

Kirjallisuusselvitys
öljypellavan ravitsemuksellisista ominaisuuksista

MMM Kaisa Mensonen 2009



Hyvinvointia
PELLAVASTA



SISÄLLYS

Johdanto	3
1. Lajikkeet	4
1.1. Koostumusvertailu	5
2. Ihmisen ravitsemuksen kannalta positiiviset ominaisuudet	7
2.1. Rasva / öljyt	8
2.2. Proteiinit	11
2.3. Hiilihydraatit	12
2.4. Kuidut	13
2.5. Lignaanit	14
2.6. Kivennäisaineet	18
2.7. Vitamiinit	19
3. Terveysväite-ehdotukset	20
4. Öljypellavan fysiologiset vaikutukset	24
4.1. Öljypellava ja vatsa	24
4.2. Öljypellava ja sydän- ja verisuonitaudit	24
4.3. Öljypellava ja 2.tyypin diabetes	27
4.4. Öljypellava ja syöpä sekä muut hormonaaliset vaikutukset	27
4.4.1 Rintasyöpä	28
4.4.2. Eturauhassyöpä	28
4.4.3. Paksusuolensyöpä	28
4.4.4. Ihosyöpä	28
4.5. Öljypellava ja iho	29
4.6. Öljypellava ja masennus sekä muut mielenterveysongelmat	30
5. Ihmisen ravitsemuksen kannalta kriittiset ominaisuudet	32
5.1. Kadmium	32
5.2. Syaaniyhdisteet	35

Johdanto

Pellavaa (*Linum usitatissimum*) käytetään öljy- ja kuitukasvina. Se on ikivanha viljelykasvi, jonka kantalaji on kotoisin Välimeren maista ja Länsi-Euroopasta. Suomessa pellavaa on viljelty 1500-luvulta lähtien. Suurimmillaan viljely oli 1700-luvulla, jolloin pellavakangas oli Suomelle tärkeä vientituote. Pellavan viljelyala Suomessa oli sota-aikana yli 10 000 hehtaaria, mutta se väheni 1950-luvulle tultaessa 1000 hehtaariin ja 1970-luvun alussa Suomessa tilastoitiin pellavan viljelyalaksi enää runsas yksi hehtaari. Tekokuitujen keksimisen myötä viljely loppui melkein kokonaan. Viime aikoina pellava on "löydetty" uudelleen, mutta viljelyala on kutistunut murto-osaan 1940-luvusta (Luostarinen ym. 1998).

Pellava on noin puolimetriä korkea, hoikka ruoho, jonka päässä on harsu kukinto. Kukat ovat sinisiä tai valkeita. Siemenkodon siemenissä on runsaasti öljyä. Varressa on hienoja vahvoja kuituja. Öljypellava on suurempisiemeninen viljelykasvi kuin pitkäkortinen kuitupellava ja se muodostaa myös enemmän siemeniä kuin kuitupellava (www.farmit.net)



Kuva 1. Kukkiva pellavapelto, sen kaunis sininen kukka sekä pitkäkortinen kuitupellava

Pellavakasvista voidaan hyödyntää lähes 100 %. Siemeniä voidaan käyttää sellaisenaan tai niistä voidaan puristaa öljy, jolloin saadaan myös pellavarouhetta. Siemenen öljypitoisuus n. 40 %, kylmäpuristussaanto n. 25 %, kuumapuristussaanto 35 - 38 % (Suomen Pellavantuottajat Oy). Pellavaöljyä valmistetaan myös tekniseen käyttöön puunsuoja-aineeksi ja pellavaöljymaaleiksi. Varren kuiduista voidaan valmistaa mm. eristeitä, kasvialustoja, paperia ja jopa muovia korvaavaa ainetta autoteollisuuden käyttöön (http://www.mindcom.fi/vihreakonsti/maksi/6_3_1_1.htm.)

Pitkäkuituinen kuitupellava ei ole levinnyt merkittävästi Euroopan ulkopuolelle. Sen sijaan



öljypellavan johtavat tuottajamaat ovat aina olleet pääosin Euroopan ulkopuolella, erityisesti Intiassa, Argentiinassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa. Oikeastaan viime vuosina öljypellavasta on alkanut tulla myös eurooppalainen viljelykasvi. Sitä viljellään varsinkin Saksassa ja Englannissa. Pohjoismaissa ja myös Suomessa viljeltävä pellava on nykyisin toisin kuin sotavuosina – pääosin öljypellavaa. Vuonna 2006 raportoitiin öljypellavaa viljeltävän Suomessa 1800 hehtaaria (<http://www.proagria.fi>).

