

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
**TIEDOTE** **13/95**

---

**HANNELE SANKARI**

**Pellolla viljeltävän non food -raaka-aineen  
saatavuus, laatu ja hyödyntäminen  
kemian teollisuuden tarpeisiin kriisitilanteissa.  
Tuotannon ja jalostuksen mahdollisuudet Suomessa.**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS  
TIEDOTE 13/95

HANNELE SANKARI

**Pellolla viljeltävän non food -raaka-aineen saatavuus, laatu ja hyödyntäminen kemian teollisuuden tarpeisiin kriisitilanteissa. Tuotannon ja jalostuksen mahdollisuudet Suomessa**

***(Summary: Availability of cultured non food raw material, its quality and utilization for the needs of the chemical industry during a crisis. A study of the possibilities for production and processing in Finland)***

Maatalouden tutkimuskeskus  
Kasvintuotannon tutkimuslaitos  
Kasvinviljelyn tutkimusala  
31600 JOKIOINEN  
Puh. (916) 41 881

Jokioinen 1995  
ISSN 0359-7652

# SISÄLLYS

ESIPUHE . . . . .	5
TIIVISTELMÄ . . . . .	7
SUMMARY . . . . .	8
1 JOHDANTO . . . . .	9
2 PELTOALAN KÄYTTÖ SUOMESSA . . . . .	9
3 MAATALOUDEN TUOTANTOPANOSTEN ALKUPERÄ JA KULUTUS . . . . .	10
4 VIJELYKASVIEN NON FOOD -KÄYTTÖ . . . . .	13
4.1 Teollisuuskasvit . . . . .	14
4.1.1 Hiilihydraatit . . . . .	14
4.1.1.1 Tärkkelys . . . . .	15
4.1.1.2 Sokerit . . . . .	19
4.1.1.3 Selluloosa . . . . .	20
4.1.2 Öljyt ja rasvat . . . . .	22
4.1.3 Proteiinit . . . . .	25
4.1.4 Lääkeaineet . . . . .	26
4.2 Energiakasvit . . . . .	29
4.2.1 Etanoli . . . . .	29
4.2.2 Kasviöljy polttoaineena . . . . .	30
4.2.3 Kasviöljy voiteluaineena ja hydraulioöljynä . . . . .	31
4.2.4 Biomassa kiinteänä polttoaineena . . . . .	31
4.2.5 Biokaasu . . . . .	32
4.2.6 Kaasutuskaasu . . . . .	33
5 MUIDEN MAATALOUSTUOTTEIDEN NON FOOD -KÄYTTÖ . . . . .	33
6 PELLOLLA VIJELTÄVÄN NON FOOD -RAAKA-AINEEN TUOTANTO- JA HYÖDYNTÄMISMAHDOLLISUUDET SUOMESSA	34
KIRJALLISUUS . . . . .	40

## **ESIPUHE**

Tämä Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedotteena nyt julkaistava kirjallisuustutkimus on alunperin Huoltovarmuuskeskukselle tehty tilaustyö. Tehtävänä oli selvittää, kuinka elintarvike- ja rehu- tuotannosta vapautunutta peltoa voidaan käyttää kemian teollisuuden tarvitseman non food -raaka- aineen tuotantoon Suomessa.

Kiitän selvitystyön eri vaiheissa saamastani hyödyllisestä palautteesta professori Timo Melaa, erikoistutkija Leena Hömmöä ja maatalousasiamies, agr. Matti Räsästä.

Jokioisissa lokakuussa 1995

Hannele Sankari

**SANKARI, H. Pellolla viljeltävän non food -raaka-aineen saatavuus, laatu ja hyödyntäminen kemian teollisuuden tarpeisiin kriisitilanteissa. Tuotannon ja jalostuksen mahdollisuudet Suomessa. (Summary: Availability of cultured non food raw material, its quality and utilization for the needs of the chemical industry during a crisis. A study of the possibilities for production and processing in Finland). Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 13/95. 42 p.**

Avainsanat: non food, teollisuuskasvit, energiakasvit, kemian teollisuus, omavaraisuus, kriisi

## **TIIVISTELMÄ**

Suomessa oli vuonna 1994 noin 500 000 ha kesantopeltoa. Tämä elintarvike- ja rehu tuotannosta vapautunut pelto olisi nykyisessä tilanteessa käytettävissä kokonaan non food -tuotantoon. Myös kriisitilanteessa kesantopeltojen käyttäminen non food -tuotantoon on mahdollista; tarkoitukseen käytettävä pinta-ala riippuu kriisin luonteesta. Poikkeusolosuhteissa on kasvintuotannon kannalta tärkeää, että tiloilla on riittävästi työvoimaa, tuotantokalusto on kunnossa ja polttoaineen, kylvösiementen, lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden saanti on turvattu.

Viljelykasvit ryhmitellään niitä käyttävän non food -sektorin tarpeiden mukaan teollisuuskasveihin ja energiakasveihin. Kasviraaka-aineen laatu- ja jalostusastevaatimukset ovat näissä ryhmissä erilaiset. Teollisuuskasvien tärkkelystä voidaan käyttää mm. paperi-, rakennus-, liima-, kemikaali-, muovi- ja lääketeollisuuden tuotteissa. Kasvien selluloosasta voidaan valmistaa mm. tekstiilejä, paperia, muovin täyteainetta, kuituja, kelmuja ja räjähdysaineita. Kasviöljyjä ja -rasvoja käytetään ainakin pesuaine-, tekstiili-, maali- ja paperiteollisuudessa. Edellisten lisäksi non food -lähteitä ovat myös sokeri-, valkuais- ja lääkekasvit.

Kasvien sokeria, tärkkelystä, selluloosaa ja öljyä voidaan käyttää myös fossiilisia polttoaineita korvaavina energian lähteinä. Näistä voidaan valmistaa bioetanolia, biodieseliä, kiinteää polttoainetta, biokaasua ja kaasutuskaasua. Myös mehiläistuotteita ja maitoa voidaan hyödyntää non food -tarkoituksiin.

Kaikista Suomessa viljeltävistä kasveista saadaan non food -raaka-aineita. Kasvin viljelyedellytysten lisäksi tuotetun raaka-aineen laatu sekä määrä pinta-ala-yksikköä kohti ratkaisevat, mitä kasveja non food -tuotantoon kannattaa valita. Myös teollisuuden valmius jatkojalostaa kasvituotteita ja mahdollisen kriisin luonne vaikuttavat viljelyalojen koon, kasvilajien ja -lajikkeiden valintoihin.

## **SUMMARY**

*In 1994, the total field area lying fallow in Finland was 500 000 hectares. This area which has been taken out of food and feed production could be used totally for non food production today. This would also be possible during a state of emergency, although the area available would be dependent on the nature of the crisis. The most important preconditions for crop production during a state of emergency are sufficient labour, agricultural equipment in working order, and the availability of adequate supplies of fuel, seed, fertilizer and plant protection agents.*

*Cultivated crops can be grouped according to the needs of the non food sector into industrial crops and energy crops. These two groups make different demands for the quality and degree of refinement of the plant material. Starch derived from industrial plants can be used in several industrial products like paper, building materials, glue, chemicals, plastics and medicinal products. Plant cellulose is used in textiles, papers, filling material, fibres, films and explosives. Vegetable oils and fats can be utilized in detergents, textiles, paints and paper, etc. Other non food sources are sugar crops, protein crops and medicinal plants.*

*Crops containing sugar, starch, cellulose or oil can be used as substitutes for fossil fuels. Bioethanol, biodiesel, solid fuel, biogas and gas derived from gasification are examples of these fuel forms. Some other non food products derived from a farm, like bee products and milk, can also be utilized for various non-food purposes.*

*All cultivated crops in Finland are sources of different non food raw materials. Crop habitat as well as the area yield of the raw material and the quality of the material determine which crops are most suitable for non food purposes. Further, the area devoted to non food production and the crops chosen are determined by industry's readiness to process plant material and by the nature of any crisis.*

*Key words: non food, industrial crops, energy crops, chemical industry, self-sufficiency, crisis*

## 1 JOHDANTO

Pellolla tuotetun kasvimateriaalin käyttö non food -tuotteiden raaka-aineena on lisääntymässä teollisuuden eri aloilla myös Suomessa. Teollisuuden kiinnostuksen lisäksi non food -tuotteiden tarjonnan lisääntymiseen vaikuttavat ympäristöystävällisiä ja luonnonmukaisia tuotteita haluavat kuluttajat sekä ylituotannon seurauksena kesannointitoimpiteisiin velvoitettu viljelijäväestö, joka tulevaisuudessaakin haluaa saada elinkeinonsa peltoviljelystä. Muita syitä ovat mm. maailmanlaajuinen saastuminen ja riippuvuus uusiutumattomista fossiilisista polttoaineista ja raaka-aineista. Luonnonmateriaalien käyttönotolla voitaisiin saastumista ja riippuvuutta fossiilisista polttoaineista vähentää Suomenkin osalta.

Monilla teollisuuden aloilla on kehitetty erilaisia kasvimateriaalien käyttömuotoja, mutta näiden tuotteiden kaupallista hyödyntämistä haittaavat toistaiseksi korkeat valmistuskustannukset. Kriisitilanteissa, jolloin jokapäiväisessä elämässä käytettävien kulutushyödykkeiden saanti voi tuonnin tyrehtymisen vuoksi vaikeutua tai jopa loppua, muutkin näkökohdat kuin tuotannon taloudellisuus voivat nousta tärkeiksi. Silloin on eduksi kyky tuottaa kotimaan pelloilla eri tuotannonhaaroja varten monipuolisia raaka-aineita.

## 2 PELTOALAN KÄYTTÖ SUOMESSA

Peltoalan nykykäytön tarkastelu antaa kuvan siitä, mitä kasvilajeja maassamme voidaan viljellä, missä laajuudessa niitä viljellään, miten eri kasvilajien tuotanto on painottunut maan eri osiin, ja paljonko elintarvike- ja rehutuotannosta vapautunutta peltoa olisi mahdollista ottaa non food -tuotannon piiriin. Viljeltävän kasvin valinta riippuu mm. ilmastosta, pellon maalajista, viljelysopimuksista, viljellyn kasvin satomäärästä ja sadosta saatavasta myyntihinnasta, tilan itse tuottaman ja kuluttaman kotieläinrehun tarpeesta, ja tilan koneistuksesta. Näin ollen kasvia, josta saadaan teollisuuden haluamaa raaka-ainetta, ei välttämättä voida alkaa viljellä millä tahansa pellolla.

Vuonna 1994 Suomen peltoala oli noin 2,5 miljoonaa hehtaaria. Tästä alasta oli viljeltyä lähes 1,8 miljoonaa hehtaaria ja kesantona hoidettiin 0,5

miljoonaa hehtaaria. Jäljelle jäävä ala oli muuta viljelemätöntä peltoa (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1994 a). Kesantoala pieneni EU-jäsenyyden myötä noin 300 000 hehtaariin kasvukaudella 1995 (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1995). Koska kyse on kesantovelvoitteen muuttumisesta johtuvasta kesannon vähenemisestä, voidaan edelleen arvioida, että non food -tuotannon harjoittaminen olisi välittömästi mahdollista ainakin 500 000 hehtaarin alalla ravinnontuotannon siitä kärsimättä. Kriisitilanteissa, jossa tuotantopanokset vähenisivät, elintarvike- ja rehutuotantoon käytettävää pinta-alaa jouduttaisiin kuitenkin lisäämään nykyisestä.

Peltoalan käyttöä on seuraavaksi tarkasteltu maatiiloittain ja puutarhayrityksittäin, koska suurilla aloilla tapahtuva energia- ja teollisuuskasvituotanto sopii lähinnä maatiloille. Lääkekasvituotanto, joka voidaan sisällyttää yrtti- ja rehutuotannon piiriin, on sen sijaan paljon työtä vaativaa, eivätkä kasvit aina ole yhtä viljelyvarmoja kuin viljat tai nurmet. Lääke- ja maustekasvituotanto sopiikin paremmin pienille viljelyaloille ja erikoistuneille puutarhayrityksille.

### *Peltokasvit*

Viljelykasviemme pääryhmät ovat viljakasvit ja nurmikasvit. Viljakasveista viljellään pinta-aloittain tarkasteltuna eniten ohraa (*Hordeum vulgare* L.) ja kauraa (*Avena sativa* L.). Nurmikasviala käytetään suurimmaksi osaksi kuivaheinän ja säilörehun tuotantoon (Taulukko 1).

Korsiviljojen tuotanto painottuu viljellyn peltoalan mukaan Uudenmaan, Turun, Hämeen, Kymen, Satamalan, Pirkanmaan, Etelä-Pohjanmaan ja Vaasan maaseutuelinkeinopiireihin. Nurmikasvit taas ovat eniten viljelty kasviryhmä kaikissa muissa maaseutuelinkeinopiireissä (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1994 a).

### *Yrtti- ja maustekasvit*

Lääkekasveina käytetään tavallisimmin viljeltyjä yrtti- ja maustekasveja tai luonnonvaraisia kasveja. Yrtti- ja maustekasveja viljellään pääasiassa niiden tuotantoon erikoistuneilla tiloilla tai puutarhayrityksissä, ja niiden viljelyalat ovat tavallisesti pieniä. Näissä erikoistuneissa yrityksissä on hyvä kokemus paljon käsityötä ja erikoismenetelmiä vaativasta viljelystä. Joitakin maustekasveja, kuten

**Taulukko 1. Peltoalan käyttö Suomessa vuonna 1994 (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1995).**

	Peltoala ha
<b>Viljakasvit yhteensä</b>	<b>947 700</b>
Syysvehnä	11 300
Kevätvehnä	77 600
Ruis	8 600
Ohra	505 700
Kaura	334 300
Seosvilja	10 200
Herne	6 200
Peruna	36 500
Sokerijuurikas	33 900
<b>Nurmikasvit yhteensä</b>	<b>684 300</b>
Kuivaheinä	257 900
Säilörehu	268 400
Tuorerehu	27 700
Laidun	122 500
Siemenviljely	7 800
Kevätrypsi- ja rapsi	67 200
Muut kasvit	21 000
Kesanto	505 100

kuminaa (*Carum carvi* L.) ja sinappia (*Sinapis alba* L., *Brassica juncea* L.), voidaan tuotantotekniikan puolesta viljellä maatiloilla myös laajemmilla, useiden hehtaarien peltoaloilla tavallisten viljalajien rinnalla.

Puutarhayritysten avomaaviljelmien pinta-ala Suomessa oli vuonna 1993 yhteensä 15 434 ha. Suurimmat, yli tuhannen hehtaarin avomaaviljelmät löytyvät Uudenmaan, Turun, Satakunnan, Hämeen, Mikkelin ja Kuopion maaseutuelinkeino-alueista. Avomaaviljelmät ovat pääasiassa vihanneviljely- tai marjanviljely-yrityksiä. Nykyisten lääkekasveja viljelevien yritysten määrästä ei ole tarkkaa tietoa, sillä lääkekasvit sisältyvät yrtti-, siemen- ja juurimausteiden viljelyaloihin (Taulukko 2).

Yrttimausteita ovat lehtimausteet, kuten persilja (*Petroselinum crispum* Mill.). Siemenmausteita ovat mm. kumina ja sinappi, ja juurimausteita esimerkiksi piparjuuri (*Armoracia rusticana* L.) ja väinönputki (*Angelica archangelika*). Varsinaista lääkekasvituotantoa on Suomessa vain muutamien hehtaarien alalla. Sopimusviljelmillä tuotetuista lääkekasveista tunnetuin on auringonhattu (*Echinacea purpurea* L.).

### 3 MAATALOUDEN TUOTANTOPANOSTEN ALKUPERÄ JA KULUTUS

Lähes kaikkien maatalouden tuotantopanosten pitäisi olla kotimaisia, jotta kriisitilanteessa häiriöt ulkomaisissa toimituksissa eivät vaikuttaisi nykyisen kasvintuotantomme laajuuteen tai satotasoon. Nykyinen peltokasviviljely edellyttää koneistuksen toimivuutta sekä lannoitteiden, kylvösiementen ja kasvinsuojeluaineiden saatavuutta. Jos jostain tuotantopanoksesta joudutaan tinkimään, on varauduttava myös pienempään satoon ja heikompaan laatuun. Tuotantopanosten lisäksi kasvintuotannon edellytyksenä voidaan pitää maatilojen työvoiman ammattitaitoa, jonka turvin tuotetaan panoksia haaskaamatta määrällisesti ja laadullisesti korkea sato (Puolustustaloudellinen suunnittelukunta 1987).

#### *Kalusto ja koneiden käyttöenergia*

Traktori, siihen kiinnitettävät peltotyökoneet sekä puimuri ja kuivuri ovat kasvinviljelyn perusedellytyksiä Suomessa. Maassamme oli 234 000 traktoria vuonna 1991, eli traktori jokaista yhtätoista viljelykelpoista peltohehtaaria kohti. Puimureita oli samana vuonna 49 000, eli yksi puimuri jokaista kahtakymmentäyhtä peltohehtaaria kohti (Maatalousalan tiedotuskeskus 1994 a).

Suomessa vuonna 1992 myydyistä maatalouskoneista oli 48 prosenttia kotimaisia (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1993). Vaikka koneiden valmistuksen ja kokoamisen tietotaitoa olisikin tarjolla runsaasti, ei kriisitilanteessa välttämättä saada ulkomailta riittävästi maatalouskoneiden ja -laitteiden valmistuksessa tarvittavia raaka-aineita, komponentteja ja varaosia. Tarkoituksenmukaisinta olisi kuitenkin yrittää säilyttää tuotantotekniikka, koska esimerkiksi hevosiä on valjastettavissa peltotyöhön vain hyvin rajallisesti.

Maatilojen tuotannossa kului energiaa 781 958 toe vuonna 1991 (toe = ekvivalentti öljytonni = 1 t raskasta polttoöljyä = 1,041 t kevyttä polttoöljyä). Käytettyjä energiamuotoja olivat kevyt ja raskas polttoöljy, dieselöljy, moottoribensiini, moottoripetrooli, nestekaasu, polttopuu, turve, sähkö, maa-kaasu ja kaukolämpö (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1993). Maatalouden



**Taulukko 2. Yrtti-, siemen- ja juurimausteiden viljely avomaalla maaseutuelinkeinopiireittäin vuonna 1993 (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1994 b).**

Maaseutuelinkeinopiiri	Yrttimausteet, ha	Siemenmausteet, ha	Juurimausteet, ha
Uusimaa	26,80	175,77	2,49
Turku	22,33	313,36	5,08
Satakunta	4,38	107,99	0,17
Häme	12,55	237,14	0,92
Kymi	2,51	31,54	0,54
Mikkeli	2,24	—	0,64
Pirkanmaa	6,99	96,32	0,40
Etelä-Pohjanmaa	0,44	97,91	1,03
Vaasa	0,83	33,00	0,06
Keski-Pohjanmaa	0,16	2,00	0,02
Keski-Suomi	0,96	22,99	0,29
Kuopio	2,15	1,99	0,87
Pohjois-Karjala	0,74	—	0,20
Kainuu	1,76	—	0,05
Oulu	0,52	23,80	0,11
Lappi	1,45	—	0,01
Ahvenanmaa	14,35	—	—
<b>Koko maa</b>	<b>102,31</b>	<b>1143,01</b>	<b>12,88</b>

energiaomavaraisuusaste ei ole kovin suuri. Kotimaisen energian liian korkea hinta verrattuna tuontienergiaan on tähän asti ollut käytön suurin este. Kriisitilanteessa voidaan kotimaisen energian osuutta lämmöntuotannossa tai moottoripolttoaineissa lisätä käyttämällä puuta ja turvetta sekä pellolla tuotettuja kasviöljyjä, viljaetanolia ja kiinteätä kasvibiomassaa.

Vaihtoehtoisten energiamuotojen järkevän käytön edellytyksenä on positiivinen energiatase. Ts. viljellystä kasvustosta on saatava enemmän energiaa, kuin mitä sen tuotantoon on pantu. Suomalaisen biodiesel-projektin arvion mukaan rypsiöljyesteristä saadaan 1,7 kertaa enemmän energiaa kuin mitä sen tuotantoon kuluu, kun laskelmissa otetaan huomioon rouheen käyttö kotieläinrehuna (TULISALO 1993). Viljaetanolin energiataseeksi saadaan PETÄJÄN (1992) mukaan 1,4, jos sivutuotteen hyödyntäminen karjanrehuna huomioidaan.

### Siementuotanto

Viljojen, öljykasvien, nurmikasvien, vihannesten ja juureksien tuotanto olisi kriisitilanteessakin turvattava. Kasvinviljely perustuu meillä maamme pohjoisesta sijainnista johtuen pääasiassa kotimaisiin lajikkeisiin. Lyhyestä kasvukaudesta ja pitkästä päivästä johtuen vain pieni osa ulkomaisista lajikkeista tulee kasvuoloissamme ja tuottaa

tydyttävän sadon. Nämäkin lajikkeet ovat yleensä peräisin läheltä, naapurimaasta Ruotsista.

Suomalainen kasvinjalostus on keskittynyt Jokioisiin, ja siitä vastaa valtion liikelaitos Boreal Suomen kasvinjalostus. Uusien lajikkeiden soveltuvuus erilaisiin kasvuoloihin testataan virallisilla lajikekokeilla Maatalouden tutkimuskeskuksessa. Jokioisten lisäksi kokeita perustetaan useille tutkimusasemille ympäri Suomea. Kotimaisen jalostustyön lisäksi myös siementen varmuusvarastointi turvaa kriisitilanteen kasvintuotantoa.

### Lannoitteet

Ravinteet ovat kasvin kasvulle ja kehitykselle välttämättömiä. Lannoitus on helppo tapa palauttaa ravinteita kasvien köyhdyttämään maahan seuraavaa kasvukautta ja uusia kasveja varten. Käytettävän lannoitteen laatu ja määrä riippuvat mm. maalajista, esikasveista ja kylvettävän kasvilajin tai -lajikkeen ominaisesta ravinnetarpeesta.

Suomessa käytetyt lannoitteet ovat pääasiassa teollisesti valmistettuja. Lannoitusvuonna 1992/93 maataloilille myydyt lannoitteet sisälsivät tyyppiä 168 miljoonaa kiloa, fosforia 35 miljoonaa kiloa ja kaliumia 71 miljoonaa kiloa (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1993).

Typpeä saadaan KIVIOJAN (1987) mukaan ilmasta nesteyttämällä, tislamalla. Sen annetaan reagoida hiilivedystä, esimerkiksi öljystä, valmistetun vedyn kanssa, jolloin saadaan ammoniakkia, joka muutetaan edelleen katalyyttisellä poltolla typen oksideiksi, ja veteen imeyttämällä typpihapoksi. Typpilannoitteen valmistus olisi raaka-ainetoimitusten tuonnin tyrehtyessä turvattua, sillä Kemira Oy on rakentanut Ouluun typpitehtaan, jonka energialähteenä voidaan käyttää turvetta. Vaikka lannoitetyypen raaka-aineen, ammoniakkin, valmistus onkin Suomessa teknisesti mahdollista, tehdas ei ole toistaiseksi toiminnassa. Tuotanto on ammoniakkin nykyhinnoista johtuen kannattamatonta (MELA 1994).

Toista pääravinnetta, fosforia, saadaan kaivoksista. Fosforimalmi rikastetaan ja muutetaan rikkihapon avulla fosforihapoksi. Maailmassa on paljon fosfaattikaivoksia, Suomessa esimerkiksi Kemiran Siilinjärven kaivos (KIVIOJA 1987). Siilinjärveltä saatavan fosforin raaka-aineen, apatiitin, laatu on hyvä. Se ei sisällä juuri lainkaan kadmiumia, joka on haitallinen raskasmetalli. Siilinjärven apatiitti riittää Suomen tarpeita varten seuraavaksi sadaksi vuodeksi, jonka jälkeen on käytettävissä Soklin esiintymä (MELA 1994).

Lannoitteiden kaliraaka-aineena käytetään yleensä maaperästä saatavaa kaliumkloridia eli kalisuolaa. Kalisuola tuodaan ulkomailta, ja sen kaliumpitoisuus on 60 %. Siilinjärveltä saadaan tarvittaessa kotimaista kalilannoitetta, biotiittia, jota syntyy fosforirikastamon sivutuotteena 5 miljoonaa tonnia vuodessa. Sen sisältämä kaliumpitoisuus on kalisuolaan verrattuna kuitenkin vaatimaton, vain 4,7 %. Kaliumin lisäksi biotiitissa on myös mm. 5 % magnesiumia, 7 % kalsiumia ja vähän rautaa (KÄLLANDER 1993).

Jotkut viljelykasvit, kuten peruna (*Solanum tuberosum* L.), eivät siedä klooria. Näitä kasveja varten tarvitaan kloorittomia lannoitteita. Tällöin lannoitukseen käytetään kaliumsulfaattia, jota valmistetaan kaliumkloridista ja rikkihaposta. Lannoiteteollisuudessa tärkeä rikkihappo valmistetaan puolestaan sulfidimalmin pasutuksesta tai alkuaainerikin poltosta saatavasta rikkioksidikaasusta (KIVIOJA 1987).

Teollisten lannoitteiden kotimaisen valmistuksen tai tuonnin vähentyessä pitäisi tavallisilla kasvin tuotantotiloilla korvata puuttuva lannoitus soveltamalla luonnonmukaisen viljelyn periaatteita. Luonnonmukainen viljely perustuu mahdollisimman pitkälle tilakohtaisiin ja paikallisiin luonnonvaroihin. Pellon viljavuutta ylläpidetään eloperäisin lannoittein ja puuttuvia ravinteita voidaan lisätä vain kemiallisesti mahdollisimman alkuperäisessä muodossa (KÄLLANDER 1993). Myös viljelykierron monipuolisuus, esimerkiksi palkokasvien mukaanotto kiertoon, vähentää seuraavan kasvukauden typpilannoitustarvetta.

Vuosina 1984–86 tehdyn haastattelututkimuksen perusteella luonnonmukaisin menetelmin viljelevien suomalaisten maatalojen lannoitus perustui lähinnä karjanlantaan, joka oli 90 %:lla haastatelluista peräisin omalta tilalta (MELA 1988). Lantaa ei yleensä kuitenkaan riittä toimitettavaksi oman karjatilän ulkopuolelle, eikä sen kuljetukseen nurmikasvien viljelyalueelta viljakasvien viljelyalueelle olisi kannattavaa. Suomessa karjanhoito on lopetettu monilla tiloilla, ja ne ovat siksi hyvin riippuvaisia teollisista lannoitteista.

