

Markus Ahokas

Öljyhampunsiemenen kuorintaprosessi

Prosessin kehittämismahdollisuudet

Opinnäytetyö

Syksy 2012

Tekniikan yksikkö

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Markus Ahokas

Työn nimi: Öljyhampunsiemenen kuorintaprosessi – prosessin kehittämismahdollisuudet

Ohjaaja: Jarmo Alarinta

Vuosi: 2012 Sivumäärä: 40 Liitteiden lukumäärä: -

Työn tarkoituksena oli selvittää mahdollisuuksia öljyhampunsiemenen kuorintaprosessin tehostamiseen yrityksessä.

Teoriaosaan on koottu tietoa hampusta (*Cannabis sativa*), erityisesti suomalaisesta Finola-öljylajikkeesta ja hampunsiemenen käytöstä. Lisäksi on esitelty hampunsiemenen kuorintaan ja kuorenerotukseen soveltuvia prosesseja ja arvioitu niiden tehokkuutta kirjallisuustiedon valossa.

Tutkimusosassa on määritetty hampunsiemenen hajoamiseen liittyvä voimaprofiili rakennemittausanalysointilaitteella, vertailtu valssikuorijan kuorimistulosta kovilla teloilta ja kumipinnoitteisella telalla, sekä kokeiltu erotteluseulan toimivuutta siemenen kuorenerotuksessa. Siementen kokoluokituksen tarvetta on arvioitu kokeiden ja kirjallisuustiedon perusteella.

Tulosten mukaan kumipintaisen telan käyttö valssikuorijassa parantaa kuorintatulosta vähentämällä kuorittavien siementen liiallista jauhautumista. Siementen kokoluokitus ennen kuorintaa parantaa mahdollisuutta optimoida kuorintakoneen säädöt tehokkaan kuorimistuloksen aikaansaamiseksi, sekä mahdollistaa kuoriutumattomien siementen tehokkaan erotuksen seulonnalla kuorenerotuksen jälkeen.

Avainsanat: hamppu, cannabis sativa, kuorinta

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Biotechnology and Food Processing

Author/s: Markus Ahokas

Title of thesis: Dehulling processes for oil variety hemp seed

Supervisor(s): Jarmo Alarinta

Year: 2012 Number of pages: 40 Number of appendices: -

The thesis considers the process of dehulling and decortication of hemp seed (*Cannabis Sativa*). Chapter 3 holds information on oil hemp varieties, especially a Finnish cultivar Finola. Chapters 4 and 5 consider different possible processes for hemp seed dehulling and decortication and chapter 6 gathers information received from tests made.

The force needed to crack the hull was determined with Stable Micro Systems TA-XT2 Texture Analyser. Another test was made to find out if using rubber padding on one roll of roller huller would improve the efficiency of dehulling. According to the test it will decrease the breakage of seed kernels and thus improve the process outcome. Sorting the seed by size before processing was found to be important for the best dehulling result to be reached.

Keywords: hemp, cannabis sativa, dehulling

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
1 JOHDANTO	5
2 TAVOITE JA MENETELMÄ.....	7
2.1 Tavoite.....	7
2.2 Käytetyt menetelmät.....	7
3 ÖLJYHAMPPU.....	10
3.1 Finola.....	11
3.2 Ravitseemus.....	12
3.3 Siemenen rakenne.....	13
3.4 Tuotteet.....	15
4 KUORINTAMENETELMÄT	17
4.1 Impaktikuorija.....	18
4.2 Vasaramylly	20
4.3 Valssikuorija.....	20
5 KUORENEROTUSMENETELMÄT	21
5.1 Sykloni	21
5.2 Upotus-kellutus	22
5.3 Erottelupöytä.....	22
5.4 Ilmaluokitus.....	23
5.5 Elektrostaattinen erotus	23
6 TESTIT JA TULOKSET	25
6.1 Rakennemittaus.....	25
6.2 Valssikuorinta.....	29
6.3 Jäädytys.....	35
7 YHTEENVETO JA POHDINTA.....	36
7.1 Nykyisen prosessin kehittäminen.....	36
7.2 Ehdotuksia aiheiksi jatkotutkimuksiin	37
LÄHTEET	39

1 JOHDANTO

Henkilökohtaisesti kiinnostuin hampusta elintarvikkeena joitakin vuosia sitten miettiessäni lihan jättämistä ruokavalion ulkopuolelle. Perehtyessäni asiaan, totesin lihan olevan korvattavissa kasvikunnan tuotteilla, mutta vaativan jonkin verran tietämystä ravitsemuksesta ja viitseliäisyyttä. Ravitsemusarvoiltaan lihaan verrattavia kasveja on saatavilla niukanlaisesti.

Pääasiallinen proteiininlähde kasvisruokavaliossa on yleensä soija. Soijankäytössä on kuitenkin tiettyjä epäkohtia, jonka vuoksi halusin löytää sillekin vaihtoehdon. Ehkä suurimpana varjopuolena näin sen, että soija ei kasva Suomessa, vaan sitä tuodaan hyvin pitkien matkojen päästä. Haluanko syödä kasvia, joka on viljelty jossain kaukana, missä viljelykulttuuri ja lainsäädäntö ehkä sallii kyseenalaisten torjunta-aineiden käytön? Kasvia, jonka tuotannosta valtava osuus tapahtuu geenimuunneltuja lajikkeita käyttäen.

Potentiaalisia kotimaisia kasviproteiineja etsiessäni löysin hampun. Olin tottunut liittämään hampun mielikuvissa huumausaineisiin ja laivojen köysiin, voisiko sitä siis syödäkin? Kasvaako se muka Suomessa, muuallakin kuin keinovalon alla vaa-tekaapissa? Kyllä ja kyllä.

Hamppu osoittautui melkoiseksi ihmekasviksi. Sen siemenet ovat ravitsemuksellisesti ällistyttävän hyvä paketti, sen varresta saatavasta kuidusta voidaan tehdä hyvin monenlaisia tuotteita paperista ja köydestä huonekaluihin ja monikäyttöisiin komposiittimateriaaleihin. (Callaway 2004, Thygesen 2006).

Tätä kirjoitettaessa Suomessa jalostettu öljyhampulajike Finola on päässyt uudelleen EU-viljelytuen piiriin (Euroopan komissio 2011), Turun ammattikorkeakoululla on käynnissä hampun viljelyä ja hyödyntämistä edistävä Hyötyhamppu-hanke (Hyötyhamppu. [viitattu: 21.10.2012]) ja öljyhampun viljely Suomessa vaikuttaa olevan lisääntymässä. Suomessa hampun elintarvikekäyttö on kuitenkin vielä lapsenkengissään esimerkiksi Keski- ja Itä-Eurooppaan, tai Kanadaan verrattuna.

Halusin tehdä opinnäytetyöni hampun elintarvikekäyttöön liittyen, koska uskon sen olevan yksi potentiaalinen ase taistelussa maailmaa uhkaavaa ruoka- ja energia-

pulaa, ilmastonmuutosta ja Suomen maaseudun ongelmia - mm. elinkeinojen vähenemistä viljelyn kannattavuuden heikkenemistä ja kotimaisten valkuaisrehukasvien puutetta - vastaan.

Olin yhteydessä öljyhampun tuottajiin ja muihin alan toimijoihin etsien opinnäytetyölle tilaajaa. Toivoin voivani sekä oppia itse lisää hampusta että osallistua alan kehittämiseen kotimaassa opinnäytetyöprojektin kautta. Asko Hirvikorpi tarjosi minulle erittäin mielenkiintoista aihetta, johon tartuin innolla. Hampunsiemenen kuorintaprosessi kaipasi parannusta.

Aloitin etsimällä kirjallisuudesta tietoa öljyhampusta ja sen kuorimisesta. Pian huomasin, ettei aiheesta löydy nopealla etsimisellä paljonkaan julkaistua tietoa. Hampusta kirjoitettu materiaali keskittyi suurelta osin kuitulajikkeisiin ja kuidun käyttöön sekä Cannabis Sativan lääke- ja huumausainekäyttöön. Länsimaissa julkaistu tieto ajoittuu pääosin 1930 -luvulle ja sitä edeltävään aikaan, sekä 1970 - 80 -luvuilta eteenpäin. Syynä pimennykseen voitaneen pitää USA:n päätöstä kieltää hampun viljely kokonaan toisen maailmansodan jälkeen ja YK:n myöhemmin laajennettua kiellon kaikkiin jäsenmaihiinsa. (Seppälä 1998, Callaway 2004)

Hampunsiemenen kuorintaprosessista tarjolla oli vielä vähemmän spesifiä tietoa, joten keskitin hakuni muiden öljysiementen, kuten auringonkukan-, kurpitsan- ja rypsin siemenen kuorintaan. Näiden siementen prosessoinnissa käytetään hyvin samanlaisia laitteita ja prosesseja johtuen niiden samankaltaisista ominaisuuksista. Tyypillistä öljysiemenille on kova kuori, jonka sisällä on suuresta öljypitoisuudesta johtuen pehmeä ydin, joka ei kestä kovia fyysisiä voimia.

2 TAVOITE JA MENETELMÄ

2.1 Tavoite

Tällä hetkellä tilaaja käyttää siementen kuorimiseen tavallista kovatelaista valssimyllyä, jolla siemenet liiskataan, sekä luokitinseulaa jolla ydinmateriaali erotetaan kuorijakeesta. Nykyisessä prosessissa on kaksi pääasiallista ongelmakohtaa.