Vuonna 2002 Kanada oli pellavan suurin tuottajamaa (33%), seuraava oli Kiina (20 %), Yhdysvallat (16 %) ja sitten Intia (11 %) (Berglund 2002). Aiemmin öljypellavaa käytettiin lähinnä leivissä ja aamiaismysleissä, mutta 1990-luvulla pellavaa sisältäviä tuotteita on kehitetty paljon ja ne ovat saavuttaneet terveellisen ruoka-aineen maineen. Pellava on tällä hetkellä yksi tutkituimmista viljelykasveista. Pellava kiinnostaa elintarviketeollisuutta, lääketeollisuutta, luontaistuotteiden valmistajia, maali- ja rakennusteollisuutta ja paperiteollisuutta.

Öljypellava tarjoaa monenlaisia ravitsemuksellisia etuja syöjälleen (Thompson ja Cunnane 2003). Ravitsemuksellisia etuja tuovat mm. lignaanit (pääasiassa sekoisolarisiresinol diglukosidi = SDG), alfa-linoleenihappo (ALA) sekä kuidut. Tässä kirjallisuusselvityksessä on keskitytty öljypellavan ravitsemuksellisiin ominaisuuksiin ja tiedot selvitykseen on poimittu pääasiassa 2000-luvun tutkimuksista.

1. Lajikkeet

Kotimaisia lajikkeita ovat Helmi ja Heljä. Uusi kotimainen lajike on Bor-linja, joka on vielä kehitysvaiheessa. Pellavan viljely ulottuu III-vyöhykkeelle (viljelyvyöhykekartta kuva 2). Ulkolaisista lajikkeista eniten käytetty on Laser-lajike Etelä – Suomessa. Sen viljely rajoittuu kuitenkin II-vyöhykkeelle. Muita ulkomaisia lajikkeita ovat ainakin Abacus, Niagara ja Biltstar. Uusi Abacus näyttää soveltuvan Helmin korvaajaksi, mutta viljelykokemuksia on toistaiseksi rajoitetusti (www.k-maatalous.fi).



KUVA 2. Viljelyvyöhykekartta (<http://www.k-maatalous.fi>)

1.1. Koostumusvertailu

Kolmen tutkitun lajikkeen, Laserin, Helmen ja Bor-linjan koostumus oli taulukon 1 mukainen. Tuloksia verrataan tässä Morrisin (2003) esittämiin arvioihin, mutta on otettava huomioon, että lajikkeiden väliset laatuominaisuudet vaihtelevat suuresti kansainvälisissä tutkimuksissa. Eräs kiinnostava ero lajikkeiden välillä oli α -linoleenihappopitoisuuksissa (vertailuarvo 57,0 %; Morris 2003). Linoliuhappopitoisuus oli samaa tasoa kuin vertailuarvo 16,0 %. Tyydyttyneiden rasvahappojen määrä oli hieman alempi kuin kanadalainen vertailuarvo 9,0 ja tyydyttymättömien rasvahappojen määrä hieman korkeampi kuin vertailuarvot 18,0 % (kertatyydyttymättömät) ja 72,8 % (monitydyttymättömät). Proteiini- ja kokonaisravintokuitupitoisuudet olivat hieman vertailuarvoa 22,3 % (proteiinit) ja 28,0 (kokonaisravintokuitu) alhaisemmat. Fenolisten yhdisteiden pitoisuus oli korkein yleisesti kasvatetussa Helmi-lajikkeessa. Fenolisiin yhdisteisiin kuuluvat mm. lignaanit. Viljelyolosuhteiden on havaittu vaikuttavan pellavaöljyn rasvahappokoostumukseen siten,

että pellavan viljeleminen kylmissä olosuhteissa lisää tyydyttymättömien rasvahappojen osuutta entisestään (Daun J.K. ym. 2003). Suomessa viljelijä voi lisätä tyydyttymättömien rasvahappojen osuutta kylvämällä pellavan mahdollisimman aikaisin (Vilkki J. 1993). Kasvupaikan sijainnilla ja lajikkeella on myös merkittävä vaikutus sadon laatuun.



Kuva 3. Tuleentunut pellavapelto

Taulukko 1. Siuntion koetilalla vuoden 2003 talousviljelykokeessa kasvatettujen pellavalajikkeiden siemenen koostumus kahden mittaustuloksen keskiarvona (lähde: www.smts.fi/pos06/0208.pdf)

Koostumusanalyysi		Pellavalajike		
		Helmi	Laser	Bor-linja
Proteiini (%)		19,0	16,1	19,0
Kokonaisravintokuitu (%)		25,5	24,6	25,5
Kokonaispentosaanit (%)		6,6	7,7	6,6
Fenoliset yhdisteet (mg/kg)		4736	3236	4637
Rasva- hapot (%)	C16:0 (palmitiinihappo)	4,3	4,1	4,1
	C18:0 (steariinihappo)	2,7	3,1	3,0
	C18:1 (vakseenihappo)	0,5	0,4	0,5
	C18:1 (öljyhappo)	19,0	17,0	20,0
	C18:2 (linolihappo)	16,1	15,6	17,4
	C18:3 (γ -linoleenihappo)	0,1	0,1	0,1
	C18:3 (α -linoleenihappo)	57,3	59,6	54,9
	C20:1	0,1	0,0	0,0
	tyydyttyneet rasvahapot	7,0	7,2	7,1
	kertatyydyttymättömät rasvahapot	19,5	17,4	20,5
	monityydyttymättömät rasvahapot	73,5	75,3	72,4



