajotukselta, mutta suojausvaikutus loppuu alemmassa ruoansulatuskanavassa, jolloin aminohapot imeytyvät. Näin tanniinit toimivat tavallaan luonnollisena aminohappojen pötsisuojausmenetelmänä.

Meillä Suomessa on luontaisesti hyvin vähän käytössä rehukasveja, jotka sisältävät tanniineja. Härkäpapu on niistä varmaan merkittävin, mutta kokemukset tanniinien vaikutuksesta sen valkuaisarvoon ovat vielä vähäisiä. Ulkomailla kiinnostusta rehuksina ovat herättäneet mm. keltamaite (*Lotus corniculatus*) ja esparsetti (*Onobrychis viciifolia*) nimenomaan sen sisältämien tanniinien takia. Myös monissa puuvartisissa kasveissa on runsaasti tanniineja, joita eläimet voivat saada syödessään esimerkiksi vesaikkoja.

## Lupiinisiemenet eroavat härkäpavusta

Lupiinien haitta-aineet ovat muuten samantyyppisiä kuin härkäpavun (allergeenit, proteaasi-inhibiittorit), mutta visiinejä niissä ei ole. Sen sijaan erityisesti siemenen uloimmissa kerroksissa on alkaloideja, jotka ovat haitallisia. Alkaloidit ovat karvaan makuisia ja jo senkin tähden syötäväksi tarkoitettujen lupiinien alkaloidipitoisuudet on jalostettu alhaisemmiksi. Haitta-aineiden vuoksi lupiineillekin on omat käsittelymenetelmänsä, joilla alkaloidit poistetaan ravinnoksi tarkoitetuista siemenistä.

Tienpientareella tai puutarhassa kasvavassa korealupiinissa on niin paljon alkaloideja, että sen siemeniä ei ole syytä käyttää ruuaksi. Markkinoilla on ainakin sinilupiinin ja valkolupiinin siemeniä ja niistä valmistettuja tuotteita, joita voi hyvällä mielellä syödä.

## Palkoviljat voivat aiheuttaa myös allergiaa

Jos olet allerginen soijalle tai muille palkokasveille, niin lupiinit voivat myös aiheuttaa allergisia reaktioita, sillä esim. Etelä-Euroopassa on raportoitu saadun allergiareaktiota mm. leivästä, jossa osa vehnäjauhoista on korvattu lupiinilla. Tuoreiden herneiden kään napostelu ei sovi kaikille.

Härkäpapujen allergeenit ovat samantyyppisiä kuin muiden hernekasvien allergeeni-proteiinit. Edellä mainituista proteiineista poiketen ne saattavat kestää ruuanvalmistusta, sillä osalle allergisista myös keitetyt härkäpavut ovat aiheuttaneet oireita – toisaalta kyse voi olla myös liian lyhyestä kypsennysajasta.

## Valkuaisfoorumi PUUTARHASTA PROTEIINIA

# HÄRKÄPAPU

*Vicia faba*

### Esittely:

Härkäpapu on yksi maailman vanhimmissa viljelykasveista, jonka oletetaan olevan kotoisin Lähi-Idän ja Välimeren alueelta, jossa se on edelleen tärkeä proteiinin lähde. Se on yksivuotinen isosiemeninen palkokasvi. Laji ei kuulu papuihin, vaan virnakkasveihin. Pääverso voi saavuttaa jopa yli metrin korkeuden, ja sen juuri voi kaivautua metrin syvyyteen. Kasvi on itsepölytteinen hyönteisten avulla. Yksi kasvi voi tuottaa 5 - 7 kpl noin 10 - 20 cm pitkiä korjuukelpoisia palkoja, jotka kukin tuottavat 3-6 siementä. Raakoina palot ovat vihreitä ja siemenet pehmeitä. Kypsyessään palot tummuvat liki mustiksi, sitkistyvät ja siemenet kovettuvat. Härkäpapu kuuluu typensitojakasveihin ja on maanparannuskasvi. Laji kestää hyvin kylmyyttä ja se kärsii harvoin tuholaisista tai kasvitaudesista.



Kuvaaja: Elias Hakala

Kuvassa Hangdown -lajikkeen palkoja.



Kuvaaja: Elias Hakala

### Viljely:

Härkäpapua voi viljellä I-IV vyöhykkeellä eli Keski-Suomen korkeudelle asti. Viljelymaaksi sopii parhaiten syvämultaiset hieta- ja savimaat, jotka pitävät hyvin vettä. Maan pH:n tulee olla 6.5 - 7 eli maan kalkituksesta täytyy pitää huolta.

Pavut kylvetään keväällä noin 5-10 cm syvyyteen. Riviväliksi suositellaan 40-50 cm ja taimiväliksi 20-30 cm. Siemeniä voi halutessaan idättää muutaman tunnin ennen kylvöä, mikä nopeuttaa itämistä. Pitkinä poutakausina härkäpapunviljelmää kannattaa kastella runsaan sadon varmistamiseksi. Härkäpapu ei tarvitse juurikaan lannoitusta, koska se saa tyyppä Rhizobium-bakteerilta, jotka elävät symbiosissa sen juurien kanssa. Kevyttä lannoitusta voi käyttää hyvän kasvuun lähdön varmistamiseksi, mutta se ei ole välttämätöntä.



Kuvaaja: Elias Hakala

### Sadonkorjuu ja käsittely:

Härkäpapu kukkii keskikesällä. Kukkia ilmestyy vielä loppukesästäkin samaan aikaan, kun varhaisimmat palot alkavat kehittyä verson alaosissa. Sadonkorjuu hoituu helposti käsin ja sitä valmistuu usean viikon ajan elo-syyskuussa. Satoa voi alkaa keräämään vihreinä palkoina jo elokuussa. Vihreinä kerättävien siementen tulisi olla riittävän pulleita ja kiinteitä. Itse palkoja ei käytetä ruuaksi niiden kovuuden vuoksi. Vihreitä palkoja voi säilyttää kylmässä vain lyhyen aikaa. Keitetyt ja kuoritut pavut voi pakastaa lyhyen kiehutusajan (2-3 min) jälkeen.

Jos haluaa kuivatettavia papuja, ne tuleentuvat kypsiksi vasta syyskuun puolelle. Jos syyskylmät haittaavat, voi palkojen loppukuivatuksen tehdä sisällä sanomalehden päällä. Lopuksi kuivat siemenet kerätään tuleentuneista paloista ja laitetaan lasipurkkiin odottamaan ruoanlaittoa. Jos epäilee, että siemenet ovat vielä kosteita, niitä voi kuivattaa vielä paperin päällä tai paperipussissa muutaman päivän. Kuivat härkäpavun siemenet täytyy liottaa ennen ruoanlaittoa. Liotusaika on noin 8-12 h. Jos tekee aamupäivällä ruokaa, voi siemenet laittaa likoon illalla. Iltaruokaa varten liotus on hyvä aloittaa aamulla.

### Härkäpapujen keittäminen:

Vihreitä papuja keitetään n. 15 minuuttia. Kuivattuja keitetään noin tunti, kunnes ovat kypsyneet papumaiseksi massaksi.

**Lajikkeet:**

'Express' - Lajike on aikainen, kasvuai-  
ka n. 65 vrk. Tukeva, pystykasvui-  
nen, korkeus n. 1m. Suorat, riippu-  
vat palot, kauniin vaaleanvihreät, kus-  
sakin 4-5 suurta vihreää siementä.

'Hangdown' - Keskiaikainen, kasvuai-  
ka n. 80 vrk. Rotevakasvuinen. Korkeus n.  
120 cm. Roikkuvat palot, 18-20 cm pitkät.  
Vihreät siemenet ovat suuria ja maukkaita.

'Karmazyn' - Lajikkeen paloissa erikoi-  
set vaaleanpunaiset siemenet. Lajike  
on satoisa ja tukeva. Korkeus n. 50-  
60 cm. Siemeniä pidetään maukkaina.

'Kontu' - Suosittu kotimainen aikai-  
nen lajike, jonka kukat ovat valkoi-  
set ja kypsät siemenet pieniä ja ruskei-  
ta. Aikaisimmin tuleentuva lajike.

'Savitaipale' - Monivärinen maa-  
tiaishärkäpapu. Sato valmistuu ai-  
kaisin. Siemenet ovat pieniä, mutta  
suurempia kuin 'Kontu' - lajikkeella



Kuvaaja: Elias Hakala



Kuvaaja: Elias Hakala



Kuvaaja: Elias Hakala



## Valkuaisfoorumi Tomaattinen härkäpapu bolognese

**Ainekset:**

Purkki höyrytettyjä härkäpapuja  
(265 g)  
200-300 g herkkusieniä  
2-3 valkosipulin kynttä  
Iso sipuli  
Purkki tomaattimurskaa  
Mausteita (suolaa, pippuria, oreganoa, ja  
muuta oman maun mukaan)

**Valmistus:**

Viipaloi herkkusienet, kuori valkosipulit ja lohko sipulit. Kuumenna pannu ja lisää sitten herkkusienet ja sipuli. Paista koko ajan käännellen kunnes herkkusienet ovat alkaneet hieman kutistua kasaan ja niistä irtoaa vettä. Lisää pavut, tomaattimurska, murskattu valkosipuli ja mausteet oman maun mukaan. Sekoita kunnolla ja anna hautua 15-20 minuuttia pienellä lämmöllä. Tarjoile pastan tai perunan kanssa tai ihan sellaisenaan.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Valkuaisfoorumi  
**PUUTARHASTA PROTEIINIA**

# LEIKKOPAPU

*Phaseolus vulgaris*

## Esittely:

Leikkopavut kuuluvat Amerikasta kotoisin olevien tarhapapujen suureen ryhmään, joihin kuuluvat myös matalat pensaspavut ja korkeat salkkopavut. Leikkopavut ovat muita tarhapapuja litteäpalkoisempia ja sileäpintaisempia lajikkeita. Leikkopavut sopivat ilmeeltään ja rakenteeltaan joihinkin ruokiin paremmin kuin pyöreät. Varsinkin lyhyiksi palasiksi leikattuna ne ovat suosittuja salaateissa ja kasvislisäkkeissä. Ne ovat yleensä myös hieman kiinteämpiä ja rapeampia kuin muut tarhapavut. Eri lajikkeet kasvavat yleensä 20-60 cm korkeiksi pensasmaisiksi kasvustoiksi. Palko on 8-20 cm pituinen ja säikeetön. Leikkopavut ovat suosittuja maailmalla ja tunnetaan nimillä Romano bean, ja helda bean, (Italian bean). Englanniksi löytää tietoa nimellä flat bean.

## Viljely:

Leikkopapu pitää lämpimästä, ilmavasta ja ravinteikkaasta kasvupaikasta, jonka pH on yli 6. Maan tulee olla multava ja kalkittu. Leikkopapu voidaan esikasvat-  
 ta siemenestä taimeksi noin 2-3 viikkoa sisätiloissa ennen ulosistutusta. Yleisempi vaihtoehto on kylvää pavun siemenet suoraan avomaalle, kun maan lämpötila on yli 10 °C. Kylvöaika on yleensä kesäkuun 10. päivän tienoilla. Kylvö tehdään 3-5 cm syvyyteen. Sopiva taimiväli on 20-30 cm ja riviväli 40-50 cm. Riittävä taimiväli pitää kasvustot



kuvaaja: Elias Hakala

sopivan ilmavina myös sateisina kesinä. Liian tiheissä kasvustoissa piilee erilaisten sienitautien, kuten homesienien vaara. Siemeniä voidaan liottaa muutama tunti ennen kylvöä, jos haluaa nopeuttaa itämistä. Itäminen kestää viidestä päivästä kolmeen viikkoon. Harso nopeuttaa itämistä ja takaa tasaisen kylvötuloksen. Papu on hallanarka, ja fasaanit ja kyyhkyt mielellään nokkivat kylvöksiä. Harso suo-  
 jaa sekä linnuilta että hallalta. Lannoitusta pavut eivät tarvitse kovin paljon ja typpeä ei tarvitse lisätä, koska pavun juurinystrybakteerit sitovat ilmakehästä typpeä kasvin käyttöön. Kylvöstä korjuuseen kuuluu 60-80 vrk lajikkeesta riippuen. Leikkopapu kannattaa tukea ja papumaa suojata matalalla aidalla rusakoilta.

**Sadonkorjuu ja käsittely:**

Leikkopavut korjataan vihreinä, kun palot ovat tarpeeksi suuria, mutta siemenet ovat vielä pieniä. Siemenet eivät korjuuvaiheessa saa tuntu palon läpi, muuten palot halkeavat helposti keitettäessä. Satoa kerätään sitä mukaan, kun palot ovat kasvaneet riittävän suuriksi. Loppukesän korjuukausi voi kestää neljästä kuuteen viikkoa.

Tuoreet pavut säilyvät viikosta kolmeen viikkoon noin + 10 °C lämpötilassa. Pavut voidaan säilöä pakastamalla muutaman minuutin kiehutusken jälkeen tai hapattaa. Leikkopavut syödään palkoineen, mutta niitä tulee aina keittää (10 min) tai höyrystää ennen syöntiä. Näin papujen sisältämät, lievästi myrkylliset yhdisteet hajoavat. Leikkopavut soveltuvat hyvin salaatteihin, keittoihin, pata- ja wokki-ruokiin.



kuvaaja: Elias Hakala



kuvaaja: Elias Hakala

**Lajikkeita:**

‘Admires’ - Matalakasvuista lajiketta pidetään herkullisena. Palot säikeettömät ja n. 18 cm pitkät. Satoa voidaan korjata usein. Parhaimmillaan, kun palot täysimittaiset ja litteät. Lajike on helppo kasvattaa ja taudinkestävä.

‘Merveille de Piemonte’ - Lajikkeen palot ovat hyvin koristeelliset, vaaleankeltaiset violetein raidoin. Väri haalistuu kypsennettäessä. Palot ovat säikeettömät ja n. 18 cm pitkät. Parhaimmillaan, kun palot täysimittaiset ja litteät.

‘Nassau’ - Lajike on keskiaikainen ja voimakaskasvuinen. Korkeus on 50 cm. Palot ovat korjuukypsinä noin 16-17 cm pituisia, säikeettömiä, keskivihreitä. Satoisa lajike.

Valkuaisfoorumi  
*Paistettuja papuja halloumin kera*

**Ainekset:**

300 g papuja

200 g halloumia

Yksi sipuli

Oliiviöljyä

Kuori ja viipaloi sipuli, viipaloi myös halloum noin 1,5 cm paksuiksi suikaleiksi. Keitä pavut nopeasti suolalla maustetussa vedessä (3-4 min.). Kuumenna paistinpannu ja kuullota sipulit oliiviöljyssä. Sipulin ollessa hieman läpikuultavaa lisää halloum ja pavut. Paista kunnes halloum saa kauniin ruskean värin. Tarjoile sellaisenaan esimerkiksi alkupalana tai iltapalana.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



Vipuvoimaa  
**EU:lta**  
 2014–2020



Valkuaisfoorumi  
**PUUTARHASTA PROTEIINIA**

## PENSASPAPU

*Phaseolus vulgaris var. nanus*

### Esittely:

Suuri osa kotipuutarhoista viljeltävistä pavuista ovat matalia pensaspapuja. Ne ovat kotoisin Amerikasta. Pensaspavut ovat suosittuja ruuanvalmistuksessa ja helppoja myös pakastaa. Lajikkeita on runsaasti. Eri lajikkeiden palot voivat olla vihreitä, keltaisia tai violetteja. Pensaspapu kuuluu isoon tarhapapujen ryhmään ja nämä kerätään vihreinä palkoina, ei kuiviksi tuleennutettuina. Keltaisia pensaspapuja kutsutaan yleensä vahapavuiksi ja niiden palot ovat yleensä vähän karheimmat kuin sileäpintaisilla, vihreillä pensaspavuilla. Eri pensaspapulajikkeet kasvavat 20-50 cm korkeiksi pensaiksi. Palko on 8-20 cm pituinen.

### Viljely:

Pensaspapu pitää lämpimästä, ilmavasta ja ravinteikkaasta kasvupaikasta. Maan kalkituksen pitää olla kunnossa. Pavut ovat hallanarkoja. Niiden kylvössä odotetaan, että maa on riittävän lämmin, vähintään 10 °C astetta. Kylvöajankohta on yleensä kesäkuun 10. päivän paikkeilla. Taimet voidaan esikasvattaa 2-3 viikkoa sisällä ennen ulosistutusta. Kylvö tehdään 3-5 cm syvyyteen. Suositeltava taimiväli on 20-30 cm ja riviväli 40-50 cm. Taimi- ja rivivälisuositusta kannattaa noudattaa, koska liian tiheä papuviljelmä altistaa homesienille ja muille kasvitaudeille.



Kuvaaja: Elias Hakala

Siemeniä voidaan liottaa muutama tunti ennen kylvöä itämisen nopeuttamiseksi. Avomaalla kylvös suojataan harsolla, jotta halla tai siemeniä nokkivat linnut eivät pääse vioittamaan kylvöstä. Itäminen kestää viidestä päivästä kolmeen viikkoon. Harso nopeuttaa itämistä ja takaa tasaisen kylvötuloksen. Papumaa kannattaa aidata, jos lähistöllä on rusakoita. Tyypeä pavut saavat juurinysträbakteeriensa avulla. Papujen viljely parantaa maata, ja ne jättävät maahan tyypeä. Kylvöstä korjaukseen kuluu 60-80 vuorokautta lajikkeesta riippuen. Matalien pensaspapujen tuenta esimerkiksi langoilla auttaa sadon valmistumista kuivana ja puhtaana.

**Sadonkorjuu ja käsittely:**

Pensaspapujen palot korjataan keskenkasvaisina eli vihreinä. Kerättävät palot korjataan, kun ne ovat tarpeeksi suuria ja pulleita. Sisällä kasvavat siemenet eivät kuitenkaan saa tuntua vielä palkojen läpi. Violeteista ja keltaisista lajikkeista on helppo katsoa kypsyys: Kun palon kärki alkaa muuttua vihreästä keltaiseksi tai violetiksi, on papu sopiva korjattavaksi. Palkoja kerätään sitä mukaan, kun ne kypsyvät. Satokausi alkaa yleensä elokuun alusa ja kestää syyskuulle.

Tuoreet pavut säilyvät 5-10 °C lämpötilassa ja muoviin pakattuna viikosta kolmeen viikkoon. Pavut voidaan myös säilöä pakastamalla muutaman minuutin kiehutuksen jälkeen tai hapattaa. Pensasapavut syödään palkoineen, mutta ne tulee aina keittää (10 min) tai höyrystää ennen syöntiä. Keittämisessä kannattaa varoa liian pitkää keittoaikaa, sillä se tekee pavuista rusehtavia ja liian pehmeitä. Pavut soveltuvat esim. salaatteihin, keittoihin, pata- ja wokkiruokiin.



Kuvaaja: Elias Hakala

**Lajikkeita:**

‘Delinel’ - Delinel on kestävä ja arvostettu lajike makunsa ja satoisuutensa vuoksi. Säikeettömät palot ovat kooltaan noin 15 cm, väriltään tummanvihreitä. Lajike tuottaa satoa pitkään ja on hyvin taudinkestävä.

‘Gold Dukat’ - Keltapalkoisia pensaspapuja kutsutaan myös vahapavuiksi. Kultakolikosta nimensä saanut lajike on keski-aikainen, eli valmistuu elokuun alussa.

‘Purple Teepee’ - Lajikkeella on tummanvioletit, säikeettömät palot. Nämä voivat olla jopa 14 cm pitkiä. Keitettäessä violetti väri muuttuu vihreäksi. Palot roikkuvat lehtien päällä ja on helppo kerätä. Lajike sopii hyvin pakastettavaksi.

‘Scuba’ - Aikainen ja satoisa lajike. Palot noin 12-14 cm pitkiä ja väriltään vihreitä. Lajikkeella on hyvä taudinkestävyys.

‘Sonesta’ - Keltainen vahapapu, jolla on pitkä satoaika ja lajike tuottaa runsaasti palkoja. Melko matala lajike.



kuvaaja: Elias Hakala



Valkuaisfoorumi  
*Papu-herkkusienihöystä*

**Ainekset:**

400g papuja  
 250 g herkkusieniä  
 Suolaa  
 Valkopippuria  
 Oliiviöljyä

**Valmistus:**

Keitä pavut runsaassa suolalla maustetussa vedessä noin 5 minuuttia. Kuumenna pannu ja lisää viipaloidut herkkusienet. Kun sienestä alkaa vesi irrota, kaada pannulle tilkka oliiviöljyä ja lisää pavut. Mausta suolalla ja valkopippurilla oman maun mukaan. Pyörittele pannulla muutama minuutti ja tarjoile esimerkiksi perunoiden kanssa.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



Vipuvoimaa  
 EU:lta  
 2014–2020



Valkuaisfoorumi  
**PUUTARHASTA PROTEIINIA**

## SALKOPAPU

*Phaseolus vulgaris var. vulgaris*

### Esittely:

Salkopapu on ikivanha viljelykasvi Väli-Amerikasta. Yksivuotinen palkokasvi nimensä mukaisesti köynnöstää pitkällä ja rennolla varrellansa, joka voi venyä 2-3 metriä korkeaksi kiivetessään tukea pitkin. Salkopapu haaroittuu runsaasti ja se kukkii vain sivuversoissa. Kukat ovat valkoisia, vaaleanpunaisia tai purppuraisia. Salkopavun palot voivat olla vihreitä, keltaisia tai violetteja ja pituudeltaan 8-20 cm. Salkopapu on itsepölytteinen, päiväneutraali tai lyhyenpäivän kasvi eli se on sopeutunut tuottamaan satoa lyhyemmässä päivän pituudessa kuin mitä Suomen kesä tarjoaa. Suomessa viljeltyt lajikkeet ovat yleensä päiväneutraaleja. Kasvu on nopeaa ja kasvi on hallanarka.

### Viljely:

Kasvupaikan tulisi olla lämmin ja kasvualustan ilmava, ravinteikas ja pH:n vähintään 6. Tämä tarkoittaa että papumaan tulee olla kalkittu. Salkopapu tarvitsee runsaasti fosforia, mutta vähän jos laisinkaan, typpeä lannoituksessaan. Pavut kylvetään kesäkuun alussa, kun maa on saavuttanut 10 °C lämmön. Jos haluaa aikaistaa satoa, voi pavun taimet esikasvattaa sisällä. Ulos kylvetetyt siemenet tai istutetut taimet kannattaa suojata harsolla. Tämä estää lintuja syömästä sie-



kuvaaja: Elias Hakala

meniä ja ennen kaikkea se suojaa siemeniä kylmyydeltä. Samalla itämistulos on nopeampi ja tasaisempi. Pavut kylvetään 3-5 cm syvyyteen, 40-50 cm rivivälein ja 30-40 cm taimivälein. Salkopavulle kannattaa rakentaa kiipeilyteline, missä se saa kasvaa ilmavasti välttämättä liiallisesta kosteudesta aiheutuvat ongelmat. Liian tiheät viljelmät kärsivät helposti harmaaja pahkahomeista. Viljelmää tulee kastella vain lämpiminä kausina. Papumaa on yeensä syytä suojata jäniseläimiltä, jotka mielellään syövät kasvustoja.

**Sadonkorjuu ja käsittely:**

Palot kerätään käsin, kun ne ovat riittävästi pyöristyneitä, mutta niiden siemenet vielä pieniä eivätkä tunnu palon läpi. Satoa voi kerätä usean viikon ajan ja säännöllisesti keräämällä kasvit jaksavat tuottaa uusia palkoja.

Palot säilyvät 5-10 °C lämpötilassa ja kosteassa ilmassa noin 1-3 viikkoa. Talven varalle pakastaessa pavut pitää ensiksi keittää 2-4 min.



kuvaaja: Elias Hakala

**Lajikkeita:**

'Blauhilde' - Violetit säikeettömät, hyvin pitkät (n. 30 cm) pavut, muuttuvat keitetäessä tummanvihreiksi. Erittäin satoisa ja terve kasvusto. Voidaan pakastaa. Tuleentunut siemen on väriltään vaaleanruskea. Blauhilde on erittäin pidetty papulajike. Maku on herkullinen.

'Blue Lake' - Maailmalla hyvin yleinen ja suosittu salkopapu. Suomessa tuottaa satoa melko myöhään, mutta sato on runsas. Palot ovat vihreät, pyöreät ja hieman nahkeat.

'Cobra' - Ranskalainen, vihreäsalkopapu tuottaa runsaasti 20-21 cm pituisia palkoja. Keskiaikainen, kylvöstä satoon noin 80 päivää. Sopii kasvihuoneisiin tai avomaalle lämpimälle paikalle.

'Neckargold' - Suuria satoja tuottava, korkeiden salkopapujen kuningatar. Erinomainen maku, syväkeltaisia ja herkullisia 23-25 cm pitkiä papuja



kuvaaja: Elias Hakala

Valkuaisfoorumi  
*Kreikkalainen papsalaatti*

**Ainekset:**

400 g papuja  
 2 rkl oliiviöljyä  
 2rkl sitruunamehua  
 1 valkosipulin kynsi  
 1 tl tilliä  
 Suolaa ja pippuria  
 100 g fetakuutioita

**Valmistus:**

Keitä papuja 10-15 minuuttia kunnes ne ovat pehmeitä. Kaada vesi pois. Sekoita oliiviöljy, sitruunamehu, tilli, suola ja pippuri sekä purista valkosipuli sekaan. Kaada papujen päälle ja lisää feta. Sekoita kevyesti.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



Vipuvoimaa  
 EU:lta  
 2014–2020



Valkuaisfoorumi  
**PUUTARHASTA PROTEIINIA**

## SILPO- ELI KEITTOPAPU

*Phaseolus vulgaris, P. lunatus*

Kuvaus:

Amerikasta kotoisin olevia silpo- eli keittopapuja on monenlaisia ja eri näköisiä. Niiden alkuperä vaihtelee subtrooppisesta Keski-Amerikasta Pohjois-Amerikan lauhkeisiin osiin. Siemenet voivat olla valkoisia, keltaisia, vihreitä, ruskeita, mustia tai kirjavia. Toisilla pavuilla on kauniinväriset kukat ja toisilla upeanväriset palot. Esimerkiksi 'Amethyst' lajikkeella on näyttävät purppurat palot. Suomessa viljeltäväksi silpopapujen siemeniä löytää vielä toistaiseksi parhaiten ulkomaisista verkkokaupoista. Meillä menestyvät parhaiten Pohjois-Amerikasta kotoisin olevat lajikkeet. Silpopapuja voidaan käyttää tuomaan väriä ja koristusta puutarhaan ja lautaselle.

Eri lajikkeet sopivat erilaisiin ruokiin. Brasiliassa käytetään monenlaisia silpopapuja nimellä Feijao Carioca. Maailmalla on suosittu myös eksoottisen näköinen ja suurikokoinen limanpapu eli voipapu (Lima bean, *Phaseolus lunatus*). Meillä tämä lajike vaatisi kasvihuoneen tuottaakseen saatoa. Silpopapu tarkoittaa sitä, että kypsät pavun siemenet silvitään eli ne poistetaan paloista ruuanlaittoa tai säilöntää varten. Lisäksi silpo- eli keittopapuja käytetään nimensä mukaan keitettynä.



Kuvaaja: Elias Hakala

Kuvassa *Amethyst*, *Pinto* ja *Appaloosa* lajikkeet

**Viljely:**

Silpopapuja viljellään toistaiseksi vähän Suomessa, mutta niitä on kokeiltu onnistuneesti Hämeen korkeudella asti eli kasvuvyöhykkeellä III. Viljelyn onnistuminen vaihtelee paljon lajikkeen kylmänkestävyyden mukaan. Yhteistä kaikille pavuille on vaatimus lämpimästä ja aurinkoisesta kasvupaikasta. Pitkän kasvatusajan, noin 100 vrk, vaativille silpopavuille on erityisen tärkeää löytää suojaisa kasvupaikka. Kasvimaalla hyvämultaisen kasvupaikan tulee olla kalkittu ja ravinnetason kasvimaassa keskiverto. Jos nämä seikat ovat kunnossa, ei papumaa tarvitse kesän aikana lannoitusta.

Silpopavut voidaan kylvää suoraan avomaalle kesäkuussa tai esikasvattaa toukokuun puolestavälistä alkaen. Esikasvatus voi nopeuttaa sadon valmistumista, mutta ennen ulosistutusta taimia tulee karaista vähän kerrallaan viileämpään ulkoilmaan. Itämisen aikaistamiseksi siemenet kannattaa liottaa muutaman tunnin ajan ennen kylvöä. Jos siemenet kylvetään ilman esikasvatusta eli suoraan kasvimaalle, odotetaan kesäkuun 10. päivän tienoolle. Silloin maa on riittävän lämmin pavuille. Siemen kylvetään 3-4 cm syvyyteen ja taimiväli on noin 30 cm. Riviväli on hyvä olla 40-50 cm. Harso on tarpeellinen, sillä se suojaa kasvia kylmältä ja papuja nokkivilta linnuilta.

**Sadonkorjuu ja käsittely:**

Silpopavut korjataan vasta kypsinä eli palkojen tuleennuttua kuiviksi. Kuivien silpopapujen siementen etuna on se, ettei niiden säilytykseen tarvita pakastinta. Tarvitaan vain lasipurkki ja sopiva komero säilytystä varten. Hyvin kuivatut siemenet säilyvät hyväkuntoisina muutaman vuoden. Sadonkorjuussa palot saavat kuivua rutikuiviksi. Koska pavut eivät välttämättä ehdi valmistua kunnolla ennen ensimmäisiä syyshalloja, voidaan tuleentumattomat pavut kerätä sisälle talteen ja niiden annetaan tuleentua esimerkiksi sanomalehtipaperin päällä.

Kuivista paloista poistetaan eli silvitään siemenet ja ne laitetaan lasipurkkeihin valolta suojattuun paikkaan. Kuivatut pavut tulee liottaa ennen keittämistä. Liotusaika on noin 8-12 h. Tämän jälkeen silpopavut keitetään pehmeiksi, jotta pavuissa olevat haitalliset yhdisteet hajoavat. Keittoaika vaihtelee erikokoisilla pavuilla tunnista puoleentoista. Silpopapuja voidaan kerätä myös keskenkasvuisina, vihreinä palkoina kuten muita tarhapapuja. Näiden papujen viehätys on kuitenkin kuivatuissa siemenissä. Silpopapuja voidaan käyttää monenlaisissa ruuissa, kuten padoissa, salaateissa, muhennoksissa, täytteenä ja lisukkeena.

**Lajikkeita:**

‘Amethyst’ - Lajikkeella on purppuranväriset palot ja violetinsävyiset kukinnot. Siemenet ovat tumman violetit. Suomessa sadonmäärä ei ole kovin runsas, mutta suojaisalla kasvupaikalla tuottaa kohtuullisesti satoa. Lajike kasvaa noin 50-100 cm korkeaksi. Siemenestä satoon kuluu noin 100 päivää.

‘Appaloosa’ - Alkuperäalueellaan runsaasti viljelty lajike on saanut nimensä kirjavasta appaloosa-rotuisesta hevosesta, jota mustavalkeat pavut väritykseltään muistuttavat. Aikainen ja satoisa lajike, mutta Suomessa kasvuaikaa tarvitaan kypsien siementen tuottamiseen noin 100 vuorokautta. Palot ovat pitkiä ja kapeita. Lajike kasvaa noin 100 cm korkeaksi.

‘Pinto’ - Pilkullinen, keskiruskea lajike on keittopavuista yleisimpiä ja se tunnetaan myös nimellä ruskea papu. Niitä käytetään monenlaisissa ruuissa, kuten padoissa ja meksikolaisissa ruuissa. Pavut ovat jauhomaisia ja hyvänmakuisia. Lajike on Suomen oloihin kestävä oloinen ja satoisa, mutta toisten keittopapujen lailla vaatii noin 100 päivää kypsien siementen valmistumiseen. Lajike kasvaa noin 100-150 cm korkeaksi ja on hyvä tukea köynnöstykeen.

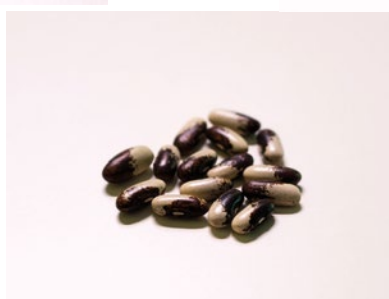
‘Ying Yang’ - Kypsät pavut ovat mustavalkoisia. Lajike on Euroopan siemenvalikoimissa verrattain yleinen. Suomessa kasvatettuna lajikkeen kasvuun lähtö vaatii runsaasti lämpöä tuottaakseen satoa.



Pinto



Amethyst



Appaloosa

Kuvaaja: Elias Hakala



## Valkuaisfoorumi Silpopapugratiini

### Ainekset:

7 dl tuoreita papuja (vain siemeniä, ei palkoja)  
Oliiviöljyä  
Suolaa  
1 pieni sipuli  
4 valkosipulin kynttä  
½ dl basilikan lehtiä  
1 rkl oreganoa  
2 tomaattia  
2 dl korppujauhoja

### Valmistus:

Huuhtelevat pavut kylmällä vedellä. Laita pavut kattilaan ja lisää vettä, niin että ne peittyvät noin 2 cm verran. Kuumenna kiehumispisteeseen ja lisää 2 rkl oliiviöljyä. Vähennä lämpöä ja hauduta papuja välillä sekoittaen 15-30 minuuttia, kunnes ne ovat pehmeitä (aika riippuu papujen kypsyydestä ja lajikkeesta). Jos veden pinta laskee alle papujen pinnan, lisää vettä. Lopuksi mausta kevyesti suolalla ja siirrä pavut liemessään jäähtymään.

Haudutuksen aikana lämmitä uuni 175 asteeseen. Lämmitä paistokasari, kaada 2 rkl oliiviöljyä ja lisää neljään viipaloitu sipuli. Mausta ripauksella suolaa ja paista kunnes sipuli on pehmeää. Lisää hienonnetut valkosipuli ja basilika sekä oregano. Sekoita ja paista hetki. Lisää tomaatit ja lisää vielä hieman suolaa. Paista vielä yksi tai kaksi minuuttia, kunnes tomaatit pehmenevät.

Kaada liemi pois jäähtyneistä pavuista, mutta säästä se. Kaada pavut ja sipuli-tomaatti seos uunivuokaan ja sekoita. Lisää niin paljon papujen keittolientä että ainekset lähes peittyvät. Sekoita korppujauhot kahteen rkl oliiviöljyä. Levitä tahna vuoassa olevan sekoituksen päälle tasaisena kerroksena. Paista uunissa noin 45 minuuttia tai kunnes pinta on tasaisesti ruskistunut.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



## Valkuaisfoorumi PUUTARHASTA PROTEIINIA

# SILPOYDINHERNE

*Pisum sativum var. medullare*

### Esittely:

Silpoydinherne kuuluu tarhaherneisiin. Sen paloista syödään ainoastaan siemenet. Itse palkoja ei syödä, koska palkojen sisäkerroksessa oleva sitkeä kalvo tekee syömisen vaikeaksi. Herneet ovat kypsinä vihreitä ja makeita, muodoltaan suuria, kulmikkaita ja ryppyisiä. Herne on hyvä valkuaiskasvi. Valkuaisen lisäksi herneet sisältävät hiilihydraatteja, vähän rasvaa ja paljon B-vitamiineja. Silpoydinherne maistuu parhaalta tuoreena syötynä. Silpoydinherneitä käytetään eniten tuleentumattomana ja niitä viljellään myös runsaasti pakasteherneeksi.

### Viljely:

Silpoydinherne kylvetään yleensä toukokuun lopulla maan lämmettyä, mutta se ehtii tuottaa satoa myös kesäkuun alussa kylvettynä. Silpoydinherneen itämistä voidaan nopeuttaa liottamalla siemeniä vedessä reilun kahden tunnin ajan ennen kylvöä. Herneitä ei kuivata, vaan ne voidaan kääriä esimerkiksi kosteaan talouspaperiin. Sen jälkeen herneet kylvetään kosteaan maahan 2-6 cm välein lajikkeesta riippuen ja noin 4-6 cm syvyyteen. Maan on oltava lämmin, noin 5-10 asteista, jotta siemenet eivät mätäne. Rivivälit vaihtelevat lajikkeen mukaan 20-40 cm välillä.



Kuvaaja: Elias Hakala

Kuvassa Avola -lajikkeen palko

Paras maa silpoydinherneelle on multava ja happamuudeltaan neutraali (pH 7). Optimaalinen itämislämpötila on n. 18 astetta. Herne viihtyy parhaiten auringossa. Sil-poydinherneet voidaan itämisvaiheessa ja sen jälkeen peittää harsolla. Harso pitää lämpötilan korkeampana ja osittain suojaa myös hernekääriäiseltä ja nokkivilta linnuilta. Hallaöinä harso on tarpeellinen. Rikkaruohot on hyvä kitkeä pois, jotta ne eivät vie herneiden ravinteita ja vähennä niiden kasvuvoimaa. Maa kastellaan kuivuuden vallitessa. Silpoydinherneet kasvavat noin 40-60 cm korkeiksi. Herneet voidaan tukea kanaverkolla, naruilla tai ristikkäisillä tukikepeillä.

### Sadonkorjuu ja käsittely:

Silpoydinherneet korjataan, kun herneet ovat täyttyneet. Jos siemenet on kylvetty toukokuussa, satoa alkaa saada heinä-elokuussa lajikkeesta riippuen. Herneitä kerätään niiden valmistuessa, esimerkiksi kahdesti viikossa. Näin saadaan kerättyä tuoreet palot ennen kuin ne tuleentuvat. Tällöin herneissä oleva sokeri ei vielä ole muuttunut tärkkelykseksi. Silpoydinherneitä syödään tuoreeltaan ja niitä voi myös pakastaa. Pakastusta varten herneet kiehautetaan 1–2 minuuttia ja jäädytetään. Kiehaus lopettaa vihannesten entsyymitoiminnan ja parantaa pakasteen säilyvyyttä. Tuoreita herneitä säilytetään 2-5 °C lämpötilassa, mutta mahdollisimman vähän aikaa, koska ne nahistuvat herkästi. Ne ovat arkoja myös omenien ja tomaattien erittämälle etyleenikaasulle, joten niitä ei kannata säilyttää samassa tilassa. Silpoydinherneitä käytetään salaateissa ja ruokalajien lisukkeina.



Kuvaaja: Elias Hakala

Kuvassa Markana -lajike

**Lajikkeita:**

'Avola' on aikainen lajike. Se on korkea (60 cm) ja vaatii tuen.

'Kelvedon Wonder' on pitkään viljelty, varhainen ja runsassatoinen lajike. Kasvaa 50 cm korkeaksi. Palot ovat noin 10 cm pitkiä. Palossa on keskimäärin 7-9 hernettä.

'Markana' on melko myöhäinen ja suuripalkoinen lajike. Se on maukas syötäväksi ja sopii hyvin pakastukseen.

'Onward' on suuripalkoinen ja runsaasti viljelty lajike. Lajike on makea ja sen sato valmistuu verraten myöhään.



Kuvaaja Elias Hakala

Kuvassa Avola -lajikkeen palkoja.



Kuvaaja Elias Hakala

Kuvassa Avola -lajikkeen palko avattuna.



Kuvaaja Elias Hakala

Kuvassa Markana -lajikkeen palkoja.



Kuvaaja Elias Hakala

Kuvassa Markana -lajikkeen palko avattuna.

## Valkuaisfoorumi Hernepyörökät

### Ainekset:

400 g herneitä  
1 sipuli  
1 valkosipuli  
Reilu kourallinen korianteria ja persiljaa  
1 rkl tahinia  
2 rkl oliiviöljyä  
1 rkl seesamiöljyä  
1 rkl sitruunamehua  
1 tl jauhettua juustokuminaa  
1 rkl seesaminsiemeniä  
2 rkl vehnä jauhoja  
suolaa ja mustapippuria

### Valmistus:

Laita uuni lämpenemään 200 asteeseen. Soseuta kaikki ainekset sauvekoittimella tai tehosekoittimessa. Levitä hieman oliiviöljyä leivinpaperille, jolle pyörittelet taikinasta halkaisijaltaan noin 3 cm kokoisia palloja. Paista uunipellillä uunin keskitasossa noin 30 minuuttia, tai kunnes pyörökät saavat pintaansa hieman keltävää väriä. Voit kääntää pyörökät paistamisen puolivälissä. Tarjoile esimerkiksi tsatsikin tai muun dipin kera.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



Valkuaisfoorumi  
**PUUTARHASTA PROTEIINIA**

## SOKERIHERNE

*Pisum sativum var. saccharatum*

### Esittely:

Hernevalikoimassa sokeriherne on erityisesti lasten suosiossa makeine pienine herneineen. Helposti syötävät palot tekevät siitä suosittua ja monipuolisen myös ruuanlaitossa. Sokeriherneitä on kasvatettu Euroopassa ainakin 1800-luvulta asti, mutta herneet yleisesti kuuluvat vanhimpien viljelykasviemme joukkoon. Sokeriherneen palko on leveä ja litteä. Siemenet ovat makeita. Palkojen kuoret ovat mureita ja voidaan syödä kokonaisuena. Täysikasvuisina palot ovat 4 - 8 cm pitkiä ja sisältävät 3 - 8 siementä. Palko on väriltään vaaleanvihreä, mutta myös violetti- tai purppurapalkoisia lajikkeita löytyy. Sokeriherneen kukinto on valkoinen, kirjava tai purppura. Ravintoarvoiltaan herneet ovat hyviä valkuaisen lähteitä ja niistä saa runsaasti B-vitamiineja.

### Viljely:

Sokeriherne kylvetän toukokuun lopulla, kun maa on lämmennyt vähintään 5-10-asteiseksi. Kylvösyvyys on 2-5 senttiä. Harso suojaa kylmiltä öiltä, halloilta ja siemeniä nokkivilta linnuilta. Harso suojaa myös hernekääriäiseltä joka syö herneisiin reikiä. Herne kasvaa parhaiten ravinteikkaassa, multavassa maassa aurinkoisella paikalla. Ravinnepitoisuuden parantamiseen käy esimerkiksi kompostista otettu multa.



kuvaaja: Elias Hakala

Herneet ovat typensitojakasveja, joten ne parantavat maan typpipitoisuutta, eivätkä tarvitse typpilannoitusta. Sopiva happamuus on pH 6-7,5. Suositeltava taimiväli on 6 cm ja riviväli noin 30 cm. Sokeriherne on kiipeävä kasvi ja se vaatii tuennan tuottaakseen hyvän sadon. Tuen voi tehdä virittämällä hernemaahan pitkät rivinsuuntaiset langat tai laittamalla kepejä ristiin taimien kohdalle. Sato kypsyy 60-80 päivää kylvön jälkeen. Sokeriherne korjataan ennen kuin siemenet pyöristyvät. Jos siemenet ehtivät kasvaa kovin isoiksi, makeus vähenee.

**Käyttö:**

Sokeriherneitä syödään tuoreeltaan palkoineen tai ilman. Sokerihernettä voidaan käyttää kokonaisina myös ruuanvalmistuksessa. Se sopii hyvin salaatteihin, pastoihin, vokkeihin sekä moniin muihin ruokalajeihin lisukkeeksi. Erilaisissa ruuissa palot kypsennetään vain lyhyen ajan, jotta ne jäävät sopivan mureiksi, eivätkä menetä väriään.

Suosittuja ovat olleet esimerkiksi sormin syötävät apposet, joita keitetään muutama minuutti ja syödään voisulaan kastettuna. Sokeriherneen palkoja voidaan myös pakastaa lyhyen kiehituksen jälkeen (1-2 min.) ja käyttää kokonaisina palkoina eri ruokalajeihin.



kuvaaja: Elias Hakala

**Lajikkeita:**

'De Grace' - Suosittu ja herkullinen lajike, joka on hyvin tunnettu jo 1800-luvulla. Kylvetään aikaisin keväällä. Tuottaa satoa varhain ja on satoisa.

'Oregon sugar Pod' - Suosittu lajike meillä ja maailmalla. Maukas. Hidaskasvuinen. Kylvetään aikaisin keväällä. Tuottaa satoa myöhäiskesällä. Voi kasvaa yli 50 cm korkeaksi

'Shiraz' - Purppurapalkoinen sokeriherne. Kukinnon väri on sinertävä. Palkojen väri säilyy hyvin vokkiruuissa ja kevyesti pannulla kypsennettynä. Keitettäessä tai höyryttäessä väri muuttuu vihreäksi.

'Sugar Dwarf Sweet Green' - Hyvin aikainen lajike. Pystykasvuinen, korkeus noin 50 cm.



kuvaaja: Elias Hakala



Valkuaisfoorumi  
 Wokki tuoreista vihanneksista

**Ainekset:**

½ l sokeriherneitä  
 Porkkana  
 Pieni sipuli  
 Paprika  
 Iso herkkusieni tai 2-3 pientä  
 Pieni pala inkivääriä  
 Sweet chili kastiketta

**Valmistus:**

Kuori sipuli, porkkana ja inkivääri. Viipaloi herkkusienet, paprika ja porkkana sekä leikkaa sipuli kuutioiksi ja inkivääri mahdollisimman pieneksi silpuksi. Kuumenna wokki ja laita herkkusienet siihen. Kun herkkusienet ovat alkaneet kutistua ja antaneet vettänsä pois, lisää sipuli ja inkivääri sekä oman maun mukaan sweet chili kastiketta. Pyörittele hetken, jotta sipulit makeutuvat hieman, mutta niin että ne eivät pehmenetäysin. Lisää loput ainekset ja pyörittele/kääntele jatkuvasti. Jos wokki on tarpeeksi kuuma, noin minuutti-kaksi pitäisi riittää. Tarjoile riisin kanssa tai sellaisenaan.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



Euroopan unioni  
 Euroopan sosiaalirahasto

Vipuvoimaa  
 EU:lta  
 2014–2020



## Valkuaisfoorumi PUUTARHASTA PROTEIINIA

# TAITTOYDINHERNE

*Pisum sativum*

### Esittely:

Taittoydinherneet kuuluvat tarhaherneiisiin. Niiden palot ovat paksuja, rapeita, makeita ja meheväreunaisia. Nimensä ne ovat saaneet siitä, että ne napsahtavat helposti poikki taitettaessa. Tämä johtuu siitä, että palkojen sisällä ei ole sitkeää kalvoa ja sen vuoksi taittoydinherneet voi syödä palkoineenkin. Taittoydinhernettä kutsutaan maailmalla nimellä mangetout, mikä tarkoittaa ”syö kaikki” ranskankielellä. Taittoydinhernettä kutsutaan toisinaan myös snapsiherneeksi (snap pea). Ravintoarvoiltaan herneet ovat hyviä valkuaisen lähteitä ja niistä saa runsaasti B-vitamiineja.

### Viljely:

Herne viihtyy aurinkoisella paikalla runsasmultaisessa ja läpäisevässä maassa. Siemenet kylvetään toukokuun lopulla suoraan kasvupaikalle useimmiten paririveihin, kun maan lämpötila on vähintään +10° C. Maan ravinnepitoisuuden parantamiseen käy esimerkiksi kompostista otettu ohut multakate. Herneet ovat typensitojakasveja, joten ne parantavat maan typipitoisuutta, eivätkä tarvitse typpi-lannoitusta. Sopiva happamuus on pH 6-7,5



Kuvaaja: Elias

Kuvassa Sugar Bon -lajikeen palkoja

Suosittelava riviväli on noin 30 cm ja taimiväli 6-8 cm. Kasvupaikka kannattaa kastella ennen kylvöä ja pitää kosteana itämiseen asti. Ennen kylvöä herneitä voi liottaa pari tuntia. Kylvöksen harsottaminen suojaa kylmiltä öiltä, siemeniä nokkivilta linuilta ja hernekääriäiseltä.

Kun herneen versot ovat 10-20 cm korkeita, ne tuetaan kanaverkolla, kepeillä tai narulla. Palot ovat korjuuvalmiita, kun ne ovat 9-10 cm mittaisia ja herneet pyöristyneet. Kylvöstä satoon aikaa kuluu 60-70 päivää. Hernesato kypsyy pääasiassa heinä-elokuussa. Herneitä kerätään noin kahdesti viikossa, kun satoa alkaa valmistua. Siten ne eivät pääse kypsymään liikaa, jolloin ne melettävät makeuttaan.

## Sadonkorjuu ja käsittely:

Herneiden sadonkorjuu on heinä-elokuussa. Taittoydinherneitä syödään tuoreeltaan joko palkoina tai ilman. Rpeat palot sopivat hyvin salaatteihin. Palkoja voi myös kypsentää keittämällä tai vokaamalla niitä parisen minuuttia. Palkoja voi 1-2 minuutin kiehuttamisen jälkeen myös pakastaa. Kiehuus lopettaa herneiden entsyymi-toiminnan ja parantaa säilyvyyttä.



Kuvaaja: Elias Hakala

Kuvassa Sugar Bon -lajike

**Lajikkeita:**

'Sugar Bon' on suosittu ja yleinen lajike. Sen sato valmistuu aikaisin. Korkeus 40–50 cm.

'Sugar Snap' on nopeakasvuinen ja aikainen lajike. Se on runsas-satoinen ja valmiit palot ovat noin 9-10 cm pitkiä. Korkeaksi kasvava lajike, yli > 100 cm, joka kannattaa tukea.

'Sugar Lord' on satoisa, makean rapea lajike. Se on puolikorkea, eli tuenta on suositeltava.



Kuvaaja: Elias Hakala



Kuvaaja: Elias Hakala

Kuvissa Sugar Bon -lajikkeen palkoja.



Kuvaaja: Elias Hakala

## Valkuaisfoorumi Hernehummus

### Ainekset:

3 ½ dl vettä  
1 ¼ dl hernerouhetta  
1 valkosipulinkynsi  
½ tl suolaa  
3 rkl oliiviöljyä  
1 rkl sitruunamehua  
1/4 tl murskattua kuminaa

### Valmistus:

Kiehauta vesi. Lisää joukkoon hernerouhe ja hienonnettu valkosipulinkynsi, kuumenna kiehuvaaksi. Laita kansi päälle ja anna hautua matalalla lämmöllä noin puoli tuntia. Sekoita välillä. Lisää suola, öljy ja mausteet. Jos haluat hummuksesta tasaisemman, soseuta sauvasekoittimella. Tarjoa levite huoneenämpöisenä vaalean leivän kanssa tai pastan kanssa.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



Euroopan unioni  
Euroopan sosiaalirahasto

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



# Kotimaisia valkuaiskasveja lautaselle

Kaisa Kuoppala ja Marketta Rinne • Luonnonvarakeskus, Jokioinen

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Kuvat: Kaisa Kuoppala, Luke.



Kuva 1. Tunnelmia tuottajatorilta.

Kotimaisia valkuaiskasveja lautaselle -tapahtuma järjestettiin Mustialassa 11.8.2015 edistämään kotimaisten valkuaiskasvien käyttöä kotikeittiöissä ja innoittamaan uusien liikeideoiden syntyä. Tavoitteena oli lisätä kuluttajien tietoutta kotimaisista valkuaiskasvivaihtoehdoista ja siitä miten monipuolisesti niitä voidaan hyödyntää ruuanlaitossa. Kotimaiset valkuaiskasvit haluttiin nostaa esiin myös yrittäjyyttäkökulmasta ja herätellä ideoita miten niistä voisi saada uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Ohjelmassa oli tietoisukuja, tuottajatori, maistiaisia, valkuaiskasveihin tutustumista, visailua ja kyselyä sekä asiantuntijoita paikalla keskustelemassa ja jakamassa tietoa. Tapahtumalla haluttiin kannustaa käyttämään kotikeittiöissä kotimaisia valkuaiskasveja ja lisätä kuluttajien tietoutta monipuolisista kotimaisista valkuaiskasvivaihtoehdoista ja niiden käytöstä. Tapahtuman avulla haluttiin myös saada kuluttajat ja valkuaiskasvien myyjät kohtaamaan toisensa (kuva 1).

Tietoisuissa paneuduttiin kotimaisten valkuaiskasvien käyttöön ruuanlaitossa ja niihin liittyviin liikeideoihin. Professori Raija Tahvonon Luonnonvarakeskuksesta korosti puheenvuorossaan erityisesti härkävun monikäyttöisyyttä ja sen terveysominaisuuksia. Tutkija, keittiömestari Jaakko Nuutila Luonnonvarakeskuksesta peräänkuulutti kotimaisten valkuaiskasvituotteiden saatavuuden parantamista kaupoissa. Samanaikaisesti kun kuluttajien kiinnostus niiden käyttöä kohtaan lisääntyy, tulee myös saatavuuden lisääntyä kauppojen hyllyillä. Toimitusjohtaja Tarja Ollila Verso Foodista toimi rohkaisevana esimerkkinä miten tehdä valkuaiskasveista bisnestä.