1. Jotta pienimmät jyvät kuoriutuisivat, myllyn valssien välinen etäisyys on oltava niin pieni, että suurimmat siemenet jauhautuvat kokonaan. Tämä ei ole toivottavaa, vaan tavoitteena on saada ydinmateriaali säilymään mahdollisimman eheänä. Jatkojalostajat suosivat mahdollisimman ehjää kuoretonta siementä.
2. Kuoren ja ytimen erotteluprosessi on epätehokas ja aikaa vievä. Liiskatut siemenet ajetaan kaksi kertaa luokitusseulan läpi, mutta erotustulos ei ole täydellinen. Kuorittujen siementen joukkoon jää kuorenkappaleita.

Työssä oli kaksi päätavoitetta.

1. Selvittää mitä mahdollisia prosesseja siemenen kuorintaan on olemassa, ja arvioida niiden soveltuvuutta hampulle kirjallisuustiedon perusteella ja kokeellisesti.
2. Selvittää, olisiko nykyistä prosessia mahdollista parantaa pienillä investoinneilla.

2.2 Käytetyt menetelmät

Työhön ryhdyttiin keräämällä aluksi kirjallisuudesta ja laitevalmistajilta tietoa erilaisista siemenenkuorintakoneista ja –prosesseista. Selvitettiin mille tuotteille kutakin

konetta tai prosessia käytetään, ja kuinka hyvin ne tarkoituksessaan toimivat. Lisäksi tehtiin kokeiluja tukemaan kirjallisuustiedon perusteella tehtyjä johtopäätöksiä.

Aluksi siemenen ominaisuuksia mitattiin Stable Micro Systems TA-XT2 Texture Analyser rakennemittauslaitteella.



Kuvio 1. Stable Micro Systems TA-XT2 Texture Analyser.

Siementen hajottamiseen tarvittava puristusvoima ja puristusmatka mitattiin rakennemittarilla. Rakennemittarin prässin puristus aiheuttaa siemeneen samankaltaisen voiman kuin valssitelat siemenen kulkiessa telojen välistä.

Ensimmäisenä tutkittiin kahden kovan alumiinisen pinnan välissä tapahtuva puristus. Tämä simuloi nyt käytössä olevia kovia teloja.

Tämän jälkeen kokeiltiin muutamaa erilaista kumilevyä pehmustamassa toista pintaa. Mittauksia tehtiin myös erilaisilla puristusnopeuksilla, millä selvitettiin valssien pyörimisnopeuden muutoksen vaikutusta siemenen rikkoutumiseen.

Tarkempaan analyysiin kumilevyistä valittiin 3 mm:n vahvuinen ETRA NR Parakumi.

Taulukko 1. ETRA NR Parakumin tuotetiedot. (Etra [viitattu: 30.10.2012])

Tuotetiedot	
Kovuus	40 +-5 Shore
Tiheys	1,06g/cm ³
Käyttölämpötila	-40°C ... 70°C
Väri	Beige
Käyttökohteita	Ampumaradat, kaivosteollisuus, kulutuskestävyyttä vaativat olosuhteet

Kumi valittiin sen jousto- ja kulutuksenkesto ominaisuuksien vuoksi. Myyjän antamien tietojen perusteella voidaan olettaa valitun kumimateriaalin kestävän ko. käyttöä hyvin.

Hypoteesina oli, että kumipehmuste toisessa valssitelassa vähentäisi jyvien liiallista jauhautumista myllyssä. Kovan ja pehmustetun, tai kahden pehmustetun telan välistä kulkiessaan jyvän kuoriossa hajoaisi, mutta ydinosaan ei kohdistuisi yhtä kovaa puristusta kuin kovilla teloilla kuorittaessa.

Kumipehmusteiset telat voisivat myös irrottaa kuoren ytimestä tehokkaammin pyöriessään keskenään hieman erilaisella nopeudella, ikään kuin ”hiertämällä” kuoren palat irti.

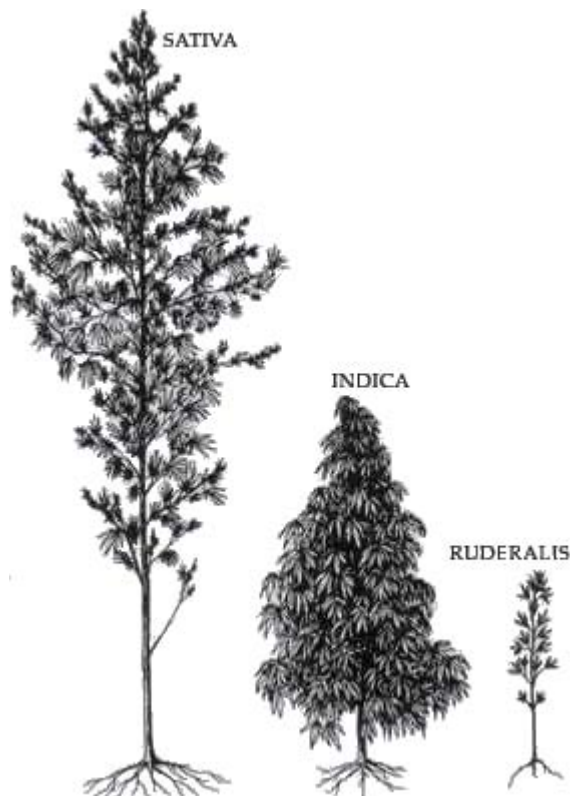
Kumilevyllä pehmustetun ja kovan telan eroa testattiin myös kokeella, jossa tasaisen pinnan päälle asetettujen siementen yli rullattiin telalla eri etäisyyksillä.

Tehtyjen kokeiden tarkemmat kuvaukset ja tulokset löytyvät luvusta 6.

3 ÖLJYHAMPPU

Hamppu (*Cannabis Sativa* L.) on yksivuotinen, kaksikotinen Aasiasta lähtöisin oleva hyötykasvi (Norokytö 2010). Hamppu on yksi maailman vanhimmista viljellyistä hyötykasveista. Hamppua viljellään siitä saatavien ravinne- ja öljypitoisten siementen, monikäyttöisen kuidun sekä lääkinnällisten aineiden tuontantotarkoituksessa. Lisäksi hamppu tuottaa valtavasti energiantuotannossa hyödynnettävissä olevaa biomassaa kasvukauden aikana.

Hamppulajikkeita voidaan luokitella eri tavoin ominaisuuksiensa perusteella, taksonomisesta luokittelusta ei olla kuitenkaan yksimielisiä (Walker 1997). Carl von Linnén alkuperäisen luokittelun mukaan hamppu on yksilajinen suku. Aikojen saatossa luokittelulle on esitetty erilaisia vaihtoehtoja. Nykyisin on yleisesti hyväksytty jako kolmeen eri lajiin; *Cannabis Sativa*, *Cannabis Indica* ja *Cannabis Ruderalis*, jotka eroavat toisistaan selvästi kasvutapansa ja ulkonäkönsä osalta.



Kuvio 2. Kolmen eri hamppulajin kasvutavat ja suhteelliset kokoerot (Educannabis [viitattu 27.10.2012]).

C. Sativa on kaikkein korkein laji, oksia ja kukintoa on harvassa. C. Indica on kasvultaan sativaa lyhyempi, mutta oksat ovat tiheässä ja tiivistä kukintoa paljon. C. Ruderalis on selkeästi muita lajeja lyhyempi ja kasvattaa vähän oksia, sitä kasvaa lähinnä villinä Venäjän alueella. (Walker 1997)

3.1 Finola

Finola on Suomessa vuonna 1995 kehitetty hyötyhampullajike (*Cannabis Sativa* L.). Finola-lajiketta kasvatetaan pääasiassa siementuotantotarkoituksessa, mutta siitä saadaan myös hyödynnettävissä olevaa kuitua. Finolan tyypillinen siemenpaino on 11,5–12,5 grammaa/1000 siementä (Callaway 2012). Finola on jalostettu käyttäen alunperin Venäjältä tuotuja lajikkeita VIR-313 ja VIR-315, joiden hybridi nimettiin alkuvaiheessa FIN-314:ksi ja myöhemmin Finolaksi (Callaway & Laakkonen 1996).

Optimaalinen kasvualusta hampulle on kevyt, multava kivennäismaa. Hampu kasvaa huonosti tiiviillä savimaalla, ja liika märkyys etenkin taimivaiheessa on tuhoisaa. (Närvä 2008). Finola kestää pakkasta kaikissa kasvuvaiheissaan aina -5°C lämpötilaan asti.

Callawayn (2012) mukaan Finola menestyy parhaiten maan pH:n ollessa 6,0-7,5. Hampu soveltuu hyvin vuoroviljelykasviksi tietyin rajoituksin. Maissi, öljykasvit ja vehnä eivät sovi esikasveiksi tautivaaran takia, ja jotkut maustekasvit esikasveina voivat aiheuttaa makuvirheitä hampun siemenistä puristettavaan öljyyn.

Finola on nopeimmin valmistuva hampullajike markkinoilla. Kylvö tapahtuu Suomessa yleensä toukokuun aikana. Kasvin kukinta alkaa normaalisti 25-30 päivän kuluttua kylvöstä, ja sato korjataan noin 130-140 päivää kylvön jälkeen.

Day 25-30, the beginning of flowering; male (left) and female (right). There is a compact mass of flowers forming at the apex of the plants at this time.