Kuva 4. Öljypellavaa eri muodoissa: siemeniä, rouhetta, öljyä sekä öljykapseleita

2. Ihmisen ravitsemuksen kannalta positiiviset ominaisuudet

Pellavansiemenen keskeiset terveysvaikutukset perustuvat sen sisältämään ravintokuituun, rasvahappoihin ja lignaaneihin. Pellava sisältää paljon proteiinia ja vain vähän imeytyvää hiilihydraattia, joten se soveltuu hyvin myös vähähiilihydraattista ruokavaliota noudattaville (taulukko 2). Kun pellavansiemenestä puristetaan öljyä, samalla saadaan pellavarouhetta. Pellavan sisältämät positiiviset ominaisuudet ovat tarjolla siemenissä, rouheessa, rakeissa, öljyssä, kapseleissa sekä pellavaa sisältävissä elintarvikkeissa.

Taulukko 2. Proximate composition of flax based on common measures (CHO=carbohydrates) (Lähde: Morris D. Flax: A health and nutrition primer. Winnipeg: Flax Council of Canada; 2003. p 11.)

Form of flax	Weight (g)	Common measure	Energy (kcal)	Total fat (g)	ALA (g)	Protein (g)	Total CHO (g)	Total dietary fibre (g)
Proximate analysis	100	-	450	41.0	23.0	20.0	29.0	28.0
Whole seed	180	1 cup	810	74.0	41.0	36.0	52.0	50.0
	11	1 tbsp	50	4.5	2.5	2.2	3.0	3.0
	4	1 tsp	18	1.6	0.9	0.8	1.2	1.1
Ground seed	130	1 cup	585	53.0	30.0	26.0	38.0	36.0
	8	1 tbsp	36	3.3	1.8	1.6	2.3	2.2
	2.7	1 tsp	12	1.1	0.6	0.5	0.8	0.8
Flax oil	100	-	884	100.0	57.0	-	-	-
	14	1 tbsp	124	14.0	8.0	-	-	-
	5	1 tsp	44	5.0	2.8	-	-	-