Tietoiskut taltioitiin ja ne ovat kuunneltavissa tästä linkistä: [Tietoiskut 11.8.2015](#)

Tuottajatorilla oli myynnissä monenlaisia valkuaiskasvituotteita kuten herneitä, härkäpapua, kvinoaa ja tempeä. Lisäksi tarjolla oli monista eri tuotteista tehtyjä maistiaisja myyjiltä sai vinkkejä valkuaiskasvien käytöstä ruuanlaitossa. Tuottajatorilla olivat mukana: Arolan tila, Elosa osk, Merja Vainio, Mäkinien tila Oy, Rainingon luomutila, Rantalan tila, Syrjälän lammastila, Wehnpaakarit, Palkuainen.

Myyjien tarjoamien maistiaisten lisäksi keittiömestari Jaakko Nuutila valmisti härkäpapumuhennoksen, jota oli tarjolla kaikille kävijöille. Maistiaisten ohessa hän opasti valkuaiskasvien käyttöä ruuanlaitossa. Papumuhennoksen reseptin sai kotiinviemiseksi mukaan (kuva 3).



## HÄRKÄPAPUPATA

Ohjeesta 4 annosta

400g	kuivattu härkäpapuja
2 l	vettä
2 kpl	valkosipulinkynttä
4 kpl	keskikokoista keltasipulia
4 kpl	tomaattia
	tuoretta chiliä
	lehtikorianteria
	mustapippuriouhetta
	suolaa



Huuho härkäpavut ja laita ne kylmään veteen turpoamaan noin 10 tunniksi. Huuhdo pavut ja laita ne ja 2 litraa vettä pataan tai kattilaan. Kuumenna kiehuvaaksi ja kuori pinnalle nouseva vaahto. Lisää kattilaan hienonnettu sipuli ja valkosipuli, peitä kannella ja keitä 2- 2,5 tuntia, eli kunnes pavut alkavat haajoamaan ja ruoka rupeaa sakenemaan. Leikkaa tomaatit lohkoiksi ja lohkot viipaleiksi ja hienonna lehtikorianteri. Lisää tomaatti, pippuri sekä suola kattilaan. Anna hautua vielä 15 minuuttia. Sekoita lopuksi joukkoon hienonnettu lehtikorianteri. Härkäpapupataa tulee sekoittaa kypsennyksen aikana, koska varsinkin loppuvaiheessa se saattaa helposti palaa pohjaan. Tarjoa sellaisenaan, pitaleipien tai vaikkapa keitetyn ohran kanssa.

-Jaakko Nuutila, Luonnonvarakeskus Luke

**Valkuaisfoorumi**

Kuva 3. Härkäpapupadan reseptiä jaettiin maistelun ohessa.

Kävijät pääsivät myös pellonlaidalle tutustumaan valkuaiskasvien havaintoruutuihin, joissa kasvoi herneitä, härkäpapuja, lupiineja, virnoja ja vuohenhernettä (kuva 4). Havaintoruuduilla jokaisen kasvin kohdalla oli nimikyltti ja QR-koodista sai lisätietoa kyseisestä kasvista. Lisäksi paikalla oli asiantuntijoita vastailemassa kysymyksiin ja jakamassa tietoa.



Kuva 4. Havaintoruuduilla tutustuttiin mm. eri härkäpapulajikkeisiin.

Pöydän äärellä valkuaiskasveja tutkailtiin mm. visailun merkeissä, jossa piti tunnistaa esillä olleita valkuaiskasveja (kuva 5). Kyselyn avulla kartoitettiin mm. valkuaiskasvien käyttöä, saatavuutta ja tunnettuutta. Sekä visailuun että kyselyyn osallistuneiden kesken arvottiin valkuaiskasvituotepaketit.



Kuva 5. Visailussa piti tunnistaa pöydällä olevia valkuaiskasveja.

Tapahtuman ohessa oli mahdollista tutustua omatoimisesti Mustialan viljelyksiin ja uuteen navettaan erillisen kartan avulla. Myös Mustialan alueella toimiva kotieläinpiha Farmi ja olutravintola IsoPiippu olivat auki.

Tapahtumaan osallistui järjestäjien, asiantuntijoiden ja myyjien lisäksi arviolta n. 130 kävijää. Tunnelma tapahtumassa oli innostunut ja vuorovaikutteinen. Tapahtumasta saatiin hyviä ideoita hankkeen muihin toimenpiteisiin, erityisesti innovaatiotyöpäijöihin.



6.

## VALKUAISKASVIEN VIJELYN JA REHUKÄYTÖN KANNATTAVUUS



# Valkuaiskasvien viljelyn ja rehukäytön taloudellinen tarkastelu

Jarkko Niemi • Luonnonvarakeskus, Seinäjoki

Timo Karhula ja Olli Niskanen • Luonnonvarakeskus, Helsinki

Asiantuntijatreffit pidettiin viikoilla 10–11/2017



Jarkko Niemi



Timo Karhula



Olli Niskanen

Kotimaisen täydennysvalkuaisen tarjonta on niukkaa, eikä kotieläintuotantomme ole läheskään omavarainen täydennysvalkuaisen suhteen. Suomeen tuodaan kasviperäisissä tuotteissa yli 100 miljoonaa kiloa enemmän raakaproteiinia kuin sitä viedään. Pääosa valkuaisen tuonnista on rypsin ja rapsin (45 %) sekä soijan (31 %) eri muotojen tuontia. Viime vuosina soijan tuonti on kuitenkin vähentynyt ja rypsin ja rapsin yhteenlaskettu viljelyala sekä muiden valkuaispitoisten kasvien viljely kotimaassa lisääntynyt, tosin hyvin maltillisesti. Tulevaisuudessa on erityisen tärkeää vahvistaa kotimaisen kasvivalkuaisen tarjontaa, mutta se ei tapahdu itsestään vaan vaatii sekä taloudellisten kannustimien että eläinten ravitsemuksen reunaehtojen täyttymistä.

## Rehukäytön edellytykset

Rehukäytössä valkuaisraaka-aineen hinnan merkitys korostuu, sillä rehu on kotieläintuotannossa suuri kustannuserä. Esimerkiksi lihasikojen kasvatuksessa valkuaisrehun osuus rehukustannuksista on noin kolmannes. Kotimaisen kasvivalkuaisen tulisi olla edullista ja aminohappokoostumukseltaan sopivaa. Soija sisältää runsaasti valkuaista ja sen aminohappokoostumus on varsinkin sikojen ja siipikarjan tarpeisiin nähden suotuisa. Aminohappokoostumuksensa vuoksi soija onkin haastavaa korvata kotimaisilla rehuaineilla etenkin siipikarjan ruokinnassa. Esimerkiksi härkäpapu sisältää 75 % ja herne 70 % vähemmän metioniinia kuin soijarouhe. Lisäksi soijaa on ainakin geenimuunneltuna saatavilla tasaisesti maailmanmarkkinoilta.

Varteenotettavimpia valkuaiskasveja ovat palkoviljat (herne, härkäpapu, lupiini), rypsi ja rapsi sekä märehitijöiden rehuksi sopivat kasvit, kuten apilat. Härkäpavussa on noin 30 % valkuaista, herneessä ja rypsissä noin 23 % ja ohrassa 11–14 %, joten ohrasta on saatava härkäpapuun verrattuna 2–3 -kertainen sato saman valkuaismäärän tuottamiseksi. Vilja on sioilla ja siipikarjalla kuitenkin tärkeä valkuaisen lähde, koska sen osuus niiden rehussa on suuri.

Märehtijöillä keskeisin valkuaislähde on hyvälaatuinen nurmisäilörehu, jonka sulavaan valkuaispitoisuuteen vaikuttavat paitsi lajikevalinnat, myös korjuun ajoitus. Nurmisäilörehussa valkuaista on yleensä 12–23 %. Märehtijöiden lisävalkuaisen lähteenä käytetään soijan sijaan pääasiassa rypsiä ja rapsia, mutta kotimaisen tarjonnan heikkouden vuoksi merkittävä osa siitä tuodaan maahan rapsirouheena.

Sioilla on mahdollista korvata soija mm. herne-härkäpapu-rypsi-seoksella, mikäli rehuseos suunnitellaan eläimen vaatimusten mukaisesti. Esimerkiksi viime vuonna ”Käytännönläheinen tutkimus sikatilalla” -hankkeessa tehdyn kokeen tuotantotulokset osoittivat, että härkäpavulla voidaan korvata soijarouhe, kun niillä täydennetään ohraa ja ohravalkuaisehvia sisältävää ruokintaa. Lisäksi härkäpapua saaneen koeryhmän katetuotto lihasikaa kohti oli pari euroa suurempi kuin soijaa saaneen kontrolliryhmän. Tämä katetuoton ero johtui siitä, että rehukustannus oli hieman pienempi ja ruhon arvo suurempi härkäpapua saaneella ryhmällä kuin soijaa saaneella ryhmällä. Siipikarjalla soijan korvaaminen kokonaan kotimaisella kasvivalkuaisella on haastavaa, mutta ainakin osittain se on mahdollista.

### Kilpailukyky ratkaisee viljelyssä

Valkuaiskasvin tulisi olla kilpailukykyinen vaihtoehto peltoviljelyssä, jotta sen tuotanto lisääntyisi. Kotimaisen valkuaisen tarjontaa vahvistaa, jos sitä pystytään tuottamaan, tuet huomioon ottaen, vähintään yhtä kannattavasti kuin vaihtoehtoisia kasveja. Herne, härkäpapu ja rypsi voivat antaa rehuohraa suuremman katetuoton kasvintuotannossa, mikäli niiden sato ja hinta ovat riittävän korkeita.

Valkuaiskasvien viljelyn taloudellinen mielekkyys riippuu yksikkötuotantokustannuksista, sadon hinnasta ja viljelyn riskeistä, mutta myös maataloustukien suuruudesta. Lyhyellä aikavälillä kasvin tuottama katetuotto on viljeltävän kasvin keskeinen valintaperuste. Voisi ajatella, että tilakohtaiseen viljelykiertoon on taloudellisesti järkevää valita yksi parhaan katetuoton odotusarvon muodostava valkuaiskasvi. Tällöin katetuoton odotusarvo = satotason todennäköisyys \* sadon yksikköhinta + tuet – tuotantokustannukset. Jos satotaso on kovin riskialtis, on hinnan tai tukien oltava luonnollisesti korkeammat tai viljelyn yksikkötuotantokustannusten matalammat.

Valkuaiskasvien viljelystä tulee taloudellisesti kannattavaa, kun tuotot (hinta+tuot) kattavat tuotantokustannukset. Tällainen tilanne on kuitenkin Suomen olosuhteissa hyvin harvinaista millään peltoviljelykasvilla. Kullakin kasvilla saavutetulla panostossuhteella, esimerkiksi tiettyyn tuotostason tarvittavalla lannoituksella, ja valitsevilla hinnoilla on suuri merkitys. Öljy- ja valkuaiskasvien hehtaarisato on ollut viljoja alempi, mutta toisaalta niiden hinnat tonnia kohti ovat olleet noin kaksinkertaiset viljaan verrattuna. Eri kasvien hintasuhteet ovat kuitenkin vaihdelleet melko paljon ja tulevat vaihtelemaan myös tulevaisuudessa.

Palkokasvien kompastuskiviä ovat viljoja heikompi viljelyvarmuus ja korkea siemenkustannus, joka voi olla yli 70 % muuttuvista kustannuksista. Etenkin herneen ja härkäpavun viljelyä rasittaa korkea siemenkustannus. Typpilannoituskustannus näillä on kuitenkin viljoja alempi ja lisäksi ne ovat hyviä kasveja viljelykierrossa, mikä puolestaan parantaa niiden viljelyn edellytyksiä. Rypsin- ja rapsinviljely taas rasittaa suhteellisen korkea lannoituskustannus sekä joinakin vuosina kasvinsuojelun kustannukset ja siihen liittyvä työ: ruiskutuskertoja voi kertyä lukuisia. Siemenkustannuksen ero viljoihin kapenee, jos myös näiden viljelykasvien siemenestä osa on itse tuotettua, kuten yleensä viljoja viljeltäessä.



Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

Kompastuskivistä voi vielä mainita kasvukauden pituuden, joka rajoittaa härkäpavun viljelyä maan pohjoisosissa. Herneen viljelyvarmuus on parantunut, kun kasvinjalostuksen keinoin on pyritty lisäämään maan märkyyden sietoa, kuivuuden kestoa ja valkuaispitoisuutta sekä laskemaan tanniinipitoisuutta.

Sadon laatu on tärkeä kaikkien kasvien osalta ja kiinteät kustannukset vaikuttavat myös osaltaan viljelyn kustannustasoon. On muistettava, että valkuaiskasveilla niin sanotut nollasatovuodet ovat mahdollisia. Tällöin hukataan satoon laitetut panokset, mutta myös kiinteät kustannukset rasittavat tuotantoa täysimääräisesti, vaikka satoa ei lainkaan korjattaisi.

Palkokasvit ovat hyviä esikasveja. Esimerkiksi herne ja härkäpapu vähentävät typpilannoituksen tarvetta seuraavan kasvin osalta ja rypsilä sekä rapsilla esikasvivaikeus näkyy vähentyneenä muokkaus- ja kasvinsuojelutarpeena seuraavana vuonna. Yleisesti ottaen viljelykierrossa viljoista voidaan saada suurempia satoja valkuaiskasvien viljelyn jälkeen. Toisaalta valkuaismuokkain rajoittaa se, että valkuaiskasveja suositellaan viljeltäväksi samalla loholla vain kerran 3-5 vuodessa. Valkuiskasvien kokonaisuhyödyt ovat suhteellisesti suurimmat kun niitä viljellään osana viljelykiertoa.

### Viljelijät karttavat riskejä

Tilalla on kannustin alkavat tuottamaan kasviperäistä valkuaista, jos sen tuottajahinta on riittävän korkealla. Tästä huolimatta yksikkökustannusten alentaminen on avaintekijä valkuaisomavaraisuuden lisäämiseksi, sillä edullinen valkuainen on kotieläintuottajalle ja elintarviketeollisuudelle tärkeää ja se parantaa suomalaisen tuotannon kilpailukykyä tuontivalkuaiseen verrattuna. Tuottovaihtelun vähentäminen on toinen avaintekijä valkuaisomavaraisuuden parantamiseksi. Viljelijät ovat tunnetusti riskinkarttaji, joten valkuaiskasvien sato- ja laatu-, tuottovaihteluita aiheuttavat riskit tulee voida hallita riittävän hyvin. Merkittävimpiä riskejä aiheuttavat sään ja hintojen vaihtelun sekä kasvitaudit ja -tuhoajat.

Kotieläintiloilla ruokinnassa onnistuminen tai epäonnistuminen vaikuttaa suoraan tilan kannattavuuteen. Kotimaisten valkuaiskasvien hinnan pitääkin olla kotieläintiloille kilpailukykyinen soijan hintaan nähden ja samalla kotimaista laadukasta kasvi-alkuaista on oltava tarjolla riittävästi ja jatkuvasti. Lisäksi kotimaisten kasvi-alkuaisten on sovelluttava hyvin kotieläinten ruokintaa.

Valkuaisomavaraisuuden lisääminen edellyttää kokonaisvaltaisia ratkaisuja tiloilta ja tuotantoketjussa. Viljelykierto ja rehut on suunniteltava uudestaan kotimaisten valkuaisuotannon pohjalta. Varmistamalla palkoviljojen markkinoiden toimivuus ja lisäämällä kasvinviljely- ja kotieläintilojen välistä yhteistyötä voitaisiin hyödyntää nykyistä paremmin erikoistumis- ja mittakaavaetuja. Tilasekoituksen yleistymisen voisi osaltaan parantaa valkuaisomavaraisuutta. Markkinoilla tulisi olla saatavissa toisiaan täydentäviä rehukomponentteja, jotta rehu olisi edullista ja koostumukseltaan eläimelle sopivaa.

EU:n yhteisen maatalouspolitiikan linjaukset vaikuttavat valkuaiskasvien viljelyn edellytyksiin ja kiinnostavuuteen Suomessa. Kansallisesti ja EU:n tasolla voidaan ohjata pellon käyttöä mm. kohdentamalla tuotekehitystä ja etenkin suoria peltoja valkuaiskasveille. Esimerkiksi peltokasvipalkkiota maksetaan valkuaiskasveille; 70 €/ha on lisäkannustin valkuaiskasvinviljelyyn ja sitä on maksettu noin 92 200 hehtaarille vuonna 2016. Tietenkin korkeampi tukitaso lisää kiinnostusta valkuaiskasvien viljelyyn, mutta on muistettava, että esimerkiksi valkuaiskasvipalkkiota voi maksaa enintään 6,3 miljoonaa euroa vuosittain. Jos hyväksyttävien hakemusten perusteella laskettava palkkion määrä ylittää tai alittaa määritellyn enimmäismäärän, palkkion määrää muutetaan luonnollisesti suhteessa ylittymiseen tai alittumiseen. Tällä hetkellä valkuaiskasvituotanto on tasapainossa peltokasvipalkkioon varatun määrärahan kanssa.

## Ilmastonmuutos ja valkuaiskasvit

Tutkimusten mukaan Suomen kyky tuottaa valkuaiskasveja paranee, kunhan sopeudumme ilmastonmuutoksen tuomiin haasteisiin. Ilmastonmuutoksen on arvioitu muun muassa lisäävän sateita ja sään ääri-ilmiöitä, nostavan keskilämpötilaa ja pidentävän kasvukautta. Kasvukauden pidentyminen mahdollistaa pidemmän kasvukauden kasvien ja lajikkeiden viljelyn, mutta päivän pituutta se ei muuta. Edelleen tarvitaan kasveja, jotka ovat sopeutuneet pitkään päivään. Jos pitkien kuivuusjaksojen ja rankkasateiden todennäköisyys kasvaa, on kiinnitettävä enemmän huomiota kuivuuden ja kosteuden sietoon ja viljelylohkojen vesitalouden hallintaan. Jos sateet voimistuvat syksyllä, voivat ne aiheuttaa lakoontumista, vaikeuttaa sadonkorjuuta ja heikentää sadon laatua. Nämä voivat aiheuttaa haasteita valkuaiskasvien viljelysäkin. Myös kasvitautien ja kasvintuhoojien riski kasvaa ja uusia lajeja voi levitä Suomeen, joten niiden torjuntaan on kiinnitettävä huomiota ilmastonmuutoksen edessä.

Ilmastonmuutos lisää peltoalaa, jolla valkuaiskasveja on mahdollista viljellä Suomessa. Pitkän päivän vuoksi valkuaisuotantomme perustuu jatkossakin rypsiin, rapsiin, herneeseen, härkäpapuun ja nurmirehuihin, joten näiden viljelyn lisääminen kohtaa valkuaisomavaraisuutta, jos niiden tuottajahinnat ovat vain riittävän korkeita. Toisaalta viljelyalojen laajentuessa keskisadot voivat myös kääntyä laskuun. Talouden näkökulmasta ilmastonmuutos lisää valkuaiskasvien viljelyn riskejä. Niihin voidaan varautua yhtäältä valitsemalla sopivia viljelymenetelmiä ja kasveja,

ja toisaalta varautumalla esimerkiksi satovahinkovakuutuksin ja tuotantoa hajauttamalla. Lisäksi kasvinjalostuksella voidaan kehittää edelleen satoisia kasveja ja lajikkeita sekä viljoilla, rypsilä että palkoviljoilla, jotka sopeutuvat mahdollisimman hyvin ilmastonmuutokseen.

### **Kannustimet valkuaiskasvien viljelyn lisäämiseksi**

Suomi ei voi olla täysin kasvivalkuaisomavarainen, mutta toivottavasti kasvivalkuaisen tuotantoa voidaan merkittävästi tehostaa tulevaisuudessa. Kasvivalkuaista saadaan markkinoille lisää helposti ja nopeastikin, jos sen tuottajahinta on vain riittävän korkea – näin ei ole tällä hetkellä.

Tuottajahintojen nostamiseen tarvitaan koko ketjun yhteistyötä. Lisäarvoa kotimaisen valkuaisen käytöstä pitäisi löytyä markkinoilta, ja lisäarvon pitäisi vielä päätyä tuottajahintaan asti. Niin sanottuna alituotantokasvina lisäarvoa pitäisi löytyä helposti, mutta näin ei ole kuitenkaan tapahtunut.

# Valkuaiskasvien viljelyn kannattavuus ja vaikutuksia viljelykierrossa

Tuomas Granni • ProAgria Etelä-Suomi, Häme

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Marketta Rinne ja Kaisa Kuoppala • Luonnonvarakeskus, Jokioinen

## Viljojen, öljykasvien ja valkuaiskasvien katetuotot

Valkuaiskasvien ottaminen mukaan viljelykiertoon on monessa mielessä kannattavaa. Katetuottolaskelmien perusteella ne ovat taloudellisesti kannattavimpien viljelykasvien joukossa (Taulukko 1). Lisäksi niiden viljelystä on monia muitakin hyötyjä, joiden mittaaminen suoraan rahassa on vaikeaa. Palkokasvien maan rakennetta parantavien ominaisuuksien vaikutuksesta maan vesitalous ja kasvukunto paranevat, jolloin kasvien ravinteiden käyttö tehostuu ja sadontuottokyky paranee. Yksipuolisessa viljelyssä ne katkaisevat viljakasvien tautipainetta, jolloin säästöjä tulee pienentyneinä kasvinsuojelukustannuksina. Typpiomavaraisina kasveina ne pienentävät ostolannoitteiden tarvetta. Ne myös jättävät tyypeä maahan, joka on käytettävissä seuraavalle viljelykasville. Luomutilojen viljelykierrossa valkuaiskasvien merkitys korostuu erityisesti biologisen typensidonnan ja hyvän esikasviarvon vuoksi.

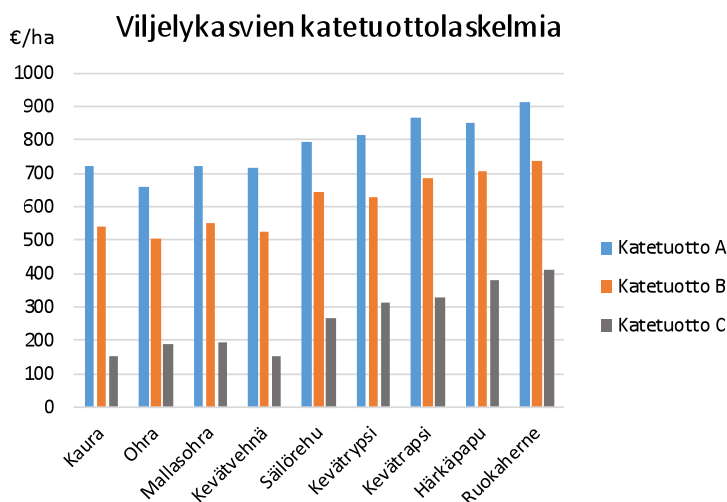
Taulukko 1. Viljelykasvien katetuottolaskelmia. Tuotantokustannukset on peräisin ProAgrian lohokietopankista. Laskelma käyettyä tiloilta kerättyjä vuoden 2016 toteutuneita kustannuksia. Säilörehun tuotot on laskettu vuoden 2015 lohkopankista saatujen tuotantokustannusten mukaan.

	Kaura	Olira	Mallasohra	Kevätvehnä	Säilörehu	Kevättrapsi	Kevättrapsi	Härkäpapu	Ruokaherne
Sadon määrä kg (viljat) ja kg ka (nurmet)/ha	4241	4110	4205	4097	6862	1506	1800	2835	2691
Tulot, €/ha									
Satotuotot	570,40	523,52	619,98	600,79	856,81	572,93	704,86	546,11	689,51
Tuot yhteensä	527,11	558,32	501,67	517,57	556,49	589,28	574,71	594,27	578,33
<b>Tuotot yhteensä</b>	<b>1097,51</b>	<b>1081,84</b>	<b>1121,65</b>	<b>1118,36</b>	<b>1413,30</b>	<b>1162,21</b>	<b>1279,57</b>	<b>1140,38</b>	<b>1267,84</b>
Menot, €/ha									
Kylvöt	56,03	62,79	61,32	69,55	29,11	36,10	62,93	78,86	119,47
Lannoitukset	140,02	153,12	140,58	158,30	208,73	142,65	156,44	51,24	59,26
Karjanlanta	4,05	6,94	0,00	1,13	48,63	0,00	3,64	1,81	0,00
Kasvinsuojelu	36,62	52,08	58,06	50,43	8,81	81,75	91,15	58,90	61,62
Muut muuttuvat kustannukset <sup>a)</sup>	138,80	146,94	137,65	124,50	326,07	88,30	98,31	98,31	112,73
<b>Muuttuvat kustannukset yhteensä</b>	<b>375,52</b>	<b>421,86</b>	<b>397,61</b>	<b>403,91</b>	<b>621,33</b>	<b>348,79</b>	<b>412,46</b>	<b>289,11</b>	<b>353,09</b>
<b>Katetuotto A, €/ha</b>	<b>721,99</b>	<b>659,98</b>	<b>724,04</b>	<b>714,45</b>	<b>791,97</b>	<b>813,42</b>	<b>867,1</b>	<b>851,27</b>	<b>914,75</b>
Tyo, €/ha									
Työkustannukset (oma työ)	146,34	127,47	130,26	134,15	97,50	165,10	111,08	103,42	152,29
Työkustannukset (ostotyö)	37,47	26,89	40,77	55,12	49,07	21,91	70,17	40,92	26,67
<b>Työkustannukset yhteensä</b>	<b>183,80</b>	<b>154,35</b>	<b>171,03</b>	<b>189,28</b>	<b>146,57</b>	<b>187,01</b>	<b>181,25</b>	<b>144,34</b>	<b>178,96</b>
<b>Katetuotto B, €/ha</b>	<b>538,19</b>	<b>505,63</b>	<b>553,01</b>	<b>525,18</b>	<b>645,40</b>	<b>626,41</b>	<b>685,86</b>	<b>706,93</b>	<b>735,79</b>
Kone-, rakenus- ja yleiskustannukset, €/ha									
Konekustannukset	272,97	232,37	243,40	266,32	292,68	243,53	258,20	224,10	223,64
Rakenuskustannukset	53,83	39,03	61,96	53,19	52,61	28,38	48,95	47,07	39,85
Yleiskustannukset <sup>b)</sup>	57,00	43,90	54,08	54,65	32,22	40,52	48,94	54,80	62,58
<b>Kone-, rakenus- ja yleiskustannukset yhteensä</b>	<b>383,81</b>	<b>315,29</b>	<b>359,43</b>	<b>374,17</b>	<b>377,51</b>	<b>312,43</b>	<b>356,08</b>	<b>325,97</b>	<b>326,07</b>
<b>Katetuotto C, €/ha</b>	<b>154,38</b>	<b>190,33</b>	<b>193,58</b>	<b>151,01</b>	<b>267,89</b>	<b>313,98</b>	<b>329,77</b>	<b>380,96</b>	<b>409,72</b>
Pellon ja ojituksen kustannukset, €/ha	347,33	332,77	373,96	371,24	306,81	340,49	377,33	369,12	366,12
<b>Kiinteät kustannukset yhteensä</b>	<b>914,94</b>	<b>802,42</b>	<b>904,43</b>	<b>934,69</b>	<b>830,88</b>	<b>839,93</b>	<b>914,67</b>	<b>839,43</b>	<b>871,15</b>
<b>Kustannukset yhteensä</b>	<b>1290,46</b>	<b>1224,28</b>	<b>1302,04</b>	<b>1338,60</b>	<b>1452,22</b>	<b>1188,71</b>	<b>1327,13</b>	<b>1128,54</b>	<b>1224,24</b>
<b>Nettovoitto/-tappio</b>	<b>-192,95</b>	<b>-142,44</b>	<b>-180,39</b>	<b>-220,24</b>	<b>-38,92</b>	<b>-26,51</b>	<b>-47,56</b>	<b>11,84</b>	<b>43,60</b>

<sup>a)</sup>sisältää mm. traktorin, pumurin, kuivauksen ja mahdollisen urakonnan muuttuvat kulut sekä esim. muovin ja säilöntäaineen kulut säilörehulla

<sup>b)</sup>sisältää vuosittain tilaan kohdistuvat muut kulut mm. viljelysuunnittelupalvelut, kirjanpitoalvelut, markkinointikulut, puhelin- ja ATK-kulut ja muut toimistokulut, kiinteistövero, henkilöauton käyttö, ammattikirjallisuus, ammattilehdet, pientyökulut, tiemaksut ja muut teiden kunnossapitokulut, ojan kunnossapitokulut (oma työ kuitenkin työkustannuksissa), työvaatteet, jäsenmaksut, kurssit ja opintomatkat.

Kuvassa 1. näkyy eri viljelykasvien katetuottolaskelmien erot. Parhaimmat katetuotot tulivat ruokaherneellä, härkäpavulla ja kevätropsilla.



Kuva 1. Viljelykasvien katetuottolaskelmia.

## Härkäpavun typpivaikutuksen taloudellinen vaikutus

Taulukossa 2 on esimerkki Luken havaintokokeesta vuodelta 2011, jossa on tutkittu härkäpavun typpivaikutusta seuraavalle viljelykasville. Tutkimuksissa (mm. MTT raportti 76) on todettu, että realistinen typpivaikutus palkoviljoilla seuraavalle kasville on karkeasti 20–30 kg. Typpivaikutuksen määrään vaikuttaa suuresti palkokasvin tuottama kasvusto eli mitä rehevämpi kasvusto, sitä todennäköisemmin typpimäärä on isompi. Lisäksi kasvuolot vaikuttavat juuriston typensidontaan ja sitä mukaa seuraavalle kasville mahdollisesti hyödynnettävissä olevaan typpimäärään. Myös muokkauksen ajankohdalla on vaikutusta siihen paljonko tyyppiä mahdollisesti jää seuraavalle kasville. Edullisimmaksi on tutkimuksissa todettu mahdollisimman myöhäinen muokkaus, jolloin maan on viileä eikä typen huuhtoutumista tapahdu kovin paljoa. Keväällä muokatessa tai muokkaamattomassa maassa saattaa käydä niin, että tyyppi vapautuu liian myöhään viljelykasvin käyttöön.

Taulukko 2. Ohra-sadon määrä ja laatu eri typpilannoitustasoilla kun esikasvina kaura tai härkäpapu.

Viljelykasvi: Ohra

Esikasvi	Typpilannoitus, kg N/ha	Sato, kg/ha	Sadon suhdeluku	Tuhannen jyvän paino, g	Hehtolitra-paino, kg	Itävyys, %
Kaura N 90	90	5341	100	40,8	62,1	96,0
Härkäpapu N 60	60	5219	98	41,8	62,8	96,0
Härkäpapu N 90	90	5709	107	41,5	63,4	95,5



Taulukossa 3 on laskettu ohra-sadon tuoton ja lannoitekustannuksen erotus jos esikasvina on kaura tai härkäpapu ja käytetty kahta eri lannoitetasoa. Härkäpavun esikasviarvo näkyy parempana tuottona. Kuvan 2 avulla on havainnollistettu eroja. Laskelmassa on käytetty rehuohran vuoden 2016 perushintaa 124,08 €/tn. Lannoituskustannus on laskettu Suomensalpietarin (N 27 %) joulukuun 2016 hintana 222 €/tn.

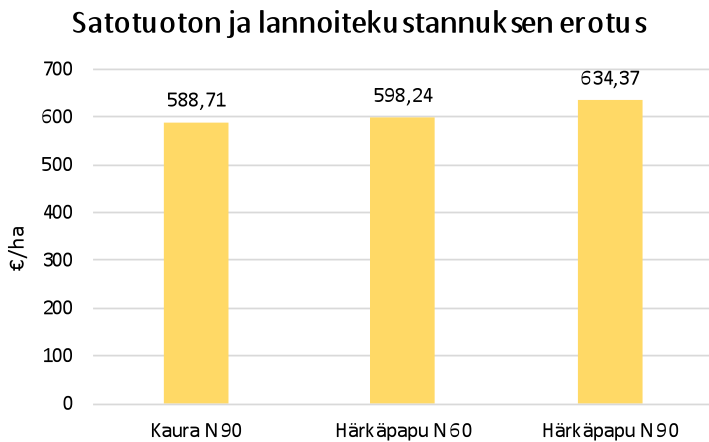
Taulukko 3. Ohra-sadon tuoton ja lannoituskustannuksen erotus eri tyypilannoitustasoilla kun esikasvina kaura tai härkäpapu ja lannoitteena käytetty Suomensalpietaria.

Viljelykasvi: Ohra

Esikasvi	Tyypilannoitus, kg N/ha	Sadon arvo, €/tn <sup>a)</sup>	Lannoituskustannus, €/ha <sup>b)</sup>	Satouoton ja lannoituskustannuksen erotus, €/ha	Satouoton ja lannoituskustannuksen suhdeluku
Kaura N 90	90	662,71	74,00	588,71	
Härkäpapu N 60	60	647,57	49,33	598,24	102
Härkäpapu N 90	90	708,37	74,00	634,37	108

<sup>a)</sup>Laskelmassa käytetty rehuohran vuoden 2016 perushintaa 124,08 €/tn

<sup>b)</sup>Laskelmassa lannoituskustannus laskettu Suomensalpietarin (N 27 %) joulukuun 2016 hintana 222 €/tn



Kuva 2. Ohran satouoton ja lannoitekustannuksen erotus kun esikasvina kaura tai härkäpapu ja käytettäessä eri tyypilannoitustasoja.

Vaikka oheinen laskelma on tehty vain yhden vuoden tulosten perusteella, se antaa suuntaa, millainen vaikutus härkäpavulla on esikasvina. MTT:n raportissa 76 todetaan, että suurin hyöty esikasvin tyypivaikutuksesta tulee alhaisilla mineraalilannoitustasoilla ja vaikutus pääsääntöisesti pienenee, mitä enemmän mineraalilannoitteita käytetään. Monisopu-hankkeessa tutkittiin esikasviarvon vaikutusta vehnän viljelyssä ja siinä kahden vuoden tuloksiksi saatiin 73 kg/ha ja 810 kg/ha parempi vehnäsato. Verrokkina oli vehnän viljely vehnän jälkeen. Tämä osoittaa, että härkäpavun tyypilannoitusvaikutuksissa on suuria eroja johtuen kasvukauden ja kasvupaikan eroista. Täytyy kuitenkin muistaa, että palkoviljoilla on kierrossa arvoa myös tautipaineen hillitsemisessä viljavuosien välissä, joka osaltaan parantaa viljojen kasvukykyä.

## Palkokasvit viljelykierrossa

Palkokasvit tarvitsevat hyvärakenteisen maan kasvualustakseen. Varsinkin herne on arka niin kuivuudelle kuin märkyydelle. Tämä saattaa rajoittaa palkokasvien viljelyä tilatasolla, jos lohkoilla on vaihtelua. Lisäksi eloperäset maat eivät sovellu palkoviljojen viljelyyn. Viljelykierrossa herneellä ja härkäpavulla suositellaan pidettäväksi 4–5 välivuotta tautiriskin vuoksi. Yleisin tauti molemmilla on pahkahome ja härkäpavulla myös suklaalaikku. Pahkahometta esiintyy yleisesti myös apilalla ja öljykasveilla joten näiden kasvien ollessa viljelykierrossa, pahkahomeen esiintymiseen on kiinnitettävä huomiota.

Viljelykierrossa parhaita paikkoja herneelle ja härkäpavulle on ennen paljon tyypeä käytettävää kasvia esim. kevätvehnää. Myös syysviljat ovat hyviä kasveja, mutta myöhäinen korjuuajankohta varsinkin puituna rajoittaa niiden viljelyä herneen ja härkäpavun jälkeen. Mahdollista on myös perustaa nurmi näiden kasvien alle, varsinkin jos ne kerätään ajoissa vaikka kokoviljasäilörehuna. Nurmikierrossa kannattaa myös muistaa pahkahomeen esiintyminen, mikäli nurmissa on mukana apilaa. Taulukossa 4 on kaksi esimerkkiä, kuinka kierto voitaisiin toteuttaa.

Taulukko 4. Esimerkki palkokasveista viljelykierrossa kun mukana on nurmi tai jos ei ole nurmea.

Taulukko 4. Esimerkki palkokasveista viljelykierrossa kun mukana on nurmi tai jos ei ole nurmea.

Viljelykierrot	1. vuosi	2. vuosi	3. vuosi	4. vuosi	5. vuosi	6. vuosi
Kuusi- ja heinävuotinen, nurmi mukana	Vilja + nurmensiemien	Nurmi 1	Nurmi 2	Nurmi 3	Vilja	Herne/Härkäpapu
Nelivuotinen, ei nurmia	Ruis	Herne/Härkäpapu	Kevätvehnä	Ohra		

Taulukossa 5. on esimerkki tarvittavasta herneen tai härkäpavun viljelypinta-alasta, jos HAMK Mustialan maatilan navetassa osa valkuaisrehusta olisi hennettä tai härkäpapua. Laskelma on tehty 5-vuotisen viljelykierron mukaan. Satotasoina on käytetty lohkotietopankin tuloksista johdettuja keskisatoja. Tilalla tuotettujen valkuaisrehujen käyttömäärät on laskettu niin, että lypsylehmillä ja nuorkarjalla noin puolet valkuaisrehuista on hennettä tai härkäpapua ja loppu rypsirohetta. Lisäksi automaattilypsylehmäryhmä saa lypsylehmiltä täysrehua. Säilörehuna laskelmassa on käytetty nurmisäilörehua, D-arvo 690 g/kg ka ja raakavalkuaispitoisuus 160 g/kg ka. Lypsylehmämäärä laskelmassa oli 75 eläintä ja nuorkarja 65 eläintä.

Taulukko 5. Mustialan karjassa tarvittava herneen tai härkäpavun määrä ja viljelyala kun osa valkuaisrehuista tuotetaan tilalla.

Valkuaisrehu	Tarve, kg/karja/vuosi	Satotaso, kg/ha	Kokonaispinta-alan	
			Viljelyalan tarve, ha	tarve 5 v:n viljelykierrossa, ha
Herne	65000	2700	24	120
Härkäpapu	55000	2800	20	98

Viljelykierron saamiseksi kohdalleen hankaloittavat lohkojen erilaisuus sekä muiden kasvien osuus viljelykierrossa varsinkin karjatilalla. Jos mietitään muiden viljakasvien viljelyalaa herneen ja härkäpavun viljelyalaan suhteutettuna, tällöin nurmipinta-ala on 87–90 ha ja viljelypinta-ala sama kuin herneellä tai härkäpavulla. Todennäköisesti käy niin, että viljelykiertoa joudutaan miettimään jokaisen lohkon osalta erikseen, koska nurmi on nautojen tärkein rehu ja sen riittävän määrän ja laadun varmistaminen tulee aina olla suunnittelun pohjana.

# Valkuaisrehujen vaikutus maidontuotannon kannattavuuteen

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala  
Marketta Rinne ja Kaisa Kuoppala • Luonnonvarakeskus, Jokioinen



Kuva: Katariina Manni, HAMK

Säilörehu on nautojen ruokinnassa tärkein valkuaisen lähde. Sen lisäksi valkuaista tulee muistakin rehuista, joiden käyttö perustuu ensisijaisesti säilörehun täydentämiseen. Valkuaisrehut ovat yksi nautojen ruokinnan kalleimmista komponenteista. Niiden käyttöä suunniteltaessa on hyvä huomioida vaikutukset tuotannon kannattavuuteen. Lisäksi liiallinen valkuaisruokinta vaikuttaa haitallisesti eläinterveyteen ja hedelmällisyyteen sekä ympäristöön, joten ylimääräisen valkuaisen syöttäminen ei ole järkevää.

## Laskelmien lähtötiedot

Valkuaisrehujen käytön kannattavuutta lypsylehmien ruokinnassa selvitettiin Pro-Agrian Karjakompassi-ohjelmalla. Laskelmat tehtiin HAMK Mustialan karjan kevään 2017 lypsyssä olevien lehmien tiedoilla. Tulokset ovat Karjakompassilla tehtyjen laskelmien tuloksia, ei käytännössä mitattuja.

Säilörehuina käytettiin kolmea esimerkkisäilörehua, jotka olivat:

- Nurmisäilörehu (D-arvo 690 g/kg ka)
- Puna-apilapitoinen säilörehua (D-arvo 660 g/kg ka)
- Härkäpapusäilörehu (D-arvo 640 g/kg ka)

Härkäpapusäilörehulla korvattiin noin puolet nurmisäilörehun kuiva-aineesta. Puna-apilasäilörehussa oli puolet puna-apilaa ja puolet nurmiheinäkasveja. Valkuaisrehuina käytettiin neljää vaihtoehtoa:

- Teollinen rehuseos (raakavalkuaista 285 g/kg ka)
- Rypsi-/rapsirouhe (raakavalkuaista 379 g/kg ka)
- Herne (raakavalkuaista 230 g/kg ka)
- Härkäpapu (raakavalkuaista 300 g/kg ka)

Näiden edellä mainittujen, yksittäisten valkuaisrehujen lisäksi laskelmat tehtiin rypsin ja herneen sekä rypsin ja härkäpavun seoksista (1:1). Tarkemmat koostumus- ja rehuarvotiedot käytetyistä rehuista on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Laskelmissa käytettyjen rehujen rehuarvo- ja koostumustiedot.

Rehuarvot kuiva-aineessa	Nurmi- säilörehu	Puna-apila- säilörehu	Härkäpapu- säilörehu	Ohra-kaura- viljaseos	Rypsirouhe	Herne	Härkäpapu	Teollinen rehuseos
Kuiva-aine, g/kg	300	300	220	860	890	860	860	884
Energia, MJ/kg ka	11,0	10,6	10,2	12,6	11,4	13,3	12,8	12,8
OIV, g/kg ka	84	90	79	94	169	116	123	140
PVT, g/kg ka	35	49	42	-19	154	62	125	150
Raakavalkuainen, g/kg ka	160	180	160	121	379	230	300	285
NDF, g/kg ka	550	465	470	250	270	130	160	
Tärkkelys, g/kg ka			90	525	45	480	380	110
Sokerit, g/kg ka	50	40		19	87	55	40	
D-arvo, g/kg ka	690	660	640	766	696	849	817	

Hintoina käytettiin laskelman tekohetken keskimääräisiä markkinahintoja, jotka olivat:

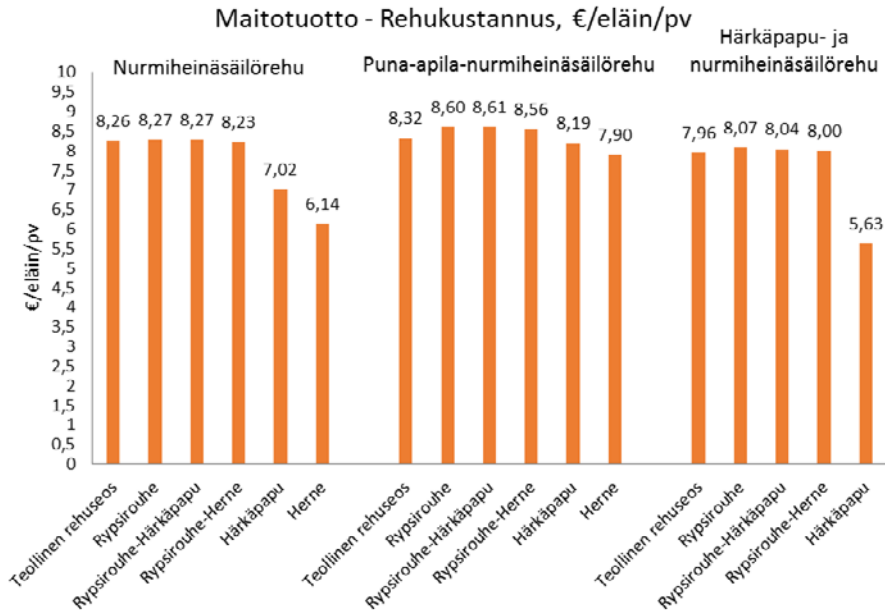
- Säilörehut 11,2 snt/kg ka
- Seosvilja (ohra ja kaura, 1:1) 14,95 snt/kg ka
- Teollinen rehuseos 38,18 snt/kg ka
- Rypsirouhe 31,69 snt/kg ka
- Herne 20,93 snt/kg ka
- Härkäpapu 20,93 snt/kg ka
- Kivennäiset: fosforikivennäinen 50 snt/kg ka, kalsiumkivennäinen 40 snt/kg ka, ruokasuola 15 snt/kg ka

Ostorehujat olivat teollinen rehuseos, rypsirouhe ja kivennäiset. Muut rehut luokiteltiin tilalla tuotetuiksi ns. kotoisiksi rehuiksi.

Ruokinnansuunnittelun lähtökohtana olivat käytännössä toteuttamiskelpoiset ja mahdollisimman vertailukelpoiset ruokinnat. Optimoinnissa tärkkelyksen yläraja oli 180 g/kg ka. Tulosten taloudellinen vertailu perustui maitotuoton ja rehukustannuksen erotukseen euroina. Tulokset on esitetty lehmää kohti päivässä. Lisäksi maitotuoton ja rehukustannuksen erotus euroina laskettiin myös karjakohtaisesti päivä- ja vuositasolla. Tilakohtaisessa tarkastelussa lehmämäärä oli 100. Nurmi-härkäpapusäilörehulla, kun valkuaisrehuna käytettiin ainoastaan hennettä, tärkkelysraja tuli optimoinnissa vastaan, eikä sillä saatu toimivaa ruokintaa. Tämän vuoksi kyseistä ruokintaa ei ole esitetty tuloksissa. Taulukoissa 2, 3 ja 4 on esitetty tarkemmin eri ruokintojen tuloksia ja ne löytyvät tämän kirjoituksen lopusta.

## Puna-apilasäilörehulla kannattavuutta maidontuotantoon

Maitotuoton ja rehukustannuksen erotuksen perusteella parhaat taloudelliset tulokset saatiin puna-apilasäilörehuun perustuvilla ruokinnoilla, kun valkuais täydennys tehtiin pelkällä rypsirouheella tai korvaamalla osa rypsirouheesta herneellä tai härkävavulla (kuva 1). Hyvän taloudellisen tuloksen taustalla oli nurmisäilörehuruokintoihin verrattuna maidon korkeampi hinta ja suurempi maitotuotto sekä pienempi rehukustannus.



Kuva 1. Lehmä- ja päiväkohtainen maitotuoton ja rehukustannuksen välinen erotus eri ruokinnoilla Karjakompassilla laskettuna.

Maidon hintaa puna-apilasäilörehuruokintoilla nosti maidon suurempi valkuaispitoisuus, vaikka rasvapitoisuus olikin pienempi nurmisäilörehupohjaisiin ruokintoihin verrattuna. Maitotuotto oli vastaaviin nurmisäilörehuruokintoihin verrattuna pienempi, mutta maidosta maksettava korkeampi hinta ja pienempi rehukustannus kompensoivat sitä. Paras maitotuotto saatiin nurmisäilörehuun perustuvalla ruokinnalla, kun valkuaisrehuna oli teollinen rehuseos. Tällä ruokinnalla rehukustannus oli kuitenkin korkea, mikä heikensi ruokinnan kannattavuutta.

Verrattaessa härkävavusäilörehuruokintoja parhaimman taloudellisen tuloksen antaneisiin puna-apilasäilörehupohjaisiin ruokintoihin, maitotuotokset ja maidon rasvapitoisuudet olivat pienempiä, mutta maidon valkuaispitoisuus oli suurempi. Suurempi maidon valkuaispitoisuus nosti maidosta maksettavaa hintaa, joka oli parempi härkävavusäilörehuruokintoilla. Maitotuotto jäi kuitenkin pienemmäksi puna-apilasäilörehuruokintoihin verrattuna johtuen härkävavusäilörehuruokintojen pienemmistä

maitotuotoksista. Valkuaisrehujen suurempi käyttötarve härkäpapusäilörehulla puolestaan nosti ruokintakustannusta puna-apilapohjaisiin ruokintoihin verrattuna. Pienempi maitotuotto ja korkeammat rehukustannukset heikensivät härkäpapusäilörehuun perustuvan ruokinnan kannattavuutta.

Nurmisäilörehupohjaisiin ruokintoihin verrattuna härkäpapusäilörehua sisältävillä ruokinnoilla maidosta maksettava hinta oli suurempi pois lukien valkuaistäydennys pelkällä härkäpavulla. Kuitenkin pienemmistä maitotuotoksista johtuen lehmäkohmainen maitotuotto jäi härkäpapusäilörehua sisältävillä ruokinnoilla nurmisäilörehu-ruokintoja pienemmäksi. Vaikka rehukustannus oli härkäpapusäilörehulla pienempi, ei se riittänyt kompensoimaan pienempää maitotuottoa. Tämän seurauksena nurmisäilörehupohjaisilla ruokinnoilla saatiin parempi taloudellinen tulos verrattuna vastaaviin härkäpapusäilörehu sisältäviin ruokintoihin.

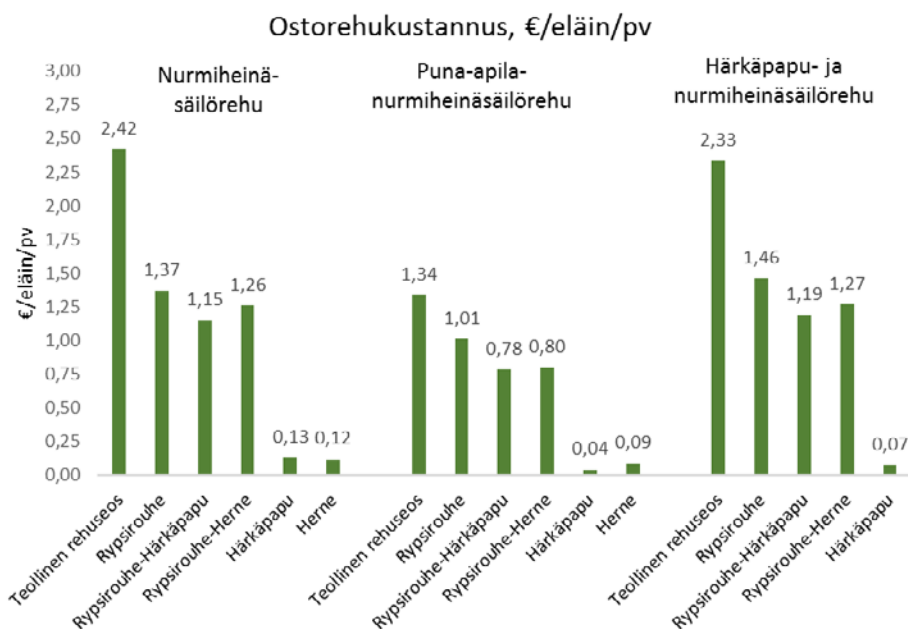
### **Rypsi tuottoisa yksin tai seoksina palkoviljojen kanssa**

Kun verrattiin valkuaisrehuja eri säilörehuilla, parhaat taloudelliset tulokset saatiin säilörehusta riippumatta käytettäessä joko pelkkää rypsiä tai korvaamalla osa rypsiä herneellä tai härkäpavulla. Nurmisäilörehuun perustuvalla ruokinnalla teollisella rehuseoksella päästiin yhtä hyvään taloudelliseen tulokseen kuin rypsiruokinnoilla.

Herne ja härkäpapu ainoina valkuaisrehuina johtivat heikoimpaan taloudelliseen tulokseen kaikilla säilörehuilla. Syynä oli pienemmästä maitotuotoksesta johtuva huonompi maitotuotto verrattuna muihin valkuaisrehuihin. Vaikka rehukustannus hennettä tai härkäpapua käytettäessä olikin pienempi, se ei riittänyt kompensoimaan pienentynyttä maitotuottoa.

Laskelmassa puna-apilapitoisella ruokinnalla säilörehun tarve oli muita ruokintoja suurempi kaikkia valkuaisrehuja käytettäessä. Nurmisäilörehuruokintoihin verrattuna väkirehun osuus ruokinnassa oli puolestaan pienempi. Valkuaisrehua tarvittiin muihin säilörehuihin verrattuna vähemmän.

Kotoisten rehujen käytöllä voidaan vaikuttaa ostorehukustannukseen (kuva 2). Vaikutus oli huomattava verrattaessa eri valkuaisrehuja. Kun valkuaistäydennys tehtiin herneellä tai härkäpavulla, ostorehukustannus oli selkeästi pienin kaikilla säilörehuilla ja teollista rehuseosta käytettäessä suurin. Ostorehukustannukseen vaikutti rehujen käyttömäärät ja hinnat. Ostorehukustannuksen lisäksi maidontuotannon kannattavuuteen liittyvässä tarkastelussa tulee huomioida myös rehujen vaikutukset maidontuotantoon, mikä viime kädessä ratkaisee käytön kannattavuuden.