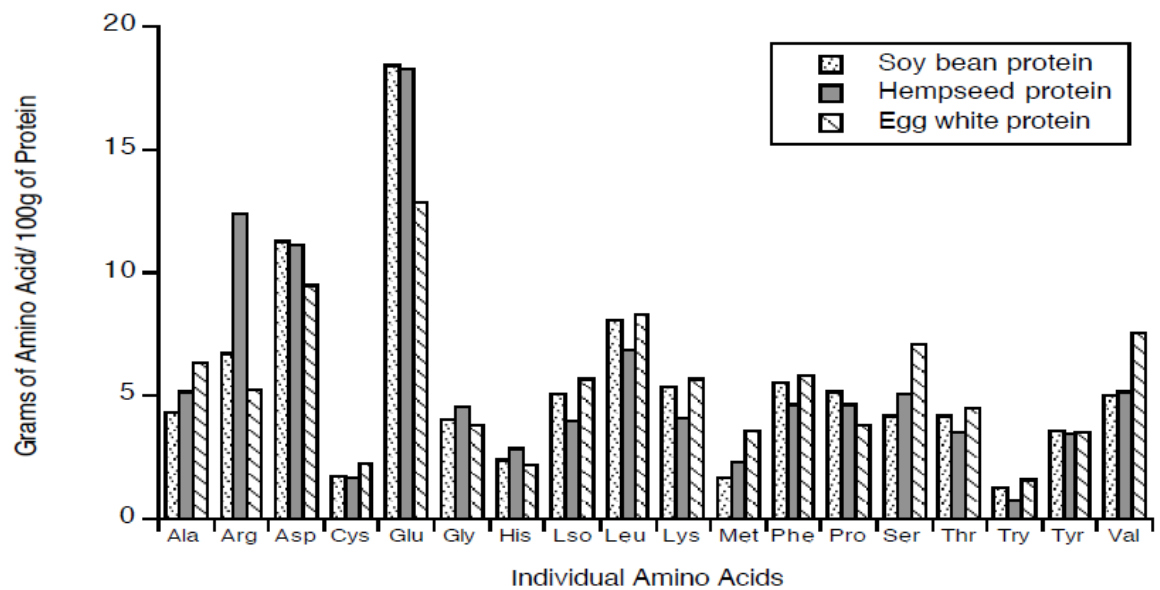


Kuvio 3. Kukinnan alkuvaiheessa olevat Finola -lajikkeen hedekasvi vasemmalla ja emikasvi oikealla. (Callaway 2008).

Finola on lyhyt hampulajike, se kasvaa vain noin 1,5 metrin mittaiseksi (Callaway 2004). Suomessa kuitulajikkeet voivat kasvaa kasvukauden aikana jopa 4-metrisiksi, trooppisilla alueilla peräti 7-metrisiksi (Seppälä 1998). Lyhyen varren ansiosta sadonkorjuu onnistuu tavallisilla nykyaikaisilla korjuukoneilla (Callaway 2012). Finola tuottaa nykyisistä hampulajikkeista suurimman siemensadon, jopa 2 tonnia hehtaarilla hyvissä kasvuolosuhteissa.

3.2 Ravitsemus

Hampunsiemen sisältää kaikki 9 aminohappoa, jotka ihmisen on välttämätöntä saada ravinnosta (Callaway 2004). Hampun proteiini on ihmisen ruuansulatuksessa helposti imeytyvää, pääasialliset proteiinit ovat albumiini ja edestiini. Lisäksi hampunsiemenessä on runsaasti ihmiselle tärkeitä monitydyttymättömiä rasvoja, kuitua, vitamiineja ja hivenaineita. Taulukosta 2 käy ilmi, että hampun aminohapporakenne vastaa hyvin soijapavun ja kananmunanvalkuaisen koostumusta.



Kuvio 4. Hampunsiemenen (lajike: Finola) aminohappokoostumus vertailussa (Callaway 2010.)

Hampunsiemen rasvoista hyvin merkittävä osa sisältää ihmiselle välttämättömiä omega-6- ja omega-3 -rasvahappoja. Omega-6- ja omega-3 -rasvahappojen suhteellinen osuus on noin 2,5:1, joka nykytietämyksen mukaan on ravinnolle juuri optimaalinen.

Kokonaisessa hampunsiemenessä on öljyä yli 35 % siemenen painosta ja proteiinia noin 25 %. Kuoritussa siemenessä vastaavat luvut ovat 44 % öljyä ja 33 % proteiinia. Kuori sisältää runsaasti ravintokuitua (noin 28 %), sekä vitamiineja ja hivenaineita.

3.3 Siemenen rakenne

Hampunsiemenen rakenne selviää karkeasti kuvasta 5. Kuvaa varten siemeniä kuorittiin käsin mm. partaterää ja pinsettejä apuna käyttäen. Kuorinnan aikana hedelmän kuorimisen sitä rikkomatta todettiin olevan äärimmäisen haasteellista, johon sen hauraasta rakenteesta, joka selviää kuvasta 6, sekä kuoren ja hedelmän

välissä olevasta kalvokerroksesta, joka on hyvin tiukasti kiinni molemmissa. Kalvon takia siemenen ydin jää kiinni kuoren sisäpintaan ja hajoaa kuoren hajotessa. Kalvo on kahden solukerroksen paksuinen, ja irtoaa esimerkiksi siemeniä liotettaessa (Hayward 1938). Siemenen ydin on erittäin hauras ja hajoaa herkästi kohdan 4b osoittamalla tavalla.



Kuvio 5: Hampunsiemenen rakennetta. 1 Kokonainen siemen, 2 Tyhjät kuoret, 3 Kuoreton hedelmä, jossa mukana vihreä kuoren ja hedelmän yhdistävä kerros, 4 Hedelmä, joista em. kerros on poistettu.



Kuvio 6. Lähikuva täysin kuorettomasta hampunsiemenen hedelmästä.

Kuvasta 6 selviää hedelmän rakenne hyvin. Hedelmä on kuoren sisällä taipunut kaarelle. Kuvassa alempana oleva ohuempi osa on sirkkajuuri, josta siemenen itäessä lähtee kehittymään kasvin juuri (Hayward 1938). Ylempänä oleva kahtia jakautunut osa on sirkkalehtiaihio, josta kehittyvät kasvin sirkkalehdet.

3.4 Tuotteet

Hampunsiemenestä voidaan valmistaa monia erilaisia tuotteita. Siemeniä myydään kuluttajille ainakin kokonaisina, kuorittuina ja jauhona (Manitobaharvest, Hemp oil can, Hempfood [viitattu 6.11.2012]). Myynnissä on myös eri tavoin prosessoituja tuotteita, kuten hampumaitoa, siemenestä puristettua öljyä, öljypuristuksen sivutuotteena syntyvää siemenrouhetta, proteiinijauheita ja kahvia. Öljyä voidaan hyödyntää sekä elintarvikekäytössä, että teknisissä sovelluksissa, kuten

biopolttoaineissa, maaleissa ja kosmetiikassa. (Callaway 2010). Tällä hetkellä valtaosa maailman hampunsiemenistä käytetään lintujen ruokintaan.

Hampuproteiinia on mahdollista käyttää monissa elintarvikkeissa soijaproteiinin asemesta (Hamppu kotimainen vaihtoehto soijalle 2004). Hamppua voidaan myös käyttää korvaamaan kananmuna joissakin leivonnaisissa.

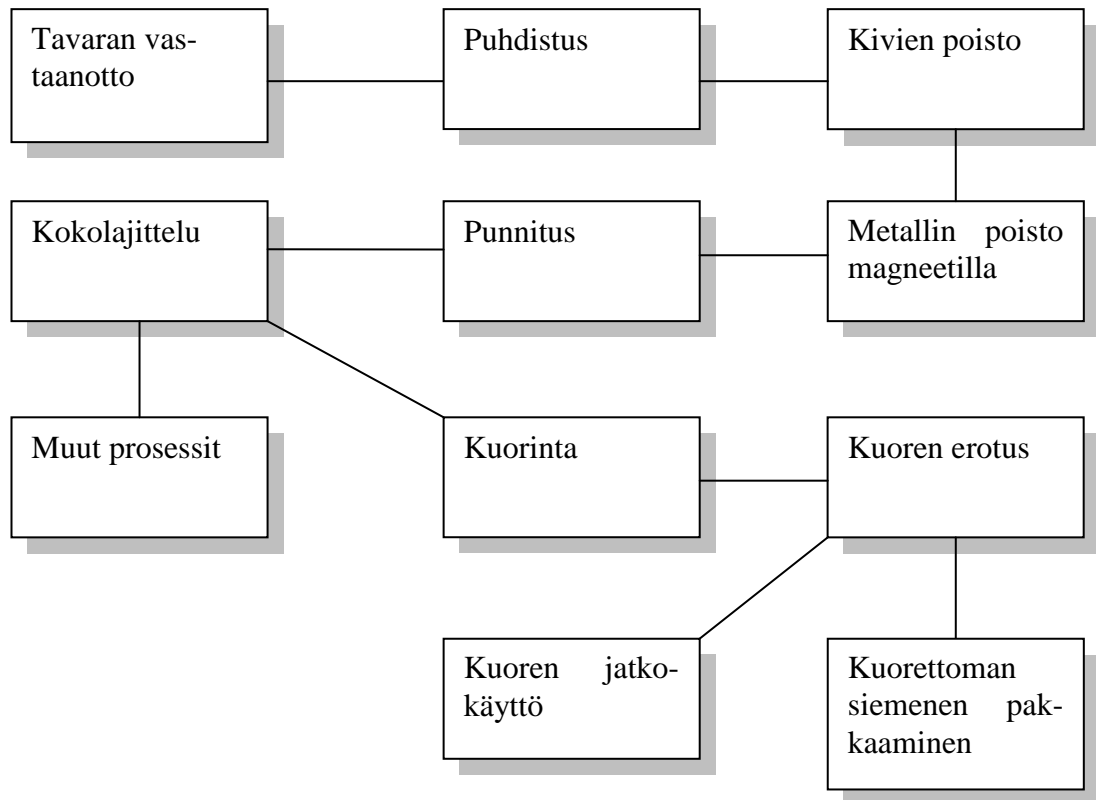
4 KUORINTAMENETELMÄT

Eri öljykasvien siementen käsittelyssä käytetään yleisesti samoja prosesseja ja laitteita, johtuen öljysiementen yhteneväisistä ominaisuuksista. Monet öljysiemenet, mukaan lukien hampunsiemen, ovat oikealta määrittelyltään pähkinöitä. Niillä on kova ulkokuori, jonka sisällä on pehmeä, öljy- ja proteiinipitoinen hedelmä.