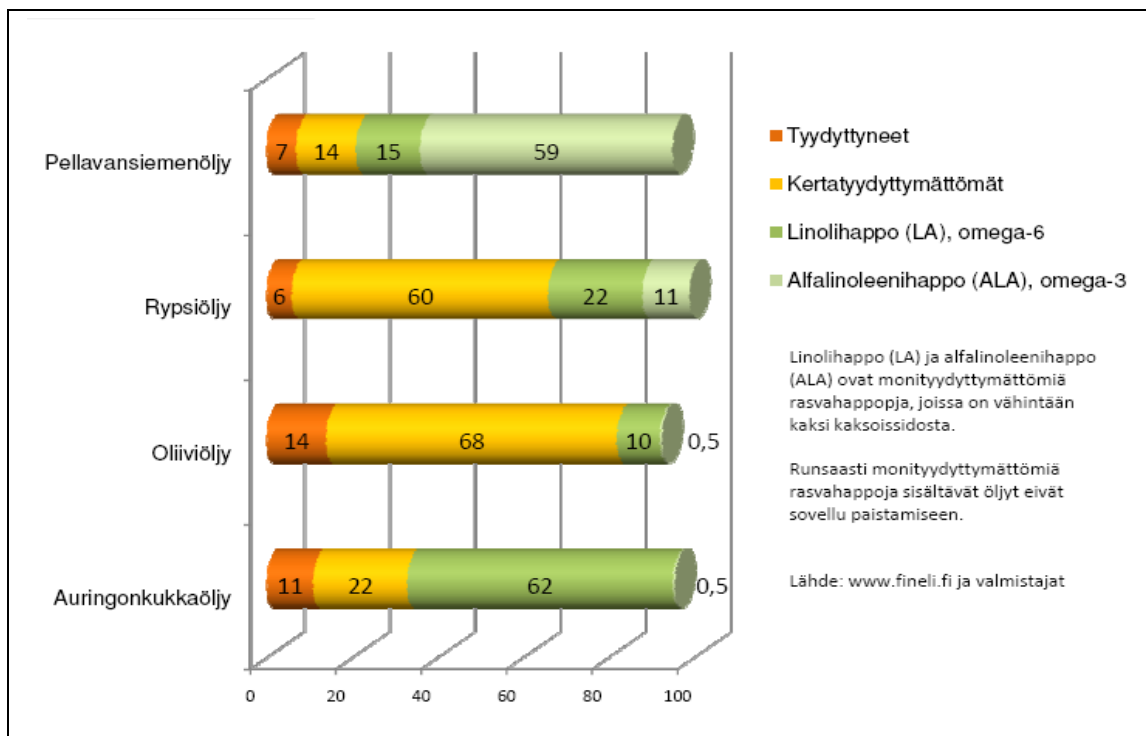


2.1. Rasva / öljyt

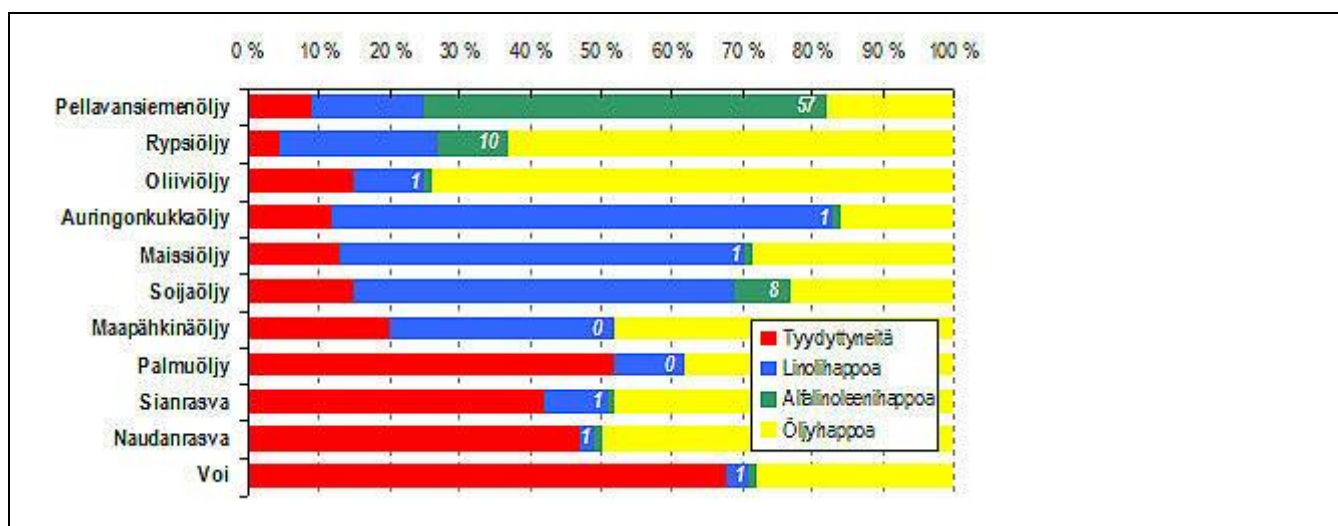
Elimistö pystyy muodostamaan tyydyttyneitä sekä n-9 ja n-7-sarjan tyydyttymättömiä rasvahappoja. Sen sijaan n-6 ja n-3-sarjan monityydyttymättömiä rasvahappoja elimistö ei pysty muodostamaan. Nämä rasvahapot on saatava ravinnosta sellaisenaan ja siksi niitä kutsutaan välttämättömiksi rasvahapoiksi. Omega-6-rasvahappoihin kuuluvat linolihappo LA, arakidonihappo AA sekä dihomogammalinoleenihappo DGLA. Omega-3-rasvahappoihin kuuluvat alfa-linoleenihappo ALA, eikosa-pentaeenihappo EPA sekä dokosaheksaeenihappo DHA.

Pellavansiemenen öljypitoisuus on keskimäärin 40 %. Se voi vaihdella välillä 38 - 45 % riippuen sijainnista, viljelystä ja ympäröivistä olosuhteista. Öljypellavassa on monityydyttymättömiä rasvahappoja, kertatyydyttymättömiä sekä tyydyttyneitä rasvahappoja. Kaikista pellavansiemenenöljyn rasvahapoista lähes 80 % on monityydyttymättömiä ja n. 13 % kertatyydyttymättömiä. Pellavansiemenenöljyssä on omega-3 rasvahappoa (alfa-linoleenihappo=ALA) erityisen runsaasti (50-62 %) –enemmän kuin missään muussa tunnetussa kasviöljyssä (Daun ym. 2003) (kuva 5 ja 6). DeClerc (2005) raportoi kanadalaisessa öljypellavassa olevan keskimäärin 61,9 % alfa-linoleenihappoa vuonna 2004. Ruotsissa raportoitiin öljypellavan sisältävän ALAa keskimäärin 60,4 % (Stenberg ym. 2005).