### Kalkitus

Suomen pellot ovat luontaisesti happamia. Happamassa peltomaassa ravinteiden saatavuus ja maan rakenne heikkenee. Typpitalous heikkenee, koska typpeä sitovien kasvien, kuten apilan (*Trifolium* sp.), herneen (*Pisum sativum* ssp.) ja härkäpavun (*Vicia faba*) juurinystyräbakteerit eivät toimi. Myös joitakin kasvitauteja, kuten rypsin möhöjuurta, esiintyy enemmän happamassa maassa (ELONEN 1991).

Maan happamuutta vähennetään kalkitsemalla. Kalkitukseen käytetään kalkkikivijauhetta, dolomiittikalkkia ja ns. kuonakalkkia. Meillä maatalouskalkit valmistetaan kalkkikivestä ja dolomiittikivestä. Kalkitusaineet ovat kotimaisia, ja merkittävimmät louhokset sijaitsevat Vimpelissä, Vampulassa, Siikaisissa, Siilinjärvellä, Sipoossa, Lohjalla, Torniossa, Virtasalmella, Kerimäellä, Lappeenrannassa, Paraisilla, Juuassa ja Paltamossa (ÖSTERMAN 1991).

Vuosittaisen ylläpitokalkituksen tarve on noin 300 kg/ha kalkkikivijauhetta (ELONEN 1991). Kalkin käyttö oli vuosina 1986–1990 keskimäärin

950 000 t, ja kalkitustavoite on 1 194 000 t vuonna 2002 (SALLASMAA 1991). Maanparannuskalkkia myytiin 640 miljoonaa kiloa lannoitusvuonna 1992/93 (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus-1993).

### Kasvinsuojelu

Suomessa käytetään selvästi vähemmän kasvinsuojeluaineita Keski- ja Etelä-Eurooppaan verrattuna. Erilaisia tautien, hyönteisten ja rikkakasvien torjunta-aineita sekä kasvunsäätteitä myytiin Suomessa tehoaineeksi laskettuna yhteensä noin 1,3 miljoonaa kiloa vuonna 1992. Suurimman myydyin kasvinsuojeluineryhmän muodostivat herbisidit eli rikkakasvien torjunta-aineet, joiden osuus tehoaineeksi laskettuna oli miljoona kiloa (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1993). Koska kasvitautien, tuholaiden ja kasvunsäätteiden osuus on tämän laskelman mukaan vain 300 000 kiloa, ovat rikkakasvit torjunta-ainemyynnin perusteella suurin kasvinsuojelun ongelma maassamme.

Sekä kasvitautien että tuholaiden torjunta-aineet tuodaan ulkomailta. Myydyimpiä torjunta-aineita, herbisidejä, valmistetaan myös Kemira Oy:n Kokkolan tehtaalla Suomessa (MELA 1994). Teollisten kasvinsuojeluaineiden saannin heiketessä on mahdollista käyttää luonnonmukaisen viljelyn torjuntamenetelmiä. Rikkakasveja voidaan torjua ennaltaehkäisevillä toimenpiteillä, joita ovat maanparannus, terveen kylvösiemenen käyttö, kylvötekniikka, kasvien varjostuskyvyn huomioonottaminen, kasvinvuorotus, aluskasvin kylvö ja maan kattaminen. Jo muodostunutta rikkakasvustoa voidaan hillitä äestämällä, liekittämällä ja haraamalla. Tauteja ja tuholaisia torjutaan käyttämällä tervettä kylvösiementä, monipuolista viljelykiertoa, kestäviä lajikkeita, sekä luontaisia vihollisia, kuten hyönteisiä, sienä, bakteereja ja viruksia (KÄLLÄNDER 1993). Käsite biologinen torjunta sisältää kaikki toimenpiteet, jotka kemikaaleja käyttämättä edistävät luonnon ja kasvien omia torjuntamekanismeja, kuten hyödyllisen pieneliöstön hyvinvointia ja kasvien taudinkestävyyttä (Kasvinsuojeluseura 1985). Biologisen torjunnan hyväksikäyttö etenee hitaasti. Laboratoriokokeissa on saatu lupaavia tuloksia, mutta käytännön viljelyolosuhteissa ei ole onnistuttu yhtä hyvin. Myös mikrobivalmisteiden tuotanto on osoittautunut hankalaksi tai kalliiksi. Kaupallistetuista maailmanlaajuisesti

merkittävistä mikrobivalmisteista ovat esimerkkejä suomalaiset biofungisidit, Mycostop ja Rotstop (UOTI 1994). Mycostop on tarkoitettu esimerkiksi kurkun (*Cucumis sativus*) juuristotautien ja Pythium-taudin torjuntaan, ja sen tehoaineena on *Streptomyces griseoviridis*-sädesienen rihmastoa ja itiöitä (Kemira 1992).

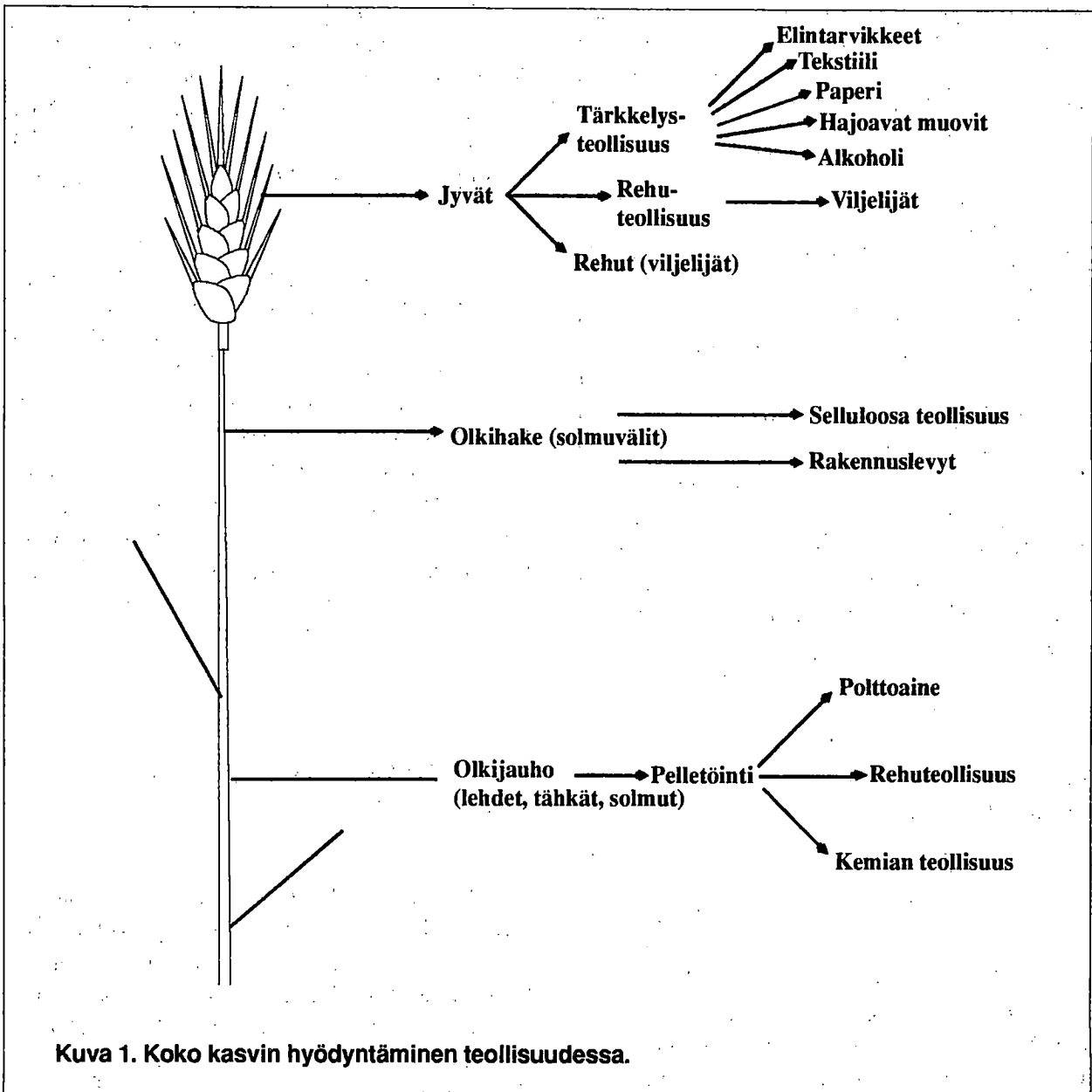
Maatalouden tutkimuskeskuksen Kasvinsuojelun tutkimuslaitoksella on tutkittu sinappirouheen vaikutusta rikkakasvien siementen itämiseen, vehnän (*Triticum aestivum* L.) tyvitauteihin ja perunan kysta-ankeroisten kehitykseen. Monet *Brassica*- ja *Sinapis*-sukujen kasvit sisältävät rikkipitoisia yhdisteitä, glukosinolaatteja, joiden hajoamistuotteet ovat myrkyllisiä tietyille kasveille, sienille, bakteereille ja ankeroisille. Kokeen tähänastiset tulokset osoittavat, että sinapin siemenrouhetta voitaisiin käyttää kysta-ankeroisten ja rikkakasvien torjuntaan (JAAKKOLA ym. 1994).

## 4 VILJELYKASVIEN NON FOOD -KÄYTTÖ

DAMBROTHIN (1993) mukaan hyvinvointivalttioiden maatalous kärsii taloudellisesta ja ekologisesta kriisistä. Ensimmäinen on seurausta maatalouspolitiikasta, ja jälkimmäinen korkeista tuotantovoitteista, jotka ovat johtaneet ylisuurten tuotantopanosten käyttöön ja viljelykasvien yksipuolistumiseen.

Ylimääräisestä elintarvike- ja rehuviljatuotannosta tulisi luopua. Viljelemättä jätetyille kesantoaloille pitäisi silti löytää uutta käyttöä, jotta välttyttäisiin uusilta ekologisilta ongelmilta, kuten ravinteiden huuhtoutumisen seurauksilta. Peltokasvien uusien hyödyntämismahdollisuuksien tutkiminen onkin käynnistynyt eri puolilla maailmaa. Non food-raaka-aineeksi tuotettujen uusien tai uusvanhojen kasvilajien myötä on pelloille palaamassa myös monimuotoinen viljely.

Non food -käyttöön tarkoitettujen viljelykasvit jaotellaan usein kahteen ryhmään, teollisuuskasveihin ja energiakasveihin. Kasviraaka-aineelta vaaditaan ryhmästä riippuen mm. erilaista raaka-aineen laatua ja jalostusastetta.



Kuva 1. Koko kasvin hyödyntäminen teollisuudessa.

Teollisuuskasvituotannossa kasvien syntetisoimat aineet, kuten öljyt, rasvat (vahat ja hartsit), tärkkelys, sokeri- ja valkuaisaineet tai kuitu, selluloosa-, väri-, aromi- ja lääkeaineet otetaan talteen, ja niitä käytetään kemian teollisuuden raaka-aineina. Tuotteen laadulle asetetaan suuria vaatimuksia. Energiakasvituotannossa on sensijaan tärkeintä saada korkea biomassasato pinta-alayksikköä kohti. Esimerkiksi etanolin tuotantoa varten ovat kasvin sisältämät tärkkelyksen tai sokerin määrät laatua tärkeämpiä. Sama koskee myös tiettyjä kasviöljyn käyttökohteita (DAMBROTH 1991). Kasvin eri osat, kuten siemenet ja korret, ovat erilaisia non food -materiaaleja. Koko kasvin 'paloittelemista' ja hyödyntämistä elintarvikkeena, rehuna ja non food -tuotteina pidetään tavoitteena. Kuvasta 1 nähdään, miten viljakasvin eri osia voisi hyödyntää.

## 4.1 Teollisuuskasvit

Kasvikunnasta peräisin olevien tuotteiden moninaisuudesta huolimatta voidaan tehdä joitain yleistyksiä. Kasvituotteet ovat pääasiallisesti joko hiilihydraatteja, kuten sakkaroosia, tärkkelystä, fruktaania ja selluloosaa, tai hiilivetyjä, kuten kumia ja öljyä. Kasvien proteiinit sisältävät myös tyyppiä ja rikkiä (JOHN 1992).

### 4.1.1 Hiilihydraatit

Hiilihydraatit ovat ryhmä orgaanisia yhdisteitä, jotka sisältävät hiiltä, vetyä ja happea, yleensä suhteessa 1:2:1. Hiilihydraatit voidaan jakaa karkeasti kolmeen suureen ryhmään, monosakkarideihin, oligosakkarideihin ja polysakkarideihin.

Monosakkaridit ovat hiilihydraateista yksinkertaisia, eivätkä ne hydrolyysissä enää pilkkoudu yksinkertaisimmiksi hiilihydraateiksi. Monosakkaridit ovat myös monimutkaisempien oligo- ja polysakkaridien rakennusyksiköitä. Kasvien tärkeimmät monosakkaridit ovat pentoosit (viiden hiilen sokereita) ja heksoosit (kuuden hiilen sokereita). Useimmista kasveista löytyy heksooseja, D-glukoosia, D-fruktoosia, D-mannoosia ja D-galaktoosia (DEVLIN 1975).

Oligosakkaridit ovat suhteellisen yksinkertaisia hiilihydraatteja, jotka muodostuvat kahdesta tai useammasta glykosidiketjujen yhdistäjästä monosakkaridista. Oligosakkaridit luokitellaan monosakkaridiyksiköiden määrän mukaan, siten esimerkiksi kaksi monosakkaridia muodostaa disakkaridin, kolme trisakkaridin jne. Korkeimpien kasvien perusdisakkaridi on glukoosin ja fruktoosin yhteenlinkittymisen tulos, sakkaroosi, joka tunnetaan myös juurikassokerina tai ruokosokerina. Suomessa viljeltävistä sokerikasveista sokerijuurikkaassa (*Beta vulgaris* v. *altissima*) on sakkaroosia 15–17 %.

Kun lukuisia monosakkaridiyksiköjä yhdistyy, syntyy monimutkaisia molekyyliä, joita kutsutaan polysakkarideiksi. Kasvit muuttavat usein tuottamansa yksinkertaiset sokerit polysakkarideiksi. Kaksi yleisintä kasvin polysakkaridia ovat varastotuote tärkkelys, ja rakenteellinen selluloosa, joka muodostaa suuren osan kasvien soluseinästä. Molemmat näistä yhdisteistä, kuten polysakkaridit yleensä, eroavat mono- ja oligosakkarideista siten, että ne ovat kylmään veteen liukenemattomia ja niistä puuttuu makeus (DEVLIN 1975).

Hiilihydraattien puhtausaste on korkea, ja siksi ne ovat kiinnostavia lähtömateriaaleja mm. lääkkeiden ja agrokemikaalien valmistuksessa (de WIT ym. 1993).

#### 4.1.1.1 Tärkkelys

Tärkkelystä tarvitaan suuria määriä myös muun kuin elintarviketeollisuuden sovelluksiin. Läntinen Eurooppa (EU- ja EFTA-maat) tuottaa 6,2 miljoonaa tonnia tärkkelystä vuodessa. Siitä käytetään 53 % elintarvikesektorilla ja loput 47 % non food -sektorilla, pääosin paperi- ja pahviteollisuudessa, käymisteollisuudessa ja kemian teollisuudessa. Tärkkelystä käytetään luonnollisessa muo-

dossaan 29 %, hydrolysaatteina 54 % ja modifioituna 17 %. Suurin osa tärkkelyksestä on peräisin maissista (*Zea mays* L.), vehnästä ja perunasta (RÖPER 1994).

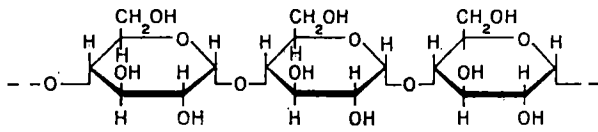
Tärkkelystä voidaan muunnella kemiallisesti, fysikaalisesti tai entsyymaattisin menetelmin. Euroopassa tuotetusta perunatärkkelyksestä 80 % modifoidaan ennen lopullista käyttöä. Kasvien geneettisellä muuntelulla voidaan luoda aivan uusia tärkkelystyypppejä, joilla on uusia toiminnallisia ominaisuuksia. Tärkkelysbiosynteesin geneettisestä säätelystä tarvitaan kuitenkin enemmän tietoa, ennen kuin tärkkelyksen määrän ja laadun manipulointi onnistuu. Tärkkelysrakenteen ja -määrän muuttaminen kasvissa kiinnostaa useita suuria yrityksiä kuten Monsantoa, Dupontia ja Unileveria (VISSER ja JACOBSEN 1993).

Tärkkelys on korkeampien kasvien pääasiallinen varastohiilihydraatti. Suurin osa fotosynteesissä tuotetusta sokerista muutetaan tärkkelykseksi, joka varastoidaan kasvisolukoon tärkkelysjyväsina. Tärkkelystä on eniten viljojen ja palkokasvien siemenissä sekä perunan mukuloissa (DEVLIN 1975, VISSER ja JACOBSEN 1993). Perunassa tärkkelystä on tuorepainosta laskettuna 18 %, vehnässä 62 %, ohrassa 58 %, rukiissa (*Secale cereale* L.) 56 % ja kaurassa (*Avena sativa* L.) 52 %. Herneellä tärkkelyspitoisuus voi vaihdella silpoydinherneen (*Pisum sativum* ssp. *sativum*) 24 %:sta peltoherneen (*Pisum sativum* ssp. *arvense*) 45 %:iin (DAMBROTH ja SCHRÖDER 1990).

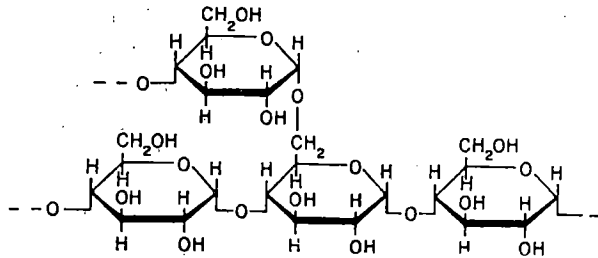
#### Tärkkelyksen rakenne ja määrä kasveissa

Tärkkelys muodostuu kahdesta polysakkaridista, amyloosista ja amylopektiinistä (Kuva 2). Amyloosissa glukosyyliyksiköt ovat liittyneet  $\alpha$ -1,4-sidoksin ja muodostavat useita tuhansia yksiköitä pitkiä, pääasiallisesti haarautumattomia ketjuja. Amylopektiinissä lyhyemmät  $\alpha$ -1,4-ketjut ovat kiinnittyneet  $\alpha$ -1,6-sidoksin ja muodostavat suurempia, runsaasti haaroittuneita molekyyliä, jotka sisältävät noin 50 000 glukosyyliyksikköä (JOHN 1992).

Amyloosin ja amylopektiinin osuudet tärkkelyksessä määräytyvät geneettisesti, määrät vaihtelevat niin kasvilajien kuin saman kasvilajin lajikkeiden välillä. Amyloosi muodostaa maissin, vehnän, ohran, kauran ja rukiin tärkkelyksestä 27–29 %



AMYLOOSI



AMYLOPEKTIINI

Kuva 2. Amyloosi ja amylopektiini (JOHN 1992).

(JOHN 1992), FLAMMEN (1991) mukaan viljan amyloosipitoisuus vaihtelee lajin, lajikkeen ja ympäristötekijöiden mukaan jopa välillä 18–28 %. Teollisuuteen kelpaavan tärkkelystuotannon todettu olevan vehnällä suhteellisen pientä, koska vain sen A-tärkkelys (primääritärkkelys, suuret tärkkelysyyväset) on puhtausasteensa puolesta verrattavissa peruna- ja maissitärkkelykseen (SCHITTENHELM 1993). Perunan tärkkelyksen amyloosipitoisuus vaihtelee 18–23 % välillä. Todella korkeita määriä amyloosia on vain silpoydinherneessä, sillä amyloosi muodostaa sen tärkkelyksestä yli 80 % (DAMBROTH 1991).

Mutaatiot aiheuttavat lisää vaihtelua kasvien amyloosi- ja amylopektiiniosuuksissa. Maissimutaatiot ovat tunnetuimpia; mm. vahamaisesta, amyloositomasta maissista raportoitiin jo vuonna 1909 (VISSER ja JACOBSEN 1993). Saksassa on löydetty kevätöhrämutaatio, jonka tärkkelyksen amyloosipitoisuus on 45 % (FLAMME 1991). Ohrasta tunnetaan myös vahamainen, amyloositon muoto (SCHULMAN 1993). Hernettä ja ohraa ei ole tähän mennessä juurikaan hyödynnetty tärkkelystuotannossa. Ne ovat kuitenkin SCHITTENHELMIN (1993) mukaan kiinnostavia amyloosilähteitä.

Tärkkelysyyvästen koossa ja muodossa on eroja kasvilajista riippuen. Ne voivat olla läpimitaltaan 1–100 µm, ja muodoltaan pallomaisia, soikean linssimäisiä tai vain epäsäännöllisen muotoisia. Jyväset voivat olla yksinkertaisia tai monimutkaisia kasumia. Esimerkiksi perunan tärkkelysyyväset

ovat halkaisijaltaan noin 40 µm ja soikeita. Ohralla on kahden tyyppisiä tärkkelysyyväsiä: suuria linssimäisiä, halkaisijaltaan 15–35 µm jyväsia, ja pieniä pallomaisia, halkaisijaltaan alle 10 µm jyväsia. Tärkkelyspainona ilmaistuna ohran tärkkelyksestä noin 90 prosenttia muodostuu suurista jyväsistä, mutta lukumääräisesti pienet jyväset muodostavat 90 % tärkkelyksestä (JOHN 1992).

Tärkkelysyyväset sisältävät kasvilajista riippuen vaihtelevia, pieniä määriä (<1%) lipidejä, fosforia ja proteiinia, jotka vaikuttavat merkittävästi tärkkelyksen toiminnallisiin ominaisuuksiin (MYLLYMAKI ym. 1993). Esimerkiksi viljanjyvien tärkkelyksen kuiva-aineesta on lähes yksi prosentti rasvaa. Sen sijaan perunan tärkkelyksessä on vain vähän proteiineja ja lipidejä.

### Tärkkelykseltä vaadittavat ominaisuudet

Raaka-aineen laadulla on suuri merkitys tärkkelystuotannon taloudellisuuteen. On tavoiteltava mm. suurta satoa, tärkkelyspitoisuutta ja eristettävissä olevaa tärkkelyksen osuutta, korkeaa A-tärkkelyksen osuutta, sopivaa määrää korkeamolekyylisiä ja viskoosisia muita polysakkarideja sekä sopivaa proteiinipitoisuutta. Tärkkelysliiusterin viskositeetti ja pysyvyys, jyvätkoko ja sen jakautuminen, liisteröitymislämpötila ja tärkkelykseen kuulumattomat aineet (proteiini, kuitu, rasva) ovat tärkkelyksen puhtautta luonnehtivia parametreja, joiden on oltava tietyissä rajoissa teollista jatkokäyttöä ajatellen. Täkkäidäntä on mm. rukiilla ja ruisvehnällä (*x Triticosecale* Wittmack) merkittävä ominaisuus, koska vahingoittuneet tärkkelysyyvät ja kohonnut  $\alpha$ -amylaasiaktiivisuus johtavat selviin tärkkelyksen saantotappioihin (FLAMME 1991).

Tärkkelyksellä on monia etuja verrattuna muihin kasvin tuottamiin polymeerisiin hiilihydraatteihin. Tärkkelys, toisin kuin esimerkiksi selluloosa, voidaan hajottaa kylmässä vedessä, mistä johtuen tärkkelysyyvän fysikaalista rakennetta on helppo muuttaa. Tärkkelyksen glukosyyliidokset tekevät siitä paljon reaktiokykyisemmän kuin selluloosasta, eli tärkkelys on paljon helpommin muutettavissa kemiallisesti esimerkiksi oligosakkarideiksi ja glukosiksi.

Amyloosi ja amylopektiini voidaan erottaa uuttamalla amyloosi tärkkelysyyvästistä veden avulla, tai liuottamalla tärkkelysyyvä veteen ja poistamalla

amyloosi liukenemattomana kokonaisuutena polaarilla orgaanisella liuottimella, kuten n-propanolilla. Amyloosi ja amylopektiini käyttäytyvät eri tavoin vesiliuoksessa. Suhteellisesti pienemmät amyloosipolymeerit liukenevat lämpimään veteen ja kiteytyvät liuoksesta, jos lämpötilaa lasketaan. Jos konsentraatio on liian korkea tai lämpötila liian matala, amyloosi saostuu liuoksesta. Jos amylopektiinimolekyylit hajaantuvat, niiden liuokset ovat pysyviä (JOHN 1992).

### Tärkkelyksen käyttö

Teollisuustärkkelyksen käyttö maailmalla lisääntyy jatkuvasti. Eurooppalainen tärkkelysteollisuus tarjoaa tänä päivänä yli 600 tuotetta. Paperi- ja paperikemikaaliteollisuus käyttää suurimman osan tärkkelyksestä. Muita merkittäviä käyttäjiä ovat elintarvike- ja aaltopahviteollisuus (Kemia-Kemi 1994). Tärkkelyksen kysyntä non food -teollisuuden tarpeisiin sekä luonnollisessa että muunnellussa muodossaan riippuu sen kilpailukyvästä synteettisiin vaihtoehtoihin verrattuna. Synteettisten polymeerien teollisuudesta on ennustettu tulevaisuudessa tärkeää tärkkelyksen käyttäjää (JOHN

1992). Esimerkkejä tärkkelyksen käyttökohteista on koottu taulukkoon 3.

Kun tärkkelyksen vesiliuosta kuumennetaan, jyvät vähitellen hydratoituvat, menettävät kiteisyytensä ja turpoavat eli liisteröityvät. Liisteröity tärkkelysdispersio muodostaa jäähtyessään geelin, jonka lujuus riippuu mm. tärkkelyspitoisuudesta, amyloosi-amylopektiinisuhteesta sekä tärkkelysjyvästen ja -polymeerien hajoamisasteesta. Pitkänä ja melko lineaarisena polymeerinä amyloosi on huomattavasti parempi geelin- ja filminmuodostaja kuin amylopektiini. Liisteröitymisen yhteydessä tärkkelysjyväsistä liukenee vesiliuokseen amyloosia. Lineaarisenä polymeerinä amyloosiketjut liittyvät vetysidoksin toisiinsa muodostaen liuoksen kuivussa kalvomaisen rakenteen. Tärkkelyksestä voidaan siksi valmistaa muovin kaltaisia materiaaleja (MYLLYMÄKI ym. 1993).

