



Rikke Penttinen

# Öljyhampunsiementen puristaminen ruuvipuristimella

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

28.3.2023

## Tiivistelmä

Tekijä(t): Rikke Penttinen  
Otsikko: Öljyhampunsiementen puristaminen ruuvipuristimella  
Sivumäärä: 23 sivua + 1 liite  
Aika: 28.3.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Bio- ja kemiantekniikka  
Ammatillinen pääaine: Bio- ja elintarviketekniikka  
Ohjaaja(t):  
Lehtori Markus Räsänen  
Yliopettaja Riitta Lehtinen  
Toimitusjohtaja Hanna Yli-Kuha

---

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voiko hamppuöljyä kylmäpuristaa Alavuden Öljynpuristamossa tehokkaasti samalla puristimen asetuksella kuin rypsiä. Hamppu eli *Cannabis Sativa* on viljelykasvi, josta on perinteisesti saatu kuitua vaatetuksen tekoon. Nykyään Suomessa viljeltävä hamppu on Finola-lajiketta, joka on jalostettu pääasiassa öljyntuotantoon. Öljyntuotannon sivutuotteena syntyvää siemenpuristetta voidaan käyttää rehulisänä esimerkiksi tuotantoeläimillä ja hevosilla. Muita samankaltaisia Suomessa viljeltyjä kasveja ovat pellava, kumina ja camelina.

Yleisiä öljynpuristusmenetelmiä ovat kylmäpuristus, kuumapuristus ja uutto. Hamppuöljyn puristuksessa käytetään tyypillisesti kylmäpuristusta. Kylmäpuristus on yksinkertainen prosessi, joka koostuu ainoastaan siementen puhdistuksesta, puristamisesta ja öljyn suodatuksesta. Kylmäpuristuksessa ei hyödynnetä muuta kuin prosessista itsestään aiheutuvaa lämpöä, jolloin puristus on hieman tehottomampaa kuin kuumapuristus, mutta öljyn ravintoarvot saadaan säilytettyä parempina.

Puristimen soveltuvuus hamppuöljyn puristamiselle määriteltiin selvittämällä puristeeseen jääneen öljyn määrää sekä seuraamalla puristeen ja öljyn lämpötilaa puristimen eri tehoilla. Prosessin lopuksi laskettiin kokonaisläpimenonopeus ja -öljynsaanto. Lisäksi selvitettiin puristeen soveltuvuutta rehulisäksi määrittämällä puristeesta rehu- ja kivennäisanalyysi. Tutkimuksen hypoteesina on, että optimaalisin puristimen teho hamppuöljyn puristukselle on 75 %.

Tutkimuksessa saatiin selville, että puristeeseen jäi vähiten öljyä tehon ollessa 75 %. Öljyn ja puristeen lämpötilat pysyivät suhteellisen tasaisina koko puristuksen ajan. Kokonaisläpimenonopeus ja öljynsaanto olivat erinomaisia. Puristeesta tehty rehu- ja kivennäisanalyysi osoitti, että tutkimuksessa saatu hamppupuriste vastasi rehuominaisuuksiltaan pitkälti tyypillistä rehulisänä käytettävää hamppupuristetta.

Tutkimus osoittaa, että Alavuden Öljynpuristamossa voidaan tehokkaasti puristaa hamppuöljyä samoilla puristimen asetuksilla kuin rypsiöljyä.

Avainsanat: hamppu, *Cannabis Sativa*, hamppuöljy, kylmäpuristus, puriste

## Abstract

Author(s): Rikke Penttinen  
Title: Pressing of Hempseed with an Extruder Press  
Number of Pages: 23 pages + 1 appendice  
Date: 28 March 2023

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Biotechnology and Chemical Engineering  
Specialisation option: Biotechnology and Food Engineering  
Instructor(s): Markus Räsänen, Senior Lecturer  
Riitta Lehtinen, Principal Lecturer  
Hanna Yli-Kuha, Chief Executive

---

The aim of the study was to research if it is possible to cold press hempseed oil at Alavuden Öljynpuristamo with efficiency with the same settings as those used with rapeseed oil. Hemp (*Cannabis Sativa*) is a crop plant that has been traditionally cultivated for its fiber for clothing. The most common strain in Finland is Finola which is mainly refined for oil yield. The press cake from the seed oil production can be used for example as animal feed for productive livestock and horses. Other similar crop plants cultivated in Finland are flax, cumin and camelina.

Common oil extraction methods are cold pressing, hot pressing, and solvent extraction. Cold pressing is most common for hempseed oil. Cold pressing is a simple process that consists of cleaning the seed material, pressing of the seed and filtering the oil. Cold pressing does not take advantage of other sources of heat except for the process itself, which means it is slightly less effective, but the oil retains its nutritional values better.

The suitability of the extruder press settings for hempseed oil were determined by defining the amount of oil left in the press cake as well as following the temperature of the oil with different power settings. At the end of the process, the whole throughput and the amount of oil was calculated. In addition, the application of hempseed press cake was defined by examining the feed and mineral analyses. The hypothesis of the study is that the most optimal extruder press power for hempseed oil is 75 %.

The study found that the least amount of oil was left in the press cake with 75 % power. The oil and press cake temperatures remained relatively constant throughout the process. The whole throughput and the oil yield were excellent. The feed and mineral analyses for the press cake indicated that the press cake from the study had properties quite like those of the commonly used hempseed press cake for feed.

The study shows that it is possible to efficiently press hempseed oil with the same settings as those used with rapeseed oil at Alavuden Öljynpuristamo.

Keywords: hemp, *Cannabis Sativa*, hemp oil, cold pressing, press cake

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teoriaa	2
2.1	Siementen koostumus	2
2.1.1	Pellava	3
2.1.2	Kumina	3
2.1.3	Camelina	4
2.1.4	Hamppu	4
2.2	Siementen erot	5
2.3	Puristusmenetelmiä	5
2.3.1	Kylmäpuristus	7
2.3.2	Kuumapuristus	8
2.3.3	Uutto	9
3	Tutkimuksen tavoitteet	10
4	Materiaalit ja menetelmät	11
5	Tulokset	13
5.1	Puristeen määrä eri tehoilla	13
5.2	Laboratoriotutkimukset puristeesta	13
5.3	Puristeen ja öljyn lämpötilat puristuksen aikana	15
5.4	Öljynsaanto ja läpimenonopeus	16
6	Tulosten tarkastelu	17
7	Johtopäätökset	20
	Lähteet	21
	Liite 1 Puristuksen aikana seuratut arvot	24

# 1 Johdanto

Kasviöljyjen hyödyntäminen on pitkä perinne monissa kulttuureissa ja öljynsaantoprosessin jalostamista kehitetään jatkuvasti. Kasviöljyjä hyödynnetään monilla eri aloilla, kuten pinnoite-, kosmetiikka-, biopolttoaine- ja elintarviketeollisuudessa. Tämä työ keskittyy elintarviketeollisuuteen, ja teoriaosuudessa käydään läpi pellavan, kuminan, camelinan ja hampun siementen käyttötarkoituksia, ominaisuuksia ja historiaa.

Kasviöljyjä käytetään elintarviketeollisuudessa sekä kotitalouksissa ruoan paistamiseen, maustamiseen ja leivontaan. Kosmetiikkateollisuudessa kasviöljyjä voidaan käyttää esimerkiksi tuoksujen valmistuksessa. Lisäksi pellavaöljyjä käytetään esimerkiksi pinnoitteena ja öljypohjaisten maalien ainesosana. Elintarviketeollisuudessa ja kotitalouksissa voidaan käyttää kasviöljyjä eri tarkoituksiin. Eri öljyillä on ominaismaut ja -tuoksut, jotka voivat vaikuttaa ruoan ominaisuuksiin. Biopolttoaineiksi soveltuvat öljyt, joita ei esimerkiksi voida enää käyttää elintarviketeollisuudessa, kuten paistinrasva ravintoloista.