Alfa-linoleenihappoa (ALA) on siis välttämätöntä saada ravinnosta ja sen saamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska saanti jää helposti vähäiseksi. Linoleenihappoa (LA) puolestaan saadaan ravinnosta ylimäärin. Mm. liha- ja lihavalmistet sisältävät runsaasti omega-6-rasvahappoja. Myös auringonkukka-, maissi-, soija- ja rypsiöljy sisältävät runsaasti omega-6-rasvahappoja” (Tanskanen 2004)



KUVA 5. Rasvahappojen vertailu eri kasviöljyissä (Lähde: www.hyvinvointia pellavasta.fi)



KUVA 6. Eräiden elintarvikerasvojen rasvahappokoostumus (Lähde: www.elixioil.fi)

Rasvahappojen välinen saantisuhde on tärkeä, koska rasvahapot kilpailevat elimistössä samoista entsyymeistä, eikä rasvahappo voi muuttua n-6, n-3 tai n-9 -sarjasta toiseen.

Kudosten rasvahappokoostumus heijastaa ravinnon rasvahappokoostumusta.

Optimaalisesta n-6/n-3-suhteesta ei olla päästy yksimielisyyteen ja annetuissa

suosituksessa on runsaasti vaihtelua. Solukalvojen n-6/n-3-suhde vaikuttaa oleellisesti aivojen toimintaan. Eläinkokeiden perusteella aivotoiminnan kannalta (oppiminen, lämmönsäätely, unen säätely, kivunsieto) optimaaliseksi suhteeksi on esitetty suhdetta 4:1 tai vähemmän. Optimaalinen suhde todennäköisesti vaihtelee iän mukaan. N-3-rasvahappojen saanti on erityisen tärkeä aivojen kehityksen kannalta varhaislapsuudessa. (margariinitiedotus lehtinen). Edellä mainittujen omega-rasvahappojen (ω -3: ω -6) suhde on pellavaöljyssä 4:1 eli erittäin hyvä. Tasapaino ALA:n ja LA:n välillä on tärkeää, koska se säätelee EPA:n ja DHA:n muodostumista ALA:sta. Kun rasvahappojen suhde on painottunut oikein, muodostuu ALA:sta kehossamme EPA:a ja DHA:ta, jotka vaikuttavat elimistössä mm. silmien hyvinvointiin sekä immuunijärjestelmän, hermoston ja aivojen toimintaan (Tanskanen A. 2004). Täydentämällä ruokavaliotaan esimerkiksi pellavaöljyllä saadaan elimistön rasvahappotasapaino tasoittumaan, koska pellavaöljyn sisältämästä ALA:sta muodostuu elimistössä EPA:a ja DHA:ta noin 5–10 %. Tämä määrä tyydyttää normaalin tarpeen (Tanskanen A, 2004).

Omega-3-rasvahapot ovat tärkeitä ihmisen kokonaisterveyden kannalta. Jo 70-luvulla ymmärrettiin omega-3:ien merkitys sydämen ja verisuonten hyvinvoinnin kannalta. Välttämätön rasvahappo ALA vaikuttaa mm. sikiön kehitykseen, ihon, kynsien ja hiusten terveyteen, veren hyytymiseen, tulehdusreaktioiden hillitsemiseen sekä solukalvojen kimmoisuuteen. Viimeaikaisten tutkimusten mukaan omega-3-rasvahapoilla on yhteys myös mielenterveyteen. Runsas omega-3-rasvahappojen saanti saattaa esimerkiksi vähentää riskiä sairastua masennukseen. Toisaalta omega-3-rasvahapot voivat vaikuttaa nopeuttavasti myös masennuksesta toipumiseen (Tanskanen A. 2000).

Päivittäinen 2,4 gramman annos runsaasti ALA:aa sisältävää pellavansiemenöljyä riittää kohottamaan omega-3-rasvahappojen tasoa, toteaa uusi tutkimus, joka suosittaa ALA:aa sisältävien lähteiden sisällyttämistä ravitsemukseen (Barcelo-Coblijn G. ym. 2008). Tässä uudessa kliinisessä tutkimuksessa huomattiin (University of north Dakota ja University of Manitoba), että alfa-linoleenihappoa (ALA) runsaasti sisältävä pellavansiemenöljy pystyi nostamaan veren punasolujen eikosapentaeenihapon (EPA) ja dokosapentaeenihapon (DPA) määriä, mutta ei dokosaheksaeenihapon (DHA) määriä.

Tutkimuksessa, joka on julkaistu American Journal of Clinical Nutritionissa, verrattiin erilaisten pellavansiemenöljy- ja kalaöljymäärien vaikutusta vapaaehtoisten henkilöiden verisolujen rasvahappomuutoksiin.