Jyväisen tärkkelyksen käytön täyteaineena muovissa aloitti GRIFFIN 1970-luvulla. Tärkkelystä sisältävät polyetylenikalvot ja muut artikkelit ovat nykyisin kulutustavaroita. Koska tämä valmistusteknologia perustuu kokonaisten tärkkelysjyvästen käyttöön, tärkkelystä lisätään muoviin yleensä noin 10 % painosta tai vähemmän. Griffinin lisäksi

**Taulukko 3. Tärkkelystä sisältäviä teollisuustuotteita (tärkkelysmäärä prosentteina) (SCHITTENHELM 1993, VOGEL 1991).**

<b>Paperi ja pahvi</b>	<b>Tekoaineet</b>
Pakkauspaperi (3–5 %)	Polyetyleenikassit (n. 20 %)
Sanomalehtipaperi (1,5–2 %)	Polyetyleenipullot (5–10 %)
Graafinen paperi (1,5–2 %)	Polyuretaani (10 %)
<b>Rakennusaineet</b>	Etyleeniakryylihapokopolymeerikalvot (20–30 %)
Kipsilevyt (5–7 %)	Polyvinyylialkoholikelmu (max. 60 %)
Mineraalikulitulevyt (3–6 %)	Pikarit, lautaset jne. (100 %)
<b>Liima-aineet</b>	Pakkauslastut (100 %)
Tapettiliisteri	
Liima	<b>Muuta</b>
<b>Kemikaalit</b>	Pesutärkki/liima (15–25 %)
Keinohartsit (15 %)	Pesupulveri (3–5 %)
Orgaaniset hapot	Pesuraaka-aine (30–45 %)
Emulgaattorit	Hammastahna (6–70 %)
Fenolihartsit	Lääketabletit (0,1–0,5)
Pehmentäjät	Kasvopuuteri
Tensidit	Kuivashampoo
<b>Lääkekäyttö</b>	
C-vitamiini	
Antibiootit	
(Penisilliini)	

Otey työtovereineen tutki samaan aikaan tärke-  
lys-muovi -tuotteita, joissa tärkekelys-  
jyvä hajoitettiin täydellisesti. Prosessia kehitettiin esimerkiksi  
sellaisien kalvojen valmistukseen, jotka olivat  
tärkekelyksen ja polyetyleenikoakryylihapon sekoi-  
tuksia (SHOGRÉN ym. 1993).

Biohajoavien tärkekelysperäisten muovien teknolo-  
giakehittelijänä on yli 20 vuotta toiminut National  
Center For Agricultural Research Service  
(NCAUR) USA:ssa. Yrityksessä keskityttiin aluksi  
tärkekelyspolyvinyylialkoholiyhdisteisiin, jotka voi-  
daan muodostaa vesiperäisistä dispersioista ja kui-  
vata joustavaksi kelmuksi. Kelmuja kehiteltiin  
mm. laminoimalla ne polyvinyylidikloridilla, jolloin  
vedensietokykyä voitiin parantaa. Tätä ominaisuut-  
ta edellytetään **maatalouden katekalvosovelluk-**  
**sissa**. Myöhemmin Oteyn työryhmä tutki sellaisten  
kalvojen valmistusmahdollisuuksia, jotka sisälsivät  
jopa 60 % tärkekelystä. Niiden vedensietokyky oli  
hyvä ja ne olivat joustavia teknisiä pehmentimiä li-  
säämättä. Vaikka kalvot eivät sisältämässään poly-  
etyleenikoakryylihapon (EAA) takia olleetkaan  
täydellisen biohajoavia, ne olivat käyttökelpoisia  
maatalousmaan katteena, ja hajosivat kasvukauden  
aikana pienempiin paloihin (DOANE 1992).

Tärkekelystä voi myös käyttää **aktiivisena kom-**  
**ponenttina kopolymerissä** perinteisen synteetti-  
sen polymeerin kanssa. Toisinaan kopolymeri on  
parannus puhtaaseen synteettiseen polymeeriin  
nähdessä. Esimerkiksi fyysisesti muunnellun tärke-  
kelyksen sisällyttäminen polyuretaaniin lisää kanke-  
an polyuretaanivaahdon tehokkuutta eristeenä.  
Tärkekely voidaan yhdistää synteettisiin polymeeri-  
reihin myös siten, että tärkekelyksen annetaan rea-  
goida polymeroitumiskykyisen vinyylin tai akryyli-  
limonomeerin kanssa. Syntyy polymeeri, jolla on  
hiilihydraatin perusrunko, josta lähtee synteettiset  
sivuketjut. Eräs tällainen tuote, 'Super Slurper', on  
jo USA:n markkinoilla. Kuivalla polymeerillä on  
huomattava kyky imeä vettä hajoamatta. Sitä käytetään  
esimerkiksi **kertakäyttövaipoissa**, jotka pi-  
dättävät imemänsä nesteiden sisällään (JOHN 1992).

Amyloosin ketjumaisuus on hyvä ominaisuus **kel-**  
**munvalmistuksessa**. Kelmut ovat värittömiä, ha-  
juttomia, mauttomia, myrkyttömiä ja biologisesti  
hajoavia. Jos runsaasti amyloosia sisältävästä tärke-  
kelyksestä valmistetussa kelmussa käytetään peh-  
mentäjänä esimerkiksi glyseriiniä, kelmu on lisäksi

vastustuskykyinen hapelle ja öljyille. Sitä voi käyt-  
tää syötäväksi kelpaavana elintarvikkeiden pääl-  
lysteenä. Amyloosia käytetään lisäksi **tekstiili- ja**  
**lasivillateollisuuden tärkekelysovelluksissa**, ja  
jodiyhdistelmämuodossa esimerkiksi **uima-altai-**  
**den desinfiointiaineena** (FLAMME 1991).

Luonnonmukaisuusarvojen voimistumisen myötä  
ilmestyi markkinoille nopeasti sellaisia kosmetiikka-  
ja hygieniatuotteita kuten proteiini- ja hen-  
nashampoot sekä kasviperäistä DNA:ta sisältävät  
ja eksoottisiin kasviöljyihin perustuvat voiteet  
(BECK ja RÖPER 1994). Esimerkiksi sorbitolilla,  
glukoosin hydratulla muodolla, on erinomaisia  
kosteuttavan aineen ominaisuuksia, jotka johtuvat  
sen polyhydroksyyliirakenteesta, sen suhteellisesta  
pysyvyydestä ja kemiallisesta hitaudesta. Näitä  
ominaisuuksia hyödynnetään mm. **hammastah-**  
**noissa**, joissa ne hidastavat kuivumista.

Pesujauheiden valmistukseen käytetään pääosin  
petrokemian raaka-aineita. **Puhdistusaine- ja pe-**  
**sujauhetuotannossa** tärkekelysperäisiä tuotteita  
voidaan käyttää seuraaviin tarkoituksiin: hydrofiili-  
sena pääryhmänä pinta-aktiivisissa aineissa, poly-  
karboksylaatin tehoaineen lähtömateriaalina ja val-  
kaisuaktivaattorin rakennusrunkona.

Hiilihydraattijohdannaisien **pinta-aktiiviset omi-**  
**naisuudet** on tunnettu kauan. Laajan mittakaavan  
tuotantoon ei ole kuitenkaan päästy sopivien ta-  
loudellisesti kannattavien valmistusmenetelmien  
puuttuessa. Perinteiset pinta-aktiiviset aineet jae-  
taan anionisiin, kationisiin, amfoteerisiin ja ei-ioni-  
isiin tuotteisiin. Ei-ioniset klassiset pinta-aktiiviset  
aineet voidaan korvata alkyylipolyglukosideilla  
(APG). APG:t ovat erinomaisia **vaahdon stabiloijia**  
ja niillä on synergistinen vaikutus yhdessä  
anionisten pinta-aktiivisten aineiden kanssa.  
APG:lla on hyvin matala ärsytyspotentiaali ja ne  
ovat lähes myrkyttömiä. Tämän lisäksi APG:t ovat  
biohajoavia sekä aerobisissa että anaerobisissa olo-  
suhteissa (KOCH ym. 1993).

Asetyloidut polyolit, jotka ovat peräisin hydro-  
genoiduista hiilihydraateista kuten sorbitolista,  
voivat korvata petrokemiasta peräisin olevan tetra-  
asetyylietyleenidiamiinin. Sitä voidaan käyttää  
**valkaisuaktivaattorina** matalissa lämpötiloissa  
(KOCH ym. 1993). Natriumsuolamuodossa olevaa  
sitruunahappoa käytetään yhä enemmän **pesu-**



**ainetuotteissa ja astianpesuaineformuloinnissa.** Tunnetuimpiin hiilihydraattisideihin kuuluvat sorbitaanirasvahappesterit, joita saadaan sorbitolia esteröimällä. **Emulgointiaineina** niitä käytetään kosmetiikkatuotteissa, lääkkeissä ja monissa teknisissä ratkaisuissa. Pinta-aktiivisia rasva-alkyyli- ja glykolyttisiä ja rasva-asyyli- ja glykolyttisiä käytetään **kosmetiikassa** (hiustenhoitoaine) sekä vähän vaahtoavissa **huuhteluaineissa** ja **puhdistusaineissa** (BIERMANN ym. 1993).

Tärkkelystä käytetään paljon paperi-, kartonki- ja tekstiiliteollisuudessa (NEISSER ja THOMANN 1991). **Liisteröinnissä** käytetään luonnollisia tai muunneltuja tärkkelyksiä, joilla on kationinen varauskyky. Tärkkelys parantaa paperin **kestävyyttä ja pigmenttien ja täyteaineiden pidentävyyskykyä.** Anionisten tärkkelysjohdannaisten muokkaaminen mm. **helpottaa selluloosakuitujen hienontamista ja tärkkelyspidätys paranee.** Polylionisesti verkostoituneita tärkkelystuotteita käytetään lisäksi **märkävaiheessa nostamaan tuotteen märkälujuutta.** Tärkkelystuotteiden hyvää kalvonmuodostuskykyä hyödynnetään pintajalostuksessa. Sillä voidaan vaikuttaa paperin **sileyteen, ulkonäköön, kulumiskestävyteen, musteen kiinnittymiseen ja kuiva- ja märkälujuuteen.** Tähän tarkoitukseen soveltuvat monet modifioidut tärkkelykset. Jos viljelykasvin siemenistä valmistetun jauhon tärkkelyspitoisuus saataisiin nousemaan yli 80 %, voitaisiin esimerkiksi paperiteollisuudessa käyttää puhtaan tärkkelyksen sijasta jauhoa. Jauhon tärkkelyksen lisäksi sisältämät proteiinit vaikuttavat usein positiivisesti, ne toimivat liima-aineena (FLAMME 1991).

Tärkkelyksestä valmistettava etanoli on tärkeä **teollisuuden liuotin**, ja se toimii **aloitusyhdisteenä laajalle johdannaisten joukolle**, joita käytetään kemianteollisuudessa polyetyleenin, polystyreenin ja polyvinyyliasetaatin tuotannossa. Eräät maat, kuten Brasilia ja Intia, käyttävät käymisteitse tuotettua alkoholia kemian teollisuuden raaka-aineena, mutta useimmissa maissa on kustannussyistä päädytty synteettisen etanolin valmistukseen raakaöljystä (JOHN 1992).

#### 4.1.1.2 Sokerit

Sokereiksi mielletään tavallisesti monosakkaridit, kuten kuusihiiliset glukoosi eli rypälesokeri ja fruktoosi eli hedelmäsookeri, sekä oligosakkaridei-

hin kuuluva sakkaroosi eli ruokosokeri. Polysakkaridit, kuten tärkkelys ja selluloosa, eivät ominaisuuksiltaan muistuta sokereita, ja niitä käsitellään myös tässä katsauksessa erikseen.

#### *Glukoosi ja fruktoosi*

Glukoosi on yleisin monosakkaridi. Luonnon glukoosi on D-glukoosi eli dekstroosi. Sitä löytyy lähes kaikista makeista marjoista ja hedelmistä sekä kemiallisesti sitoutuneena tärkkelyksestä, selluloosasta ja sakkaroosista. Fruktoosi esiintyy vapaina monissa hedelmissä ja hunajassa sekä kemiallisesti sidottuna sakkaroosissa. Fruktoosi on makein luonnossa esiintyvä sokeri. Testimenetelmästä riippuen fruktoosi voi maistua 20–80 prosenttia makeammalta kuin sakkaroosi.

Useimmat monosakkaridit ovat valkoisia kiteisiä aineita, jotka liukenevat helposti veteen, mutta huonosti ei-polaarisiin liuottimiin. Monosakkaridit sisältävät useita toimivia C=O- ja OH-ryhmiä, jotka keskenään reagoidessaan muodostavat di-, tri-, oligo- ja polysakkarideja, ja voivat reagoida muiden yhdisteiden ja reagenssien kanssa.

Teollisuus tuottaa käyttämänsä glukoosin pääasiassa tärkkelyksestä entsyymattisen hydrolyysin avulla. Glukoosin non food -käyttöä onkin tässä katsauksessa jo aiemmin käsitelty tärkkelyksen yhteydessä. USA:n makeutusteollisuudessa tapahtui mullistus 1970-luvulla, kun keksittiin halpa fruktoosin lähde, korkeafruktoosinen maissisiirappi (HFCS). HFCS valmistetaan maissitärkkelyksestä, joka hydrolysoidaan ensin entsyymattisesti. Kun tuloksena oleva glukoosi isomerisoidaan, saadaan sokeriliemi, jossa on 42 % fruktoosia ja 50 % glukoosia.

Maissitärkkelys on taloudellisin fruktoosin lähde, mutta myös muista kasveista voidaan eristää fruktoosia. Maa-artistokka (*Helianthus tuberosus* L.) ja sikuri (*Cichorium intybus* L.) varastoivat polyfruktosaania, inuliinia, josta noin 80 % on fruktoosia ja 20 % glukoosia (BRAMM ja DAMBROTH 1990).

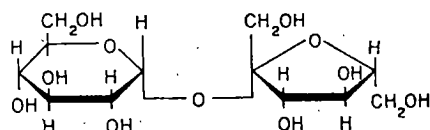
Fruktaanit ovat D-fruktoosin polymeerejä. Niistä yksinkertaisin on trisakkaridi, fruktosyylisakkarooosi, josta on eristetty kolme isomeeriä: 1-kestoosi (isokestoosi) eli inuliini, 6-kestoosi (kestoosi) ja neokestoosi. Fruktaanin käyttömahdollisuuksia on tutkittu vähemmän kuin tärkkelyksen ja sellu-

loosan (JOHN 1992). Maa-artisokasta saatavan korkeafruktoosisiirapin tuotantotekniikkaa on jo kehitelty. Artisokan tuotannossa pahin ongelma on varastointi, koska alhaisissa varastointilämpötiloissa mukuloiden sokerimäärät laskevat.

### Sakkarooosi

Eräät kasvit varastoivat hiilihydraatteja pysyvästi sakkarooosina. Lähes 60 % maailmalla käytetystä sakkarooosista saadaan sokeriruo'osta (*Saccharum officinarum* L.). Loppu on peräisin pääosin sokerijuurikkaasta, joka on tärkein sokeria tuottava kasvi Euroopassa (JOHN 1992).

Sakkarooosi on disakkaridi, joka koostuu D-glukoosista ja D-fruktoosista. Se on helposti hydrolysoitavissa glukoosiksi ja fruktoosiksi (Kuva 3). Sokerin sopivuus kemian teollisuuden raaka-aineeksi perustuu ennen kaikkea sen korkeaan puhtausasteeseen (MIX-WAGNER 1993).



Kuva 3. Sakkarooosin rakenne (JOHN 1992).

Sakkarooosi on ainutlaatuinen kasvituote, koska sitä voidaan tuottaa suuria määriä ja se on pienimolekyyllipainoista raakakemikaalia. Toisin kuin selluloosan ja tärkkelyksen, sakkarooosin kemiallinen rakenne ja fysikaaliset ominaisuudet eivät vaihtelee kasvilajista ja kasvukaudesta toiseen. Sakkarooosituotantoa voidaan lisätä vain satoja nostamalla, ja poistamalla sakkarooosia tuottavista kasveista sakkarooosin irrottamista häiritseviä sekundäärisiä yhdisteitä (JOHN 1992). Esimerkiksi sokerijuurikkaassa näitä haitallisia aineita ovat aminotyyppi, kalium, natrium, sokerin sukulaisaineet invertti ja raffinoosi sekä juurikkaan jäätymisestä ja sulamisesta aiheutuvat pilaantumistuotteet (Sokerijuurikkaan tutkimuskeskus 1984).

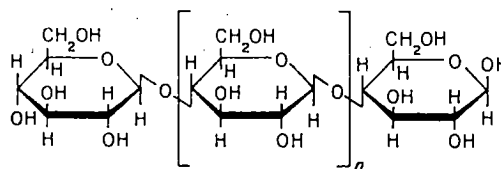
Sokeri on yleinen kemian teollisuuden raaka-aine. Sakkarooosin kemiallisia käsittelytapoja ovat mm. hapetus, esteröinti, halogenointi, isomerisaatio ja

fermentaatio (de WIT ym. 1993). Sakkarooosista saadaan kemiallisten ja bioteknologisten prosessien kautta mannitolia, sorbitolia, polyuretaanivaahtoa, glyseriiniä, orgaanisia happoja, aminohappoja, antibiootteja, vitamiineja, entsyymejä ja biopolymeerejä (FRESE 1993). Sakkarooosista voidaan valmistaa hapettamalla mm. dikarboksisakkarooosia, joka käyttäytyy kuin invertaasin inhibiittori. Lisäksi dikarboksisakkarooosia voidaan käyttää reagenssina polymeereissä ja pesujauheissa. Sakkarooosin hapetustuotteet voivat olla myös väliasteita pinta-aktiivisten aineiden synteesissä. Esteröimällä sakkarooosista saadaan monoestereitä, joita voidaan käyttää pesujauheissa ja emulgointiaineina. Sakkarooosipolyasetaatia voi käyttää valkaisun tehostimena. Sakkarooosikäymisen tuotteita ovat etanolin ohella sitruunahappo ja L-maitohappo. Sitruunahappoa käytetään mm. pesujauheen tehoaineena ja metallin puhdistajana. L-maitohappoa käytetään lääke- ja teollisuussovelluksissa, ja L-maitohappoestereitä esimerkiksi biohajoavina liuottimina elektroniikkateollisuudessa (de WIT ym. 1993).

### 4.1.1.3 Selluloosa

Selluloosa on kasvin soluseinien tärkein rakennekomponentti. Selluloosan vuotuinen tuotantomäärä maailmassa on  $180 \times 10^9$  tonnia. Tärkein teollisuuden käyttämän selluloosan lähde on puu (ENGELHARDT 1995).

Selluloosa on suoraketjuinen polymeerimolekyyli, sillä on korkea molekyyllipaino, ja se muodostuu D-glukoosiyksiköistä (Kuva 4). Selluloosa on suhteellisen reagoimaton materiaali. Se hajoaa täydellisesti vain hyvin voimakkaissa kemiallisissa käsittelyissä. Selluloosa voidaan hydrolysoida happokäsittelyllä glukoosiksi.



Kuva 4. Selluloosan rakennekaavio (JOHN 1992).

**Taulukko 4. Puuvillan, pellavan ja hampun kuitujen koostumus prosentteina 10 %:n kosteudessa (KARUS ym. 1993).**

Kasvi	Selluloosa %	Hemiselluloosa %	Pektiini %	Ligniini %	Vesiliukoiset aineet %	Rasva ja vaha %
Puuvilla	82,7	–	5,7	–	1,0	0,6
Pellava	56,5	15,4	3,8	2,5	10,5	1,3
Hamppu	67,0	16,1	0,8	3,3	2,1	0,7

Selluloosa on veteen liukenematonta. Koska siltä puuttuu kemiallinen reaktiivisuus, sen ruokinnallinen arvo on vähäinen (DEVLIN 1975). TESFA ym. (1992) ovat tutkineet ohran korvaamista lypsylehmiä ruokinnassa mm. höyryräjäytetyllä koivulla. Höyryräjäytyksen ansiosta koivun hemiselluloosa hydrolysoituu ja tulee vesiliukoiseksi, jolloin entsyymit pystyvät hajottamaan helpommin selluloosaa, ja myös osa ligniinistä hajoaa ja tulee liukoiseksi. Tutkimuksessa lignoselluloosatuotteiden käyttö (15 % väkirehuseoksessa) alensi kuitenkin maitotuotosta viljaruokintaan verrattuna.

Kaupalliset kasvikuudit ovat solujen soluseinärakenteita. Puuvillan (*Gossypium* sp.) solut ovat muodoltaan pitkiä, yksisoluisia karvoja, jotka kasvavat ulos siemenkuoren ulkopinnalta. Ne ovat pituudeltaan noin 25 mm, ja halkaisijaltaan noin 20 µm. Puuvillasta on yritetty jalostaa lajikkeita, joissa kuidut olisivat yhtä pitkiä, tasavahvoja ja hiukan karkeita. Näihin ominaisuuksiin vaikuttavien entsyymien toimintaa selluloosan biosynteesissä ei vielä kuitenkaan tunneta riittävästi. Pellavan niinikuidut muodostuvat paksuseinäisten kuitusolujen kimpusta, jotka kulkevat kasvin varressa pituussuunnassa kehässä aivan nilakerroksen ulkopuolella. Puun kuidut muodostuvat enimmäkseen sekundaarisen ksyleemin (puuaine) putkisoluista. Ne ovat halkaisijaltaan puuvillakuitujen luokkaa, mutta lyhyempiä, enintään 5 mm pitkiä. Paperin valmistuksen pääasiallinen selluloosalähde on puumassa. Paikallisesti voidaan käyttää myös kasvijätteitä kuten viljan olkia ja sokeriruokojätettä (bagassia) (JOHN 1992).

Puuvillan soluseinän muut komponentit muodostavat vain noin 6 % kuidusta. Puun, kuitupellavan (*Linum usitatissimum* L.) ja kuituhampun (*Cannabis sativa* L.) kuidut voivat sensijaan sisältää selluloosan lisäksi runsaastikin muita materiaaleja, erityisesti ligniiniä (Taulukko 4). Esimerkiksi pel-

lavan kuitukimppujen ligniinkerrostuma vaikuttaa haitallisesti kuidun laatuun. Puutumisen lisääntyminen pidentää kasvikuittujen vapautumisaikaa liotuksessa, vaikeuttaa kuitujen prosessointia, ja vähentää kuitukimppujen joustavuutta ja pehmeyttä. Puutuminen tapahtuu kuitusolujen kehittymisen jälkeen sekundäärisessä nilasoluissa kun solut ovat valmiita. Siksi esimerkiksi pellavakuidun optimaalinen laatu riippuu kasvien nyhtövaiheesta.

Selluloosaa voivat tuottaa myös mikro-organismit (mm. *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter pasteurianus estunensis*). Tämä selluloosa on ligniinitöntä. Mikäli tällä tavoin tuotettua selluloosaa aiottaisiin käyttää hyväksi kemian teollisuudessa, tulisi ensisijaisesti ratkaista tuotantomäärien lisäämis-edellytykset (ENGELHARDT 1995).

Yhdysvalloissa käytetään juutin (*Corchorus capsularis*), pellavan, sisalin (*Agave sisalana*), kookospalmun (*Cocos nucifera* L.), kenafin (*Hibiscus cannabinus*) ja hampun kuituja mm. erikoispapereissa, köysissä ja puutarhamaan kateaineissa. Kenafin pitkiä kuituja hyödynnetään pakkausmateriaaleissa, säkkikankaissa ja siirtoruohon kylvömattona. Varren sisäosasta saatavaa lyhyttä kuitua käytetään öljyä imevissä tuotteissa ja eläinten kuivikkeena (GLASER ja BEACH 1993). Hampua ollaan Keski-Euroopassa palauttamassa monikäyttöiseksi kuitukasviksi. Sitä käytetään mm. tekstiilikuituna, paperinvalmistuksessa sekä rakennusten eristysaineena ja kotieläinten kuivikemateriaalina. Kuitupellavasta voidaan tekstiilituotteiden lisäksi jalostaa rakennusteollisuuden eristysmateriaaleja, kuitu- ja lastulevyjä, muovin ja kumin vahvistimia, paperin lujittemateriaalia, asbestia korvaavia tuotteita, ja erilaisia absorptiotuotteita kuten imeytysmattoja ja maatekstiilejä. Esimerkiksi öljyntorjuntaan pellavakuidusta tehty matto sopii hyvin. Matto voidaan hävittää polttamalla, koska se ei sisällä

mitään haitallisia kemikaaleja (VILPPUNEN 1994, PUURONEN 1994). Myös öljypellavan pintijätettä, varsisatoa, voidaan periaatteessa hyödyntää monissa samoissa käyttökohteissa.

Selluloosasta voidaan valmistaa myös **asetaattikalvojen, rayonin (viskoosin) ja muiden teko- kuitujen raaka-ainetta** (Taulukko 5) (JOHN 1992). Selluloosa-asetaattia on käytetty **tekstiileissä, savukkeen suodattimissa ja valokuvaus- filmeissä**. Selluloosanitraattia on käytetty **räjäh- dysaineena, pumpuliruutina, lakoissa ja muissa peiteaineissa**. Selluloosaetterit ovat vesiliukoisia johdannaisia, joilla on teollisuudessa lukuisia käyt- tökohteita: karboksimeytylliselluloosaa käytetään yleisesti **vesiliukoksien sakeuttamiseen elintarvi- keteollisuudessa, maaleissa, painomusteessa, kosmetiikassa ja öljyteollisuudessa**, ja hydrok- sietyylliselluloosaa käytetään moniin tuotteisiin **se- mentistä hammastahnoihin** (JOHN 1992).

**Taulukko 5. Selluloosat tuotteita (JOHN 1992).**

Lähtömateriaali	Tuotteet
Luonnonkuidut	Puuvillatekstiilit Paperit Pellava Muovin täyteaine
Viskoosi	Rayonkuidut Sellofaanikelmu
Esterit	Asetaattikuidut Asetaattikelmut Nitraattiräjähdysaineet Nitraattilakka
Eetterit	Karboksimeytylliselluloosa Hydroksietyylliselluloosa

#### 4.1.2 Öljyt ja rasvat

Kasviöljyjä tuotetaan koko maailmassa noin 60 miljoonaa tonnia vuodessa. Kasveista uutetuista öljyistä käytetään elintarvikkeiksi 90 %. Maailmal- la viljeltyjen tärkeimpien öljykasvien öljypitoisuus vaihtelee 35–50 %. Öljy kertyy kasveissa yleensä vain siemeneen tai hedelmään. Kasviöljy edustaa hyvin tiivistä energiamuotoa: siinä on energiaa 38 kJ/g. Vertailun vuoksi voidaan mainita, että protei- ineissa ja hiilihydraateissa on energiaa noin 17 kJ/g.

Juoksevia lipidejä sanotaan yleensä öljyiksi ja kiinteitä rasvoiksi. Kasviöljyt ovat triasyyli- glyseroleja, joissa rasvahapot ovat esteröityneet glyserolimolekyylin kolmeen hydroksipaikkaan. Viime aikoihin asti nämä varastoöljyt on kuvattu triglyseriineinä. Termiä käytetään edelleen teolli- suudessa ja vanhemmassa biokemian kirjallisuu- dessa, mutta kemiallisesti täsmällisempi nimitys kasvien varastoöljyille on triasyyliglyseroli.