Tämä opinnäytetyö on tehty Alavuden Öljynpuristamo Oy:n toimeksiannosta ja tavoitteena on tutkia, vaikuttaako kylmäpuristuksessa puristimen nopeuden säätö hampun siementen öljynsaantoon ja voiko hampunsiementä puristaa samoilla puristimen asetuksilla kuin rypsiä. Työn teoriaosuudessa vertaillaan myös kolmea eri öljynsaantomenetelmää, jotka ovat kylmäpuristus, kuumapuristus ja uutto.

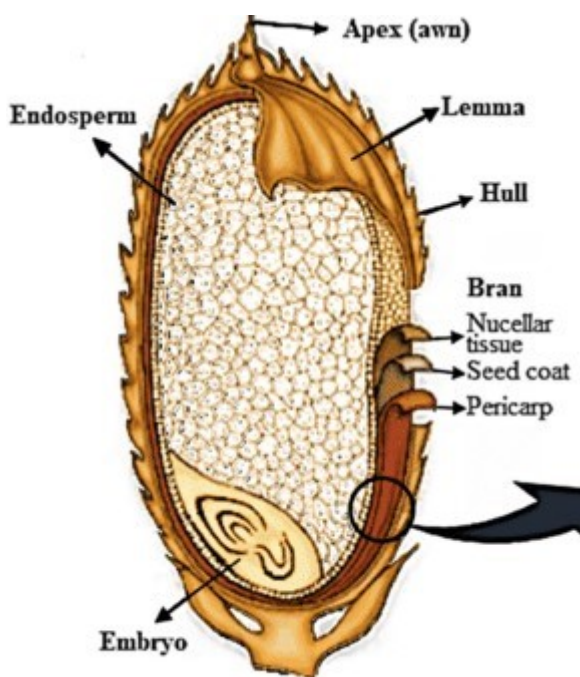
Alavuden Öljynpuristamo on toiminut Alavuden kaupungissa Etelä-Pohjanmaalla vuodesta 1997 asti. Puristettavaksi tulee Etelä-Pohjanmaan tiloilta lähinnä rypsiä, eli tuotanto on paikallista. Yrityksen tavoitteena on pitää tuotanto ympäristöystävällisenä ilman jätteiden syntymistä. Yritykselle työn tavoitteena on selvittää mahdollisuudet laajentaa kasviöljyjen puristamista pelkästä rypsistä myös muihin siemeniin, kuten tämän työn kohteena olevaan hampunsiemeniin.

## 2 Teoriaa

Tässä luvussa käsitellään teoriakatsaukseen valittujen viljelykasvien siementen yleistietoa ja koostumusta. Teoriaosuudessa käsiteltävät siemenet on valittu niiden samankaltaisen rakenteen ja käyttöominaisuuksien perusteella. Kaikkia tässä osiossa käsiteltäviä siemeniä kasvatetaan yleisesti Suomessa.

### 2.1 Siementen koostumus

Kaikkien tässä osiossa käsiteltävien siementen rakenne on pitkälti hyvin samanlainen, ja siihen kuuluu kuori (bran), ravintovarasto (endosperm) ja kehittyvä alkio (embryo) (kuva 1). Siemenessä oleva öljy sijaitsee enimmäkseen siemenvalkuaisessa eli sen ravintovarastossa ja kuoressa.



Kuva 1 Piirros öljysiemenen rakenteesta. [1, s. 6]

Eri kasvien siementen koko ja öljypitoisuus vaihtelee, mistä johtuen puristuslaitteistojen asetukset säädetään puristettavan siemenen mukaan. Tässä työssä hampunsiemeniä puristetaan samoilla asetuksilla kuin rypsiä, koska niiden siemenet ovat suurin piirtein samankokoisia.

### 2.1.1 Pellava

Pellava eli *Linum Usitatissimum* on pitkään viljelty kasvi maailmalla. Suomessa kasvia on viljelty jo 1500-luvulta asti, mutta suurimmillaan sen viljely on ollut 1700-luvulla ja se on ollut tärkeä vientituote Suomelle. Kotimaisiin lajikkeisiin kuuluu Helmi, Heljä ja kehityksessä oleva Bor-linja. [2.] Pellavansiemenen öljypitoisuus vaihtelee 35–45 % ja kuitupitoisuus on lähellä 40 %:a [3, s. 6–7].

Pellavaa viljellään kahteen eri tarkoitukseen siemenistä saatavan öljyn tai kasvasta saatavan kuidun takia. Pellavan kuitulajikkeiden varret ovat pidempiä ja siemensato vähäisempi kuin öljylajikkeilla. Pellavan kuidusta voidaan kutoa vaatteita, ja Suomessa se oli yleisimmillään 1700-luvulla. Pellavan syrjäytti suurimmilta osin puuvilla, joka oli halvempaa. [4, s. 1].

Pellavaöljyä käytetään myös puupintojen käsittelyyn ja öljypohjaisten maalien sideaineena. Kylmäpuristettua pellavaöljyä myydään kuluttajille noin 8–9 € litranhinnalla. [5.] Suomen vuosittainen käyttö öljypellavalle on noin 3 000 tonnia, josta kolmasosa tuodaan ulkomailta. Ulkomaanvientiin menee 30–60 tonnia öljypellavaa. Pääosa viennistä menee Viroon, Latviaan ja Ruotsiin. [4, s. 2.]

### 2.1.2 Kumina

Kumina eli *Carum Carvi* on Suomessa suuri vientituote. Lajikkeita on monia, mutta yleisimmät ovat nimeltään Sylvia ja Niederdeutscher. Kuminan viljely Suomessa alkoi vuonna 1990 ja on kasvanut niin suureksi, että Suomi tuottaa maailmanlaajuisesti yli neljäsosan kuminan viennistä. [6, s. 67.] Suomen pohjoiset viljelyolosuhteet vahvistavat kuminan aromeita verrattuna eteläisempiin maihin, minkä vuoksi Suomen kumina on haluttua tavaraa maailmalla. Kuminaa käytetään paljon esimerkiksi mausteena itämaisissä kulttuureissa. [7, s. 1–2.]

Kuminan siemenen öljypitoisuus vaihtelee 2,5–3,0 %. Öljy koostuu pääosin karvonista ja limoneenista. Kuminan öljyä käytetään esimerkiksi kosmetiikassa tuoksuna ja lääketeollisuudessa. Suomessa jo 1800-luvulla kuminan siementen

kerääminen oli tuottoisaa, ja vuonna 1872 vienti oli 450 tuhatta kiloa. [7.] Nyky-päivänä Suomen kuminan tuotanto on vuodessa noin 8–10 miljoonaa kiloa, josta noin 99 % menee vientiin [6].

### 2.1.3 Camelina

*Camelina Sativa* tunnetaan Suomessa eri nimillä kuten ruistankio ja kitupellava. Se on vanha viljelykasvi, joka on yleistynyt sen siementen hyvän öljykoostumuksen vuoksi. [8, s. 1].

Camelinan öljypitoisuus on tyypillisesti 38–43 % ja proteiinipitoisuus 27–32 % [9]. Camelinan öljypitoisuuden ja sen proteiinipitoisuuden puolesta se soveltuu hyvin öljykasviksi, sillä öljynpuristuksessa jäljelle jäänyttä siemenmassaa voidaan käyttää lisänä siipikarjan rehussa [8, s. 1]. Camelinan öljyä käytetään elintarvikkeissa, kuten margariinissa. Suomessa öljyä käytetään myös lentopolttoaineen valmistuksessa. [10, s. 2.]