ALA on saanut huomattavasti vähemmän tiedemiesten ja kuluttajien huomiota kuin pitempiketjuiset EPA ja DHA. ALA:n saannin merkitys liittyy sydän- ja verenkiertoelimistön kuntoon, hermosolujen väliseen viestinvälitykseen, tulehdusreaktioiden hallintaan ja autoimmuunisairauksiin. Tunnettuja autoimmuunisairauksia ovat muun muassa nuoruusiän diabetes, keliakia, nivelreuma, psoriasis, pernisiöosi anemia, punahukka ja MS-tauti (Barcelo-Coblijn G. ym. 2008).

2.2. Proteiinit

Proteiini pitoisuus öljypellavassa vaihtelee 10,5 ja 31 % välillä (Oomah ja Mazza 1993). USDA raportoi vuonna 2005 keskiarvon olevan 19,5 %. Proteiineista suurin osa on albumiini- ja globuliini-tyyppisiä. Kypsentaaminen ei vaikuta merkittävästi proteiinien aminohappokoostumukseen, mutta idättäminen sitä vastoin muuttaa. Wanasundara ym. (1999) raportoivat kokonaisaminohappokoostumuksen kasvavan 15-kertaiseksi jo 8 idätyspäivän jälkeen.

Pellavan proteiinit ovat albumiini, globuliini, gluteliini ja prolamiini. Pellava ei sisällä gluteenia, joten se sopii myös keliaakikoille. Pellavaproteiinin aminohappokoostumus on ravitsemuksellisesti erinomainen, sillä se sisältää kaikkia välttämättömiä aminohappoja sekä lisäksi runsaasti mm. glutamiinia (taulukko 3). Pellavan proteiineilla on hyvät vaahtoutumis- ja filminmuodostusominaisuudet ja ne kiinteyttävät emulsioita (Linseed Oy:n sivuilta). Blathena ym. (2002) olivat ensimmäisiä, jotka raportoivat pellavansiementen proteiinien alentavan plasman kolesterolia ja triasyyliglyserolia (TAG). Sen jälkeen myös uudessa kanadalaisessa tutkimuksessa on löydetty negatiivinen yhteys pellavansiementen proteiinin ja sydän- ja verisuonitautien välille (Udenigwe CC ym. 2009). Tutkimuksessa on saatu viitteitä siitä, että proteiinien aminohapot vaikuttaisivat alentavasti verenpaineeseen ja näin vähentävät sairastumisriskiä sydän- ja verisuonitauteihin. Lisää tutkimusta tarvitaan kuitenkin aiheesta.

Taulukko 3. Pellavan aminohappokoostumus, vertailuarvona soija (Lähde: www.flaxcouncil.ca)

Amino acid	Flax Cultivar ^a		Soy flour ^b
	Brown flax (NorLin)	Yellow flax (Omega)	
	g/100 g protein		
Alanine	4.4	4.5	4.1
Arginine	9.2	9.4	7.3
Aspartic acid	9.3	9.7	11.7
Cystine	1.1	1.1	1.1
Glutamic acid	19.6	19.7	18.6
Glycine	5.8	5.8	4.0
Histidine*	2.2	2.3	2.5
Isoleucine*	4.0	4.0	4.7
Leucine*	5.8	5.9	7.7
Lysine*	4.0	3.9	5.8
Methionine*	1.5	1.4	1.2
Phenylalanine*	4.6	4.7	5.1
Proline	3.5	3.5	5.2
Serine	4.5	4.6	4.9
Threonine*	3.6	3.7	3.6
Tryptophan* ^c	1.8	NR ^d	NR
Tyrosine	2.3	2.3	3.4
Valine*	4.6	4.7	5.2

^aOcmah and Mazza (20).

^bFriedman and Levin (21).

^cBhatty and Cherdkiatgumchai (mixture of NorLin, NorMan and McGregor cultivars) (19).

^dNR = Not reported.

*Essential amino acids for humans.

2.2. Hiilihydraatit

Pellavassa on 29 % hiilihydraatteja. Suurimmaksi osaksi se on imeytymätöntä kuitua, joka ei nosta veren sokerivastetta. Finelin koostumustiedon mukaan pellavansiemen sisältää imeytyvää hiilihydraattia vain 7g / 100g (Fineli). Näin ollen se sopii erinomaisesti niille, jotka haluavat noudattaa vähähiilihydraattista ruokavaliota.