Kasviöljyt muodostuvat rasvahapoista, jotka voivat olla tyydyttyneitä (kapriini, lauriini, myristiini, pal- mitiini, steariini ja arakidiini), tyydyttymättömiä (lauroleeni, myristoleeni, palmitoleeni, öljyhappo ja erukahappo) tai monitydyttymättömiä (linoli-, alfa-linoleeni- ja gammalinoleenihapot). Rasva- hapot määräävät öljyjen ominaispiirteet, ravitse- muksellisen arvon ja mahdollisuudet käyttää niitä teollisuussovelluksissa. Monitydyttymättömät rasvahapot, erityisesti linoli- ja linoleenihappo, ovat nisäkkäille välttämättömiä, koska ne eivät ky-kene niitä itse syntetisoimaan. Monitydyttymättömiä rasvahappojen molekyyleissä kaksoissidokset on erotettu yksittäisellä metyleeniryhmällä (-CH<sub>2</sub>-). Linoleenihapolla on kaksi isomeeriä. Yleinen muoto on α-isomeeri, jota löytyy monen kasvin siemenöljystä. Isomeerin epätavallisempaa muo- toa, γ-linoleenia, on vain joissain kasveissa, mm. helokeissa (*Oenothera* sp.), purasruohossa eli kurkkuyrtissä (*Borago officinalis* L.) ja herukoissa (*Ribes* sp.). Tavallisimmat kasviöljyt sisältävät pääasiassa palmitiini-, öljy- ja linolihappoja (JOHN 1992).

Uutetuissa kasviöljyissä on myös suuri määrä ai- nesosia, jotka voivat vaikuttaa öljyn säilyvyyteen ja laatuun. Näitä ovat vapaat rasvahapot, mono- ja diasyyli glyserolit, fosfolipidit ja glykolipidit, stero- lit, vahat, karotenoidit, klorofylli ja tokoferolit (E- vitamiinit). Vapaiden rasvahappojen tai mono- ja diasyyli glyserolien olemassaolo siementen öljyssä osoittaa, että siemenet ovat olleet esimerkiksi tu- leentumattomia korjuuvaiheessa, vahingoittuneet mekaanisen käsittelyn vaikutuksesta, tai alkaneet itää. Klorofylli- ja karotenoidipigmentit vaikutta- vat raakaöljyn väriin ja tokoferolit vaikuttavat öljyn laatuun varastoinnin aikana, koska ne hidasta- vat öljyn tyydyttymättömien rasvahappojen hapettumista. Öljyn alkuperä voidaan määrittää sterolien avulla; esimerkiksi brassicasterolia esiin-

**Taulukko 6. Esimerkkejä eri kasvien rasvahap-  
po- ja öljypitoisuuksista (BRAMM 1993).**

Rasvahappo Kasvi	Rasvahapon maksimaalinen osuus	Öljypitoisuuden vaihtelu, %
<b>Petroseliinihappo C18:1</b>		
Korianteri	82	16-34
Fenkoli	71	18-26
<b>Öljyhappo C18:1</b>		
Auringonkukka (uusi tyyppi)	83	40-50
Safflori	80	17-50
Tyräkki	84	43-53
Rapsi	60	40-52
<b>Linolihappo C18:2</b>		
Auringonkukka	80	40-50
Safflori	79	17-50
Soija	52	17-21
<b>Linoleenihappo C18:3</b>		
Pellava	67	30-47
Kitupellava	44	33-41
<b>Erukahappo C22:1</b>		
Rapsi (vanha tyyppi)	54	40-52
Crambe	59	25-50
Sareptansinappi	53	11-46
Keltasinappi	53	22-41

tyy vain ristikukkaisheimon kasveissa (JOHN 1992).

Öljykasvien öljyjen sisältämiä pitkäketjuisia rasvahappoja voidaan käyttää joko sellaisenaan tai hajottamalla ne muiksi rasvahapoiksi tai glyseriiniksi. Teollisuus on kiinnostunut erityisesti sellaisista öljyistä ja rasvoista, jotka sisältävät jotain yksittäistä rasvahappoa mahdollisimman suuren määrän (Taulukko 6) (BRAMM 1993).

Perinteisesti kasviöljyjä on non food -sektorilla käytetty saippuoiden valmistukseen. Kasviöljyjen erikoisista ominaisuuksista johtuen niille on keksitty monia muitakin käyttökohteita (Taulukko 7). Esimerkiksi pellavaöljy reagoi nopeasti hapen kanssa ja muodostaa lujan, tarttuvan kalvon, joka tekee siitä maalliteollisuudessa arvokkaan kuivuvan öljyn. Risiinikasvin (*Ricinus communis* L.) öljy on tärkeä voiteluainetuotannossa, ja jojobaöljyä, joka itseasiassa on nestemäistä vahaa, käytetään monissa kosmetiikkatuotteissa. Sarjakukkaisissa kasveissa on eteerisiä öljyjä (RÜHL 1993).

Kuminaöljystä eristetty monoterpeeni, karvoini toimii perunan idunestoaineena hollantilaisten tutkimusten mukaan. Karvoiniin on lisäksi todettu torjuvan perunan harmaahilsettä sekä *Phoma*- ja *Fusarium*-varastotauteja (SKULLBACKA 1994).

### Erukahappo

Ristikukkaisten päärasvahappo siemenöljyssä on yksinkertainen, tyydyttymätön, pitkäketjuinen erukahappo (MIX-WAGNER 1993). Ristikukkaisista ovat mm. rapsi (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.), rypsi (*Brassica rapa* ssp. *oleifera* L.), crambe eli merikaali (*Crambe abyssinica* L.) ja sinapit. Erukahappo muodostaa näiden kasvien öljystä 40-60 %. Syysrapsin ja merikaalin öljyjä käytetään yleisimmin erukahapon tuotantoon maailmalla, ja merikaalin soveltuvuutta tähän tutkitaan lähinnä USA:ssa. Rapsin ja rypsin korkeaerukaista lajiketta (HEAR) jalostettaessa havaittiin, että erukahappopitoisuutta öljyssä ei tavallisin jalostusmenetelmien voitu nostaa yli 66 %:n. Maailmalla tutkitaan, miten saataisiin aikaan kasvi, jonka öljy sisältäisi 90 % erusyliosaa. Jos kasviöljyssä olisi yli 90 % erukahappoa, ei tuotannon sivutuotteille kuten pu-

**Taulukko 7. Kasviöljyjen ja -rasvojen käyttö teollisuudessa (BRAMM 1993).**

Lähtötuote	Käyttökohteet
Rasvahapot ja niiden johdannaiset	keinoaineet, metallisaippuat, pesu- ja puhdistusaineet, saippuat, kosmetiikka, alkydihartsit, värit, tekstiili-, nahka- ja paperiteollisuus, kautsu, voiteluaine
Rasvahappometyyli-esteri	kosmetiikka, pesu- ja puhdistusaineet
Glyseriini ja sen johdannaiset	kosmetiikka, hammastahna, lääkkeet, ravintoaineet, lakka, keinoaineet, keinohartsit, tupakka, räjähdysaine, selluloosanjalostus
Rasva-alkoholit ja niiden johdannaiset	pesu- ja puhdistusaineet, kosmetiikka, tekstiili-, nahka- ja paperiteollisuus, mineraaliöljyn lisäaine
Rasva-amiini ja sen johdannaiset	huuhteluaine, kaivostyö, kadunrakennus, tekstiili- ja kuituteollisuus, mineraaliöljyn lisäaine
Kuivatut öljyt Neutraaliöljy- johdannaiset	lakka, maalit, vernissa, linoli, saippuat

ristusrouheelle, tarvitsisi enää löytää omia markkinoita taloudellisista syistä.

Erukahappo on vahingollista eläinsolujen kalvoille. Eräs kasvinjalostuksen 80-luvun pääsaavutuksista ovat lähes erukahapottomat rapsin ja rypsin lajikkeet. Alentunut erukahappopitoisuus on lisännyt vastaavasti ravitsemuksellisesti hyödyllisen öljyhapon määrää siemenöljyssä. Matalaerukaisista rypsi- ja rapsilajikkeista, joiden valkuaisrehussa on samalla myös matala glukosinolaattipitoisuus, on tullut pääasialliset lauhkean vyöhykkeen öljykasvit. Niitä viljellään ensi sijaisesti ruokaöljytuotantoa varten.

Erukahapolle on löydetty käyttökohteita teollisuuden raaka-aineena **voiteluaineiden, nailonin ja pehmentimien valmistuksessa**. Erukahappoa käytetään prekursorina monissa erikoisteollisuuskemikaaleissa, joita käytetään mm. **muovin prosessointiapuvälineinä, kationisina pinta-aktiivisina aineina (pyykin pehmentäjinä) huuhteluaineissa ja hiustenhoitotuotteissa**. Yksi tunnetuimpia erukahaposta valmistettuja tuotteita on erukamidi, jota saadaan erukahapon ammoniumsuolasta. Tätä amidia ja sen N-korvattuja johdannaisia on käytetty **prosessointiaineina ja homeen irrottajana ja liukumista edistävänä aineena polyetyleenimuovifilmeissä, polypropyleenissä, polyestereissä, polystyreenissä ja monissa kopolyymeereissä** (VAN DYNE ym. 1990).

Parhaat hyödyntämiskohteet 22:n hiilen pituiselle rasvahapolle näyttäisivät olevan kationiset pinta-aktiiviset aineet, jotka ovat kemiallisesti klorideja ja sulfaatteja. Ne perustuvat primäärisiin tai sekundaarisiiin amineihin, jotka on tehty joko eruka- tai beheenihaposta. Ne toimivat aktiivisina ainesosina **hiustenhoitoaineissa, pyykinhuuhteluaineissa ja erilaisissa kodinhoitotuotteissa**. Erusyylialkoholia, jota voidaan valmistaa erukahaposta tai metyylierukaatista hydraamalla, käytetään **kosmetiikassa** (LEONARD 1994).

### Lauriinihappo

Runsaasti lauriinihappoa (12:0) sisältävät öljyt ovat perustana **saippuoiden ja puhdistusaineiden valmistuksessa**. Lauriinihapon tavallisimpia lähteitä ovat kookospähkinä ja öljypalmu (*Elaeis guineensis* Jacq.). USA:ssa tutkituista lauriinia tuottavista kasveista on esiin nostettu luonnonvaraiset

cuphealajit (*Cuphea* sp.). Cuphean öljy sisältää noin 40 % lauriinihappoa. Monet kasvien luonnonvaraiset muodot tuottavat öljypitoisia siemeniä. Luonnonvaraisten kasvien viljelyynotto on kuitenkin vaikeaa ja aikaavievää, ja niiden viljelyssä esiintyy ongelmia, kuten siementen eriaikaista tuleentumista ja varisemista. Myös itävyyslevon pitoisuus vaihtelee (JOHN 1992).

### Linoleenihappo

Pellavaöljystä yli 50 % on linoleenihappoa, joka on monitydyttämätön rasvahappo. Linoleenihappo hapettuu nopeasti hapen läsnäollessa. Siksi pellavaöljy sopii hyvin teollisuussovelluksiin, mutta ei ruoanvalmistukseen, koska öljy härskiintyy nopeasti. Korkean linoleenihappopitoisuuden vuoksi pellavaöljyllä on kuivuvan öljyn ominaisuudet (ROWLAND 1994). Öljypellavaa käytetään perinteisesti **lakkojen, maalien, vernissan, painovärien, alkydihartsien, huuhteluaineiden, PVC-vakauttajien ja korkkimattojen valmistuksessa**. Korkkimatto soveltuu synteettistä muovimattoa paremmin esimerkiksi tietokonehuoneisiin, koska matossa ei ole staattista latausta (HONERMEIER 1991).

### Petroseliinihappo

Petroseliinihappo muodostaa jopa 85 % monien sarjakukkaisten kasvien siemenöljystä. Sarjakukkaisia ovat esimerkiksi korianteri (*Coriandrum sativum* L.), porkkana (*Daucus carota* L.), persilja, selleri (*Apium graveolens* L.), kumina ja fenkoli (*Foeniculum vulgare* L.) Petroseliinihappo on öljyhapon isomeeri. Se sopii **teollisuuden raaka-aineena polymeerien ja pesujauheiden perustaksi**. Petroseliinimolekyylin kemiallisen hajottamisen sivutuotteena syntyy adipiinihappoa, jota voi käyttää **nailonin valmistuksessa** (MURPHY 1994).

### Siirtogeeniset öljykasvit

Kasviöljyjen rasvahappokoostumuksen muuntelun geneettinen säätely moninkertaistaa mahdollisuudet tuottaa kasviperäistä hiilivetyraaka-ainetta mm. teollisuudelle. Rasvahappojen kirjo erilaisissa öljyistä varastoivissa hedelmissä ja siemenissä on suuri. Rasvahappojen hiiliketjujen pituudet vaihtelevat välillä C<sub>8</sub>-C<sub>24</sub>, ja niissä on kemiallisesti hyödyllisiä konjugoituja ja ei-konjugoituja kaksoissidoksia, kolmoissidoksia, hydroksyylijä, epoksiedeja ja vahoja.

Perinteisillä jalostusmenetelmillä on kehitetty kaksi rapsin perustyyppiä, erukahapoton (ZEAR) ja korkeanerukainen (HEAR) rapsi. Uusien molekyyli-biologisten menetelmien kehittyminen saattaa tulevaisuudessa tehdä mahdolliseksi haluttujen rasvahappokoostumusta säätelevien geenien kloonauksen esimerkiksi jostakin luonnonvaraisesta kasvilajista. Näitä geenejä voidaan sitten liittää viljeltyihin kasvilajeihin, vaikkapa rapsiin.

Siirtogeeniset rapsit voisivat tuottaa nykyistä suurempia määriä mm. erukahappoa, lauriinihappoa, risiinihappoa, petroseliinihappoa ja gammalinoleeni-happoa. Siirtogeenitekniikan avulla saattaa olla mahdollista nostaa rapsiöljyn erukahappopitoisuus yli 90 %:n. Tähän mennessä on kehitetty siirtogeenisiä rapseja, joiden öljy sisältää yli 30 % lauriinihappoa. Näiden rapsien saattaminen kilpailukykyisiksi teollisuuskäytössä vaatisi kuitenkin lauriinihapon osuuden nostamista öljyssä yli 50 prosenttiin, muutoin teollisuuden lauriinilähteenä käytetään edelleenkin mm. maapähkinää (*Arachis hypogaea* L.) (MURPHY 1994).

Risiinihappo (C<sub>18:1-OH</sub>) on öljyhapon 12-hydroksijohdannainen, joka muodostaa 90 % risiinikasvin öljystä. Sillä on monia teollisuuden käyttösovel-luksia kosmetiikasta lääkkeisiin ja polymeereis-tä korkea-arvoisiin voiteluaineisiin. Monet tutki-musryhmät selvittävät parhaillaan mahdollisuutta kehittää risiinihappoa tuottava siirtogeeninen rapsi. Sitä risiinihapon tuotanto onnistuisi lauhkealla vyöhykkeellä, jossa risiinikasvia ei voida viljellä. Korkearisiniinihappoinen rapsi voisi MURPHYN (1994) mukaan olla markkinoilla jo tämän vuosikymmenen lopulla, samoin kuin siirtogeeniset petroseliiniä sisältävät rapsilajikkeet.

Gammalinolecnihapon (GLA) tärkeimpiä lähteitä ovat helokin ja purasruohon öljyt, vaikka näidenkin kasvien kokonaisrasvahapoista GLA muodostaa vain 10–15 %. Näitä öljyjä markkinoidaan laajalti **terapeuttisina aineina, mm. lievittämään monia ihosairauksia**. GLA:ta sisältävää siirtogeenistä rapsilajiketta voidaan odottaa markkinoille seuraavan 3–5 vuoden aikana (MURPHY 1994).

Vahaesterit ovat melko epätavallisia varastotuotteita kasveissa. Ne muodostavat kuitenkin pääosan mm. autiomaassa kasvavan jobjoban siemenen varastoaineista. Myös rapsia yritetään geenisiirtojen

avulla saada tuottamaan triasyyliglyserolien sijasta arvokkaita vahoja. Tavoitteena on kehittää siirtogeeninen viljeltävä vahantuottajakasvi vuosikymmenen loppuun mennessä. Muunmuassa tyräkin (*Euphorbia lathyris* L.) siemenöljyt sisältävät epoksirasvahappoja. Niitä voidaan käyttää **hartsi-en, maalien ja vernissan valmistuksessa** (MURPHY 1994).

#### 4.1.3 Proteiinit

Ihmisravinnon ja eläinrehujen sisältämät kasviperäiset proteiinit saadaan pääasiassa viljanjyvistä ja palkokasveista. Viljanjyvien kuivapainosta on proteiinia 8–15 %. Palkokasvien siemenissä proteiinia on enemmän, 20–30 %. Soijan (*Glycine max* L. MERRILL) proteiinipitoisuus on korkea, jopa 40 %. Myös rypsin ja rapsin siemenissä proteiinia on yli 20 %, mutta esimerkiksi perunan proteiinipitoisuus on vain noin 5 %. Kasvien siemenet keräävät proteiinin tyyden, rikin ja hiilen varastoksi, joka käytetään taimettumiseen ennenkuin mineraaliravinteiden saanti maasta alkaa. Yli puolet siemenen proteiineista on varastoproteiineja (JOHN 1992). Proteiini on suuri polypeptidimolekyyli, joka muodostuu hiilestä, vedystä, hapesta, tyydestä ja rikistä (DEVLIN 1975).

Vesiliukoiset proteiinit luokitellaan albumiineiksi. Näillä proteiineilla on merkitystä aineenvaihdunnassa. Varastoproteiineihin kuuluvat globuliinit, gluteliinit ja prolamiinit. Globuliinit ovat kaksisirkkaisten kasvien, esimerkiksi palkokasvien varastoproteiinien päämuoto. Yksisirkkaisten kasvien, kuten viljojen varastoproteiinit ovat puolestaan gluteliineja ja prolamiineja. Kaura on poikkeus, koska sen pääproteiini on globuliini. Prolamiinit muodostavat sensijaan noin puolet vehnän, ohran, maissin ja durran (*Sorghum vulgare* Pers.) varastoproteiineista.

Globuliinit ovat käytännössä veteen liukenemattomia, mutta liukenevat laimennettuihin suolaliuoksiin. Prolamiinit ovat veteen ja suolaliuoksiin liukenemattomia, mutta ne uuttuvat alkoholiin. Gluteliinit uuttuvat emäksiin (JOHN 1992).

Proteiinimolekyyli rakentuu pienemmistä toistuvista yksiköistä, aminohapoista (DEVLIN 1975). Varastoproteiinit muodostuvat samoista 20:stä aminohaposta kuin muutkin kasvin proteiinit, vaikka tietyt aminohapot, kuten viljan prolamiinien

**Taulukko 8. Ihmisravinnossa välttämättömiin ja ei-välttämättömiin kuuluvat (proteiinien) aminohapot (JOHN 1992).**

Ei-välttämättömät	Välttämättömät
Glysiini (gly)	Treoniini (thr)
Seriini (ser)	Lysiini (lys)
Prolini (pro)	Arginiini (arg)
Kysteini (cys)	Histidiini (his)
Aspartaatti (asp)	Valiini (val)
Glutamaatti (glu)	Leusiini (leu)
Asparagiini (asp)	Isoleusiini (ile)
Glutamiini (gln)	Fenylalaniini (phe)
Alaniini (ala)	Tryptofaani (trp)
Tyrosiini (tyr)	Metioniini (met)

**Taulukko 9. Kasvien siemenproteiinien prolamiini- ja lysiinipitoisuudet (JOHN 1992).**

Viljakasvi	Prolamiini %	Lysiini %
Riisi	8	3,5
Kaura	12	4,2
Ohra	40	3,5
Vehnä	45	3,1
Maissi	50	1,6

proliini ja glutamiini, ovatkin vallitsevia varasto-proteiineissa. Taulukkoon 8 on koottu proteiinien aminohapot.

Prolamiini-termi viittaa proliinin ja glutamiinin valta-asemaan aminohappokoostumuksessa. Prolamiinien ja lysiinin välillä on negatiivinen korrelaatio: viljat, joilla on korkea prolamiinitaso, sisältävät vähän lysiiniä, kun taas kaura ja riisi (*Oryza sativa* L.), joissa on vain noin 10 % prolamiinia, sisältävät runsaasti lysiiniä (Taulukko 9).

Modifioidun proteiinin käyttösovelluksia ovat elintarvikkeiden lisäaineet, paperinliituamiskemikaalien kiinniteaineet, melamiinihartsien viskositeetin säätäjät ja betonin lisäaineet (FLAMME 1991). Vehnän valkuaisen gluteenin (sitko) soveltuvuutta on tutkittu uudentyypisten päälysteiden, kelmujen ja muottien raaka-aineeksi. Koska syötävien pakkausmateriaalien vedenkestävyyttä on voitu lisätä mm. käyttämällä proteiinin hyytymisaineita, on kiinnostus gluteenin hyödyntämiseen lisääntynyt. Gluteenia on käytetty yhdessä

tärkkelyksen kanssa ilman kemiallista modifiointia tai modifioituna. Joissakin sovelluksissa on kokeiltu myös kokojuväjauhojen käyttöä raaka-aineena (POUTANEN ym. 1993).

Myös siirtogeenisten kasvien käyttöä teollisuuden tarvitsemien valkuaisaineiden tuottajina tutkitaan parhaillaan. Tähän tarkoitukseen soveltuvista kasveista on mainittu mm. sinimailanen, peruna, soke-rijuurikas ja rapsi. Vierasta proteiinia voitaisiin ajatella tuotettavan esimerkiksi sokerijuurikkaan naateissa, josta se saataisiin talteen uuttamalla. Näin yhdessä kasvissa voitaisiin tuottaa juuriasassa juurikassokeria ja lehdissä erikoisvalkuasta. Taloudellisinta vieraiden valkuaisien tuotanto olisi kasvien siemenissä. Kokeissa on siirtogeenisissä kasveissa onnistuttu tuottamaan veriseerumin albumiinia, vasta-aineita ja bioaktiivista peptidi enkefaliinia (DAIE ja BELANGER 1993).

#### 4.1.4 Lääkeaineet

Vain muutamia harvoja synteettisiä lääkkeitä oli saatavilla 250 vuotta sitten. Lääkkeiden valmistukseen on maailmalla käytetty noin 250 000–300 000 eri kasvilajia. Vielä nykyäänkin 75 % maailman väestöstä, sen köyhin osa, käyttää pelkästään kasvilääkkeitä. Nykyisistä reseptilääkkeistäkin 25 % sisältää vähintään yhden yhdisteen, joka on peräisin jostakin kasvista (DUKE 1988).

Kasvikuntamme yleisimpien lajien merkitys lääkekasveina on ollut vaihteleva. 1900-luvulle tultaessa lääkekasvien merkitys väheni, koska kasveissa esiintyvät vaikuttavat aineet onnistuttiin puhdistamaan ja myöhemmin syntetisoimaan. Silti tänäkin päivänä kasveista etsitään aineita, joilla olisi lääkinnällisiä ominaisuuksia (Nordiska genbanken 1994).

Kiina on maailman johtava lääkekasvien tuottaja ja käyttäjä. Siellä sairauksien hoitoon käytetyistä lääkkeistä on 40 % kasvipäisiä. Lääkekasveja ei tuoteta peltoviljelyksillä, vaan suurin osa kerätään edelleen luonnosta (Käytännön maamies 1994). Luonnonvaraisista, meillä nykyään kerättävistä lääkekasveista mainittakoon kihokki (*Drosera* L.), jota Pohjois-Pohjanmaan 4H-piiri kerää ja myy lääkekasviteollisuudelle Keski-Eurooppaan (LUOKKAKALLIO 1994).



Avomaalla viljeltäviä lääkekasveja ovat lähinnä erti- ja maustekasvit. Näiden kasvien viljelytekniikkaa tutkitaan erityisesti MTT:n Etelä-Savon tutkimusasemalla Bertalan Galambosin johdolla. Viljelyn ja jatkojalostuksen kehitystyötä tehdään myös Hankintatukku Oy:ssä ja Frantsilan Yrttilalla. Frantsila on harjoittanut luonnonmukaista erttilviljelyä ja jalostusta sekä pienimuotoista itsehoito- ja yrttikurssitoimintaa vuodesta 1981 lähtien (RAIPALA-CORMIER 1992). Suomessa on viisi teollisesti merkittävää luontaistuotteita valmistavaa yritystä, ja niiden lisäksi joitakin pienempiä yrityksiä. Suuret lääketehaat valmistavat synteettisten lääkkeiden ohella myös luontaistuotteita (LATVUS 1992).

Yrtti- ja maustekasvit ovat pääosalle viljelijäväestömme outoja viljelykasveja. Ne ovat tavallisiin viljelykasveihimme verrattuna herkempiä kasvukauden sääoloille. Sopivien kasvinsuojeluaineiden puuttuminen kokonaan tai tiedon puute viljelymenetelmistä tekee erti- ja maustekasveista perinteisiin viljelykasveihimme verrattuna arempia tuholaisille, taudeille ja rikkakasveille.

Lääkeaineita sisältäviä kasveja on niin paljon, että tässä yhteydessä niistä käsitellään vain muutama esimerkki. Mukaan on otettu vain kasveja, joiden viljelyn tiedetään tai oletetaan onnistuvan Suomessa, tai jotka kasvavat Suomessa luonnonvaraisina.

Keskushermostoon vaikuttavia, narkoottisia kipulääkkeitä saadaan esimerkiksi oopiumunikosta (*Papaver somniferum* L.) ja rohtovirmajuuresta (*Valeriana officinalis* L.). Unikon terälehtien pudottua siemenkodat alkavat laajeta, jolloin niihin viillellään haavoja lateksin valuttamiseksi ulos. Lateksia voidaan valuttaa kasveista useita kertoja, mutta ensimmäisestä kerrasta kertyy eniten morfiinia ja noskapiinia. Lateksia on jonkin verran myös unikon lehdistä ja juurissa. Morfiinilähteenä käytetään kuitenkin usein menetelmän halpuudesta ja kehittyneestä tekniikasta johtuen tyhjiä ja kuivia siemenkotia ja kukkavarren yläosia. Unikon vaikuttavia aineita ovat mm. morfiini, kodeiini, tebaani, noskapiini ja papaveriini. Oopium on narkoottista, rauhoittavaa, kipuja lievittävää, kouristuksia lieventävää, hypnoottista ja hiostavaa.