### 2.1.4 Hamppu

Hamppu eli *Cannabis Sativa*, jota Suomessa viljellään, on Finola-nimistä hampulajiketta, joka rekisteröitiin Kuopiossa vuonna 1998 ja hyväksyttiin EU:n tukikasvien listalle vuonna 2003. Finola on jalostettu pääasiassa öljykasviksi toisin kuin suuri osa muista teollisista hampulajikkeista, joita viljellään ensisijaisesti kuidun vuoksi. Öljypitoisuus hampunsiemenissä on tutkimusten mukaan keskimäärin 35,5 %, proteiinipitoisuus 24,8 % ja hiilihydraattipitoisuus 27,6 %. [11, s. 2.]

Suomessa hampppua on aiemmin viljelty kuidun vuoksi, ja arvellaankin sen olleen yleinen kuitukasvi ennen pellavan tuontia Suomeen. Hampusta valmistettiin kestäviä köysiä ja kankaita. Öljyhampppua on alettu viljelemään Suomessa 2000-luvulla Finola-lajikkeen hyväksymisen myötä. Hampusta valmistetaan erilaisia elintarvikkeita, kuten öljyä ja proteiinijauheita. Siemeniä käytetään sellaisenaan tai kuorittuina esimerkiksi leivonnassa ja salaateissa. [12, s. 1].



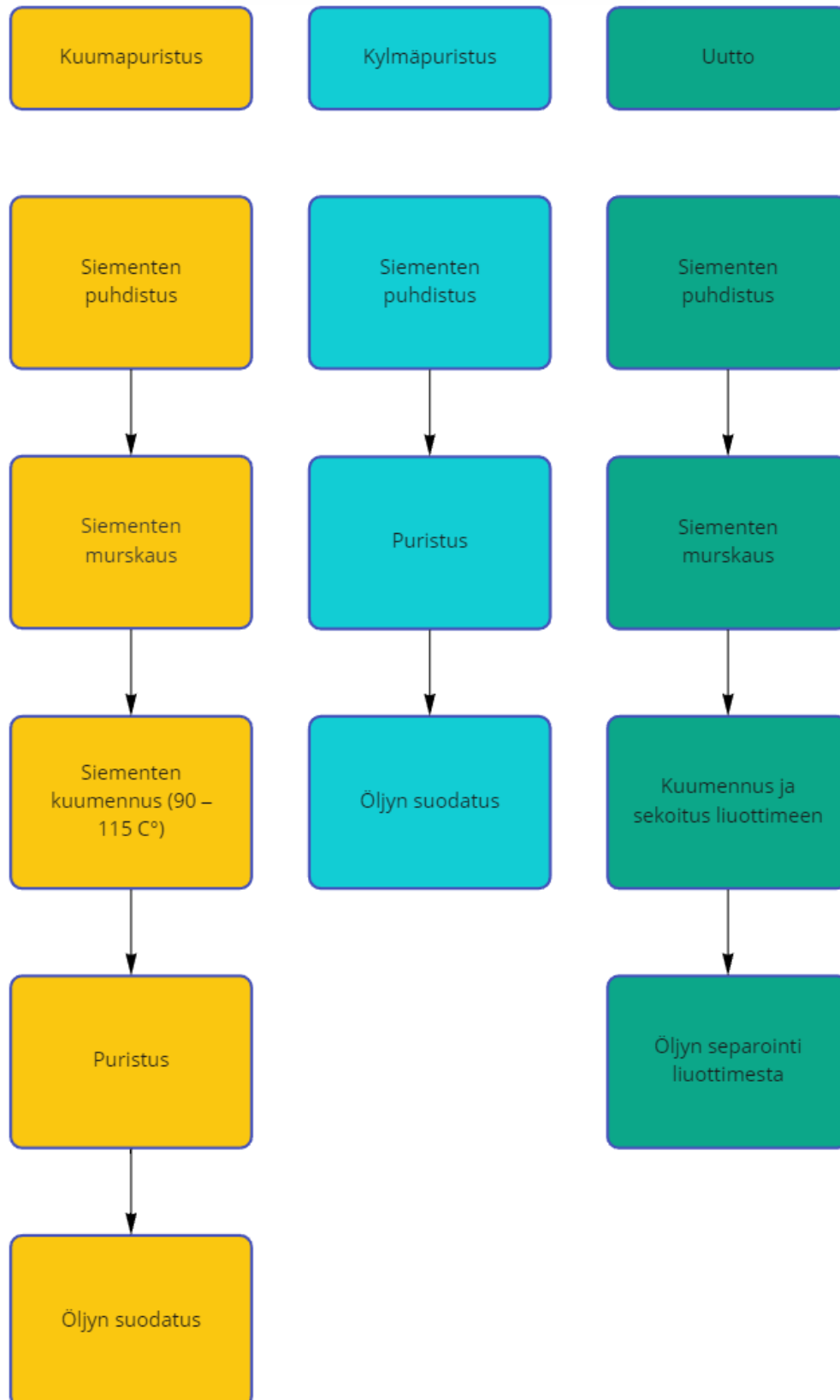
Öljynpuristuksessa sivutuotteena tulevaa hamppupuristetta käytetään rehulisänä esimerkiksi hevosilla. Lisäksi hamppupuristetta voi käyttää ravintolisänä myös lemmikkieläimillä. [13.] Hampunsiemenpuriste on hyvä rehulisä munintakanoille, sillä sen on huomattu vaikuttavan positiivisesti munien omegasavahappokoostumukseen. Puriste sisältää pötsissä sulamattomia proteiineja, minkä takia se sopii hyvin myös lehmien ja lampaiden ruokintaan. Lisäksi hampunsiemenpuristetta voi käyttää viljeltyjen kalojen ruokinnassa soijapuristeen sijaan. [11, s. 6].

## 2.2 Siementen erot

Tutkimuksen teoriaosuudessa läpikäytyt siemenet eroavat toisistaan monella tapaa, mutta olennaisimpia ovat siemenen öljypitoisuus ja koko. Esimerkiksi kuminan siemenen öljypitoisuus on niin pieni, että ilman uuttoa siitä ei saataisi kannattavasti tarpeeksi öljyä irti. Siementen koko vaikuttaa öljypuristimen asetukseen, kuten puristusvälien kokoon. Osa siemenistä, esimerkiksi hamppu, rypsi ja rapsi, ovat suurin piirtein samankokoisia, joten niitä voidaan puristaa samoilla asetuksilla ruuvipuristimella.

## 2.3 Puristusmenetelmiä

Öljynsaantimenetelmiä on erilaisia, ja niiden käyttö vaihtelee usein tuotannon koon ja käyttötarkoituksen mukaan. Menetelmät, jotka tässä työssä käydään läpi, ovat kylmäpuristus, kuumapuristus ja uutto. Näiden menetelmien prosessivaiheet on kuvattu alla olevassa kaaviossa (kuva 2). Kokeellisen osion testeihin käytetään kylmäpuristusta.



Kuva 2 Prosessikaavio kuumapuristuksesta, kylmäpuristuksesta ja uutosta. [14;15;16]

### 2.3.1 Kylmäpuristus

Kylmäpuristus on suosittua Suomessa, sillä siitä tulee tuotteena elintarvikelaatuista öljyä ilman useampia puhdistusvaiheita. Toisena tuotteena voidaan pitää myös siemenpuristetta, joka on sivutuote öljyä puristaessa. Siemenpuristeessa on vielä hyvä öljypitoisuus, ja se soveltuu hyvin esimerkiksi rehulisäksi maatiiloille. Kylmäpuristus ei välttämättä ole niin tehokas öljynsaantoon kuin muut menetelmät, mutta se on hyvä keino hyödyntää sivuvirrat tuotannosta ja pitää prosessi yksinkertaisena. Öljyn ravintoarvo pysyy myös parempana, kun öljy ei kuumene prosessissa [17].