Kuva 2. Lehmä- ja päiväkohtainen ostorehukustannus eri ruokintoilla Karjakompassilla laskettuna.

## Tilakohtaisuus ja kokonaisvaltainen tarkastelu laskelmiin

Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että ne on laskettu yhden tilan tiedoilla, tietynä ajankohtana ja senhetkisiä markkinahintoja käyttäen. Tulokset ovat siten vain suuntaa-antavia. Niiden perusteella nousi kuitenkin esiin selkeitä ruokintojen välisiä eroja. Huomionarvoinen asia on sekin, että pieneltä tuntuva ero yksikköhinnassa, esim. maidosta maksettavassa hinnassa, rehukustannuksessa maitolitran kohden tai ostorehukustannuksessa saattaa muuttua isoksi eroksi, kun lasketaan niiden vaikutusta karja- ja vuositasolla.

Laskelmia tehtäessä on aina tärkeää käyttää tilakohtaisia hintoja niin kotoisten rehujen kuin ostorehujenkin osalta. Tämä vaikuttaa osaltaan siihen, mitä rehuja ja missä suhteessa kannattavaa tuottaa ja käyttää ruokinnassa. Haasteen tähän tuo se, miten tarkasti kotoisten rehujen hinnat pystytään laskemaan. Niillä on kuitenkin iso vaikutus lopputulokseen, joten tähän kannattaa panostaa.

Esitettyssä laskelmassa ei ole huomioitu vaikutuksia tilan viljelykiertoon eikä maksettaviin maataloustukiin. Nämä ovat kuitenkin tärkeä ottaa huomioon, kun tehdään tilatason kokonaisvaltaista laskelmaa. Esimerkiksi palkokasvien viljelyn hyödyt kannattaa miettiä laajemmin kuin vain rehukäytön näkökulmasta. Palkokasveja viljelemällä voidaan säästää ostolannoitekustannuksissa, millä on suoria taloudellisia vaikutuksia. Lisäksi niillä on maan kasvukuntoa parantavia vaikutuksia, joiden mitaaminen suoraan rahana on vaikeaa.

Myös ympäristövaikutukset on hyvä ottaa huomioon rehuntuotantoa ja ruokintoja suunniteltaessa. Palkokasvien viljelyssä ja monipuolisessa viljelykierrossa on monia ympäristöä hyödyttäviä vaikutuksia. Valkuaisruokintaa suunniteltaessa on pidettävä mielessä myös se, että runsas valkuaisruokinta heikentää valkuaisen hyväksikäyttöä, mikä lisää ympäristön typpikuormitusta.

Rehuntuotannon ja ruokintojen suunnittelu on nähtävä yhtenäisenä kokonaisuutena. Suunnittelun perustana tulee aina olla tilan omat lähtötiedot ja tuotannon tavoitteet.

## Johtopäätökset

Maitotuoton ja rehukustannuksen erotuksen perusteella paras taloudellinen tulos saatiin puna-apilapitoista säilörehua käyttämällä. Rypsi on taloudellisesti kilpailukykyinen valkuaisrehu, mutta osa siitä voidaan korvata herneellä tai härkäpavulla taloudellisesti kannattavasti. Tehdyssä laskelmassa käytettiin samaa hintaa kaikilla säilörehuilla, jotta säilörehun hintavaikutus saatiin poistettua. Kotoisten rehujen käytöllä ja kaupallisilla valkuaisrehuvalinnoilla on merkittävä vaikutus ostorehukustannukseen.

Tilakohtaisissa vertailuissa on syytä käyttää todellisia hintoja, sillä säilörehun tuotantokustannukset saattavat vaihdella huomattavasti. Vaikka tässä laskelmassa ei huomioitu palkoviljojen vaikutusta mm. maataloustukiin ja viljelyn kannattavuuteen, ne on syytä huomioida tilakohtaisten laskelmien teossa.



Taulukko 2. Eri valkuaisrehujen vaikutus rehunkulutukseen, syöntiin, ravintoaineiden saantiin, maitotuotokseen ja taloudellisiin tuloksiin nurmisäilörehulla Karjakompassilla laskettuna.

	Nurmisäilörehu (D-arvo 690 g/kg ka)					
	Teollinen rehuseos	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapu	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapu	Herne
<b>REHUNKULUTUS</b>						
Nurmisäilörehu, kg ka/eläin/pv	12,0	12,6	12,8	12,8	12,9	12,9
Puna-apilasäilörehu (apilaa 50 %), kg ka/eläin/pv						
Härkäpapusäilörehu, kg ka/eläin/pv						
Säilörehua yht., kg ka/eläin/pv	12,0	12,6	12,8	12,8	12,9	12,9
Ohra-kaura, kg ka/eläin/pv	8,0	8,4	7,1	6,9	3,5	1,7
Rypsirouhe, kg ka/eläin/pv		4,0	3,3	3,6		
Teollinen rehuseos kg ka/eläin/pv	6,2					
Herne, kg ka/eläin/pv				1,7		6,1
Härkäpapu, kg ka/eläin/pv			1,9		5,9	
Valkuaisrehuja yht., kg ka/eläin/pv	6,2	4,0	5,1	5,3	5,9	6,1
Kivennäisrehut, kg ka/eläin/pv	0,173	0,309	0,326	0,316	0,356	0,321
Väkirehuja yht., kg ka/eläin/pv	14,4	12,7	12,6	12,5	9,8	8,0
Ostoväkirehuja yht., kg ka/eläin/pv	6,33	4,28	3,58	3,94	0,36	0,32
<b>SYÖNTI JA RAVINTOAINEDIEN SAANTI</b>						
Nurmisäilörehu (D-arvo 690 g/kg ka)						
	Puolitiivist	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapu	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapu	Herne
Syönti, kg ka/pv	26,3	25,4	25,4	25,3	22,7	21,0
MJ/kg ka	10,9	10,7	10,7	10,7	10,8	10,9
OLV g/kg ka	101	100	100	100	94	93
Rv g/kg ka	177	180	186	184	188	175
Väkirehun osuus, %	55	50	50	49	43	38
<b>TUOTOS JA PITOISUUDET</b>						
Nurmisäilörehu (D-arvo 690 g/kg ka)						
	Puolitiivist	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapu	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapu	Herne
Maitoa, kg/eläin/pv	41,5	38,3	38,1	38,1	31,1	27,4
Meijerimaitoa, l/eläin/pv	38,2	35,2	35,1	35,1	28,6	25,2
Maidon rasvapitoisuus, %	4,09	4,41	4,17	4,16	4,35	4,49
Maidon valkuaispitoisuus, %	3,32	3,35	3,36	3,36	3,46	3,46
Rehuhyötysuhde, kg maitoa/kg ka	1,58	1,51	1,50	1,51	1,37	1,31
<b>TALOUS</b>						
Nurmisäilörehu (D-arvo 690 g/kg ka)						
	Puolitiivist	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapu	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapu	Herne
Maito, snt/l	34,62	34,96	35,08	35,08	36,25	36,61
Maitotuotto, €/eläin/pv	13,22	12,31	12,30	12,31	10,36	9,22
<b>Ostorehukustannus, €/eläin/pv</b>	<b>2,42</b>	<b>1,37</b>	<b>1,15</b>	<b>1,26</b>	<b>0,13</b>	<b>0,12</b>
<b>Ostorehukustannus, €/karja/vuosi</b>	<b>88251</b>	<b>49958</b>	<b>41887</b>	<b>45981</b>	<b>4781</b>	<b>4296</b>
Rehukustannus, snt/l	12,99	11,49	11,51	11,62	11,68	12,23
Rehukustannus, €/eläin/pv	4,96	4,04	4,04	4,08	3,34	3,08
Maitotuotto - Rehukustannus, snt/l	21,63	23,47	23,57	23,45	24,57	24,38
<b>Maitotuotto - Rehukustannus, €/eläin/pv</b>	<b>8,26</b>	<b>8,27</b>	<b>8,27</b>	<b>8,23</b>	<b>7,02</b>	<b>6,14</b>
Maitotuotto - Rehukustannus, €/karja/vuosi	826	827	827	823	702	614
<b>Maitotuotto - Rehukustannus, €/karja/vuosi</b>	<b>301490</b>	<b>301855</b>	<b>301855</b>	<b>300395</b>	<b>256230</b>	<b>224110</b>

Taulukko 3. Eri valkuaisrehujen vaikutus rehunkulutukseen, syöntiin, ravintoaineiden saantiin, maitotuotokseen ja taloudellisiin tuloksiin puna-apila- ja nurmiheinäkasvipitoisella säilörehulla Karjakompassilla laskettuna.

	Puna-apilasäilörehu (D-arvo 660 g/kg ka) + Nurmisäilörehu (D-arvo 690 g/kg ka)					
	Teollinen rehusos	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapu	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapu	Herne
<b>REHUNKULUTUS</b>						
Nurmisäilörehu, kg ka/eläin/pv						
Puna-apilasäilörehu (apilaa 50 %), kg ka/eläin/pv	13,5	13,7	13,8	14,0	14,4	14,7
Härkäpapusäilörehu, kg ka/eläin/pv						
Säilörehua yht., kg ka/eläin/pv	13,5	13,7	13,8	14,0	14,4	14,7
Ohra-kaura, kg ka/eläin/pv	8,1	8,5	7,2	6,4	4,9	5,2
Rypsirouhe, kg ka/eläin/pv		3,1	2,4	2,5		
Teollinen rehusos kg ka/eläin/pv	3,5					
Herne, kg ka/eläin/pv				2,3		3,0
Härkäpapu, kg ka/eläin/pv			2,0		4,7	
Valkuaisrehuja yht., kg ka/eläin/pv	3,5	3,1	4,4	4,8	4,7	3,0
Kivennaisrehut, kg ka/eläin/pv	0,053	0,089	0,090	0,090	0,135	0,218
Väkirehuja yht., kg ka/eläin/pv	11,6	11,8	11,7	11,3	9,7	8,5
Ostoväkirehuja yht., kg ka/eläin/pv	3,53	3,23	2,52	2,57	0,14	0,22
<b>SYÖNTI JA RAVINTOAINEIDEN SAANTI</b>						
	Puolitiiviste	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapu	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapu	Herne
Syönti, kg ka/pv	25,1	25,5	25,5	25,3	24,1	23,2
MJ/kg ka	10,7	10,6	10,9	10,6	10,7	10,6
OIV g/kg ka	99	101	101	101	97	93
Rv g/kg ka	176	185	192	189	191	172
Väkirehun osuus, %	46	46	46	45	40	37
<b>TUOTOS JA PITOISUUDET</b>						
	Puolitiiviste	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapu	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapu	Herne
Maitoa, kg/eläin/pv	38,0	38,0	37,9	37,6	34,9	33,6
Meijerimaitoa, l/eläin/pv	35,0	35,0	34,9	34,6	32,1	30,9
Maidon rasvapitoisuus, %	4,03	4,07	4,10	4,10	4,19	4,20
Maidon valkuaispitoisuus, %	3,45	3,45	3,46	3,47	3,48	3,44
Rehuhyötysuhde, kg maitoa/kg ka	1,51	1,49	1,49	1,49	1,45	1,45
<b>TALOUS</b>						
	Puolitiiviste	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapu	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapu	Herne
Maito, snt/l	35,37	35,50	35,63	35,71	35,99	35,73
Maitotuotto, €/eläin/pv	12,37	12,42	12,42	12,37	11,55	11,05
<b>Ostorehukustannus, €/eläin/pv</b>	<b>1,34</b>	<b>1,01</b>	<b>0,78</b>	<b>0,80</b>	<b>0,04</b>	<b>0,09</b>
<b>Ostorehukustannus, €/karja/vuosi</b>	<b>48729</b>	<b>36826</b>	<b>28618</b>	<b>29146</b>	<b>1464</b>	<b>3148</b>
Rehukustannus, snt/l	11,59	10,92	10,95	11,01	10,47	10,19
Rehukustannus, €/eläin/pv	4,06	3,82	3,82	3,81	3,36	3,15
Maitotuotto - Rehukustannus, snt/l	23,79	24,59	24,69	24,71	25,52	25,55
<b>Maitotuotto - Rehukustannus, €/eläin/pv</b>	<b>8,32</b>	<b>8,60</b>	<b>8,61</b>	<b>8,56</b>	<b>8,19</b>	<b>7,90</b>
Maitotuotto - Rehukustannus, €/karja/vuosi	832	860	861	856	819	790
<b>Maitotuotto - Rehukustannus, €/karja/vuosi</b>	<b>303680</b>	<b>313900</b>	<b>314265</b>	<b>312440</b>	<b>298935</b>	<b>288350</b>

Taulukko 4. Eri valkuaisrehujen vaikutus rehunkulutukseen, syöntiin, ravintoaineiden saantiin, maitotuotokseen ja taloudellisiin tuloksiin härkäpapa- ja nurmiheinäkasvipoitoseilla säilörehulla Karjakompassilla laskettuna.

	Härkäpapasäilörehu (D-arvo 640 g/kg ka) + Nurmisäilörehu (D-arvo 690 g/kg ka)				
	Teollinen rehuseos	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapa	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapa
<b>REHUNKULUTUS</b>					
Nurmisäilörehu, kg ka/eläin/pv	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Puna-apilasäilörehu (apilaa 50 %), kg ka/eläin/pv					
Härkäpapasäilörehu, kg ka/eläin/pv	6,2	6,7	6,9	7,0	6,5
Säilörehua yht., kg ka/eläin/pv	12,2	12,7	12,9	13,0	12,5
Ohra-kaura, kg ka/eläin/pv	6,5	6,8	5,4	5,1	2,5
Rypsirouhe, kg ka/eläin/pv		4,5	3,6	3,8	0,0
Teollinen rehuseos kg ka/eläin/pv	6,1				
Herne, kg ka/eläin/pv				1,7	
Härkäpapa, kg ka/eläin/pv			1,9		4,3
Valkuaisrehuja yht., kg ka/eläin/pv	6,1	4,5	5,5	5,5	4,3
Kivennäisrehut, kg ka/eläin/pv	0,052	0,175	0,190	0,179	0,210
Vakirehuja yht., kg ka/eläin/pv	12,6	11,4	11,1	10,9	7,0
Ostovakirehuja yht., kg ka/eläin/pv	6,12	4,63	3,75	4,01	0,21
<b>SYÖNTI JA RAVINTOAINEIDEN SAANTI</b>					
	Härkäpapasäilörehu (D-arvo 640 g/kg ka) + Nurmisäilörehu (D-arvo 690 g/kg ka)				
	Puolitiiviste	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapa	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapa
Syönti, kg ka/pv	24,8	24,1	24,0	23,9	19,5
MJ/kg ka	10,8	10,6	10,6	10,6	10,7
OLV g/kg ka	100	100	100	100	91
Rv g/kg ka	181	189	194	191	184
Vakirehun osuus, %	51	47	46	45	36
<b>TUOTOS JA PITOISUJEDET</b>					
	Härkäpapasäilörehu (D-arvo 640 g/kg ka) + Nurmisäilörehu (D-arvo 690 g/kg ka)				
	Puolitiiviste	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapa	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapa
Maitoa, kg/eläin/pv	39,1	36,5	36,1	36,0	25,4
Meijerimaitoa, l/eläin/pv	36,0	33,6	33,2	33,2	23,4
Maidon rasvapitoisuus, %	3,97	3,99	4,02	4,02	4,44
Maidon valkuaispitoisuus, %	3,43	3,50	3,51	5,51	3,36
Rehuyötysuhde, kg maitoa/kg ka	1,58	1,51	1,51	1,51	1,31
<b>TALOUS</b>					
	Härkäpapasäilörehu (D-arvo 640 g/kg ka) + Nurmisäilörehu (D-arvo 690 g/kg ka)				
	Puolitiiviste	Rypsirouhe	Rypsirouhe + Härkäpapa	Rypsirouhe + Herne	Härkäpapa
Maito, snt/l	35,07	35,60	35,75	35,76	35,76
Maitotuotto, €/eläin/pv	12,63	11,97	11,88	11,86	8,37
<b>Ostorehukustannus, €/eläin/pv</b>	<b>2,33</b>	<b>1,46</b>	<b>1,19</b>	<b>1,27</b>	<b>0,07</b>
<b>Ostorehukustannus, €/karja/vuosi</b>	<b>85201</b>	<b>53424</b>	<b>43364</b>	<b>46282</b>	<b>2716</b>
Rehukustannus, snt/l	12,97	11,61	11,56	11,63	11,70
Rehukustannus, €/eläin/pv	4,67	3,90	3,84	3,86	2,74
Maitotuotto - Rehukustannus, snt/l	22,10	23,99	24,19	24,13	24,06
<b>Maitotuotto - Rehukustannus, €/eläin/pv</b>	<b>7,96</b>	<b>8,07</b>	<b>8,04</b>	<b>8,00</b>	<b>5,63</b>
Maitotuotto - Rehukustannus, €/karja/pv	796	807	804	800	563
<b>Maitotuotto - Rehukustannus, €/karja/vuosi</b>	<b>290540</b>	<b>294555</b>	<b>293460</b>	<b>292000</b>	<b>205495</b>

## Kiitokset

Kiitokset Eero Veijoselle (ProAgria Etelä-Suomi) ja opiskelija Johanna Valkamalle (HAMK) panoksesta työn toteuttamisessa.

# Valkuaisrehujen taloudellinen vertailu sikojen ruokinnassa

Sini Perttilä ja Hilkka Siljander-Rasi • Luonnonvarakeskus, Helsinki



Kuva: Sini Perttilä, Luke

## Valkuaisrehujen käyttö sikojen ruokinnassa

Sikojen rehut sisältävät raakavalkuaista 15–17 % rehuseoksesta. Noin puolet valkuaisesta tulee energiarehuista eli lähinnä viljoista, joita sikojen rehut sisältävät 75–80 % rehun kokonaisenergiasta. Rehuseosten loppuosa koostuu valkuaisrehuista, kivennäis- ja hivenaineista ja vitamiineista, jotka annostellaan seokseen erilaisina täydennysrehuina tai erillisinä komponentteina. Lisäksi täydennysrehut voivat sisältää puhtaita aminohappoja, entsyymejä, orgaanisia happoja, kuitua sekä väri- ja makuaineita. Sikojen teollisissa täydennysrehuissa valkuaisen lähteenä käytetään yleisimmin soijarouhetta. Soijarouhe on ulkomainen valkuaisrehu, joka syntyy öljynpuristuksen sivutuotteena. Soijan hinta on riippuvainen maailmanlaajuisista markkinatilanteista. Sen valkuaisen koostumus sopii sioille erittäin hyvin eikä se välttämättä tarvitse lisäksi aminohappotäydennyksiä. Mahdollinen aminohappojen lisästarve riippuu lähinnä kasvatusvaiheesta ja viljojen aminohappokoostumuksesta. Soijaan ja laadukkaisiin viljoihin perustuva lihasikojen rehuseos tarvitsee lisäksi vain täydennysrehun, joka sisältää tarvittavat lisäkivennäiset ja vitamiinit. Porsaille ja imettäville emakoille joudutaan joskus lisäämään puhtaita aminohappoja, että tarvittavien aminohappojen määrät ja suhteet saadaan sopiviksi. Pelkästään valkuaismäärän nostaminen lisää vain ympäristöä kuormittavan ylimääräisen valkuaisen määrää.

Kotimaisista valkuaisrehuista sioille käytetään eniten ohravalkuaisrehua (OVR), joka on pääosin etanolin valmistuksessa syntyvää rankkia sekä härkäpapua ja hernettä. Lisäksi rypsirouhetta ja -puristetta käytetään jonkin verran. Joillain tiloilla saatetaan käyttää myös makealupiinia, pellavarouhetta ja nurmirehujä. Karkearehuista käytetään nurmisäilörehua ja heinää varsinkin luomutuotannossa lähinnä sikojen virikkeenä. Niiden merkitys sikojen valkuaisen lähteenä on vähäinen.

Ohravalkuaisrehun on kotimainen valkuaisrehu, joka syntyy etanoliteollisuuden sivutuotteena. Alhaisen kuiva-ainepitoisuuden vuoksi sitä on edullista käyttää alueilla, jonne sen kuljetusmatkat jäävät kohtuullisiksi. Ohravalkuaisrehu tarvitsee seokseen viljan oheen täydennysrehun, joka on tarkoitettu täydentämään sen aminohappokoostumusta ja tasaamaan kivennäissisältöä. OVR:n käyttöä rajoittaa saatavuuden lisäksi sen alhainen kuiva-ainepitoisuus. Koko rehuseoksen ravintoainepitoisuuksia ei saada riittävän korkeiksi kuiva-ainekiloa kohti imettäville emakoille ja porsaille, jos OVR-liemen käyttömäärät ovat suuria. Porsaat ja imettävät emakot eivät pysty syömään niin suuria määriä liemimäistä rehua, että ravintoainetarpeet suurilla OVR:n käyttömäärillä täyttyisivät.

Härkäpapu ja herne korvaavat rehuseoksissa sekä viljaa että soijaa, sillä ne sisältävät sekä tärkkelystä että valkuaista. Palkoviljojen käyttöä rehuseoksissa säätelevät siksi sekä viljan että valkuaisrehujen hinnat. Viljan ja soijan hinnan ollessa korkealla härkäpapu ja herne ovat edullinen vaihtoehto seokseen. Härkäpapu ja herne sisältävät niukasti rikkipitoisia metioniini- ja kystiini-aminohappoja, joita sika tarvitsee saadakseen tasapainoista valkuaista. Käytettäessä hernettä ja härkäpapua sikojen rehuseoksissa täydennysrehun on sisällettävä enemmän rikkipitoisia aminohappoja kuin esimerkiksi soijaa käytettäessä. Käytännössä rehuseokseen on lisättävä puhtaita aminohappoja sisältäviä täydennysrehuja tai rikkipitoisia aminohappoja sisältäviä rehuaineita kuten rypsiä. Rehutehtaat valmistavat palkoviljaruokintaan sopivia täydennysrehuja. Usein palkoviljaruokintaan tarkoitettujen täydennysrehujen hinnat vain tekevät muutoin edullisesta ruokinnasta kallista. Rypsin käyttöä rehuseoksissa rajoittavat sen rasvan määrä ja aminohappokoostumus.

## Laskelmien lähtötiedot

Eri valkuaisrehuvaihtoehtojen käyttömahdollisuuksia ja kannattavuutta sikojen ruokinnassa selvitettiin optimoimalla käytännössä toteutuskelpoisia ruokintoja Winopti-ohjelmalla (Agrosoft WinoptiNet 2017). Hintoina käytettiin laskelman tekohetken keskimääräisiä markkinahintoja, jotka olivat:

- Vehnä 140 €/tn
- Ohra 130 €/tn
- Kaura 130 €/tn
- Rypsirouhe 350 €/tn
- Soijarouhe 460 €/tn
- Härkäpapu 190 €/tn
- Täydennysrehut: vilja-täydennysrehu 460, OVR-täydennysrehu 455 ja palkoviljoille tarkoitettu täydennysrehu 395 €/tn
- Täydennysrehu komponenttiruokintaan 425 €/tn
- Ohravalkuaisrehu 60 €/tn
- Vesi 2 €/tn

Sikatiloilla ostorehukseksi voidaan lukea teolliset täydennysrehut, rypsi- ja soijarouhe sekä ohravalkuaisrehu. Usein sikatiloilla joudutaan ostamaan myös viljaa ja palkoviljoja, joten jako osto- ja kotoisiin rehuihin vaihtelee tilakohtaisesti.

Täydennysrehujen koostumus- ja hintatietoina käytettiin rehunvalmistajilta saatuja tietoja sekä viljojen osalta ajankohdan (lokakuu 2017) analyysitietoja Eviralta. Valkuaisrehujen koostumuksissa käytettiin taulukkoarvoja (Luke 2017) ja hintoina ajankohdan markkinahintoja.

## Ruokintojen suunnittelu

Sioille suunniteltiin neljä eri perusruokintavaihtoehtoa: 1) vilja-täydennysrehu, 2) vilja-OVR-täydennysrehu, 3) vilja-soija-täydennysrehu ja 4) vilja-härkäpapu-rypsipuriste-täydennysrehu alku- ja loppukasvatukseen (Vaihe 1 ja 2) (taulukot 1 ja 2). Seokset suunniteltiin sisältämään mahdollisimman samat määrät ravintoaineita sekä täyttämään ruokintasuositusten mukaiset tarpeet (Luke 2013). Kotoisten valkuaisrehujen osuus valkuaisrehuista suunniteltiin mahdollisimman suureksi käyttörajoitukset ja valkuaisvaatimus huomioon ottaen. Rehuvalmistajat eivät olleet laskelmia tehtäessä vielä päivittäneet täydennysrehujen koostumuksia vuoden 2017 viljojen koostumusta täydentämään, jolloin rehuja suunniteltaessa yksittäisiin ravintoaineiden pitoisuuksiin tuli hiukan vajausta tai epätasapainoa. Poikkeamat olivat kuitenkin niin pieniä, että tuleva täydennysrehujen päivitys ei vaikuta rehuseosten hintoihin ja vertailuun. Ainoastaan härkäpapua ja rypsirouhetta valkuaislähteenä käytettäessä ei ollut mahdollista toteuttaa ruokintasuositusten mukaista rehuseosta. Tietoon saadun teollisen täydennysrehun koostumusta ei ollut suunniteltu tällaiselle ruokinnalle. Vilja-härkäpapu-rypsirouherehuseokseen tarvitaan oma täydennysrehu, jotta rehun aminohappopitoisuudet saadaan tasapainoon. Optimaalisen täydennysrehun hinta ja käyttömäärä vastaavat kuitenkin laskelmissa käytettyä täydennysrehua, joten taloudelliset laskelmat ovat vertailukelpoisia.

Heikon saatavuuden vuoksi käytännön tilaolosuhteissa on erittäin harvoin mahdollista käyttää ainoana valkuaisen lähteenä hernettä, härkäpapua tai rypsiä niin suurina määrinä kuin niitä tarvittaisiin. Tiloilla palkoviljojen ja rypsin lisäysmäärät jäävätkin yleensä 5–10 % energiasta, jolloin voidaan käyttää myös muita kuin palkoviljaruokintaan tarkoitettuja täydennysrehuja. Tämän vuoksi laskelmiin suunniteltiin myös rehuseos, jossa käytettiin härkäpapua ja rypsirouhetta valkuaislähteenä täydennysrehun lisäksi vilja-täydennysrehu- ja vilja-OVR-täydennysrehuruokinnolla. Alkukasvatusrehuissa härkäpapua käytettiin seoksessa 7 ja 10 % sekä loppukasvatusrehuissa 3 ja 8 % energiasta. Suuremmilla käyttömäärillä tulee käyttää palkoviljojen käyttöön suunniteltua täydennysrehua rehuseoksen tasapainoisen aminohappokoostumuksen varmistamiseksi. Tällainen laskelma tehtiin, mutta koska rehuseoksen hinta nousi alkukasvatuksessa selvästi kalleimmaksi ja loppukasvatuksessakin huomattavasti kalliimmaksi kuin esimerkiksi vilja-täydennysrehuseos, suunnitelmaa ei esitetä laskelmissa.

Myös porsaille sekä tiineille ja imettäville emakoille tehtiin rehu-laskelmat. Nämä laskelmat on esitetty vain sanallisena yhteenvedona. Porsaiden rehuseoksista edullisin oli OVR-lientä, OVR-täydennysrehua ja härkäpapua sisältävä seos. Seuraavaksi edullisin seos oli noin 5 % energiasta härkäpapua sisältävä vilja-täydennysrehuruokinta ja kolmanneksi edullisin ruokinta oli viljaa, soijaa ja täydennysrehua sisältävä rehuseos. Tiineiden emakoiden ravinnontarve on pienempi kuin imettävien, joten härkäpapua ja rypsirouhetta valkuaisen lähteenä käytettäessä saatiin edullisin ja ravintovaatimukset täyttävä seos. Seuraavaksi edullisimmat tiineiden emakoiden seokset olivat vilja-OVR-täydennysrehuruokinta härkäpapurisillä (4 %) ja ilman härkäpapua. Imettävän emakon edullisin rehuseos oli vilja-OVR-täydennysrehuruokinta 9 %n härkäpapurisillä. Seuraavaksi edullisimmat seokset olivat vilja-OVR-täydennysrehuruokinta ja vilja-härkäpapu-rypsirouhe-täydennysrehu-ruokinta.

Taulukko 1. Lihaskojen alkukasvatusrehut (Vaihe I).

Rehuaine	Vilja- täydennysrehu	OVR- täydennysrehu	Soija- täydennysrehu	Härkäpapu- rypsirouhe- täydennysrehu	Vilja- täydennysrehu- härkäpapu	OVR- täydennysrehu- härkäpapu
% energiasta						
Vehnä	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Ohra	51.1	46.5	51.0	39.0	46.9	43.0
Kaura	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Rypsirouhe				8.3		
Soijarouhe Hipro			12.9			
Härkäpapu				17.0	6.7	10.0
Lihasika- täydennysrehu	18.9				16.5	
OVR-täydennysrehu		7.3				6.3
Täydennysrehu komponenttiruokintaan			6.2	5.7		
OVR		16.2				10.6
Ravintoaine						
Kuiva-aine, %	86.77	26.00	86.75	86.87	86.67	26.00
Raakavalkuainen, %:a seoksesta	16.4	4.9	16.1	16.4	16.7	4.9
SRV, g /MJ NE	15.6	15.6	15.6	15.6	15.9	15.6
Energia, MJ NE/kg	10.2	10.0	10.2	9.9	10.2	10.0
Sulava Lys, g/MJ NE	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
Hinta						
€/10000 MJ NE	231	229	227	220	225	219
€/1000 kg seosta	204	60	201	199	199	58

Taulukko 2. Lihaskojen loppukasvatusrehut (Vaihe II).

Rehuaine	Vilja- täydennysrehu	OVR- täydennysrehu	Soija- täydennysrehu	Härkäpapu- rypsirouhe- täydennysrehu	Vilja- täydennysrehu- härkäpapu	OVR- täydennysrehu- härkäpapu
% energiasta						
Vehnä	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Ohra	65.7	63.1	66.1	55.4	64.3	60.3
Kaura	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Rypsirouhe				2.9		
Soijarouhe Hipro			9.1			
Härkäpapu				17.0	2.6	8.0
Lihasika- täydennysrehu					13.1	
OVR-täydennysrehu		5.8				5.1
Täydennysrehu komponenttiruokintaan	14.3		4.8	4.7		
OVR		11.1				6.6
Ravintoaine						
Kuiva-aine, %	86.58	26.00	86.57	86.57	86.53	26.00
Raakavalkuainen, %:a seoksesta	15.0	4.4	14.6	14.7	15.0	4.4
SRV, g/MJ NE	13.9	13.8	13.8	13.8	14.0	13.8
Energia MJ NE/kg	10.2	10.1	10.2	10.0	10.2	10.1
Sulava Lys, g/MJ NE	0.85	0.86	0.84	0.86	0.84	0.86
Hinta						
€/10000 MJ NE	210	209	205	195	206	201
€/1000 kg seosta	186	55	182	169	183	53

## Ruokintojen vertailu

Alkukasvatusrehuista (Vaihe I) selvästi edullisemmiksi muodostuivat rehut, jotka sisälsivät härkäpapua. Härkäpavun käyttömäärät olivat 7, 10 ja 17 % energiasta, kun seoksen koostumusta täydennettiin vilja-täydennysrehulla, OVR-täydennysrehulla tai rypsirouheella ja täydennysrehulla komponenttiruokintaan. Edullisin alkukasvatuserhu oli vilja-OVR-täydennysrehu-härkäpapuruokinta. Toiseksi edullisimmalla vilja-härkäpupu-rypsirouhe-täydennysrehuruokinnalla seoksen energia-arvo jäi muita vaihtoehtoja pienemmäksi eikä aminohappokoostumus ollut optimaalinen. Vaikka ruokinta olisi edullista, saattaa sikojen kasvu tällä ruokinnalla hidastua valkuaisen epäedullisen aminohappokoostumuksen vuoksi, mikä heikentää kyseisen ruokinnan kannattavuutta. Kolmanneksi edullisin oli vilja-täydennysrehuruokinta, johon oli lisätty härkäpapua noin 7 % energiasta. Härkäpapulisäys laski OVR-ruokinnan hintaa 10 € ja vilja-tiiviste ruokinnan hintaa 6 € / 10 000MJ NE.

Loppukasvatusvaiheessa (Vaihe II) sian valkuaisen tarve laskee, jolloin valkuaisrehun hinnan vaikutus ei ole niin merkittävä. Edullisin ruokintavaihtoehto oli viljaa, härkäpapua (17 %), rypsirouhetta ja täydennysrehua sisältävä ruokinta, mutta seoksen energiapitoisuus jäi muita seoksia matalammaksi. Härkäpavun lisäys (8 %) OVR-pohjaiseen ruokintaan laski rehuseoksen hintaa 8 €/10000 MJ NE tehden seoksesta seuraavaksi edullisimman vaihtoehdon. Vilja-tiivisteruokintaan härkäpavun lisäyksestä oli vain vähäinen hyöty. Seoksen hinta laski vain 4 €/10000 MJ NE härkäpapulisäyksen (3 %) jälkeen loppukasvatusrehuissa.

Viljaan ja täydennysrehuun, soijaan ja täydennysrehuun sekä OVR-liemeen ja täydennysrehuun perustuvien ruokintojen hinnoissa ei ollut merkittäviä eroja alku- eikä loppukasvatuksessa. Rehuseosten hintaerot olivat 1–5 €/10 000 MJ NE. Samansuuruisen eron voi seoksiin tehdä jo pelkästään matalammasta viljan valkuaispitoisuudesta johtuva täydennysrehun käyttömäärän lisäys tilalla eri viljaeria käytettäessä.

## Ruokintavaihtoehtojen kannattavuuden arviointi

Tuotantotuloksina laskelmissa käytettiin maan keskiarvotietoja (Atria 2014) ja teuras- ja hintatietoina Luonnonvarakeskuksen tilastotietoja (Luke Stat 2017) /taulukko 3). Kaikissa eri ruokintavaihtoehtoissa käytettiin samoja keskimääräisiä tuotantotuloksia ja vain rehuseoksen hinta vaihteli. Sikojen tuotantotuloksia kerätään liha-alan yrityksissä, mutta niitä ei ole saatavilla ruokintamuotoihin yhdistettyinä. Tämän vuoksi ei voida varmuudella sanoa, minkälaiset tuotantovaikutukset ruokintavaihtoehtoilla on käytännön tiloilla, joten laskelmat ovat tältä osin vain suuntaa-antavia. Tulokset laskettiin lihasikaa ja 1000 lihasian sikalaa kohti.



Taulukko 3. Laskelmissa käytetyt arvot.

MJ NE / kg rehua	10.2
Rehuhyötysuhde MJ NE / lisäkasvikilo	26.0
Päiväkasvu g/sika	918
Lihaskapaikkoja kpl	1000
Porsaiden tulopaino, kg	29.6
Sikojen lähtöpaino, kg	119.5
Teuraspaino, kg	89.0
Lihaprosentti, %	59.6
Lihan hinta, €/kg	1.52
Lihatuotto, € / sika	135
Lihatuotto, € / sikala / vuosi	414 144
Tyhjennyspäivät, kpl	28
Ruokintapäivien lkm	97.9
Kasvatuseriä, kpl/vuosi	3.1
Porsaan hinta, €	39.08
Porsaiden hankinta-arvo, € / v	122 381
Rehun kulutus, MJ NE/sika	2344
Rehun kulutus, MJ NE/laskentaerä	2339954

Laskelmissa ruokintamuodoista paras arvioitu tuotto (lihatuotto-rehukustannus-porsaskustannus) tuli vilja-härkäpapu-rypsirouhe-täydennysrehu-ruokinnalla (taulukko 4). Tutkimustulosten perusteella voidaan olettaa sikojen kasvavan hitaammin tällä ruokinnalla, koska ravintoainevaatimukset (energiasisältö ja aminohappotasapaino) eivät täysin täyttyneet tässä rehuseoksessa, jolloin lihatuotto jää luultavasti oletettua pienemmäksi. Jos rehuseoksen valkuaiskoostumus ei ole optimaalinen, myös riski sikojen käytösongelmiin (esim. hännänpurenta) kasvaa.

Seuraavaksi parhaat tuotot saatiin lisättäessä härkäpapua OVR-ruokintaan ja soija-täydennysrehuruokinnalla. Ruokintojen väliset erot olivat hyvin pieniä ja lopputulokseen voivat vaikuttaa suuresti tilakohtaiset tekijät kuten hinnat, tuotantotulokset ja raaka-aineiden saatavuus. Esimerkiksi OVR-lientä ei ole saatavilla kaikille sikatiloille.

Taulukko 4. Lihatuotto-rehukustannus-porsashankintakustannus eri ruokintamuodoissa.

Ruokintamuoto	Vilja- täydennysrehu	OVR- täydennysrehu	Soija- täydennys- rehu	Härkäpapu- rypsirouhe- täydennysrehu	Vilja- täydennysrehu- härkäpapu	OVR- täydennysrehuhärkäpapu
Rehun kulutus kg/sika	228.8	231.5	228.8	234.7	228.8	231.0
Rehun kulutus kg/erä	228 818	231 462	228 760	234 683	228 818	231 037
Ruokinnan hinta €/sika	50.4	50.2	49.5	47.3	49.5	48.3
Ruokinnan hinta €/erä	50 402	50 195	49 470	47 280	49 496	48 334
Ruokinnan hinta/sikala/v	154 742	154 107	151 880	145 155	151 959	148 393
Lihatuotto-rehukust./ sikala/ v	259 402	260 037	262 264	268 989	262 185	265 751
Lihatuotto-rehukust./sika	84	85	85	88	85	87
<b>Lihatuotto-rehukust.- porsashankintakust.</b>	<b>137 021</b>	<b>137 656</b>	<b>139 883</b>	<b>146 608</b>	<b>139 804</b>	<b>143 370</b>
<b>Lihatuotto-rehukust.- porsashankintakust./sika</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>49</b>	<b>46</b>	<b>47</b>

Laskelmissa saatu kate (lihatuotto – rehukustannus – porsashankintakustannus) jää kattamaan muuttuvia kustannuksia, eläin- ja liikepääoman korkoa, kiinteitä kustannuksia ja työtä. Käytännönläheinen tutkimus sikatilalla -hankkeessa (2017), jossa korvattiin OVR-pohjaisella ruokinnalla täydennysrehun soijaa härkäpavulla, lihatuotto, josta oli vähennetty rehukustannus ja porsaskustannus, riitti kattamaan muuttuvat kustannukset, korot ja työn, mutta kiinteät kustannukset veivät ruokinnan kannattavuuden tappiolliseksi.

## Johtopäätökset

Sioilla kotoisten valkuaisrehujen käytön lisääminen edellyttää niiden saatavuuden paranemista tiloilla. Lisäksi rehuseoksiin tarvitaan monipuolisempia ja edullisempia täydennysrehuja, jotka soveltuvat kotoisten valkuaisrehujen täydentämiseen sekä vilja- että ohravalkuaisrehupohjaisella ruokinnalla. Ruokintamuotojen väliset tuotavuuserot ovat pieniä. Ne ovat riippuvaisia tilakohtaisista tekijöistä kuten raaka-aineiden saatavuudesta, hinnoista ja tuotannon tasosta. Ohravalkuaisrehu on edullinen valkuaisen lähde sioille, mutta sen käyttöä rajoittaa saatavuus. Härkäpapu on osoittautunut hyväksi valkuaisen ja energian lähteeksi etenkin lihasioille. Sikojen rehuseoksissa härkäpavun käyttöä rajoittaa sen saatavuus tiloilla ja matala rikkipitoisten aminohappojen pitoisuus. Härkäpapulisällä voidaan helposti laskea rehuseoksen hintaa sekä OVR-liemi- että vilja-täydennysrehuruokinnalla. Ruokintakustannuksen lisäksi tulee aina huomioida myös ruokintojen tuotantovaikutukset ja niiden vaikutus taloudelliseen tulokseen. Jos ravintoaineiden tarve täyttyy, ruokinnoilla ei todennäköisesti ole odotettavissa suuria tuotannon vaihteluja.

## Lähteet

Atria 2014. Tuotantotulokset:

<https://www.atriatuottajat.fi/atriasika/lihasikatuotanto/lihasikojenkasvunopeus/Sivut/default.aspx>

Evira. Viljan keskilaatu 2017:

[https://www.evira.fi/globalassets/kasvit/viljely-ja-tuotanto/vilja/otanta-2017/viljan\\_laatu.pdf](https://www.evira.fi/globalassets/kasvit/viljely-ja-tuotanto/vilja/otanta-2017/viljan_laatu.pdf)

LukeStat 2017. Luonnonvarakeskuksen tilastopalvelut. Teurastiedot:

<http://stat.luke.fi/>

Luke 2013. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset 2013. Saatavilla:

[https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietosiilo/Arkisto/vanhat\\_rehutaulukot](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Tietosiilo/Arkisto/vanhat_rehutaulukot)

Luke 2017. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Saatavilla: [www.luke.fi/rehutaulukot](http://www.luke.fi/rehutaulukot)

7.

## TULEVAISUUDEN VALKUAISINNOVAATIOT



Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

# Kotimainen kasviproteiini on trendi johon pitää tarttua

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Marketta Rinne ja Kaisa Kuoppala • Luonnonvarakeskus, Jokioinen

Kuvat: Katariina Manni

Valkuaisosaamiskeskuksesta ratkaisuja Hämeen valkuaisomavaraisuuteen -hanke järjesti Innovaatiotyöpajan valkuaisomavaraisuuden edistämiseksi Jokioisten Tietotalolla 12.2.2016. Innovaatio-työpajan alussa oli kolme kotimaiseen kasvivalkuaiseen liittyvää alustusta. Niiden tarkoituksena oli viritellä kuulijoiden ajatuksia pienryhmätyöskentelyyn, jossa pohdittiin kotimaista valkuaisomavaraisuutta kolmesta eri näkökulmasta: Kotimaisen kasviproteiinin saatavuus, kotimainen kasviproteiini lautasella ja kotimaisesta kasviproteiinista uutta yrittäjyyttä. Jokainen ryhmä pohti teemaansa nelikenttäanalyysin (SWOT) pohjalta sekä mitä jatkotoimenpiteitä asioiden edistämiseksi tarvitaan.

## Kotimaisen kasviproteiinin mahdollisuuksia ja haasteita

Yrittäjä Harri Laine Arolan Luomusta Pornaisista käsitteli omassa puheenvuorossaan yrittäjyyttä ja jatkojalostusta, ravitsemuspäällikkö ja ravitsemusterapeutti Karri Mikkonen Tekme Oy:stä Hämeenlinnasta pohti ravitsemusnäkökulmia ja Sanna Vähämiko Turun Brahea-keskuksesta nosti esiin kotimaisen kasviproteiinin mahdollisuuksia ja haasteita.

Kotimaisen kasviproteiinin yksi suurimmista haasteista on kannattavuus. Yrittäjä Harri Laine Arolan Luomusta peräänkuulutti yhteistyötä ja verkostoitumista, jotka edistävät pienyrittäjien pärjäämistä markkinoilla. – Kilpailu elintarvikealalla on kovaa etenkin pienyrittäjille. Tuotekehitys ja tuotteiden markkinointi vaatii monialaista osaamista, jota ei aina pienyrityksestä löydy riittävästi, Laine totesi.

Projektipäällikkö Sanna Vähämiko Brahea-keskuksesta korosti viljelijöille suunnatun yrittäjähenkisyyttä ja osaamista lisäävän tiedotuksen ja koulutuksen tarvetta. – Oman tilan tuotteiden jatkojalostukseen tulee kannustaa. Samalla on varmistettava, että yrittäjät saavat apua esimerkiksi lainsäädännöllisissä asioissa. Kotimaisen kasviproteiinin tunnettuuden lisääminen niin ammattikeittiöissä kuin tavallisten kuluttajien keskuudessa on tärkeää.

Ravitsemuspäällikkö ja ravitsemusterapeutti Karri Mikkonen Tekme Oy:stä nosti esiin nykyiset ravitsemussuositukset, joissa kehoitetaan lisäämään palkokasvien käyttöä proteiinin lähteenä.

– Ravitsemussuosituksissa huomioidaan myös kotimaisuus ja suosituksissa mm. todetaan, että kotimaiset palkokasvit, herne ja papu, ovat kestävämpiä valintoja kuin soija. Kotimainen kasviproteiini on nyt trendi, johon pitää tarttua. Valkuaiskasvien kysyntä ja tarjonta voidaan saada kohtaamaan mm. edistämällä suurkeittiöiden ja yrittäjien yhteistyötä sekä rehuvalkuaisen tuottajien ja kotieläintilojen välisiä kontakteja. Tunnettuutta voidaan lisätä kotimaisten kasvivalkuaisien teemaviikoilla, resep-



Kuva: Katriina Manni, HAMK

### Asioiden vastakkainasettelu ja tukipolitiikan ailahtelevuus uhkia

Kasviproteiini-keskusteluissa uhkana nähtiin liha- ja kasvipärisen proteiinin vastakkainasettelu. Mielikuvat, trendit ja erilaiset ruokavalinnat ohjaavat, mitä kuluttajat haluavat. Joku haluaa että kasviproteiinituotteet näyttävät ja maistuvat kasvisruualta, joku taas haluaa että se muistuttaa lihaa.

Kotimaisen kasvivalkuaisen viljelyssä uhkakuvia luo ailahteleva tukipolitiikka, joka tekee pitkäjänteisen suunnittelun ja kehittämisen joskus jopa lähes mahdottomaksi. Tuontivalkuaisen osalta uhkana nähtiin erityisesti tuontirapsi, jonka hinta maailmanmarkkinoilla on laskussa.

### Uuden tiedon tuottamista tarvitaan

Kotimaisen kasvivalkuaisen tuotannon jatkotoimenpiteinä peräänkuulutettiin erityisesti kokeiluja ja kokemusten jakamista. Uutta tietoa ja olemassa olevan tiedon levittämistä tarvitaan, jotta tietoisuus kotimaisen valkuaisen mahdollisuuksista leviää ja kysyntä ja tarjonta kohtaisivat nykyistä paremmin.

Valkuaisomavaraisuuden edistäminen on pitkäjänteistä työtä, sillä jo vuoden 1915 maanviljelysoppikirjassa se on nostettu esiin: *"Palkokasveja viljellään maassamme jokseenkin yleisesti sekä ihmisiä että eläimiä varten, mutta sangen vähissä erissä. Tähän lienee syynä sopivien laatuojen (=lajikkeiden) puute ja asian ymmärtämättömyys. Kuitenkin ansaitsevat tämän ryhmän kasvit entistä hyvin paljon suurempaa huomiota."*

### Kotimaisesta kasviproteiinista uutta yrittäjyyttä

#### Tuotekehitys ja uudet innovaatiot ovat vahvuus

Kotimaisen kasviproteiinin yhtenä merkittävänä vahvuutena pidettiin sen tämänhetkistä trendikkyyttä. Kasvipohjaisen proteiiniin kysyntä on selkeässä nousussa. Bis-

tiikkaa kehittämällä sekä innostamalla julkkiskokit käyttämään näkyvästi kotimaisia kasvivalkuaisraaka-aineita.

## **Kotimaisen kasviproteiinin saatavuus**

### **Valkuaiskasvien monikäyttöisyys on vahvuus**

Kotimaisen kasvivalkuaisen saatavuuden vahvuuksia voidaan ajatella monesta eri näkökulmasta, esimerkiksi viljelyn tai käytön kannalta. Huoltovarmuus on yksi näkökulma, jolla on kansallisesti suuri merkitys. Viljelynäkökulmasta katsottuna valkuaiskasvien viljely edistää mm. viljelyn monipuolistamista ja parantaa maan kasvukuntoa. Palkokasveja viljelemällä voidaan saada säästöjä ostolannoitekustannuksissa. Haasteena on näiden höytyjen mittaaminen rahassa, sillä aina vaikutukset eivät ole helposti eivätkä heti mitattavissa.

Valkuiskasvit ovat monikäyttöisiä, sillä ne soveltuvat sekä ihmisten että eläinten rehuksi. Nykyiset ravitsemussuositukset puoltavat kasviproteiinin käyttöä, joka toivottavasti jatkossa tulee näkymään kasvivalkuaista sisältävien tuotteiden kysynnän lisääntymisenä. Eläinten ruokinnassa kotimaisella kasvivalkuaisella pyritään korvaamaan erityisesti tuontisoijaa, mutta myös tuont rapsia. Epävarmuutta globaaleilla valkuaisraaka-ainemarkkinoilla aiheuttavat mm. vaihtelut valkuaisraaka-aineiden saatavuudessa ja hinnoissa. Siten valkuaisomavaraisuuden edistäminen parantaa myös huoltovarmuutta ja pienentää hintariskejä.

### **Kasvilajeissa ja -lajikkeissa on jo monia mahdollisuuksia**

Kotimaisen kasviproteiinin saatavuus on valkuaisomavaraisuuden perusedellytys. Tukipolitiikalla, esimerkiksi valkuaiskasvipalkkiolla, voidaan ohjata kiinnostusta valkuaiskasvien viljelyyn. Jo nyt on olemassa monia eri valkuaiskasvivaihtoehtoja, joiden viljely onnistuu Suomen olosuhteissa. Valkuiskasvilajeja täydentävät vielä monet lajikkeet, joiden avulla pyritään vastaamaan erilaisiin tarpeisiin kuten kasvukauden pituusteen satoisuuteen, valkuaispitoisuuteen, lakoutumisherkkyyteen jne.

Kasvinjalostuksessa tehdään koko ajan töitä entistä viljelyvarmempien ja kannattavampien lajikkeiden aikaansaamiseksi. Härkäpavusta on jo tulossa kaksi uutta lajiketta, Sampo ja Louhi, joiden kasvuaikaa on saatu lyhennettyä ja satoisuutta parannettua nykyiseen Kontu-lajikkeeseen verrattuna. Lisäksi lähivuosina härkäpavusta on tulossa uusia lajikkeita, joista on saatu vähennettyä haitta-aineiden, konvisiini ja visiini, pitoisuuksia, jotka ovat haitallisia erityisesti yksimahaisten eläinten ruokinnassa, mutta haitallisia myös joillekin ihmisille. Haitta-aineista myös tanniini tulee vähenemään tulevaisuuden lajikkeiden myötä.

### **Kannattavuus ja verkostoituminen keskeisiä haasteita**

Merkittävänä haasteena kasvinviljelyn näkökulmasta katsottuna on valkuaiskasvien viljelyn kannattavuus. Viljelyn epävarmuus heikentää kannattavuutta, eikä kato vuosiltakaan voida aina välttyä. Kasvinvuorotus asettaa myös omat haasteensa, sillä pelkkiin valkuaiskasveihin ei voi erikoistua, koska samoilla lohkoilla ei voida viljellä palkokasveja vuodesta toiseen. Yhtenä suurena haasteena nähtiin myös se, miten saada tuottajat ja kuluttajat verkostoitumaan niin, että kysyntä ja tarjonta kohtaisivat nykyistä paremmin. Valkuiskasvien tuotanto, jatkojalostus ja myynti onnistuu pienyrityksenä, mutta alkutuottajan pääsy suuremmille markkinoille kuten suurkeittiöihin ja keskusliikkeisiin koetaan hankalaksi.



Kuva: Katariina Manni, HAMK

neksen luomisessa kaikki lähtee siitä, että yrittäjällä on hyvä idea. Jos idea kantaa niin pitkälle, etteivät yrittäjän omat resurssit enää riitä, yhteistyö voi olla yksi ratkaisu. Yhteistyöllä tuotantoa voidaan laajentaa säilyttäen jokaisen toimijan mahdollisuus toimia edelleen itsenäisenä yrittäjänä. Vielä kun tähän pystytään yhdistämään tutkimuslaitoksissa ja kehittäjäorganisaatioissa oleva laaja-alainen osaaminen, se luo hyvät onnistumisen edellytykset yritystoiminnalle.

Yrittäjyyttä innostavina asioina koettiin uuden luominen ja positiiviset esimerkit, joko omassa toiminnassa tai muiden tuottamina. Uudet ideat ja keksinnöt innostavat ja onnistumiset vahvistavat uskoa yrittäjyyteen. Yhtenä uutena kokeiluna esiin nousi luomusojan viljely Suomessa. Markkinoita sille olisi, kunhan vain viljelyvarmuutta saataisiin lisättyä.