Unikon alkaloideista käytetään lääketieteellisiin tarkoituksiin nykyään morfiinin esiasettia kodeiinia, mutta sen tunnetuinta alkaloidia, morfiinia, tuotetaan synteettisesti (SEEHUBER 1990). Unikosta saatavan oopiumin väärinkäytön takia on jalostettu morfiinittomia unikkolajikkeita, kuten ruotsalainen 'Libra'. Morfiinittomat lajikkeet on tarkoitettu lähinnä siementuotantoon mausteteollisuudelle, ja siemenöljytuotantoon teollisuus- ja elintarvikesektorin eri käyttökohteisiin.

Rohtovirmajuuri (*Valeriana officinalis* L.) on monivuotinen ruoho. Sen vaikuttavat aineet ovat trioideja. Niiden vaikutus on rauhoittava, hypnoottinen, keskushermostoa lamaava, kouristuksia laukaiseva, vatsaa vahvistava, sydämen toimintaa normalisoiva ja verenpainetta alentava. Rohtovirmajuuren juurakkoa käytetään esimerkiksi teenä tai puristemehuna. Muita narkoottisia kipulääkkeitä saadaan mm. belladonnasta (*Atropa belladonna* L.) ja hullukaalista (*Hyoscyamus niger* L.).

Keskushermostoon vaikuttavia salisylaatteja on mm. pajuisissa (*Salix* sp.) ja mesiangervossa (*Filipendula ulmaria* L.). Salisyylihappo, josta aspiriini on myöhemmin syntetisoitu, eristettiin ensimmäisen kerran mesiangervon nupusta vuonna 1839. Kukkia ja versojen latvoja käytetään teeksi haudutettuna. Salisylaatti alentaa kuumetta, lisää hien- ja virtsaneritystä, ja on antiseptista, virkistävä ja antireumaattista (PIIPPO 1993).

Keskushermostoon vaikuttavia rauhoittavia kasveja ovat mm. mäkikuisma (*Hypericum perforatum* L.) ja särmäkuisma (*Hypericum maculatum* L.). Suomessakin on kuismasta valmistettua 'juhannuskukkaviinaa' käytetty moneen vaivaan. Vaikuttavat aineet ovat kasvin sisältämässä haihtuvassa öljyssä (punaöljy). Aineet lievittävät ahdistusta, ovat rauhoittavia ja estävät tulehduksia. Niitä käytetään mm. nyrjähdysten kivunlievitykseen, noidanuoleen, reumaan, kihtiin, sekä masennuksen, hermostuneisuuden ja unettomuuden hoitoon.

Sitruunamelissan (*Melissa officinalis* L.) vaikuttavat aineet ovat kasvin haihtuvassa öljyssä. Vaikutus on rauhoittava, kuumetta alentava, hiostava, ja matoja häätävä. Sitruunamelissaa käytetään mm. päänsärkyyn ja migreeniin, hermostoperäisiin sydänvaivoihin ja sydämentykytykseen

sekä hermostollisiin vatsa- ja suolistovaivoihin. Muita rauhoittavia kasviaineita saadaan mm. kamomillasta (*Matricaria recutita* L.), vadelmasta (*Rubus idaeus* L.) ja rohtosalviasta (*Salvia officinalis* L.).

Autonomiseen hermostoon vaikuttavia kasveja ovat mm. **parasympaattista hermostoa ja ganglioita lamaavat hulluruoho (*Datura stramonium* L.) ja hullukaali.** Hullukaalin kaikki kasvinosat sisältävät alkaloidoja, jotka vaikuttavat **kouristuksia ja kipuja lievittävästi.**

Paikallishormoneja ja hormoneja sisältävistä ja yleiskuntoon vaikuttavista kasveista ovat esimerkkejä helokki ja nokkonen (*Urtica dioica* L.). Helokin siemenen vaikuttava aine on gamma-linoleenihappo. Se **alentaa kolesterolia ja verenpainetta, estää verihutaleiden kokkaroitumista sekä ehkäisee kasvainten syntyä ja pienentää niitä.** Nokkosen vaikuttavia aineita ovat C-vitamiinin lisäksi A-, B-, E- ja K-vitamiinit, lesitiini, parkkiaineet, kivennäisaineet, poltinkarvojen histamiini ja serotoniini, asetyylikoliini ja muurahaishappo. Vaikutukseltaan nämä aineet mm. **lisäävät hemoglobiinin ja punasolujen määrää, alentavat verensokeria, lisäävät virtsaneritystä, edistävät ruoansulatusrauhasten toimintaa, kiihdyttävät pintaverenkiertoa ja supistavat limakalvoja** (PIIPPO 1993).

Hamppu kuuluu hallusinogeenisiin kasveihin. Sen vaikuttavat aineet ovat kannabinoideja ja flavonoideja, myös siementen haihtuvaa öljyä voidaan käyttää lääkintätarkoituksiin. Kasvin sisältämistä kannabinoideista tärkein on tetrahydrokannabinoli (THC). THC:a on eniten hampun emikasvien kukinnon pienissä lehdissä. THC:n vaikutus on **puuduttava, tulehduksia estävä, hypnoottinen ja hallusinogeeninen, rauhoittava, unettava, antibioottinen, virkistävä ja pahoinvointia estävä** (PIIPPO 1993). THC on tutkimuksissa osoittautunut myös sopivaksi **lääkkeeksi viherkaihin hoitoon** (CALLAWAY 1995). Kuituhamppu on muutaman viime vuoden aikana palannut usean Länsi-Euroopan maan viljelykasvien joukkoon. Kuiduntuotantotarkoituksessa viljeltyt hamput saavat kuitenkin mahdollisen väärinkäytösten takia sisältää EU-säädösten mukaan korkeintaan 0,3 % THC:a. THC:a ei ole näissä kuituhampuksi kasva-

tettavissa kasveissa käytännöllisesti katsoen lainkaan.

Verenkiertoelimistöön vaikuttaviin kasveihin kuuluu mm. sormustinkukka (*Digitalis purpurea* L.). Kasvista kerätään talteen lehdet. Viljellyn sormustinkukan koristekannoissa on vain vähän vaikuttavia alkaloidisia aineosia, kun taas luonnonvaraisten kasvien kannoissa niitä on runsaasti. Kasviaineita käytetään **astman lievitykseen, virtsanerityksen lisäämiseen, rauhoittavana lääkkeenä, sydämen virkistykseen ja sydänvaivoihin.**

**Ruoansulatusta parantavia kasveja** ovat kamomillasaunio ja pihasaunio (*Matricaria matricarioides* L.). Näistä kasveista kerätään talteen mykeröt. Kamomillan vaikuttavia aineita on **tulehduksia ja kouristuksia estävässä** haihtuvassa öljyssä. Kasvista saatavia muita aineita ovat flavonoidit, kumariinit ja salisyylihappo. Nämä lääkkeenomaisesti vaikuttavat aineet sopivat **kipujen lievitykseen, kuumeen alentamiseen ja palovammojen hoitoon.**

Voikukka (*Taraxacum officinale* L.) kuuluu maksan toimintaa parantaviin kasveihin. Sen lehdissä ja juurissa olevia vaikuttavia aineita ovat mm. inuliini ja seskviterpeenilaktonit. Aineiden vaikutus on **virkistävä, virtsaneritystä lisäävä, kasvaimia ja tulehduksia estävä, antireumaattinen sekä sapen ja haimanesteen eristystä lisäävä** (PIIPPO 1993).

Rohtosalvian vaikuttavia aineita ovat mm. haihtuvan öljyn sisältämät flavonoidit. Ne **ehkäisevät syljen, maidon ja hien eritystä, lieventävät kouristuksia ja supistavat limakalvoja.** Keltamon (*Chelidonium majus* L.) vaikuttavat aineet ovat alkaloidoja. Ne vaikuttavat mm. **kipuun ja yskään.** Lisäksi ne **alentavat verenpainetta ja lisäävät virtsan eritystä.** Koko kasvia, mutta erityisesti sen juurta, käytetään kuivattuna. Kasvin maitiaisnestettä käytetään **ihottumien hoitoon.**

Pellava on ummetusvaivoja helpottava kasvi. Siemenkuoren pintaosa sisältää kasvilimaa, ja pellan öljyssä on runsaasti linoli- ja linoleenihappoa, syaanivetyglykosideja ja E- ja F-vitamiineja. Aineiden vaikutus on **lievästi ulostava, ärsytystä lievittävä, pehmittävä ja tulehduksia paranta-**

va. Pellavansiemenen aineita käytetään mm. erilaisiin tulehduksiin ja yskään, krooniseen ummetukseen, ruoansulatuselinten tulehduksiin sekä vatsakatarriin ja -haavaan. Pellavaöljy sopii myös ihottumien ja rohtumien hoitoon.

Auringonhattu kuuluu kasveihin, jonka aineet vaikuttavat hengitystiehyeisiin. Kasvista käytetään kukat, versot ja juuret. Hoitokohteita ovat haavat, ihottumat, tulehdukset ja hengitystieinfektiot. Persilja vaikuttaa virtsatiehyisiin. Sen sisältämät aineet parantavat veren virtausta ruoansulatuselimiin, kohtuun ja limakalvoihin, sekä alentavat kuumetta. Persiljan vaikutus on lisäksi anti-reumaattinen, kouristuksia laukaiseva ja limaa irrottava.

Peltokortteen (*Equisetum arvense* L.) vaikuttavia aineita ovat mm. pii ja piihappo, saponiinit, alkaloidit ja sterolit. Ne lisäävät virtsaneritystä, estävät verenvuotoja, parantavat haavoja, vahvistavat sidekudoksia ja lisäävät valkoisten verisolujen määrää. Peltokortetta käytetään mm. silmätulehdusten, kroonisen keuhkoputken tulehduksen sekä virtsa- ja munuaisvaivojen ja eturauhassairauksien hoitoon, reumaattisiin vaivoihin, kihtiin, haavoihin ja ihottumiin. Juolavehnan (*Elymus repens* L.) vaikuttavat aineet ovat tritisiini ja vanillosidi. Ne lisäävät virtsaneritystä ja ovat desinfioivia. Juurakkoa käytetään uutteina tai tabletteina virtsainfektioiden ja eturauhastulehduksen hoitoon (PIIPPO 1993).

Poimulehden (*Alchemilla vulgaris* L.) sisältämät aineet, parkkiaineet, salisyylihappo ja eteeriset öljyt, vaikuttavat naisten sukupuolielimiin. Vaikuttavat aineet supistavat limakalvoja, estävät tulehduksia, parantavat haavoja ja tyrehdyttävät verenvuotoja. Kasvista valmistettuja lääkkeitä käytetään mm. ripulin ja haavojen hoitoon, kuumakautiskipuihin sekä synnytysten jälkeisten vaurioiden hoitoon.

Siankärsämön (*Achillea millefolium* L.) vaikuttavat aineet ovat mm. haihtuvassa öljyssä. Ne alentavat kuumetta ja verenpainetta, ovat hikoiluttavia, lisäävät virtsaneritystä, estävät kouristuksia ja tulehduksia, lievittävät paikallisesti kipua sekä ehkäisevät verenvuotoja.

Galambosin (1993) mukaan ainakin seuraavien yrttien viljely onnistuu Suomen oloissa avomaalla: iisoppi (*Hyssopus officinalis* L.), kamomillasaanio eli kamomilla, kurkkuyrtti eli purasruoho, liperi (*Levisticum officinale*), persilja ja sitruunamelissa. Useiden lajien huono talvenkestävyys rajoittaa kuitenkin viljelyä.

Edellä esitettyjen lääkekasvien lisäksi on mm. LINDBERG (1993) luettellonut Lapin ja Pohjois-Suomen rohdos- ja luontaistuotekasveja. Kirjassa arvioidaan kasvien sisältämiä vaikuttavia aineita myös nykylääketieteen käsitysten pohjalta. Eräistä jäkälästä ja sienistä on myös löydetty vaikuttavia aineita. Islanninjäkälää (*Cetraria islandica*) ei ole kuitenkaan suosittelu käytettäväksi ravinnoksi Tshernobylin ydinvoimalaonnettomuuden jälkeen laskeuma-alueilla.

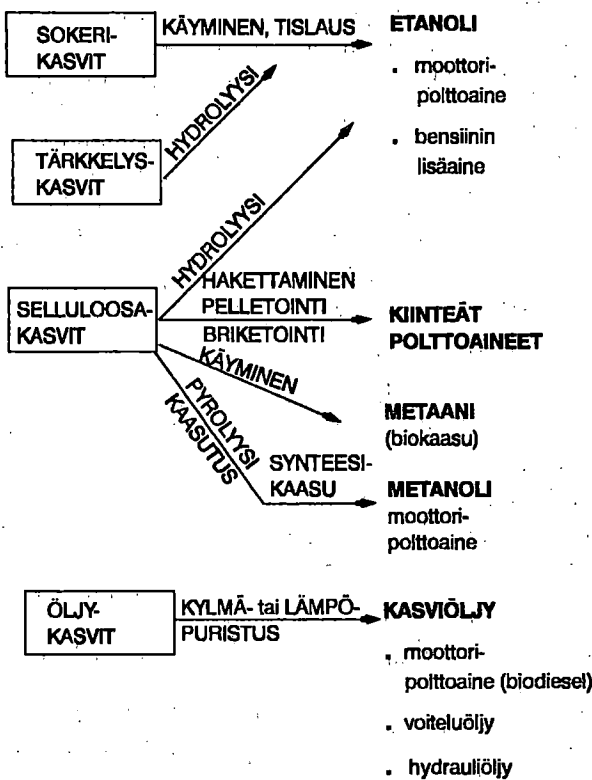
## 4.2 Energiakasvit

Biomassa, etenkin puu, on ollut tärkein ihmisten käyttämä energia- ja raaka-ainelähde aina viime vuosisadan puoliväliin asti (EI BASSAM 1993). Nykyään sokeri- ja tärkkelyspitoisia kasveja käytetään mm. etanolin tuotantoon, ja kasviöljyjä on testattu dieselmootoreiden polttoaineena aina Rudolph Dieselin ajoista lähtien. Kasviöljyistä valmistetaan nykyään biodieselin lisäksi hydrauliikka- ja voiteluöljyjä. Biomassan suorapolttoon sopivat viljelyn sivutuotteena syntyvät oljet ja jotkut runsaasti peltobiomassaa tuottavat kasvit kuten ruokohelmi (Kuva 5).

### 4.2.1 Etanoli

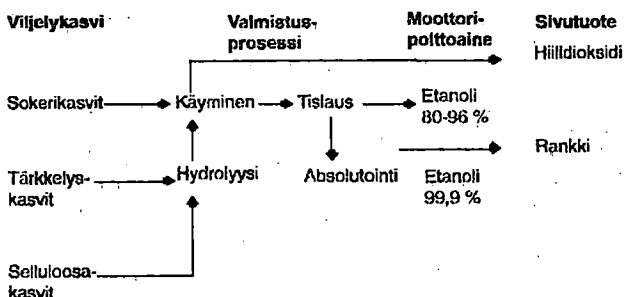
Etanolia voidaan valmistaa esimerkiksi viljoista, maissista, sokeriruosta, perunasta, sokeri- ja rehusokerijuurikkaasta, maa-artisokasta ja sikurista (EI BASSAM 1993). Sokeriruoko on maatalouden raaka-ainelähteistä tuotetun etanolin pääraaka-aine maailmalla. Etanolisaanto riippuu viljelykasvin hehtaarisadosta ja käymisprosessissa olennaisen hiilihydraatin pitoisuudesta kasvissa (JOHN 1992).

Polttoaine-etanolin valmistamiseen käytetään hiilihydraateista nykyään eniten sakkaroosia. Jos kasvin hiilihydraatit eivät ole sakkaroosimuodossa, vaan esimerkiksi tärkkelyksenä, se modifioidaan ensin entsymaattisesti glukoosiksi. Bioetanolia saadaan käyttämällä sokeria hiivan avulla hapettomassa tilassa. Puolet sokerista muuttuu etanoliksi



Kuva 5. Energiantuotantomahdollisuudet sokeri-, tärkkelys-, selluloosa- ja öljykasveista (WÜNSCHE ja BERTHOLDSSON 1983).

ja puolet hiilidioksidiksi. Bioetanolia voidaan valmistaa myös muista biomassoista. Selluloosa- ja lignoselluloosaraaka-aineet on kuitenkin hydrolysoitava ennen fermentaatiota sokerien vapauttamiseksi joko entsyymaattisesti tai happokäsittelyllä (Kuva 6) (PETÄJÄ 1994).



Kuva 6. Etanolin valmistus eri kasvimateriaaleista (NOREN ja DANFORS 1981).

Varastointi on suurin ongelma käytettäessä sokerijuurikasta ja perunaa alkoholin raaka-aineina. Ne sisältävät runsaasti vettä, eivätkä säily varastossa muuttumattomina, joten ne eivät sovellu ympäri- vuotiseen etanolin tuotantoon.

Etanolipohjaisia biopolttoaineita voidaan käyttää perinteisten polttoaineiden, esimerkiksi bensiinin lisäaineina. Puhtaan etanolin käyttö ajoneuvon polttoaineena edellyttää ajoneuvoon tehtäviä muutoksia. Lyijyttömän bensiinin oktaaniluvun ja happimäärän säätämiseen käytetään tavallisesti metanolista ja isobuteenista valmistettua metyyli-tert-butyylietteriä (MTBE). Vaihtoehtoisesti etanolista voi valmistaa ETBE-oksygenaattia.

Suomeen tuodaan vuodessa lähes 10 miljoonaa tonnia raakaöljyä, josta valmistetaan noin 2 miljoonaa tonnia bensiiniä ja noin 1,5 miljoonaa tonnia dieselpolttoainetta. Jos kaiken maassamme käytettävän bensiinin happipitoisuus säädettäisiin kahteen painoprosenttiin ETBE:n avulla, tarvittaisiin 240 000 tonnia ETBE:tä vuodessa. Vastaavasti eetterin valmistamiseen kuluisi 115 000 tonnia etanolia vuodessa. Jos ETBE:n avulla hapetettaisiin edes puolet vuosittain käytetystä bensiinistä, tarvittaisiin 70 000 ha peltoa, jonka kokonaissato olisi 240 000 t ohraa. Tästä voitaisiin valmistaa 60 000 tonnia 100-prosenttista etanolia, ja sivutuotteena syntyisi lisäksi 90 000 tonnia rehua (PETÄJÄ 1994).

#### 4.2.2 Kasviöljy polttoaineena

Kasviöljyjen tuotanto useasta eri kasvista olisi järkevää sen sijaan, että viljeltäisiin suuria aloja yhtä ainoaa kasvilajia. Näin vältettäisiin ekologiset ongelmat, joita yksipuolisen viljelyn seurauksena ovat mm. maan viljavuuden heikkeneminen sekä kasvitautien ja -tuholaisten lisääntyminen. Rapsin ja rypsin satotasoihin eivät muiden öljykasvien sadoit kuitenkaan yllä, kuten taulukko 10 osoittaa (El BASSAM 1993). Taulukon sadoit ovat luonnollisesti Suomen tasoja korkeammat, mutta kasvien väliset satoerot ovat meidän oloissamme samansuuntaiset.

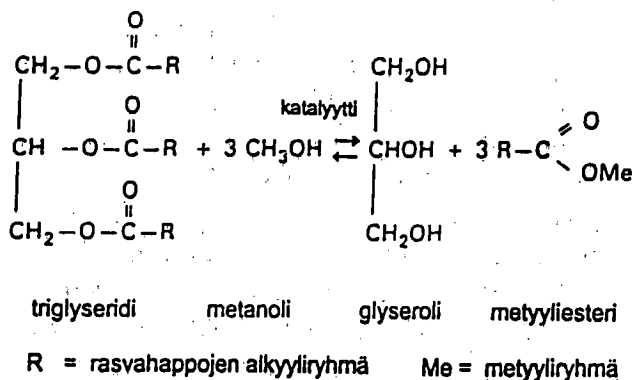
Öljynpuristus rypsinisiemenistä on yksinkertainen toimenpide, jonka isäntä voi tehdä myös itse omalla maatilallaan. Puristukseen käytetään esimerkiksi ruuvipuristinta. Koska maatilalla tapahtuvassa puristuksessa on kyse kylmäpuristuksesta, öljyisaanto jää pienemmäksi kuin suurissa öljynpuristamoissa,

**Taulukko 10. Öljykasvien sadot, siementen öljypitoisuudet ja öljyisaannot (El Bassam 1993).**

Kasvilaji	Sato kg/ha	Öljypitoisuus %	Öljyisaanto kg/ha
Rapsi	3000	42	1260
Auringonkukka	2700	48	1296
Crambe	2100	42	882
Kitupellava	2250	39	878
Unikko	1800	46	828
Sareptansinappi	1800	40	720
Tyräkki	1500	48	720
Pellava	1800	39	702
Keltasinappi	1950	33	644
Korianteri	2400	22	528
Soija	2100	18	378
Kehäkukka	1500	19	285
Fenkoli	600	14	84

joissa puristusmenetelminä käytetään lämminpuristusta ja uuttoa. Kemiran Kotkaniemen koetilalla on todettu öljyisaannon olevan kylmäpuristuksessa noin 30 % (TÖRMÄ 1994). Jos siemensato on 1800 kg/ha ja siemenen öljyprosentti on 42 %, hehtaarin siemensadosta voi maksimissaan saada 756 kg kasviöljyä. Kun öljyisaanto on kylmäpuristuksessa noin 30 %, saadaan hehtaarin siemensadosta vain 227 kg öljyä.

Öljy puhdistetaan seisottamalla sitä sedimentaatiotankeissa tai suodattamalla (NOREN 1993). Puhdistuksen jälkeen rypsimetyyliesteriä tuotetaan katalyytin avulla vaihtoesteröinti prosessissa (Kuva 7) (TULISALO 1993). Rapsiöljyyn lisätään metanolia yhdessä katalysaattorin, esimerkiksi natriumhydroksidin, kanssa. Prosessin sivutuotteena syntyy glyserolia (SÖDERBERG 1991).



**Kuva 7. Rypsiöljyn vaihtoesteröinti metyyliesteriksi (TULISALO 1993).**

Biodiesel-projektin (TULISALO 1993) laskelmien mukaan Suomessa voidaan tuotannon alkuvaiheessa valmistaa 45 miljoonaa litraa biodieseliä. Tätä määrää varten tarvitaan 115 miljoonaa kiloa rypsin siementä, joka voidaan tuottaa noin 72 000 hehtaarin peltoalalla. Maamme dieselpolttoaineen kokonaiskulutuksesta tämä biodieselin määrä olisi vain noin 2 % (TULISALO 1993). Maatilojen tuotantotoimintaan kulutettiin Suomessa vuonna 1991 noin 32 miljoonaa litraa dieselöljyä (Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1993), eli suunnitellulla 72 000 ha:n rypsiälältä saatu biodiesel kattaisi reilusti maatilatuotannon koneiden käyttöenergiatarpeen.

Rypsiöljyä voi käyttää myös lämmitykseen. Ruotsissa on jo kokeiltu viljankuivausta rypsiöljy käyttöenergiana. Rypsiöljyn polttoa varten polttimessa on oltava esilämmitin, joka lämmittää öljyn ennen polttimeen joutumista noin 60–90 asteiseksi (TÖRMÄ 1993, Statens maskinprovningar 1993).

#### 4.2.3 Kasviöljy voiteluaineena ja hydraulioöljynä

Raision Yhtymä valmistaa 'Raision voitelevä'-sarjaa, jonka raaka-aineena käytetään rypsiöljyä. Sarjan tuotteita ovat hydraulioöljy, kuljetinketjuöljy, teräketjuöljy, johdeöljy, muottiöljy, sahaöljy, voitelugeeli ja harjoitusrataöljy (Raision Yhtymä 1992). Rypsiöljyn polaarin rakenne kiinnittää sen helposti metallipintoihin. Tämä selittää osin sen hyvät voiteluominaisuudet. Rypsiöljy muodostaa ohuen kalvon metallin pintaan ja vähentää siten kitkaa ja kulutusta ja estää korroosiota. Polaarisuudesta johtuen rypsiöljy on myös hyvä liuotin. Triglyseridirakenne antaa rypsiöljylle korkean luonnollisen viskositeetin. Rypsiöljy on myös luonnon kannalta hyvä vaihtoehto mineraaliöljylle, sillä se hajoaa luontoon jouduttuaan muutamassa päivässä (LINDEN 1991).

#### 4.2.4 Biomassa kiinteänä polttoaineena

Monien peltokasvien koko maanpäällinen kasvusto sopii kiinteänä polttoaineena poltettavaksi, vaikka tähän tarkoitukseen tähän asti onkin käytetty etupäässä vain puintijätteeksi jäänyttä viljojen olkea. Länsi-Euroopassa olkien keruu ja poltto energiaksi lienee pisimmällä Tanskassa, missä on jo useita olkea polttavia lämpölaitoksia. Suomessa puintijäteoljen käyttöä rajoittaa korjuukauden venyminen usein myöhään syksyyn, jolloin oljet ovat

**Taulukko 11. Kiinteänä polttoaineena käytettyjen kasviomassojen ominaisuuksien vertailu eri puubiomassoihin (TUUNANEN 1994).**

Biomassan laatu	Lämpö-arvo MJ/kg *	Tuhka %	Hiili C %	Vety H %	Happi O %	Rikki S %	Typpi N %	Kloori Cl %
Ruokohelpi								
Syyskorjuu	17,6	4,7	47,7	5,9	40,9	0,08	0,7	0,26
Kevätkorjuu	17,5	5,4	45,4	5,8	42,3	0,08	1,0	0,06
Viljan olki	17,4	5,0	49,3	5,8	39,3	0,1	0,5	0,31
Rypsin olki			46	5,7	39	0,17	0,8	0,22
Sinimailainen	17,4	7,3	46,8	5,4	40,7	0,02	1	0,03
Rypsi, siemen	26,4	4,6	58,6	8,5			3,7	0,5
Poppeli	18,2	1,3	48,5	5,9	43,7	0,01	0,5	0,1
Mänty	19,2	0,4	50,5	6,2				

\*) Kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo

liian kosteita suoraan varastoon paalattavaksi. Kuivaus taas lisää kustannuksia ja työtä. Hehtaarilta korjattavan korsiviljojen oljen määrä jää myös suhteellisen pieneksi, 2000 kg:n tienoille. Suomessa pinta-alan mukaan eniten viljeltävästä ohrasta saadaan pienin olkisato, noin 1800 kg/ha (HUUSELA-VEISTOLA ym. 1991).