Kylmäpuristuksessa siemenet säilytetään niille sopivassa kosteudessa, ja prosessi on yksinkertainen. Kuvassa 2 nähtävän vuokaavion mukaan siemenet puhdistetaan roskista ja vierasesineistä, minkä jälkeen voidaan aloittaa puristus. Puristuksessa ei hyödynnetä muuta kuin prosessista itsestään tulevaa lämpöä. Lämpö auttaa öljyn irtoamisessa siemenen rakenteesta. Puristuksen jälkeen öljy suodatetaan esimerkiksi levysuodattimella, jotta puristimen läpi tullut sakka ja muu siemenmateriaali saadaan erotettua öljystä. Suodatuksen jälkeen öljy pakataan ja toimitetaan jälleenmyyjälle tai suoraan kuluttajalle. Kylmäpuristusta suositetaan, kun siemenmäärät ovat pienempiä ja tuotanto paikallista, sillä se on yksinkertaisempaa kuin muut menetelmät. [18, s. 1.]

Ruuvipuristimen toiminta perustuu siemenen yhä pienempien puristusvälien läpi menemiseen. Puristusvälin pienentyessä kitka ja siemeniin kohdistuva paine irrottaa öljyn. [19.] Irronnut öljy ohjataan painovoiman avulla haluttuun astiaan/säiliöön ja siemenpuriste tulee kuvan 3 näköisenä ulos.



Kuva 3 Öljyn puristuksessa tuleva hamppusiemenpuriste.

### 2.3.2 Kuumapuristus

Kuumapuristuksessa siemenet murskataan ja paahdetaan/lämmitetään ennen puristamista. Tällä tavalla saadaan siemenissä oleva öljy juoksevammaksi ja se irtoaa siemenen rakenteesta tehokkaammin. [20.] Kuumapuristuksen huono puoli on lämmön vaikutus öljyn kemialliseen koostumukseen. Lämmitys voi muuttaa öljyn koostumusta paljonkin, ja tehdä siitä huonompilaatuista. Lämmitäminen aiheuttaa hapettumis-, hydrolyysi- ja polymerisoitumisreaktioita öljyssä. Hapettuminen tarkoittaa hapen reagoimista öljyn kanssa. Hapettumisen yhteydessä tapahtuu polymerisoitumista, jossa muodostuu kemiallisia sivutuotteita,

jotka voivat esimerkiksi aiheuttaa pahaa makua ruoassa. Hydrolyysi tapahtuu, kun öljy reagoi kosteuden kanssa ja rasvamolekyylit öljyssä hajoavat. Vapaat rasvahapot huonontavat öljyn laatua. Esimerkiksi paistamisessa öljy savuaa helpommin. [21].

Kuumapuristusprosessi alkaa samalla tavalla kuin kylmäpuristus, eli siemenet puhdistetaan ensin vierasesineistä ja roskista. Kuumapuristuksessa siemenet murskataan ja sen jälkeen kuumennetaan 90–100 C°:n lämpötilaan, mikä auttaa öljyä irtoamaan siemenen rakenteesta. Siemenmurska puristetaan ja öljy suodatetaan käyttövalmiiksi. [14].

### 2.3.3 Uutto

Uuttaminen on kemiallinen erotusmenetelmä, jossa siemenen öljy liuotetaan liuottimeen, minkä jälkeen se puhdistetaan käyttökelpoiseksi. Uuttamisella öljy-saanto saadaan lähelle sataa prosenttia tietyillä liuottimilla, mutta öljyn puhdistamiseen vaaditaan lisää prosessivaiheita ja ympäristövaikutukset ovat suuremmat kuin esimerkiksi kylmäpuristuksessa uutossa käytettyjen liuottimien vuoksi. [22, s. 4–6.] Uutettuja öljyjä käytetään lähinnä kosmetiikka- ja lääketeollisuudessa.

Uutto alkaa siementen puhdistamisella vierasesineistä ja roskista. Uuttamisessa siemenet murskataan ja sen jälkeen sekoitetaan liuottimeen ja kuumennetaan. Yleisimmin käytetty liuotin siemen öljyä varten on heksaani. Öljyn erottuessa liuos erotetaan siemenmassasta ja lopuksi öljy separoidaan liuottimesta.

### 3 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, voiko Alavuden Öljynpuristamon ruuvipuristimella puristaa hampunsiementä samoilla asetuksilla, kuin rypsiä. Rypsiä puristetaan 75 %:n teholla. Kokeessa tutkitaan puristimen tehon vaikutusta puristeseen jääneen öljyn määrään ja tätä kautta selvitetään teho, jolla puristeseen jäävä öljyn määrä on mahdollisimman pieni. Puristeelle teetetään myös rehu- ja kivennäisanalyysi puristeen rehuksi soveltuvuuden määrittämiseksi. Lisäksi lasketaan koko kokeessa mukana olevan siemenerän kokonaisöljynsaanto ja keskimääräinen läpimenonopeus. Läpimenoa seurataan punnitsemalla puristeen määrä jokaisella teholla, jotta huomataan, jos hampunsiemenmassa jää puristimeen pyörimään suurimmilla tehoilla. Lisäksi seurataan öljyn lämpötilaa puristuksen aikana. Puristustestit tehtiin kylmäpuristuksena ruuvipuristimella öljynpuristamon tiloissa. Tutkimuksen hypoteesina on, että optimaalisin puristimen teho on 75 %, sillä tämä on myös laitteen valmistajan suositus hampunsiementen puristukselle.

## 4 Materiaalit ja menetelmät

Tutkimuksessa käytetty hampunsiemenerä oli painoltaan 600 kg, ja saatu paikalliselta viljelijältä. Puhdistuksen jälkeen siemeniä jäi 590 kg. Ennen kokeen aloittamista siemenistä teetettiin Seinäjoen elintarvike- ja ympäristölaboratoriossa SeiLabissa laboratoriotutkimukset, joista nähdään, että tämän erän siementen kosteuspitoisuus oli 8,34 %, lehtivihreää oli 186,85 mg/kg ja öljyä 32,18 %. Menetelmänä lehtivihreän ja kosteuden määrittämiselle on käytetty Ruokaviraston akkreditoitua NMKL 14:2012 muunneltua menetelmää, jonka epävarmuus on  $\pm 4$  %. Öljypitoisuuden määrittämiseen on käytetty muunneltua NMKL 160:1998 Foss-analyysia, jonka epävarmuus on  $\pm 12$  %.

Puristus tehtiin kylmäpuristuksena ruuvipuristimella. Työssä säädettiin puristimen tehoa tunnin välein muuttamalla sitä viidellä prosentilla, aloittaen 75 %:sta, sillä tämä on laitevalmistajan suosittelema teho öljynpuristukselle. Ensimmäiset kolme tuntia puristin kävi 75 %:n teholla, sillä puristimella kestää noin kaksi tuntia lämmetä. Tämän jälkeen tehoa muutettiin tunnin välein seuraavanlaisesti: 70 % -> 80 % -> 85 % -> 90 % -> 100 % -> 95 %. Puristimen tehoa säädetään muuttamalla sen ajonopeutta. Ajonopeus viittaa puristimessa pyörivän ruuvin pyörimisnopeuteen, joka on täydellä teholla 16 kierrosta minuutissa. Ennen jokaista tehon muutosta puristamisesta syntyneen puristeen määrä punnittiin, jotta saatiin tietää sen määrä (g/min) kyseisellä teholla. Punnitus tehtiin laskeamalla puristetta ämpäriin minuutin ajan, minkä jälkeen ämpäri punnittiin. Jokaisen punnituksen yhteydessä puristeesta otettiin näyte laboratorioon lähetettäväksi. Eri tehojen puristenäytteistä valittiin kolme, jotka lähetettiin SeiLabiin raakasvan määritystä varten. Puristuksen lopuksi kokonaispuristeesta otettiin näyte, joka lähetettiin Eurofins-laboratorioon rehu- ja kivennäisaineanalyysiin.