Kuorinta voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen

- kuoren rikkomiseen
- kuoren irrottamiseen ydinmateriaalista
- kuoren ja ydinmateriaalin luokitteluun erillisiin jakeisiin

Erilaisissa kuorintaprosesseissa vaiheet voidaan tehdä erillisinä prosesseina, tai niitä voidaan yhdistellä. Seuraavassa käsitellään erilaisia kuorinta- ja kuorenerotusprosesseja, jotka ovat yleisesti käytössä öljysiementen käsittelyssä. Yleensä teolliset kuorintaprosessit ovat jatkuvatoimisia. Niissä siemenet kulkevat tarvittaessa useampaan kertaan kuorinnan ja kuorenerotuksen läpi kunnes mahdollisimman suuri osuus siemenistä on saatu kuorittua tehokkaasti, ja pakattavasta jakeesta on poistettu mahdollisimman suuri määrä kuoria.



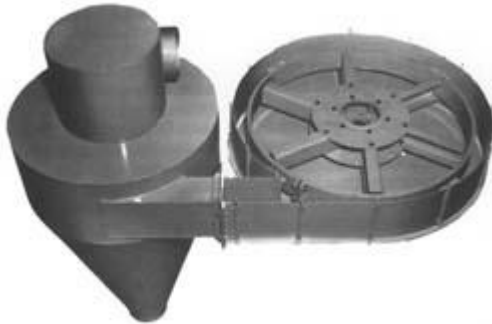
Kuvio 7. Esimerkki siemenen kuorintaprosessin virtauskaaviosta

4.1 Impaktikuorija

Impaktikuorija on keskipakoisvoimaan perustuva kuorija jonka on patentoinut ranskalainen öljysiemeninstituutti 1970-luvulla (Carre 2009). Toiminta perustuu siementen linkoamiseen kiinteää seinää kohti. Osuessaan kovalla vauhdilla seinään siemen hajoaa ja voidaan siirtää kuorenerotukseen.

Siemenet syötetään ylhäältä keskelle pyöreässä sylinterissä vaakatasossa pyörivää lautasta. Lautasessa on ympyrän säteen suuntaisia laippoja tai kanavia. Lautasen pyörimisliike kiihdyttää kohti ulkokehää etenevien siementen vauhtia. Tietyn etäisyyden päässä lautasen reunoista siemenet osuvat sylinterin sisäseinään ja

hajoavat osuman voimasta. Hajonneet siemenet putoavat alas ja poistuvat sylinteristä poistosuppilon kautta.



Kuvio 8. Impaktikuorija (ilman kotelointia), liitettynä syklonierottelijaan. (Can Seed Equipment [viitattu: 2.11.2012]).

Kuorinnan tehokkuutta voidaan säädellä muuttamalla syöttönopeutta, pyörimisnopeutta ja käyttämällä erilaisia pintamateriaaleja seinässä johon siemenet lingoetaan. Materiaalivaihtoehtoina voidaan käyttää mm. vaneria, kumia, tai eri metallilevyjä (Suvannapa K. & Sudajan S). Siemenet on syytä kokolajitella ennen kuorintaa parhaan tuloksen saavuttamiseksi (Can Seed Equipment [viitattu: 2.11.2012]).

Samaa toimintaperiaatetta käyttäviä kuorintakoneita käytetään myös mm. kauran kuorinnassa. Tilaaja oli tehnyt testiajon tällaisella kaurankuorijalla, mutta laite ei ollut testin perusteella hampunsiemenen kuorintaan soveltuva suuresta hävikistä johtuen. Hävikki oli johtunut liian kovalla voimalla hajotettujen siementen tarttumista sylinterin sisäseinään. Kaura on ominaisuuksiltaan hyvin erilainen kuin hampunsiemen, ja kauralle mitoitettu kone ei sovellu hampulle sellaisenaan. Oikein säädettynä ja mitoitettuna vastaava kone soveltuu hampunsiemenen kuorintaan hyvin.

Olemassa on myös siementen kovaa pintaa vasten ampumiseen perustuvia koneita, joissa vauhti siemenelle annetaan ampumalla ne putkea pitkin paineilmalla.

4.2 Vasaramylly

Ainakin auringonkukansiemenen kuorintaan käytetään laitetta, jossa sylinterimäisen kammion sisällä pyörivällä terällä hajotetaan siemen (Carre 2009). Tällä laitteella ei kuitenkaan päästä täydelliseen kuoren irtoamiseen. Auringonkukan ytimen suuresta öljypitoisuudesta johtuen siementä ei voi iskeä niin suurella nopeudella, että koko kuori hajoaisi ja irtoaisi. Voimakas fyysinen isku aiheuttaa öljyn puristumista siemenestä. Lisäksi ytimen hajotessa iskun voimasta osa pehmeästä ydinmateriaalista tarttuu kiinni kuoren sisäpintaan ja aiheuttaa ongelmia kuoren erotuksessa. Rakenteeltaan laite vastaa viljan jauhamisessa käytettävää vasaramyllyä. Hampunsiemenen ominaisuuksista johtuen laite ei todennäköisesti ole paras vaihtoehto kuorintaan, mikäli siementen ytimien rikkoutumista halutaan välttää.

4.3 Valssikuorija

Valssikuorija tai valssimylly on kone, jossa siemenet johdetaan kahden pyörivän valssitelan välistä, jolloin ne puristuvat rikki. Konetta käytetään siementen rikkomiseen kuorinta- ja jauhatusprosesseissa sekä siementen litistämiseen rehurukinnassa. Valssitelat voivat pyöriä samansuuntaisesti, tai eri suuntiin, samalla tai eri nopeudella (New Zealand Department of Labour 1984-2004). Telat voidaan pinnoittaa joustavalla materiaalilla, tai ne voidaan tehdä kokonaan esimerkiksi kumista. Kovan telan pinta voidaan urittaa tai muuten kuvioida.

Kuorittaessa siemeniä valssikuorijalla valssitelojen välinen etäisyys on sovitettava erityisen tarkasti kuorittavan siemenen koon suhteen parhaan tuloksen saamiseksi. (Carre 2009) Liian suuresta aukosta siemenet kulkevat läpi hajoamatta, ja liian pienen aukon läpi kulkiessaan siemenet jauhautuvat. Siementen kokoluokitus ennen kuorintaa mahdollistaa hyvän kuorimistuloksen. Eri kokojakeita kuorittaessa käytetään eri säätöjä. Tarvittaessa kuoriutumattomat siemenet ohjataan uudelleen kuorintaan.

Siementen kosteuspitoisuus vaikuttaa olennaisesti kuorimistulokseen. Optimaalinen kosteuspitoisuus on määritettävä kokeellisesti.

5 KUORENEROTUSMENETELMÄT

Kuoren rikkomisen jälkeen käsiteltävässä materiaalissa on sekaisin kolme erilaista partikkelia: kuorettomia ytimiä, kuoria ja kuoriutumattomia siemeniä. Kappaleiden paino- ja tiheyseroon perustuvilla erotusmenetelmillä voidaan erotella kuoret ja pienikokoiset ytimen kappaleet erilleen kuorituista siemenistä. Erotus toimii tehokkaimmin tasakokoista materiaalia käsiteltäessä, joten kuorenerotus on tehtävä vähintään kahdessa vaiheessa. Ensin kuorittu materiaali jaetaan tasakokoisiin jakeisiin, jotka sitten johdetaan eri kuorenerottelijoihin. Jos käytössä on vain yksi kuorenerottaja, jakeet käsitellään vuorotellen sopivilla säädöillä.

5.1 Sykloni

Sykloni on massavaikutukseen perustuva lieriömäinen, tai kartiomainen erotin, jota käytetään kaasujen puhdistuksessa ja erilaisissa partikkelien erotuksissa (Hämäläinen 2007). Erotettavat aineet syötetään ilmavirran mukana sykloniin joko tangentiaalisesti, jolloin syklonin geometrinen muoto saa aikaan spiraalimaisen ilmavirtauksen, tai aksiaalisesti, jolloin spiraalimainen ilmavirtaus saadaan aikaan johdesiivillä.

Spiraalimaisessa liikkeessä raskaat kiinteät kappaleet ajautuvat erottimen seiniin ja valuvat niitä pitkin alaosassa sijaitsevaan poistosuppiloon ja puhdistunut ilma poistuu laitteen yläosasta. Syklonin oikealla mitoituksella ja ilmavirran säädöllä saadaan aikaan tilanne, jossa siemenen raskaat ytimet valuvat poistosuppiloon ja kevyemmät kuoret poistuvat poistoilman mukana.