Suorapolttotarkoituksiin voidaan myös vartavasten viljellä energiaheinää; esimerkiksi ruokohelpiä (*Phalaris arundinacea* L.). Suomessa ja Ruotsissa tehtyjen ruokohelpikokeiden perusteella on todettu, että helpikasvustot voidaan jättää talvehtimaan, ja korjata aikaisin seuraavana keväänä kuivana talteen. Tosin kuiva-ainesadot ovat keväällä olleet jopa 30–40 % pienemmät kuin edellisellä kasvukaudella korjatut sadot. Maatalouden tutkimuskeskuksen agrokuitututkimuksessa on nuorista nurmista siemenvaiheessa korjatun ruokohelpin kuiva-ainesatojen todettu vaihtelevan keskimäärin välillä 4 000–15 000 kg/ha (MELA ja PAHKALA 1993).

Viljan jyviä ja öljykasvien siemeniä voidaan myös käyttää minipelletteinä kiinteiden polttoaineiden tavoin. Ravinnoksi soveltuvan aineen polttamista on kuitenkin joillain tahoilla vastustettu eettisistä syistä. Työteho-seura r.y. on tutkinut, että rypsin-siementen poltto onnistuu hakkeelle ja turpeelle suunnitellussa pienpolttimessa hyvin. Siementen kuiva-aineen tehollinen lämpöarvo on 26,4 MJ/kg. Suuren energiasisällön vuoksi omakotitalon vuotuisen lämmitykseen lasketaan tarvittavan vain noin kahden hehtaarin siemensato (TUOMI ja KOUKI 1993).

Kasviöljyn puristuksen yhteydessä syntyvä rouhe on erinomaista kotieläinten valkuaisrehua. Puristusrouhetta voisi ajatella käytettäväksi myös **typpi-lannoitteena**, mutta typen vapautuminen rouheesta ja rouheen sopivuus eri kasveille vaatii lisätutkimuksia. Rypsirouhepelletit voitaisiin myös polttaa: rypsipelletillä on noin 27 % korkeampi lämpöarvo verrattuna samassa kosteuspitoisuudessa tutkittuihin olkeen ja ruokohelpiin (NOREN 1993).

Poltettavan biomassan kosteus ja kemiallinen koostumus määrää sen arvon polttoaineena. Happi polttoaineessa vähentää palamisilman tarvetta. Haitallisia aineita ovat mm. rikki, typpi, kloori, natrium ja kalium. Taulukossa 11 on esitetty polttoaineina käytettyjen eri kasviomassojen ominaisuuksia.

#### 4.2.5 Biokaasu

Biokaasua saadaan kasveista, jotka sisältävät runsaasti hajotettavissa olevia hiilihydraatteja, kuten sokeria ja proteiineja. Lignoselluloosapitoiset kasvilajit eivät sovellu biokaasutuotantoon (EL-BASSAM 1993). Eri kasvilajien välisessä vertailussa saatiin suurimmat kaasusaannot rehusokerijuurikkaasta ja sinimailasesta (880 m<sup>3</sup> ja 770 m<sup>3</sup>/t orgaanista ainetta), pienimmät taas järviruo'osta ja energiapajusta (440 m<sup>3</sup> ja 490 m<sup>3</sup>/t orgaanista ainetta). Biokaasutukseen käytettävää materiaalia varastoidaan ennen kaasutusta säilörehun tapaan.

Biomassan energiasisältö siirtyy biokaasuun anaerobisten mikrobiologisten prosessien avulla (BROLIN ym. 1988). Tavallisimmat hajotus-

menetelmät ovat mesofiilinen prosessi ja termofiilinen prosessi, jotka tapahtuvat yli 30 °C:ssa. Käsitteily- ja hajotustekniikoita on myös kaksi, kertahajotus ja jatkuva hajotus. Kertahajotusmenetelmässä lahoamiskammio täytetään vähitellen poistamatta sieltä välillä jo lahonnutta materiaalia. Jatkuvassa prosessissa taas uutta kasvimateriaalia lisätään samalla kuin hajonnutta materiaalia poistetaan (THYSELIUS ym. 1991). Tasapainoisen prosessin lopputuotteita ovat metaani, hiilidioksidi ja vesi (Sveriges lantbruksuniversitet 1984). Hiilidioksidi pienentää kaasun lämpöarvoa. Kaasu voidaan käyttää sellaisenaan mm. paikallaan olevissa moottoreissa tai kaasuhellassa. Ajoneuvon käyttövoimaksi hyödynnettäessä biokaasusta on poistettava hiilidioksidi, rikkivety, hiukkaset ja vesi (AXENBOM ym. 1992).

#### 4.2.6 Kaasutuskaasu

Kiinteä polttoaine voidaan muuntaa kaasutustekniikoita käyttäen korkeassa lämpötilassa kaasumaiseen muotoon. Kun aineen kaasuksi muuntamisessa käytetään happea ja vesihöyryä, saadaan keskilämpöarvoista synteetikaasua (10–15 MJ/m<sup>3</sup>), jota voi käyttää mm. ammoniakkin raaka-aineena. Siitä voidaan valmistaa myös korkealämpöarvoista synteettistä maakaasua (35 MJ/m<sup>3</sup>).

Kun kaasuksi muuntaminen tapahtuu ilman avulla, syntyy pienilämpöarvoista polttoaasua (4–7 MJ/m<sup>3</sup>). Polttoaasun valmistuksessa käytetään yleensä kiinteäkerroskaasuttimia tai leijukeroskaasuttimia. Kiinteästä polttoaineesta pyritään valmistamaan mahdollisimman hyvälaatuista palavaa kaasua, jossa on runsaasti vetyä ja hiilimonoksidia. Kaasutustekniikka mahdollistaa kotimaisten polttoainoiden käytön sellaisissa kohteissa, joissa kiinteän polttoaineen suora poltto ei tule kysymykseen. Tällaisia ovat mm. vanhat öljykattilat, polttomoottorit ja kaasuturbiinit sekä teollisuuden prosessiuunit, kuten tiili- ja meesauunit.

Kaasutuslämpökeskuksen polttoaineena voidaan käyttää lähes kaikkia pääosin palamaisia polttoaineita (peltokasvimateriaalia briketteinä ja pelletteinä), joiden kosteus on alle 55 prosenttia, ja tuhkan pehmenemispiste yli 900–1 000 °C. Palaturpeen, hakkeen ja metsätähdehakkeen käyttöä on tutkittu paljon. Olkipellettien käytöstä on vain vähän kokemusta (KURKELA 1986).

## 5 MUIDEN MAATALOUSTUOTTEIDEN NON FOOD -KÄYTTÖ

### Mehiläistuotteet

Mehiläishoito on monien maanviljelijöiden sivuelinkeino ja harrastus. Mehiläistarhojen läheisyydestä on hyötyä myös kasvinviljelylle, sillä mehiläiset vaikuttavat sadon suuruuteen pölyttäessään hyötykasveja, kuten rypsiä.

Mehiläiset keräävät luonnosta kolme eri tuotetta: mettä, siitepölyä ja kittivahaa (SEPPÄLÄ 1994). Hunajaa on jo keskiajalla käytetty lääkkeenä Euroopassa. Tähän tarkoitukseen hunaja sopii hyvin, koska sillä on sekä antiseptisiä että antibioottisia ominaisuuksia (VARIS 1994). Hunajaa käytetään ulkoisesti haavojen, palovammojen, hiertymien ja psoriaksen hoitoon sekä ihon- ja hiustenhoitoon (BORG 1993). Mehiläisvahasta valmistetaan myös kynttilöitä. Toisen maailmansodan jälkeen alettiin erityistä huomiota kiinnittää siitepölyyn, kittivahaan, mehiläismyrkkyyden ja emotoukan ruokamehuun (VARIS 1994).

Siitepölyt ovat kasvikunnan vitamiinirikkaimpia ja biologisesti arvokkaimpia aineita. Siitepölyn sisältämät brassinolidit ja flavonoidit ovat biokemiallisesti eräiden allergian hoidossa käytettävien lääkkeiden lähisukulaisia. Proteiinipitoisella siitepölyllä mehiläiset ruokkivat toukkiaan. Myös mm. urheilijat käyttävät siitepölyä ravintolisänä (VARIS 1994). Siitepölyn on todettu myös auttavan eturauhasvaivoihin, sokeritautiin, hiustenlähtöön ja potenssivaivoihin (BORG 1993).

Kittivaha eli propolis on hartsimainen aine, jota mehiläiset keräävät etenkin puiden silmuista (VARIS 1994). Kittivaha sisältää antibioottisia yhdisteitä, ja sitä käytetään lääkinnällisissä tarkoituksissa kipeän kurkun sekä tulehduksen ja haavaumien hoitoon, ja lihassäryn sekä maha-haavan lievitykseen. Lääkinnällisen käytön lisäksi sitä käytetään mm. viululakan ainesosana (BORG 1993).

Mehiläisten emotoukan ruokamehu, royal jelly, on proteiinipitoista rauhaseritettä, jota markkinoidaan meillä mm. vanhenemista hidastavana, yleistä hyvinvointia parantavana ja seksuaalista aktiivisuutta lisäävänä aineena (VARIS 1994).

Työläismehiläisten erittämää mehiläismyrkkyä kerätään farmakologisiin tarkoituksiin, kuten nivel-tulehduksen ja reuman hoitoon (VARIS 1994). Mehiläismyrkky on voimakkaan hajuinen, polttavan makuinen, vahvasti antibioottinen, läpikuultava ja hapan neste. Se sisältää monia eri yhdisteitä, mm. melittiniä, fosfolipaasi A:ta, hyaluronidaasia, hapanfosfataasia ja histamiinia (BORG 1993).

### *Maitotuotteet*

Nykyisessä maidon ylituotantolanteessa elintarvikesektorille tarpeettomasta maidosta tuotetaan kaseiinia eli maitovalkuaista. Kaseiinia on käytetty jo antiikin ajalla maaleissa ja liimoissa (KÖHLER 1991). Nykyisiä proteiinikaseiinin käyttökohteita ovat mm. **päällystetyt paperimukit ja -purkit, kiillotetut painopaperit, liima-aineet ja muovinapit** (Kemia-Kemi 1994). Edellisten lisäksi kaseiinia voidaan käyttää maaleissa, viimeistelyaineksena nahkateollisuudessa, ja kuitujen valmistuksen yhteydessä tekstiiliteollisuudessa.

Kaseiinin teollinen käyttö on kuitenkin vähemmän, koska synteettiset vastineet ovat paljon edullisempia. Sen sijaan lääke- ja kosmetiikkateollisuudessa on kaseiinille avautumassa uusia markkinoita. Kaseiinia voidaan käyttää **hiustenpesuaineissa ja voiteissa sekä erilaisissa lääkeaineissa** (KÖHLER 1991).

Maidosta saatavan kaseiinin lisäksi myös heran ainesosia hyödynnetään non food -tarkoituksiin. Heraa saadaan juuston, rahkan ja kaseiinin valmistuksen yhteydessä, ja se sisältää laktoosia eli maitosokeria sekä pieniä määriä heravalkuaista, rasvaa, kivennäisaineita ja maitohappoa. Perinteinen laktoosin käyttäjä on lastenruokateollisuuden lisäksi lääketeollisuus. Laktoosi on tärkeä **tablettien perusraaka-aine**. Laktoosi on raaka-aineena myös monissa prosesseissa, joissa tuotetaan mm. **biokaasua, etanolia, herajuomia, orgaanisia happoja, entsyymejä, penisilliiniä ja vitamiineja**. Laktoosista tuotetaan käymisteitse alkoholia teollisessa mitassa ainakin Tanskassa, Irlannissa, USA:ssa ja Uudessa-Seelannissa. Herasta valmistettua alkoholia sekoitetaan näissä maissa **ajoneuvojen bensiniin** (KÖHLER 1991).

Maatalouden tutkimuskeskuksen Elintarvikkeiden tutkimuslaitokselta johdetaan Suomessa tehtävää immuunimaitotutkimusta. Vastapoikineen lehmän

terrimaidossa on suuria määriä vasta-aineita, jotka on tarkoitettu suojaamaan vasikkaa. Kun ummessa olevaa lehmää rokotetaan tiettyjä taudinaiheuttajia vastaan, sen elimistö muodostaa vereen myös näiden tautien vasta-aineita, jotka siirtyvät maitoon. Immunisoituun terrimaitoon kehittyneiden vasta-aineiden on havaittu lievittävän hankalasti hoidettavia tauteja.

Immunisoidulla maidolla on jo 1800-luvulla hoidettu **kurkkumätä-, lavantauti- ja tuberkuloosipotilaita**. 1950-luvulta lähtien sitä on kokeiltu **reuman ja heinänuhan** hoidossa, ja 1960 lähtien **polioviruksen, salmonellan ja koliripulin** hoidossa. Tärkeimmät nykyiset tutkimukset keskittyvät **nivelreuman, karieksen, ripulitautien, punataudin, mahakatarrin ja kryptosporidioosin** hoitoon. Immuunimaito saattaa vaikuttaa alentavasti myös **verenpaineeseen ja seerumin kolesteroliin**. Suomalaisen tutkimuksen päämääränä on osoittaa tieteellisesti, että immuunimaito vaikuttaa sairauksia ehkäisevästi tai lievittävästi (MURTO-MAA-NISKALA 1994).

Suomessa on aikaansaatu siirtogeeninen Huomenvasikka, jonka odotetaan lypsävän erytropoietiinia sisältävää lääkemaitoa. Tätä proteiinia voidaan käyttää **AIDSin ja anemian hoidossa**. Geeninsiirtomenetelmän avulla odotetaan lypsylehmien voivan tulevaisuudessa tuottaa maidossaan aineosia myös muiden sairauksien lääkkeeksi (MYKKÄNEN 1995).

Vähemmän tutkittuja ja ehkä myös vähämerkityksisempiä ovat mm. muiden kotieläinten tuotteiden ja liha-luu -jauhon non food -käyttömahdollisuudet.

## **6 PELLOLLA VILJELTÄVÄN NON FOOD -RAAKA-AINEEN TUOTANTO JA HYÖDYNTÄMISMAHDOLLISUUDET SUOMESSA**

Vuonna 1993 oli Suomen leipäviljan omavaraisuusaste 85 % ja sokerin 65 %. Kaikkien kotieläintalouden tuotteiden omavaraisuusaste oli samana vuonna yli 100 % (Maatalousalan tiedotuskeskus 1994 a). Suurin osa pelloilla tuotetuista sadoista käytetään rehu- ja elintarviketeollisuuden tarpeisiin. Jos kriisitilanteessa joudutaan rajoitta-



**Taulukko 12. Tärkeimpien viljelykasvien sadot Euroopassa (Maatalousalan tiedotuskeskus 1994 b).**

Maa	Vehnä	Ohra	Peruna	Sokerijuurikas	Rapsi ja rypsi
Itävalta	4883	4400	23611	52799	2208
Ruotsi	5345	2919	29181	41667	1984
Sveitsi	5529	6008	38995	67257	2694
Belgia	6758	6261	36000	58491	2857
Britannia	6866	5697	43789	50500	2760
<b>Suomi</b>	<b>2415</b>	<b>3237</b>	<b>19289</b>	<b>32377</b>	<b>1829</b>
Espanja	1944	1491	20035	46224	1457
Hollanti	8015	5989	40869	68280	3260
Italia	3551	3870	22532	49368	2356
Ranska	6494	5823	35866	68029	2708
Saksa	5981	5065	30190	50876	2613
Tanska	6173	3343	33782	50769	2356

maan tuotantopanoksia, on varauduttava satojen pienenemiseen. Tuotantopanoksista kasvinsuojeluaineet tai ainakin osa niiden valmistukseen käytetyistä raaka-aineista tuodaan ulkomailta. Niiden puuttuessa ei biologinen torjunta voi vielä tarjota riittävästi vaihtoehtoisia ratkaisuja. Luonnonmukaisen viljelyn periaatteita voitaisiin kuitenkin soveltaa niin, että tuotantotasojen kohtuuton putoaminen voitaisiin estää. Joka tapauksessa rehu- ja elintarviketuotantoon voidaan normaalioloista poikkeavassa kriisitilanteessa laskea tarvittavan ainakin nykyinen viljelyala.

Suomessa tuotetut sadot eivät pysty määrällisesti kilpailemaan muun läntisen Euroopan satojen kanssa (Taulukko 12). Mm. jalostuksen ja viljelytekniikan kehittymisen ansiosta satotasot ovat jatkuvasti nousseet. Koska sama trendi koskee myös muita maita, satotasoeroa ei kyetä kaventamaan kuin ehkä ennustetun kasvihuoneilmaston tulevaisuudessa aiheuttaman ilmastomuutoksen ansiosta.

Meillä tuotettu non food -raaka-aine ei siis ole taloudellisesti kilpailukykyistä muualla tuotettuun kasvimateriaaliin verrattuna. Kriisitilanteessa vaikuttavat muutkin kuin taloudelliset arvot, mm. raaka-aineen saatavuus yleensä ja väestön perustarpeista huolehtiminen. Tällaisessa tilanteessa pelloilla viljeltävän raaka-aineen käyttöä non food -teollisuuden tarpeisiin voitaisiin oleellisesti lisätä nykyisestä, jos kesantoalaa ei tarvita ravinnon tuottamisen kasvattamiseen.

Non food -tuotannon lisäämiseen tähdätään eri teollisuusaloilla myös Suomessa. Meillä non food -raaka-ainetta voitaisiin tuottaa periaatteessa nykyisellä 500 000 ha:n kesantoalalla. Rajoituksia viljeltävien kasvien valintaan aiheuttavat mm. pelton pohjoinen sijainti ja peltojemme maalaajiominaisuudet. Kaikkia kasveja ei voi kasvattaa kaikkialla. Lisäksi kesannolle on nyt jätetty Suomen huonokuntoisimmat pellot. Näiltä aloilta saatavat sadot eivät voi määrällisesti tai laadullisesti yltää muilla pelloilla tuotetun raaka-aineen tasolle.

Lannoitusaineet ja maanparannuskalkki saataisiin kriisitilanteessa pääasiassa kotimaasta. Typpitaloudeltaan omavaraisia kasveja (vuohenherne, peltoherne, apilat, sinimailanen) olisi lisättävä viljelykiertoon nykyistä useammin, ja niiden sisältämien aineiden teollisia hyödyntämismahdollisuuksia teollisuudessa olisi tutkittava enemmän. Kohtuullisilla kasviraavinmäärillä toimeentulevien kasvien viljely säästäisi lannoitteita. Jos kahdesta eri kasvilajista saadaan samanarvoista raaka-ainetta, kannattaisi tuotantopanoksia vertailemalla valita pelolle pienemmin panoksen viljeltävä kasvi.

Maatalouden tuotantopanoksista tuodaan kaikki moottoripolttoaineet ulkomailta. Rypsiöljypohjaisia hydraulioöljyjä työkoneluihin tehdään Suomessakin Rasion Yhtymässä. Tuotantotoimintaan käytettyjen peltokoneiden diesel voidaan korvata kasviöljystä valmistetulla metyyliesterillä. Kriisiaikana myös moni muu toiminta riippuu tuontipolt-

toaineista. Ajoneuvoissa voitaisiin käyttöenergiana hyödyntää kotimaan raaka-aineista valmistettua biodieseliä ja bioetanolia.

Teollisuus- ja energiakasvituotantoon sopivat useimmat maassamme nykyisin viljeltävistä kasveista. Valmius käyttää nykyisiä kasviraaka-aineita non food -sektorilla pitäisi selvittää, samoin tarpeet raaka-aineen laadun parantamiseksi. Laatuun voitaisiin vaikuttaa mm. jalostuksen ja tarkennetun viljelytekniikan avulla.

### *Tärkkelyskasvit*

Suomessa käytetään lähinnä **korsiviljoista ja perunasta** saatavaa tärkkelystä. **Ohraa** voidaan viljellä maassamme muita korsiviljoja laajemmalla alueella, ja sen tärkkelystä käytetäänkin meillä non food -tuotannon tarpeisiin. Alkoholi- ja tärkkelystuotannon raaka-aineeksi menee nykyisestä ohrasadosta noin 14 % (RANTANEN ja SIMOJOKI 1993). Ruokaperunan lisäksi meillä viljellään sopimusviljelmillä tärkkelysperunaa. Tärkkelysperunaviljelmät ovat keskittyneet tehtaiden ympäristöön Satakuntaan ja Etelä-Pohjanmaalle (MUSTONEN ja KANGAS 1993).

VTT, Neste ja Alko kehittelevät tärkkelyksestä biomuovia, jonka käyttökohteita voivat olla mm. valmisvaipat, kertakäyttöastiat, jätessäkit, muovipussit, einespakkaukset, voidetuubit, kosmetiikkapakkaukset, kateviljelykalvot ja lääkekapselit. Neste käyttää biohajoavan muovin raaka-aineena **sokerijuurikastärkkelystä**, Alko taas ohratärkkelystä (VÄLIMÄKI 1994). Suomessa viljeltävät **ruis, kaura ja herne** ovat mielenkiintoisia tärkkelyskasveja, joiden soveltuvuus non food -kasveiksi edellyttäisi lisätutkimuksia.

Rukiinviljelyn suosiota meillä heikentävät syksyn kylvöhankaluudet, vaihtelevat talvehtimisotot ja lakoutuneen viljan korjuuvaikkeudet. Toisaalta ruis on vaatimaton, pienillä tuotantopanoksilla vaikeilakin mailla viljeltäväksi soveltuva laji (SIMOJOKI ja KANGASMÄKI 1993). Kauraa ei pitkän kasvuaajan vuoksi kannata kylvää kolmosviljelyvyöhykkeen (linja Ylistaro-Laukaa-Maaninka) pohjoispuolelle. Kaura sietää hyvin maan happamuutta, ja se menestyy sateisina vuosina ohraa paremmin (KANGAS ja RANTANEN 1993). Herneen viljely on keskittynyt eteläiseen Suomeen. Sen typpilannoitustarve on normaaliin viljanviljelyyn (80–100

kg/ha) verrattuna pieni (20–60 kg/ha), ja herneen sitomasta tyydestä on hyötyä myös viljelykierrossa seuraavalle kasville. Uudet matalat ja puolikorkeat hernelajikkeet ovat lisänneet viljelyvarmuutta. Nopeasti kuivuville, tiiviille savimaille ei herne kuitenkaan sovellu (KÖYLIJÄRVI ja KONTTURI 1993).

### *Sokerikasvit*

Sokerin tuotantoa varten meillä viljellään vain **sokerijuurikasta**. Koska sokerin omavaraisuus on vain 65 %, ei tästä sakkaroosin lähteestä ole kriisitilanteessa järkevää käyttää non food -tuotantoon muuta kuin tärkkelys. Sokerijuurikkaan siemen tuodaan ulkoa, joten kriisitilanteessa sen viljely voi kokonaan loppua, jos kylvösiementä ei saada. Jonkun muun Suomeen viljeltäväksi sopivan sokerikasvin viljelyedellytysten kehittäminen sokerijuurikkaan rinnalle voisi olla järkevää. **Maa-artistokan** sokeri on pääasiassa inuliinin muodossa. Artistokan viljely on rajoittunut lähinnä kotipuutarhoihin, koska sen korjuu ja varastointi on hankalaa. Suomessa satoa tuottavat vain artistokan päiväneutraalit lajikkeet, eikä kotimaista artisokkalajiketta ole tarjolla.

### *Selluloosakasvit*

Parhailaan Suomessa tehtävä agrokuitututkimus selvittää mm. rotevakasvuisen **ruokohelven** käyttöä lyhyen kuidun korvaajana paperiteollisuuden hienopaperivalmistuksessa. Lyhyen kuidun tarpeeseen tuodaan ulkomailta useita miljoonia kuutiometrejä lehtipuuta vuosittain. Heinäkasvista saatavan sellun etuna ovat mm. lyhyet, energiaa säästävät keittoajat (MELA ja PAHKALA 1994). Ruokohelpi, kuten muutkin nurmiheinät tai oljet, sopii myös kiinteäksi polttoaineeksi, jos se saadaan korjattua pellolta niin kuivana, ettei pitkäaikainen varastointi edellytä materiaalin lisäkuivausta. Energiataseen kannalta ei ole kovinkaan järkevää kuluttaa energiaa toisen energiamuodon kuivamiseen. Suurimmat ruokohelpisadot ovat olleet 13 000–15 000 kg kuiva-ainetta/ha Etelä- ja Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemien multa- ja hieta- mailla.

Puu ja turve tulevat olemaan suorapolton materiaaleina ensi sijalla, koska korsibiomassan käyttö vaatii uudenlaisia rakenneratkaisuja myös polttoyksiköihin. Kriisitilanteessa voisi ajatella, että lämpö- ja sähköenergia saataisiinkin puusta ja turpeesta, ja

pellolla tuotettu raaka-aine käytettäisiin muihin tarkoituksiin.

Kaasutuskaasun tuottamiseksi kasvimateriaalin on oltava vähintään puristemuodossa, joten materiaalin jatkojalostus vaatii energiaa, jolloin taas energiatase pienenee. Käytössä olevia biokaasutusmenetelmiä ei ole myöskään suunniteltu vartavasten kasvibiomassalle, joka tuotettaisiin tuoreena suoraan pellolta tai varastoitaisiin säilörehun tapaan. Biokaasun tuotantolaitosten pitäisi myös olla tilakohtaisia, jolloin kaasutus tapahtuisi siellä missä kaasutusmateriaalikin tuotetaan, ja mm. kuljetuskustannukset pienenisivät. Ympärivuotinen kaasuntarve aiheuttaisi varastointiongelmia, koska säilörehun tapaan säilötty kasvibiomassa vie runsaasti tilaa, ja jäätyy siiloissa talvella, jolloin se joudutaan sulattamaan ennen kaasutusta.

**Kuitupellavaa** viljellään Suomessa muutaman sadan hehtaarin alalla. Viljeltyt lajikkeet ovat ulkomaisia, enimmäkseen hollantilaisia, ja ne tuottavat meillä hyvän kuitusadon. Kotimaiset vanhat kuituöljypellavalajikkeet Aino ja Marja eivät ole kuituntuotannossa kilpailukykyisiä hollantilaisten lajikkeiden kanssa. Suomalaiset lajikkeet lakoontuvat myös herkästi. Nykyään viljelijävetoinen Saarpella Oy on toiminut maassamme kuitupellava-viljelyn edistäjänä. Kuitupellavan korjuuseen tarvitaan työvoiman puuttuessa ja kustannusten vähentämiseksi vähänkin isommilla viljelyaloilla erikoinen nyhtökone. Suomessa näitä koneita on nykyään käytössä muutama. Claas on hiljattain kehittänyt puimurin, joka pui siemenet pellavan varsista, erottelee päistäreet kuidusta ja paalaa kuidut. Jos kone toimii myös käytännössä, pellavan korjuu helpottuu huomattavasti.