Puristuksen aikana seurattiin myös kolmannesta alkavasta tunnista eteenpäin öljyn lämpötilaa. Lisäksi puristeen lämpötilaa seurattiin turvallisuuden takia. Puristuksen jälkeen katsottiin kokonaispuristusaika sekä kokonaisöljyn määrä,

josta määritettiin puristusnopeus ja öljynsaantoprosentti. Näitä verrattiin Alavuden Öljynpuristamon rypsiä saatuihin arvoihin. Tutkimuksessa syntynyttä öljyä ei suodatettu erän pienestä koosta johtuen.

Ennen varsinaista testiajota kokeiltiin puristusta pienoispuristimella. Testiajon tarkoituksena oli selvittää, mitä voidaan odottaa hampun siemeniä puristaessa, miten hamppu eroaa rypsin puristamisesta ja miltä hampupuriste ja -öljy näyttävät.

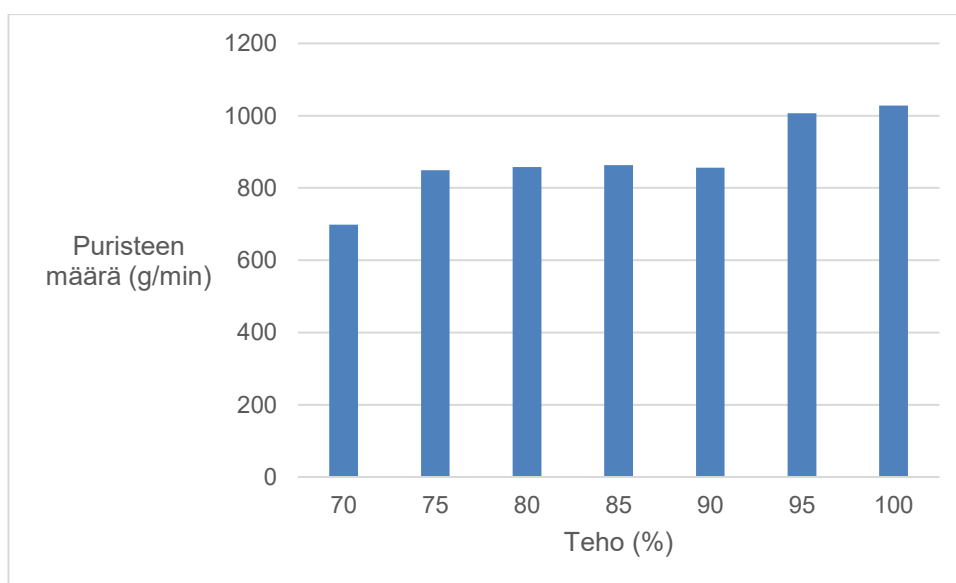
Testierää varten siemeniä ei puhdistettu laitteistolla. 500 grammaa siementä katsottiin läpi silmämääräisesti, ettei joukossa ole vierasesineitä tai suurempia roskia. Pienoispuristimella puristettiin 500 g hampunsiementä, josta tuli 350,93 g siemenpuristetta, 137,03 g öljyä ja hävikkiä 12,04 g. Pienellä testipuristuksella saatiin selville, että hampunsiemen menee hyvin ruuvipuristimesta läpi.



## 5 Tulokset

### 5.1 Puristeen määrä eri tehoilla

Tutkimuksessa todettiin, että puristeen määrä (g/min) nousi tasaisesti tehon noustessa (kuva 4). Poikkeuksena oli 90 % teho, jolla puristetta tuli vähemmän kuin 85 %:n teholla. Tarkat arvot (g/min) liitteessä 1. Kokonaisuudessaan ajon aikana puristetta syntyi 410 kg.



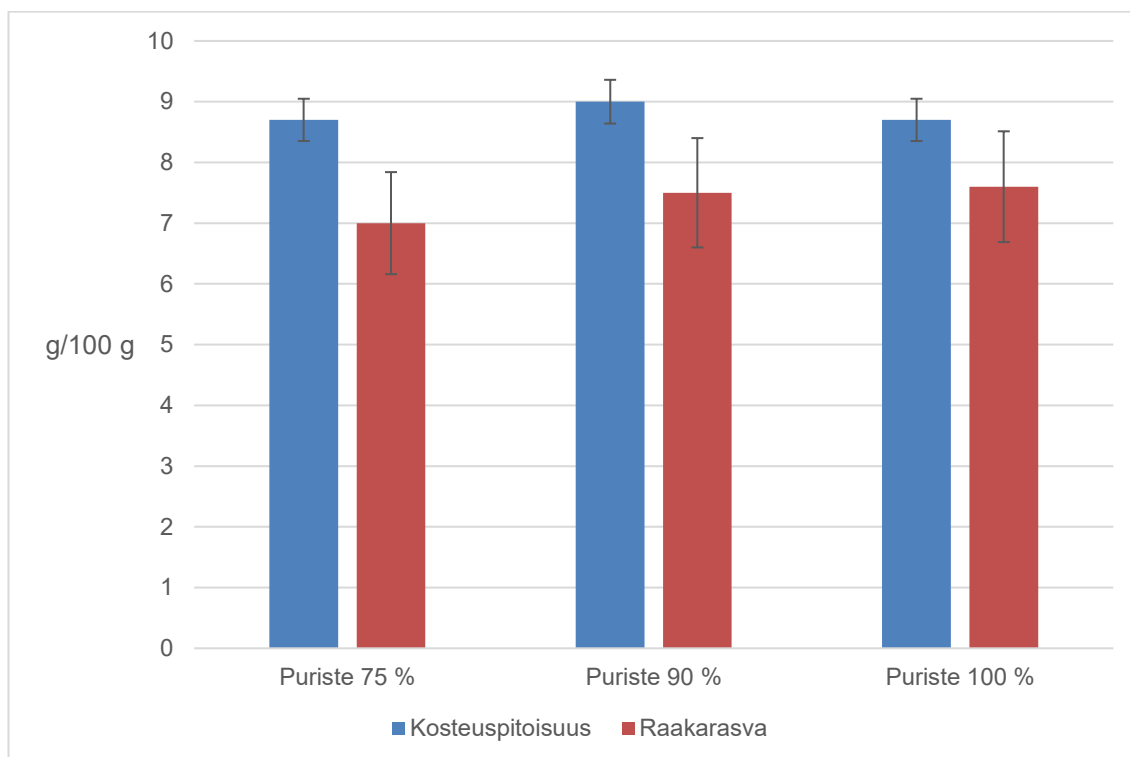
Kuva 4 Puristeen määrä eri tehoilla.

70 %:n teholla puristetta syntyi 698 g/min. 75 %:n, 80 %:n ja 85 %:n tehoilla puristeen määrä nousi tasaisesti muutamalla grammalla ollen 849 g/min, 858 g/min ja 863 g/min. 90 %:n teholla puristeen määrä laski hieman ollen 856 g/min. 95 %:n tehoilla puristetta syntyi 1007 g/min ja 100 %:n tehoilla 1028 g/min.