#### **Suurkeittiöihin pääsy yrittäjien mahdollisuus**

Kotimaisen kasvivalvauksen tuotannon mahdollisuutena nähtiin kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen nykyistä paremmin. Tarvitaan konkreettisempaa tietoa siitä, mitä esim. suurkeittiöt tarvitsevat. Yrittäjille olisi monasti kannattavampaa tarjota suurempia määriä kerralla kuin myydä pieniä pakkauksia yksittäisille kuluttajille. Riittävän volyymin varmistamiseksi yrittäjät voisivat tehdä yhteistyötä. Yrittäjien ja raaka-aineiden jatkokäyttäjien välistä yhteistyötä peräänkuulutettiin myös jatkojalostuksen ja reseptiikan kehitystyössä. Hankaluutena koetaan se, ettei yrittäjien aika riitä julkisten hankintojen kilpailutusten seuraamiseen.

Yrittäjyyden edistämisessä mahdollisuutena nähtiin panostus positiivisten mielikuvien luomiseen niin raaka-aineista, tuotteista kuin aterioistakin. Reseptiikan kehittämiseen tulisi panostaa eri käyttäjät huomioiden. Kotimaisten valvauksikasvituotteiden tunnettuutta voisi edistää, jos joku julkisuuden henkilö esittelisi esim. jonkin raaka-aineen ja sen käytön ruuanvalmistuksessa ja lopputuloksena oli näyttävä, herkullinen ruoka-annos. Suoramyyntirenkaat nousivat esiin toimivana myyntikanavana.



## **Kova kilpailu elintarvikesektorilla heikkoutena**

Yrittäjä-näkökulmasta katsottuna elintarvikealan kova kilpailu nousi esiin merkittävänä heikkoutena. Pienyrittäjä ei pysty kilpailemaan massatuotteiden kanssa, ja tämä näkyy nopeasti heikkona kannattavuutena. Perheyrittäjien laajentuminen yritykseksi, jossa on palkattua työvoimaa, koetaan haasteelliseksi erityisesti korkeiden palkkakustannusten vuoksi, ja tämä puolestaan rajoittaa tuotantomäärien kasvattamisen. Lisäksi pienelle yritykselle tuotekehitys ja tuotteen prosessointi on aikaa vievää ja välillä hyvinkin kallista, eikä siihen välttämättä löydy riittävää resurssia, eikä aina osaamistakaan. Tuotekehitykseen on hankala saada ulkopuolista apua.

## **Tiedonpuute uhkana**

Kokemattomuus ja osaamattomuus käyttää erilaisia kasvivalvauisvaihtoehtoja saattaa olla kotimaisen kasvivalvauisen uhka. Pahimmillaan se voi suoraan tai välillisesti vähentää kotimaisten kasvivalvauisraaka-aineiden ja -tuotteiden kysyntää. Media koettiin tietyissä tilanteissa kotimaisen kasviproteiinin uhaksi, erityisesti silloin jos asioita ei tarkastella objektiivisesti. Mediassa paljon esillä olleesta kasvisruuan ja liharuuan vastakkainasettelusta pitää päästä pois, sillä kasvisruoka ei ole lihan vastine.

## **Yhteistyötä tarvitaan**

Jatkotoimenpiteinä peräänkuulutettiin ylimaakunnallista yhteistyötä. Suurkeittiöpuoli, tuottajat ja jatkojalostuksesta kiinnostuneet tulisi saada nykyistä tiiviimpään yhteistyöhön. Myös yrittäjien ja kuluttajien yhteen saattamista tulee edistää. Kotimaisen kasvivalvauisen näkyvyyden ja tunnettuuden lisäämistä tulee jatkaa ja positiiviset esimerkit nostaa esiin. Yhtenä keinona nostettiin esiin teemaviikot esim. ravintoloissa ja kouluissa. Teemaviikkojen lisäksi julkisissa ruokaloissa tulisi tarjoilla hyvää kasviproteiinipohjasta ruokaa säännöllisesti. Tuotekehitystä tarvitaan lisää, samoin reseptiikan kehittämistä.

## **Kotimainen kasviproteiini lautasella**

### **Kotimaisuus on vahvuus**

Kasviproteiinin vahvuutena pidettiin kotimaisuutta, jolle ei tarvita edes luomustatusta. Härkäpapu kotimaisena kasvina luo jo nimenä positiivisemmän mielikuvan kuin soija. Kotimaisuuteen yhdistetään mielikuvissa positiivisia sävyjä, kuten puhtaus, terveellisyys ja perinneruokien raaka-aine. Lisäksi kotimaisuuteen liittyy lyhyet kuljetusmatkat, jotka saattavat näkyä mm. pienempänä hiilijalanjälkenä tuontivalvauiseen verrattuna.

Uudet ravitsemussuositukset kannustavat kotimaisen kasvivalvauisen käyttöön, esimerkkinä suosituksista lapsiperheet, joissa palkokasveja tulisi syödä viikoittain. Kasvivalvauinen on monipuolinen raaka-aine ruuanvalmistuksessa ja valikoimasta löytyy monia edullisia tuotteita, kuten härkäpapu- ja hernejauho. Vahvuutena nousi esiin myös se, että kasvivalvauisesta voidaan teollisesti erotella eri jakeita kuten proteiini, tärkkelys ja kuitu.

### **Kotimaisen kasviproteiinin mahdollisuutena on sen trendikkyyys**

Kasvivalvauisen mahdollisuutena pidettiin skandinaavista keittiötä ja kouluruokakulttuuria. Ammattikeittiöillä ja elintarvikeyrityksillä on halua tuotekehitykseen, joka

on ravitsemussuositusten mukaista, ja tämä on kotimaisen kasvivalokuaisen mahdollisuus. Maahanmuuttajien ja lisääntyneen matkailun myötä uudet ruokakulttuurit saattavat tuoda mukanaan uusia kasvivalokuaisen mahdollisuuksia. Erityisesti nuoret kuluttajat seuraavat trendejä, ja tällä hetkellä kasvivalokuainen on yksi trendi. Huippukeittiömestarit ovat keskeisessä asemassa siinä, onko kasvisruokaa tarjolla ja jos on, millä tavalla. Myös tuotteiden näkyvyys kaupoissa on tärkeä ja siellä voisi vaikkapa hyödyntää kahta trendiä, kasvisruokaa ja gluteiinittomuutta leipomopuolella.

Kotimaisen kasvivalokuaisen käytön etuna on sen allergeenittomuus toisin kuin soijalla, sillä soja on allergeeni. Korvaamalla soijan muilla valokuaiskasvivaloehdoilla, saattaisi tästä allergeeni-merkinnästä päästä tuotepakkauksissa eroon. Kotimaisen kasvivalokuaisen mahdollisuutena pidettiin myös uusia kasveja, esim. hamppua, tai sitä että olemassa olevien, kuten Kontu-härkäpavun, ympärille saadaan luotua jokin houkutteleva tarina. Tällä saattaisi saada medianäkyvyyttä. Tuotekehityksessä voitaisiin kehitellä ateriatuote, jossa pasta olisi kasvivalokuaisperäistä sen sijaan että valokuainen tulisi perinteisemmin pastan kastikkeesta.

#### **Heikkoutena jatkojalostuksen haasteet**

Kotimaisen kasviproteiinituotteen jatkojalostuksen heikkoutena pidettiin sitä, että toisaalta sen takana pitäisi olla hyvä tarina, mutta kaikkea ei kuitenkaan voida tehdä itse. Gluteiinittomuus ja/tai luomu tuo omat haasteensa, sillä näihin tuotteisiin erikoistuneita myllyjä ei riittävästi. Lisäksi tuotteen jatkojalostuksessa erityisesti kypsennys on haasteellista, sillä siihenkään ole löydy aina tekijöitä.

#### **Tulevaisuuden epävarmuustekijät uhkana**

Kotimaisen kasvivalokuaisen uhkatekijänä nähtiin huono kysynnän ja tarjonnan kohtaaminen. Lisäuhkana on vielä suurkeittiöiden tulevaisuuden tuotantotapa, kuinka paljon niitä keskitetään ja minkälaisia volyymejä siellä tulevaisuudessa pyörii, ja pystyvätkö yksittäiset yritysyritykset vastaamaan niiden tarpeisiin. Lisähaasteensa tuo se, että uuden ruokalajin tutuksi tekeminen on pitkä prosessi, eikä se aina pysy samassa vauhdissa mukana kuin missä tahdissa ruokalistat vaihtuvat ja trendit muuttuvat. Uhkakuvana nähtiin myös se, että joku tuote lähtee yllättäen vetämään eikä kysyntään pystytäkään vastaamaan kyllin nopeasti. Viljelysuunnitelmia tehtäessä ei aina tiedetä, mille kasville tulee olemaan kysyntää, tai mikä hintataso tulee olemaan. Pienet ja epävarmat kotimaan markkinat koettiin ongelmallisena.

#### **Tuotekehitys vaatii jatkotoimenpiteitä**

Jatkotoimenpiteenä nostettiin vahvasti esiin yhteistyön lisäämistä toimijoiden kesken. Myös tuotekehitykseen ja prosessointiin tulee panostaa.

#### **Innovaatiotyöpajassa esiinnousseita pääkohtia**

Ilmapiiri tilaisuudessa oli innostunut ja kaikista huokui tahto viedä omalla tahollaan valokuaisomavaraisuutta edistäviä asioita eteenpäin. Toisaalta todettiin myös valokuaisomavarsuuden edistämisen monet haasteet, jotka liittyvät mm. yritysyrityteen, jatkojalostukseen, elintarviketeollisuuteen, myyntiin ja markkinointiin sekä kuluttajiin. Selkeä viesti kuitenkin oli, että yhteistyö, verkostoituminen sekä avoimuus ja tunnettuuden lisääminen ovat avainasemassa valokuaisomavaraisuutta edistettäessä. Ja tässä työssä tulee huomioida koko elintarvikesektori alkutuotannosta jalostavaan teollisuuteen ja kauppaan, kuluttajia unohtamatta.

Kooste työpajassa esiinnousseista keskeisimmistä asioista:

- Kotimainen kasvivalkuainen on nyt trendi, johon pitää tarttua
- Nykyiset ravitsemussuositukset suosivat kotimaista kasvivalkuaista, tähän pitää pystyä vastaamaan tuotannolla, tuotekehityksellä ja käytöllä
- Kotimaisen kasvivalkuaisen näkyvyyttä ja tunnettuutta tulee edistää, esim. julkkiskokit mukaan tähän kampanjaan, teemaviikkoja julkisiin ruokaloihin, reseptiikan kehitystä
- Valkuaiskasvien monikäyttöisyys on vahvuus, jota tulee nostaa esiin
- Tuottajien ja raaka-aineiden käyttäjien (esim. suurkeittiöt) yhteistyötä tulee edistää
- Yrittäjät tarvitsevat apua tuotekehityksessä ja markkinoinnissa
- Tilojen välistä yhteistyötä tarvitaan
- Valkuaiskasvien viljelyn ja rehukäytön hyödyt esiin myös euroina
- Tukipolitiikalla, esim. valkuaiskasvipalkkioilla, voidaan ohjata kiinnostusta valkuaiskasvien viljelyyn

### Alustusten taltioinnit:

Katariina Manni, HAMK, avaus

<https://www.youtube.com/watch?v=hWsHbSCgVn0&feature=youtu.be>

Harri Laine, Arolan Luomu, esitys aiheesta "Jatkojalostus on kotimaisen kasviproteiinin mahdollisuus"

<http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/valkuaisfoorumi/Sivut/innovaatiotyopajat.aspx>

Karri Mikkonen, Tekme Oy, esitys aiheesta "Kotimainen kasviproteiini ravitsemussuosituksissa ja ruuanvalmistuksessa"

<https://www.youtube.com/watch?v=iXgTWk8r9bI&feature=youtu.be>

Sanna Vähämiko, LounaFood Brahea-keskus, esitys aiheesta "Kasviproteiinin monet mahdollisuudet",

<https://www.youtube.com/watch?v=I4Pyc3-Ft00&feature=youtu.be> ja

<https://www.youtube.com/watch?v=jqyDDq72kg8&feature=youtu.be>

# Valkuaisomavaraisuus rakentuu osaamisesta, uusista innovaatioista ja yhteistyöstä

Katariina Manni • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala  
Marketta Rinne ja Kaisa Kuoppala • Luonnonvarakeskus, Jokioinen

Valkuaisfoorumin Innovaatiomessut pidettiin tiistaina 14.3. HAMK Mustialassa. Laaja, lähes 200 osallistujan joukko alan toimijoita oli paikan päällä pohtimassa valkuaisomavaraisuuden nykytilaa ja miten sitä saataisiin parannettua. Osajajajoukko koostui alkutuotannon, rehuteollisuuden, kasvinjalostuksen, siementuotannon, rehunsäilönnän, elintarvikesektorin, ammattikeittiöiden, tutkimuksen, koulutuksen ja neuvonnan edustajista. Lounaana tarjottiin kotimaisiin valkuaiskasveihin perustuvia herkkuja.

Innovaatiomessujen tavoitteena oli koota alan toimijat koko ruokaketjusta yhteen keskustelemaan, verkostoitumaan ja pohtimaan uusia ratkaisuja valkuaisomavaraisuuden edistämiseksi. Tilaisuuden avauspuheenvuorot piti MTK:n viljasiamies Max Schulman ja VTT:n tutkimuspäällikkö Raija Lantto. Lisäksi paikalla oli laaja-alainen alan toimijaverkosto esittelemässä ratkaisujaan valkuaisomavaraisuuden lisäämiseksi. Päivän annin kokosi "Askelmerkit suurempaan valkuaisomavaraisuuteen" -paneelikeskustelu.

## Kotimainen valkuainen nosteessa

Palkokasvit lisäävät ansaitusti suosiotaan ja erityisesti härkäpavun viljelyala on viime vuosina ollut selvässä nousussa. Myös herneelle on kysyntää. Markkinoille on tullut uusia palkoviljalajikkeita, uusia innovatiivisia tuotteita, uutta yrittäjyyttä ja kasvavaa kysyntää, jotka kaikki siivittävät kotimaisen kasvivalkuaisen tuotantoa ja käyttöä.

Nykyisissä ravitsemussuosituksissa kehoitetaan lisäämään palkokasvien käyttöä valkuaisen lähteenä. Niissä huomioidaan myös kotimaisuus ja suosituksissa todetaan, että kotimaiset palkokasvit, herne ja papu, ovat kestävämpiä valintoja kuin soija. Tämä on hyvä pohja lähteä rakentamaan kotimaisiin valkuaisraaka-aineisiin pohjautuvia tuotteita. Se tarjoaa mahdollisuuksia uudelle yrittäjyydelle ja innovaatioille.

Kotieläinten ruokinnassa kotimaisten valkuaiskasvien käyttö on lisääntynyt, mikä osaltaan edistää valkuaisomavaraisuutta. On varmistettava, että näihinkin tarpeisiin pystytään tuottamaan määrällisesti ja laadullisesti hyvää, kotimaista kasvivalkuaista, jotta tuontirehujen tarvetta pystytään vähentämään.

Tuotannosta ja rehukäytöstä pitää saada niin kannattavaa, että se kannustaa kotimaisten valkuaiskasvien viljelyä ja käyttöä rehuna. Kotimaisen viljelyn lisääntyminen on tärkeää, jotta kasvivalkuaisbuumi saadaan tyydytettyä kotimaisilla vaihtoehtoilla. Tuontisoijalle tarvitaan vaihtoehtoja, on kyseessä sitten elintarvikkeet tai kotieläinten rehut.

Tahtoa kotimaisen kasvivalkuaisen tuotannolle ja käytölle on, mutta haasteena on saada erilaiset tarpeet ja mahdollisuudet kohtaamaan. Tähän tarvitaan yhteistyötä, verkostoitumista, yrittäjyyttä, uusia innovaatioita ja myös uskallusta lähteä kokeilemaan uutta.



Paneeli menossa. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke.

## Hyönteiset tekevät tuloaan

Hyönteismarkkinat avaa aivan uudenlaiset mahdollisuudet valkuaisraaka-aineiden tuottamiseen. Jo nyt yrittäjien keskuudessa on kasvavaa kiinnostusta hyönteiskasvatusta kohtaan. Tulevaisuudessa se saattaa avata monille toimijoille aivan uudenlaisia yrittäjyyden mahdollisuuksia sekä kasvatuksessa että tuotteiden jatkojalostamisessa elintarvikkeeksi.

## Tuotanto, markkinat ja tulevaisuuden innovaatiot avainasemassa

Innovaatiomessujen Avauspuheenvuorossa MTK:n vilja-asiamies Max Schulman peräänkuulutti yhteistyön merkitystä osana valkuaisomavaraisuuden edistämistä. Valkuiskasvien viljelyä on lisättävä ja toisaalta markkinoiden pitää uskaltaa kehittyä. On turvattava kotimainen kysyntä ja toisaalta markkinoille on saatava uusia, innovatiivisia tuotteita. Tähän tarvitaan uusia ideoita, uusia tuottajia ja uusia markkinoita tuotannon kannattavuuden turvaamista unohtamatta.

Ruokahävikin pienentäminen on yksi keino edistää valkuaisomavaraisuutta, totesi VTT:n tutkimuspäällikkö Raija Lantto. Syödään kaikki se ruoka mikä ostetaan ja valmistetaan. Tulevaisuuden proteiini lähteitä ovat Lanton mukaan valkuaispitoisten kasvien lisäksi kasviperäisten raaka-aineiden jalostuksen yhteydessä syntyvät sivuvirrat, vajaasti hyödynnetty kala ja kalateollisuuden sivuvirrat sekä syötävät hyönteiset. Lisäksi Lantto nosti vahvasti esiin myös kauraproteiinin, joka on jo nyt hyvässä nosteessa hyvänä valkuaisen lähteenä. Hyönteiset ovat osa VTT:n tutkimus- ja kehittämissuorituksia ja jauhomadoille ja kotisirkoille onkin jo kehitetty fraktiointiratkaisuja. Seuraava ruuantuotannon suuri harppaus saattaa olla soluviljely, jossa valkuainen tuotetaan soluilla erilaisissa reaktoreissa. Tämä saattaa olla arkea kotikeittiöissä jo muutamien vuosien päästä ennusti Lantto.

## Valkuaisomavaraisuus on yhteinen tahtotila

Paneelikeskustelussa pohdittiin valkuaisomavaraisuuteen liittyviä vahvuuksia ja tulevaisuuden visioita sekä haasteita, joita pitää ratkaista. Panelisteina olivat MTK:n vilja-asiamies Max Schulman, maaseutuyrittäjä Simo Horkka Jokioisilta, kehityspäällikkö Pirjo Hissa Hankkijalta, tohtorikoulutettava Marjukka Lamminen Helsingin yliopistosta, Finsect Oy:n perustaja Lauri Jyllilä ja MTK:n ruoka-asiamies Anni-Mari Syväniemi.

Kaikkien panelistien puheenvuoroista välittyi selkeä viesti, että valkuaisomavaraisuus on yhteinen tahtotila. Meillä on paljon vahvuuksia ja mahdollisuuksia. Erityisesti esiin nostettiin teollisuuden merkitys, joka on valkuaisomavaraisuuden edistämiseksi vahvasti mukana. Valkuaisraaka-aineiden kysyntä on tällä hetkellä jo suurempaa kuin tuotanto. Tämä on mahdollisuus, mutta myös haaste. Markkinoita löytyy, nyt pitää saada viljelyhalukkuutta lisättyä. Yhtenä haasteena nousi esiin asenteet ja vanhat tottumukset, joihin tarvitaan muutoksia. Pitää uskaltaa lähteä yrittämään ja kokeilemaan. Kuluttajapuolelle tarvitaan lisää reseptiikkaa, joka edistää kotimaisten kasvivalkuaisraaka-aineiden käyttöä.

Tulevaisuuden innovaatioita ovat levät ja hyönteiset. Jotta levien käyttö valkuaisen lähteenä saadaan kannattavaksi, on tuotantokustannuksia pystyttävä alentamaan.

Mukana Innovaatiomessuilla olivat:

- A-Rehu Oy
- Asikkalan kunta/Ruokapalvelut
- Berner
- Boreal Kasvinjalostus Oy
- Eastman Chemical Company
- EntoCube Oy
- Etelä-Suomen Maa- ja kotitalousnaiset
- Finnamyl Oy
- Finsect
- Hankkija
- Helsingin yliopisto
- HKScan Finland Oy
- Hämeen ammatikorkeakoulu/Biotalous tutkimusyksikkö
- InnoRuoka-hanke
- Luonnonvarakeskus
- MTK
- Pelto-Paturi Oy, Tilasiemen
- ProAgria Etelä-Suomi
- Raisioagro Oy
- Reko-rengas



Verkostoituminen täydessä käynnissä. Kuva: Marketta Rinne, Luke.

Alustusten ja paneelikeskustelujen taltioinnit:

Max Schulman, MTK, avauspuheenvuoro

<https://www.youtube.com/watch?v=JIGANFMiP7s>

Raija Lantto, VTT, alustus aiheesta "Tulevaisuuden proteiini-innovaatiot"

<https://www.youtube.com/watch?v=F-ctEkx6hTc>

Paneelikeskustelu

<https://www.youtube.com/watch?v=1XnOkF-HQxY>

## Lupauksia valkuaisomavaraisuuden edistämiseksi

Valkuaisfoorumin järjestämällä Innovaatiomessuilla 14.3.2017 oli mahdollisuus antaa lupaus, miten omalta osaltaan aikoo edistää valkuaisomavaraisuutta. Tässä kooste annetuista lupauksista siivittämään kotimaisen valkuaisomavaraisuuden kasvua:

- Lupaan ostaa kotimaisiin valkuaisraaka-aineisiin perustuvia tuotteita.
- Lupaan käyttää kotimaisiin valkuaisraaka-aineisiin perustuvia raaka-aineita ja tuotteita.
- Lupaan ennakkoluulottomasti kokeilla ja käyttää kotimaisiin valkuaislähteisiin perustuvia tuotteita.
- Lupaan kehittää reseptiikkaa, jossa on mukana kotimaiset kasvivalkuaiset.
- Lupaan viljellä kotimaisia valkuaiskasveja.
- Lupaan tehostaa viljelykiertoa valkuaiskasvien avulla.
- Lupaan aloittaa kotimaisten valkuaiskasvien viljelyn.
- Lupaan käyttää kotimaisia kasvivalkuaisraaka-aineita lypsykarjan ruokinnassa.
- Lupaan uskoa, että kotimaisia valkuaiskasveja viljellään enenevässä määrin.
- Lupaan olla mukana valkuaiskasvilajikkeiden ja siementuotannon kehittämisessä.
- Lupaan ostaa kotimaista kasvivalkuaista rehuteollisuuden tarpeisiin.
- Lupaan edistää hyönteistaloutta.
- Lupaan viedä hyönteistuotantoa yhä useammalle maatilalle.
- Lupaan opetuksessa pitää valkuaisomavaraisuuteen ja sen edistämiseen liittyvät asiat esillä.
- Lupaan tutkimuksessa pitää valkuaisomavaraisuuteen ja sen edistämiseen liittyvät asiat esillä.
- Lupaan edistää valkuaisomavaraisuutta välittämällä siihen liittyvää tietoa.
- Lupaan viestiä tehokkaasti kotimaiseen valkuaiseen liittyvästä tutkimuksesta.
- Lupaan promota kotimaista ruokaa ja ruokakulttuuria.
- Lupaan pitää lainsäädäntöön liittyvissä asioissa kotimaisen valkuaisomavaraisuuden esillä.
- Lupaan edistää lainsäädäntömuutoksia hyönteisten rehukäytön sallimiseksi.
- Lupaan edistää valkuaisomavaraisuuden edistämiseen liittyvän tutkimusrahoituksen saamista.
- Lupaan tukea suomalaisia innovaatioita, myös valkuaiseen liittyviä.
- Lupaan opiskella lisää valkuaiskasveihin liittyviä asioita.
- Lupaan aktiivisesti seurata valkuaiskasvien viljelyyn ja käyttöön liittyviä asioita.
- Lupaan edistää valkuaisomavaraisuuteen liittyvää yhteistyötä.
- Lupaan pitää iloa, valoa ja tulevaisuudenuskoa yllä.

# Mikrolevät ja hyönteiset – tulevaisuuden valkuaisinnovaatioita

Marjukka Lamminen • Helsingin yliopisto, Helsinki

Satu Nokkonen • Hämeen ammattikorkeakoulu, Visamäki

Asiantuntijatreffit pidettiin viikolla 38/2017



Marjukka Lamminen



Satu Nokkonen

Maailmalla lisääntyvä proteiinin tarve pakottaa etsimään uusia proteiininlähteitä niin ihmisten kuin eläinten ravitsemukseen. Tällaisia proteiininlähteitä voivat olla esimerkiksi mikrolevät ja hyönteiset. Kasvava kiinnostus vaihtoehtoihin proteiininlähteisiin tuo uusia mahdollisuuksia hyönteistalouden ja mikrolevien kaupallistamiseen. Hyönteisissä ja mikrolevissä on myös potentiaalia sivuvirtojen hyödyntäjinä ja ravinteiden kierrättäjinä.

## Mikrolevät ovat kiertotalouden monitaitureita

Mikrolevät ovat mikroskooppisen pieniä, yksisoluisia tai yksinkertaisia monisoluisia yhteyttäviä organismeja, joita kasvaa luonnossa kaikenlaisissa ympäristöissä aavikoilta aina jäätiköille saakka. Mikrolevät ovat todella monimuotoinen eliöryhmä niin ulkonäkönsä, elinympäristövaatimustensa kuin ravintokoostumuksensakin perusteella. Tämän ansiosta mikrolevistä toivotaankin ratkaisua moniin erilaisiin ongelmiin.

Mikrolevien käyttöä tutkitaan mm. biopolttoaineiden tuotannossa, jätevesien ja savukaasujen puhdistuksessa, eläinten rehuna ja ihmisten ravintolisinä. Erityisen mielenkiintoisen mikrolevistä tekee se, että niiden tuotantoon ei tarvita hedelmällistä maatalousmaata tai juomakelpoista vettä. Näin ruoantuotantoon voidaan valjastaa sellaisiakin alueita, joilla viljely muutoin olisi haastavaa tai mahdotonta esimerkiksi maaperän pilaantumisen vuoksi.

Mikrolevien kasvunopeus on huima. Niiden biomassaa voi kaksinkertaistua alle vuorokaudessa ja korjuu tapahtuu tavallisesti 1–10 päivän välein. Benelux-maissa mikrolevien kuiva-ainesadot ovat olleet 15–30 tn/ha/vuosi ja valkuaisadot ovat olleet 5–20 kertaa rypsiä suuremmat.

Toistaiseksi levien kaupallista tuotantoa ovat rajoittaneet korkeat tuotantokustannukset, jotka voivat tuotantotavasta riippuen vaihdella n. 1,60–10 €/kg. Erilaisten teollisuuden sivuvirtojen, jätteiden ja savukaasujen hyödyntäminen levänkasvatuksessa



voi pudottaa tuotantokustannuksia merkittävästi, samoin erilaisten levämässan sivutuotteiden kehittäminen. Tällöin levien tuotantokustannus voi teoriassa olla halvimmillaan n. 0,30 €/kg, joka lähentelee jo soijarouheen maailmanmarkkinahintaa.

## Mikrolevien kasvatussysteemit

Teollisesti mikroleviä kasvatetaan joko avoimissa kiertovesialtaissa ulkona tai suljetuissa fotobioreaktoreissa. Kiertovesialtaat ovat enintään 50 cm syviä ovaalin muotoisia "ratoja", joissa pyörivä ratas pitää koko ajan veden hitaassa liikkeessä yhteyttämisen tehostamiseksi ja levän sedimentoitumisen ehkäisemiseksi. Fotobioreaktori puolestaan on suljettu läpinäkyvästä materiaalista valmistettu astia, putkisto tai sammio, jossa voidaan kasvattaa kaikenlaisia yhteyttäviä organismeja, mikrolevien lisäksi esimerkiksi makroleviä, jotka ovat kookkaampia monisoluisia leviä, tai vaikka sammalta. Fotobioreaktorin koko voi olla muutamista desilitroista tuhansiin litroiin. Kasvatettiin mikroleviä sitten millä systeemillä tahansa, kasvatusjärjestelmässä täytyy olla saatavilla vettä levien kasvualustana, valoa joka on avoaltaissa usein auringonvaloa ja suljetuissa fotobioreaktoreissa voidaan hyödyntää jossain tapauksissa myös keinovaloa, ravinteita (N, P, K) ja hiilidioksidia. Optimaalinen kasvulämpötila useimmille mikroleville on noin 20–30 °C. Koska fotobioreaktori on suljettu järjestelmä, kaikkia näitä muuttujia voidaan kontrolloida ja siten levien kasvua varten voidaan helpommin saada optimaalisimmat olosuhteet kuin avoaltaissa, jotka ovat pitkälti luonnonolosuhteiden armoilla.

Levien korjuussa käytetään mekaanisia menetelmiä, esim. sentrofugointi tai suodatus, biologisia menetelmiä, kemiallisia menetelmiä, kuten flokkulaatio tai koagulaatio ja/tai sähköpohjaisia menetelmiä. Usia korjuutapoja kehitetään koko ajan, sillä levämässan eristäminen vedestä voi muodostaa jopa 30 % levän tuotantokustannuksista. Korjuu on kaksivaiheinen. Korjuun ensimmäisessä vaiheessa tapahtuu leväveden tiivistys, jolla pyritään lisäämään seoksen kuiva-ainepitoisuutta ja vastaavasti vähentämään vesipitoisuutta. Tiivistyksen jälkeen levämässan kuiva-ainepitoisuus on noin 2–7 %. Seuraavassa vaiheessa levämässasta poistetaan edelleen vettä, jolloin kuiva-ainepitoisuus on noin 20–30 %. Vasta tämän jälkeen tapahtuu varsinainen levämässan kuivaus, jonka tuloksena on kuivaa, koostumukseltaan tomusokerimaista leväjauhoa, jossa kuiva-ainepitoisuus voi olla yli 95 %. Tätä leväjauhoa voidaan hyödyntää mm. eläin- ja ihmisravitsemuksessa sekä biopolttoaineiden valmistuksessa.

Eläinravitsemuksessa voisimme ainakin teoriassa käyttää myös kostea levälietetä, jossa kuiva-ainepitoisuus olisi 20–30 %. Tämä voisi pienentää levän tuotantokustannuksia, mutta tällöin levän kasvatuksen tulisi mitä todennäköisimmin tapahtua aivan maatilalla vieressä, sillä veden kuljettaminen pitkiä matkoja ei ole kustannustehokasta. Lisäksi lisäksi kostea levämässä pilaantuu herkästi. Tuoreen levämässan säilöntä voisi olla eläinravitsemuksen kannalta yksi mielenkiintoinen sovelluskohde, jota ei ole kuitenkaan vielä tutkittu.

## Mikrolevän kasvatusmahdollisuudet Suomessa

Kasvukauden lyhyys, kylmä ilmasto ja auringonvalon vähyys talvikuukausina rajoittavat mikrolevien tuotantoa Suomessa, aivan kuten muutakin kasvintuotantoa. Mikrolevien tuotanto on kuitenkin mahdollista myös boreaalisissa olosuhteissa. Suomen ympäristökeskuksen arvioiden mukaan ilman lisävalaistusta ja lisälämpöä 1 ha kokoisesta mikroleväaltaasta voitaisiin korjata seitsemän kuukauden aikana jopa yli 50 tn kuiva-ainesato. Tällöin kuiva-ainesadot olisivat 4–10,5 tn/ha/kk. Vaikka nämä kuiva-ainesadot jäävät kauaksi teoreettisista mikrolevien maksimisadoista op-

timiolosuhteissa (jopa 162 tn/ha/vuosi), puhutaan Suomen mittakaavassa kuitenkin ihan merkittävistä satotasoista. VTT on esittänyt arvioita, joiden mukaan jopa ympärivuotinen mikrolevien tuotanto voisi olla mahdollista Suomessa. Osa mikrolevälajeista pystyy käyttämään hiilen lähteenään paitsi ilman hiilidioksidia yhteyttämisen kautta, myös orgaanisia hiiliyhdisteitä. Tällöin mikrolevien kasvatusjärjestelmä voisi lämpiminä ja valoisina kuukausina perustua yhteyttämiseen ja kun valon puute alkaa rajoittaa yhteyttämistä, leväntuotannossa voitaisiin siirtyä käyttämään hiilen lähteenä sokeripohjaisia valmisteita, jotka olisivat muun teollisen tuotannon sivutuotteita tai jätteitä. Koska levät tarvitsevat myös lämpöä, levää voitaisiin kasvattaa muun teollisuuslaitoksen yhteydessä ja hyödyntää tästä laitoksesta syntyvää hukkalämpöä.

Mikrolevien tuotanto Pohjolassa on siis biologisesti mahdollista. Tämä tosin vaatii innovaatioita, uudenlaisia ratkaisuja ja ruoan-/rehuntuotannon laajentamista toimialoille, joiden emme perinteisesti ole ajatelleet osallistuvan ruoantuotantoon millään lailla. Oma kysymyksensä on tietenkin tällaisen tuotannon taloudellinen kannattavuus.

## Mikrolevät eläinten rehuna

Mikrolevät ja monet levävalmisteet sisältyvät jo nyt Euroopan komission rehuaineluetteloon ja rehujen lisäaineiden rekisteriin, mitä edellytetään kaikilta rehuaineilta ja rehujen lisäaineilta, joita markkinoidaan ja myydään eläinten ravinnoksi. Levien käyttö eläinten rehuna on siis jo nyt sallittua. Mikäli levästä kehitettäisiin esimerkiksi jokin täysin uusi rehun lisäaine, joka ei vastaa mitään aikaisempia hyväksytyjä rehun lisäaineita, tällöin tuotteelle pitäisi ensin hakea Euroopan komissiosta hyväksyntä. Hyväksymistä varten vaaditaan mm. osoitus tehokkuudesta siinä käyttötarkoituksessa, jossa lisäainetta käytetään, ja haitattomuudesta eläimille, ihmisille ja ympäristölle. Eläinten rehuna mikrolevillä on kaksi potentiaalista sovelluskohdetta. Rasvapitoisilla levillä voidaan muuttaa maidon ja lihan koostumusta niin, että ne sisältävät vähemmän tyydyttynyttä rasvaa ja ovat siten rasvahappokoostumukseltaan terveellisempiä ihmisravintemuksen kannalta. Valkuaispitoisia leviä voidaan puolestaan käyttää kotieläinten valkuaisrehuna.

Aminohappokoostumukseltaan mikrolevät ovat lähes rypsin ja soijan veroisia, joskin aminohappokoostumus vaihtelee paljon mikrolevälajeittain. Lypsylehmien ruokinnan kannalta huomattavaa on se, että monet mikrolevät sisältävät rypsiä ja soijaa vähemmän histidiiniä, joka on ensimmäisenä maidontuotantoa rajoittava aminohappo nurmi-viljapohjaisella ruokinnalla. Mikrolevien käyttöä yksimahaisten eläinten ruokinnassa voivat rajoittaa osalla lajeista aminohappokoostumuksen lisäksi sulavuus ja nukleiinihappopitoisuus. Tavallisesti yksimahaisilla eläimillä mikrolevät voivat korvata n. 10–15% tavanomaisista valkuaisrehuista ilman että tuotos heikkenee.

## Märehtijöillä käyttömäärät voivat olla huomattavasti suurempia

Omissa ruokintakokeissamme olemme verranneet mikroleviä (*Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* ja *Nannochloropsis gaditana*) rypsiin, soijaan ja härkäpapuun lypsylehmien ruokinnassa. Koeasetelmissa mikrolevien valkuainen korvasi tavanomaisen valkuaisrehun valkuaispuoliksi (50 %) tai kokonaan (100 %). Rypsiin verrattuna mikrolevien maidontuotantovaste ja tyypin hyväksikäyttö olivat hieman heikompia. Soijaan verrattuna mikrolevien valkuaisarvo oli vähintään yhtä hyvä, joskin mikrolevälajien välillä vaikuttaisi olevan vaihtelua tuotostavasteessa. Mikrolevät sopivat hyvin täydentämään härkäpavun valkuaisesta. Kun mikrolevät korvasivat puolet härkäpavun valkuaisesta, maitotuotos oli lähes yhtä hyvä kuin puhtaalla rypsi-ruokinnalla. Mikro-



Mikrolevissä on potentiaalia eläinten valkuaisrehuksi mutta myös haasteita ratkaistavaksi. Kuva: Kaisa Kuoppala, Luke

levävalkuaisen pötsihajoavuus on todennäköisesti suurempi kuin rypsin, mikä osittain selittää mikrolevien heikomman typen hyväksikäytön.

Ruokintakokeidemme perusteella mikrolevät sopivat lypsylehmien valkuaisrehuksi, joskin aihe vaatii vielä lisätutkimusta, sillä mikrolevien rehuarvoista (mm. sulavuus, energia-arvo ja valkuaisen hajoavuus) tiedetään vielä hyvin vähän. Lisäksi mikrolevien käyttöön voi liittyä maittavuusongelmia, joita voidaan todennäköisesti helpottaa seosrehuruokinnalla, rakeistuksella ja muulla rehun prosessoinnilla.

## Hyönteiset tulevaisuuden valkuaislähteenä

Hyönteisrintamalla kuhisee, kun sirkkakasvattamoja perustetaan ympäri Suomea. Muutamat autioituneet sikalat ovat jo muuttuneet sirkkaloiksi ja konttikasvattamoja siirretään uusille hyönteiskasvattajille. Suomessa ainakin Finsect Oy toteuttaa kasvattamoja, joissa tyhjiä tuotantotiloja muutetaan hyönteiskasvatukseen sopiviksi. Lisäksi EntoCube Oy on erikoistunut kasvatuskonttien teknologiaan.

Kuluttajien ja yritysten kiinnostus hyönteisten kasvattamiseen ja käyttöön elintarvikkeena on korkealla. Kasvatusteknologiaa täytyy kuitenkin vielä kehittää, koska tällä hetkellä hyönteisten kasvatusta ja ruokinta ovat pääosin käsityötä ja siitä pitää huolehtia päivittäin.

Hyönteisravinnon terveellisyys, ympäristöhyödyt ja taloudelliset tekijät nostavat hyönteistuotannon merkittäväksi tulevaisuuden tuotantoalaksi. Hyönteisiä voidaan ruokkia orgaanisilla sivuvirroilla, mikä edistää kiertotaloutta. Koska hyönteiset ovat vaihtolämpöisiä, ne ovat erittäin tehokkaita muuttamaan ravinnon proteiiniiksi. Tuore kotisirikka sisältää proteiinia n. 20 g/100 g ja kuivattun kotisirikan proteiinipitoisuus voi nousta jopa lähelle 60 g/100 g. Lisäksi hyönteiset sisältävät runsaasti mm. hyviä rasvoja. Hyönteisiä voidaan käyttää sekä kotieläinten rehuna että ihmisten ravintona.

## Laadunvarmistus alkaa jo kasvatuksesta

Hyönteisten kasvatusolosuhteista ja prosessin hygieniasta tulee huolehtia ja varmistaa koko tuotantoketjun hyvä laatu. Hyönteiset vaativat päivittäistä tarkkailua ja hoitoa ja niiden kasvatusolosuhteet tulee olla mahdollisimman optimaaliset. Hyönteisten kuljetus riippuu niiden käyttökohteesta. Jos hyönteiset kuljetetaan esim. pakasteena, tulee huolehtia katkeamattomasta kylmäketjusta. Riittäväällä omavalvonnalla, tuotantotilojen puhtaudella ja asianmukaisella kuljetuskalustolla pystytään hallitsemaan monia mikrobiologisia riskejä.

Hyönteiskasvatukseen voi liittyä hyönteistautien riskejä, sillä hyönteisissä ja niiden suolistossa saattaa esiintyä niille luontaisia mikrobeja, kuten bakteereja ja viruksia. Lisäksi hyönteisten kasvatukseen ja jatkojalostukseen saattaa liittyä mikrobiologisia riskejä.

Tautien torjunnan kannalta ennaltaehkäisy on avainasemassa. Hyönteistautien kontrollointi alkaa jo asvatusvaiheessa. Kasvatusolosuhteiden tulee olla riittävän hygieeniset ja kasvatusalustojen puhdistus tulee tehdä riittävän usein. Jos kasvatuslaatikossa ilmenee hyönteistautia, joudutaan vähintäänkin koko laatikon populaatio hävittämään. Kasvatusvaiheen lopussa, ennen teurastusta, hyönteiset pidetään 24 tuntia ilman ravintoa, jolloin niiden suolisto tyhjenee. Tällä pyritään vähentämään suolistossa olevien luonnollisten mikrobien määrää. Lisäksi hyönteiskantoja kannattaa uusien muutaman kasvatussyklin välein, jolloin kanta pysyy riittävän tuoreena.

## Hyönteiset ihmisravintona

Hyönteisiä voidaan pitää arvokkaana proteiininlähteenä ja ne voivat olla vaihtoehto perinteisille proteiinipitoisille elintarvikkeille. Lisäksi ne sisältävät runsaasti rasvaa, vitamiineja, kuituja ja mineraaleja. Syötävien hyönteisten ravintoarvot vaihtelevat eri hyönteislajien välillä ja jopa samojen lajiryhmien ravitsemukselliset arvot voivat vaihdella hyönteisten metamorfisessa (muodonmuutos) vaiheessa johtuen mm. niiden elinympäristöstä ja ravinnosta.

Tällä hetkellä hyönteisten käyttö ihmisravintona on EU:n uusielintarvikeasetuksen mukaan vielä kielletty, vaikka maailmalla tunnetaan ja käytetään ravintona jo lähes 2000 hyönteislajia. Hyönteisraaka-aineista valmistettuja tuotteita löytyy jo monenlaisia, kuten proteiini- ja hyönteispatukoita, proteiinipirtelöitä, ravintolisiä, hyönteiskarkkeja ja -snackseja, erilaisia hyönteisjauhoja sekä pastaa.

Syyskuussa 2017 Suomen Maa- ja Metsätalousministeriö kertoi tiedotteessaan, että Suomi sallii hyönteisten pääsyn elintarvikemarkkinoille. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että Suomi muuttaa Euroopan unionin uusielintarvikeasetuksen tulkintaa siten, että hyönteisten kasvattaminen ja myyminen elintarvikkeena sallitaan myös Suomessa. Samalla hyönteisala saadaan elintarvikevalvonnan piiriin ja varmistetaan, että hyönteiselintarvikkeet ovat kuluttajille turvallisia. Uusia hyönteiselintarvikkeita voidaan odotella markkinoille jo lähitulevaisuudessa.

## Hyönteiset eläinrehuna

Hyönteiset ovat luonnossa monien eläinten luontaista ravintoa, mutta EU:ssa niiden käyttö rehuna on vielä rajoitettua. Tällä hetkellä eläinten rehuksi voi kasvattaa seitsemää hyönteislajia: mustasotilaskärpystä, huonekärpystä, jauhopukkaa, kanatunkkaria, kotisirkkaa, trooppista kotisirkkaa ja kenttäsiirkkaa.

Vaikka hyönteisten rehukäyttöä koskeva lainsäädäntö on vielä valmisteilla, voi hyönteisiä käyttää jo nyt lemmikki- ja turkiseläinruokinnassa lähes rajoituksetta.

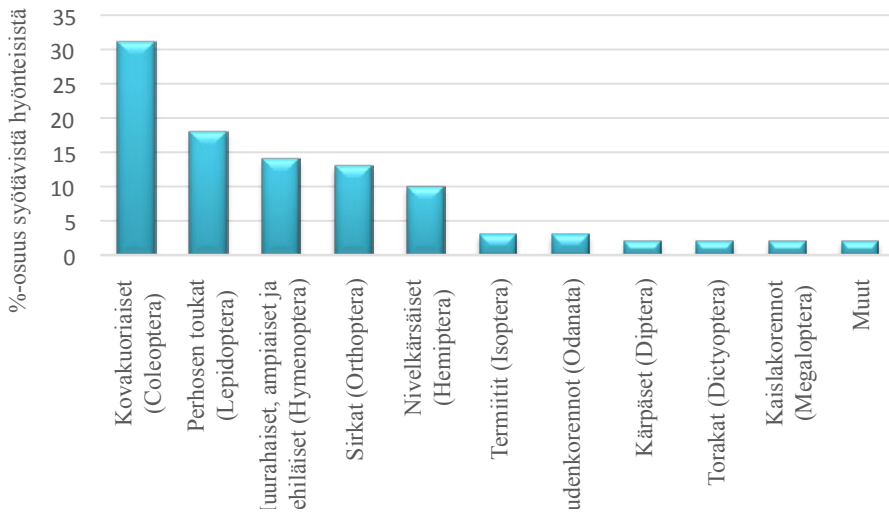
Heinäkuun alussa Evira tarkensi ohjeistustaan hyönteisproteiinista eläimille. Sen mukaan eläviä hyönteisiä voi käyttää kaikkien eläinten ruokintaan märehitjiä lukuun ottamatta. Lisäksi seitsemästä hyönteislajista valmistettua käsiteltyä eläinvalkuaista on heinäkuun alusta alkaen saanut käyttää lemmikkien ja turkiseläinten lisäksi vesiviljelyeläinten ruokinnassa. Myös hyönteisistä saatavaa rasvaa voi käyttää kaikkien eläinlajien rehussa.

# Hyönteiset ruokana ja rehuna

Satu Nokkonen, Katariina Manni ja Maritta Kymäläinen • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

## Hyönteistalouden tarkastelua globaalisti

Maailmalla tunnetaan ja käytetään ravintona jo lähes 2000 syötävää hyönteislajia, ja lisää opitaan tuntemaan jatkuvasti. Tietoa hyönteiskulutuksen määrästä on kuitenkin vielä varsin vähän. Tämän hetkisten tietojen perusteella yleisimmin ravinnoksi käytettyjen hyönteisten osuus hyönteislajeittain ovat kovakuoriaiset (31 %), toukat (18 %) sekä mehiläiset, ampieiset ja muurahaiset (14 %) (Kuvio 1). Näiden jälkeen tulee sirikat (13 %) sekä kilpikirvat ja luteet (10 %). (van Huis ym. 2013, 10)



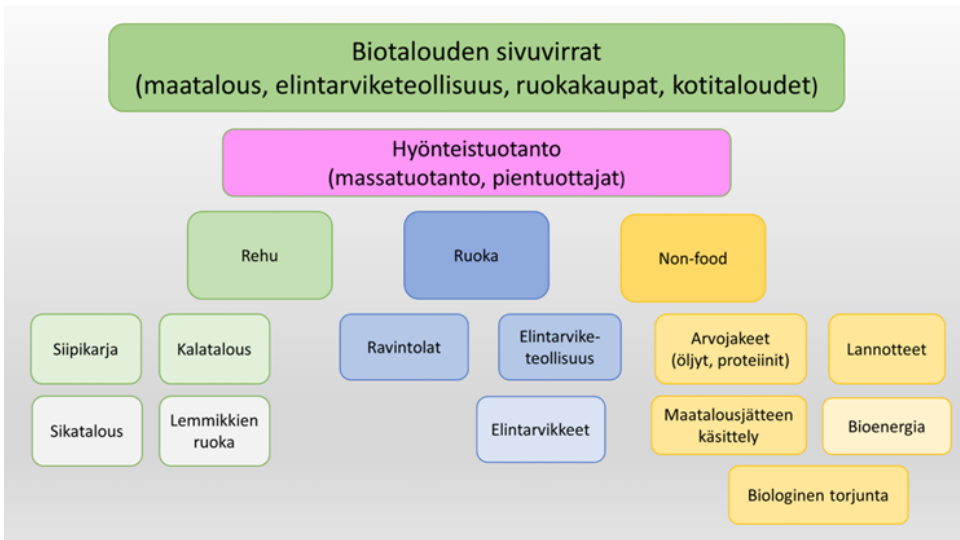
Kuvio 1. Yleisimmin ravinnoksi käytetyt hyönteiset. (Muokattu lähteestä: Wageningen University & research. 2015. List of edible insects of the world (June 1, 2015). Wageningen University & Research. Viitattu 25.10.2016. <http://www.wur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm>)

Länsimainen ajatus hyönteisten kasvatuksesta elintarvikkeiksi on suhteellisen uusi, mutta esimerkiksi Aasiassa sirikkoja on jo pitkään kasvatettu ihmisten ravinnoksi. Tällä hetkellä EU:n uuselintarvikelaki kieltää hyönteisten myymisen elintarvikkeena, mutta lakia ollaan päivittämässä vuoden 2018 alussa, mikä saattaa mahdollistaa hyönteistuotteiden pääsyn Suomenkin markkinoille jo lähitulevaisuudessa.

Maailmalla on useita hyönteisiä tuottavia yrityksiä, joista osa kasvattaa hyönteisiä ihmisravinnoksi. Suurimmat tuottajamaat ovat Thaimaa, USA, Meksiko ja Kanada. Euroopassa hyönteisten kasvatusta on vielä pienimuotoisempaa. Euroopan maista Suomi kuuluu Belgian ja Hollannin ohessa hyönteistalouden kehittämisen kärkikolmikkoon. Maailmalla, kuten Etelä-Afrikassa, on muutamia teollisen mittakaavan yrityksiä, jotka kasvattavat suurempia määriä hyönteisiä, kuten mustasotilaskärpäsiä. Ne ovat pääasiassa tarkoitettu kuluttajille kokonaisina tai ne ovat jalostettavissa rehujuuhok-

si. Muutaman hyönteisyrittäjän pääpaino on keksiä ratkaisuja helpottamaan köyhi- en maiden ravintopulaa hyönteiskasvatusteknologian ja edullisen hyönteisproteiinin avulla.

Hyönteisten kasvatusta biotalouden sivuvirroissa toisi lisää kannattavuutta niin hyönteisten massatuotannolle kuin pientuottajille (Kuvio 2). Hyönteisiä on mahdollista käyttää sellaisenaan tai esimerkiksi jatkojalostaa rehuksi, ravinnoksi ja lannoitteiksi. Tällä hetkellä hyönteisten käyttö lemmikkien ruokana on sallittua, vaikka se ihmisravintona ja tuotantoeläinten rehuna on toistaiseksi kiellettyä.



Kuvio 2. Hyönteistuotantoketju

Hyönteisistä on mahdollista valmistaa monenlaisia elintarviketuotteita. Maailmalta löytyy jo proteiini- ja hyönteispatukoita, proteiinipirtelöitä, ravintolisiä, hyönteiskarkkeja ja -snackseja, erilaisia hyönteisjauhoja sekä pastaa. Hyönteisiä voidaan käyttää myös koristeina. Tällä hetkellä Suomessa myydään mm. keittiösomisteena Sirkkappussia ja Sirkkapurkkia, jotka ovat EntoCuben lanseeraamia sirkkatuotteita.

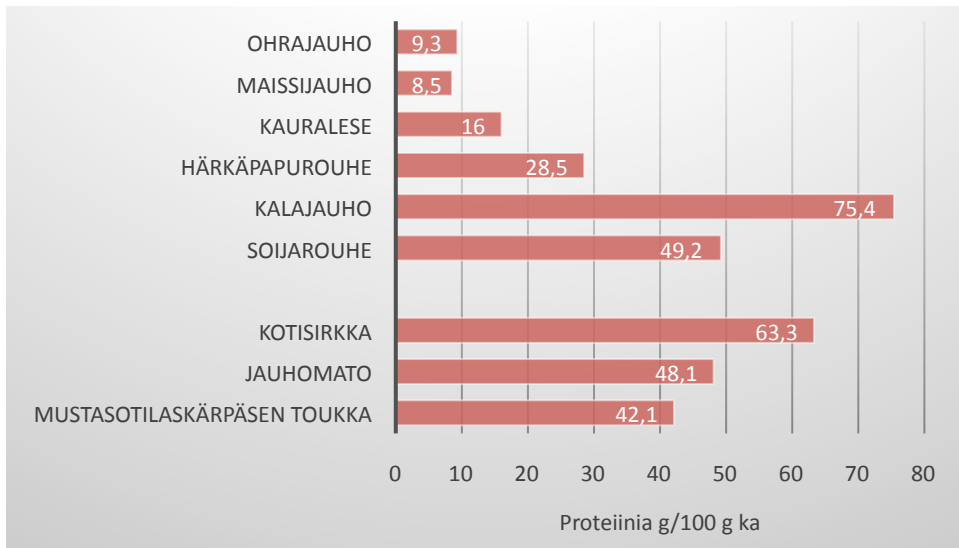
## Hyönteiset ravintona ja rehuna

Hyönteisten ravitsemuksellisesta koostumuksesta on tehty tutkimuksia ja ne ovat osoittaneet, että hyönteiset sisältävät runsaasti proteiinia, rasvoja ja muita hyödyllisiä ravintoaineita. Hyönteisiä syödään tällä hetkellä monissa maissa ja luonnossa ne ovat monien eläinten luontaista ravintoa. Silti lisätutkimusta hyönteisten turvallisuudesta tarvitaan.