Menetelmä soveltuu sekä kuorenerotukseen, että siementen puhdistukseen ennen prosessointia. Mahdolliset kuoriutumattomat siemenet täytyy erotella kuorituista ytimistä esimerkiksi seulonnalla, koska syklonierottelussa ne luokittuvat samaan jakeeseen kuorettomien siementen kanssa.

5.2 Upotus-kellutus

Arkhimedeen lain mukaan nesteeseen tai kaasuun upotettuun kappaleeseen kohdistuu ylöspäin vaikuttava voima, eli noste. Nostevoiman suuruus riippuu kappaleen tiheydestä.

Upotus-kellutuserotuksessa kuoritut siemenet johdetaan nesteellä, yleensä vedellä, täytettyyn altaaseen. Veden nostetta muutetaan liukeavilla aineilla, esimerkiksi natriumkloridilla niin, että ominaispainoltaan kevyemmät partikkelit nousevat nesteen pinnalle ja raskaammat uppoavat pohjaan. Menetelmää käytetään öljysiemmenten prosessoinnissa jonkin verran erotettaessa kuoret öljypuristuksen jälkeen. Lisäämällä erottelunesteeseen sopivaa liuotinta saadaan kerättyä puristuksen jälkeen siemeniin jäänyt öljy talteen.

Tässä tapauksessa menetelmä ei ole tarvetta vastaava, sillä uitossa siemenestä menetetään vesiliukoisia aineita, kuten proteiineja, ja rasvoja. Lisäksi erotetut ytimet on kuivattava ennen pakkaamista, mikä lisää energiankulutusta.

5.3 Erottelupöytä

Menetelmä perustuu upotus-kellutuserottelun tavoin eroteltavien partikkelien tiheyseroon (Oliver Manufacturing Company, Inc). Erottelussa käytetään nesteen sijaan ilmaa.

Eroteltava materiaali johdetaan tärisevälle, kaltevalle, verkkopohjaiselle pöydälle. Pöydän pohjaverkon läpi puhalletaan suuri määrä ilmaa matalalla paineella. Ilmavirta nostaa kevyet kappaleet materiaalikerroksen päälle raskaampien partikkelien jäädessä pohjalle pöydän pintaa vasten. Pöydän ravistava tai tärisävä liike saa raskaamman partikkelikerroksen nousemaan ylämäkeen pitkin pöydän pintaa, kevyt ylempi kerros valuu alaspäin. Pöydän läpi kulkiessaan kevyt ja raskas kerros erottuvat eri jakeisiin, jotka kerätään pöydän loppupäässä.

Pöydän kaltevuuskulmalla, ilmavirran määrällä ja materiaalin syöttönopeudella säädellään erotuksen tehokkuutta. Erotustarkkuus on mahdollista säätää hyvin tarkasti, joten menetelmä sopii hampunsiemenelle hyvin. Ravistava liike ja ilmapu-

hallus edistää osittain kuoriutuneiden siementen kuoren irtoamista. Erotus on mahdollista säätää tarkaksi tasakokoista materiaalia eroteltaessa, joten kokoluokitus ennen prosessia parantaa tulosta.

5.4 Ilmaluokitus

Ilmaluokitus perustuu edellisten prosessien tapaan eroteltavien kappaleiden tiheyseroon.

Rikotut siemenet syötetään pystysuoraan tunneliin yläosasta. Siemenet putoavat alaspäin tunnelissa törmäillen matkalla haittalevyihin tai tunnelin seiniin. Törmäykset edistävät kuorten irtoamista ja erottumista. Tunneliin saadaan joko alta päin puhaltamalla tai yläpuolelta imemällä nouseva ilmavirta. Kuoret ja muut kevyet kappaleet poistuvat ilman mukana tunnelin yläosasta ja johdetaan keräyssuppiin. Raskaammat kappaleet putoavat laitteen alaosaan ja poistuvat poistoaukon kautta. Erotuksen tehokkuutta säädellään ilmavirran voimakkuudella.

Ennen kuoren erotusta käsiteltävä materiaali tulee luokitella erilaisiin kokojakeisiin, joille erottelun asetukset säädetään erikseen.

Ilmaluokitus on käytetyimpiä menetelmiä siementen ja pähkinöiden kuorenerotuksessa.

5.5 Elektrostaattinen erotus

Elektrostaattinen erotus perustuu sähkömagneettiseen vuorovaikutukseen. Sähköiseltä varaukseltaan samanmerkkiset kappaleet hylkivät toisiaan, erimerkkiset vetävät toisiaan puoleensa.

Erotuksessa eroteltava materiaali varataan sähköisesti ja johdetaan kuljettimella tunneliin, jonka seinissä on erimerkkinen varaus. Koska kuorenkappaleilla on suurempi pinta-ala painoon nähden (eli pienempi tiheys) kuin kuorituilla ytimillä, sähköinen vetovoima vaikuttaa niihin suuremmalla voimalla. Tunnelissa kuorenkappa-

leet poistuvat kuljettimelta kohti tunnelin seiniä, raskaammat kappaleet kulkevat kuljettimella ulos tunnelista.

Valssikuorintakokeen yhteydessä huomattiin siementen varautuvan kuorinnassa, mistä kerrotaan lisää kappaleessa 6.2.

Elektrostaattisen erottelun etu muihin esiteltyihin erotusprosesseihin nähden on huomattavasti pienempi energiantarve (Carre 2009).

6 TESTIT JA TULOKSET

6.1 Rakennemittaus

Kokeen kuvaus

Siemeten paksuus mitattiin yksitellen työntömitalla. Mittauksen jälkeen siemenet mitattiin yksitellen Stable Micro Systems TA-XT2 Texture Analyser rakennemittauslaitteella. Laitteessa prässi puristaa siementä kahden alumiinisen pinnan välissä. Laite asetettiin lopettamaan puristus heti kun voima-anturi havaitsi kuoren rikkoutumisen. Näin selville saatiin tarvittava puristusvoima, ja puristavien pintojen etäisyys, joka tarvitaan kuoren rikkomiseen. Kiinnostuneita oltiin puristuspintojen etäisyydestä. Tulosten perusteella voitiin tehdä päätelmiä valssikuorijan telojen etäisyyden suhteesta erikokoisten siementen rikkoutumiseen.

Testejä tehtiin sekä kovilla puristuspinoilla että käyttäen 3 mm ETRA NR - parakumilevyä toisen pinnan pehmusteena. Erät 1–4 mitattiin käyttäen kumipehmustetta, ja erilaisia puristusnopeuksia. Nopeudet olivat 2 mm/s, 4 mm/s, 6 mm/s ja 8 mm/s. Erässä 5 mitattiin siemeniä kovaa pintaa vasten nopeudella 2 mm/s.

Puristavien pintojen väliset etäisyydet on ilmoitettu erissä 1–4 ylemmän puristuspinnan etäisyytenä pehmustekumin yläpintaan. Kumin paksuudeksi on mitattu 3,04 mm. Negatiivinen hajoamiskohdan arvo tarkoittaa puristavan yläpinnan painuneen kumipehmusteen sisään.

Tutkittujen siementen kuiva-ainepitoisuus Precisa -pikamittarilla mitattuna oli 92,9%