### 5.2 Laboratoriotutkimukset puristeesta

Puristenäytteitä lähetettiin SeiLabille, missä myös alkuperäiset kosteus- ja lehti-vihreäanalyysit oli teetetty. Analysoitavaksi lähetetyt näytteet olivat hampuppupuristetta, kun puristinta ajettiin 75 %:n, 90 %:n ja 100 %:n nopeudella (kuva 5).

Hamppupuristeesta analysoitiin kosteuspitoisuus, kuiva-ainepitoisuus ja raakarasva samoilla menetelmillä kuin aikaisemmin mainittu.



Kuva 5 Kuvassa havainnollistettu laboratorioanalyysitulokset siemenpuristeesta.

75 %:n teholla hamppupuristeeseen jäi vähemmän rasvaa kuin 90 %:n ja 100 %:n teholla. Raakarasvaa jäi 75 %:n puristeeseen 7,0 g/100 g, 90 %:n puristeeseen 7,5 g/100 g ja 100 %:n puristeeseen 7,6 g/100 g. Kuvan 5 virhemarginaalit perustuvat analyysimenetelmien tarkkuuteen.

Puristuksen jälkeen kokonaispuristeesta lähetettiin näyte Eurofins-laboratorioon rehu- ja kivennäisanalyysiä varten (taulukko 1).

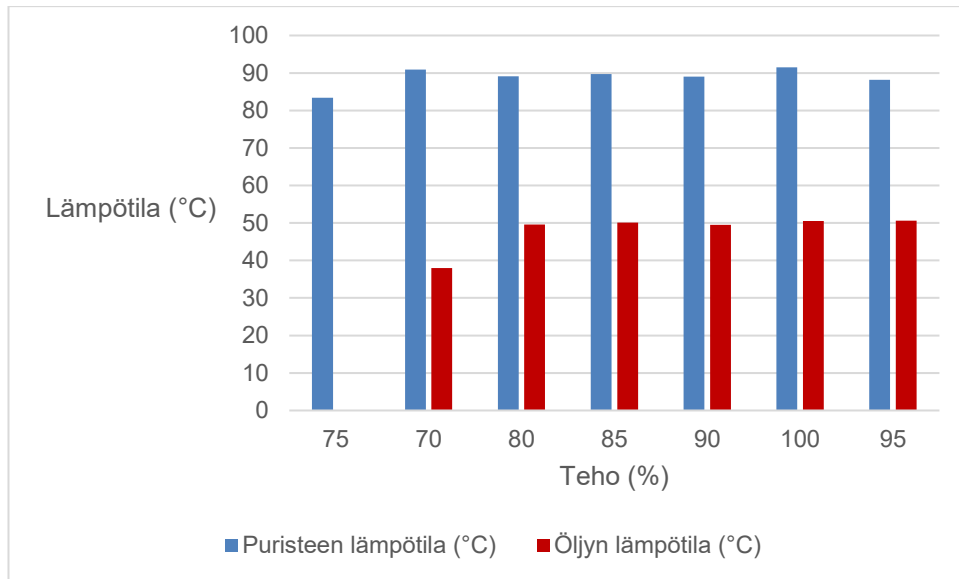
Taulukko 1 Puristeanalyysitulokset.

Analyysin nimi ja menetelmä	Tulos
Kosteus ISO 6496:1999 mod.	8,2 %
Kuiva-aine ISO 6496:1999 mod.	91,8 %

Raakavalkuainen SFS-EN ISO 5983-2:2009	352 g/kg
Raakarasva EU DIR 71/393; EU DIR 98/64	81 g/kg
Raakakuitu ISO 5498:1981	377 g/kg
Tuhka ISO 5984:2002	80 g/kg
Typettömät uuteaineet	110 g/kg
Fosfori SFS-EN 15510:2017	15 g/kg
Kalium (K) SFS-EN 15510:2017	12 g/kg
Kalsium (Ca) SFS-EN 15510:2017	2,4 g/kg
Magnesium (Mg) SFS-EN 15510:2017	6,6 g/kg
Natrium (Na) SFS-EN 15510:2017	0,38 g/kg
Rauta (Fe) SFS-EN 15510:2017	160 mg/kg
Kupari (Cu) SFS-EN 15510:2017	15 mg/kg
Mangaani (Mn) SFS-EN 15510:2017	150 mg/kg
Sinkki (Zn) SFS-EN 15510:2017	110 mg/kg
Kysteiini + kystiini EU 152/2009 (A)	0,478 g/100 g
Lysiini EU 152/2009 (A)	1,21 g/100 g
Metioniini EU 152/2009 (A)	0,619 g/100 g
Treoniini EU 152/2009 (A)	0,971 g/100 g

### 5.3 Puristeen ja öljyn lämpötilat puristuksen aikana

Puristuksen aikana puristeen lämpötila pysyi suhteellisen tasaisena vaihdellen 83,4 °C:sta 91,5 °C:seen. Öljyn lämpötila oli 70 %:n teholla 38,0 °C ja 80–100 % tehoilla pysyi tasaisesti 49,5–50,6 °C:ssa välillä (kuva 6). Tarkat arvot lämpötiloista eri mittauspisteissä löytyy liitteestä 1.



Kuva 6 Puristeen ja öljyn lämpötilat puristuksen eri vaiheissa.

Vertailuun on otettu mukaan puristeen lämpötila vasta kolmannesta tunnista lähtien, sillä puristimen lämpenemisen aikana otetut tulokset eivät ole vertailukelpoisia. Öljyn lämpötilaa seurattiin neljännestä tunnista alkaen.

#### 5.4 Öljynsaanto ja läpimenonopeus

590 kg:sta siemeniä saatiin yhteensä 157 kg öljyä. Tällöin öljynsaanto on  $\frac{157 \text{ kg}}{590 \text{ kg}} = 0,2661017 \dots \approx 26,61 \%$ . Saatua tulosta vastaa pienoispuristimella kokeiltua erää, jossa öljynsaanto oli  $\frac{137,03 \text{ g}}{500 \text{ g}} = 0,27406 \approx 27,41 \%$ .

Puristus kesti kokonaisuudessaan noin 8 tuntia ja 35 minuuttia (aloitus kello 8:55 aamulla ja lopetus noin kello 17:30). Ajon kestosta ja siemenmäärästä voidaan laskea keskimääräinen siemenen puristusnopeus kg/h, joka oli  $\frac{590 \text{ kg}}{8,5 \text{ h}} = 69,412 \dots \frac{\text{kg}}{\text{h}} \approx 69,4 \text{ kg/h}$ .

## 6 Tulosten tarkastelu

Tässä työssä tutkittiin puristimen tehon vaikutusta puristeeseen jääneen öljyn määrään. Tätä kautta saatiin selvitettyä teho, jolla puristeeseen jäävä öljyn määrä on mahdollisimman pieni. Lisäksi tutkittiin koko kokeessa mukana olevan siemenerän kokonaisöljynsaanto ja keskimääräinen läpimenonopeus. Puristuksen aikana seurattiin myös öljyn ja puristeen lämpötiloja.