### Hyönteisten ravitsemuksellinen koostumus

Hyönteisiä voidaan pitää arvokkaana proteiinilähteenä ja ne voivat olla vaihtoehto perinteisille proteiinipitoisille elintarvikkeille. Lisäksi ne sisältävät runsaasti rasvaa, vitamiineja, kuituja ja mineraaleja. Syötävien hyönteisten ravintoarvot vaihtelevat eri hyönteislajien välillä, ja jopa samojen lajiryhmien ravitsemukselliset arvot voivat vaihdella hyönteisten metamorfisessa (muodonmuutos) vaiheessa johtuen mm. niiden elinympäristöstä ja ravinnosta. Kuviossa 3. on esitetty kotisirkan, jauhomadon ja

mustasotilaskärpäsen toukan sekä muutaman perinteisen elintarvikkeen proteiinipitoisuudet. Esimerkiksi kotisirkan proteiinipitoisuus on suurempi kuin soijarouheessa, mutta pienempi kuin kalajauhossa. (van Huis ym. 2013.)



Kuvio 3. Kotisirkan, jauhomadon ja mustasotilaskärpäsen toukan sekä muutaman perinteisen elintarvikea-aineen proteiinipitoisuudet. (Lähde: Fineli; Feedi-pedia)

Vitamiini- ja hivenainekoostumukset vaihtelevat suuresti hyönteislajeittain, mutta hyönteisten syömällä ravinnolla ei ole juurikaan merkitystä niiden pitoisuuksiin. Syömällä koko hyönteisen saa paremmin kaikki ravintoaineet hyödynnettyä, kuin syömällä vain jonkin tietyn osan. (van Huis ym. 2013.)

### Syötäviä hyönteislajeja

Syötäviä hyönteislajeja tunnetaan maailmalla jo lähes 2000, mutta Suomessa kasvatetaan tällä hetkellä lähinnä kotisirkkaa. Myös jauhomadon ja mustasotilaskärpäsen kasvatusta kiinnostaa, mutta kotisirkka vaikuttaa kuitenkin helpoiten lähestyttävältä hyönteiseltä. Turun yliopiston tekemän kyselytutkimuksen mukaan kynnys hyönteisten maistamiseen on kotisirkan kohdalla alhainen ja kuluttajat ottavat todennäköisesti kotisirkan helpoiten vastaan.

Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto EFSA (European Food Safety Authority) on tehnyt kartoituksen potentiaalisimmista hyönteislajeista elintarvikkeeksi ja rehu-käyttöön EU:ssa ja ne on esitetty Taulukossa 1. Sirkoista ihmisravinnoksi sopivia lajeja on EFSA:n riskiarvion ja tällä hetkellä tiedetyn käytön mukaan ainakin kotisirkat, kenttäsiirkat, heinäsiirkat ja kulkusirkat. Sirkkoja kasvatetaan etenkin Thaimaassa ja sen naapurimaissa, mutta tuotantoa on myös USA:ssa. Monia lajeja kasvatetaan myös Euroopassa lemmikkien ravinnoksi. Myös jauhomatoja kasvatetaan Aasiassa ja Afrikassa ihmisravinnoksi ja syötäviä lajeja on taulukon mukaan buffalomato, jauhomato ja superjauhomato. Jauhomatoja on helppo kasvattaa ja niitä tuotetaan monissa maissa pääasiassa lemmikkien ravinnoksi, mutta muutamissa maissa myös ihmisravinnoksi.

Muita syötäviä toukkalajeja on esim. palmukuoriaisen ja silkkiperhosen toukat. Palmukuoriaista on perinteisesti kerätty ja syöty Kaakkois-Aasiassa ja viime aikoina sen

kasvatusjärjestelmiä on alettu kehittää Thaimaassa. Silkkiperhosen toukka on silkkituotannon sivutuote ja se on perinneruoka Aasiassa, etenkin Thaimaassa. (EFSA Journal 2015)

Taulukko 1. Esimerkkejä hyönteislajeista, joita kasvatetaan ihmisravinnoksi ja rehuksi eläimille. (Muokattu lähteestä: EFSA Journal 2015; 13 (10):4257. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed.

	Kasvatetaan ihmisravinnoksi	Kasvatetaan rehuksi
<b>Sirkat</b>		
<b>Kotisirkka</b> <i>Acheta domesticus</i>	x	x (lemmikit)
<b>Trooppinen kotisirkka</b> <i>Gryllosus sigillatus</i>		x (lemmikit)
<b>Jamaikankenttäsiirkka</b> <i>Gryllus assimilis</i>		x (lemmikit)
<b>Kaksitäpläsiirkka</b> <i>Gryllus bimaculatus</i>	x	
<b>Kenttäsiirkka</b> <i>Teloegryllus testaceus</i>	x	
<b>Heinä- ja kulkusirkat</b>		
<i>Orthoptera group: Oxya spp., Melanoplus spp., Hieroglyphus spp., Acridia spp., Locusta migratoria, Schistocerca americana</i>	x	x (lemmikit)
<b>Jauhomadot</b>		
<b>Buffalomato</b> <i>Alphitobius diaperinus</i>	x	x (lemmikit)
<b>Jauhomato</b> <i>Tenebrio molitor</i>	x	x (lemmikit)
<b>Superjauhomato</b> <i>Zophobas atratus</i>	x	x (lemmikit)
<b>Jättijauhomato</b> <i>Zophobas morio</i>		x (lemmikit)
<b>Muita hyönteislajeja, joita käytetään toukkana</b>		
<b>Huonekärpänen</b> <i>Musca domestica</i>		x
<b>Raatokärpänen</b> <i>Chrysomya chloropyga</i>		x
<b>Palmukuoriainen</b> <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	x	
<b>Mustasotilaskärpänen</b> <i>Musca domestica</i>		x
<b>Silkkiperhosen toukka</b> <i>Bombyx mori</i>	x	x

### Hyönteiset ihmisravitsemuksessa

Hyönteiset sisältävät runsaasti ennen kaikkea proteiinia, ja niiden käytöllä saisi vaihtelua perinteisiin proteiinipitoisiin elintarvikkeisiin, kuten maito-, liha- ja kananmunatuotteisiin. Lisäksi hyönteiset sisältävät hyviä rasvahappoja sekä muita hyödyllisiä ravintoaineita.

### Proteiinit

Proteiinit ovat orgaanisia yhdisteitä, jotka koostuvat aminohapoista. Proteiinin laatu riippuu siitä, millaisista aminohapoista se koostuu ja ovatko ne välttämättömiä ihmiselle. Välttämättömiä aminohappoja tulee saada ravinnon mukana, koska elimistö ei





Syötävät hyönteiset ovat hyvä rasvan lähde, sillä ne sisältävät runsaasti monityydyttymättömiä rasvahappoja ja lisäksi usein juuri ihmiselle tärkeitä omega-3 rasvahappoja ( $\alpha$ -linoleenihappo) ja joitakin omega-6 rasvahappoja (linolihappo). (van Huis ym. 2013, s. 71.)

### Vitamiinit ja hivenaineet

Vitamiinit ja hivenaineet ovat merkittävässä roolissa, kun puhutaan ruoan ravintoarvoista. Hivenaineiden puutteilla voi olla merkittävä vaikutus terveyteen heikentäen kasvua, immuunijärjestelmän toimintaa sekä henkistä ja fyysistä toimintaa. B-ryhmän vitamiinit ovat tärkeitä energia-aineenvaihdunnassa. B-vitamiinit ovat vesiliukoisia vitamiineja, jotka eivät (B12-vitamiinia lukuun ottamatta) muodosta elimistössä suuria varastoja, vaan niitä tulee saada ravinnosta jatkuvasti. Täysjyväleipä, maitotuotteet, pavut, idut, mantelit ja tummanvihreät kasvikset sisältävät reilusti B-vitamiinia. Myös eläinperäiset tuotteet ovat hyviä B-vitamiini lähteitä. B12-vitamiinia saadaan ainoastaan eläinperäisistä ruoka-aineista, kuten lihasta, kananmunasta, maitotuotteista ja kalasta. (Vitaelab)

Lajista riippuen hyönteistoukissa on yleensä runsaasti erilaisia hivenaineita. Toukista saadaan kaliumia, kalsiumia, magnesiumia, sinkkiä, fosforia ja rautaa. Useat tutkimukset osoittavat, että 100 g keitettyjä toukkia voi tyydyttää täysin ihmisen päivittäisen hivenaineiden tarpeen. Lisäksi toukat sisältävät B-ryhmän vitamiineja ja ne ovat hyviä raudanlähteitä. Taulukossa 2. mainitut kotisirikka, jauhomato ja mustasotilaskärpäsen toukka sisältävät sinkkiä 10,8–21,5 mg/100 g ka, jolla voisi tyydyttää aikuisen ihmisen päivittäisen sinkin tarpeen. (van Huis ym. 2013.)

Taulukko 2. Kotisirikan, mustasotilaskärpäsen toukan ja jauhomadon kivennäisaineiden sisältö ja aikuisen ravitsemussuositusten mukainen päivittäinen tarve (Lähde: Feedipedia, THL)

	<i>Kotisirikka, 100 g ka</i>	<i>MSK:n toukka, 100 g ka</i>	<i>Jauhomato, 100 g ka</i>	<i>Päivittäinen tarve, mg</i>
<i>Kalsium, mg</i>	1010	7560	270	1000
<i>Fosfori, mg</i>	790	900	780	600
<i>Magnesium, mg</i>	120	390	230	315
<i>Mangaani, mg</i>	4	24,6	0,9	-
<i>Sinkki, mg</i>	21,5	10,8	11,6	8
<i>Kupari, mg</i>	1,5	0,6	1,6	2
<i>Rauta, mg</i>	11,6	137	5,7	12

B12-vitamiinia esiintyy vain eläinperäisissä elintarvikkeissa. Jauhomadot ja kotisirikat ovat hyviä B12-vitamiinin lähteitä. Jauhomadoissa (*Tenebrio molitor*) B12-vitamiinia on 0,47  $\mu$ g/100 g ja kotisirikoissa (*Acheta domesticus*) 5,4–8,7  $\mu$ g/100 g. (van Huis ym. 2013.)

### Hyönteiset rehuna

Kehitettäessä uusia rehuja tuotantoeläimille on otettava huomioon kasvatettavien eläinten ravintovaatimukset, mutta myös rehuotannon ympäristövaikutukset.

FAO:n Animal Feed Resources Information System -sivustolla (nyk. Feedipedia) kerrotaan tietoa muutamien hyönteisten, kuten heinäsiirkkojen (*Schistocerca gregaria*), huonekärpäsen toukkien (*Musca domestica*) ja silkkiperhosen toukkien (*Bombyx mori*) käytöstä eläinten ja kalan rehussa. Monet muutkin hyönteislajit, kuten kova-kuoriaiset, voivat soveltua teollisen mittakaavan rehutautantoon. Tutkimukset ovat osoittaneet, että hyönteisissä on potentiaalia korvaamaan osittain tai jopa kokonaan soijaruohu ja kalajauho kotieläinten rehussa. Tosin tietoa hyönteisiin perustuvan rehun koostumuksesta ja ruokinnan tuotantovaikutuksista on vielä melko vähän ja tulokset ovat hyvin vaihtelevia. (Andersen ym. 2016, 23; van Huis ym. 2013, 89; Hulden 2015, 151–153)

Hyönteisten alhainen lysyiinipitoisuus voi olla ruokintaa rajoittava tekijä lihasioilla ja imettävillä emakoilla. Alhainen arginiinipitoisuus ja rikkihiinipitoisten aminohappojen (metioniini ja kystiini) määrä saattavat puolestaan rajoittaa hyönteisten käyttöä siipikarjan rehuna ja alhainen tryptofaanipitoisuus taas sekä sikojen, että siipikarjan ruokintaa. (Andersen ym. 2016, 23; van Huis ym. 2013, 89)

Ulkokanoja ja kaloja voidaan tutkimusten mukaan syöttää elävillä huonekärpäsen toukilla. Afrikassa tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että kanojen ruokkiminen elävillä huonekärpäsen toukilla kasvatti sekä munan kokoa, että painoa. Lisäksi useita tutkimuksia on tehty broilereilla ja muutamia munivilla kanoilla. Tulokset osoittivat, että munivien kanojen ruokinnassa pystyttiin korvaamaan jopa 50 % kalajauhosta ilman haitallisia vaikutuksia, mutta 100 % korvaaminen aiheutti negatiivisia vaikutuksia munantuotantoon. Broilereiden ruokinnassa elävien huonekärpästen osuudeksi rehusta suositellaan alle 10 %:n osuutta ja lisäksi suositellaan metioniinilisäystä. Kalojen ruokinnassa kalajauhon korvaaminen 25 %:lla huonekärpäsen toukilla ei vaikuttanut kasvuun, mutta tätä suurempien määrien käyttö aiheutti negatiivisia vaikutuksia. (Makkar ym. 2014, 27)

Jauhomatojen käytöstä broilereiden ja munivien kanojen ravintona on vielä varsin vähän tietoa. Tähän mennessä saadut tiedot viittaavat siihen, että jauhomadoilla voisi korvata soija- ja kalajauhoa, kunhan sitä täydennetään metioniinilla, mutta lisätutkimuksia tarvitaan. (Makkar ym. 2014)

Suomessa tehdyssä ICOPP-tutkimushankkeessa selvitettiin uusien luomuvalkuaisrehujen sulavuutta sioilla. Hankkeen tavoitteena oli selvittää luonnonmukaisesti tuotetun, EU:ssa sioille toistaiseksi kielletyn eläinperäisen rehuaineen, mustasotilaskärpäsen (*Hermetia illucens*) toukkajauhon aminohappojen sulavuutta porsailta. Kokeessa oli kaksi hiilihdyraattipohjaisella alustalla kasvatettua toukkaerää, joista ensimmäisessä rasva oli erotettu mekaanisesti ja toisessa heksaaniuutolla. Rasvanerotusmenetelmä vaikuttaa mustasotilaskärpäsen toukkajauhon aminohappojen näennäiseen ja standardoituun ohutsuolisulavuuteen, sillä sulavuusarvot olivat alhaisempia heksaaniuutetulla toukkajauholla verrattuna mekaanisesti eroteltuun toukkajauhoon. Tulokset osoittivat, että mustasotilaskärpäsen toukkajauho, jossa rasva oli mekaanisesti erotettu, sisälsi hyvin sulavia aminohappoja, jotka voivat parantaa porsaiden luomurehujen aminohappotasapainoa. Mustasotilaskärpäsen toukkajauho voisi monipuolistaa luomutuotannon valkuaislähteitä, mutta toukkajauhon tuottamisen taloudellisia näkökulmia pitää vielä tutkia. (Kortelainen, Siljander-Rasi, Tuori & Partanen 2016)

## Hyönteisten kasvatusta

Hyönteisten kasvatusta on melko vaivatonta ja se onnistuu kohtuullisen pienilläkin alkuinvestoinneilla. Tässä luvussa kerrotaan hyönteisten kasvu- ja ravintovaatimuksis-

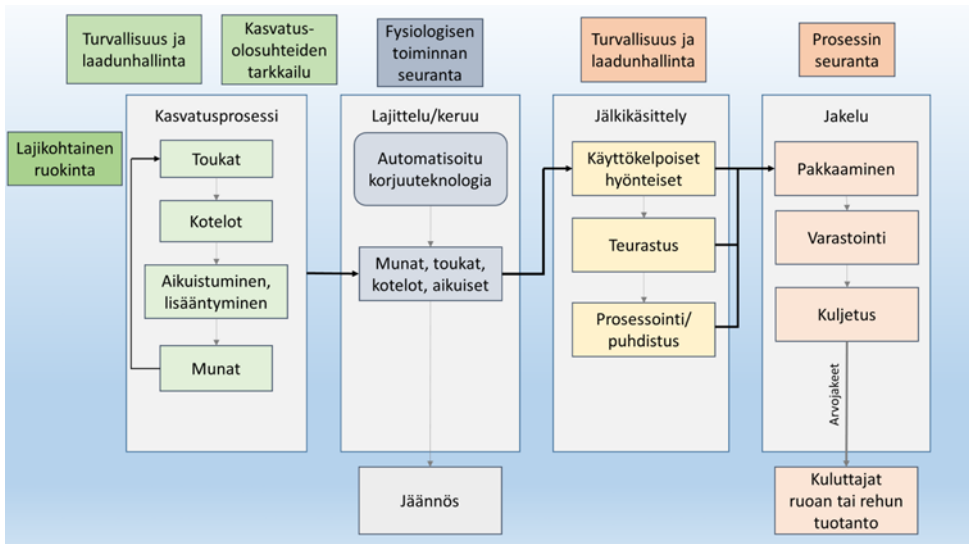
ta yleisesti, sekä hieman tarkemmin mustasotilaskärpäsen, kotisirkan ja jauhomadon kasvatuksesta.

### Hyönteisten kasvuvaatimukset

Hyönteisten ravinto-, kasvu- ja olosuhdevaatimukset ovat hyvin vaihtelevia. Lajikohtaiset kasvuvaatimukset ravinnon, lämmön ja tilantarpeen suhteen on tärkeää huomioida ennen hyönteiskasvatuksen aloitusta. Kriittisiä tekijöitä kasvatuksen onnistumisessa on hyönteisten biologinen tuntemus, kasvatusolosuhteiden kontrollointi ja kasvatettavien hyönteisten ravintovaatimukset. (van Huis, Van Itterbeek, Klunder, Mertens, Halloran, Mulr & Vantomme 2013, 14.)

Valtaosa hyönteisistä elää lämpötilassa 25–35 °C, mutta monia lajeja on mahdollista kasvattaa talvikuukausina myös huoneenlämmössä. Suurin osa hyönteisistä pitää korkeasta ilmankosteudesta (80–90 %), mutta 50–60 %:n ilmankosteuskin riittää. Tarvittaessa kasvatuslaatikoissa olevaa kosteutta voidaan lisätä levittämällä märkää paperia tai hiekkaa laatikon pohjalle tai suihkuttamalla vettä kasvualustaan. (Chandra n.d.)

Kuviossa 5. (s. 10) on esitetty hyönteiskasvatuksen prosessikaavio vaiheittain. Kasvatusprosessi pitää sisällään lajista riippuen 4–5 vaihetta. Hyönteiskasvatuksen keskiössä on kasvatusprosessi, johon kuuluu muninta, hautominen, kuoriutuminen, aikuistuminen ja lisääntyminen. Kasvatuksen viimeisessä vaiheessa kasvatuserä joko harvestoidaan pakastamalla tai siirtämällä lisääntymiskykyisiä hyönteisiä parittelemaan ja munimaan, jolloin kasvatuskierto alkaa alusta. Kasvatusprosessia on tärkeää seurata päivittäin ja huomioida ruokintaan ja laadunhallintaan vaikuttavat seikat, kuten kasvatuslaatikoiden tarvittava puhdistus ja ruoka-aineiden vaihtaminen.



Kuvio 5. Hyönteiskasvatuksen prosessikaavio. (Muokattu lähteestä Sclüter, O. ja Rumpold, B. 2012. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. Innovative Food Science and Emerging Technologies 17 (2013) 1–11).

Hyönteisten lajittelu ja keruu tapahtuvat käsityönä tai automatisoituna riippuen kasvatuslaitoksen suuruudesta. Pienemmissä kasvuyksiköissä lajittelu ja keruu tehdään käsin, kun taas isot laitokset toimivat pääsääntöisesti automatisoituna.

Jälkikäsitellyssä hyönteiset lajitellaan ja harvestoidaan pakastamalla. Hyönteisiä voidaan myydä joko tuoreena kokonaisina tai pakastettuina, tai kuivattuna kokonaisina tai jauhettuina. Myös eläviä hyönteisiä voidaan myydä esim. lemmikkien ruuaksi tai hyönteiskasvattajille alkupanokseksi.

Tilavaatimukset riippuvat kasvatettavasta hyönteislajista. Yleensä suuremmat ja lentävät hyönteiset tarvitsevat enemmän tilaa pienempiin lajeihin verrattuna. Esimerkiksi, kun perhoset vaativat runsaasti tilaa "häälentoihin", jauhomatoja voidaan kasvatata pienissä laatikoissa tai jopa lasipurkeissa. Jotkut lajit ovat kannibaaleja ja ne on kasvatettava erillisissä laatikoissa. (Chandra n.d.)

Yksinkertaisimmillaan hyönteiskasvatus onnistuu kotioiloissa, huoneenlämmössä pienilläkin investoinneilla. Tarvikkeina tarvitaan muovilaatikoita kasvatusastioiksi, ravintoa esim. kaurahiutaleita ja vehnä jauhoja toukkien ravinnoksi, kananmunakenoja kasvualustaksi ja hyönteisten piilopaikaksi sekä tuoreruokaa esim. kurkkua tai omenaa turvaamaan hyönteisten nesteensaanti. Suuremmassa kasvatuksessa on mahdollista käyttää esim. EntoCube-kasvatuskonttia, jossa on hyönteisten viljelyyn säännelty ja automatisoitu mikroilmasto ja jossa sato on korjuuvalmis 4–5 viikon sykleissä. (EntoCube)

### Hyönteisten ravintovaatimukset

Hyönteiset syövät monipuolisesti erilaisia orgaanisia materiaaleja, kuten hedelmiä, vihanneksia, kasvien lehtiä ja ruohoa. Ne käyttävät tehokkaasti hyväkseen ravintonsa ja lisääntyvät nopeasti. Hyönteisten ravitsemuksellinen koostumus riippuu niiden käyttämästä ravinnosta.

Hyönteisiä voidaan kasvatata myös luonnonmukaisissa sivuvirroissa, kuten komposti- tai kasvibiojättemateriaalilla. Hyönteislajeista esimerkiksi mustasotilaskärpänen (*Hermetia illucens*), huonekärpänen (*Musca domestica*) ja jauhomato (*Tenebrio molitor*) ovat erittäin tehokkaita muuntamaan orgaanista materiaalia hyönteisproteiiniksi.



Kuva 1. Mustasotilaskärpänen. 10.1.2017. (*Hermetia illucens*. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hermetia\\_illucens-2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hermetia_illucens-2.jpg))

Hyönteislajeista mm. sirkat kasvatetaan hyönteistiloilla ja ruokitetaan usein kaupallisilla rehuvalmisteilla. Tällaisen rehun korvaaminen orgaanisilla sivuvirroilla mahdollistaisi nostamaan hyönteistalouden kannattavuutta. (van Huis ym. 2013, 61.)

### Mustasotilaskärpänen (*Hermetia illucens*)

Mustasotilaskärpänen (Kuva 1.) on musta, ampiaisenkaltainen ja 15–20 mm pitkä. Toukat ovat väritykseltään vaaleita ja ne voivat kasvaa 27 mm pitkäksi, 6 mm leveäksi ja ne voivat painaa jopa 220 mg. (Makkar, Tran, Heuzé & Ankers 2014, 3.)

Toukat syövät paljon kokoonsa nähden. Yksi toukka voi syödä 25–500 mg tuoretta ravintoa päivässä. Ravinnoksi kelpaa monenlainen hajoava materiaali, kuten ylikypsät hedelmät ja vihannekset, kahvinporot, rankki ja kalanperkuujäte. (Makkar ym. 2014, 3.)

Optimaalisissa olosuhteissa toukat ovat täysikasvuisia kahdessa kuukaudessa, mutta jos ravintoa ei ole tarpeeksi saatavilla, toukkavaihe voi kestää jopa neljä kuukautta. Toukkavaiheen lopussa ruuansulatuskanava tyhjenee ja toukka lopettaa syömisen ja liikkumisen. Samalla se siirtyy etsimään kuivaa ja suojaista paikkaa koteloitumista varten. Kotelovaiheen pituus on keskimäärin 14 vuorokautta, mutta se voi vaihdella paljon ja kestää jopa viisi kuukautta. Naaraat parittelevat kaksi päivää kehittymisen jälkeen ja munivat paikkoihin, joissa on ravintoa toukille. Yksi mustasotilaskärpäsen biomassatuotannon merkittävä etu muihin hyönteislajeihin nähden on, että aikuiset eivät syö, eivätkä siksi vaadi erityistä hoitoa. (Makkar ym. 2014, 3.)

Mustasotilaskärpäsen toukat ovat proteiinipitoisia, sisältäen keskimäärin 40–44 % raakaproteiinia. Niiden rasvainen biomassa soveltuu moniin eri tarkoituksiin, kuten eläinten ruuaksi sekä biodieselin ja kitiinin tuotantoon. Mustasotilaskärpäsen toukkia käytetään elävinä, hienonnettuna tai kuivattuna ja jauhettuna. Rasvatonta ravintoa on yritetty tuottaa uuttamalla toukasta solunsisäistä rasvaa. (Makkar ym. 2014, 4–5.)

Mustasotilaskärpäsen on erittäin kestävä laji ja se pystyy selviytymään vaativissakin ympäristöolosuhteissa, kuten kuivuudessa, vähällä ravinnolla tai jopa vähähappisissa olosuhteissa. Mustasotilaskärpäsen kasvatuksen haittapuolena on, että se vaatii lämpimät olosuhteet, joka saattaa lisätä kasvatukseen tarvittavaa energiankulutusta. Myös elinkaaren kesto vaihtelee useista viikoista useisiin kuukausiin riippuen ympäristön lämpötilasta sekä ravinnon määrästä ja laadusta. (Diener, Zurbrugg, Roa Gutiérrez, Nguyen Dang Hong, Koottatep, Tockner 2011; Makkar ym. 2014, 3.)

### **Kotisirkka** (*Acheta domesticus*)

Heinäsiirkat ja kotisiirkat (Kuva 2.) kuuluvat suorasiipisten (Orthoptera) lahkoon ja ne ovat todennäköisesti kaikkein suosituimpia ravintohyönteisiä. Sirkkoja käytetään ravintona maailmanlaajuisesti, etenkin Afrikassa, Etelä-Amerikassa ja Aasiassa, jossa ne kuuluvat päivittäiseen ruokavalioon ja ovat katukauppiaiden myymiä herkkuja.



Kuva 2. Kotisirkka (*Acheta domesticus*).  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acheta\\_domesticus.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Acheta_domesticus.jpg)

Aikuiset kotisiirkat kasvavat n. 2,5 cm:n pituisiksi. Ne ovat väriltään vaaleanruskeita ja niiden selässä ja päässä on tummaa kuviointia. Sirkat saavuttavat sukukypsyyden, kun ne alkavat sirittää, mutta vain koiraat sirittävät. Naaraat tunnistaa peräpään pitkästä munanjohtimesta. Sirkat sisältävät runsaasti proteiinia, keskimäärin 50–65 % kuiva-aineesta, rasvapitoisuuden vaihdella suuresti, ollen 5–20 %. Sirkkojen kuiva-ainepitoisuus on 23–35 %. Sirkat sisältävät paljon hyviä ravintoaineita, jotka ovat välttämättömiä ihmisille. Kalsiumpitoisuus on alhainen kuten muillakin hyönteislajeilla, mutta kuidun määrä on merkittävä ja kasvaa iän myötä. Aikuiset sirkat voivat sisältää kuituja jopa 22 % kuiva-aineesta. (Makkar ym. 2014, 16; Jansson ym. 2015, 28.)

Sirkkojen ruokinnassa käytetään yleensä proteiinipitoista kananrehua, joka sisältää 14–21 % proteiinia. Alussa käytetään 21 % raakaproteiinia sisältävää rehua ja sen käyttöä jatketaan, kunnes sirkat ovat 20 päivän ikäisiä. Tämän jälkeen niitä ruokitaan 14–21 % proteiinia sisältävällä rehulla, kunnes ne harvestoidaan 35–45 päivän ikäisenä. Muutama päivä ennen harvestointia rehu korvataan vihanneksilla sirkkojen maun parantamiseksi ja tuotantokustannusten alentamiseksi. (Hanboonsong, Tasanee & Durst 2013, 8–9)

Kotisirkkoja on helppo kasvattaa ja ne voivat tuottaa 6–7 sukupolvea vuodessa. Ne ovat kaikkiruokaisia ja voivat syödä monenlaista orgaanista materiaalia. Sirkkojen kasvatusta onnistuu lämpötilan ollessa yli 20 °C, ihanteellisen lämpötilan ollessa 28–30 °C. (Makkar ym. 2014, 15; Jansson & Berggren 2015, 28)

Kotisirkkoja kasvatetaan verkolla peitetyissä laatikoissa, jotka täytetään kananmunakannoilla. Kasvatuslaatikoihin laitetaan astioita, joissa on multaa ja joihin naaraat voivat käydä munimassa. Muninta-aika on noin 3 vuorokautta, jonka jälkeen muninta-astiat siirretään tasalämpöiseen haudontasäiliöön. Sirkkanpoikaset kuoriutuvat noin 7–10 vuorokauden kuluessa. Tätä voidaan toistaa 1–3 kertaa yhden sukupolven ajan. Sirkkojen elinkaari on noin 35–45 vuorokautta, jonka jälkeen ne harvestoidaan pakastamalla. (Hanboonsong ym. 2013, 9–10; Jyllilä 2017)

Tällä hetkellä sirkkojen kasvatusta on pienten ja keskisuurten yritysten toimintaa. Yrityksellä voi olla jopa 150 kasvatuslaatikkoa, joiden sirkkatuotanto on 450–750 kg/45 vrk. Tiloilla, joilla on noin 60–80 kpl 10 m<sup>3</sup>:n suuruisia kasvatussäiliöitä (2,5x8x0,5 m), työaika kuluu noin 2–3 tuntia päivässä sirkkojen ruokkimiseen ja hoitamiseen. Suomessa sirkkojen kasvatusta muovilaatikoissa ja alustana käytetään kananmunakannoja. Kasvualustat siivotaan kierron loppuessa, kun hyönteiset ovat kasvanut sukukypsiksi ja ne harvestoidaan. Hyönteiset kerätään, kasvualustat desinfioidaan ja aloitetaan uusi kasvatuserä. (Hanboonsong ym. 2013, 11. Jyllilä 2017)

### Jauhomato (*Tenebrio molitor*)

Jauhopukit ja niiden toukat eli jauhomadot (Kuva 3. s. 14) ovat alun perin kotoisin Euroopasta, mutta nykyään niitä löytyy maailmanlaajuisesti. Jauhomadot ovat viljan, jauhon ja ruokakauppojen kiusankappaleita, mutta hyönteiskasvatuksen näkökulmasta niillä on monia etuja, kuten se, että ne lisääntyvät helposti, niitä on helppo kasvattaa ja ruokkia ja niillä on arvokas proteiinikoostumus. Jauhomadoista valmistetaan teollisesti rehua lemmikkieläimille ja eläintarhaeläimille, kuten linnuille, matelijoille, pikkunisäkkäille ja kaloille. Jauhomatoja myydään säilöttyinä, kuivattuna ja jauheena sekä yleisesti myös elävinä. (Makkar ym. 2014, 12.)



Kuva 3. Jauhopukin toukka eli jauhomato vasemmalla ja aikuinen jauhopukki oikealla (*Tenebrio molitor* larvae). [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tenebrio\\_molitor\\_larvae.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tenebrio_molitor_larvae.jpg); [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tenebrio\\_molitor\\_MHNT.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tenebrio_molitor_MHNT.jpg)

Jauhomadoilla on kyky kierrättää heikkolaatuista kasvimateriaalia laadukkaaksi ja energiarikkaaksi proteiiniksi ja rasvaksi lyhyessä ajassa. Jauhomadot ovat kaikkiruokaisia ja ne voivat syödä kaikenlaista kasvainesta sekä eläintuotteita, kuten lihaa ja jopa höyheniä. Tyypillisesti jauhomatoja ruokitaan viljalla, leseillä ja jauhoilla (vehnä, kaura, maissi) täydennettynä tuoreilla hedelmillä ja vihanneksilla (porkkanat, peruna, salaatti) sekä proteiinilla, kuten soijajauholla, rasvattomalla maitojauheella tai hiivalla. Ravinnon tulisi olla tasapainoista ja sisältää noin 20 % proteiinia. (Makkar ym. 2014, 13.)

Jauhomatojen kasvatusta on melko vaivatonta ja edullista. Kasvatusta varten tarvitaan laatikko, kasvatusalusta, ravintoa ja vettä. Laatikon tulisi olla riittävän suuri ja pintojen sileät. Säiliön reunat tulee olla muutaman sentin kasvatusalustaa korkeampia, jotta madot eivät pääse karkaamaan. Akvaario, terraario tai muovilaatikko sopii hyvin jauhomatojen kasvatukseen. Säiliössä tulee olla kansi kontaminaation estämiseksi, mutta samalla täytyy varmistaa hyvä ilmanvaihto kosteuden kertymisen ja homehtumisen estämiseksi.

Jauhomatojen ravintona voi käyttää vehnäleseitä, kaurahiutaleita, maissi- ja vehnäjauhoja sekä jauhettua koiranruokaa tai näiden seoksia. Säiliön pohjalle laitetaan kymmenisen senttiä ruokamateriaalia, jota lisätään säännöllisesti. Jauhomadot pysyvät hyödyntämään kuivasyötteitä, mutta niiden tuottavuus on silloin alhainen, vain yksi sukupolvi vuodessa. Tuottavuuden parantamiseksi jopa kuuteen sukupolveen vuodessa ja kannibalismiin estämiseksi toukille kannattaa tarjota vettä. Veden lähteeksi jauhomadoille sopii erilaiset kasvikset, salaattit ja hedelmät. Esimerkiksi perunat ovat hyvä vaihtoehto, sillä ne säilyvät tuoreena useitakin päiviä. Kasvatusolosuhteiden suhteellinen kosteus parantaa hedelmällisyyttä, mutta yleensä normaali ilmankosteus on riittävä. Jauhomatojen ihanteellinen kasvatuslämpötila on noin 24 °C. Valon suhteen normaali päivän ja yön rytmi on sopiva, eikä lisävalo ole tarpeen. Kaikki kuolleet madot, kotelot ja kuoriaiset on poistettava säiliöstä säännöllisesti. Jos säiliö haisee ammoniakilta tai homeelta, on aika puhdistaa ja desinfioida säiliö. (Makkar ym. 2014, 12–13.)

Jauhopukin elinkaari vaihtelee 280–630 vuorokauden välillä. Toukat kuoriutuvat 10–12 päivässä (18–20 °C) ja tulevat sukukypsäksi monen eri vaiheen jälkeen, tyypillisesti 3–4 kuukaudessa, mutta toukkavaihe voi kestää jopa 18 kuukautta. Täysikasvuinen toukka on vaalean kellanruskea, 20–32 mm pitkä ja painaa 130–160 mg. Kotelovaihe kestää 7–9 päivää 25 °C:ssa ja jopa 20 päivää alemmissa lämpötiloissa. Aikuinen jauhopukki elää 2–3 kuukautta. (Makkar ym. 2014, 12–13.)

Jauhomadot ovat korkealaatuista ravintoa. Taulukossa 3. on esitetty elävän ja kuivatun jauhomadon keskimääräiset ravintoaineiden pitoisuudet. Jauhomadot sisältävät runsaasti proteiinia, 45–60 % kuiva-aineesta ja rasvaa 31–43 %. Toukat sisältävät noin 60 % vettä. Niissä on suhteellisen vähän tuhkaa, alle 5 %, ja kuten muissakin hyönteisissä, niillä on alhainen kalsiumpitoisuus ja erittäin alhainen Ca:P-suhde. Jauhomatojen syömällä ravinnolla on vaikutusta niiden ravitsemukselliseen koostumukseen ja esimerkiksi kalsiumpitoisuutta voidaan nostaa lisäämällä kalsiumpitoista ravintoa niiden ruokavalioon. (Makkar ym. 2014, 13.)

Taulukko 3. Elävän ja kuivatun jauhomadon keskimääräiset ravintoaineiden pitoisuudet prosentteina.

	<i>Elävä jauhomato</i>	<i>Kuivattu jauhomato</i>
<i>Proteiinia</i>	20 %	53 %
<i>Rasvaa</i>	13 %	36 %
<i>Kuitua</i>	2 %	6 %
<i>Vettä</i>	62 %	5 %



## Hyönteistalouden hyötyjä ja haasteita

### Hyönteistalouden hyötyjä

Hyönteistaloudella on monia positiivisia puolia. Syötäviä hyönteislajikkeita tunnetaan jo pari tuhatta ja lisää opitaan tuntemaan jatkuvasti. Hyönteisravinnon terveellisyys, ympäristöhyödyt ja taloudelliset tekijät nostavat hyönteistuotannon merkittäväksi tulevaisuuden tuotantoalaksi.

Monet hyönteiset ovat hyviä ravinnonlähteitä, sillä ne sisältävät runsaasti proteiinia ja hyviä rasvoja sekä runsaasti rautaa ja sinkkiä. Lisäksi hyönteiset sisältävät ihmiselle tärkeitä B-ryhmän vitamiineja, etenkin B12-vitamiineja, joita on mahdollista saada vain eläinperäisistä tuotteista.

Hyönteiset tuottavat vähän kasvihuonekaasuja. Vain muutama hyönteisryhmä, kuten termit ja torakat, tuottavat metaania. Hyönteiskasvatus ei välttämättä vaadi maapinta-alaa eikä metsien hakkuita tuotantoa laajennettaessa. Koska hyönteiset ovat vaihtolämpöisiä, ne ovat erittäin tehokkaita muuttamaan ravinnon proteiiniiksi. Hyönteisiä voidaan ruokkia orgaanisilla sivuvirroilla, mikä edistää kiertotaloutta. Hyönteislajeista esimerkiksi mustasotilaskärpänen (*Hermetia illucens*), huonekärpänen (*Musca domestica*) ja jauhomato (*Tenebrio molitor*) ovat erittäin tehokkaita muuntamaan orgaanista materiaalia hyönteisbiomassaksi (van Huis 2013, 61).

Hyönteisten kasvatus ei vaadi vaikeita teknisiä ratkaisuja ja sitä voi toteuttaa pieniläkin investoinneilla. Kasvatus on helppo oppia, eikä päivittäisiin toimenpiteisiin kulu kuin muutama tunti päivässä, mikäli hyönteisiä kasvatetaan esimerkiksi konttiratkaisulla.

Hyönteisillä on suuri hyödynnettävyys. Heinäsirkasta voidaan syödä noin 80 %, kun taas kanasta ja siasta syötävä osuus on noin 55 % ja naudasta ainoastaan 40 %. Elin-tarviketuotannon lisäksi hyönteisten käytöllä on mahdollisuudet myös kemian- ja lääketeollisuuden käytössä.

### Hyönteistalouden haasteita

Tällä hetkellä EU:n uuselin-tarvikeasetus aiheuttaa haasteita epäselvyydellään ja vuonna 2018 voimaan astuvassa asetuksessa on vielä monta kysymysmerkkiä, jotka odottavat vastauksia. Vaikka maailmalla syödään jo lähes 2000 hyönteislajia, EU:ssa tarvitaan hyväksyntä jokaiselle turvalliseksi luokitellulle hyönteiselle erikseen. Todennäköistä kuitenkin on, että sirkat ja eri lajien toukat tulevat läpäisemään riskiarvioinnin ja ne hyväksytään uuselin-tarvikeasetuksen piiriin.

Syötävien hyönteislajien tunteminen ei yksinään riitä, vaan pitää tuntea myös niiden elintavat ja ravinnoksi käyttämä materiaali. Toukkien syömät kasvit voivat myös muuttua myrkyllisiksi, jos ne saavat maaperästä myrkyllisiä aineita. Osa hyönteislajeista saattaa kantaa hyönteistauteja, jotka tuhoavat koko populaation. Ongelmat voivat olla todella suuria, jos kasvatetaan isoa määrää hyönteisiä ja koko kanta tuhoutuu esim. densovirusen seurauksena.

Tällä hetkellä hyönteisten kasvatuksessa on matala automaatioaste. Koska kasvatus tehdään pääosin käsityönä, on tuotantomäärät suhteellisen pieniä. Kasvatusolosuhteiden osalta hyönteiset ovat kuitenkin herkkiä erityisesti olosuhteiden muutoksille, kuten ilmankosteudelle tai lämpötilanvaihteluille, joten niiden hallinta tulee olla hyvin suunniteltu. Kasvatusjärjestelmiä pitäisi edelleen kehittää, jotta suomalaisella kasvatuksella voitaisiin vastata hyönteisiin perustuvan elintarviketuotannon kysyn-

tään tulevaisuudessa. Jos tähän vielä lisätään mahdollinen hyönteisten käyttö tuotantoeläinten rehuissa, lisää se tarvittavia tuotantomääriä huomattavasti.

## Lähteet

- Andersen & Tybirk. 2016. Nordic Alternative Protein Potentials. Mapping of regional bioeconomy opportunities. <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1033296/FULLTEXT02.pdf>
- BBC. 2013. Can eating insects save the world. <https://www.youtube.com/watch?v=Acxbx-DUkL4>
- Dossey, A. T. Morales-Ramos, J. A. Gua dalupe Rojas, M. Insects as Sustainable Food Ingredients: Production, Processing and Food Applications Kindle Edition (iaszoology)
- EFSA Scientific Committee. 2015. Risk Profile Related to production and Consumption of Insects as Food and Feed. *Efsa Journal*. 8.10.2015.
- EntoCube. 1.3.2017. <https://www.entocube.com/>
- Evira. Elintarvikkeet. Uuselintarvikkeet. Hyönteiset elintarvikkeena. 13.5.2016. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti-yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/hyonteiset-elintarvikkeina/>
- Finsect. 1.3.2017. <http://www.finsect.fi/>
- Gurr, G. M. Wratten, S. D. Snyder, W.E. 2012. Biodiversity and Insect Pests : Key Issues for Sustainable Management. Wiley-Blackwell. 2012. Saatavilla tietokannasta: <http://site.ebrary.com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk/detail.action?docID=10560617>
- Hanboonsong, Y. Jamjanya, T. & Durst, P. B. 2013. Six-legged livestock: edible insect farming, collecting and marketing in Thailand. *RAP Publication*. <p://www.fao.org/docrep/017/i3246e/i3246e.pdf>
- Hyönteismaailma. 14.10.2016. <http://www.hyonteismaailma.fi/hyonteiset/>
- Jyllilä, L. 2017. Haastattelu, 29.3.2017.
- Karjalainen, P. 2017. Haastattelu, 19.4.2017.
- Kortelainen, T. Siljander-Rasi, H. Tuori, M. Partanen, K. 2016. Mustasoti-laskärpäsen toukkajauhon (*Hermetia illucens*) aminohappojen sulavuus porsailla. [http://www.smets.fi/sites/smets.fi/files/MTP2016/Kortelainen\\_et\\_al\\_Mustasotilaskarpasen\\_toukkajauhon.pdf](http://www.smets.fi/sites/smets.fi/files/MTP2016/Kortelainen_et_al_Mustasotilaskarpasen_toukkajauhon.pdf)
- Makkar, H.P.S. Tran, G. Heuzé, V. Ankers, P. 2014. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology* 197: 1-33.
- Mulder, W. van der Peet-Schwing, C. Nam-Phuong, H. van Ree, R. 2016. Proteins for Food, Feed and Biobased Applications. IEA Bioenergy Task42.
- Ollikkala, P. 2017. Haastattelu, 29.3.2017.
- Schowalter, T. D. 2006. *Insect Ecology: An Ecosystem Approach* (2). Academic Press. 2006. Saatavilla tietokannasta: <http://site.ebrary.com.ezproxy.hamk.fi/lib/hamk/detail.action?docID=10225026>
- Turun yliopisto. 2016. Suomalaiset ovat kiinnostuneita hyönteisruuasta – hyönteiset halutaan lautaselle jauhattuna. 16.12.2016. <https://www.utu.fi/fi/Ajankohtaista/mediatiedotteet/Sivut/suomalaiset-ovat-kiinnostuneita-hyonteisruuasta%E2%80%93halutaan-lautaselle-jauhattuna.aspx>
- Vitaelab. ND. <https://www.vitaelab.fi/Terveystietoa/B-vitamiini>
- Yle uutiset. Hyönteisiä suomalaisen ruokapöytään – "Yhtälailla eläimiä nämä ovat kuin porsaatkin" 2.5.2016. <http://yle.fi/uutiset/3-8852940>
- Zheng, L. Qing, L. Jibin, Z. Ziniu, Y. 2011. Double the biodiesel yield: Rearing black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, on solid residual fraction of restaurant waste after grease extraction for biodiesel production. *Renewable Energy* 41, 2012. s.75–79.

# Mikrolevät ruokana ja rehuna

Satu Nokkonen, Katariina Manni ja Maritta Kymäläinen • Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala

Mikrolevät muodostavat valtavan suuren ja monipuolisen joukon yksisoluisia organismeja, joiden koko vaihtelee 5–50 µm välillä. Mikrolevät voivat olla joko autotrofeja, heterotrofeja tai miksotrofeja niiden käyttämästä hiililähteestä riippuen. Autotrofi käyttää hiililähteenä hiilidioksidia, heterotrofi orgaanista hiiltä ja miksotrofit molempia riippuen elinympäristön olosuhteista. Mikrolevät kasvavat sekä valossa että pimeässä. Valossa kasvavat fotoautotrofit tuottavat tarvitsemansa energian itse fotosynteesin avulla. Fotosynteesi on valoenergialla tapahtuvaa yhteyttämistä, jossa hiilidioksidista ja vedestä syntetisoidaan hiilihydraatteja, kuten sokereita ja tärkkelystä, ja sivutuotteena syntyy happea. Pimeässä kasvavat mikrolevät saavat energiansa käyttämästään hiililähteestä.

Mikroleviä on tutkittu paljon ja niitä uskotaan olevan jopa 30 000–100 000. Mikroleviä on käytetty ravitsemuksessa jo vuosisatojen ajan, mutta niitä on viljelty vasta muutama vuosikymmen. Lisäksi niitä on kehitetty fossiilisen öljyn korvaajaksi energiasektorille. Tässä katsauksessa keskitytään mikroleviin valkuaislähteenä sekä ihmisravitsemuksessa, että rehuna.

## Mikrolevien koostumus

Mikrolevien koostumus voi vaihdella merkittävästi eri levälajien kesken. Koostumus vaihtelee myös samalla levälajilla riippuen sen kasvuolosuhteista. Yleisesti levän koostumuksena kiinnostaa proteiini-, rasva- ja hiilihydraattipitoisuuksien vaihtelut, mutta levät tuottavat myös erilaisia pigmenttejä ja antioksidantteja, jotka ovat tärkeitä elimistön suojaaineita.

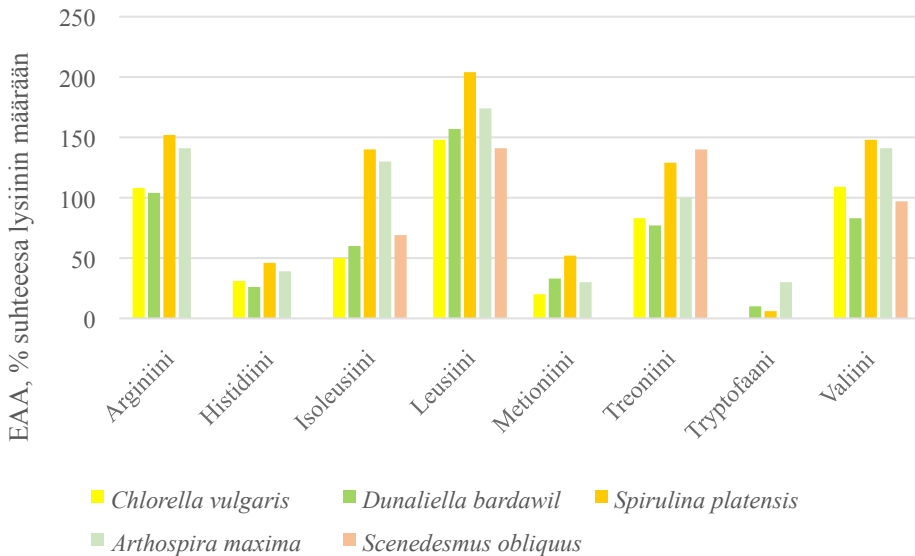
Levien kemiallinen koostumus vaihtelee paitsi lajeittain myös ympäristöolosuhteista riippuen. Ympäristötekijät, kuten lämpötila, valaistus, pH-arvo, mineraalit, hiilidioksidin saatavuus, kasvutiheys ja kasvuvaihe voivat vaikuttaa suurestikin levien kemialliseen koostumukseen. Pääkoostumuksen lisäksi tämä näkyy myös mikrolevien tuottamien erilaisten arvokkaiden yhdisteiden pitoisuuksissa. Näistä kiinnostavia ovat mm. vitamiinit ja pigmentit. Levät ovatkin merkittävä arvojakoiden lähde elintarvikke-, lääke- ja kosmetiikkateollisuudelle. (Guedes & Malcata, 2012.)

## Proteiinit

Mikrolevien proteiinipitoisuus on vaihteleva, mutta parhaimmillaan korkeampi kuin tunnetuilla hyvillä proteiinilähteillä (Taulukko 4., s. 20.) Proteiinin laatu eli aminohappokoostumus saattaa vaihdella suurestikin mikrolevien välillä (Kuvio 6., s. 20.) riippuen mm. kasvatusluoksen tyypilähteestä. Mikrolevät sisältävät mm. lysiiniä, metioniinia ja kysteiniä ja niiden vähyys on yleisimpiä eläinten kasvua rajoittavia tekijöitä sikojen, siipikarjan ja kalojen rehuna. (Andersen ym. 2016, 24.)

Taulukko 5. Merkittävimmät ravitsemukseen tuotetut kaupalliset mikrolevät (Muokattu lähteestä Pulz ja Gross, 2004; Spolaore ym, 2006 ja Hallmann, 2007)

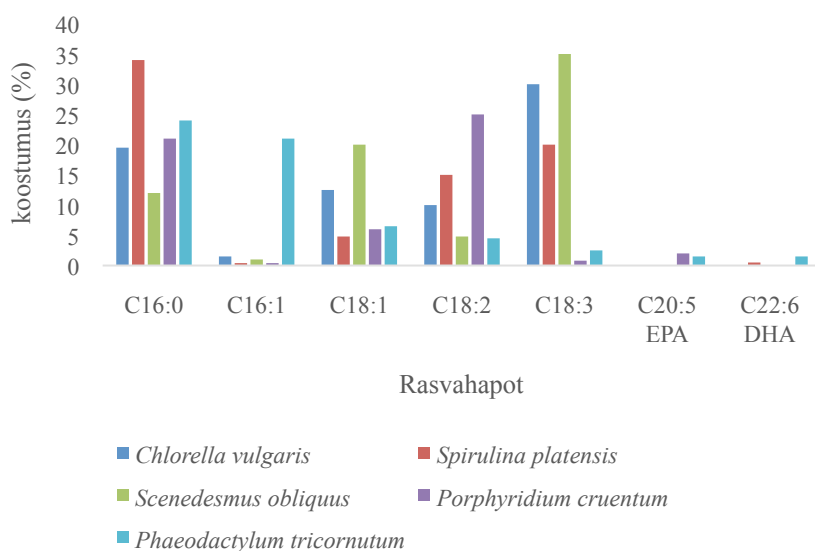
Tuote:	Proteiini	Hiiilihyaatti	Rasvat
Liha, tuore	16,9	-	8,4
Kananmuna	12,6	0,3	9,2
Kevytmaito	3	4,8	1,5
Riisi	8,1	79	1
Soijapapu, kuivattu	35,9	10,3	17,7
<i>Anabaena cylindrical</i>	43-56	25-30	4-7
<i>Chlorella vulgaris</i>	51-58	12-17	14-22
<i>Diacronema vlkianum</i>	38	25	18
<i>Dunaliella salina</i>	57	32	6
<i>Euglena gracilis</i>	39-61	14-18	14-20
<i>Haematococcus pluvialis</i>	10	40	41
<i>Isochrysis galbana</i>	48	27	15
<i>Scenedesmus obliquus</i>	50-56	10-17	12-14
<i>Spirulina maxima</i>	60-71	13-16	6-7
<i>Spirulina platensis</i>	46-63	8-14	4-9



Kuvio 6. Mikrolevien aminohappokoostumuksia. (EAA = Essential Amino Acids) Muokattu lähteestä: Andersen ym. 2016, 25.)