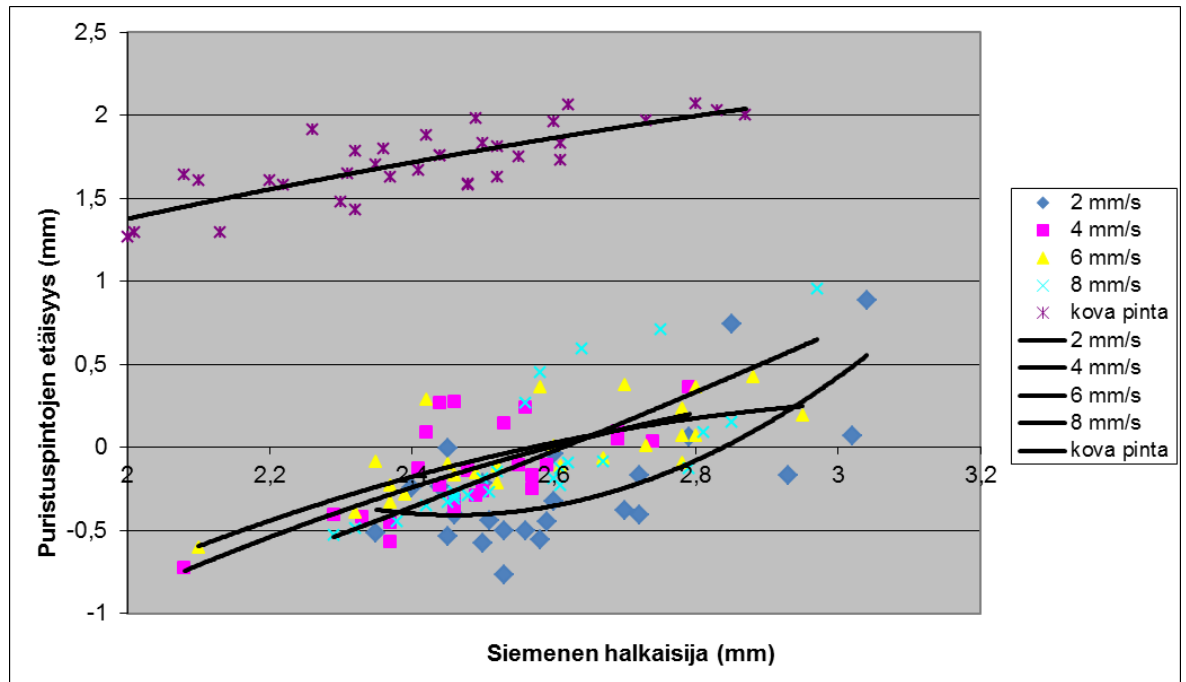
Tulokset

Taulukko 2. Rakennemittauserien 1-4 tulokset

	Siemenen			Jyvän	
	halkaisija	hajoamiskohta		halkaisija	hajoamiskohta
Erä 1	2,35	-0,515	Erä 3	2,1	-0,607
2 mm/s	2,4	-0,245	6 mm/s	2,32	-0,397
kumi 3,04 mm	2,44	-0,24	kumi 3,04 mm	2,35	-0,087
	2,45	-0,005		2,37	-0,232
	2,45	-0,536		2,37	-0,336
	2,46	-0,41		2,39	-0,282
	2,5	-0,22		2,42	0,288
	2,5	-0,581		2,45	-0,102
	2,51	-0,44		2,46	-0,171
	2,53	-0,771		2,49	-0,156
	2,53	-0,501		2,52	-0,217
	2,59	-0,451		2,6	0,008
	2,6	-0,325		2,61	-0,112
	2,6	-0,04		2,67	-0,066
	2,7	-0,381		2,7	0,378
	2,72	-0,17		2,73	0,008
	2,72	-0,411		2,78	-0,097
	2,79	0,06		2,78	0,069
	2,85	0,745		2,78	0,229
	2,93	-0,171		2,8	0,068
	3,02	0,07		2,8	0,363
	3,04	0,885		2,88	0,425
Keskiarvo	2,50	-0,39	Keskiarvo	2,95	0,188
Erä 2	2,08	-0,728	Erä 4	2,29	-0,532
4 mm/s	2,29	-0,409	8 mm/s	2,32	-0,491
kumi 3,04 mm	2,33	-0,418	kumi 3,04 mm	2,38	-0,451
	2,37	-0,458		2,42	-0,352
	2,37	-0,568		2,45	-0,331
	2,41	-0,131		2,46	-0,311
	2,42	0,089		2,46	-0,271
	2,44	0,269		2,46	-0,292
	2,44	-0,229		2,48	-0,291
	2,46	0,27		2,5	-0,192
	2,46	-0,358		2,51	-0,271
	2,46	-0,319		2,56	0,269
	2,49	-0,289		2,58	0,45
	2,5	-0,268		2,6	-0,192
	2,53	0,14		2,61	-0,131
	2,55	-0,111		2,61	-0,231
	2,56	0,24		2,62	-0,092
	2,57	-0,169		2,64	0,589
	2,57	-0,249		2,67	-0,091
	2,59	-0,108		2,75	0,71
	2,69	0,049		2,79	-0,132
	2,69	0,099		2,81	0,088
	2,74	0,032		2,97	0,95
	2,79	0,36			
Keskiarvo	2,440195	-0,18	Keskiarvo	2,560833	-0,07

Taulukko 3. Rakennemittauserän 5 tulokset

	Siemenen	
	halkaisija	hajoamiskohta
Erä 5	2	1,269
2 mm/s	2,01	1,29
	2,08	1,639
	2,1	1,609
	2,13	1,29
	2,2	1,608
	2,22	1,579
	2,26	1,91
	2,3	1,479
	2,31	1,649
	2,32	1,78
	2,32	1,429
	2,35	1,7
	2,36	1,799
	2,37	1,628
	2,41	1,669
	2,42	1,88
	2,44	1,759
	2,44	1,758
	2,48	1,589
	2,48	1,58
	2,49	1,979
	2,5	1,83
	2,52	1,808
	2,52	1,628
	2,55	1,749
	2,6	1,959
	2,61	1,729
	2,61	1,828
	2,62	2,059
	2,73	1,969
	2,8	2,068
	2,83	2,029
	2,87	2
Keskiarvo	2,255556	1,609222



Kuvio 9. Siemenen halkaisijan suhde puristuspintojen etäisyyteen siemenen kuoren rikkoutuessa.

Taulukoista 2 ja 3, sekä kuviosta 9 nähdään rikkomiseen tarvittavan puristuspintojen etäisyyden olevan suoraan verrannollinen rikkottavien siementen kokoon. Tämän perusteella voidaan todeta valssikuorijan telojen etäisyyden olevan parhaiten optimoitavissa kuorittaessa tasakokoista materiaalia.

Merkille pantavaa on tulosten suuri hajonta keskenään samankokoisten siementen välillä. Siemenet eivät ole täysin tasalaatuisia, vaan esimerkiksi kuoren paksuus ja kovuus sekä siemenen geometrinen muoto vaihtelevat ja vaikuttavat rikkoutumiseen. Tämä on otettava huomioon kuorintakonetta säädettäessä. Osa siemenistä saattaa jäädä rikkoutumatta jos kone säädetään rikkomaan vain helpoiten rikkoutuvat siemenet.

Tutkitulla nopeusalueella ei havaittu puristusnopeuden vaikuttavan rikkoutumiseen.

6.2 Valssikuorinta

Kokeen kuvaus. Kokeessa käytettiin kahta korkeusohjuria, jotka olivat säädettävissä n. 0,1 mm tarkkuudella, puista telaa, sekä ETRA NR Parakumia.

Aluksi tutkittavat siemenet lajiteltiin seulasarjalla, jonka neliömäiset aukot olivat silmäkooltaan 2,80 mm ja 2,00 mm. Kokeeseen käytettiin vain keskimmäistä kokojaetta. Seulonnan yhteydessä havaittiin, että alle 2,00 mm jakeeseen joutuneet, jo aiemmassa vaiheessa kuoriutuneet siemenet olivat erityisen pahanmakuisia rasvojen pilaantumisesta johtuen.

Korkeusohjurit asetettiin tasaiselle pinnalle vierekkäin, niiden väliin jäävään aukkoon levitettiin kuorittavat siemenet ja siementen yli rullattiin ohjureita pitkin telalla. Näin saatiin kokeiltua valssimyllyn elojen etäisyyksien vaikutusta kuorintaan. Rullauksen jälkeen siemenet laitettiin 7 minuutiksi täryseulaan, jossa käytettiin seulasarjan kokoja 2,00 mm, 1,40 mm, 1,00 mm ja 0,5 mm. Seulonnan jälkeen eri jakeet punnittiin, valokuvattiin ja arvioitiin. Kokeita tehtiin 3 kpl kovaa pintaa vasten ja 3 kpl pehmentävän kumin kanssa erilaisilla telan ja alapinnan välisillä korkeuseroilla.

Aluksi rikottiin ja seulottiin pieni määrä siemeniä, ja tutkittiin eri kokojakeita. Todettiin yli 1,40 mm jakeessa ytimien olevan vain vähän rikkoutuneita. Alle 1,40 mm kokoiset ytimet olivat selvästi enemmän rikkoutuneita tai jauhautuneita. Kokeessa pyrittiin tulokseen, jossa kuoren rikkoutuminen olisi mahdollisimman tehokasta, ja ytimen hajoaminen minimaalista.

Tulokset. Tutkittujen siementen kuiva-ainepitoisuus Precisa kosteusanalysointilaitteella mitattuna oli 93,1%

Taulukko 4. Erän 1 tulokset

Telan etäisyys alapinnasta	4,00 mm	
Siementen kokonaispaino ennen kuorintaa	5,05 g	
Kovan pinnan ja siementen välissä kumi	3,04 mm	
Eri kokojakeiden painot ja suhteelliset osuudet 7 minuutin täryseulonnan jälkeen		
> 2,00 mm	4,72 g	93,65 %
1,40 – 2,00 mm	0,15 g	2,98 %
1,00 – 1,40 mm	0,12 g	2,38 %
0,50 – 1,00 mm	0,05 g	0,99 %

Telan etäisyys oli kumipinnasta 0,96 millimetriä. Kuvasta 7 nähdään että suurimpaan kokojakeeseen jääneistä siemenistä valtaosa rikkoutui heikosti, tai ei ollenkaan. Pienempiä kokojakeita tuli hyvin pieniä määriä, eli kuorintatulokset olivat hyvin heikkoja.



Kuvio 10. Erän 1 jae > 2,00 mm

Taulukko 5. Erän 2 tulokset.

Telan etäisyys alapinnasta		3,40 mm
Siementen kokonaispaino ennen kuorintaa		7,04 g
Kovan pinnan ja siementen välissä kumi		3,04 mm
Eri kokojakeiden painot ja suhteelliset osuudet 7 minuutin täryseulonnan jälkeen		
> 2,00 mm	5,65 g	82,60 %
1,00 – 2,00 mm	0,99 g	14,47 %
0,50 – 1,00 mm	0,20 g	2,92 %

Telan etäisyys kumipinnasta oli 0,36 millimetriä. Seulonnassa yksi testiseula oli jäänyt virheellisesti pois seulasarjasta. Kuten oheisesta kuvastakin (Kuvio 11) nähdään, oli suurimman jakeen siementen kuorista lähes kaikki rikkoutuneet tehokkaasti. Luokittelussa käytetyn seulan tärinä ei ollut riittänyt erottamaan rikottuja kuoria ja ytimistä.

Suurimman kokojakeen kuoriutumattomat siemenet laitettiin vetoisuudeltaan n. 250 ml kannelliseen purkkiin, jota ravistettiin voimakkaasti. Oletuksena oli, että siemeniin kohdistuvat iskut erottaisivat osittain hajonneet kuoret.

Purkkia ravisteltiin voimakkaasti n. 15 sekuntia kerrallaan. Ravistuksen jälkeen siementen kuoriutumista arvioitiin silmämääräisesti ja ravistusta jatkettiin. Ravistelu toistettiin yhteensä 5 kertaa.