Tutkimuksessa puristeen määrä (g/min) kasvoi tehoja nostaessa, poikkeuksena 90 %:n teho, jolloin puristeen määrä laski 85 %:n tehoon verrattuna. Tämä voi johtua mittausvirheestä tai esimerkiksi siitä, että puristimeen sisälle on mittaushetkellä jäänyt normaalia enemmän puristetta pyörimään. 75 %:n, 90 %:n ja 100 %:n tehoilla syntyneestä puristeesta otetut näytteet lähetettiin laboratorioon, jossa kävi ilmi, että 75 %:n puristeeseen oli jäänyt vähiten rasvaa. Analyysitulosten virhemarginaalit ovat kuitenkin aika isot, joten tehon vaikutusta öljynsaantoon ei voida täysin varmasti pelkästään tämän testin perusteella määrittää. Tutkimuksen alussa tarkoituksena oli, että koostumusmittaukset tehtäisiin kaikkien tehojen näytteistä, mutta yrityksen puolelta tätä ei nähty tarpeelliseksi. Tässä tutkimuksessa saadut tulokset kertovat kuitenkin sen, että puristus 75 %:n teholla on tehokkaampaa kuin 90 %:n tai 100 %:n tehoilla. Jatkossa olisi kuitenkin mielenkiintoista tutkia puristeen koostumus muilla tehoilla, jotta saataisiin selville, toimiiko hampun puristus vielä paremmin jollain muulla teholla kuin 75 %:lla.

Tutkimuksen hampupuriste vaikuttaisi pitkälti vastaavan tyypillisen rehuksi käytetyn hampupuristeen koostumusta (taulukko 2). Suurimmat erot puristeiden välillä ovat natrium (Na) ja rauta (Fe), joita on molempia tutkimuksen hampupuristeessa huomattavasti enemmän. Tämä voi johtua esimerkiksi maaperästä, jossa hamppu on kasvatettu.

Taulukko 2 Tyypillisen rehuksi käytetyn hamppupuristeen sekä tutkimuksen hamppupuristeen koostumus ja kivennäisaineet. [23]

<b>Analyysin nimi</b>	<b>Tyypillinen hamppupuristeen koostumus</b>	<b>Tutkimuksen hamppupuristeen koostumus</b>
Öljy	11,1 %	8,1 %
Kosteus	5,6 %	8,2 %
Tuhka	7,2 %	8,0 %
Kuitu	42,6 %	37,7 %
Fosfori (P)	12,5 g/kg	15 g/kg
Kalium (K)	11,2 g/kg	12 g/kg
Magnesium (Mg)	5,6 g/kg	6,6 g/kg
Kalsium (Ca)	1,9 g/kg	2,4 g/kg
Rauta (Fe)	65 mg/kg	160 mg/kg
Natrium (Na)	0,04 g/kg	0,38 g/kg
Mangaani (Mn)	140 mg/kg	150 mg/kg
Sinkki (Zn)	110 mg/kg	110 mg/kg
Kupari (Cu)	27 mg/kg	15 mg/kg

Luonnonvarakeskuksen mukaan raudan suositus naudoille iästä riippumatta on 100 mg päivässä [24]. Tämä tulisi mahdollisesti ottaa huomioon käytettäessä hamppupuristetta rehulisänä naudoilla. Hevosilla taas raudan saannin suositus on 500 mg:sta ylöspäin, joten hamppupuriste voisi paremmin soveltua hevosten rehulisäksi [25]. Siipikarjalla hamppupuristeen käytöstä rehulisänä on saatu hyviä tuloksia [11, s. 6]. Euroopan elintarviketurvallisuusviraston (EFSA) suositukset hamppupuristeen prosenttiosuudesta kokonaisruokamäärästä tuotantoeläimillä on 3 % broilereilla, 5–7 % munintakanoilla, 2–5 % sioilla ja 5 % märehtijöillä [26, s. 9].

Öljyn lämpötilasta huomattiin, että se pysyi hyvin tasaisena melkein koko puristuksen ajan, eikä lähtenyt nousemaan edes kovimmilla tehoilla. Koska öljyn lämpötilan nousu voi heikentää sen laatua, on hyvä, että se pysyi korkeilla tehoillakin tasaisena. Rypsiä puristaessa öljyn lämpötila pysyy alle 40 °C:een [27], kun taas hampuuöljyn lämpötila oli keskimäärin 48,05 °C:ta. Puristeen lämpötila nousi, kun teho laskettiin 75 %:sta 70 %:iin. Tässä vaiheessa puriste alkoi myös höyrytä, joten yhdessä laitoksen johtajan kanssa tehtiin päätös, että turvallisuussyiden takia tehoa ei lasketa kokeen aikana enää alemmaksi. Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että alemmilla tehoilla paine puristimen sisällä on korkeampi [28, s. 107]. Tämän jälkeen, vaikka tehoa nostettiin, pysyi puristeen lämpötila suurin piirtein samana koko loppupuristuksen ajan. Oletuksena oli, että puristeen lämpötila laskisi tehojen noustessa, sillä mitä suurempi teho on, sitä nopeammin puriste poistuu puristimesta. Näin ei kuitenkaan jostain syystä käynyt ja syytä siihen ei tämän tutkimuksen puitteissa saatu selville.

Teoriassa 590 kg siementä tarkoittaisi noin 190 kg öljyä, mutta käytännössä siemenistä ei saada kaikkea irti. Öljynsaanto oli 26,61 %, kun siemenien öljypitoisuus oli 32,18 %. Morar ym. 2010 tehdyssä tutkimuksessa käytettiin hampunsiemeniä, joiden öljypitoisuus oli 30,89–33,25 %, ja öljynsaanto näistä oli 23,89–27,69 % [29, s. 286]. Tämä viittaa siihen, että kokeessa saatu öljynsaantoprosentti on oikein hyvä. Kokeen aikana puristetta tuli 410 kg ja öljyä 157 kg, mikä tarkoittaa, että hävikkiä tuli noin 23 kg. Tähän vaikuttaa puristeesta otetut näytteet (noin 6 kg), laitteistoon jäänyt sakka ja syöttösiilon pohjalle jääneet siemenet. Tutkimuksessa hampunsiementen puristusnopeus 69,4 kg/h on lähes sama kuin laitteen valmistajan antama viitearvo hampunsiementen läpimenoille 70 kg/h. Siemenmateriaalin läpimeno nopeus oli siis hyvä.

## 7 Johtopäätökset

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, voiko Alavuden Öljynpuristamon ruuvipuristimella puristaa hamppuöljyä samoilla puristimen asetuksilla kuin rypsiöljyä. Tutkimuksessa käytettiin Alavuden Öljynpuristamon tiloja ja laitteistoa. Siemenmateriaali saatiin paikalliselta tilalta. Puristuksen tehokkuutta tutkittiin seuraamalla siemenpuristeeseen jääneen rasvan määrää puristimen eri tehoilla.

Tutkimuksessa todettiin, että Alavuden Öljynpuristamon ruuvipuristimella voi puristaa hampunsiementä samoilla säädöillä kuin rypsiä. Nopeammin pyörivä puristimen ruuvi jättää enemmän rasvaa puristeeseen, mikä tarkoittaa, että öljynsaanto on pienempää. Kuitenkin liian hitaalla pyörivä puristin kuumentaa siemenmassaa liikaa.

Selvittämättä jäi, vaikuttaako puristimen eri tehot saatavan öljyn laatuun. Puristusprosessin tulisi tehokkuuden lisäksi tuottaa korkealaatuista ja ravintoarvoiltaan hyvänlaatuista hamppuöljyä. Jatkotutkimuksilla voitaisiin selvittää puristimen tehon vaikutusta öljyn laatuun.

Tutkimuksen ansiosta Alavuden Öljynpuristamolla on nyt kirjallista näyttöä siitä, että yrityksen laitteisto soveltuu hamppuöljyn tehokkaaseen puristamiseen.