## Rasvahapot

Osa mikrolevistä tuottaa ravitsemuksellisesti tärkeitä ja välttämättömiä rasvahappoja. Näitä ovat omega-6 -rasvahappoihin kuuluvat gamma-linoleenihappo (GLA) ja arakidonihappo, sekä omega-3 -rasvahappoihin kuuluvat eikosapentaeenihappo (EPA) ja dokosaheksaeenihappo (DHA). Näitä pitkäketjuisia monitydyttymättömiä rasvahappoja (LC-PUFA) ei muodostu kasveissa eikä eläimissä, ainoastaan mikrolevissä ja ne kulkeutuvat koko ravintoketjun mukana. Ihmiset eivät pysty itse tuottamaan omega-3 ja omega-6 rasvahappoja, vaan ne täytyy saada ravinnosta. Kuviossa 7. on esitetty viiden mikrolevälajin pääasiallinen rasvahappokoostumus. (Hagen 2009)



Kuvio 7. Viiden mikrolevälajin pääasiallinen rasvahappokoostumus. (Lähde: Feller ym. 2015. Comparative Study of Biochemical Composition of Five Microalgae for Biodiesel/Bioproductions Application. Research Gate. <https://www.researchgate.net/publication/300663784>)

## Hiilihydraatit

Joillakin mikrolevälajeilla on myös korkea hiilihydraattipitoisuus. Mikrolevien hiilihydraatit koostuvat pääasiassa glukoosista, tärkkelyksestä, selluloosasta ja erilaisista polysakkarideista. Osa mikrolevistä tuottaa myös beetaglukaanina, joka on pitkäketjuinen hiilihydraatti ja jota esiintyy myös mm. kaurassa ja ohrassa. Mikrolevistä mm. *Chlorella*-, *Dunaliella*-, *Scenedesmus*- ja *Haematococcus* -lajeihin on osoitettu kerääntyvän runsaasti hiilihydraatteja. Korkeimmillaan *Haematococcus pluvialis* voi sisältää hiilihydraattia jopa n. 40 % kuivapainosta. (Ho 2013)

## Pigmentit

Yksi merkittävimmistä ominaisuuksista on mikrolevien lajikohtainen ja yksilöllinen väri. Fotosynteesiin liittyvän pääpigmentin, klorofyllin lisäksi mikrolevät muodostavat myös lukuisia erilaisia lisäpigmenttejä, kuten fykobiliproteiineja ja karotenoideja. Nämä luonnolliset pigmentit pystyvät edistämään levien valoenergian hyödyntämistä suojaamalla niitä auringon säteilyyn liittyviltä haitallisilta vaikutuksilta.

Karotenoidit ovat luonnossa kasvien ja muiden yhteyttävien eliöiden viherhiukkasissa esiintyviä pigmenttejä. Karotenoidit ovat vastuussa hedelmien, vihannesten ja kasvien väreistä, ja ne ovat yleensä keltaisia, oransseja ja punaisia. Eläimillä ruoka-

valion mukana nautit karotenoidit kerääntyvät esimerkiksi lihaan ja kananmunaan. Levien karotenoidit näyttävät toimivan pääasiassa valon suoja-aineina ja valoa keräävinä pigmentteinä, ja suojelevat siten valon aiheuttamilta vaurioilta. Ympäristön aiheuttama stressitila (esim. valo, lämpötila, suolapitoisuus, ravinteet) saattaa joillakin mikrolevillä aiheuttaa kasvun pysähtymisen ja karotenoidien varastoitumisen suojausmekanismina ympäristöä vastaan.

Tärkeimmät mikrolevien tuottamat karotenoidit ovat Dunaliella salinan tuottama β-karoteeni ja Heamatococcus pluvialis:n tuottama astaksantiini. β-karoteeni on välttämätön ravintoaine ja sillä on valtava kysyntä luonnollisten elintarvikeväriaineiden, kosmetiikkalisäaineiden sekä terveystuokamarkkinoilla. β-karoteenia on käytetty paljon virvoitusjuomissa, juustoissa sekä voi- ja margariinituotteissa. β-karoteenia sisältäviä tuotteita pi-detään turvallisena ja terveystuotteina. Astaksantiinilla sanotaan olevan lukuisia terveyshyötyjä; se parantaa mm. silmien terveyttä, lihasvoimaa ja kestävyyttä sekä suojaa ihoa ennenaikaiselta vanhenemiselta. Mikrolevät ovat erinomainen luonnollisten väriaineiden ja ravinteiden lähde ja niillä voisi korvata synteettiset valmisteet. (Hagen 2009)

### Vitamiinit

Mikrolevät voivat sisältää runsaasti vitamiineja ja hivenaineita. Osa mikrolevistä pystyy tuottamaan B12-vitamiinia. B12-vitamiinia esiintyy vain eläinperäisissä tuotteissa ja ihmisen on saatava sitä ravinnon mukana. Muita mikrolevien tuottamia vitamiineja ovat mm. riboflaviini ja tokoferoli. Riboflaviini eli B2-vitamiini toimii elimistössä lähinnä koentsyyminä hapetus-pelkistysreaktioissa sekä rasvahappojen hajotuksessa ja synteesissä. Tokoferoli on rasvaliukoinen E-vitamiini ja tärkeä elimistön antioksidantti. Tärkeitä E-vitamiinin lähteitä ovat kasviöljyt ja -margariinit sekä kokojyvävalmisteet. Levälajeista Euglena on eniten tokoferoleja tuottava mikrolevä. (Chew 2017; Hagen 2009)

### Kaupallisesti tuotettuja mikroleviä

Merkittävimmät kaupalliseen käyttöön mikroleviä tuottavat maat ovat Taiwan, Japani, Havaiji ja Intia. Suomessa mikroleviä ei vielä kaupallisesti tuoteta. Ravitsemuksellisesti merkityksellisiä mikroleviä ovat viherleviin kuuluvat Chlorella vulgaris, Heamatococcus pluvialis, Dunaliella salina ja syanobakteereihin eli sinileviin kuuluva Spirulina maxima, jotka ovat jo laajasti kaupallistettuja ja käytettyjä, pääasiallisesti lisäravinteena ihmisillä ja lisätynä rehuun. Merkittävimmät ravitsemukseen tuotetut kaupalliset mikrolevät on koottu taulukkoon 5.

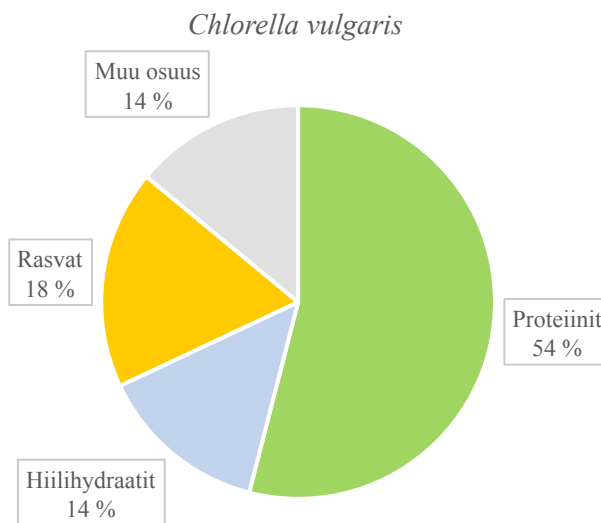
Taulukko 5. Merkittävimmät ravitsemukseen tuotetut kaupalliset mikrolevät (Muokattu lähteestä Pulz ja Gross, 2004; Spolaore ym, 2006 ja Hallmann, 2007)

Mikrolevä	Pääasialliset tuottajat	Tuotteet	Tuotanto (tonnia/vuosi)
<i>Spirulina</i> ( <i>Arthrospira</i> )	Hainan Simai Pharmacy Co. (Kiina) Earthrise Nutritionals (Kalifornia, USA) Cyanotech Corp. (Havaiji, USA) Myanmar Spirulina factory (Myanmar)	jauheet, uutteet, tabletit tabletit, jauheet, juomat jauheet tabletit, sipsit, pastat ja nestemäiset uutteet	3000
<i>Chlorella</i>	Taiwan Chlorella Manufacturing Co. (Taiwan) Klötze (Saksa)	tabletit, jauheet, nuudelit jauheet	2000
<i>Dunaliella salina</i>	Cognis Nutrition and Health (Australia)	jauheet, B-karoteeni	1200
<i>Aphanizomenon flos-aquane</i>	Blue Green Foods (USA) Vision (USA)	kapselit, kiteet kapselit, jauheet, kiteet	500

## Chlorella vulgaris

Chlorella vulgaris -levää on käytetty vaihtoehtolääkkeenä Kaukoidässä muinaisista ajoista lähtien ja se tunnetaan perinteisenä ravintona itämaissa. Chlorellaa tuotetaan ja markkinoidaan yleisesti ravintolisänä monissa maissa mm. Kiinassa, Japanissa, Euroopassa ja Yhdysvalloissa, vaikka se ei ole saanut yleisesti turvallisenä pidettyä GRAS-arvoa (Generally Recognized as Safe).

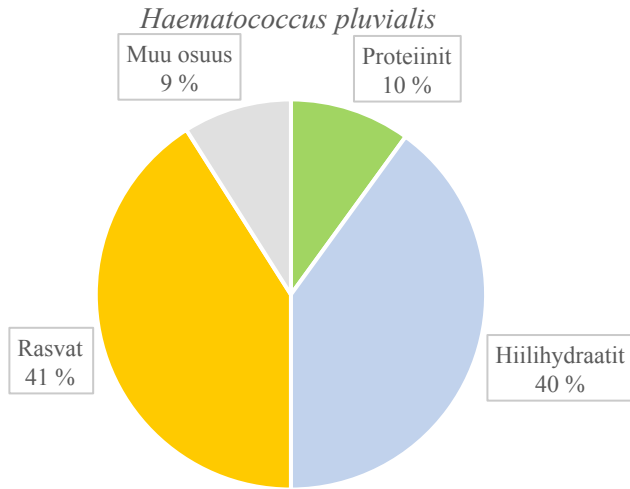
Chlorella sisältää proteiinia noin puolet, rasvaa 20 % ja hiilihydraatteja 15 % kuivapainosta (Kuvio 8, s. 24). Vaikka Chlorellan proteiinipitoisuus on korkea, näyttäisi sen tärkein aine olevan beetaglukaani, jota esiintyy myös mm. kaurassa ja ohrassa.  $\beta$ -glukaani on tärkeä ravintokuitu, joka on aktiivinen immuunijärjestelmän stimuloija, vapaa-radikaalien keräilijä ja veren rasva-arvojen alentaja. Lisäksi Chlorellaa pidetään monien ravintoaineiden, kuten karotenoidien, vitamiinien ja mineraalien lähteenä ja se on yleisesti käytetty tuote terveystuotteenä sekä eläinten rehuna ja vesiviljelyssä. (Hagen 2009).



Kuvio 8. Chlorella vulgaris -levän keskimääräinen sisältö (Muokattu lähteestä: Hagen, Kristian N. *Algae: Nutrition, Pollution Control and Energy Sources*. s. 269)

## Haematococcus pluvialis

Haematococcus pluvialis on tunnistettu organismiksi, johon voi akkumu-loitua kaikkein suurimmat pitoisuudet astaksantiinia luonnossa (1,5–3,0 %/ka.). Tällä hetkellä Haematococcus on kaupallisesti tärkein astaksantiinin luonnollinen lähde, erityisesti lohen ja taimenen vesiviljelyssä. Haematococcus pluvialis -levän proteiinipitoisuus on alhainen, mutta sekä hiilihydraatti- että rasvapitoisuus voi olla jopa 40 % kuivapainosta (Kuvio 9.). (Hagen 2009)

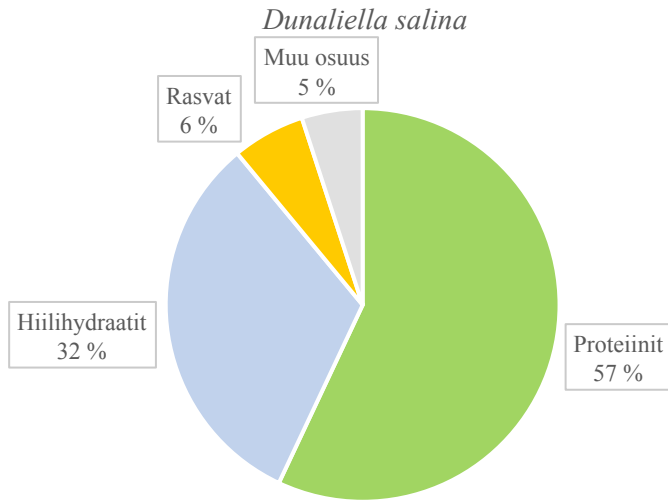


Kuvio 9. Haematococcus pluvialis -levän keskimääräinen sisältö. (Muokattu lähteestä: Hagen, Kristian N. *Algae: Nutrition, Pollution Control and Energy Sources*. s. 269)

## Dunaliella salina

Dunaliella salina on halotolerantti (suolaisuutta sietävä) mikrolevä, jota esiintyy suolajärvisissä. Dunaliellan (Kuvio 10.) proteiinipitoisuus on korkea, lähes 60 % kuiva-aineesta. Lisäksi D. salina pystyy kerryttämään suuria määriä  $\beta$ -karoteenia, joka on karotenoidipigmentteihin kuuluva yhdiste.  $\beta$ -karoteenia käytetään pääasiassa luonnollisena elintarvikeväriinä ja provitamiini A:nä (retinoli). D. salina voi sisältää jopa 14 % karotenoidia kuivapainosta. Osa Dunaliella-kannoista voi sisältää  $\beta$ -karoteenia jopa 10 % kuivapainosta, jos ravinteita on niukasti ja suolaa sekä valoa runsaasti.  $\beta$ -karoteenin lisäksi Dunaliella tuottaa myös toista arvokasta ainetta, glyserolia. (Hagen 2009)

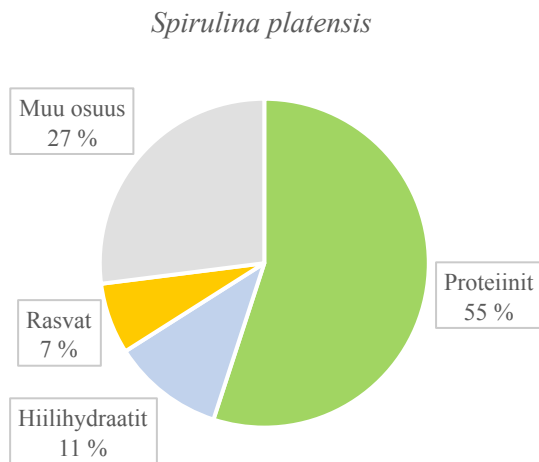




Kuvio 10. *Dunaliella salina* -levän keskimääräinen sisältö. (Muokattu lähteestä: Hagen, Kristian N. *Algae: Nutrition, Pollution Control and Energy Sources*. s. 269)

#### 6.2.4 *Arthrospira* eli *Spirulina*

*Arthrospira* eli *Spirulina* kasvaa runsaasti tietyissä emäksisissä järvissä Meksikossa ja Afrikassa, ja sitä on käytetty paikallisen väestön ravintona jo antiikin ajoista lähtien. *Spirulina* -levää tuotetaan laajamittaisesti ympäri maailmaa (3000 tonnia/vuosi) ja sitä käytetään yleisesti ravinto- ja rehu-lisänä, johtuen sen korkeasta proteiini- ja hiilihydraattipitoisuudesta ja erinomaisesta ravitsemuksellisesta arvosta, kuten korkeasta gamma-linoliyhappopitoisuudesta (GLA). Lisäksi *Spirulina* on monia terveyttä edistäviä vaikutuksia. *Spirulina* on myös tärkein luonnollinen fykosyaniinin lähde, jota käytetään luonnollisena väriaineena elintarvikkeissa ja kosmetiikassa. Kuviossa 11. (s. 26.) on esitetty *Spirulina platensis* -levän keskimääräinen sisältö. (Hagen 2009)



Kuvio 11. *Spirulina platensis* -levän keskimääräinen sisältö. (Muokattu lähteestä: Hagen, Kristian N. *Algae: Nutrition, Pollution Control and Energy Sources*. s. 269)

## Mikrolevien kasvatust

Mikrolevien biomassan käyttö on ollut hyvin vähäistä viime aikoihin asti. Syynä tähän on, että luonnossa esiintyvien mikrolevien tiheydet vedessä ovat hyvin alhaisia, jopa kukinta-aikana. Näin ollen levien keruu hyötykäyttöön on hankalaa ja kallista. Korkeampien levämassapitoisuuksien tuotannon takaamiseksi on leviä kasvatettava tehokkaasti. Mikroleviä kasvatetaan maailmanlaajuisesti yli 5000 tonnia kuivaa levämassaa ja sen kaupallinen arvo on noin 1,25 milj. €, vuositasolla. Suurin osa biomassasta käytetään biopolttoaineiden tuotannossa. Loppu käytetään arvokkaiden tuotteiden, kuten lisäravinteiden, lääkkeiden, kosmetiikan ja rehun valmistamiseen. (Schultz-Zehden et al., 2012)

### Olosuhdetekijät

Autotrofiset levät tarvitsevat kasvaakseen ainoastaan valoa, hiilidioksidia, vettä, ravinteita ja hivenaineita. Kaikkein tärkeimmät olosuhdetekijät, jotka säätelevät levän kasvua ovat lämpötila, pH, ravinteiden määrä ja laatu, valo, sekoitus ja suolapitoisuus. Optimaaliset olosuhteet ovat lajikohtaisia ja ne voivat olla toisistaan riippuvaisia. Kasvuolosuhteet, jotka ovat ihanteellisia yhdelle lajille, ei välttämättä toimi toiselle.

Suurin osa mikrolevistä viihtyy 16–27 °C välillä, optimaalisen lämpötilan ollessa 24–27 °C. Alhaisissa, alle 16 °C lämpötilassa, levien kasvu alkaa hidastua ja monille lajeille yli 35 °C lämpötila on tappava.

Monet levälajit viihtyvät pH-alueen vaihdella pH 7–9 välillä, optimaalisen ollessa 8,2–8,7. Levän kiihtyvä kasvu nostaa pH:ta, jolloin voidaan ylittää jopa pH-arvoon 9. pH:ta voidaan säätää hiilidioksidin avulla alemmas ja lähelle lajin ihanteellista pH-arvoa.

Mikrolevät tarvitsevat kasvuunsa ravinteita, kuten typpeä ja fosforia sekä erilaisia hivenaineita. Typpilähteistä yleisimmin käytetään nitraattia, mutta mikrolevät voivat hyödyntää myös ammoniumia. Fosforilisänä käytetään yleensä ortofosfaattia. Luonnonvesissä mikrolevien kasvua rajoittavia hivenaineita ovat mm. rauta, sinkki ja kupari.

Kuten kasveille, valo toimii energianlähteenä myös mikroleville. Valointensiteetti on tärkeässä roolissa, mutta sen suuruus vaihtelee suuresti kasvuvyvyydestä ja -tiheydestä riippuen. Liian voimakas valointensiteetti (suora auringonvalo tai liian lähellä keinovaloa) saattaa aiheuttaa fotoinhibition. Lisäksi monet mikrolevät eivät viihdy jatkuvassa valossa, vaan tarvitsevat lepoajan pimeässä. Monesti käytetäänkin valo-pimeä-syklejä, joissa maksimi valo-pimeä-aika on 16:8, ja normaali vaihtelee 14:10 tai 12:12 välillä.

Sekoitus on välttämätöntä levien sedimentoitumisen estämiseksi, valon ja ravinteiden tasaisen jakaantumisen kannalta sekä parantamaan kaasujen vaihtoa kasvuliuksen ja ilmatilan välillä. Sekoitus voidaan toteuttaa esim. ilmastamalla leväkasvatusta tai sekoittamalla kasvatuspulloa manuaalisesti kerran päivässä.

Merilevät ovat äärimmäisen sietokykyisiä korkeille suolapitoisuuksille. Monet merilevälajit kasvavat parhaiten, kun suolapitoisuus on hieman laimeampi kuin niiden normaaliolosuhteissa. Merilevien optimaalinen suolapitoisuus on 20–24 g/l. (Barsanti ym. 2014)

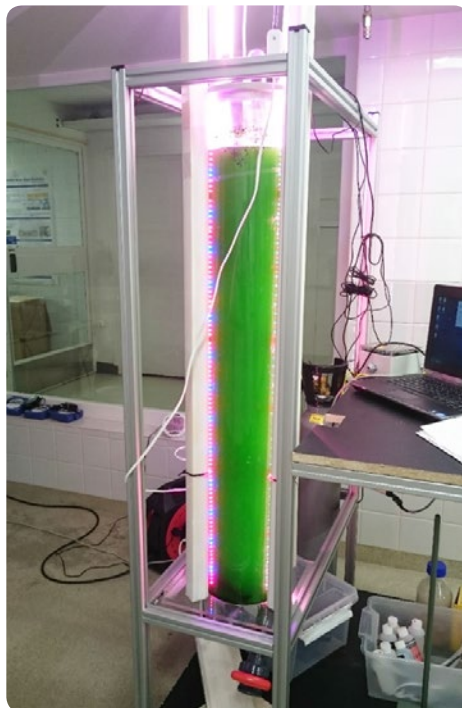
### Avoimet ja suljetut järjestelmät

Leviä voidaan kasvattaa erilaisissa kasvatusjärjestelmissä. On olemassa avoimia ja suljettuja kasvatusjärjestelmiä, jatkuvatoimisia ja panosjärjestelmiä. Avoimet kasvatusjär-

jestelmät (Kuva 4., s. 28.) ovat edullisia ja kestäviä, ja niissä on mahdollista tuottaa biomassaa suljettua kasvatusjärjestelmää suuremmissa mittakaavoissa. Suljettu kasvatusjärjestelmä (Kuva 5., s. 28.) on kalliimpi vaihtoehto, mutta biomassan tuotannon hallittavuus on siinä merkittävä tekijä sekä kasvatusolosuhteiden että kontaminaation osalta. Vaikka avoimet järjestelmät saattavat olla kokoluokaltaan suurempia, suljetussa järjestelmässä saadun biomassan tiheys on suurempi. Tyypillisesti avoimessa järjestelmässä tuotetun biomassan pitoisuus vaihtelee 0,1–0,5 g/l ja suljetun järjestelmän 0,5–8 g/l (Pulz 2001; Carlsson 2007, Ierselin ym. 2009, 11; Mata ym. 2010, 226).



Kuva 4. Avoin kasvatusjärjestelmä (Algal open bond. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Microalgenkwekerij\\_te\\_Heure\\_bij\\_Borculo.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Microalgenkwekerij_te_Heure_bij_Borculo.jpg))



Kuva 5. Suljettu kasvatusjärjestelmä Kuva: Satu Nokkonen

## Mikrolevät ihmisravitsemuksessa

Mikrolevien hyvälaatuisesta ja korkeasta proteiinipitoisuudesta huolimatta, ne eivät vielä ole saavuttaneet paikkaansa merkittävänä elintarvikkeena tai perinteisten elintarvikkeiden korvikkeena. Suurimmat haasteet ovat korkeat tuotantokustannukset (kuiva, jauhemainen lopputuote) verrattuna perinteisiin proteiini-lähteisiin, tumman vihreä väri ja kevyesti kalamainen haju, jotka rajoittavat leväjauheen sisällyttämistä useisiin tavanomaisiin ruoka-aineisiin. (Becker 2007)

Monenlaisia kokeiluja on tehty elintarviketuotteiden kanssa, jolloin levämassaa on yhdistetty mm. leipä- ja nuudelitaikinaan. Leipään voidaan kuitenkin lisätä vain hyvin pieniä määriä leväjauhetta, koska ulkonäkö, taikinan koostumus ja maku muuttuvat epämiellyttäväksi. Nuudeleiden ulkonäkö muuttuu epämiellyttäväksi ruskeaksi väriksi. Levien yhdistäminen ravioli-tyyppisiin elintarvikkeisiin peittää värjäysvaikutuksen, mutta muuttaa myös makua huomattavasti. (Becker 2007)

Tällä hetkellä mikrolevävalmisteiden merkittävimpiä tuotteita, kuten levätabletteja (Kuva 6), myydään suurimmaksi osaksi luontaistuotekaupoissa. Esimerkiksi Chlorella-tabletteja markkinoidaan ravintoainepankkina, joka ravitsee ja puhdistaa kehoa. Puhdistamon Chlorella sisältää yli 65 % proteiinia kuivapainostaan, sekä erittäin runsaasti mm. beetakaroteenia, kalsiumia ja magnesiumia. Lisäksi Chlorella on loistava raudan ja B12-vitamiinin lähde, joista kasvissyöjillä on usein vajetta. Spirulina-levää markkinoidaan planeettamme ravinnetiheimpänä superfoodina, joka sisältää varsinkin urheilijoille ja kasvissyöjille arvokkaita ravinteita, proteiinia ja vitamiineja. (Becker 2007; Puhdistamo; Cocovi)



Kuva 6. Spirulina-puristetabletit Kuva: Satu Nokkonen

Tutkimukset ovat osoittaneet, että mikrolevien käyttö lisäravintona olisi hyvä rajoittaa 20 g/vrk, jotta vältytään haitallisilta sivuvaikutuksilta, kuten pahoinvoinnilta. Suomessa myytävissä tuotteissa päivittäinen suositusannostus vaihtelee 4–10 gramman välillä. (Adams nd)

## Mikrolevät eläinrehuna

Mikrolevien käyttö eläinten rehuna on alkanut vasta viime vuosina. Levä-biomassan ravitsemukselliset ja toksikologiset tutkimukset ovat osoittaneet levien olevan hyvä proteiinin lähde kotieläinten ruokinnassa. Niillä voidaan joko täydentää tai jopa korvata perinteisiä proteiinilähteitä, kuten soijaa ja kalajauhoa. Ruokinnassa jo vähäisenkin mikrolevien käyttömäärän on todettu vaikuttavan positiivisesti eläinten kasvuun ja vastustuskykyyn. On arvioitu, että noin 30 % nykyisestä levätuotannosta myydään eläinten rehuksi. Eniten sitä käytetään siipikarjan ja kalojen rehuihin.

Proteiinin laatu ja sulavuus ovat tärkeitä tekijöitä arvioitaessa rehujen käyttöarvoa. Kokeet, joissa erilaisia mikroleväbiomassoja syötettiin vastavieroitetuille porsaille, broilereille ja muniville kanoille osoittivat, että mikrolevillä voidaan korvata 8–15 % soijarouheesta ja maissista. Tätä suurempi määrä voi aiheuttaa haittavaikutuksia. Haittavaikutukset tosin voivat liittyä levälajien valintaan ja ruokintaan paremmin soivia leväkantoja on tarve tutkia lisää.

Rehukäyttöä varten tutkittujen mikrolevien aminohappokoostumus on melko samanlainen kuin soijalla. Lisäksi mikrolevien välttämättömien aminohappojen pitoisuudet vastaavat yksimahaisten ravitsemuksellisia vaatimuksia. Mikrolevät sisältävät mm. lysiiniä sekä metioniinia, jotka ovat keskeisiä aminohappoja erityisesti sikojen, siipikarjan ja kalojen ruokinnassa. Proteiinin lisäksi mikrolevät sisältävät arvokkaita omega-3 -rasvahappoja. (Becker, 2007; Becker, 1994; Janczyk ym. 2005; Olsen & Karlson 2016)

Vuonna 2015 valmistunut australialainen tutkimus (Duong, Ahmed, Thomas-Hall, Quicley & Schenk) osoitti, että esim. *Scenedesmus* sp. sopii eläinrehuksi. Tutkimuksessa selvitettiin Pohjois-Australian mikroleväkantoja, joilla on korkea proteiinipitoisuus ja hyvä rasvahappokoostumus. Scenesemuksen proteiinipitoisuus voi olla jopa 54 % kuivapainosta, mutta sillä on myös hyvin vahva soluseinä, joka vaikeuttaa proteiinin hyödynnettävyyttä. Ruuansulatusentsyymit eivät pysty hajottamaan vahvaa soluseinää, mutta oikeantyyppisellä esikäsitteilyllä saattaa hyödynnettävä proteiinimäärä lisääntyä huomattavasti. Esim. ultraäänikäsitteilyllä on todettu olevan positiivinen vaikutus soluseinän rikkomiseen. (Janczyk, Wolf, Souffrant 2005; Becker 2007; Duong ym. 2015; Gatrell 2014; Leng 2014).

Mikrolevät sopivat myös märehäntijöiden ruokintaan. Tätä on Suomessa tutkittu Helsingin yliopiston maataloustieteiden laitoksella lypsylehmillä tehdyissä ruokintakokeissa.

### Mikrolevät siipikarjan ja sikojen ruokinnassa

Euroopan Unionin säännös (EC) No.1830/2003 määrittelee rehujen käytöstä eläinten ruokinnassa ja asettaa säännöt, luvat ja markkinointiin liittyvät asiat rehujen lisäaineille. Levät on virallisesti hyväksytty useissa maissa kananrehuksi, eivätkä vaadi uusia testauksia tai hyväksyntää. Kuitenkin levälajien rajoitukset lisäravinnoksi katsotaan tapauskohtaiseksi.

Siipikarjalla on tehty useita ruokintakokeita käyttäen rehuseoksia, joihin on lisätty eri levälajeja (*Chlorella*, *Euglena*, *Oocystis*, *Scenedesmus*, *Spirulina*) (Becker 1994). Munivien kanojen munantuotannossa tai munien laadussa ei ole havaittu eroja rehuseoksesta huolimatta.

Siipikarjan lisäksi siat näyttäisi olevan potentiaalinen ryhmä, joiden ruokinnassa voidaan käyttää mikroleviä. Eräässä tutkimuksessa *Chlorella* ja *Scenedesmus* käytet-

tiin korvaamaan soijarouhetta. Kun käyttömäärä oli enintään 10 %, ei rehuhyötysuhteessa ollut eroja (Hintz, Heitmann, Weir, Torell & Mayer 1966; Hintz & Heitmann 1967). Mikroleväbiomassan ravitsemuksellinen laatu sopii hyvin sikojen rehukomponentiksi ja sillä voidaan korvata soijarouhetta ja kalajauhoa.

### **Mikrolevät märehitijöiden ruokinnassa**

Märehitijät ovat eläinryhmä, jonka oletetaan olevan tehokkain levien hyödyntäjä, koska ne pystyvät sulattamaan jopa käsittelemätöntä levämateriaalia. Kuitenkin mikrolevien käytöstä lypsylehmien ruokinnassa on vain vähän tutkimustietoa. Helsingin yliopiston Maataloustieteiden laitos on tehnyt tutkimuksia ja lypsylehmien ruokintakokeita mikrolevillä. Ensimmäisessä tutkimuksessa selvitettiin mikrolevien vaikutusta lypsylehmien rehun syöntiin, maidontuotantoon ja maidon rasvahappokoostumukseen. Käytettävät levälajit olivat *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* ja *Chlorella vulgaris* ja *Nannochloropsis gaditanan* seos. Valkuaisrehutäydennys lisäsi suuntaantavasti eläinten säilörehun syöntiä ja energiakorjattua maitotuotosta. Mikrolevät, etenkin *Nannochloropsis*, heikensivät väkirehun maittavuutta. Rypsin tai soijan korvaaminen mikrolevällä ei vaikuttanut maitotuotokseen, mutta erot levien rasvahappokoostumuksessa heijastuivat maitorasvaan. (Lamminen, Halmemies-Beauchet-Filleau, Kokkonen, Jaakkola & Vanhatalo 2016)

Toisessa tutkimuksessa selvitettiin em. mikrolevien vaikutusta lypsylehmien valkuaisen hyväksikäyttöön perinteisiin valkuaisrehuihin, rypsiin ja soijaan verrattuna. Kontrolliruokinnassa lehmät saivat väkirehuna vilja-leikeseosta ilman valkuaislisää. Valkuaisrehuna käytettiin rypsiä, soijaa tai em. levälajeja. Rypsin korvaaminen *Spirulinalla* heikensi tyypin hyväksikäyttöä verrattuna kontrolliruokintaan ilman valkuaislisää, mutta tyypin hyväksikäytössä ei ollut juuri lainkaan eroja soija- ja mikroleväruokintojen välillä. Useimmat *Spirulinan* valkuaisen hyväksikäyttöä kuvaavat muuttujat olivat hieman rypsirouhetta heikompia. Sen sijaan soijarouheen ja eri mikrolevien välillä ei ollut eroa valkuaisen hyväksikäytössä. (Lamminen ym. 2016)

### **Mikrolevät kalaviljelyssä**

Mikroleviä käytetään kalataloudessa, koska ne sisältävät hyviä rasvahappoja. Lisäksi ne sisältävät välttämättömiä ravintoaineita, jotka vaikuttavat kalojen laatuun, kasvuun ja vastustuskykyyn. Kalojen kasvun edistämiseksi on suositeltavaa käyttää useita eri mikroleviä samanaikaisesti, jotta taataan riittävä proteiini- ja vitamiinipitoisuus sekä korkea monitydyttymättömien, pääasiassa omega-3 ja omega-6- rasvahappojen osuus. (Hagen 2009)

Monet vesieliöt saavat ominaisvärinsä ravinnon karotenoidipigmenteistä. Monet mikrolevät kuten, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella zofingiensis* ja *Haematococcus pluvialis* ovat erinomaisia karotenoidien lähteitä ja tarjoavat kustannuksiltaan edullisen vaihtoehdon verrattuna synteettisiin karotenoideihin. (Hagen 2009)

## **Lähteet**

Adams, Mike. Superfoods for Optimum Health: Chlorella and Spirulina. Truth Publishing. <http://www.naturalnews.com/SpecialReports/Superfoods.pdf>

Atkinson, N., (2013). The potential of microalgae meals in compound feeds for aquaculture. *International Aqua Feed* 16 (5), 14–17.

Austic, R. E., Mustafa, A., Jung, B., Gatrell, S. & Lei, X. G., (2013). Potential and limitation of a new defatted diatom microalgal biomass in re-placing soybean meal and corn in diets for broiler chickens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61, 7341–7348. <http://dx.doi.org/10.1021/jf401957z>

- Barsanti, L. Gualtieri, P. 2014. *Algae, Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. CRC Press, Baton Rouge. Saatavilla tietokannasta: ProQuest Ebook Central.
- Becker, E.W. 1994. *Microalgae – Biotechnology and Microbiology*. Cambridge: Cambridge University Press; 1994.
- Becker, E. W. 2007. Microalgae as a source of protein. *Biotechnology Advances* 25, 207–210. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2006.11.002>
- Chew, K. W. 2017. Microalgae biorefinery: High value products perspectives. *Bioresource Technology* 2017, 229, 53–62.
- Duong, V., Ahmed, F., Thomas-Hall, S., Quigley, S. N., & Schenk, P. 2015. High protein and high lipid producing microalgae from Northern Australia as potential feedstock for animal feed and biodiesel. *Frontiers in Bioengineering and biotechnology*, 3, 53. <http://dx.doi.org/10.3389/fbioe.2015.00053>
- Feedipedia. 2017. Microalgae. 11.1.2017. <http://www.feedipedia.org/node/67>
- Feller, R., Matos, A.P., Moecke, E.H.S., Carvalho Jr, R.M., Lopes, R.G., Camargo, C.P.A., Sant'anna, E.S., Derner, R.B., Oliveira, J.V. Furigo Jr, A. 2015. Comparative Study of Biochemical Composition of Five Microalgae for Biodiesel/Bioproductions Application. Research Gate. <https://www.researchgate.net/publication/300663784>
- Gatrell, S., Lum, K., Kim, J., & Lei, X. 2014. Non-ruminant nutrition symposium: Potential of defatted microalgae from the biofuel industry as an ingredient to replace corn and soybean meal in swine and poultry diets. *Journal of animal science*, 92 (4), 1306–1314. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2013-7250>
- Hagen, Kristian N. 2009. *Algae: Nutrition, Pollution Control and Energy Sources*. Microalgae in Novel Food Products. Nova Science Publisher, Inc. New York. 265–291. (ebrary)
- Ho, S. 2012. Bioethanol production using carbohydrate-rich microalgae biomass as feedstock. *Bioresource Technology* 2013, 191–198.
- Janczyk, P., Wolf, C., & Souffrant, W. 2005. Evaluation of nutritional value and safety of the green microalgae *Chlorella vulgaris* treated with novel processing methods. *Archiva Zootechnica*, 8, 132–147.
- Lamminen, M. Halmemies-Beauchet-Fillaeau, A. Kokkonen, T. Jaakko-la, S. ja vanhatalo, A. 2016. Mikrolevät lypsylehmien ruokinnassa: 1. Maidontuotanto. Helsingin Yliopisto, Maataloustieteiden laitos.
- Lamminen, M. Halmemies-Beauchet-Fillaeau, A. Kokkonen, T. Jaakkola, S. ja vanhatalo, A. 2016. Mikrolevät lypsylehmien ruokinnassa: 2. Valkuaisen hyväksikäyttö. Helsingin Yliopisto, Maataloustieteiden laitos.
- Leng, X., Hsu, K.-N., Austic, R., & Lei, X. 2014. Effect of dietary defat-ted diatom biomass on egg production and quality of laying hens. *Journal of animal science and biotechnology*, 5 (3). <http://dx.doi.org/10.1186/2049-1891-5-3>
- Nordic Alternative Protein Potentials. 2016. Mapping of regional bioeconomy opportunities. <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1033296/FULLTEXT02.pdf>
- Mulder, W. van deer Peet-Schwering, C. Nam-Phuong, H. van Ree, R. 2016. Proteins for Food, Feed and Biobased Applications. IEA Bioenergy Task42.
- Richmond, Amos, and Hu, Qiang. 2013. *Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology* (2). Somerset, GB: Wiley-Blackwell, 2013.



# Tulevaisuuden valkuaisinnovaatiot

## HYÖNTEISET

Satu Nokkonen, HAMK

2017



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahaosto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

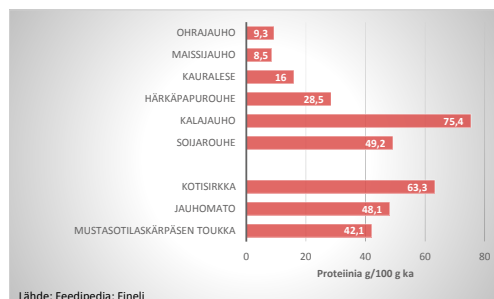


## Hyönteisten ravitsemuksellinen koostumus

Hyönteiset ovat erinomainen proteiinin lähde. Lisäksi ne sisältävät runsaasti rasvaa, vitamiineja, kuituja ja mineraaleja. Syötävien hyönteisten ravintoarvot vaihtelevat eri hyönteislajien välillä, mutta myös samojen lajiryhmien sisällä riippuen niiden metamorfisesta eli muodonmuutoksen vaiheesta. Myös elinympäristö ja ravinto vaikuttavat hyönteisten sisältämiin ravintoarvoihin.

Vitamiini- ja hivenainekoostumukset vaihtelevat hyönteislajeittain, mutta hyönteisten syömällä ravinnolla ei ole niiden pitoisuuksiin juurikaan vaikutusta. Syömällä koko hyönteisen saa parhaiten kaikki ravintoaineet hyödynnettyä, kuin syömällä vain jonkin tietyn osan.

Kuviossa on esitetty kotisirkan, jauhomadon ja mustasotilaskärpäsen toukan sekä muutaman perinteisen elintarvikkeen proteiinipitoisuudet. Esimerkiksi kotisirkan proteiinipitoisuus on suurempi kuin soijarouheen, mutta pienempi kuin kalajauhon.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahaosto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin





## Syötäviä hyönteislajeja

Hyönteisiä syödään useissa maissa ja luonnossa ne ovat monien eläinten luontaista ravintoa. Syötäviä hyönteislajeja tunnetaan jo lähes 2000. Yleisimmin ravinnoksi käytettyjä hyönteisiä ovat kovakuoriaiset, toukat, mehiläiset, ampiaiset ja muurahaiset, sirkat sekä kilpikirvat ja luteet. Suomessa kasvatetaan tällä hetkellä lähinnä kotisirkkaa, mutta myös jauhomadon ja mustasotilaskärpäsen kasvatus on alkanut kiinnostaa.

Euroopan turvallisuusvirasto EFSA (European Food Safety Authority) on tehnyt kartoituksen potentiaalisimmista hyönteislajeista elintarvikkeeksi ja rehuksi EU:ssa. EFSA:n riskiarvion ja tällä hetkellä tiedetyn käytön mukaan sirkoista ihmisravinnoksi sopivia lajeja ovat ainakin kotisirkat, kenttäsiirkat, heinäsiirkat ja kulkusirkat.

Sirkkoja kasvatetaan etenkin Thaimaassa ja sen naapurimaissa, mutta tuotantoa on myös USA:ssa. Euroopassa niitä kasvatetaan lemmikkien ravinnoksi.

Jauhوماتoja kasvatetaan erityisesti Aasiassa ja Afrikassa ihmisravinnoksi. Niitä voidaan käyttää myös lemmikkien ravintona. Syötäviä lajeja ovat buffalomato, jauhomato ja superjauhomato. Jauhomatujen tunnus on se, että niitä on helppo kasvattaa.

Muita syötäviä toukkalajeja ovat esim. palmukuoiraisten ja silkkipihosen toukat. Palmukuoiraista on perinteisesti syöty Kaakkois-Aasiassa ja viime aikoina sen kasvatusjärjestelmiä on alettu kehittää Thaimaassa.

Silkkipihosen toukka on silkkituotannon

sivutuote ja se on perinneruoka Aasiassa, etenkin Thaimaassa.



Kuva: Silkkipihosen toukkaa (Satu Nokkonen)



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



## Esimerkkejä kasvatettavista hyönteislajeista



	Kasvatetaan ihmisravinnoksi	Kasvatetaan rehuksi
<b>Sirkat</b>		
<b>Kotisirkka</b> <i>Acheta domestica</i>	x	x (lemmit)
<b>Trooppinen kotisirkka</b> <i>Gryllus sigillatus</i>		x (lemmit)
<b>Jamaikankenttäsiirkka</b> <i>Gryllus assimilis</i>		x (lemmit)
<b>Kaksitäpläsiirkka</b> <i>Gryllus bimaculatus</i>	x	
<b>Kenttäsiirkka</b> <i>Teloegryllus testaceus</i>	x	
<b>Heinä- ja kulkusirkat</b>		
<i>Orthoptera group: Oxya spp., Melanoplus spp., Hieroglyphus spp., Acridia spp.</i>	x	x (lemmit)
<i>Locusta migratoria, Schistocerca americana</i>		

	Kasvatetaan ihmisravinnoksi	Kasvatetaan rehuksi
<b>Jauhomatot</b>		
<b>Buffalomato</b> <i>Alphitobius diaperinus</i>	x	x (lemmit)
<b>Jauhomato</b> <i>Tenebrio molitor</i>	x	x (lemmit)
<b>Superjauhomato</b> <i>Zophobas atratus</i>	x	x (lemmit)
<b>Jättijauhomato</b> <i>Zophobas morio</i>		x (lemmit)
<b>Muita hyönteislajeja, joita käytetään toukkana</b>		
<b>Huonekärpäsen</b> <i>Musca domestica</i>		x
<b>Raatokärpäsen</b> <i>Chrysomya chloropyga</i>		x
<b>Palmukuoiraisten</b> <i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	x	
<b>Mustasotilaskärpäsen</b> <i>Musca domestica</i>		x
<b>Silkkipihosen toukka</b> <i>Bombyx mori</i>	x	x

Lähde: EFSA Journal. 2015. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



## Hyönteiset ihmisravitsemuksessa

Hyönteisten proteiiniipitoisuus on korkea ja ne sisältävät kaikki kahdeksan ihmiselle välttämätöntä aminohappoa; fenyylialaniini, valiini, treoniini, tryptofaani, isoleusiini, metioniini, leusiini ja lysyiini.

Syötävät hyönteiset ovat myös hyvä rasvan lähde, sillä ne sisältävät runsaasti monitydyttymättömiä rasvahappoja ja lisäksi usein juuri ihmiselle tärkeitä omega-3 rasvahappoja ( $\alpha$ -linoleenihappo) ja joitakin omega-6- rasvahappoja (linolihappo).

Lajista riippuen hyönteistoukissa on yleensä runsaasti erilaisia hivenaineita. Toukista saadaan kaliumia, kalsiumia, magnesiumia, sinkkiä, fosforia ja rautaa.

Useiden tutkimusten mukaan 100 g keitettyjä toukkia voi tyydyttää täysin ihmisen päivittäisen hivenaineiden tarpeen.

Toukat sisältävät myös B-ryhmän vitamiineja. B<sub>12</sub>-vitamiinia esiintyy vain eläinperäisissä tuotteissa ja hyönteisistä erityisesti jauhomato ja kotisirikat ovat erityisen hyviä lähteitä.

	Kotisirikka, 100 g ka	*MSK:n toukka, 100 g ka	Jauhomato, 100 g ka	Päivittäinen tarve, mg
Kalsium, mg	1010	7560	270	1000
Fosfori, mg	790	900	780	600
Magnesium, mg	120	390	230	315
Mangaani, mg	4	24,6	0,9	-
Sinkki, mg	21,5	10,8	11,6	8
Kupari, mg	1,5	0,6	1,6	2
Rauta, mg	11,6	137	5,7	12

\*MSK= Mustasotilaskämpäinen



Kuva: Satu Nokkonen



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



NATURAL RESOURCES  
INSTITUTE FINLAND

HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÅME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



PRG  
Agria

## Hyönteiset rehuna

Kehitettäessä uusia rehuja tuotantoeläimille on otettava huomioon kasvatettavien eläinten ravintovaatimukset, mutta myös rehu tuotannon ympäristövaikutukset.

FAO:n Animal Feed Resources Information System- sivustolla (nyk. Feedipedia) kerrotaan muutamien hyönteisten, kuten heinäsirkköjen (*Schistocerca gregaria*), huonekärpäsen toukkien (*Musca domestica*) ja silkipiperhosen toukkien (*Bombyx mori*) käytöstä tuotantoeläinten ja kalan rehussa. Monet muutkin hyönteislajit, kuten kovakuoriaiset, voivat soveltua teollisen mittakaavan rehu tuotantoon.

Tutkimuksissa on osoitettu, että hyönteisissä on potentiaalia korvaamaan osittain tai jopa kokonaan soijarouhe ja kalajauho kotieläinten rehuissa. Hyönteisiä sisältävien rehujen maittavuus on ollut hyvä.

Hyönteisten aminohappokoostumus saattaa rajoittaa niiden käyttöä yksimahaisten eläinten, erityisesti sikojen ja siipikarjan, ruokinnassa. Erityisesti alhainen lysyiini- ja arginiiniipitoisuus sekä vähäinen rikkipitoisten aminohappojen, metioniinin ja kystiinin, määrä saattavat olla käyttöä rajoittavia aminohappoja.



Kuva: pixabay



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



NATURAL RESOURCES  
INSTITUTE FINLAND

HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÅME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



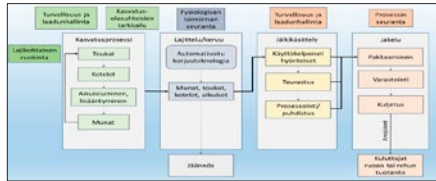
PRG  
Agria

## Hyönteisten kasvatusta

Hyönteisten ravinto-, kasvu- ja olosuhte-vaatimukset vaihtelevat lajikohtaisesti. Kriittisiä tekijöitä kasvatuksen onnistumisessa ovat hyönteisten biologinen tuntemus, kasvatusolosuhteiden kontrollointi, tilantarve sekä ravintovaatimukset.

Valtaosa hyönteisistä elää 25–35 °C lämpötilassa, mutta on myös lajeja, joita voi kasvatua huoneenlämmössä. Suurin osa hyönteisistä pitää korkeasta ilmankosteudesta (80–90 %), mutta 50–60 %:n kosteuskin riittää. Ilmankosteutta voi lisätä levittämällä märkää paperia tai hiekkaa laatikon pohjalle tai suihkuttamalla vettä kasvatusalustaan.

Hyönteisten kasvatusta sisältää 4-5 vaihetta lajista riippuen. Keskeisimpiä vaiheita ovat muninta, hautominen, kuoriutumisen, aikuis- tuminen ja lisääntyminen. Kasvatuksen viimeisessä vaiheessa kasvatuserä joko har-vestoidaan pakastamalla tai siirtämällä li- sääntymiskykyisiä hyönteisiä parittelemaan ja munimaan, jolloin kasvatuskierto alkaa alusta. Hyönteisten lajittelu ja keruu tapahtu- vat käsityönä tai automatisoituna riippuen kasvatuslaitoksen suuruudesta.



Hyönteiskasvatusta vaiheittain.

Kasvatusta prosessia tulee seurata päivittäin ja huomioida ruokintaan ja laadunhallintaan vaikuttavat seikat, kuten kasvatuslaitokoiden tarvittava puhdistus ja ravinnon vaihtaminen.

Hyönteisiä voi myydä joko tuoreena kokonaisina tai pakastettuina tai kuivattuna kokonaisina tai jauhettuina. Eläviä hyönteisiä voi myydä esim. lemmikkien ravinnoksi tai hyönteiskasvattajille alkupanokseksi.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



## Hyönteisten ravintovaatimukset

Hyönteiset syövät monipuolisesti erilaisia orgaanisia materiaaleja, kuten hedelmiä, vihanneksia, kasvien lehtiä ja ruohoa. Ne käyttävät tehokkaasti hyväkseen ravintonsa ja lisääntyvät nopeasti. Hyönteisten ravitsemuksellinen koostumus riippuu niiden käyttämästä ravinnosta.

Hyönteisiä voidaan kasvatusta myös luonnonmukaisissa sivuvirroissa, kuten komposti- tai kasvbiojättemateriaalilla.

Hyönteislajeista esimerkiksi mustasotilakärpänen (*Hermetia illucens*), huonekärpänen (*Musca domestica*) ja jauhomato (*Tenebrio molitor*) ovat erittäin tehokkaita muuntamaan orgaanista materiaalia hyönteisproteiiniksi.

Hyönteislajeista mm. sirkat ruokitaan usein kaupallisilla rehuvalmisteilla. Tällaisen rehun korvaaminen orgaanisilla sivuvirroilla, voisi edistää hyönteistolouden kannattavuutta.



Kuva: Satu Nokkonen



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



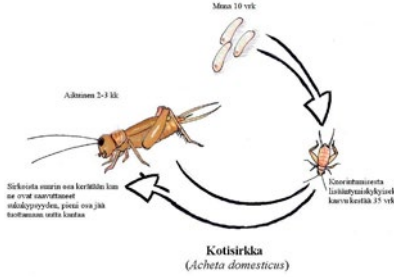
## Kotisirkka (*Acheta domesticus*)

Heinäsiirakat ja kotisiirakat kuuluvat suora-siipisten (*Orthoptera*) lahkoon, ja ne ovat todennäköisesti kaikkein suosituimpia ravintohyönteisiä. Sirkkoja käytetään ravintona maailmanlaajuisesti, etenkin Afrikassa, Etelä-Amerikassa ja Aasiassa, jossa ne kuuluvat päivittäiseen ruokavalioon ja ovat katukauppiaiden myymiä herkkuja.

Aikuiset kotisiirakat kasvavat n. 2,5 cm:n pituisiksi. Ne ovat väriltään vaaleanruskeita ja niiden selässä ja päässä on tummaa kuviointia. Sirkat saavuttavat sukukypsyyden, kun ne alkavat sirittää, mutta vain koiraat sirittävät. Naaraat tunnista peräpään pitkästä munanjohtimesta.

Sirkat sisältävät runsaasti proteiinia, 50-65 % kuiva-aineesta. Rasvapitoisuus vaihtelee 5-20 %:n välillä. Kalsiumpitoisuus on alhainen kuten muillakin hyönteislajeilla, mutta kuidun määrä on merkittävä ja kasvaa iän myötä. Aikuiset sirkat voivat sisältää kuituja jopa 22 % kuiva-aineesta.

Kotisiirkoja on helppo kasvattaa ja ne voivat tuottaa 6-7 sukupolvea vuodessa. Ne ovat kaikkiruokaisia ja voivat syödä monenlaista orgaanista ainesta. Sirkkojen kasvatus onnistuu yli 20 °C:ssa, ihanteellisen lämpötilan ollessa 28-30 °C.



Kotisiirkoja kasvatetaan verkolla peitetyissä laatikoissa, jotka täytetään kananmunakannoilla. Kasvatuslaatikoihin laitetaan astioita, joissa on multaa ja joihin naaraat voivat käydä munimassa. Muninta-aika on noin 3 vuorokautta, josta astiat siirretään tasalämpöiseen haudonta-astiaan. Sirkonpoikaset kuoriutuvat noin 7-10 vuorokauden kuluessa. Tätä voidaan toistaa 1-3 kertaa yhden sukupolven ajan. Sirkkojen elinkaari vaihtelee 35-45 vuorokauden välillä, jonka jälkeen ne harvestoidaan pakastamalla.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



## Jauhomato (*Tenebrio molitor*)

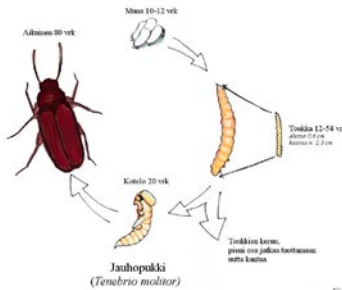
Jauhopukit ja niiden toukat ovat alun perin kotoisin Euroopasta, mutta nykyään niitä löytyy maailmanlaajuisesti. Jauhomadot ovat viljan, jauhon ja ruokakauppojen kiusankappaleita, mutta hyönteiskasvatuksen näkökulmasta niillä on monia etuja. Ne lisääntyvät helposti, niitä on helppo kasvattaa ja ruokkia ja niillä on arvokas proteiinikoostumus. Niistä valmistetaan teollisesti rehua lemmikkieläimille ja eläintarhaeläimille, kuten linnuille, matelijoille, pikkunisäkkäille ja kaloille. Jauhomatoja myydään säilötynä, kuivattuna, jauheena ja myös elävänä.