Kuorten ei havaittu irtoavan ravistelussa ollenkaan. Kuorten huomattiin kuitenkin irtoavan erittäin helposti sormien välissä pyöriteltäessä ja näin erottuvien ytimien olevan valtaosin ehjiä, tai hyvin vähän rikkoutuneita.



Kuvio 11. Erän 2 jae > 2,00 mm

Taulukko 6. Erän 3 tulokset.

Telan etäisyys alapinnasta		3,00 mm
Siementen kokonaispaino ennen kuorintaa		5,04 g
Kovan pinnan ja siementen välissä kumi		3,04 mm
Eri kokojakeiden painot ja suhteelliset osuudet 7 minuutin täryseulonnan jälkeen		
> 2,00 mm	3,68 g	74,65 %
1,40 – 2,00 mm	0,66 g	13,39 %
1,00 – 1,40 mm	0,39 g	7,91 %
0,50 – 1,00 mm	0,20 g	4,06 %

Tela oli painuneena pehmustekumiin 0,4 millimetrin verran. Edellisen erän tavoin käytännössä kaikkien siementen kuori oli rikkoutunut, mutta siemenet eivät olleet kuoriutuneet tehokkaasti seulonnassa. Rikottuja siemeniä sormien välissä pyöritellessä kuoret erottuivat helposti, mutta kuorten sisällä olevat ytimet olivat jauhautuneet pieneksi.

Ydinten rikkoutuminen oli suurempaa kuin edellisessä erässä, joten telan optimaalinen etäisyys vastapinnasta oli jo ohitettu.

Taulukko 7. Erän 4 tulokset.

Telan etäisyys alapinnasta	2,52 mm	
Siementen kokonaispaino ennen kuorintaa	5,06 g	
Kovan pinnan ja siementen välissä ei kumia		
Eri kokojakeiden painot ja suhteelliset osuudet 7 minuutin täryseulonnan jälkeen		
> 2,00 mm	5,02 g	99,01 %
1,40 – 2,00 mm	0,03 g	0,59 %
1,00 – 1,40 mm	0,02 g	0,39 %
0,50 – 1,00 mm		<0,1 %

Vain muutama siemen hajosi kuorinnassa. Aukko oli siis liian suuri.

Taulukko 8. Erän 5 tulokset.

Telan etäisyys alapinnasta	1,90 mm	
Siementen kokonaispaino ennen kuorintaa	5,06 g	
Kovan pinnan ja siementen välissä ei kumia		
Eri kokojakeiden painot ja suhteelliset osuudet 7 minuutin täryseulonnan jälkeen		
> 2,00 mm	4,52 g	89,86 %
1,40 – 2,00 mm	0,34 g	6,76 %
1,00 – 1,40 mm	0,12 g	2,39 %
0,50 – 1,00 mm	0,05 g	0,99 %

Osa siemenistä oli rikkoutunut kuorinnassa, mutta mukana oli myös rikkoutumattomia siemeniä, kuten kuvasta 12 nähdään.

Kevyt pyörittely ei riittänyt irrottamaan kuoria hajonneista siemenistä, kuten erien 2 ja 3 kohdalla. Telan ja alapinnan välinen aukko oli vielä liian iso.



Kuvio 12. Erän 5 jae >2,00 mm

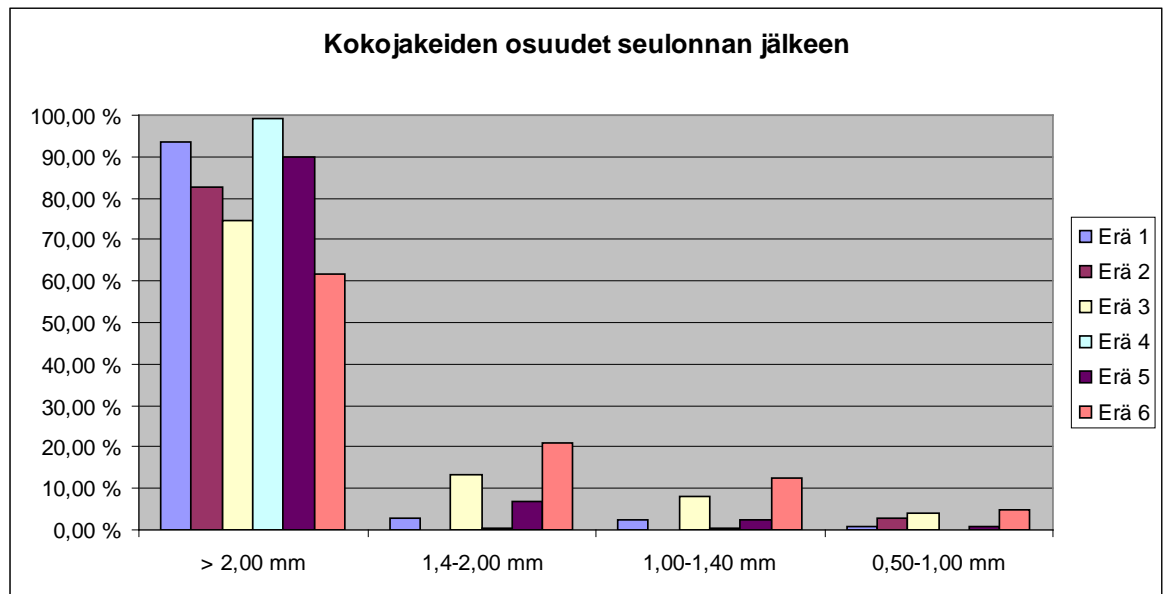
Taulukko 9. Erän 6 tulokset

Telan etäisyys alapinnasta		1,60 mm
Siementen kokonaispaino ennen kuorintaa		5,04 g
Kovan pinnan ja siementen välissä ei kumia		
Eri kokojakeiden painot ja suhteelliset osuudet 7 minuutin täryseulonnan jälkeen		
> 2,00 mm	3,02 g	61,63 %
1,40 – 2,00 mm	1,03 g	21,02 %
1,00 – 1,40 mm	0,61 g	12,45 %
0,50 – 1,00 mm	0,24 g	4,90 %

Kaikki siemenet hajosivat kuorinnassa ja kuoren erottuminen seulonnassa oli huomattavasti tehokkaampaa kuin aiemmissa erissä. Myös ei-toivottujen alle 1,40 mm jakeiden suhteellinen osuus kasvoi, eli siementen ytimet jauhoutuivat liiksi. Kuoriutumattomia siemeniä tutkittaessa huomattiin että kuoret irtosivat jälleen erittäin helposti sormin pyörittelemällä. Kuoriutuvien ytimien todettiin olevan valtaosin pieneksi rikkoutuneita. Optimaalinen aukon koko oli jo ohitettu.

Kokeen yhteydessä havaittiin siementen varautuvan sähköisesti rikkomisen yhteydessä. Rikotut siemenet kerättiin A4-paperiarkille, jolla ne siirrettiin seulontaan. Kun arkki vietiin pöydällä olevan paperipinon yli, arkilta lennähteli pois useita kuo-

renpaloja. Sama tapahtui useaan otteeseen eri koe-eriä käsiteltäessä. Ilmiöön perustuvasta kuorenerotusmenetelmästä kerrotaan kappaleessa 5.5.



Kuvio 13. Kokojakeiden suhteelliset osuudet valssikuorinnassa.

Oheisesta pylväsdiagrammista nähdään kokojakeiden erot eri erien kuorinnassa. Erän 2 jakeiden 1,40-2,00 mm ja 1,00-,140 mm tulokset puuttuvat kuvaajasta.

6.3 Jäädytys

Tutkittiin siementen jäädytysten vaikutusta kuorintatulokseen.

Ensimmäisessä testissä siemeniä pidettiin 22 tuntia tavallisessa pakastimessa, jonka lämpötila oli noin -18°C . Pakastuksen jälkeen siementen hajoamista tutkittiin rakennemittarilla, mutta tulokset eivät poikenneet millään tavoin aiemmin saaduista.

Toisessa kokeessa siemeniä pidettiin -38°C lämpötilassa syväjäähäpakastimessa 40 tuntia. Pakastuksen jälkeen siemeniä tutkittiin rakennemittarilla ja käsin kuorimalla. Todettiin siemenen ytimien murenevan hyvin hienojakoiseksi kuorta rikottaessa. Pakastamisen todettiin heikentävän kuorimistulosta.

7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Kokeiden ja kerätyn kirjallisuustiedon perusteella voidaan tehdä suuntaa antavia ehdotuksia prosessin parantamiseen. Parannuksia ei ole vielä kokeiltu käytännössä, joten niiden todellinen toimivuus on syytä testata tarkemmin ennen investointeja.

Työn aikana löydettiin myös useita mielenkiintoisia tutkimusaiheita, joita ei ehditty tutkia käytännön tasolla ollenkaan.

7.1 Nykyisen prosessin kehittäminen

Nykyistä kuorintaprosessia voisi tehostaa muutamilla parannuksilla.

Siemenet lajitellaan ennen kuorimista koon mukaan esimerkiksi kolmeen lajikkeeseen, joista pienin ja suurin jae ohjataan öljypuristukseen ja kokonaisena pakattavaksi, keskikokoinen jae kuorintaan. Jaottelu valitaan käytettävissä olevien seulojen koon mukaan niin, että kuorintaan ohjattavaa jaetta saadaan suunnitellun tuotantomäärän mukaan riittävästi. Tasakokoinen kuorittava materiaali mahdollistaa kuorinta- ja kuorenerotusprosessien optimoinnin niin, että tuloksena saadaan mahdollisimman ehjää kuoretonta siementä.