Hans Norrholmilla on Närpiössä Pohjoismaiden ainoa loukutus-lihtauslinja, jota tarvitaan pellavan jatkojalostukseen. Linjalla rikotaan pellavan varret ja kuituosasta erotetaan puumaiset päistäreet. Linjan kapasiteetti riittää toistaiseksi myös toisten viljelijöiden kuitupellavan käsittelyyn. Häkilöinti, eli pitkän ja lyhyen kuidun erottelu, on tehtävä ulkomailta, koska Suomessa ei ole häkilää. Norrholmilla pellava myydään pääasiassa putkialan yrityksiin tiivisteeksi. Päistäret puristetaan briketeiksi ja käytetään kiinteänä polttoaineena (LOISKEKOSKI 1994). Kuitupellavan varsisadot ovat olleet Maatalouden tutkimuskeskuksen kokeissa (1989–1991)

suurimmillaan 10 000 kg/ha, ja I-luokan kuidun (pitkä kuitu) osuus varsisadosta on ollut 15–25 % (PAHKALA ym. 1994).

**Kuituhampun** käsittely vaatii samanlaiset, mutta vanhemmat laitteet kuin kuitupellavan käsittely. Kuituhampusta onkin sen uuden tuleminen myötä kehitelty tuotteita, joiden jatkokäsittelyyn ei tarvittaisi suuria investointeja. Kuituhampun viljelyinnostus Länsi-Euroopassa johti myös eri hampulajikkeiden viljelykokeeseen Maatalouden tutkimuskeskuksessa kasvukausina 1994 ja 1995. Vuoden 1994 kokeen varsisadot olivat suurimmillaan 10 000 kg kuiva-ainetta/ha. Pitkän kuidun osuus saman vuoden varsisadoissa oli suurimmillaan 30 %. Kokeissa olevat lajikkeet olivat kaikki ulkomaisia (SANKARI 1995). Kuituhampulajikkeilla ei ole merkitystä lääkekasveina, koska lääkinnällisesti tärkein alkaloidi, tetrahydrokannabinoli, on jalostusmenetelmin poistettu uusimmista lajikkeista käytännössä kokonaan.

### *Öljykasvit*

Öljykasvien viljelyala oli maassamme vuonna 1994 noin 70 000 ha. Sato käytetään lähes kokonaan ravintoöljyn ja -rasvojen valmistukseen.

**Rypsisatoa** voimakkaasti vähentävän taudin, möhöjuuren, leviämistä estetään vuoroviljelyllä. Tämän vuoksi rypsiä ei saisi viljellä samalla pellolla useammin kuin joka viides vuosi. Pohjoisin rypsin viljelyyn suositeltava alue on kolmas viljelyvyöhyke, jonka pohjoisraja kulkee Ylistaron, Laukaan ja Maaningan pohjoispuolelta. Tästä syystä Keski-Pohjanmaan, Kainuun, Oulun ja Lapin peltoaloilla öljykasvien viljely ei ole mahdollista. Tässä laskelmassa kasvukauden pituus on ainoa mittari rypsin viljelyedellytyksille, jolloin viljelykiertoon käytettäväksi jää noin 1,9 miljoonaa hehtaaria (2 500 000 – 600 000 = 1 900 000 ha). Viljelykiertotarpeen mukaan tämä ala jaetaan viidellä, jolloin öljykasvien maksimiviljelyalaksi yhtenä kasvukautena saadaan teoriassa 380 000 ha. Kun tästä vielä poistetaan mm. maalajiltaan rypsin viljelyyn sopimatomat pellot, jäänee kasviöljytuotannon käyttöön arviolta noin 200 000 ha. Tältä alalta saatava rypsi- ja rapsiöljy riittäisi nykyisen elintarvikesektorin tarpeeksi, ja sillä korvattaisiin maatalouden tuotantoajoihin kuluva diesel ja vielä osa hydraulioöljyistäkin.

Rypsin tuholaisia ovat taimivaiheessa kirpat, joita vastaan siemenet on peitattava. Ennen kukintaa pahinta vahinkoa aiheuttavat rapsikuoriaiset, joita on jouduttu torjumaan viime vuosina jopa kolmeen eri kertaan kasvukaudella. Kasvinsuojeluaineiden puuttuessa rypsin ja rapsin viljely on erittäin hankalaa.

Suomessa ei ole tarjolla rypsin tai rapsin korkearukapitoisia lajikkeita, vaan öljyhappo on öljyn pääkomponentti. **Sinapista** saataisiin sensijaan erukahappopitoista öljyä teknisiin käyttötarkoituksiin. Koska sinappi on rypsin ja rapsin sukulaiskasvi, sekaantumisen vaara on suuri, jos näitä kasveja viljellään vuorotellen samalla tilalla. Sinappia viljeltäessä on torjuttava samoja kasvintuhoajia, ja noudatettava samaa viljelykiertoa kuin rypsilä, joten sinapinviljely vähentää rypsin ja rapsin viljelyalaa. Rypsimetyyliesteriä valmistavat ja käyttävät traktorin polttoaineena ainakin Kemiran Kotkanien koetila ja Ålands försöksstation Ahvenanmaalla.

Suomessa puristetaan kotimaisesta **öljypellavasta** öljyä, jota käytetään mm. ruostesuojaukseen, maalien osakomponentiksi ja puun kyllästämiseen. Öljyä ja rouhetta myydään lisäksi luontaistuotteena ja esimerkiksi hevosten terveysrehuna. Kotimaisia puristamoja ovat ainakin somerolainen Elix Oil Oy ja tuusulalainen osuuspuristamo. Öljypellavan viljelyala on noin 1500 hehtaaria (1995). Alaa voidaan nykyisestä vielä nostaa, mutta myös pellavan viljelypaikkaa valittaessa on otettava huomioon viljelykierto- ja maalajivaatimukset sekä lisäksi pitkä kasvu-aika, jos siemenistä halutaan saada korkeatasoisia lehtivihreätöntä öljyä.

Edellä mainittujen öljykasvien lisäksi Suomessa viljellään jonkun verran **auringonkukkaa**, mutta sen siemenet tuotetaan lähes poikkeuksetta linnunsiemeneksi. Öljynpuristamo Mildola Oy tutkii kenttäkokeissaan auringonkukkaa. **Kuminan** viljely on meillä lisääntynyt, ja sen tuotantoala oli vuonna 1994 noin tuhat hehtaaria. Kuminan viljelysopimuksia tekee mm. janakkalalainen Arctic Taste Oy, joka vie ostamansa kuminan ulkomaille. Kuminan viljelyalaa voidaan edelleen lisätä. Viljely ei ole kuitenkaan täysin ongelmaton, sillä kasvinsuojelutoimenpiteistä ainakin kuminakoin torjuntaruiskutukset ovat tarpeen sadonmenetyksien välttämiseksi.

Muista potentiaalisista öljykasveista on Suomessa käynnissä viljelykokeiluja. Maatalouden tutkimuskeskuksessa on tehty alustava koe (1994–1995), jonka tavoitteena on selvittää mm. uusien viljelykasvien edellytykset tuottaa siemenöljyjä Suomen ilmastossa. Tutkittavia öljykasveja ovat mm. **crambe (merikaali), safflori, tyräkki, kitupellava, unikko ja helokki**. Rypsin kaltaista yhtä viljeltyä ja satotasoltaan kilpailukykyistä öljykasvia ei ole helppo löytää kasvuoloihimme. Jos jonkun muun öljykasvin öljyn laatu ei korvaa mentyä satomäärissä, teollisuuden tarvitsemien erilaisten rasvahappojen saanti jäänee meillä öljypellavan (linoleenihappo), vanhojen rypsilajikkeiden ja sinapin (erukahappo) sekä tulevaisuuden siirtogeenisten rypsin ja rapsien varaan (muut rasvahapot).

### *Lääkekasvit*

Lääkekasvien viljely on Suomessa toistaiseksi hyvin vähäistä. Yrtti- ja siemenmausteviljely keskittyy pinta-alojen mukaan maamme lounaisosaan, Uudenmaan, Turun, Satakunnan ja Hämeen maaseutuelinkeinoihin. Tämä on lisäksi lähes kokonaan elintarvikesektorin tarpeisiin suunnattua tuotantoa. Lääkekasvien viljelyn ja jatkojalostuksen tietotaitoa tulisi edelleen kehittää. Luonnonvaraiset ja meillä viljelyyn sopivat lääkekasvit tulisi luetteloida sen mukaan, mitä sairauksia niiden avulla voidaan todella nyky lääketieteen mukaan hoitaa. Suurimmista luonnonvaraisista lääkekasvina käytettäväksi sopivien kasvien esiintymistä olisi tehtävä kartoitus, jolloin kasvien keräystyö voitaisiin tarvittaessa nopeasti käynnistää.

Lääkekasvien tuotannon suunnittelussa on myös otettava huomioon, että yrtti- ja maustekasvi tuotanto aiheuttaa terveyshaittoja. Koska viljelytekniikkaa ja jatkojalostusta ei ole täysin koneellistettu, joutuvat niiden viljelijät kosketuksiin ilmassa olevien pölyjen, haihtuvien öljyjen tai muiden vaikuttavien aineiden kanssa. Yrtit voivat pistellä, polttaa tai aiheuttaa kirvelyä. Yrttikasvit voivat olla myrkyllisiä, ja jotkut niistä aiheuttavat allergisia reaktioita, kuten ihoärsytystä ja hengityselinärästystä. Näitä oireita esiintyy mm. kasvosia korjattaessa, kuivattaessa ja jauhattaessa (GALAMBOSI 1993).

### *Jatkotoimenpiteiden tarve*

Tässä selvityksessä on esitetty viljelykasviemme käyttömahdollisuuksia erilaisissa non food -tuotteissa. Non food -tarpeista lähtevä kasvintuotanto edellyttää lisätutkimusta. Kasvinviljelytutkimuksen suunnittelussa tarvitaan yhteistyötä jatkojalostusteollisuuden kanssa, joka määrittelee käyttämänsä non food -raaka-aineen laatuvaatimukset.

Viljelykasvien satojen laatuvahtelut voivat olla suuria, mikä on edelleen ongelmallista myös tiettyillä elintarviketuotannon sektoreilla. Non food-käyttöön viljellyn kasvimateriaalin laatuun voidaan vaikuttaa kasvinviljelyssä valitsemalla oikein kasvilaji tai lajike, maantieteellinen kasvupaikka, pellon maalaji sekä viljelymenetelmät. Nämä menetelmät eivät ole välttämättä samoja, joita elintarvikkeeksi viljeltäville kasveille suositellaan. Tyyppiä sitovien kasvien käyttö non food -tuotteissa ja niiden esikasviominaisuuksien vaikutus seuraavalla kasvukaudella viljeltävän non food -kasvin laatuun vaativat myös lisäselvityksiä.

Maamme pohjoisesta sijainnista johtuen kasvilajivalikoimamme lisäämismahdollisuudet ovat rajalliset. Meillä yleisinä viljelyssä olevista kasveista löytyy kuitenkin lajeja, joiden soveltuvuutta non food -kasveiksi ei ole vielä tutkittu riittävästi. Näi-

tä kasveja ovat mm. tärkkelystuotantoon mahdollisesti sopivat ruis, kaura ja herne.

Selluloosakasveja voidaan hyödyntää monipuolisesti. Kasvikuituja (lyhyet kuidut ja pitkät niini- eli varsikuidut) voidaan käyttää mm. paperin valmistukseen ja bioenergiaksi, tai niistä voidaan valmistaa tekstiilejä ja rakennusmateriaaleja. Kasvinviljelyn tutkimuksessa pitäisi edelleen selvittää eri kasvilajien (mm. nurmiheinät, öljy- ja kuitupellava, kuituhamppu, viljojen oljet, nokkonen) soveltuvuutta eri käyttökohteisiin ja viljelytekniikan vaikutusta kuitumääriin ja -laatuun.

Rypsiöljyn käyttö teknisiin tarkoituksiin lisääntyy jatkuvasti. Koska tuholaiistorjunta on rypsinviljelyn onnistumisen kannalta välttämätöntä, vähemmän kasvinsuojelua vaativien öljykasvien kasvuedellytykset eri kasvuolosuhteissa Suomessa tulisi selvittää perusteellisesti. Sokerituotannon ollessa sokerijuurikkaan viljelyn varassa, tuotantoa täydentävien muiden sokerikasvien viljely- ja hyödyntämisedellytykset tulisi myös selvittää. Lisätutkimuksia kasvintuotannon alalla tarvitaan myös lääkkeitä tuottavien kasvien ja yrtti- ja maustekasvien viljelyvarmuuden lisäämiseksi ja raaka-aineen laadun parantamiseksi.

## KIRJALLISUUS

- AXENBOM, Å., JOHANSSON, H., JOHANSSON, V., ROSENQVIST, H. & SENNBLAD, G. 1992. Biobränsle från jord och skog. Aktuellt från lantbruksuniversitetet. 405/406. Alimänt. Uppsala. 70 p.
- BECK, R. & RÖPER, H. 1994. Starch-derived cosmetic and toiletry ingredients. *Agro-Food-industry Hi-Tech* May/June: 24–25.
- BIERMANN, M., SCHMID, K. & SCHULZ, P. 1993. Alkylpolyglucoside — Technologie und Eigenschaften. *Starch/Stärke* 45: 281–288.
- BORG, P. 1993. Mehiläinen — Ekologia ja hoito. *Forsan kirjapaino Oy. Forssa.* 106 p.
- BRAMM, A. & DAMBROTH, M. 1990. Welche Alternativpflanzen haben überhaupt Zukunft? *DLG- Mitteilungen* 11-12: 542–545.
- BRAMM, A. 1993. Produktionsmöglichkeiten pflanzlicher Öle und ihre Verwendung im technischen Bereich. *Landbauforschung Völkenrode* 43: 112–120.
- BROLIN, L., THYSELIUS, L. & JOHANSSON, M. 1988. Biogas ur energigrödor — System och kostnader för storskalig framställning och användning av biogas. *Vällingby.* 62 p.
- CALLAWAY, J. 1995. Suullinen tiedonanto 9.9.1995.
- DAIE, J. & BELANGER, F. 1993. Plant factories: production of industrial proteins and non-food products in transgenic plants. *Agro-Food-industry Hi-Tech* January/February: 6–8.
- DAMBROTH, M. & SCHRÖDER, G. 1990. Sammlung, Erhaltung, Evaluierung, und Nutzbarmachung pflanzengenetischer Ressourcen am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der FAL — dargestellt am Beispiel der grosamigen Körnerleguminose-. *Landbauforschung Völkenrode* 40: 261–278.
- DAMBROTH, M. 1991. Industrie- und Energiepflanzenanbau sind Perspektiven für die Deutsche Landwirtschaft. *Feldwirtschaft* 32: 156–160.
- 1993. Ökologische Betrachtungen zu dem Industrie- und Energiepflanzenbau. *Landbauforschung Völkenrode* 43: 77–82.
- DEVLIN, R.M. 1975. *Plant Physiology.* D. Van Nostrand Company. New York. 600 p.
- DOANE, W.M. 1992. USDA Research on Starch-Based Biodegradable Plastics. *Starch/Stärke* 44: 293–295.
- DUKE, J.A. 1988. Promising Phytomedicinals. In: Janick, J. & Simon J.E. (eds.). *Advances in new crops. Proceedings of the first National Symposium New Crops, Indianapolis, Indiana.* Portland, Oregon. p. 491–498.
- DYNE, D.L.VAN, BLASE, M.G. & CARLSON, K.D. 1990. *Industrial Feedstocks and Products from High Erucic Acid Oil: Crambe and Industrial Rapeseed.* University of Missouri-Columbia. 29 p.
- EI BASSAM, N. 1993. Möglichkeiten und Grenzen der Bereitstellung von Energie aus Biomasse. *Landbauforschung Völkenrode* 43: 101–111.
- ELONEN, P. 1991. Peltomaiden happamuuden syyt ja haitat. *Kalkitusopas. Maatalouskeskusten Liiton julkaisu n:o 785.* Helsinki. p. 10–15.
- ENGELHARDT, J. 1995. General introduction on celluloses: Sources, industrial derivatives and commercial application of cellulose. *Carbohydrates in Europe* 12: 5–14.
- FLAMME, W. 1991. Getreide als Rohstoff für den Non-food-Bereich aus der Sicht der Qualitätsforschung und -züchtung. *Feldwirtschaft* 32: 172–175.
- FRESE, L. 1993. Ertragspotential und Verwendungsmöglichkeiten zuckerstoffliefernder Pflanzenarten. *Landbauforschung Völkenrode* 43: 12–16.
- GALAMBOSI, B. 1993. *Luonnonmukainen yrttiviljely.* Helsinki. 176 p.
- GLASER, L.K. & BEACH, E.D. 1993. Industry Using More Ag Products. *Agricultural Outlook* 201: 19–21.
- HONERMEIER, B. 1991. Aktuelles zum Anbau von Öllein. *Feldwirtschaft* 32: 189–190.
- HUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. 1991. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. *Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 10/91.* 36 p.
- JAAKKOLA, S., LAITINEN, P., HANNUKALA, A. & TILIKKALA, K. 1994. Sinappirouheen vaikutus rikkakasvien siementen itämiseen, vehnän tyvitauteihin ja perunan kysta-ankeroisten kehitykseen. *Agro-Food '94 Tampere. Abstrakti B* 36.
- JOHN, P. 1992. *Biosynthesis of the major crop products.* John Wiley & Sons Ltd. England. 150 p.
- KANGAS, A. & RANTANEN, O. 1993. Kaura. *Peltokasvilajikkeet 1993–94. Maaseutukeskusten Liiton julkaisu n:o 858.* Helsinki. p. 47–51.
- KARUS, M., LINDEN, W., MURR, L. & WASKOW, F. 1993. Weshalb der Hanf wiederkehren wird: über die universelle Nutzpflanze Hanf. In: Herer, J., Bröckers, M. & Katalyse-Institut (eds.). *Die wiederentdeckung der Nutzpflanze Hanf. Zweitausendeins. Germany.* p. 299–351.
- Kasvinsuojeluseura 1985. *Ajankohtaisia kasvinsuojeluohjeita 1985. Kasvinsuojeluseuran julkaisu n:o 71.* 136 p.
- Kemia-Kemi 1994. *Vesiliukoisten polymeerien kysyntä kasvaa nopeasti. Kemia-Kemi* 21: 315.
- Kemira 1992. *Torjunta-aineet 1992–93.* 95 p.
- KIVIOJA, M. 1987. *Lannoitteiden kemialla. Toinen painos. Kemira.* 61 p.
- KOCH, H., BECK, R. & RÖPER, H. 1993. Starch-Derived Products for Detergents. *Starch/Stärke* 45: 2–7.
- KURKELA, E. 1986. *Kotimaisten polttoaineiden kaustustekniikka. Teho* 7–8: 37–39.
- KÄLLÄNDER, I. 1993. *Luonnonmukainen maanviljely. Suomalainen laitos (Koskimies, H., ed.). Jyväskylä.* 536 p.
- Käytännön Maamies. 1994. *Kiinalaiset ovat alan konkareita. Käytännön Maamies* 11:49.
- KÖHLER, S. 1991. *Die Industrie macht mehr aus Milch. DLG- Mitteilungen* 106: 30–31.
- KÖYLJÄRVI, J. & KONTTURI, M. 1993. *Herne. Peltokasvilajikkeet 1993–94. Maaseutukeskusten Liiton julkaisu n:o 858.* Helsinki. p. 52–57.
- LATVUS, A. 1992. *Rohdoskasvien merkitys luontais-tuotealalle. In: Aro, H. & Galambosi, B. (eds.). Mauste- ja rohdoskasvien markkinointi. Helsingin yliopiston maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisu n:o 23. Mikkelin.* p. 70–75.

- LEONARD, C. 1994. Sources and commercial applications of high-erucic vegetable oils. *Lipid technology* 6: 79–83.
- LINDBERG, M. 1993. Lapin ja Pohjois-Suomen rohdos- ja luontaistuotekasveja. Kuopion yliopiston julkaisuja A. Farmaseuttiset tieteet 8. Kuopio. 243 p.
- LINDEN, K-E. 1991. Utveckling och tillverkning av vegetabiliska smörjmedel vid Raisio Koncernen. NJF-Seminar 202. Olieplantedyrkingen i et markeds- og miljøtilpasset perspektiv. Roskilde. p. 54–63.
- LOISKEKOSKI, P. 1994. Norrholmit kasvattavat pellavaa 15 hehtaarilla. *Maaseudun tulevaisuus* 24.11.1994.
- LUOKKAKALLIO, J. 1994. Lääkekasveja viljelemään. *Käytännön Maamies* 11: 48–49.
- Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus 1993. Maatilatilastollinen vuosikirja 1992/93. 251 p.
- 1994 a. Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 6: 23–26.
- 1994 b. Puutarhayritysrekisteri 1993. 40. p.
- 1995. Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 6: 22.
- Maatalousalan tiedotuskeskus 1994 a. Tietovakka 1994. 25 p.
- 1994 b. Euro-vakka. 37 p.
- MELA, T. 1988. Luonnonmukainen peltoviljely Suomessa. Helsingin yliopiston kasvinviljelytieteen laitoksen julkaisuja N:o 16. 220 p.
- & PAHKALA, K. 1993. Kasvintuotanto. Agrokuidun tuotanto ja käyttö Suomessa. Tutkimuksen väliraportti 8.12.1993. p. 3–13.
- 1994. Maatalouden nykytila ja kestävä kehityksen edellytykset Suomessa. In: Kurki-Suonio, I. & Heikkilä, M. (eds.). *Kestävä kehityksen edellytykset Suomessa*. 361–416. Imatran Voima Oy:n 60-vuotisjuhla-julkaisu. p. 361–416.
- MIX-WAGNER, G. 1993. Einsatz von In-vitro-Techniken bei Industrie- und Energiepflanzen. *Landbauforschung Völkenrode* 43: 83–92.
- MURPHY, D.J. 1992. Modifying oilseed crops for non-edible products. *Trends in Biotechnology* 10: 84–87.
- 1994. Transgenic plants — a future source of novel edible and industrial oils. *Lipid technology* 6: 84–91.
- MURTOMAA-NISKALA, A. 1994. Immuunimaitotutkimus tähtää luonnonmukaiseen hoitoon. *Maito ja me* 6:17.
- MUSTONEN, L. & KANGAS, A. 1993. Peruna. Peltokasvilajikkeet 1993–94. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja n:o 858. Helsinki. p. 62–70.
- MYKKÄNEN, P. 1995. Tulevaisuuden lääkkeet lypsetään markkinoille. *Kauppalehti* 22.9.1995.
- MYLLYMÄKI, O., AHVENAINEN, R., SIPILÄINEN-MALM, T. & POUTANEN, K. 1993. Tärkkelys biohajoavien elintarvikepakkausmateriaalien raaka-aineena. VTT-tiedotteita 1466. Espoo. 61 p.
- NEISSER, W. & THOMANN, R. 1991. Stärke — noch stärker im Non-food-Bereich. *Feldwirtschaft* 32: 176–179.
- Nordiska genbanken 1994. Nordiska medicinalväxter. Malmö. 100 p.
- NOREN, O. & DANFORS, B. 1981. Etanol som motorbränsle. *JTI-Meddelande* 387. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala. 52 p.
- NOREN, O. 1993. Praktisk systemstudie över användning av rapsolja som bränsle i elsbettmotorer. *JTI-rapport* 163. Uppsala. 30 p.
- PAHKALA, K., SANKARI, H. & TALVITIE, H. 1994. Cultivation of fibre flax (*Linum usitatissimum* L.) varieties in Finland. In: Hennink, S., Van Soest, L.J.M., Pithan, K. & Hof, L. (eds.). *Cost 814 workshop: Alternative oilseed and fibre crops for cool and wet regions of Europe*. European Commission. Belgium. p. 163–167.
- PETÄJÄ, T. 1992. Fuel ethanol for oxygenated gasoline in Finland. *Biofuels workshop II*. Hanasaari 24.–30.8.1992. Espoo. Abstracts. 11 p.
- 1994. Nestemäisten biopolttoaineiden hyödyntäminen. *Kemia-Kemi*. 21: 377–379.
- PIIPPO, S. 1993. Lääkekasykurssi. Helsingin Yliopiston kasvitieteen laitoksen monisteita 131. Helsinki. 147 p.
- POUTANEN, K., MYLLYMÄKI, O., MYLLÄRINEN, P., AHVENAINEN, R., VIKMAN, M., SUORTTI, T., AUTIO, K. & AHVENAINEN, J. 1993. Thermoplastics from cereals. In: Aalto-Kaarlehto, T. & Salovaara, H. (eds.). *The Nordic Cereal Industry in an Integrating Europe*. p. 122–127.
- Puolustustaloudellinen suunnittelukunta 1987. Elin-tarvikehuollon tutkimustoimintatyöryhmän mietintö. 33 p.
- PUURONEN, M. 1994. Kasvikuitujen jatkojalostuksen sivutuotteiden hyödyntäminen teollisuudessa ja ympäristöteknologiassa. *Agro-Food '94*. Tampere. Abstracts. A 31.
- RAIPALA-CORMIER, V. 1992. Yrtyyrityksen kokonaisuus — esimerkkinä Frantsilan yritys. In: Aro, H. & Galambosi, B. (eds.). *Mauste- ja rohdoskasvien markkinointi*. 34–39. Helsingin yliopiston maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisuja 23. Mikkeli. p. 34–39.
- Raision Yhtymä 1992. Raision voiteleva. Biohajoavat voiteluaineet. Esite. 4 p.
- RANTANEN, O. & SIMOJOKI, P. 1993. Ohra. Peltokasvilajikkeet 1993–94. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja n:o 858. Helsinki. p. 40–46.
- ROWLAND, G.G. 1994. Edible oil flax: new uses for an old crop. *PBI Bulletin*, August: 1–3.
- RÜHL, G. 1993. Potentielle Industriepflanzen für die Erzeugung besonderer Fettsäuren. *Landbauforschung Völkenrode* 43: 17–26.
- RÖPER, H. 1994. Starch: present use and future utilization. *Third International Workshop on Carbohydrates as Organic Raw Materials in Wageningen*. Abstracts of papers. *Zuckerind.* 119: 929–932.
- SALLASMAA, S. 1991. Peltojen happamuustilanne ja kalkin käyttö. *Kalkitusopas*. Maatalouskeskusten Liiton julkaisuja n:o 785. Helsinki. p. 4–9.
- SANKARI, H. 1995. Kiinnostus kuituhampun viljelyyn heräämässä. *Koetoin*. ja käyt. 28.3.1995.
- SCHITTENHELM, S. 1993. Ertragspotential, Qualitätsaspekte und Verwendungsmöglichkeiten heimischer Pflanzenarten für die Stärkeproduktion. *Landbauforschung Völkenrode* 43: 1–4.