Jauhopukin elinkaari vaihtelee 280-630 vuorokauden välillä. Toukat kuoriutuvat 10-12 vuorokaudessa ja ne tulevat sukukypsiksi monen eri vaiheen jälkeen, tyypil-

lisesti 3-4 kuukaudessa. Täysikasvuinen toukka on vaalean kellanruskea, 20-32 mm pitkä ja painaa 130-160 mg. Kotelovaihe kestää 20 vuorokautta, mutta vaihetta voi nopeuttaa 25 °C:ssa jopa kymmenellä vuorokaudella. Aikuinen jauhopukki elää 2-3 kuukautta.

Jauhomadot ovat korkealaatuista ravintoa. Ne sisältävät runsaasti proteiinia, 45-60 % kuiva-aineesta ja rasvaa 30-45 %. Kuten muillakin hyönteisillä, niillä on alhainen kalsiumpitoisuus.

Toukkien syömällä ravinnolla voidaan vaikuttaa niiden ravitsemukselliseen koostumukseen ja kalsiumpitoisuutta voidaan nostaa lisäämällä kalsiumpitoista ravintoa niiden ruokavalioon.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

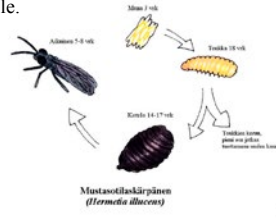


## Mustasotilaskärpäsen toukka (*Hermetia illucens*)

Mustasotilaskärpäsen on musta, ampiainenkaltainen ja 15–20 mm pitkä. Toukat ovat väritykseltään vaaleita ja ne voivat kasvaa 27 mm:n pituiseksi, 6 mm leveäksi ja ne voivat painaa jopa 220 mg. Toukat syövät paljon kokoonsa nähden. Yksi toukka voi syödä 25–500 mg tuoretta ravintoa päivässä. Ravinnoksi kelpaa monenlainen hajoava materiaali, kuten ylikypsät hedelmät ja vihannekset, kahvinporot, rankki ja kalanperkuujäte.

Optimaalisissa olosuhteissa toukat ovat täysikasvuisia kahdessa kuukaudessa, mutta jos ravintoa ei ole tarpeeksi saatavilla, toukkavaihe voi kestää jopa 4 kuukautta. Toukkavaiheen lopussa toukka siirtyy etsimään kuivaa ja suojaista paikkaa koteloitumista varten. Sen ruuansulatuskanava tyhjenee ja se lopettaa syömisen ja liikkumisen.

Kotelovaiheen pituus on noin 14 vuorokautta, mutta voi kestää jopa 5 kuukautta. Naaraat parittelevat kaksi päivää kehittymisen jälkeen ja munivat paikkoihin, joissa on ravintoa toukille.



Mustasotilaskärpäsen toukat ovat proteiini-pitoisia. Toukat sisältävät raakavalkuaista keskimäärin 40–44 %. Ne ovat myös rasvaisia. Rasvainen biomassa soveltuu moniin eri tarkoituksiin, kuten eläinten ruuaksi ja biodieselin ja kitiinin tuotantoon.

Mustasotilaskärpäsen toukkia käytetään elävinä, hienonnettuna sekä kuivattuna ja jauhettuna. Rasvatonta ravintoa on yritetty tuottaa uuttamalla toukasta solunsisäistä rasvaa.

Mustasotilaskärpäsen on erittäin kestävä laji ja se pystyy selviytymään vaativissakin ympäristöolosuhteissa. Tuotantonäkökulmasta sen yksi merkittävä etu muihin hyönteislajeihin verrattuna on, että aikuiset eivät syö, eivätkä siksi vaadi erityistä hoitoa. Mustasotilaskärpäsen kasvatuksen haittapuolena on, että se vaatii lämpimät olosuhteet, mikä saattaa lisätä kasvatukseen tarvittavaa energiankulutusta. Myös elinkaaren pituus vaihtelee useista viikoista useisiin kuukausiin riippuen ympäristön lämpötilasta sekä ravinnon määrästä ja laadusta.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAMME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoisto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



## Hyönteistalouden hyötyjä

Hyönteistalouteen liittyy monia positiivisia asioita. Syötäviä hyönteislajikkeita tunnetaan jo pari tuhatta, ja lisää opitaan tuntemaan jatkuvasti. Hyönteisravinnon terveellisyys, ympäristöhyödyt ja taloudelliset tekijät nostavat hyönteistuotannon merkittäväksi tulevaisuuden tuotantoalaksi. Hyönteistaloudessa on kuitenkin myös haasteita, jotka on tiedostettava ennen kuin hyönteiset pääsevät suomalaisten lautasille.

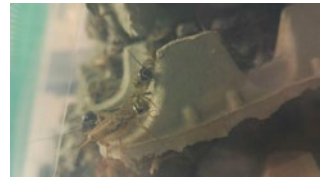
Monet hyönteiset ovat hyviä ravinnonlähteitä, sillä ne sisältävät runsaasti proteiinia, hyviä rasvoja, rautaa ja sinkkiä. Lisäksi hyönteiset sisältävät ihmiselle tärkeitä B-ryhmän vitamiineja, etenkin B<sub>12</sub>-vitamiineja, joita on mahdollista saada vain eläinperäisistä tuotteista.

Hyönteisten käyttöaste on korkea. Esimerkiksi heinäsiirkasta voidaan syödä noin 80 %, kun kanasta ja siasta syötävä osuus on noin 55 % ja naudasta 40 %. Elintarvikekäytön lisäksi hyönteisiä voidaan hyödyntää myös lääke- ja kemianteollisuudessa.

Koska hyönteiset ovat vaihtolämpöisiä, ne ovat erittäin tehokkaita muuttamaan ravinnon proteiiniiksi. Lisäksi hyönteisiä voidaan ruokkia orgaanisilla sivuvirroilla, mikä edistää kiertotaloutta. Hyönteislajeista esimerkiksi mustasotilaskärpäsen (*Hermetia illucens*), huonekärpäsen (*Musca domestica*) ja jauhomato (*Tenebrio molitor*) ovat erittäin tehokkaita muuttamaan orgaanista materiaalia hyönteisbiomassaksi.

Hyönteisten kasvatusta on helppo oppia. Kasvatusta ei vaadi suurta työpanosta kun se toteutetaan esimerkiksi konttiratkaisulla. Hyönteisten kasvatusta ei vaadi myöskään vaikeita teknisiä ratkaisuja ja sitä voi toteuttaa pienilläkin investoinneilla.

Hyönteiset tuottavat vain vähän kasvihuonekaasuja. Vain muutama hyönteisryhmä, kuten termitit ja torakat, tuottavat metaania.



Kuva: Satu Nokkonen



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAMME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoisto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



## Hyönteistalouden haasteita



Kuva: Satu Nokkonen

Hyönteistalouteen liittyy hyötyjen lisäksi myös haasteita. Yksi haaste on taudit. Osa hyönteislajeista saattaa kantaa hyönteistauhteja, jotka tuhoavat koko populaation. Ongelmat voivat olla todella suuria, jos kasvatetaan isoa määrää hyönteisiä ja koko kanta tuhoutuu esimerkiksi denso-viruksen seurauksena.

Hyönteiset ovat herkkiä olosuhteiden muutoksille, kuten ilmankosteudelle ja lämpötilanvaihteluille. Kasvattamon olosuhteiden hallinta tuleekin olla hyvin suunniteltu.

Hyönteiskasvattamoiden matala automaatioaste on yksi haaste. Koska kasvatus tehdään pääosin käsityönä, on tuotantomäärät suhteellisen pieniä.

Kasvatusjärjestelmiä tuleekin kehittää, jotta kotimaisella kasvatuksella voidaan vastata elintarviketuotannon ja rehuteollisuuden kysyntään tulevaisuudessa. Kysynnän lisääntyessä tulee tuotantomäärien olla huomattavasti suurempia kuin mitä ne ovat tällä hetkellä.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



**HAMK**  
HAMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



## Linkkejä hyönteissivustoille

Linkkilistan on koottu niin hyönteisiä tuottavista yrityksistä kuin hyönteistuotteitakin.

[Lista hyönteisiä tuottavista yrityksistä ja tuotteista](#)

Kotimaisia hyönteistaloutta edistäviä sivustoja:

[Hyönteiskokki](#)

[Unibugs](#)

[EntoCube](#)

[Finsect](#)

[Nordic Insect Economy](#)

[Entis](#)

[Turun yliopisto](#)

[Luke](#)



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



**HAMK**  
HAMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



## Hyönteistaloutteen liittyviä lähteitä

Andersen & Tybirk. 2016. Nordic Alternative Protein Potentials. Mapping of regional bioeconomy opportunities. Pdf.

BBC. 2013. Can eating insects save the world. <https://www.youtube.com/watch?v=Acxbx-DUKL4>

Dossey, A. T. Morales-Ramos, J. A. Gualupe Rojas, M. Insects as Sustainable Food Ingredients: Production, Processing and Food Applications Kindle Edition

EFSA Scientific Committee. 2015. Risk Profile Related to production and Consumption of Insects as Food and Feed. Efsa Journal. 8.10.2015.

EntoCube. <https://www.entocube.com/>

Evira. Elintarvikkeet. Uuselintarvikkeet. Hyönteiset elintarvikkeena.

Finsect. <http://www.finsect.fi/>

Gurr, G. M. Wratten, S. D. Snyder, W.E. 2012. Biodiversity and Insect Pests : Key Issues for Sustainable Management. Wiley-Blackwell. 2012.

Hanboonsong, Y. Jamjanya, T. & Durst, P. B. 2013. Six-legged livestock: edible insect farming, collecting and marketing in Thailand. RAP Publication.

Hyönteismaailma. <http://www.hyonteismaailma.fi/-hyonteiset/>



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoisto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Kortelainen, T. Siljander-Rasi, H. Tuori, M. Partanen, K. 2016. Mustasotilaskärpäsen toukkajauhon (*Hermetia illucens*) aminohappojen sulavuus porsilla.

Makkar, H.P.S. Tran, G. Heuzé, V. Ankers, P. 2014. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology* 197: 1-33.

Mulder, W. van der Peet-Schwering, C. Nam-Phuong, H. van Ree, R. 2016. Proteins for Food, Feed and Biobased Applications. IEA Bioenergy Task42.

Pixabay. 2017. <https://pixabay.com/en/chicken-chicken-yard-peck-farm-1821374/>

Schowalter, T. D. 2006. *Insect Ecology: An Ecosystem Approach* (2). Academic Press. 2006.

Turun yliopisto. 2016. Suomalaiset ovat kiinnostuneita hyönteisruuasta – hyönteiset halutaan lautaselle jauhettuna. 16.12.2016.

Vitaelab. ND. <https://www.vitaelab.fi/Terveystietoa/B-vitamiini>

Zheng, L. Qing, L. Jibin, Z. Ziniu, Y. 2011. Double the biodiesel yield: Rearing black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, on solid residual fraction of restaurant waste after grease extraction for biodiesel production. *Renewable Energy* 41, 2012. s. 75–79.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoisto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



# Tulevaisuuden valkuaisinnovaatiot

## MIKROLEVÄT

Satu Nokkonen, HAMK

2017



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HAMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



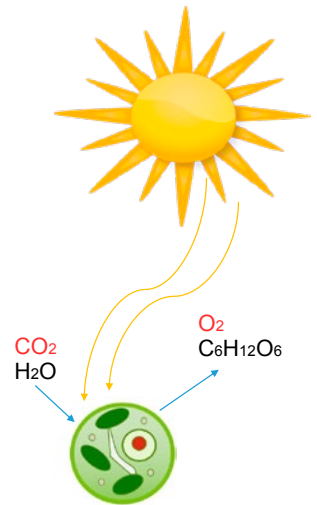
## Mikrolevät

Mikrolevät muodostavat valtavan suuren ja monipuolisen joukon yksisoluisia organismeja, joiden koko vaihtelee 5–50 µm välillä. Pieni koko antaa niille suhteellisen suuren pinta-alan, jossa tapahtuu fotosynteesi ja ravinteiden talteenotto. Mikroleviä on tutkittu paljon ja niitä on kehitetty fossiilisen öljyn korvaajaksi energiasektorille. Lisäksi mikroleviä on käytetty ravitsemuksessa jo vuosisatojen ajan, mutta niitä on viljelty vasta muutama vuosikymmen.

Levälajeja uskotaan olevan jopa 30 000-100 000, mutta vain muutamia tuhansia säilytetään kokoelmakannoissa. Lisäksi satojen levälajien kemiallista sisältöä on tutkittu, mutta ainoastaan muutamaa lajia viljellään teollisessa mittakaavassa kaupalliseen tarkoitukseen.

Mikrolevät voivat olla joko autotrofeja, heterotrofeja tai mikсотrofeja niiden käyttämästä hiililähteestä riippuen. Autotrofi käyttää hiililähteenä hiilidioksidia, heterotrofi orgaanista hiiltä ja mikсотrofit molempia riippuen elinympäristön olosuhteista.

Mikrolevät kasvavat sekä valossa että pimeässä. Valossa kasvavat fotoautotrofit tuottavat tarvitsemansa energian itse fotosynteesin avulla. Fotosynteesi on valoenergialla tapahtuvaa yhteyttämistä, jossa hiilidioksidista ja vedestä syntetisoidaan hiilihydraatteja, kuten sokereita ja tärkkelystä ja sivutuotteena syntyy happea. Pimeässä kasvavat mikrolevät saavat energiansa käyttämästään hiililähteestä.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HAMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin





## Mikrolevien ravitsemuksellinen koostumus

Mikrolevien koostumus voi vaihdella merkittävästi eri levälajien kesken. Koostumus vaihtelee myös samalla levälajilla riippuen sen kasvuolosuhteista. Yleisesti levän koostumuksena kiinnostaa proteiini-, rasva- ja hiilihydraattipitoisuuksien vaihtelut, mutta levät tuottavat myös erilaisia pigmenttejä ja antioksidantteja, jotka ovat tärkeitä elimistön suoja-aineita.

Mikrolevien proteiinipitoisuus vaihtelee, mutta on parhaimmillaan korkeampi kuin tunnetuilla hyvillä proteiinilähteillä. Proteiinin laatu eli aminohappokoostumus saattaa vaihdella suurestikin mikrolevien välillä riippuen mm. kasvatusliuoksen tyypilähteestä. Mikrolevien keskimääräinen proteiinipitoisuus on n. 50 % levän kuivapainosta.

Tyypillisesti mikrolevän rasvakoostumus on ravitsemuksellisesti hyvä, eli se sisältää monitydyttymättömiä rasvahappoja, kuten omega-3- (DHA:ta, EPA:a) ja omega-6-rasvahappoja (arakidonihappoa). Näitä pitkäketjuisia monitydyttymättömiä rasvahappoja (LC-PUFA) ei muodostu kasveissa eikä eläimissä. Ainoastaan mikrolevissä ne kulkeutuvat koko ravintoketjun mukana. Ihmiset eivät pysty itse tuottamaan omega-3 ja omega-6 rasvahappoja, vaan ne täytyy saada ravinnon mukana.

Kuten muillakin kasveilla, myös levillä niiden kemiallinen koostumus vaihtelee lajeittain ja alueittain. Ympäristökijät, kuten lämpötila, valaistus, pH, mineraalit, hiilenlähte, kasvutiheys ja kasvuvaihe voivat vaikuttaa suurestikin levien kemialliseen

koostumukseen. Tämä näkyy myös mikrolevien tuottamien erilaisten arvokkaiden yhdisteiden pitoisuuksissa, joita ovat mm. vitamiinit ja pigmentit. Levät ovatkin merkittävä arvojakaiden lähde elintarvikke-, lääke- ja kosmetiikkateollisuudessa.

	Chlorella	Spirulina
Energiaa, kcal	343	333
Proteiinia, g	54	55
Hiilihydraatteja, g	14	11
Rasvaa, g	18	7
Rautaa, mg	120	217
Magnesiumia, mg	276	500
Jodia, µg		500
Kaliumia, mg		2000
Seleniä, µg		30
GLA, mg		762
K-vitamiini, mg		2000
Beetakaroteeni, mg		375
B <sub>12</sub> , µg	220	
E-vitamiini, µg	18	



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAMME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



PRG  
Agria

## Mikrolevien pigmentit ja vitamiinit

Mikrolevien yksi merkittävimmistä ominaisuuksista on niiden lajikohtainen ja yksilöllinen väri. Fotosynteesiin liittyvän pääpigmentin, klorofyllin lisäksi mikrolevät muodostavat lukuisia erilaisia lisäpigmenttejä, kuten fykobiliproteiineja ja karotenoideja. Nämä luonnolliset pigmentit pystyvät edistämään levien valoenergian hyödyntämistä suojaamalla niitä auringonsäteilyyn liittyviltä haitallisilta vaikutuksilta. Eläimillä rehun mukana saadut karotenoidit kerääntyvät esimerkiksi lihaan ja kananmunaan.

Tärkeimmät mikrolevien tuottamat karotenoidit ovat *Dunaliella salina*n tuottama β-karoteeni ja *Haematococcus pluvialis*:n tuottama astaksantiini. β-karoteeni on välttämätön ravintoaine ja sillä on valtava kysyntä luonnollisten elintarvikkeväriainei-

den, kosmetiikkalisäaineiden sekä terveysruokien markkinoilla. Astaksantiinilla sanotaan olevan lukuisia terveyshyötyjä. Se parantaa mm. silmien terveyttä, lihasvoimaa ja kestävyyttä sekä suojaaa ihoa ennenäikaiselta vanhenemiselta. Mikrolevät ovat erinomainen luonnollisten väriaineiden ja ravinteiden lähde ja niillä voisi korvata synteettisiä valmisteita.

Mikrolevät voivat sisältää runsaasti vitamiineja ja hivenaineita. Osa mikrolevistä pystyy tuottamaan B<sub>12</sub>-vitamiinia. B<sub>12</sub>-vitamiinia esiintyy vain eläinperäisissä tuotteissa ja ihmisen on saatava sitä ravinnon mukana. Muita mikrolevien tuottamia vitamiineja ovat mm. riboflaviini ja tokoferoli. Riboflaviini eli B<sub>2</sub>-vitamiini toimii elimistössä lähinnä koentsyyminä hapetus-pelkistysreaktioissa sekä rasva-

happojen hajotuksessa ja synteesissä. Tokoferoli on rasvaliukoinen E-vitamiini ja tärkeä elimistön antioksidantti. Tärkeitä E-vitamiinin lähteitä ovat kasviöljyt ja -margariinit sekä kokojyvämisteet. Levälajeista *Euglena* on eniten tokoferoleja tuottava mikrolevä.



Lähde: CSIRO



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAMME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



PRG  
Agria

## Kaupallisesti tuotettuja mikroleviä

### *Chlorella vulgaris*

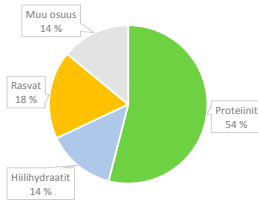
*Chlorella vulgaris* on käytetty vaihtoehtolääkkeenä Kaukoidässä muinaisista ajoista lähtien ja se tunnetaan perinteisenä ravintona itämaissa. *Chlorellaa* tuotetaan ja markkinoidaan yleisesti ravintolisänä monissa maissa, mm. Kiinassa, Japanissa, Euroopassa ja Yhdysvalloissa, vaikka se ei ole saanut yleisesti turvallisena pidettyä GRAS-arvoa (Generally Recognized as Safe).

*Chlorella* sisältää tyypillisesti proteiinia n. puolet, rasvaa n. 20 % ja hiilihydraatteja n. 15 % kuivapainosta. Vaikka *Chlorellan* proteiinipitoisuus on korkea, näyttäisi sen tärkein aine olevan beetaglukaani, joka on pitkäketjuinen hiilihydraatti ja jota esiintyy myös mm. kaurassa ja ohrassa. Beetaglukaani on tärkeä ravintokuitu, joka on aktiivinen immuunijärjestelmän stimu-

loija, vapaaradikaalien keräilijä ja veren rasva-arvojen alentaja.

*Chlorellaa* pidetään myös monien ravintoaineiden, kuten karotenoidien, vitamiinien ja mineraalien lähteenä. Se onkin yleisesti käytetty tuote terveystuotteen, eläinten rehuissa ja vesiviljelyssä.

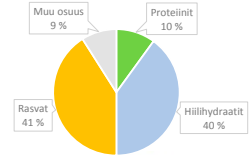
*Chlorella vulgaris*



### *Haematococcus pluvialis*

*Haematococcus pluvialis* on tunnistettu organismiksi, johon voi akkumuloida kaikkien suurimmat pitoisuudet astaksantiinia luonnossa (1,5-3,0 %/ka). Tällä hetkellä *Haematococcus* on kaupallisesti tärkein astaksantiinin luonnollinen lähde, erityisesti lohjen ja taimenen vesiviljelyssä. *Haematococcus pluvialis* -levän proteiinipitoisuus on alhainen, mutta sekä hiilihydraatti- ja rasvapitoisuudet voivat olla jopa 40 % kuivapainosta.

*Haematococcus pluvialis*



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAMME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



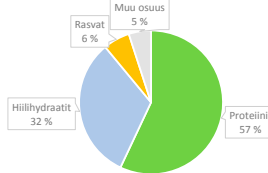
## Kaupallisesti tuotettuja mikroleviä

### *Dunaliella salina*

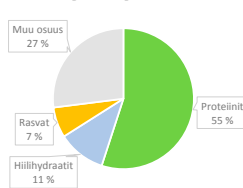
*Dunaliella salina* on halotolerantti (suolaisuutta sietävä) mikrolevä, jota esiintyy suolajärvisissä. *D. salinan* proteiinipitoisuus on korkea, lähes 60 % kuiva-aineesta. Lisäksi *Dunaliella* pystyy tuottamaan suuria määriä β-karoteenia, joka on karotenoidipigmentteihin kuuluva yhdiste. β-karoteenia käytetään pääasiassa luonnollisena elintarvikkeinä ja provitamiini A:na (retinoli).

*D. salina* voi sisältää karotenoidia jopa 14 % kuivapainosta. Osa *Dunaliella* -kannoista voi sisältää β-karoteenia jopa 10 % kuivapainosta, jos ravinteita on niukasti ja suolaa sekä valoa runsaasti. β-karoteenin lisäksi *Dunaliella* tuottaa myös toista arvokasta ainetta, glyserolia.

*Dunaliella salina*



*Spirulina platensis*



### *Arthrospira eli Spirulina*

*Arthrospira eli Spirulina* kasvaa runsaasti tietyissä emäksisissä järvisissä Meksikossa ja Afrikassa ja sitä on käytetty paikallisen väestön ravintona jo antiikin ajoista lähtien. *Spirulinaa* tuotetaan laajamittaisesti ympäri maailmaa (3000 tonnia/vuosi) ja sitä käytetään yleisesti ravinto- ja rehulisänä johtuen sen korkeasta proteiinipitoisuudesta ja erinomaisesta ravitsemuksellisesta arvosta, kuten korkeasta gammalinolihappopitoisuudesta (GLA). Lisäksi *Spirulinassa* on monia terveyttä edistäviä vaikutuksia. *Spirulina* on myös tärkein luonnollinen fykosyaniinin lähde, jota käytetään luonnollisena väriaineena elintarvikkeissa ja kosmetiikassa. Suomessa myydään lisäravinteena ainakin kahta *Spirulina*-lajiketta *S. platensis* ja *S. maxima*.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAMME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



## Mikrolevien kasvatatus

Mikrolevien kasvatukseen soveltuu monenlaiset kasvatusjärjestelmät, kuten avoimet ja suljetut kasvatusjärjestelmät, jatkuvatoimiset järjestelmät ja panoskasvatusjärjestelmät. Autotrofiset levät tarvitsevat kasvaakseen ainoastaan valoa, hiilidioksidia, vettä, ravinteita ja hivenaineita. Kaikkein tärkeimmät olosuhdetekijät, jotka säätelevät levän kasvua ovat lämpötila, pH, ravinteiden määrä ja laatu, valo, sekoitus sekä suolapitoisuus. Optimaaliset olosuhteet ovat lajikohtaisia ja ne voivat olla toisistaan riippuvaisia. Kasvuolosuhteet, jotka ovat ihanteellisia yhdelle lajille, eivät välttämättä toimi toisella.

Suurin osa mikrolevistä viihtyy 16-27 °C välillä, optimaalisen lämpötilan ollessa 24-27 °C. Alhaisessa, alle 16 °C lämpötilassa,

levien kasvu alkaa hidastua ja monille lajeille yli 35 °C:n lämpötila on tappava. Monet levälajit viihtyvät pH-alueella 7-9, optimin ollessa pH 8,2-8,7. Levän kiihtyvä kasvu nosta pH:ta, jolloin voidaan ylittää jopa pH-arvoon 9. pH:ta voidaan säätää hiilidioksidin avulla alemmas ja lähelle lajin ihanteellista pH-arvoa.

Kuten kasveille, valo toimii energianlähteenä myös mikroleville. Valointensiteetti on tärkeässä roolissa, mutta sen vaatimukset vaihtelevat suuresti kasvuyyydestä ja tiheydestä riippuen. Liian voimakas valointensiteetti, suora auringonvalo tai liian lähellä keinovaloa, saattaa aiheuttaa fotoinhibition. Lisäksi monet mikrolevät eivät viihdy jatkuvassa valossa, vaan tarvitsevat lepoajan pimeässä. Monesti käytetäänkin

valo-pimeä- syklejä, joissa maksimi valopimeä -aikasuhte on 16:8, normaalina vaihdella 14:10 tai 12:12 vuorokaudessa.

Merilevät ovat äärimmäisen sietokykyisiä korkeille suolapitoisuuksille. Monet merilevälajit kasvavat parhaiten, kun suolapitoisuus on hieman laimeampi kuin niiden normaaliolosuhteissa. Optimaalinen suolapitoisuus merileville on 20-24 g/l.



Kuva: Satu Nokkonen



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020



Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoisto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



PRO  
Agria

## Mikrolevät ihmisravitsemuksessa

Mikrolevien hyvälaatuisesta ja korkeasta proteiinipitoisuudesta huolimatta ne eivät vielä ole saavuttaneet paikkaansa merkittävänä elintarvikkeena tai perinteisten elintarvikkeiden korvikkeena. Suurimmat haasteet ovat kuivan ja jauhemaisen lopputuotteen korkeat tuotantokustannukset verrattuna perinteisiin proteiinilähteisiin, tumman vihreä väri ja kevyesti kalamainen haju, jotka rajoittavat leväjauheen sisällyttämistä useisiin tavanomaisiin ruoka-aineisiin.

Monenlaisia kokeiluja on tehty elintarviketuotteiden kanssa. Levämässää on mm. yhdistetty leipä- ja nuudelitaikinaan. Leipään voidaan kuitenkin lisätä vain hyvin pieniä määriä leväjauhetta, koska suurempia määriä käytettäessä ulkonäkö, taikinan

koostumus ja maku muuttuvat epämiellyttäväksi. Nuudeleiden ulkonäkö muuttuu epämiellyttäväksi ruskeaksi väriseksi. Levien yhdistäminen ravioli-tyyppisiin elintarvikkeisiin peittää värjäysvaikutuksen, mutta muuttaa myös makua huomattavasti.

Tällä hetkellä mikrolevävalmisteiden merkittävimpiä tuotteita, kuten levätabletteja, myydään pääasiassa luontaistuotekaupoissa. Esimerkiksi *Chlorella* -tabletteja markkinoidaan ravintoainepankkina, joka ravitsee ja puhdistaa kehoa. Esim. puhdistamon *Chlorella* sisältää yli 65 % proteiinia kuivapainostaan sekä runsaasti mm. β-karoteenia, kalsiumia ja magnesiumia. Lisäksi *Chlorella* on loistava raudan ja B<sub>12</sub>-vitamiinin lähde, joista kasvissyöjillä on usein vajetta. *Spirulina* -levää markkinoi-

daan planeettamme ravinnetiheimpänä superfoodina, joka sisältää varsinkin urheilijoille ja kasvissyöjille arvokkaita ravinteita, proteiinia ja vitamiineja.

Tutkimukset ovat osoittaneet, että mikrolevien käyttö lisäravinteena olisi hyvä rajoittaa 20 g/vrk, jotta vältetään haitallisia sivuvaikutuksia, kuten pahoinvointia. Suomessa myytävissä tuotteissa päivittäinen suositusannostus vaihtelee 4-10 gramma välillä.



Kuva: Satu Nokkonen



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014-2020



Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoisto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



PRO  
Agria

## Mikrolevät rehuna

Mikrolevien käyttö eläinten rehuna on alkanut vasta viime vuosina. Leväbiomassan ravitsemukselliset ja toksikologiset tutkimukset ovat osoittaneet levien olevan hyvä proteiinin lähde kotieläinten ruokinnassa. Niillä voidaan joko täydentää tai jopa korvata perinteisiä proteiiniähteitä, kuten soijaa ja kalajauhoa.

Ruokinnassa jo vähäisenkin mikrolevien käyttömäärän on todettu vaikuttavan positiivisesti eläinten kasvuun ja vastustuskykyyn. On arvioitu, että noin 30 % nykyisestä levätuotannosta myydään eläinten rehuksi. Eniten sitä käytetään siipikarjan ja kalojen rehuihin.

Proteiinin laatu ja sulavuus ovat tärkeitä tekijöitä arvioitaessa rehujen käyttöarvoa.

Kokeet, joissa erilaisia mikroleväbiomassoja syötettiin vastavieroitetuille porsaille, broilereille ja muniville kanoille osoittivat, että mikrolevillä voidaan korvata 8–15 % soijarouheesta ja maissista. Tätä suurempi määrä voi aiheuttaa haittavaikutuksia. Haittavaikutukset tosin voivat liittyä levälajien valintaan ja ruokintaan paremmin sopivia leväkantoja on tarve tutkia lisää.



Lähde: Centre for Sustainable Aquatic Research, Swansea University

Rehukäyttöä varten tutkittujen mikrolevien aminohappokoostumus on melko samanlainen kuin soijalla. Lisäksi mikrolevien välttämättömien aminohappojen pitoisuudet vastaavat yksimahaisten ravitsemuksellisia vaatimuksia. Mikrolevät sisältävät mm. lyysiiniä sekä metioniinia, jotka ovat keskeisiä aminohappoja erityisesti sikojen, siipikarjan ja kalojen ruokinnassa. Proteiinin lisäksi mikrolevät sisältävät arvokkaita omega-3 -rasvahappoja.

Mikrolevät sopivat myös märehäijöiden ruokintaan. Tätä on Suomessa tutkittu Helsingin yliopiston maataloustieteiden laitoksella lypsylehmillä tehdyissä ruokintakokeissa.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÅME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousraahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



## Lähteet

Adams, Mike. Superfoods for Optimum Health: Chlorella and Spirulina. Truth Publishing.  
<http://www.naturalnews.com/SpecialReports/Superfoods.pdf>

Atkinson, N., (2013). The potential of microalgae meals in compound feeds for aquaculture. *International Aqua Feed* 16 (5), 14–17.

Austic, R. E., Mustafa, A., Jung, B., Gatrell, S. & Lei, X. G., (2013). Potential and limitation of a new defatted diatom microalgal biomass in replacing soybean meal and corn in diets for broiler chickens. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61, 7341–7348. <http://dx.doi.org/10.1021/jf401957z>

Barsanti, L. Gualtieri, P. 2014, *Algae, Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. CRC Press, Baton Rouge. Saatavilla tietokannasta: ProQuest Ebook Central.

Becker, E.W. 1994. *Microalgae – Biotechnology and Microbiology*. Cambridge: Cambridge University Press; 1994.

Becker, E. W. 2007. Micro-algae as a source of protein. *Biotechnology Advances* 25, 207–210.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2006.11.002>

Duong, V., Ahmed, F., Thomas-Hall, S., Quigley, S. N., & Schenk, P. 2015. High protein and high lipid producing microalgae from Northern Australia as potential feedstock for animal feed and biodiesel. *Frontiers in Bioengineering and biotechnology*, 3, 53.  
<http://dx.doi.org/10.3389/fbioe.2015.00053>

Feedipedia. 2017. Microalgae. 11.1.2017.  
<http://www.feedipedia.org/node/67>

Gatrell, S., Lum, K., Kim, J., & Lei, X. 2014. Non-ruminant nutrition symposium: Potential of defatted microalgae from the biofuel industry as an ingredient to replace corn and soybean meal in swine and poultry diets. *Journal of animal science*, 92 (4), 1306–1314. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2013-7250>



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020

Hämeen liitto  
Regional Council of Häme



HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÅME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousraahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



## Lähteet

Hagen, Kristian N. 2009. Algae: Nutrition, Pollution Control and Energy Sources. Microalgae in Novel Food Products. Nova Science Publisher, Inc. New York. 265-291. (ebrary)

Janczyk, P., Wolf, C., & Souffrant, W. 2005. Evaluation of nutritional value and safety of the green microalgae *Chlorella vulgaris* treated with novel processing methods. Archiva Zootechnica, 8, 132–147.

Lamminen, M. Halmemies-Beauchet-Fillaeu, A. Kokkonen, T. Jaakkola, S. ja vanhatalo, A. 2016. Mikrolevät lypsylehmien ruokinnassa: 1. Maidontuotanto. Helsingin Yliopisto, Maataloustieteiden laitos.

Lamminen, M. Halmemies-Beauchet-Fillaeu, A. Kokkonen, T. Jaakkola, S. ja vanhatalo, A. 2016. Mikrolevät lypsylehmien ruokinnassa: 2. Valkuaisen hyväksikäyttö. Helsingin Yliopisto, Maataloustieteiden laitos.

Leng, X., Hsu, K.-N., Austic, R., & Lei, X. 2014. Effect of dietary defatted diatom biomass on egg production and quality of laying hens. Journal of animal science and biotechnology, 5 (3). <http://dx.doi.org/10.1186/2049-1891-5-3>

Nordic Alternative Protein Potentials. 2016. Mapping of regional bioeconomy opportunities. <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1033296/FULLTEXT02.pdf>

Mulder, W. van deer Peet-Schwering, C. Nam-Phuong, H. van Ree, R. 2016. Proteins for Food, Feed and Biobased Applications. IEA Bioenergy Task42.

Richmond, Amos, and Hu, Qiang. 2013. Handbook of Microalgal Culture: Applied Phycology and Biotechnology (2). Somerset, GB: Wiley-Blackwell, 2013.



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



HAMK  
HAMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HAME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoisto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



8.

## VALKUAISFOORUMIN TIETOKORTIT



VALKUAISFOORUMIN TIETOKORTIT s. 278–289

- Palkokasvit edistävät kestäväää kotieläintuotantoa
- Palkoviljojen haitta-aineet rajoittavat käyttöä siipikarjalla
- Palkoviljat kokoviljaseoksissa
- Palkokasvit ihmisravitsemuksessa
- Kokoviljasäilörehua palkoviljoista
- Härkäpapusäilörehun korjuuaika ja rehuarvo
- Härkäpapu pitää kypsentää ruuaksi
- Palkoviljojen viljelyn kannattavuus
- Valkuaiskasvien viljely on ympäristöteko
- Tulevaisuuden valkuaisinnovaatiot

## Palkokasvit edistävät kestäväää kotieläintuotantoa

- Kestävään kotieläintuotantoon sisältyy kotimaisen valkuisrehun suosiminen, maan kasvukunnosta huolehtiminen, eläinten ruokkiminen niiden tarpeiden mukaan ja märehitjoiden ruokinnan perustaminen hyvälaatuiseseen säilörehuun.
- Lypsykarjatilalla säilörehun hyvä laatu, monivuotisten nurmipalkokasvien käyttö säilörehunurmissa sekä yksivuotisten palkokasvien käyttö säilörehuna ja väkirehuna lisäävät rehuvalkuisen omavaraisuusastetta.

### Palkokasveista on moneksi

- Palkokasvien käyttö monipuolistaa rehuvalikoimaa ja pienentää typpilannoituksen tarvetta. Palkokasvi kasvaa lähes pelkäästään ilmakehästä sitomansa typen avulla ja tyyppiä jää peltoon viljelykierron seuraavalle kasville käytettäväksi.
- Palkokasvivalikoima on moninainen ja uusia kasveja ja varsinkin uusia lajikkeita on jalostuksen ja ilmastomuutoksen myötä tulossa viljelyyn. Palkokasveista on moneksi, esimerkiksi härkäpavusta ja herneestä voi käyttää joko siemenet tai koko kasvin. Siemenet voi murskata ja tuoresäilöä tai kuivata. Koko kasvista voi tehdä säilörehua.
- Härkäpapua ja hernetä voi viljellä säilörehuksi joko puhtaina kasvustoina tai seoskasvustoina viljakasvien kanssa. Palkokasvia sisältävä kokoviljasäilörehu sopii erityisen hyvin käytettäväksi ruokintaan nurmisäilörehun kanssa seosrehuna.
- Korkea raakavalkuaispitoisuus voi olla ongelma ja haaste ruokinnassa. Vain kolmannes lypsylehmän valkuisen saannista ohjautuu tuotantoon, joten suuri osa menee hukkaan sontoan ja virtsaan.
- Kun lanta levitetään pellolle, lantalaan joutunut typpi menee viljelykasvien käyttöön ja ravinnekiertoon.
- Palkokasvien ilmasta ottama typpi voi korvata ainakin osan tilan ulkopuolelta tulevasta lannoitetyypistä.



Kuva: Kaisa Kuoppala / Luke

### Typpi kiertää kasvien ja eläinten välillä

**Palkokasvien viljely ja rehuikäyttö mahdollistaa reilun valkuaissadon korjaamisen pellolta, monipuolistaa rehuvalikoimaa ja vähentää typpilannoituksen tarvetta.**

Tietokortti perustuu Valkuaisfoorumin Asiantuntijatrefeihin [www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi)



## Palkoviljojen haitta-aineet rajoittavat käyttöä siipikarjalla

### Härkäpapu ja herne rehuna

- Härkäpapu on hyvä valkuisrehu ja siinä on hernettä enemmän raakavalkuaista. Rehutaulukoiden mukaan härkäpavun raakavalkuaispitoisuus on 300 ja herneen 230 g/kg ka ([www.luke.fi/Rehutaulukot](http://www.luke.fi/Rehutaulukot)).
- Suomalaisen tutkimusten mukaan Kontu-härkäpapua voidaan käyttää 5 % munivien kanojen rehuissa ja 16 % broilerien rehuissa.
- Hernettä voi käyttää enemmän: Karita-herneen käyttömäärät 30 % rehusta kanoille ja 45 % broilereille.

### Visiini ja konvisiini pulmana

- Palkoviljojen haitta-aineilla tarkoitetaan pääasiassa visiiniä, konvisiiniä ja tanniineja.
- Härkäpapu sisältää siipikarjan ja erityisesti munivien kanojen kannalta haitallista visiiniä ja konvisiiniä melko paljon.
- Kontun visiinin ja konvisiinin yhteenlaskettu pitoisuus on ollut keskimäärin 10 g/kg ka ja ulkomaisten härkäpapulajikkeiden 6 – 14 g/kg ka.
- Herneessä on vähemmän haitta-aineita kuin härkäpavussa eikä ollenkaan visiiniä ja konvisiiniä. Sitä voidaan sen vuoksi käyttää enemmän kuin härkäpapua.
- Kontu-härkäpavun tanniinipitoisuus on suomalaisessa ruokintakokeessa ollut 10-14 g/kg ka.
- Haitta-ainepitoisuudet vaihtelevat paljon lajikkeiden välillä. Euroopassa on 2010-luvulta lähtien jalostettu härkäpapulajikkeita, joissa ei ole visiiniä ja konvisiiniä juuri lainkaan. Myös kotimaisia haitta-aineettomia lajikkeita on tulossa jatkossa viljelyyn.
- Tanniinipitoisuus riippuu härkäpavun kukkien väristä niin että kirjavakukkaisilla lajikkeilla se on välillä 5-10 g/kg ka, mutta valkokukkaiset lajikkeet ovat lähes tanniinittomia.
- Tanniinit sijaitsevat siementen kuoreissa ja visiini ja konvisiini siementen sirkkalehdissä. Tanniineja voidaan jonkun verran vähentää siemeniä prosessoimalla eli kuorimalla, jauhamalla tai kuumentamalla.
- Visiinin ja konvisiinin pitoisuutta ei tutkimusten mukaan voida merkittävästi vähentää siemeniä prosessoimalla. Ainoa keino vähentää on fermentointi. Murskesäilöntä voi merkittävästi vähentää papujen haitta-aineiden määrää.



Kuva: Kaisa Kuoppala / Luke

**Härkäpapu ja herne sisältävät raakavalkuaista enemmän kuin viljat, mutta vähemmän kuin soija. Tärkkelystä on vähemmän kuin viljoilla, mutta enemmän kuin soijalla. Visiini ja konvisiini sekä tanniinit haittaavat härkäpavun käyttöä siipikarjan ruokinnassa. Härkäpapua voi käyttää munivien kanojen rehuissa n. 5 % ja broilerien rehuissa n. 16 %. Hernetä sen sijaan voi käyttää 30 - 45 %.**

Tietokortti perustuu Valkuaisfoorumin Asiantuntijatrefeihin [www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi)

## Palkoviljat kokoviljaseoksissa

- Viljakasveista yksinomaan tehty kokoviljasäilörehu sisältää raakavalkuaista vain noin 100-110 g/kg ka. Sen sulavuus on myös melko matala.
- Palkokasvi tuo kokoviljaseokseen lisää valkuaista ja sulavuutta. Pelkkään palkokasviin verrattuna viljaseoksessa on myös enemmän kuiva-ainetta ja tärkkelystä.

### Seoskasvusto vs. yksilajikasvusto

- Seoskasvusto tuo varmuutta satoon. Jos toinen komponentti menestyy huonosti, saattaa toinen kompensoida sitä.
- Seoskasvusto hyödyntää ravinteet, valon ja veden tehokkaammin sekä kilpailee paremmin rikkakasveja vastaan.
- Yksilajikasvuston etuna on, että tietää kohtalaisesti mitä saa. Siemenen voi kylvää lajille optimaaliseen syvyyteen ja lannoituksen sekä kasvinsuojelun voi kohdentaa sen tarpeitten mukaisesti.
- Korjuun voi ajoittaa valmistumisen perusteella, kun seoskasvustossa joutuu usein tekemään kompromisseja.

### Siemenseokset

- Sopiva palkokasvin ja viljan suhde kasvustossa on puolet kumpaakin. Siihen sopivan siemenseoksen koostaminen voi olla haastavaa, sillä lajikkeista ja sääoloista riippuen kasvustossa voi toinen laji menestyä paremmin ja toinen jäädä varjoon. Härkäpapu esimerkiksi varjostaa helposti viljakasvia.
- Härkäpavusta ja herneestä kokoviljasäilörehuun soveltuvat parhaiten sulavuuden ja satoisuuden perusteella vihantalajikkeet.
- Hernelajikkeeksi on parasta valita sellainen, joka ei kasvata liian pitkää vartta ja lakoonnu loppukesällä, mutta kuitenkin tuottaa hyvän vihernessasadon.
- Lannoituksena palkokasville suositellaan vain pientä typpimäärää, n. 40 kg N/ha muun lannoituksen ollessa maan kasvukunnon mukaista. Lietelanta ja kompostilanta sopivat tähän tarkoitukseen hyvin.



Kuva: Kaisa Kuoppala / Luke

**Palkokasvi sopii kokoviljasäilörehuun viljan kanssa seoksena. Seoskasvusto tuo viljelyvarmuutta. Sopiva suhde palkokasvin ja viljan seoskasvustossa on puolet ja puolet. Siemenseoksen kasvilajisuhteista ei voi päätellä lopullisen kasvuston koostumusta.**

Tietokortti perustuu Valkuaisfoorumin Asiantuntijatreffeihin [www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi)

# Palkokasvit ihmisravitsemuksessa

- Nykyisissä ravitsemussuosituksissa kehoitetaan lisäämään palkokasvien kuten herneiden, papujen ja linsien käyttöä.
- Ravitsemussuosituksissa mainitaan palkokasvit erityisesti proteiinin lähteenä. Palkokasveilla voi korvata lihan osittain tai kokonaan. Vegaaniruokavaliossa kotimaisten palkokasvien valkuaista kannattaa täydentää viljan valkuisella, jotta saadaan riittävästi välttämättömiä aminohappoja.

## Ravitsevia ja terveellisiä

- Valkuaisen lisäksi palkokasveissa on runsaasti kuitua ja folaattia, joita molempia suomalaisessa ruokavaliossa on niukasti suosituksiin verrattuna.
- Kuitu ylläpitää hyödyllistä suolistomikrobistoa. Ravinnosta pitäisi saada monenlaista kuitua, jotta mikrobisto pysyy monipuolisena.
- Palkokasvien kuitu on pääasiassa liukoista kuitua. Se on rakenteeltaan erilaista kuin viljojen kuitu ja sopii hyvin monipuolistamaan ruokavaliomme kuitua.
- Palkokasveissa on energiayksikköä kohti runsaasti muitakin välttämättömiä ravintoaineita kuten kivennäisaineita ja vitamiineja eli niissä on hyvä ravintoainetiheys.
- Välttämättömien ravintoaineiden lisäksi palkokasveissa on monenlaisia muitakin bioaktiivisia yhdistei-



Kuva: Kaisa Kuoppala / Luke

tä, jotka ovat hyväksi terveydelle. Esimerkiksi härkäpavussa on hermovälittäjäaineita (GABA ja L-DOPA). Ne auttavat mm. säätelemään verenpainetta, sydämensykyttä ja mielialaa.

- Palkokasveilla on osoitettu olevan terveysvaikutuksia. Ne lieventävät elimistön tulehdusreaktiota ja vähentävät riskiä sairastua tyyppin 2 diabetekseen, sydän- ja verisuonitauteihin ja eräisiin syöpämuotoihin.
- Annossuositus on noin 1 dl kypsennettyjä palkokasveja viitenä päivänä viikossa.

**Palkokasvit sisältävät paljon proteiinia, kuitua ja folaattia. Ne ovat ravitsevia ja terveellisiä.**

**Palkokasveja suositellaan lisäämään päivittäiseen ruokavalioon.**

**Runsas palkokasvien käyttö edistää terveyttä.**

Tietokortti perustuu Valkuaisfoorumin Asiantuntijatreffeihin [www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi)

## Kokoviljasäilörehua palkoviljoista

- Herne, härkäpapu ja lupiini voidaan korjata kokoviljasäilörehuksi joko yksin tai seoksina viljojen kanssa.
- Yhdellä korjuukerralla saa suuren kuiva-ainesadon ja palkokasvien hyödyt viljelykiertoon.
- Kokoviljasäilörehu sopii hyvin nautojen ruokintaan.

### Korjuutekniikassa valinnan varaa

- Kokoviljakasvusto voidaan niittää ja korjata karholta tai korjata pystykasvusto silppurilla.
- Esikuivaus kannattaa, jos korjuumenetelmä ja säät sallivat, sillä kosteasta kasvustosta erittyy paljon puristenestettä ja virhekäymisen riski kasvaa. Jo 25 – 30 % kuiva-ainepitoisuus riittää etujen saavuttamiseen.
- Toisaalta esikuivaus lisää varisemis-, hengitys- ja huuhtoutumistappioita varsinkin jos esikuivaus pitkittyy huonojen säiden takia.
- Pystykasvuston korjuu vähentää varisemistappioita, joita syntyy sitä vähemmän, mitä vähemmän rehua pyöritellään ja siirrellään. Laadun kannalta on kuitenkin parempi hyväksyä jonkin verran varisemistappioita kuin paljon puristenestettä.
- Vältä maan joutumista rehun joukkoon.
- Käytä säilöntäainetta laadun varmistamiseksi.
- Kokoviljasäilörehua voi tehdä paaleihin, jotka tuovat korjuuseen ja syöttöön joustoa, mutta rehun laadun kannalta siilo on parempi vaihtoehto.



Kuva: Kaisa Kuoppala / Luke

### Laatu syntyy monesta tekijästä

- Kasvin ravintoaineita menetetään aina jonkin verran korjuun ja säilönnän aikana. Tappioita voi minimoida, mutta ei välttää kokonaan.
- Ajan tai vaivan ”säästö” työvaiheissa tai esimerkiksi ”säästö” säilöntäaineessa voi aiheuttaa huomattavia taloudellisia tappioita. Niitä vain ei ole yhtä helppo huomata kuin suorita kuluja.
- Kaikkein tärkein tekijä on rehuntekijä itse ja hänen työnsä laatu. Tarvitaan osaamista, tietoa ja kokonaisuuden hallintaa.

**Jos kesän olosuhteet pettävät eivätkä puitavaksi aiotut palkoviljat näytä valmistuvan ajoissa, suunnitelmaa voi muuttaa ja korjata ne kokoviljasäilörehuksi, jos omalla tilalla tai lähietäisyydellä on karjaa, jolle sen voi syöttää.**

Tietokortti perustuu Valkuaisfoorumin Asiantuntijatreffeihin [www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi)

# Härkäpapusäilörehun korjuuaika ja rehuarvo

## Kertakorjuulla paljon valkuaista

- Härkäpapusäilörehu sopii karjatilojen rehustukseen nurmisäilörehun täydentäjäksi. Palkokasvina sen käyttö vähentää typpilannoituksen tarvetta. Kertakorjuulla on mahdollista korjata suuria kuiva-aine- ja raakavalkuaistoja ja tuottaa kotimaista valkuaista märehtijöiden ruokintaan.
- Säilörehuksi kannattaa käyttää myöhäisiä härkäpapulajikkeita kuten Fuego, Taifun, Pyramid ja Fanfare. Ne vaativat pitkän kasvuajan eivätkä ehdi tuottaa tuleentunutta siementä. Kasvusto säilyy rehevänä pitkään ja tuottaa suuremman kuiva-ainesadon kuin kotimaiset siementuotantoon sopivat Kontu ja Sampo.

## Rehuarvoon vaikuttavat tekijät

- Härkäpapakasvuston D-arvo ja raakavalkuaispitoisuus ovat kukinnan aikana korkeita, mutta pituuskasvun myötä ja palkojen alkaessa kehittyä D-arvo laskee tasolle 600-640 g/kg ka. Tuolloin raakavalkuaista on 160-190 g/kg ka.
- Lehdet sisältävät raakavalkuaista n. 300 g/kg ka ja ne ovat hyvin sulavia edellyttäen, että ne ovat vihreitä ja eläviä.
- Lehtien osuus on kasvun alkuvaiheessa suuri ja alkaa pienentyä, erityisesti kun varsi kasvaa nopeasti pituutta. Kun pituuskasvu loppuu, alkaa palkojen osuus koko kasvustosta lisääntyä.
- Lehtien ja varren osuudet pienenevät ja palkojen osuus lisääntyy, kun kylvöstä alkaa olla yli kaksi kuukautta.
- Paloissa on runsaasti raakavalkuaista, vaikka ne sisältävät papujen lisäksi myös palon kuituisen kuoren. Papujen kehittyessä niihin kertyy myös tärkkelystä.
- Varsi on pelkkää kuitua, jossa sulamattoman kuidun osuus on hyvin suuri.



Kuva: Kaisa Kuoppala / Luke

## Korjuuajassa on joustoa

- Härkäpapakasvusto korjataan säilörehuksi, kun palot ovat täyttymässä ja lehdet vielä vihreitä. Rehuarvo muuttuu aikavälillä 80-100 päivää kylvöstä vain vähän. Tuolloin korjuuajankohta voidaan valita muiden kuin rehuarvoon liittyvien tekijöiden perusteella, kuten sään, tilan muiden töiden ja pellon tulevan käytön kannalta.
- Härkäpapu ei ole kylmälle arka keväällä, joten se kannattaa kylvää mahdollisimman aikaisin. Näin myösään korjuuajankohta ei mene liian myöhäiseen.

Kylvä ajoissa, seuraa kasvuston kehitystä, myös kasvuston sisällä lehtien kuntoa ja palkojen täyttymistä. Korjaa hyvän sään aikana mieluummin aikaisemmin kuin liian myöhään.