Ennen kuorintaa tehtävällä kokolajittelulla päästään eroon myös jo kuoriutuneista siemenistä. Ilmalle altistuessaan kuorettomien siementen sisältämät rasvat pilaantuvat ja siemenet muuttuvat hyvin kitkerän makuisiksi.

Kuorintaan käytettävään myllyyn ei tarvitse tehdä muutoksia, jos kokolajittelulla saadaan erotettua järkevä määrä sopivan kokoista siementä, joka on kuorittavissa nykyisillä asetuksilla. Jos kuorintaan on otettava siemeniä useasta eri kokojakeesta, on myllyn säätövaraa muutettava niin, että eri kokoluokille saadaan optimaalinen valssien etäisyys.

Tehtyjen testien perusteella voidaan olettaa toisen telan kumipinnoittamisen parantavan kuorintatulosta vähentämällä siementen jauhautumista kuorinnassa. Jos pinnoitteena käytetään testissä käytettyä kumilevyä, tulee säätövaran sallia vähin-

tään 3,5-4 mm:n aukko telojen väliin. Etäisyyden tulisi olla portaattomasti säädettävissä.

7.2 Ehdotuksia aiheiksi jatkotutkimuksiin

Kumipinnoitteen käyttö valssikuorijan telassa

Siementen jauhautumisen vähenemisestä kumipinnoitetta käytettäessä ei saatu objektiivista mittaustulosta, ainoastaan subjektiivinen havaintoihin perustuva arvio, jonka mukaan kumipinnoite parantaa tulosta. Jatkotutkimus on tarpeellista tehdä tuloksen varmistamiseksi. Testiin kannattaa käyttää oikeaa valssikuorijaa, jolla tehdään koeajoja sekä kovilla teloilla, että pehmustetulla. Näin saadaan totuudenmukainen tulos kumin vaikutuksesta tulokseen. Kokeiluun voi ottaa myös telakuorintakoneisiin tarkoitettua kumista valmistettuja telat.

Siementen irrotus valssikuorinnassa

Kuorintakokeessa huomattiin, että isoimpaan kokojakeeseen jäi seulonnan jälkeen siemeniä joiden kuoret olivat rikkoutuneet, mutta seulan täristys ei ollut riittänyt erottamaan kuorta. Kuorten havaittiin irtoavan helposti kun niitä pyöriteltiin sormien välissä. Koejärjestely ei täysin vastannut valssikuorijan toimintaa, koska siinä käytettiin vain yhtä pyörivää telaa kiinteää pintaa vasten. Valssikuorijassa kahta pyörivää telaa voidaan pyörittää eri nopeuksilla, mikä edistää kuorten irtoamista.

Erittäin mielenkiintoista olisi selvittää erottuvatko kuoret tehokkaasti käytettäessä kaksitelaisella valssikuorijalla, jossa valssit mahdollisesti pyörivät eri nopeudella. Jos se ei riitä, olisi selvitettävä minkälaisella käsittelyllä kuori saadaan erottumaan. Kokeen yhteydessä kokeiltiin kuorten irrotusta ravistamalla rikottuja siemeniä voimakkaasti, mutta tämän todettiin olevan tehotonta. Kokeiltavaksi kannattaa siis valita mekaaniseen hiertämiseen perustuvia menetelmiä.

Elektrostaattinen erottelu

Valssikuorintakokeen yhteydessä huomattiin, että siemenet varautuivat sähköisesti kuorinnan aikana, ja testiympäristön sähkökentät erottivat kuoria. Elektrostaattinen erotus on siis potentiaalinen tapa erottaa kuoret kuorettomista siemenistä.

Menetelmän toimivuus olisi mielenkiintoista varmistaa kokeilulla. Elektrostaattisella erotuksella on ilmavirtauksia käyttäviin erotustapoihin nähden pienempi energiantarve, mikä tekee siitä hyvin mielenkiintoisen vaihtoehdon kuorenerotukseen.

Muut kuorenerotusprosessit

Syklonin, ilmaluokituksen ja erottelupöydän toimivuutta ei kokeiltu työssä lainkaan. Vertaileva tutkimus näiden prosessien välillä antaisi hyödyllistä tietoa mahdollisesti tulevia koneinvestointeja ajatellen.

Impaktikuorija

Impaktikuorijan soveltuvuutta hampunsiemenen kuorintaan ei työssä varmistettu kokeellisesti. Kirjallisuustiedon perusteella menetelmä toimii erittäin hyvin monille erityyppisille siemenille ja pähkinöille. Öljykasvien siemenillä päästään tuloksiin joissa yli 95% siemenistä kuoriutuu, mutta ytimien hajoaminen jää alle 5%:iin. Todennäköisesti myös hampulla kuorintatulos on mahdollista saada hyväksi.

Kuorettoman siemenen käsittely ja pakkaus

Tutkimusmateriaalin seassa kuoriutuneina olleiden siementen maun todettiin muuttuneen todella kitkeräksi rasvojen pilaantumisesta johtuen. Kuoritun siemenen pilaantumista voidaan ehkäistä ilmatiiviillä pakkaamisella. Voitaisiin tutkia olisiko vakuumi- tai suojakaasupakkaamisella saavutettavissa parempi säilyvyys.

LÄHTEET

- Advantech Mfg. 2001. Test Sieving: Principles and Procedures - A Discussion of the Uses, Capabilities, and Limitations of Testing Sieves as Analytical Tools.
- Callaway, J. & Laakkonen, T. 1996. Cultivation of Cannabis oil seed varieties in Finland. Journal of the Industrial Hemp Association. 3 (1) June 1996
- Callaway, J. 2004. Hempseed as a nutritional resource: An overview. Department of Pharmaceutical Chemistry, University of Kuopio. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Callaway, J. 2008. Finola Developmental Morphology. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 25.10.2012]. Saatavissa: <http://finola.com/FinolaDevelopment%20gif.pdf>
- Callaway, J. 2012. Basic information on FINOLA Agronomy for 2012 [Verkkootikeli] [Viitattu 26.10.2012] Saatavissa: http://www.finola.com/Finola_basic_farming_info_05062012.pdf
- Can Seed Equipment. Ei päiväystä [Verkkosivu] [viitattu: 2.11.2012] saatavissa: . www.canseedequip.com/milling.php
- Carre, P. 2009. Sustoil D2.1: Report about dehulling, the first step of oilseeds bio-refining. Creol.
- Educannabis. Ei päiväystä. [verkkosivusto] [viitattu 27.10.2012] saatavissa: <http://educannabis.com/>
- Etra. Ei päiväystä [verkkosivusto] [viitattu: 30.10.2012] saatavissa: www.etra.fi
- Euroopan komissio. 2011. COMMISSION REGULATION (EU) No 331/2011 of 6 April 2011 amending Regulation (EC) No 1120/2009 as regards the use of land for the production of hemp within the framework of the implementation of the single payment scheme provided for in Council Regulation (EC) No 73/2009
- Hamppu kotimainen vaihtoehto soijalle. 2004. Kehittyvä Elintarvike -lehti 2004 (3).
- Hayward, H. 1938. The Structure of Economic Plants. New York. The MacMillan Company
- Hemp oil can. Ei päiväystä. [verkkosivusto] [viitattu 6.11.2012] saatavissa: www.hempoilcan.com
- Hempfood. Ei päiväystä. [verkkosivusto] [viitattu 6.11.2012] saatavissa: www.hempfood.fi

- Hyötyhamppu. Ei päiväystä. [verkkosivusto] [viitattu: 21.10.2012] saatavissa: www.hyotyhamppu.fi
- Hämäläinen, T. 2007. Vakiosyklonierottimen toimintaperiaatteet, mitoitusmenetelmät ja mitoitus. Energiatekniikan kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- Manitoba harvest. Ei päiväystä [verkkosivusto] [viitattu 6.11.2012] saatavissa: . <http://manitobaharvest.com>
- Norokytö, N. 2010. Hyötyhampun käytön haasteet ja mahdollisuudet Suomessa. Opinnäytetyö. Turun Ammattikorkeakoulu.
- New Zealand Department of Labour. 1984-2004. Safe use of the horizontal two roll mill.
- Närvä, S. 2008. Hamppu (Cannabis sativa), mahdollisuuksien luonnonkuitu. Opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu.
- Oliver Manufacturing Company, Inc. Gravity Separator Operating Instructions Manual. Colorado.
- Seppälä, N. 1998. Hamppu – Mahdollisuuksien kasvi. Opinnäytetyö. Varsinais-Suomen maaseutuoppilaitos. Saatavissa: <http://kukin.to/tietosivut/hampputieto.html>
- Suvannapa, K. & Sudajan, S. Ei päiväystä. Effects of Feed Rate, Type of Striking Surface and Impeller Speed on the Performance of Centrifugal Type Sunflower Seed Shelling Unit. [Verkkoartikkeli] [viitattu 01.11.2012] Saatavissa: <http://www.phtnet.org/download/phtic-seminar/504.pdf>
- Thygesen, A. 2006. Properties of hemp fibre polymer composites -An optimisation of fibre properties using novel defibration methods and fibre characterisation. Risø National Laboratory. Denmark: Roskilde.
- Walker, E. 1997. Cannabis: The Hemp Plant. [Verkkójulkaisu] Southern Illinois University Carbondale. Ethnobotanical Leaflets. [Viitattu 27.10.2012.] Saatavissa: <http://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1303&context=eb>