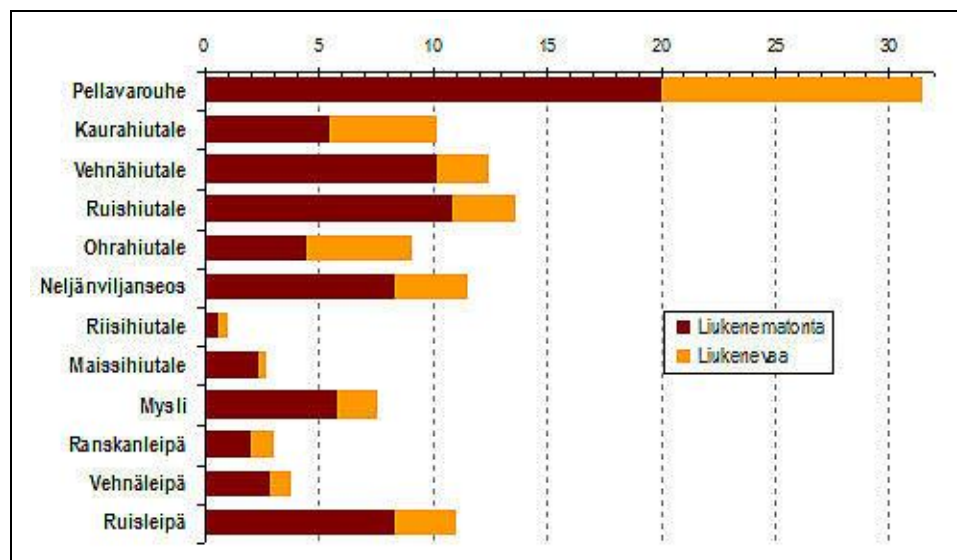
Kuva 7. Pellavansiemenet ovat tutkitusti terveyttä edistäviä. Siemenet sisältävät runsaasti mm. kuitua.

2.4. Kuidut

Suomalaisten päivittäinen kuidunsaanti on edelleen väestötasolla nykyistä ravitsemussuositusta alhaisempi. Pellavansiemenrouhe sisältää keskimäärin 37 % ravintokuitua, eli runsaasti. Pellava sisältää sekä liukoista että liukenematonta kuitua (taulukko 4). Liukoisen ja liukenemattoman kuidun suhde vaihtelee 1:5 – 2:3 välillä (Daun 2003). Liukenematonta kuitua on tärkeä saada ravinnosta, sillä se lisää ulosteen massaa, pehmentää sen rakennetta ja nopeuttaa läpikulkua ruoansulatuskanavassa. Liukenematon kuitu ehkäisee näin ummetusta ja vaikuttaa edullisesti suolen toimintaan. Liukoinen kuitu käsittää 20 - 40 % kokonaiskuidusta ja sen tärkein komponentti on musiini. Musiini muodostaa pellavansiemenen uloimman kerroksen ja sitä kutsutaan myös pellavalimaksi tai kumiksi. Pellavansiemen sisältää musiinia 4–8 % kuiva-aineesta (Ryhänen 2006). Liukoinen kuitu säätelee glukoosi- ja rasva-aineenvaihduntaa, sekä lisää ruokamassan viskositeettia. Ruokamassan korkea viskositeetti hidastaa mahalaukun tyhjenemistä ja ravintoaineiden imeytymistä ohutsuolesta, mikä tasaa aterianjälkeistä verensokerin vaihtelua. Myös eräät liukenemattomat kuidut alentavat glykeemistä indeksiä (GI). Rasva-aineenvaihduntaan liukoiset kuidut vaikuttavat sitomalla kolesterolia ja suoleen erittyviä rasvahappoja ja siten lisäävät kolesterolin ja sappihappojen poistumista ulosteen mukana. Tämä voi näkyä seerumin kolesterolipitoisuuden alenemisena. Pellavan kasvikumin on tutkimuksissa

havaittu vaikuttavan kylläisyyden tunteeseen sekä lieventävän diabetesta, lihavuutta, sydän- ja verisuonitauteja sekä paksu- ja peräsuolensyöpää (Oomah B.D. 2003). Tarpilan (2003) tutkimuksessaan käyttämä pellavarouhe sisälsi analyysin mukaan 33% liukenematonta kuitua ja 11% liukoista kuitua. Kolmen kuukauden tutkimusjakson aikana koehenkilöt nauttivat pellavarouhetta päivittäin noin 17g. Tutkimuksen aikana havaittiin, että koehenkilöiden ummetus sekä vatsavaivat, kuten turvotus, vähenivät tilastollisesti merkittävästi ($p=0,002$). Tällä pellavarouheen käyttömäärällä osana normaalia ruokavaliota ylitettiin myös ravintosuositusten mukainen päivittäinen kuidunsaantisuositus 25-30 g/pv. Lisäksi tutkimuksessa havaittiin, että pellavan liukoisen ja liukenemattoman kuidun suhde oli erittäin edullinen laksatiivivaikutukselle (Tarpila 2003).

Taulukko 4. Eräiden elintarvikkeiden kuitupitoisuudet



2.5. Lignaanit

Pellavansiemen sisältää lignaaneja 0,5–0,7 % kuiva-aineesta (Ryhänen 2006).