- SCHULMAN, A.H. 1993. Starch synthesis and its potential modification in the barley grain. In: Aalto-Kaarlehto, T. & Salovaara, H. (eds.). *The Nordic Cereal Industry in an Integrating Europe*. p. 97–101.
- SEEHUBER, R. 1990. Alkaloidgehalte im Schlafmohn (*Papaver somniferum* L.) und ihre Bedeutung bei der Gewinnung von Öl. *Landbauforschung Völkenrode* 40: 209–212.
- SHOGREN, R.L., FANTA, G.F. & DOANE, W.M. 1993. Development of Starch Based Plastics — A Reexamination of selected polymer systems in historical perspective. *Starch/Stärke* 45: 276–280.
- SEPPÄLÄ, A. 1994. Siitepölyn ja mehiläismyrkyn tuottaminen ja tuotantovälineet. *Mehiläinen* 3: 79–80.
- SIMOJOKI, P. & KANGASMÄKI, T. 1993. Ruis. Peltokasvilajikkeet 1993-94. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja n:o 858. Helsinki. p. 21–26.
- SKULLBACKA, S. 1994. Kuminaöljystä ratkaisu perunan idunestoon. *Tuottava peruna* 1: 9–10.
- Sokerijuurikkaan tutkimuskeskus 1984. Sokerijuurikkaan viljely. Salo. 76 p.
- Statens Maskinprovningar 1993. Eldning av rapsolja med en konventionell oljebrännare — en studie. Maskinprovningarna. Meddelande 3369. Grupp 50. 4 p.
- Sveriges lantbruksuniversitet 1984. Bränslen från jordbruket. JTI-Rapport för etapp 4. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala. 172 p.
- SÖDERBERG, G. 1991. Möjligheter i teknik- och energisammanhang. NJF-Seminar 202. Olieplantedyrkingen i et markeds- og miljøtilpasset perspektiv. Roskilde. p. 64–70.
- TESFA, A.T., TUORI, M., SYRJÄLÄ-QVIST, L. & KAUSTELL, K. 1992. Effects of partial replacement of barley with rapeseed oil or birch wood in comparison to barley and oats on the performance and blood metabolites of lactating cows. *Agric. Sci. Finl.* 1: 255–265.
- THYSELIOUS, L., ANDERSSON, R., GRANSTEDT, A., JOHANSSON, W., JÖNSSON, R., MATHISEN, B., MATTSSON, L. & SALOMONSSON, L. 1991. Biogas från lantbruket. JTI-Rapport 137. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala. 29 p.
- TULISALO, U. (ed.) 1993. Rypsiöljyesterin tuottaminen dieselmoottorin polttoaineeksi. Biodieselprojektin tutkimusraportti 1992. 60 p.
- TUOMI, S. & KOUKI, J. 1993. Hakepoltin rypsiensiementen poltossa. *Teho* 1: 29–31.
- TUUNANEN, L. 1994. Biomassan polttotekniset vaatimukset. In: Järvenpää, M., Sankari, H., Tuunanen, L. & Maunu, T. 1994. Bioenergian tuotanto elintarviketuotannosta vapautuvalla peltoalalla. Helsinki. p. 49–65.
- TÖRMÄ, P. 1993. Rapsiöljy, energiaheinä ja puu palavat maataloilla. *Maaseudun tulevaisuus* 17.8.1993.
- 1994. Biodieseliä kotikonstein. *Maaseudun tulevaisuus* 2.8.1994.
- UOTI, J. 1994. Biologinen kasvitautilien torjunta etenee, mutta hitaasti. *Kasvinsuojelulehti* 4: 103–105.
- VARIS, A-L. 1994. Hunaja houkutti pesien tekoon. *Tiede* 2000 5: 50–53.
- VILPPUNEN, P. 1994. Kasvikuitujen integroitu jatkojalostus. *Agro-Food '94*. Tampere. Abstracts. A 30.
- VISSER, R.G.F. & JACOBSEN, E. 1993. Towards modifying plants for altered starch content and composition. *Trends in Biotechnology*. 11: 63–68.
- VOGEL, K. 1991. Stärke: Ein Stoff mit starken Seiten. *DLG-Mitteilungen* 106: 28–29.
- VÄLMÄKI, P. 1994. Uudet biomuovit tulevat lähivuosina. *Helsingin Sanomat* 16.11.1994.
- WIT, D. de, MAAT, L. & KIEBOOM, A.P.G. 1993. Carbohydrates as industrial raw materials. *Industrial Crops and Products*. 2: 1–12.
- WÜNSCHE, U. & BERTHOLDSSON, N-O. 1983. Jordbruksgrödor till bränsle. Rapport 118. Institut för växtodling. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala. 83 p.
- ÖSTERMAN, R. 1991. Maatalouskalkit. Kalkitukseen käytettävät aineet. Kalkitusopas. Maatalouskeskusten Liiton julkaisuja n:o 785. Helsinki. p. 65–67.



## MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

(Tiedotteet vuosilta 1983–90 on lueteltu aiempien vuosikertojen numeroissa.)

1991

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983–1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kulta-kevätropsi. 20 p. + 1 liite.
4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkamon maanparannuskoe). 22 p.
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmioon Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKALA, A. E. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.
8. JUHANOJA, S. Freesian sadon ajoittaminen. 57 p.
9. LAURILA, L., HIIVOLA, S-L. & KARVONEN, T. Rukiin sakoluku Etelä-Pohjanmaalla. 56 p.
10. HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Kirjallisuustutkimus. 36 p. + 1 liite.
11. TIIRI, J. Muokkauksen vaikutus maan toimintoihin. 82 p.
12. NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Typpilannoituksen vaikutus niittyurmikka-, nurmirölli-, puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyYTEEN. 38 p.
13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkuun vaikutus niittyurmikka-natanurmikon menestymiseen. 33 p.
14. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Siemenmäärä nurmikon perustamisessa. 30 p.
15. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E., NISSINEN, O., AHVENNIEMI, P., LAURILA, A. & RAVANTTI, S. Lannoituksen ja leikkuukorkeuden vaikutus nata- ja niittyurmikkalajikkeiden peittävyYTEEN ja kestävyYTEEN nurmikossa. 35 p. + 1 liite.
16. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E. NISSINEN, O. & TALVITIE, H. Nurmikkosiemen-seosten menestyminen eri tavoin kunnostetulla kasvualustalla. 51 p., 5 liitettä.
17. HÄRKÖNEN, E., NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Englanninraiheinä nurmikon perustamisessa Suomessa. 26 p. + 1 liite.

18. JUNNILA, S. & ERVIÖ, L-R. Uusien herbisidien tehokkuus ja käyttökelpoisuus viljakasvustoissa. 48 p.
19. ALAVIUHKOLA, T., SUOMI, K. & FRIMAN, T. Uusimmat koetulokset sikatalouden tutkimus-asemalta. 77p.
20. KEMPPAINEN, E., ANISZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kainuussa. 17 p.
21. **Salaatin viljely ja sadon laatu. *Cultivation of lettuce and quality of yield.***  
Yhteistutkimuksen "Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun" loppuraportti. 179 p.  
Toimittaneet RAILI JOKINEN ja RISTO TAHVONEN.
22. AVIKAINEN, H., HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M., MEINANDER, B. & TAHVONEN, R. Desinfiointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. 52 p. + 2 liitettä.
23. JOKI-TOKOLA, E. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen. 27 p.
24. JUHANOJA, S. & HIIRSALMI, A. Tuloksia puiden ja koristepensaiden menestymisen seurannasta vuosina 1970-90. 116 p.

## 1992

1. HAKKOLA, H. & KERÄNEN, T. Rehuviljakokeiden tuloksia 1977-91 Pohjois-Pohjamaan tutkimusasemalta. 22 p.
2. KOSSILA, V. & MÄNTYSAARI, P. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia Maatalouden tutkimuskeskuksessa v. 1973-89. 110 p. + 3 liitettä.
3. URVAS, L. Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus timotein ravinnepitoisuuteen Pohjois-Suomen suonurmilla. 23 p.
4. NISSINEN, O. Yksivuotisten tuoreherukasvien soveltuminen laidun- ja niittoruokintaan Pohjois-Suomessa. 45 p.
5. HANNUKKALA, A.E. Timoteinurmen perustaminen Pohjois-Lapissa. 15 p.
6. MÄKELÄ-KURTTO, R., SIPPOLA, J. & JOKINEN, R. Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden hyötykäyttö maataloudessa. (Loppuraportti tutkimushankkeesta "Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden mahdollinen hyväksikäyttö maataloudessa".) 51 p. + 40 liitettä.
7. VANHALA, P. Rikkakasvien fyysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana, 68 p.
8. SAASTAMOINEN, M. Sohvi-herne. 41 p. + 2 liitettä.
9. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1984-1991. 109 p. + 2 liitettä.
10. GALAMBOSI, B. & RAHUNEN, I. Yrttien käyttö ja viljely. 39 p. + 1 liite.

11. SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U., LAITINEN, V. & RÄKKÖLÄINEN, M. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. 37 p.
12. **Hiehoikasvatuskokeiden tuloksia.**  
 SAIRANEN, S., KOSSILA, V., ARONEN, I. & MICORDIA, A. Risteytyshiehot. P. 4–23.  
 KOSSILA, V., SAIRANEN, S., MICORDIA, A., VALMARI, A. & HAKKOLA, H. Hiehot ja hieho-  
 lehmät. P. 24–40 + 9 liitettä.  
 KOSSILA, V., HEIKKILÄ, T. & SAIRANEN, S. Kaksoset ja kolmoset. P. 41–48 + 2 liitettä.  
 Toimittaneet VAPPU KOSSILA ja SILJA SAIRANEN.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Maaperäkarttaselitys. Lapinlahti, 13 p. + 2 liitettä.
14. **Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia 1990–91.** 57 p. + 1 liite.  
 KOSSILA, V., ARONEN, I., TOIVONEN, V. & SAIRANEN, S. Korsirehun korjuuasteen vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun ja rehunkulutukseen. P. 4–20.  
 KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & MÄNTYSAARI, P. Piimäjauhe ja maitojauhe-10 verrattuna kurrijauhejuottoon ja ohrajauhoihin lisätyn kauraproteiinin vaikutus vasikoilla. P. 21–40.  
 KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & NOUSIAINEN, J. Probioottien vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun, rehunkulutukseen ja terveyteen. Eri suoliston osiin vaikuttavien probioottien yhdysvaikutus. P. 41–57.  
 Toimittaneet VAPPU KOSSILA & SILJA SAIRANEN.
15. NISSILÄ, E. Arttu-ohra. 16 p. + 3 liitettä.
16. SALO, T. Typpi- ja kloridilannoituksen vaikutus punajuurikkaan nitraattipitoisuuteen ja satoon. *The effect of nitrogen and chloride fertilization on the nitrate content and yield of beetroot.* 37 p. + 6 liitettä.
17. GALAMBOSI, B. & PIEKKARI, S. Yrtit, mausteet ja rohdokset Suomessa. Luettelo julkaisuista. 48 p.
18. MÄKELÄ-KURTTO, R., LINDSTEDT, L. & SIPPOLA, J. Laboratorioiden ja analyysimenetelmien välinen vertailututkimus viljelymaan raskasmetalleista. 61 p. + 3 liitettä.

## 1993

1. SAASTAMOINEN, M. Sisko-kaura. 24 p. + 2 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1985–1992. 108 p. + 2 liitettä.
3. KIVIJÄRVI, P., DALMAN, P. & VALO, R. Vihanneslajikkeet Etelä-Savon tutkimusasemalla vuosina 1983–91. (*Summary: Vegetable varieties tested at the South-Savo Research Station of the Agricultural Research Centre of Finland in 1983–91.*) 34 p.
4. RINNE, S-L., SIPPOLA, J. & SIMOJOKI, P. Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin. (*Summary: Effect of self-sufficient cultivation on soil properties.*) 26 p. + 12 liitettä.

5. RINNE, K., SUVITIE, M. & RINNE, S-L. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu–vilja- ja heinä–vilja–urearuokinnalla. Lehmien rehunkulutus, ravinnonsaanti, tuotokset, maidon koostumus sekä hedelmällisyys ja kestävyys 4.–6. lypsykausina. *Comparison of Finnish Ayrshire, Friesian and Finncattle on grass silage-cereal and hay-urea-cereal diets. Feed intake and nutrient supply, production and composition of milk, fertility and culling of the cows during the 4th–6th production years.* 48 p. + 1 liite.
6. VILKKI, J. Helmi-öljypellava. 8 p. + 3 liitettä.
7. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timotein fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. *Grass production on cut-away peatlands. Phosphorus fertilization for timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.* 27 p. + 2 liitettä.
8. SANKARI, H. Bioenergian tuotantoon soveltuvat peltokasvit. Kirjallisuuskatsaus. Kasvintuotannon osaraportti esitutkimukseen "Energian tuottaminen elintarviketuotannosta vapautuvalla peltoalalla." *Suitability of cultivated plants for bioenergy production. Literary survey. The partial report of plant production to the preliminary study entitled "Energy production in the areas released from food production."* 38 p.
9. GALAMBOSI, B., KEMPPAINEN, R., SIKKILÄ, J. & TALVITIE, H. Maustekasvien merkitys mehiläisille. (*Summary: The significance of culinary herbs to bees.*) 62 p. + 9 liitettä.
10. URONEN, K.R., TAHVONEN, R., JOKINEN, R. & BARTOSIK, M-L. Kasvualustan johtokyvyn vaikutus vaikutus turpeessa viljelyyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. (*Summary; Sammanfattning.*) 34 p. + 3 liitettä.
11. ARONEN, I., LAMPILA, M. & HEPOLA, H. Säilörehu, heinä ja olki kasvavien ayrshiresonnien ruokinnassa. (*English summary.*) 24 p.
12. SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotisen karitsoinnin merkitys lihan tuotantoon ja kannattavuuteen. *Effect of out-of-season lambing on meat production and profitability.* 52 p. + 3 liitettä.  
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotinen karitsointi ja lihantuotanto. P. 7–43.  
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Tiheän ja normaalin karitsoinnin vertailu. P. 44–52.
13. SIMOJOKI, P. Selluloosatehtaan jätelietteen lannoitusvaikutus. (*Summary: Fertilizer effect of sludge from a sulphate and paper mill.*) 17 p. + 2 liitettä.
14. **Omavaraisen viljelyn kannattavuuslaskelmia.** 33 p. + 4 liitettä.  
MÄKINEN-HANKAMÄKI, S. Laskelmia omavaraisten viljelymenetelmien kannattavuudesta. (*Summary: Calculations on the profitability of self-sufficient cultivation methods.*) p. 7–23.  
RIEPPONEN, L. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuuden vertailu. (*Summary: Comparison of the profitability of self-sufficient and conventional cultivation methods.*) p. 25–33.
15. KEMPPAINEN, E., JAAKKOLA, A. & ELONEN, P. Peltomaiden kalkitustarve ja kalkituksen vaikutus viljan ja nurmen satoon. (*Summary: Effect of liming on yield of cereals and grass.*) 44 p. + 29 liitettä ja 7 kuvaliitettä.
16. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Sinimailasen viljelyyn vaikuttavia tekijöitä. (*Summary: Management of alfalfa.*) 17 p. + 1 liite ja 19 liitetaulukkoa.

17. VILKKI, J. Jyty-sareptansinappi. (*English summary.*) 12 p. + 8 liitettä.
18. PÄRSSINEN, P. Antti-nurminata. (*English summary.*) 10 p. + 2 liitettä.
19. LUOSTARINEN, M. & OLIN, A. Maatilojen ympäristönhoito ja -suunnittelu. Lounais-Hämeen maatilojen ympäristösuunnittelun tulokset ja maatilayhteistyön tutkimusohjelma vuosille 1993–96. (*Abstract: Environmental management and planning by farms. The results of environmental planning by farms in South-West Häme, Finland, and the research plan for farm co-operation during 1993 to 1996.*) 86 p. + 1 liite.
20. HUHTA, H. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoituksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen turvemaasta Tohmajärven huuhtoutumiskentällä v. 1983–87. 66 p. + 7 liitettä.

## 1994

1. LINNA, P. & JANSSON, H. Biotiitti nurmen kaliumlannoitteena. (*Summary: Biotite as a potassium fertilizer in grass production.*) 13 p. + 18 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., SANKARI, H., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1986–1993. 112 p. + 1 liite.
3. HAKKOLA, H. Turpeeseen sekoitetun naudanlietelannan lannoitusvaikutus ja varastoinnin aikaiset ravinnehävikit. (*Summary: The fertilization effect of peat manure and nutrient losses during storage.*) 20 p. + 1 liite.
4. EVERS, A-M. Lannoituksen vaikutus kasvisen ravitsemukselliseen laatuun. Kirjallisuustutkimus. (*Summary: The effect of fertilization on the nutritional quality of vegetables. A literature review.*) 22 p.
5. KEMPPAINEN, R. Lannoitustavan vaikutus porkkana-, peruna- ja ohralajikkeiden satoon ja sadon laatuun. Komposti- ja väkilannoituksen vertailu. (*Summary: Effect of fertilization method on yield and yield quality of carrot, potato and barley. Comparison between compost and mineral fertilizer.*) 29 p. + 5 liitettä.
6. KANGAS, A., SIMOJOKI, P. & TALVITIE, H. Kevätviljojen kylvösiemenen taantuminen. (*Summary: Deterioration of the yielding capacity of cereal seed.*) 17 p.
7. VÄNNINEN, I. Kasvihuoneviljelmien tuhoeläimet ja torjunta-aineiden käyttö. Vuoden 1992 kyselytutkimuksen tulokset. (*Summary: Pests and pesticide usage on greenhouse cultivations. Results of a questionnaire survey from 1992.*) 30 p.
8. VIRKAJÄRVI, P. & KARVONEN, K. Mittalautasen soveltuvuus timoteivaltaisen laidunnurmen kuiva-ainemassan määrittämiseen. 21 p. + 1 liite.
9. RANTALA, M., UUSIVIRTA, R., ULMANEN, S. & HANNUKKALA, A. Sellutehtaan kuorijäte lietelannan, sakokaivolietteen ja jätevesien käsittelyssä. (*Summary: The barking waste from a pulp mill in the treatment of cow slurry, septic tank sludge and waste water.*) 54 p.

10. KALLIO, M. & SAIRANEN, S. Kotieläinten luonnonmukainen ruokinta. Kirjallisuuskatsaus. 20 p.
11. REGÅRDH, E. & NIEMELÄINEN, O. Luonnonvaraisten ruohovartisten kasvien siemenlisäyksen kehittäminen. Kirjallisuusselvitys. (*Summary: Developing the seed multiplication of herbaceous wild plants. A literature survey.*) 50 p. + 2 liitettä.
12. PAHKALA, K., MELA, T. & LAAMANEN, L. Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa. Alustavan tutkimuksen loppuraportti 1990–1992. (*Summary: Prospects for the production and use of agrofibre in Finland. Final report of the preliminary study in 1990–1992.*) 56 p. + 2 liitettä.
13. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA, H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen kaliumlannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. (*Summary: Grass production on cut-away peatlands. Potassium fertilization of timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasu, Tohmajärvi.*) 23 p. + 10 liitettä.
14. LAITINEN, P. Allelopatia – kasvien ja muiden eliöiden biokemiallinen vuorovaikutus. Kirjallisuustutkimus. 44 p.
15. URVAS, L. Salaojavesien ravinnehuhtoutumat karjatiljoilla. (*Summary: Leached nutrients in drain water on livestock farms.*) 32 p.
16. KEMPPAINEN, E. Naudan lietelannan ja ketun lannan ravinteiden huuhtoutuminen lysimetrikokeessa. (*Summary: Leaching of nutrients from cow slurry and fox manure in a lysimeter trial.*) 46 p. + 2 liitettä.
17. ALAKUKKU, L. & ELONEN, P. Syksyn kuljetusajon aiheuttama savimaan tiivistyminen. (*Summary: Compaction of a heavy clay soil by transport traffic in autumn.*) 30 p. + 13 liitettä.
18. KOIKKALAINEN, K. Luonnonmukaisen viljelyn talousseuranta. (*Summary: Economic follow-up of ecological farming.*) 23 p.
19. NISSINEN, O. & HAKKOLA, H. Korjuutavan ja kasvilajin vaikutus nurmen tuottokykyyn Pohjois-Suomessa. (*Summary: The effect of the harvesting method and plant species on the grassland productivity in North Finland.*) 48 p.

## 1995

1. LEPPÄNEN, A. & ESALA, M. Keväisen mineraalityypianalyysin käyttö lannoitustarpeen enustamisessa. Esitutkimus. (*Summary: Analysis of mineral nitrogen in soil in spring for assessing nitrogen fertilizer requirement in Finland. A preliminary study.*) 29 p. + 1 liite.
2. JÄRVI, A., KANGAS, A., MUSTONEN, L., SALO, Y., TALVITIE, H., VUORINEN, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1987–1994. 126 p.
3. AULA, S. & TALVITIE, H. Ruis- ja keväthevnälajikkeiden soveltuvuus luonnonmukaiseen viljelyyn. (*Summary: The suitability of rye and spring wheat varieties for ecological cultivation.*) 46 p. + 6 liitettä.

4. **Lammas ja laidun.** (*Summary: Sheep production on pasture.*) (*Sammandrag: Får på betet.*) 60 p.  
SAIRANEN, S. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Laidun lampaiden ruokinnassa. Kirjallisuuskat-  
saus. (*Sheep grazing. Literature review.*) p. 8–40.  
SORMUNEN-CRISTIAN, R., SAIRANEN, S. & PAASIKALLIO, A. Lampaiden ruokintatutkimuk-  
set laitumella. (*Grazing experiments with sheep.*) p. 41–60.
5. LUOSTARINEN, M. & OLIN, A. Maiseman- ja ympäristönhoito osana maaseudun kehittämis-  
tä. Delfoi-tutkimuksen tulokset. (*Abstract: Landscape and environmental management as a  
part of the rural development. Results of the Delphoi study.*) 33 p. + 2 liitettä
6. JUHANOJA, S. & HEIKKILÄ, M. Hallitusti liukenevan lannoitteen käyttö alppiruusujen taimi-  
kasvatuksessa. (*Summary: Effect of three modifications of controlled-release fertilizer (Os-  
mocote) on the growth and flowering of micropropagated plantlets of rhododendrons.*) 22 p.  
+ 4 liitettä.
7. HUOKUNA, E., DALMAN, P., NYKÄNEN-KURKI, P., GALAMBOSI, B., HÄKKINEN, S. &  
SORMUNEN-CRISTIAN, R. Etelä-Savon tutkimusasema 75 vuotta. Tutkimusta ja koetoimintaa  
viljelijän hyväksi vuodesta 1919. 69 p.
8. **Kasvunsäätäjien käyttökelpoisuus rukiilla.** (*Summary: The effect of plant growth regula-  
tors on rye.*) 31 p.  
ERVIÖ, L-R., VANHALA, P., KONTTURI, M. & KANGAS, A. Kasvunsäätäjien käyttökelpoi-  
suus rukiilla. (*Summary: The effect of plant growth regulators on rye.*) p. 1–19.  
JUNNILA, S. Moddus 250 EC rukiin kasvunsäätäjänä. (*Summary: Moddus 250 EC as a plant  
growth regulator in rye.*) p. 21–27.  
Viljojen kasvunsäätäjistä käsittelevää kirjallisuutta. (*Literature concerning plant growth regu-  
lators in cereals.*)
9. ERVIÖ, R. Sokerijuurikas raskasmetalleilla saastuneen maan puhdistajana. Kirjallisuuskat-  
saus. (*Summary: Sugar beet as a cleaner of contaminated arable soil. A literature survey.*)  
14 p
10. KEMPPAINEN, R. Biotiitti ja raakafosfaatti apilanurmen lannoitteina. (*Summary: Biotite and  
rock phosphate as fertilizers for clover-containing grass leys.*) 21 p.
11. **Viljelymaan humuspitoisuuden muuttuminen ja siihen vaikuttaminen.** (*Summary:  
Change in and ways of affecting the humus content of arable land.*) 18 p. + liite.  
ERVIÖ, R. Viljelymaan humuspitoisuuden muuttuminen ja siihen vaikuttaminen. (*Summary:  
Change in and ways of affecting the humus content of arable land.*) p. 1–12.  
ERVIÖ, R. ja TALVITIE, H. Viljelymaan humuspitoisuuden ja fysikaaliseen rakenteeseen  
vaikuttaminen viljelyn keinoin. (*Summary: Affecting the humus content and physical struc-  
ture of arable land by cultivation.*) p. 13–18 + liite.

12. Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen vaikutukset naudanlihantuotantoon. (*Effects of silage quality and feed concentrate supplementation on beef production*).  
 RINNE, M. Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen vaikutukset naudanlihantuotantoon. Yhteenveto. (*Effects of silage quality and feed concentrate supplementation on beef production. Summary*). p. 7–12.
- RINNE, M., JAAKKOLA, S., VANHATALO, A., HUHTANEN, P. ja TOIVONEN, V. Rehunurmen typpilannoituksen ja kasvuasteen vaikutukset säilörehun sulatukseen naudalla. (*Summary: Impact of nitrogen fertilization and growth stage of sward on silage digestion in cattle*). p. 13–32.
- ARONEN, I. ja TOIVONEN, V. Säilörehun korjuuasteen ja väkirehutäydennyksen vaikutukset tuotannon tehokkuuteen naudalla. (*Summary: Effects of state of maturity of silage and feed concentrate supplementation on production rate in cattle*). p. 33–45.
- ARONEN, I., TOIVONEN, V. ja JOKI-TOKOLA, E. Rehunurmen typpilannoituksen ja korjuuajankohdan sekä väkirehutäydennyksen vaikutukset säilörehun hyväksikäyttöön naudalla A. Jokioisten kenttätutkimus. (*Summary: Effects of nitrogen fertilization of sward, timing of silage harvest and feed concentrate supplementation on silage utilization by cattle*). p. 47–58.
- JOKI-TOKOLA, E., ARONEN, I. ja VEKAOJA, H. Rehunurmen typpilannoituksen ja korjuuajankohdan sekä väkirehutäydennyksen vaikutukset säilörehun hyväksikäyttöön naudalla B. Ruukin kenttätutkimus. (*Summary: Effects of nitrogen fertilization of sward, timing of silage harvest and feed concentrate supplementation on silage utilization by cattle B. Ruukki field trial*). p. 59–70.
13. SANKARI, H. Pellolla viljeltävän non food -raaka-aineen saatavuus, laatu ja hyödyntäminen kemian teollisuuden tarpeisiin kriisitilanteissa. Tuotannon ja jalostuksen mahdollisuudet Suomessa. (*Summary: Availability of cultured non food raw material, its quality and utilization for the needs of the chemical industry during a crisis. A study of the possibilities for production and processing in Finland*). 42 p.



**JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
Kirjasto  
31600 JOKIOINEN  
puh. (916) 41881, telekopio (916) 4188 339

**HINTA: 50 mk (+ alv.)**