## Lähteet

- 1 Valladares-Diestra, Kim; Vandenberghe, Luciana & Soccol, Carlos. 2020. Oilseed enzymatic pretreatment for efficient oil recovery in biodiesel production industry: a review. *BioEnergy Research* 13(4), s. 1-15.
- 2 Kaisa Mensonen, Hyvinvointia pellavasta, kirjallisuuskatsaus 2009, Elintarviketeollisuusliitto ry Mensonen, Kaisa. 2009. Kirjallisuusselvitys öljypellavan ravitsemuksellisista ominaisuuksista. Elintarviketeollisuusliitto Ry. Hyvinvointia Pellavasta.
- 3 Shim, Youn; Gui, Bo; Arnison, Paul; Wang, Yon; Reaney, Martin. 2014. Flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) bioactive compounds and peptide nomenclature: a review. *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 38, s. 5–20.
- 4 Kasi, Marjo. 2018. Öljypellavan pitkät perinteet. *FutureCrops – Uusia Kasvilajeja tuotantoon*. Luonnonvarakeskus.
- 5 Pellavaöljy. Verkkoaineisto. Suomen Luonnonmaalit. <<https://suomenluonnonmaalit.fi/tuote/maaliartesaanit-pellavaoljy/>>. Luettu 15.11.2022.
- 6 Keskitalo, Marjo (toim.); Hannukkala, Asko; Huusela-Veistola, Erja; Högnäsbacka, Merja; Jauhiainen, Lauri; Kangas, Arjo; Karhula, Timo; Känkänen, Hannu; Laine, Antti; Niskanen, Markku; Pietikäinen, Noora; Ruuttunen, Pentti; Esala, Jussi; Harmanen, Heikki & Peltonen, Sari. 2014. Kumina tuotantokasvina. *MTT Raportti*. Juvenes Print Oy.
- 7 Kasi, Marjo. 2018. Kuminaa voidaan hyödyntää monipuolisesti. *FutureCrops – Uusia kasvilajeja tuotantoon*. Luonnonvarakeskus.
- 8 Valaja, Jarmo; Valkonen, Eija; Venäläinen, Eija; Tuomo, Tupasela; Hiidenhovi, Jaakko. 2008. Camelinapuriste siipikarjan ruokinnassa. *Suomen Maataloustieteellisen seuran tiedote*. Vol. 23, s. 1–6.
- 9 The biology of *Camelina Sativa* (L.) Crantz (*Camelina*). Canadian Food Inspection Agency. Verkkoaineisto. <<https://inspection.canada.ca/plant-varieties/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/camelina-sativa-l/-/eng/1330971423348/1330971509470>>. Päivitetty 24.5.2017. Luettu 20.11.2022.
- 10 Kasi, Marjo. 2018. Camelinan terveysvaikutukset lisäävät sen kysyntää. *FutureCrops – Uusia kasvilajeja tuotantoon*. Luonnonvarakeskus.
- 11 Callaway, Jace. 2004. Hempseed as a nutritional resource: An overview. Department of Pharmaceutical Chemistry, University of Kuopio.
- 12 Kasi, Marjo. 2018. Öljyhampun käyttömahdollisuudet ovat moninaiset. *FutureCrops – Uusia kasvilajeja tuotantoon*. Luonnonvarakeskus.

- 13 Hyödynnä öljyhamppua rehuissa. Verkkoaineisto. Foodfarm Oy. <<https://www.foodfarm.fi/tuotteet/rehut/>>. Luettu 11.12.2022.
- 14 Rani, Heena; Sharma, Sanjula & Bala, Manju. 2021. Technologies for extraction of oil from oilseeds and other plant sources in retrospect and prospects: A review. Journal of Food Process Engineering 44(2).
- 15 Kylmäpuristus on hellävarainen menetelmä – näin se tehdään meillä. Verkkoaineisto. Alavuden Öljynpuristamo Oy. <<https://alavudenoljynpuristamo.fi/kylmapuristus-on-hellavarainen-menetelma-nain-se-tehdaan-meilla/>>. Luettu 13.12.2022.
- 16 WP1 – One-level Hot Pressing. Verkkoaineisto. Farnet a.s. <<https://www.farnet.cz/en/wp1-one-level-hot-pressing>>. Luettu 13.12.2022.
- 17 Baig, Ayesha; Zubair, Muhammad; Sumrra, Sajjad; Nazar, Muhammad; Zafar, Muhammad; Jabeen, Kausar; Hassan, Muhammad & Rashid, Umer. 2022. Heating effect on quality characteristics of mixed canola cooking oils. BMC Chemistry 16.
- 18 Ferchau, Erik. 2000. Equipment for decentralised cold pressing of oil seeds. Folkecenter for renewable energy.
- 19 What is Expeller-Pressed Oil? Verkkoaineisto. Latourangelle. <<https://latourangelle.com/blogs/general/what-is-expeller-pressed-oil>>. Luettu 15.12.2022.
- 20 Ero kylmäpuristetun öljyn ja kuumapuristetun öljyn välillä. Verkkoaineisto. Zhengzhou Runxiang Koneet Co, Ltd. <<http://fi.rxpacking-machine.com/news/the-difference-between-cold-pressed-oil-and-hot-37181512.html>>. Luettu 15.12.2022.
- 21 Keskeisiä öljyn hajoamiseen vaikuttavia tekijöitä. Verkkoaineisto. <<https://bungepro.com/fi/fi/keskeisia-oljyn-hajoamiseen-vaikuttavia-tekijoi/>>. Luettu 16.12.2022.
- 22 Lavenburg, Valerie; Rosentrater, Kurt & Jung, Stephanie. 2021. Extraction methods of oils and phytochemicals from seeds and their environmental and economic impacts. Processes 2021.
- 23 Tutkimustulostietokannat, rehutaulukot, kivennäiset ja hivenaineet, 02024 hamppupuriste kylmäpuristettu. Luonnonvarakeskus.
- 24 Märehtijöiden kivennäis-, hivenaine- ja vitamiinisuositukset. Verkkoaineisto. Luonnonvarakeskus. <<https://maatalousinfo.luke.fi/fi/cms/rehu/marehtijat/marehtijoiden-ruokintasuositukset/kivennais-ja-vitamiinisuositukset>>. Luettu 7.1.2023.

- 25 Hevosten ruokintasuositukset. Verkkoaineisto. Luonnonvarakeskus. <<https://maatalousinfo.luke.fi/fi/cms/rehu/hevoset/hevosten-ruokintasuositukset/>>. Luettu 7.1.2023.
- 26 Scientific opinion on the safety of hemp (*Cannabis* genus) for use as animal feed. 2011 9(3). European Food Safety Authority.
- 27 Yli-Kuha, Hanna. 2022. Toimitusjohtaja, Alavuden Öljynpuristamo Oy, Alavus. Sähköposti 5.12.2022.
- 28 Bogaert, Laurine; Mathieu, Hebert; Mhemdi, Houcine & Vorobiev, Eugène. 2018. Characterization of oilseeds mechanical expression in an instrumented pilot screw press. *Industrial crops and products*. Vol. 121 s. 106–113.
- 29 Morar, Maria; Dragan, Katalin; Bele, Constantin & Matea, Cristian-Tudor. 2010. Researches regarding the processing of the hemp seed by cold pressing. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Agriculture* 67(2).

**Liite 1 Puristuksen aikana seurattavat arvot**

Taulukko puristuksen aikana otetuista arvoista

<b>Aika (h)</b>	<b>Teho (%)</b>	<b>Puristeen lämpötila (°C)</b>	<b>Öljyn lämpötila (°C)</b>	<b>Puriste saanto (g/min)</b>
0	75	78,7	-	709
1	75	87,0	-	828
2	75	83,4	-	849
3	70	90,9	38,0	698
4	80	89,1	49,6	858
5	85	89,7	50,1	863
6	90	89,0	49,5	856
7	100	91,5	50,5	1028
8	95	88,2	50,6	1007