Tietokortti perustuu Valkuaisfoorumin Asiantuntijatrefeihin [www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi)

# Härkäpapu pitää kypsentää ruuaksi

- Härkäpapu on terveellistä ja ravitsevaa ruokaa, joka kuitenkin sisältää yhdisteryhmiä, joista voi olla pientä tai suurempaa haittaa ihmiselle. Näitä haitta-aineita ovat lektiinit, proteaasi-inhibiittorit ja visiini+konvisiini. Lisäksi joidenkin ihmisten ruuansulatus häiriintyy tanniineista sekä oligosakkarideista, joita myös papusokereiksi kutsutaan.
- Ruuaksi käytettävät härkäpavut tulee kypsentää – myös härkäpavuista valmistetut jauhot ja rouheet, mikäli ne eivät ole esikypsennettyjä. Keittäminen ei poista visiinejä, mutta vähentää tai estää muiden haitta-aineiden vaikutusta.
- Kaikki kuivattuna myytävät, kokonaiset härkäpavut ovat tuleentuneita ja myös useimmat rouheet ja jauhot on valmistettu niistä. Kimmoiset, kirkkaan vihreät, vihanneksina myytävät tuoreet härkäpavut ovat useimmiten tuleentumattomia.
- Härkäpavun haitta-aineita ei kannata pelätä, liotus ja kypsentäminen riittävät. Emmehan syö kypsentämättömiä perunoitakaan, mutta oikein kypsennettynä peruna on suomalaisen ruokavalion hyvä ravinnonlähde.
- Papuja kannattaa liottaa ja keittää kerralla isompi erä ja pakastaa kerta-annoksina nopeampaa ruuanlaittoa varten.

## Tuoreiden härkäpapujen käyttö

- Tuoreet, vihreät ja tuleentumattomat härkäpavut pitää kypsentää ennen syömistä, mutta liottaa ei tarvitse. Keitä väljässä vedessä 3-5 minuuttia.



Kuva: Kaisa Kuoppala / Luke

## Kuivattujen härkäpapujen käyttö

- Tuleentuneet, kuivatut härkäpavut huuhdellaan ensin lävikössä ja liotetaan suurehkoissa määrässä kylmää vettä yön yli.
- Liotusvesi kaadetaan pois ja pavut huuhdellaan ja kypsennetään raikkaassa vedessä.
- Liotettunakin härkäpapuja tulee kypsentää melko pitkään (n. 1h) , riippuen siitä, kuinka pehmeitä haluaa papujen olevan ja millä tavalla niitä käytetään ruuanlaitossa.
- Rouheena, halkaistuna tai kuorittuna (vaalea) härkäpapu kypsyy nopeammin kuin kokonaisena.

**Kuivatut härkäpavut pitää aina liottaa yön yli ja kypsentää hyvin ennen syömistä. Tuoreille härkäpavuille riittää lyhyehkö, muutaman minuutin keittoaika.**

Tietokortti perustuu Valkuaisfoorumin Asiantuntijatreffeihin [www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi)

## Palkoviljojen viljelyn kannattavuus

### Palkoviljojen kilpailukyky ratkaisee viljelyn mielekkyyden

- Palkoviljoja tulee pystyä tuottamaan vähintään yhtä kannattavasti kuin muita vaihtoehtoja.
- Palkoviljojen viljelyn kannattavuuteen vaikuttavat mm. tuotantokustannukset, sadon hinta, viljelyn riskit ja maataloustuet.
- Tuotantokustannusten pienentäminen on avaintekijä viljelyn kannattavuuden lisäämisessä.
- Viljakasveihin verrattuna palkoviljojen sadot ovat viljoja pienemmät, mutta hinnat selkeästi suuremmat.
- Tuottajahintojen nostoon tarvitaan koko ketjun yhteistyötä ja vahvaa kysyntää.



Kuva: Katriina Manni / HAMK

### Palkoviljojen viljelyn taloudellisia hyötyjä

- Pieni typpilannoituskustannus palkoviljojen oman typensidontakyvyn ansiosta.
- Hyvä esikasviarvo, joka vähentää seuraavan satokasvin typpilannoituksen tarvetta.
- Hyviä kasveja viljelykierrossa, jotka parantavat maan kasvukuntoa ja viljelyn edellytyksiä.
- Yksikkökustannusten pienentäminen lisää kotimaisen palkoviljojen kilpailukykyä tuontivalkuaiseen verrattuna.
- Kotimaista valkuaista käyttämällä niihin käytetyt rahavirrat jäävät Suomeen.

### Palkoviljojen viljelyn kannattavuusriskejä

- Korkea siemenkustannus, jopa 70 % muuttuvista kustannuksista.
- Pitkä kasvuaika, mikä lisää riskiä ettei puitavaksi tarkoitettu kasvusto ehdi tulleentua.
- Viljoja heikompi viljelyvarmuus.
- Nollasatovuodet mahdollisia, jolloin hukataan saatoon laitetut panokset ja kiinteät kustannukset rasisittavat taustalla, vaikka satoa ei korjata.
- Ilmastonmuutos saattaa lisätä viljelyn riskejä. Toisaalta, ilmaston lämpeneminen voi myös edistää palkoviljojen viljelyä.

**Palkokasvien viljelyssä on paljon hyötyjä, joiden mittaaminen suoraan rahassa on vaikeaa. Valkuaisomavaraisuuden lisääminen edellyttää kokonaisvaltaisia ratkaisuja tuotantoketjussa. Tilojen välisellä yhteistyöllä voidaan lisätä palkoviljoista saatavia hyötyjä.**

Tietokortti perustuu Valkuaisfoorumin Asiantuntijatrefeihin [www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi)

# Valkuaiskasvien viljely on ympäristöteko

## Ympäristö hyötyy palkokasveista

- Palkokasvien juuristo huokoistaa maan rakennetta parantaen vedenläpäisykykyä, jolloin ravinteiden huuhtoutumisriski pienenee.
- Monipuolinen viljelykierto piristää maan mikrobitointia, joka edistää kasvien hyvinvointia lisäten niiden sadontuottoa.
- Hyvässä maassa hyvin kasvavat kasvit ja runsas sato sitovat ravinteita, mikä pienentää ravinnetaseita ja ehkäisee ravinteiden huuhtoutumista.
- Palkokasvit katkaisevat viljojen tautipainetta, mikä vähentää kasvinsuojelutarvetta.
- Palkokasvit edistävät luonnon monimuotoisuutta, sillä niiden näyttävät kukinnot houkuttelevat pölyttäjiä.
- Palkokasvit monipuolistavat viljelykiertoja ja ovat luonnon monipuolisuuden ylläpitäjiä ja lisääjiä.



Kuva: Kaisa Kuoppala / Luke

## Valkuaiskasvit tuottavat typpeä

- Härkäpavun typensidonta ilmasta on arviolta 50-100 kg N/ha/v ja herneen 40-80 kg N/ha/v, mikä vähentää typpilannoitustarvetta.
- Härkäpapu jättää maahan typpeä arviolta 20-70 kg/ha ja herne 10-40 kg/ha. Se on seuraavan kasvin käytössä, joten typpilannoitusta voidaan vähentää.
- Liika typensaanti maasta heikentää typensidontaa.
- Palkokasvit kannattaa sijoittaa viljelykierrossa paljon typpeä hyödyntävien viljelykasvien edelle.
- Jotta typpi saadaan säilymään maassa talven yli, kannattaa palkokasvin jälkeen kylvää syysvilja tai hyödyntää keräjäkasveja.

## Palkokasvien sato talteen

- Palkokasvien sato voidaan käyttää kotieläinten rehunä, ihmisravintoa tai viherlannoitukseen.
- Palkokasvien sato tulisi aina korjata talteen, jotta ehkäistään kasvimassaan sitoutuneen typen huuhtoutumista.
- Mikäli viherlannoituskasvuston satoa ei korjata, sen kannattaa antaa kasvaa mahdollisimman pitkään ja jos mahdollista, muokata vasta keväällä.
- Elävästä kasvustosta ravinnetappiot ovat vähäisemmät kuin kuolleesta kasvimassasta.
- Palkokasvien viljely samalla lohkolla 4-5 vuoden välein, jotta niiden taudit ja tuholaiset eivät yleisty.

**Palkokasvien viljely on ympäristöteko ja edistää valkuaisomavaraisuutta.**

**Malttia typpilannoitukseen palkokasvien typensidonnalla maksimoimiseksi.**

**Palkokasvien sato talteen typen huuhtoutumisen ehkäisemiseksi.**

Tietokortti perustuu Valkuaisfoorumin Asiantuntijatreffeihin [www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi)



# Tulevaisuuden valkuaisinnovaatiot

Maailmanlaajuisesti lisääntyvä proteiinin eli valkuaisen tarve kannustaa etsimään uusia proteiininlähteitä kuten mikroleviä ja hyönteisiä niin ihmisten kuin eläinten ravitsemukseen.

## Mikrolevät kiertotalouden monitaitureita

- Mikrolevät ovat mikroskooppisen pieniä yksisoluisia tai yksinkertaisia monisoluisia yhteyttäviä organismeja, joita kasvaa luonnossa kaikenlaisissa ympäristöissä aavikoilta aina jäätiköille saakka.
- Mikroleviä voidaan käyttää mm. biopolttoaineiden tuotannossa, jätevesien ja savukaasujen puhdistuksessa, eläinten rehuna ja ihmisten ravintolisinä.
- Mikrolevien ravintoainekoostumus vaihtelee paljon lajeittain. Joidenkin lajien valkuaispitoisuus voi olla jopa 700 g/kg ka (esim. *Spirulina platensis*). Mikrolevärehuja voidaan käyttää koostumuksesta riippuen joko rasvapitoisina ravintolisinä muokkaamaan maidon ja lihan rasvahappokoostumusta terveellisemmäksi tai valkuaisrehuina.
- Mikrolevien kasvunopeus on huima. Niiden biomassaa voi kaksinkertaistaa alle vuorokaudessa ja korjuu tapahtuu tavallisesti 1-10 päivän välein.
- Teollisesti mikroleviä kasvatetaan joko avoimissa kierto-vesialtaissa ulkona tai suljetuissa fotobioreaktoreissa.
- Kasvatusjärjestelmässä täytyy olla saatavilla vettä levien kasvualustana, valoa, ravinteita (N, P, K) ja hiilidioksidia. Optimaalinen kasvulämpötila on noin 20–30 °C.
- Kasvukauden lyhyys, kylmä ilmasto ja auringonvalon vähäisyys talvikuukausina rajoittavat mikrolevien tuotantoa Suomessa ja kasvattavat tuotantokustannuksia. Biologiset teknisten innovaatioiden avulla tuotanto on kuitenkin mahdollista myös pohjoisissa olosuhteissa.

## Hyönteisistä rehua ja ruokaa

- Maailmalla tunnetaan ja käytetään ravintona lähes 2000 hyönteislajia. Hyönteiskasvatus on käynnistymässä ja ravintokäyttö alkamassa myös Suomessa.



Kuva: Erkki Oksanen / Luke

- Hyönteisraaka-aineista valmistetaan mm. proteiini- ja hyönteispatukoita, pirtelöitä, ravintolisiä, hyönteiskarkkeja ja –snackseja, erilaisia hyönteisjauhoja sekä pastaa.
- Hyönteiset ovat monien eläinten luontaista ravintoa ja niiden käyttö sopii erinomaisesti mm. siipikarjan ja kalojen rehustukseen.
- Eläinten rehuksi kasvatetaan mustasotilaskärpistä, huonekärpistä, jauhopukkia, kanatunkkaria, kotisirkkaa, trooppista kotisirkkaa ja kenttäsiirkkaa.
- Hyönteisiä voidaan ruokkia orgaanisilla sivuvirroilla, mikä edistää kiertotaloutta.
- Koska hyönteiset ovat vaihtolämpöisiä, ne ovat erittäin tehokkaita muuttamaan ravinnon proteiiniksi ja ne sisältävät myös hyviä rasvoja.
- Hyönteisten kasvatusolosuhteista, hyönteistautien ja mikrobiologisten riskien torjunnasta ja hygieniasta tulee huolehtia ja varmistaa koko tuotantoketjun hyvä laatu.

**Uudet innovaatiot monipuolistavat valkuaisen tuotantoa, mutta usein kaupallista tuotantoa rajoittavat korkeat tuotantokustannukset.**

Tietokortti perustuu Valkuaisfoorumin Asiantuntijatreffeihin [www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/Valkuaisfoorumi)

9.

## PAPUHAASTE-KAMPAJAN UUTISKIRJEET

Papuhaaste-uutiskirjeiden linkit nähtävissä:  
<https://www.luke.fi/scenoprot/papuhaaste/>



Haastamme Sinut käyttämään enemmän ja monipuolisemmin palkokasveja ruokavaliossasi ja kertomaan kokemuksesi muillekin. Miten Sinä käytät palkokasveja ruokavaliossasi? Mikä on lempireseptisi? Löysitkö netistä hyvän vinkin? Jaa linkki reseptiin, kuva annoksestasi tai papuselfie [#papuhaaste](#) -tunnisteella Twitterissä tai Facebookissa [Papuhaaste-sivulla](#).

Tämä uutiskirje on osa ScenoProt- ja Valkuaisfoorumi-hankkeiden [#papuhaaste](#)-kampanjaa.

## Nyt on kansainvälinen palkokasvien vuosi



Vuosi 2016 on YK:n nimeämä kansainvälinen palkokasvien vuosi (International Year of Pulses\*). FAO:n toteuttaman teemavuoden tavoitteena on lisätä palkoviljojen käyttöä ruokana ja kertoa niiden hyvistä puolista.

[Lue lisää »](#)

*\*) "Pulse" tarkoittaa palkokasvia, josta syödään siemenet eli suora käänös suomeksi on "palkovilja". Lajeina se sisältää pavut, herneet ja linssit. Palkokasveihin kuuluu myös muita kuin palkoviljoja kuten monivuotiset nurmipalkokasvit apiloineen ja öljypalkokasviksi luettava soija.*

## Palkokasvit ovat terveellistä ruokaa

Pavut, herneet ja linssit ovat varsinaista superfoodia. Niissä on paljon proteiinia mutta myös ravintokuitua. Ne ovat itsessään hyviä ja terveellisiä ja sopivat monenlaiseen käyttöön. Uusien [ravitsemussuosittelusten](#) mukaan palkokasveja kannattaisi syödä enemmän, vähintäänkin kerran viikossa.

[Lue lisää »](#) [Kotimaiset valkuaiskasvit ihmisravitsemuksessa](#)

## Palkokasvit hyödyntävät ilmakehän typpeä

Palkokasvien siemenet sijaitsevat paloissa, mistä juontuu niiden nimikin. Palkokasvien erityisominaisuus on typen ottaminen ilmakehästä juurinystyröissä sijaitsevien bakteerien avulla. Tämän ansiosta ne pystyvät kasvamaan monenlaisissa olosuhteissa ilman typpilannoitusta.

Herne ja härkäpapu ovat kotimaisia kasveja. Sinilupiinia viljellään Suomessa jonkin verran, mutta linsejä tai soijaa ei. Valkuaisfoorumi-hankkeessa keskitytään kotimaisen valkuaistuotannon edistämiseen.

[Lue lisää »](#)



## Osallistu Facebookissa

Tykkää Papuhaaste-sivusta ja jaa siellä kokemuksiasi palkokasveista ruokana!

[Lue lisää »](#)



Tule mukaan #papuhaasteeseen!

## Osallistu Twitterissä

Jaa resepti, kuva annoksestasi tai papuselfie #papuhaaste -tunnisteella Twitterissä!

[Lue lisää »](#)

## Helppoja ja herkullisia reseptejä kokeiltavaksi

### Kirjava härkäpapupata



- 2 porkkanaa
- 2 sipulia
- 1 pieni punajuuri
- 1 dl kypsiä härkäpapuja
- 3-4 kypsää tomaattia
- 1 prk Chili sin Carne -sekoitusta
- Muutama lehtikaalin lehti
- Vettä
- Suolaa maun mukaan

Pilko kasvikset pannulle, lisää neste ja hauduta kypsäksi. Poista lehtikaalista kova lehtiruoti ja suikaloi lehdet ja lisää kypsennyksen loppuvaiheessa. Lisää Chili sin carne ja tarkista maku. Sopii hyvin grilliruuan lisukkeeksi!

*Resepti ja kuva: Kaisa Kuoppala*

### Hernehummus

- 2 dl keitettyjä keltaisia herneitä muhennettuna
- 1 valkosipulinkynsi
- 0,3 tl suolaa
- 1 rkl oliivi- tai rypsiöljyä
- 1 tl sitruunamehua
- 0,25 tl jeeraa
- 1-2 tl tahinia
- (jos et pidä tahinista, lisää tämän sijaan 1 tl öljyä ja ripaus suolaa)

Muhenna keitetyt herneet kevyesti. Murskaa valkosipulinkynsi ja soseuta ainekset sauvasekoittimella. Lisää tarvittaessa suolaa makusi mukaan.



Resepti ja kuva: Teea Kortetmäki

Lisää hyviä vinkkejä kuivattujen herneiden ja papujen käyttöön esimerkiksi [Arolan tilan sivuilla](#).



ScenoProt-hanke tavoittelee loikkaa valkuaisomavaraisuudessa. Muutos tietää enemmän kasviksia ja kalaa, tulossa vahvasti myös sienet ja hyönteiset.

[www.luke.fi/scenoprot](http://www.luke.fi/scenoprot)



[@scenoprot](https://twitter.com/scenoprot)



Valkuaisfoorumi-hanke tähtää valkuaisomavaraisuuden parantamiseen. Keskeistä on valkuaiskasvien viljelyn lisääminen niin kotieläin- kuin kasvinviljelytiloillakin.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



[@valkuaisfoorumi](https://twitter.com/valkuaisfoorumi)



#Papuhaaste on lähtenyt rivakasti liikkeelle. Kiitos sinulle, joka olet jakanut ruokareseptejä ja valokuvia [Facebookissa](#) ja [Twitterissä](#)! Kampanjamme rullaa eteenpäin.

## Tölkkihernekeitosta voi valmistaa grillattavaa!

Kesä on grillauksen ja salaattien kulta-aikaa ja tämänkertaiset reseptivinkit ovat sen mukaisia.

Salko- ja pensaspavut voi kiehautuksen jälkeen grillata ja syödä suoraan öljyllä ja suolalla maustettuina.

Mutta myös tölkkihernekeitosta voi valmistaa grillattavaa.



### Hernekebabit

- 1 sipuli
- 2-3 valkosipulinkynttä
- 1 tlk kasvishernekeittoa
- 1 prk tomaattipyreetä
- 1,5 dl kuorittuja seesaminsiemeniä
- 0,5 dl vehnä jauhoja
- 0,5 dl korppujauhoja
- 2 tl kutakin: mustapippuri, paprika, kurkuma, korianteri, persilja + chiliä maun mukaan
- rypsiöljyä tai grillauskastiketta

Hienonna sipulit ja sekoita kaikki ainekset taikinaksi. Anna vetäytyä viileässä 10 min. Ripottele leikkuulaudalle jauhoja ja levitä taikina laudalle noin 2 cm:n levyksi. Leikkaa taikinasta noin 3 x 2 cm: ruutuja tai käytä pientä piparkakkumuottia. Paista, uppoaista tai grilla kebabit (grillatessasi voitele kebabit öljyllä / grillikastikkeella). Tarjoile vartaisa kasvien kera. Kebabit maistuvat myös lohkoporonien tai pitaleipien kanssa ja sopivat dipattaviksi.

## Marinoidut salaattipavut

- 2 dl mieleisiä papuja, yhtä tai useampaa laatua
- 2 rkl sitruunalla maustettua oliiviöljyä
- 2 rkl hienonnettua tuoretta oreganoa tai timjampia
- suolaa

Anna papujen marinoitua vähintään tunti, mieluiten muutama, ja käytä salaatisissa. Erityisen hyvin marinoidut pavut sopivat mm. fenkolin ja tomaatin kera.

Resepti: Teea Kortelainen



Tykkää Papuhaaste-sivusta ja jaa siellä kokemuksiasi palkokasveista ruokana!

[Lue lisää »](#)

## Herne-pähkinätahna

- 200 g pakasteherneitä tai tuoreita herneitä
- 70 g pähkinäsekoitusta
- 1 rkl sitruunamehua
- 1 rkl öljyä
- kourallinen basilikaa tai minttua
- suolaa

Sekoita kaikki ainekset tehosekoittimella karkeaksi tahnaksi. Jos haluat tahnan sijaan kastiketta, notkeuta seos (kaura)kermalla. Tahna sopii pasta- ja vihannessalaatteihin sekä leivälle.

Resepti: Teea Kortelainen



Jaa resepti, kuva annoksestasi tai papuselfie #papuhaaste -tunnisteella Twitterissä!

[Lue lisää »](#)

## Elonkierron näyttely kertoo palkokasvien viljelystä ja ravintokäytöstä



Luken tutkijoiden rakentama palkokasvinäyttely on avoinna Elonkierron makasiinilla Jokioisissa. Koko perheelle suunnattu näyttely kertoo palkokasvien viljelystä ja niiden ravintokäytöstä.

[Lue lisää »](#)



Kaisa Kuoppala: Kotimaiset palkoviljat rokkaavat rehuissa ja ruuissa

Maailmanmarkkinoilta alkaa olla vaikea löytää



Jarkko Niemi: Hyvä valkuaisomavaraisuus turvaa huoltovarmuutta

Täydennysvalkuaista käytetään korvaamaan

#Papuhaaste: Tölkkihernekeitosta voi valmistaa grillattavaa!

kohtuuhintaista geenimuuntelematonta soijaa. Siksi tarvitaan kotimaisia vaihtoehtoja valkuaisrehuiksi. Härkäpapua ja hernettä voidaan korjata kokoviljasäilörehuksi märehittäjille. Silloin saadaan koko kasvuston, myös varren ja lehtien, ravintoaineet käyttöön.

[Lue lisää »](#)



## Tervetuloa tutustumaan Mustialan kenttäkokeisiin

Mustialan valkuaiskasvien kenttäkokeissa selvitetään, miten herne menestyy puhdaskasvustona sekä seosviljelyssä härkäpavun ja vehnän kanssa sekä millainen on sen typpilannoitusvaikutus esikasvina. Koeruuuilla kasvaa myös muita merkittäviä kasviperäisen valkuaisen tuottajia – soijapapukin löytyy. Olet tervetullut omatoimisesti tutustumaan Mustialan havaintoruutuihin!

[Lue lisää »](#)



ScenoProt-hanke tavoittelee loikkaa valkuaisomavaraisuudessa. Muutos tietää enemmän kasviksia ja kalaa, tulossa vahvasti myös sienet ja hyönteiset.

[www.luke.fi/scenoprot](http://www.luke.fi/scenoprot)



[@scenoprot](https://twitter.com/scenoprot)

kotimaisten rehuaineiden puutteita tuotantoeläinten ruokinnassa. Vuonna 2013 täydennysvalkuaisena käytettyjen kasvien kotimainen tuotanto kattoi noin 15 prosenttia niiden käytöstä.

[Lue lisää »](#)



## Nähdään OKRA-maatalousnäyttelyssä!

ScenoProt- ja Valkuaisfoorumi-hankkeet ovat mukana OKRA-maatalousnäyttelyssä Oripäässä 6. - 9.7. Tule keskustelemaan kanssamme valkuaisomavaraisuudesta ja tutustumaan palkokasveihin.

- ScenoProt on Luken osastolla **F 49**.
- Valkuaisfoorumi on HAMKin osastolla **F 63**.

[Lue lisää »](#)



Valkuaisfoorumi-hanke tähtää valkuaisomavaraisuuden parantamiseen. Keskeistä on valkuaiskasvien viljelyn lisääminen niin kotieläin- kuin kasvinviljelytiloillakin.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



[@valkuaisfoorumi](https://twitter.com/valkuaisfoorumi)





## Esikäsittele kuivatut pavut liottamalla ja keittämällä

Papuja ei pidä popsia suuria määriä suoraan pellostä, vaan ne pitää esikäsitellä ennen syömistä. Monet pavut sisältävät haitallista lektiiniä sekä muita aineita, jotka estävät proteiinien hajoamista ruoansulatuksessa. Tuleentumattoman pavun ja tuleentuneen kuivatun pavun käsittelyt eroavat toisistaan.

- Keitä tuleentumattomia papuja (tai papuja palkoineen) kymmenen minuuttia.
- Esikäsittele tuleentuneita kuivattuja papuja liottamalla yön yli ja keittämällä puolesta tunnista puoleentoista tuntiin

[Lue tarkemmat ohjeet »](#)



## Koska saadaan suomalaista soijaa?

Suomen olosuhteissa soijan kasvua rajoittavat lämpösumma ja päivänpituus. Soija vaatii kukkiakseen pitkän yön. On kuitenkin joitakin lajikkeita, jotka ovat neutraaleja päivänpituudelle. ScenoProt-hankkeen koeruuduilla Jokioisissa odotellaan, ehtivätkö soijapavut tuleentua ennen puintikelien loppua.

[Lue lisää »](#)

## Härkäpapuvinkkejä Sauvajyväsien blogista

Tällä kertaa papuresepteissämme hyödynnetään härkäpapua. Mainioita ja monipuolisia härkäpapu-reseptejä on koontanut blogiinsa Sauvajyväsien. Nämä kuvat ja reseptit ovat peräisin [hänen blogistaan](#).



## Härkäpapua Lähi-Idän tyyliin

- esikypsennettyjä kotimaisia härkäpapuja
- suolaa, pippuria
- 3 rkl oliiviöljyä
- 1 valkosipulin kynsi
- jeeraa
- tomaatti tai pari
- pieni sipuli
- yrttejä (persiljaa jos on)

Huuhtele pavut, mausta suolalla ja pippurilla. Pilko valkosipuli öljyn joukkoon, mausta jeeralla. Sekoita öljy papujen joukkoon. Pilko tomaattia ja sipulia pieneksi levitä salaatin päälle. Mausta persiljalla.

[Lue koko juttu »](#)

## Härkäpapu on valkuais- ja vitamiinipakkaus

Kypsennetyissä härkäpavuissa on valkuaisaineita noin 30 % kuivapainosta ja se päihittää valkuaisen määrässä muut ihmisen syömät palkoviljat. Härkäpavun liukenevat kuidut vähentävät veren LDL-kolesteroleja ja säätelevät veren sokeripitoisuutta. Härkäpavuissa on myös arvokkaita vitamiineja ja hivenaineita.

[Lue lisää »](#)



Tykkää Papuhaaste-sivusta ja jaa siellä kokemuksiasi palkokasveista ruokana!

[Lue lisää »](#)



## Härkäpapua, mustikkaa ja pekonia

- 200 g härkäpapuja perattuna
- 175 g pekonia
- vähän sitruunamehua
- 1 dl mustikoita (ohjeessa 75 g)
- mustapippuria

Keitä kuoritut tuoreet härkäpavut parin minuutin ajan (Eviran suositus 10 min.). Huuhto jääkylmällä vedellä jotta kypsyminen lakkaa. Pilko pekoni pieneksi ja paista pannulla. Kaada huuhdotut pavut mukaan, sekoittele ja anna paistua minuutti pari. Lisää lopuksi mustikat, rouhaise pari kierrosta mustapippuria, sammuta lämpö pannun alta ja sekoittele vähän aikaa.

[Lue koko juttu »](#)

## Härkäpavun ja herneen sadot ovat kasvussa

Härkäpavun, samoin kuin herneenkin, viljely on ollut kasvussa viime vuodet. Tänä vuonna härkäpavusta sataa arvioidaan saatavan noin 31,4 miljoonaa kiloa ja herneestä 33,2 miljoonaa kiloa. Kummankin satomäärä on yli kaksinkertaistunut vuodesta 2010.

(SVT: Luonnonvarakeskus, Satotilasto)



Jaa resepti, kuva annoksestasi tai papuselfie #papuhaaste -tunnisteella Twitterissä!

[Lue lisää »](#)



ScenoProt-hanke tavoittelee loikkaa valkuaisomavaraisuudessa. Muutos tietää enemmän kasviksia ja kalaa, tulossa vahvasti myös sienet ja hyönteiset.

[www.luke.fi/scenoprot](http://www.luke.fi/scenoprot)



[@scenoprot](https://twitter.com/scenoprot)



Valkuaisfoorumi-hanke tähtää valkuaisomavaraisuuden parantamiseen. Keskeistä on valkuaiskasvien viljelyn lisääminen niin kotieläin- kuin kasvinviljelytiloillakin.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



[@valkuaisfoorumi](https://twitter.com/valkuaisfoorumi)



## Pavut sopivat myös joulunaikaan

Herneet ovat kuuluneet osassa Suomea perinteisesti joulupöytään esimerkiksi kinkun kyljessä. Vahvana perinteenä on ollut valmistaa hernekeittoa kinkunrippeistä. Erilaisilla papuruoilla voi tuoda virkistystä joulupöytään monilla muillakin tavoilla.

Tämän uutiskirjeemme myötä toivotamme kaikille rauhallista joulua ja paljon papua vuoteen 2017!

## Joulupöytään "vegesilliä" härkäpavuista ja keltaista rosollia



*Kuva: Rouva Kasvis -blogi.*

Joulupöydän rosollin voi tehdä myös keltaisena esimerkiksi käyttämällä punajuuren sijaan kelta- tai raitajuuria. Marinoidut härkäpavut sopivat rosollin lisäkkeeksi tai "vegesilliksi" eli sillin ja marinoitujen kalojen tilalle kasvisruokailijalle.

[Lue koko juttu Rouva Kasvis -blogista »](#)

## Suolaisenmakeat mausteiset paahdetut härkäpavut

Terveen hyvää -blogista löytyy suolaisen, makean ja itämaisen mausteisuuden yhdistävä naposteluherkku, joka sopii esimerkiksi uudenvuodenbileisiin. Härkäpapujen lisäksi tarvittavat tummaa sokeria, hunajaa sekä muutamaa maustetta.

[Lue koko juttu Terveen hyvää -blogista »](#)

## Hernetuuvinki takaisin joulupöytään!

Muun muassa Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa perinteinen joulupöydän ruoka on hernetuuvinki. Kyse on lisukeruoasta, jota voi nauttia esimerkiksi paistin kera perunoiden tai riisin tapaan. Se on ulkomuodostaan huolimatta hyvää!

[Resepti löytyy Karppaus ja perhe -blogista »](#)

## Hernekeitto tai ohratto syntyy kinkun rippeistä

Kinkun luusta on perinteisesti keitetty liemi hernekeittoon tai papusoppaan. Myös kalkkunan luut voi keittää liemeksi. Lihojen rippeet voi käyttää myös keittoihin. Jos lientä ja rippeitä on runsaasti, osa kannattaa käyttää risoton, tai kotoisemmin ohraton pohjaksi. Ohrattoon voi lisätä esim. sipulia, herneitä ja tatteja tai kanttarelleja. Näin saadaan kevennystä joulunjälkeiseen ruokavaliioon.

- Hyvä resepti perinteiseen hernekeittoon löytyy esimerkiksi [Mausteinen Manteli -blogista](#).
- Toimiva ohratto-resepti löytyy [Aikun keittöissä -blogista](#).



## Härkäpapu ja herne maistuvat myös sikalassa

Joulukinkkuja myydään vuosittain Suomessa 6–7 miljoonaa kiloa. Kinkun ostavista talouksista 85 prosenttia ostaa kotimaisen kinkun\*. Kotimaisuusastetta saataisiin nostettua entisestään lisäämällä kotimaisten palkoviljojen, herneen ja härkäpavun, käyttöä sikojen ruokinnassa. Palkoviljoilla on monia etuja suhteessa soijaruuheeseen verrattuna.

\*Lihatiedotus, Joulukinkun ostoaikomukset 2016 - tutkimus.

[Lue lisää »](#)



## Palkoviljat rehuna ja ruokana

Härkäpapu on monille suomalaisille uusi tuttavuus, vaikka se onkin yksi maailman vanhimmista viljelykasveista. Härkäpapua on viljelty Suomessakin jo satojen vuosien ajan, mutta viime vuosina se on tehnyt uuden tulemisen merkittävänä ruoka- ja rehuksavina.

Tutkimusprofessori **Marketta Rinne** ja erikoistutkija **Eila Järvenpää** kirjoittavat härkäpavun käytöstä Valkuaisfoorumin blogissa.

[Asiantuntijatreffit, kohdassa Palkoviljojen rehuarvot, haitta-aineet ja erityisominaisuudet »](#)

#Papuhaaste: Papuvinkit jouluksi ja uudeksivuodeksi



Tykkää Papuhaaste-sivusta ja jaa siellä kokemuksiasi palkokasveista ruokana!

[Lue lisää »](#)



ScenoProt-hanke tavoittelee loikkaa valkuaisomavaraisuudessa. Muutos tietää enemmän kasviksia ja kalaa, tulossa vahvasti myös sienet ja hyönteiset.

[www.luke.fi/scenoprot](http://www.luke.fi/scenoprot)



[@scenoprot](https://twitter.com/scenoprot)



Jaa resepti, kuva annoksestasi tai papuselfie #papuhaaste -tunnisteella Twitterissä!

[Lue lisää »](#)



Valkuaisfoorumi-hanke tähtää valkuaisomavaraisuuden parantamiseen. Keskeistä on valkuaiskasvien viljelyn lisääminen niin kotieläin- kuin kasvinviljelytiloillakin.

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



[@valkuaisfoorumi](https://twitter.com/valkuaisfoorumi)

# Valkuaisfoorumi

Valkuaisosaamiskeskuksesta ratkaisuja Hämeen valkuaisomavaraisuuteen

## TAVOITTEEMME

**Edistää** kotimaisen valkuaisen tuotantoa ja käyttöä kattaen koko ruokaketjun lähtien alkutuotannosta jalostavaan teollisuuteen ja kauppaan.

**Rakentaa** yhteistyö- ja osaamisverkostoa HAMK:n, Luken, neuvonnan, viljelijöiden ja muun elinkeinoelämän välille.

**Tuottaa** uutta tietoa ja **soveltaa** tutkimustietoa maatilamittakaavassa.

**Lisää** kuluttajien tietoisuutta kotimaisen kasvivalkuaisen käytöstä ihmisravintemaksessa.

**Edistää** uusien innovaatioiden ja yrittäjyyden syntymistä.



[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)

Valkuaisfoorumi myös Facebookissa ja Twitterissä

Hankkeen toteuttavat Hämeen ammattikorkeakoulu (HAMK) ja Luonnonvarakeskus (Luke). Hanketta osarahoittaa Hämeen liitto EAKR-rahoituksella. Hanke toteutetaan vuosina 2015 ja 2016.

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



Hämeen liitto  
Regional Council of Häme

Luke  
LUONNONVARAKESKUS

HAMK  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



## TÄTÄ TEEMME

**Portaali** - Tiedonvälityskanava, jonne kootaan hankkeen tuotokset.

**Asiantuntijatreffit** - Verkossa toimiva avoin ja vuorovaikutteinen kohtauspaikka.

**Pellonpiennarpäivät** - Verkostoitumistapahtuma, jossa osallistujat pääsevät näkemään ja kuulemaan valkuaiskasvien viljelystä ja käytöstä.

**Soveltava tutkimus** - Valkuaiskasvien viljely, sadontuotto, korjuu ja säilöntä.

**Mustialan avoin tutkimus- ja opetusmaaila** - Koetointia, valkuaiskasvien viljelyä rehu-käyttöön ja valkuaiskasvivalintojen esittelyä havaintoruuduilla.

**Pilottitilat** - Tuottavat valkuaiskasveihin liittyvää käytännön tietoa.

**Innovaatiotyöpajat** - Ideoidaan tulevaisuuden potentiaalisten valkuaislähteiden käyttöä ja innovoidaan liiketoimintamahdollisuuksia.

**Loppuseminaari ja julkaisu** - Hankkeen aikana kerättyjen kokemusten ja tuotosten esittely.

# Valkuaisfoorumin tuottamat tallenteet

INNOVAATIOMESSUT 14.3.2017

Max Schulman, MTK, avauspuheenvuoro

<https://www.youtube.com/watch?v=JIGANFMiP7s>

Raija Lantto, VTT, alustus aiheesta "Tulevaisuuden proteiini-innovaatiot"

<https://www.youtube.com/watch?v=F-ctEkx6hTc>

Paneelikeskustelu

<https://www.youtube.com/watch?v=1XnOkF-HQxY>

INNOVAATIOTYÖPAJA 12.2.2016

Katariina Manni, HAMK, avaus

<https://www.youtube.com/watch?v=hWsHbSCgVn0&feature=youtu.be>

Harri Laine, Arolan Luomu, esitys aiheesta

"Jatkojalostus on kotimaisen kasviproteiinin mahdollisuus"

<http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/valkuaisfoorumi/Sivut/innovaatiotyopajat.aspx>

Karri Mikkonen, Tekme Oy, esitys aiheesta

"Kotimainen kasviproteiini ravitsemussuosituksissa ja ruuanvalmistuksessa"

<https://www.youtube.com/watch?v=iXgTWk8r9bI&feature=youtu.be>

Sanna Vähämiko, LounaFood Brahea-keskus, esitys aiheesta

"Kasviproteiinin monet mahdollisuudet",

<https://www.youtube.com/watch?v=I4Pyc3-Ft00&feature=youtu.be> ja <https://www.youtube.com/watch?v=jqyDDq72kg8&feature=youtu.be>

PELLONPIENNARPÄIVÄ 26.8.2016

Heikki Pietilä, HAMK, esitys aiheesta "Herneen viljelykokemuksia"

<https://www.youtube.com/watch?v=xam3gYnJbBE&feature=youtu.be>

Jaakko Saukkola, HAMK, esitys aiheesta "Herne kevätvehnän esikasvina"

<https://www.youtube.com/watch?v=0zafXSbHzl0&feature=youtu.be>

Kaisa Kuoppala, Luke, esitys aiheesta "Palkoviljoista väki- ja säilörehua naudoille"

<https://www.youtube.com/watch?v=ljdsoH2dfAk&feature=youtu.be>

Johanna Daka, HkScan, Kotoiset valkuaisrehut sikojen ruokinnassa

[https://www.youtube.com/watch?v=q\\_of\\_EqJyJA&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=q_of_EqJyJA&feature=youtu.be)

Miettinen Heikki, esitys "Herneen viljely maatilamittakaavassa – Case Mustiala"

[https://www.youtube.com/watch?v=GzSo\\_tfhGws&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=GzSo_tfhGws&feature=youtu.be)

PELLONPIENNARPÄIVÄ 26.8.2015

Raija Tahvonen, Luke, Jaakko Nuutila, Luke ja Tarja Ollila, Verso Food, esitykset aiheesta "Kotimaisia valkuaiskasveja lautaselle"

<https://www.youtube.com/watch?v=U4sX36KTf9c&feature=youtu.be>



## VALOKUVIA

Valkuaisfoorumin kuva-arkisto:

<https://www.flickr.com/photos/134360897@N08/albums/with/72157668860661675>

## VIDEOITA

Härkäpavun korjuu säilörehuksi: Niitto, korjuu noukinvaunulla ja paalaus

<https://www.youtube.com/watch?v=tWq4KwLJb8>

Härkäpavun niittoon valmistautuminen: Koneen säädöt

<https://www.youtube.com/watch?v=oPPrQ5L2N1s>

Härkäpavun korjuuseen noukinvaunulla valmistautuminen: Koneen säädöt

<https://www.youtube.com/watch?v=PMAvMy5C9AQ>

Härkäpavun puinti ja murskaus

<https://www.youtube.com/watch?v=Vw8Po4TERls>

Herneen puinti

<https://www.youtube.com/watch?v=HK5Ceaik8hc>

Herneen puinti ja murskaus

[https://www.youtube.com/watch?v=BQC\\_SoIk2hQ](https://www.youtube.com/watch?v=BQC_SoIk2hQ)

Vipuvoimaa  
EU:lta  
2014–2020



## Valkuaisfoorumi

Havainnoi Kohtaa Tutki Kehitä



- Valkuaisomavaraisuus nousuun
- Kotimaista valkuaista rehuksi ja ruuaksi
- Uudet vaihtoehdot ennakkoluulottomasti käyttöön
- Paikalliset voimavarat yhteistyöhön

[www.hamk.fi/valkuaisfoorumi](http://www.hamk.fi/valkuaisfoorumi)



Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

## Julkaisut

Kuoppala, K., Manni, K., Rinne, M. 2018. Herne säilörehun raaka-aineena. Maataloustieteen Päivät 2018. <http://www.smts.fi/fi>

Kuoppala, K. 2017. Säilörehua härkäpavusta: milloin on sopiva korjuu aika? Luomulehti 4: 34–35.

Kuoppala, K., Manni, K., Känkänen, H., Rinne, M. 2016. Choosing the right time to harvest whole crop faba bean. Poster in: Second International Legume Society Conference, 11–14 October, 2016, Tróia Portugal.

Kuoppala, K., Manni, K., Känkänen, H., Rinne, M. 2016. Härkäpapu säilörehun raaka-aineena. Maataloustieteen Päivät 2016, Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote No 32. Ed. L. Alakukku, N. Schulman & T. Puhakainen. ISBN 978-951-9041-61-2. [http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MAATALOUSTIETEEN\\_ABSTRAKTIKIR-JA2016.pdf](http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MAATALOUSTIETEEN_ABSTRAKTIKIR-JA2016.pdf) p. 32.

Manni, K., Veijonen, E., Valkama, J., Kuoppala, K., Rinne, M. 2018. Kotoisista valkuaisrehuista kannattavuutta maidontuotantoon. Maataloustieteen Päivät 2018. <http://www.smts.fi/fi>

Manni, K. 2017. Valkuaisrehuvalinnat näkyvät kukkarossa. Nauta 5: 88–90.

Manni, K. 2017. Härkäpapu mukaan viljelykiertoon. <https://unlimited.hamk.fi/biotalous/harkapapu-mukaan-viljelykiertoon/#.WSv3mmiGMdV>

Manni, K. 2016. Kokemuksia valkuaiskasvien viljelystä ja käytöstä nautojen ruokinnassa. Maataloustieteen Päivät 2016, Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote No 32. Ed. L. Alakukku, N. Schulman & T. Puhakainen. ISBN 978-951-9041-61-2. [http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MAATALOUSTIETEEN\\_ABSTRAKTIKIR-JA2016.pdf](http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MAATALOUSTIETEEN_ABSTRAKTIKIR-JA2016.pdf) p. 190. and [http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/Manni\\_2016.pdf](http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MTP2016/Manni_2016.pdf)

Manni, K., Rinne, M., Kuoppala, K. 2016. Valkuaisosaamiskeskuksesta ratkaisuja Hämeen valkuaisomavaraisuuteen. Maataloustieteen Päivät 2016, Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote No 32. Ed. L. Alakukku, N. Schulman & T. Puhakainen. ISBN 978-951-9041-61-2. [http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MAATALOUSTIETEEN\\_ABSTRAKTIKIRJA2016.pdf](http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MAATALOUSTIETEEN_ABSTRAKTIKIRJA2016.pdf) p. 184.

Manni, K., Rinne, M., Kuoppala, K. 2016. Kotimaista valkuaisraavaa pellolle ja pöytäan. Sampsalehti 1–2/2016. <http://www.sampsary.fi/wp/wp-content/uploads/2015/08/Sampsalehti-1-2-2016-1-1.pdf>

Manni, K., Kuoppala, K., Kymäläinen, M., Känkänen, H., Niemeläinen, O., Rinne, M., Winquist, E. 2016. Ravinteet kiertoon ja valkuaisomavaraisuus nousee tiiviillä yhteistyöllä. Teoksessa LUO Luonnonvara-alan verkoston yhteistyön käynnistäminen ja yhteistyön tuloksia. Horila, A. (Toim.).

Manni, K. 2016. HAMKin aluevastuuraportti. Valkuaisomavaraisuus nousee Hämeessä. [https://issuu.com/hamkuas/docs/hamk\\_aluevastuuraportti\\_2016\\_ejulka](https://issuu.com/hamkuas/docs/hamk_aluevastuuraportti_2016_ejulka)

Manni, K., Rinne, M. 2015. Hämeen valkuaisfoorumi rakentuu EAKR-rahoituksella. Etelä-Suomen rakennerahaston uutiskirje 1/2015. <https://www.rakennerahastot.fi/documents/13596/353927/H%C3%A4meen+hankkeen+esittely/230e107d-3b7f-4454-be2b-f1ff96ebd3ef>  
<http://www.hamk.fi/tietoa-hamkista/uutiskirje/Sivut/Valkuaisfoorumi-edist%C3%A4%C3%A4-Hameen-valkuaisomavaraisuutta.aspx>

Manni, K. 2015. Kasvukausi alkanut – alkaako myös valkuaisomavaraisuuden nousukausi? LUO-verkoston blogi-kirjoitus 11.5.2015. <http://luonnonvarahame.blogspot.fi/2015/05/kasvukausi-alkanut-alkaako-mynos.html>

Manni, K. 2015. Kotimaisia valkuaiskasveja lautaselle -tapahtuma keräsi kuluttajia valkuaiskasviteeman äärelle. HAMK Uutiskirje 27.8.2015.  
<http://www.hamk.fi/tietoa-hamkista/uutiskirje/Sivut/kotimaisia-alkuvalkuaiskasveja-lautaselle-tapahtuma-kerasi-kuluttajia-alkuvalkuaiskasviteeman-aaarelle.aspx>

Manni, K., Rinne, M. 2015. Valkuaisfoorumi edistää kotimaisen valkuaisen tuotantoa ja käyttöä. Farmi 7/2015.

Mäkinen, K. 2016. Keittopapukokeiluja viljelypalstalla. Maatiainen 4/2016.

Pennanen, S. 2017. Kasvivalkuaista voisi hyödyntää paljon enemmän. Forssan Lehti 15.3.2017 ja Hämeen Sanomat 16.3. (Lehtijuttu Valkuaisfoorumin Innovaatiomessuista)

Rinne, M., Manni, K., Kuoppala, K., Niemi, T., Koivunen, E., Kahala, M., Jalava, T. 2018. Murskesäilöntä pienentää härkäpavun haitta-ainepitoisuuksia. Maataloustieteen Päivät 2018. <http://www.smts.fi/fi>

Suokannas, A., Kuoppala, K., Manni, K. 2016. Säilörehuksi korjattavan härkäpavun korjuutappiot. Maataloustieteen Päivät 2016, Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote No 32. Ed. L. Alakukku, N. Schulman & T. Puhakainen. ISBN 978-951-9041-61-2.  
[http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MAATALOUSTIETEEN\\_ABSTRAKTIKIRJA2016.pdf](http://www.smts.fi/sites/smts.fi/files/MAATALOUSTIETEEN_ABSTRAKTIKIRJA2016.pdf) p. 186.

## Haastattelut

Liespuu, S. 2015. Palkokasveista potkua valkuaisomavaraisuuteen. Haastattelu. Maatilan Pellervo 8/2015.

Liespuu, S. 2016. Härkäpapu antaa vahvan sadon. Haastattelu. Maatilan Pellervo 5/2016.

Salo-Kauppinen, R. 2016. Kotimaiset palkoviljat rokkaavat rehuissa ja ruuissa. Kuoppala, K. haastattelu. Maa-seudun Tulevaisuuden Tiede-sivulla 13.6.2016 ja Papuhaastekampanjan Uutiskirje 2.

Larjavaara Hanna 2017. Kotimaisissa kasviproteiineissa on potentiaalia. Haastateltu mm. Kaisa Kuoppalaa. <https://www.hyvaasuomesta.fi/suomalainen-ruoka/makupaloja-ruoka-alalta/palkokasvit>

## Blogit ja kolumnit

Kuoppala, K. 2014. Sopiva korjuuaika on tasapainoilua 03.09.2014 <http://mttelo.mtt.fi/web/guest/korjuuaika>

Kuoppala, K. 2015. Kesä ja papupelto 23.3.2015 <https://www.luke.fi/blogi/kesa-ja-papupelto>

Kuoppala, K. 2015. Papua pellossa ja lautasella 14.9.2015 <https://www.luke.fi/blogi/kaisa-kuoppala-papua-pellossa-ja-lautasella>

Kuoppala, K. 2016. Tartu palkoviljahaasteeseen! 25.2.2016 [https://www.luke.fi/blogi/tartu\\_palkoviljahaasteeseen](https://www.luke.fi/blogi/tartu_palkoviljahaasteeseen)

Kuoppala, K. 2017. Papuja, toukkia, leviä – mitä rehuksi ja ruuaksi? 26.1.2017 <https://www.luke.fi/blogi/papuja-toukkia-levia-mita-rehuksi-ja-ruuaksi>

Manni, K. 2016. Kotimaista kasvivalkuaista Mustialasta. Papuhaastekampanjan Uutiskirje 2. Blogikirjoitus: <http://blog.hamk.fi/kotimaista-kasvivalkuaista-mustialasta/>

Manni, K. 2015. Kotimaista valkuaista pellolle ja pöytään. Forssan Lehti 5.11.2015.

Manni, K. 2016. On palkokasvien vuosi. Forssan Lehti 28.7.2016.

Mäkinen, K. 2016 Härkäpapu – valkuais- ja vitamiinipakkaus <https://blog.hamk.fi/valkuaisfoorumi/harkkapapu-valkuais-ja-vitamiinipakkaus/>

Mäkinen, K. 2016. Keittopapukokeiluja viljelypalstalla <https://blog.hamk.fi/valkuaisfoorumi/keittopapukokeilu-ja-viljelypalstalla/>

## Tiedotteet

Manni, K. Rinne, M., Kuoppala, K. 2017. Valkuaiskasvien viljely lisääntyy Hämeessä. Mediatiedote. 12.12.2017. [http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/valkuaisfoorumi/PublishingImages/Sivut/hankkeen-kuvaus-ja-tavoitteet/Valkuaisfoorumi\\_mediatiedote\\_121217\\_final.pdf](http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/valkuaisfoorumi/PublishingImages/Sivut/hankkeen-kuvaus-ja-tavoitteet/Valkuaisfoorumi_mediatiedote_121217_final.pdf)

Manni, K., Kuoppala, K. 2016. Kotimainen kasviproteiini on trendi, johon pitää tarttua. Mediatiedote 16.2.2016. [http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/valkuaisfoorumi/PublishingImages/Sivut/innovaatiotyopajat/Tiedote\\_valkuaisfoorumi\\_innovaatioty%C3%B6paja\\_120216.pdf](http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/valkuaisfoorumi/PublishingImages/Sivut/innovaatiotyopajat/Tiedote_valkuaisfoorumi_innovaatioty%C3%B6paja_120216.pdf)

Manni, K., Rinne, M., Kuoppala, K. 2016. Kasviproteiini on trendi, johon pitää tarttua. Tiedote 18.2.2016. <http://www.epressi.com/tiedotteet/maatalous/kotimainen-kasviproteiini-on-trendi-johon-pitaa-tarttua.html>

Manni, K., Kuoppala, K. 2016. Palkoviljat edistävät valkuaisomavaraisuutta. Sidosryhmätiedote 16.2.2016.

Manni, K., Rinne, M. 2015. Valkuaisfoorumi edistää Hämeen valkuaisomavaraisuutta. Mediatiedote 6.5.2015. HAMK Uutiskirje 21.5.2015.

Mediatiedote, Puutarhasta proteiinia -tietokortit. Julkaistu ainakin:

Maaseudun Tulevaisuuden verkkosivuilla: <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/uudet-tietokortit-auttavat-valkuaiskasvien-viljelyss%C3%A4-1.190176>

Oma pihan sivuilla: <https://omapiha.info/arkistot/9745#respond>

Papua bisnekseen. Uutinen 29.1.2016 <https://www.luke.fi/uutiset/6713/>

<https://www.luke.fi/uutiset/valkuaisomavaraisuutta-parantamaan-luonnonvarakeskus-on-mukana-edistamassa-valkuaisomavaraisuutta-hameessa/>

## Papuhaaste-uutiskirjeet

Uutiskirje 1 Tule mukaan #papuhaasteeseen! 27.5.2016.

<http://luonnonvarakeskus.mailpv.net/a/s/93170515-2bbb7bdf8ff34ff9a240e0ab67803d02/1190726>

Uutiskirje 2 Tölkkihernekeitosta voi valmistaa grillattavaa! 30.6.2016.

<http://luonnonvarakeskus.mailpv.net/archive/show/1277687>

Uutiskirje 3 Esikäsitle kuivatut pavut liottamalla ja keittämällä 27.9.2016.

<http://luonnonvarakeskus.mailpv.net/archive/show/1383789>

Uutiskirje 4 Papuvinkit jouluksi ja uudeksi vuodeksi 21.12.2016.

<http://luonnonvarakeskus.mailpv.net/archive/show/1540713>