Pellavansiemenrouhe sisältää lignaania keskimäärin 7 g/kg. Tämä on satoja kertoja

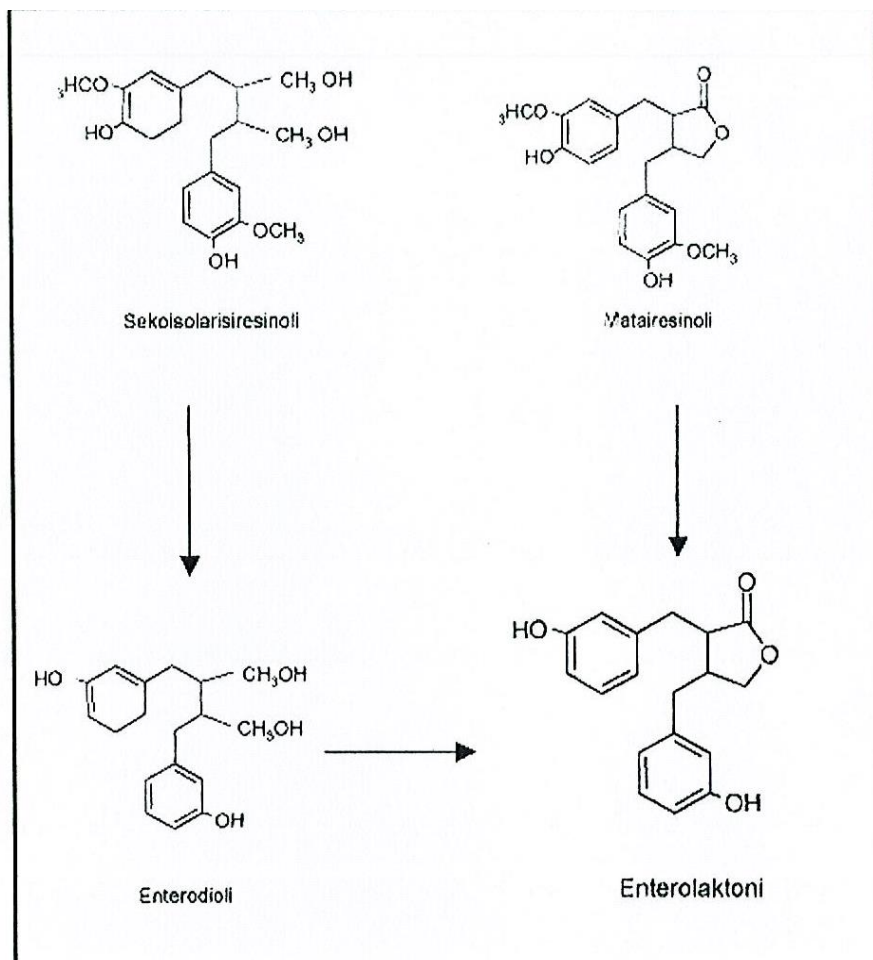
enemmän kuin muissa viljelykasveissa (taulukko 5). Lignaanit ovat kasviestrogeenejä, jotka muistuttavat ihmisen itsensä tuottamia estrogeenejä ja joilla on osoittautunut olevan hormonaalisia vaikutuksia.

Taulukko 5. Eräiden kasvien tuottaman lignaanin määrä (µg) per 100 g (Lähde: Elixioilin sivut)

Pellava	68 000
Soija	170
Vehnälese	570
Kauralese	650
Ruis	150
Peruna	80
Porkkana	350
Sipuli	110

Sekoisorarisiresinolin diglykosidi (SDG) ja matairesinoli ovat pellavan lignaaneja, jotka muuttuvat ihmisen suolistomikrobien vaikutuksesta enterolaktoniksi ja enterodioliiksi (kuva 8) (Blathena SJ ja Velasques MT 2002). Nämä voivat sitoutua heikosti estrogeenireseptoreihin, ja niillä on heikkoa estrogeenivaikutusta.

Eläinkokeissa on havaittu, että enterolaktoni ja enterodioli saattavat toimia syöpää estävinä yhdisteinä estäen hormoniperäisiä syöpiä kuten rinta- ja eturauhassyöpää, sekä suolistosyöpää. Useissa tutkimuksissa on havaittu, että rintasyöpään sairastuvilla virtsa- ja verinäytteiden enterolaktonipitoisuus on alhaisempi kuin terveillä henkilöillä. Lignaanimäärällä ravinnolla enterolaktonin määrää voitaisiin lisätä. Toisaalta löytyy myös tutkimustuloksia, joissa korkea enterolaktonipitoisuus liitetään kohonneeseen riskiin sairastua rintasyöpään (Thompson LU 2003).



Kuva 8. Sekoisolarisiresinolin, matairesinolin, enterodiolin ja enterolaktinin kemiallinen rakenne ja niiden muuttuminen toisikseen (lähde: Borriello ym 1985).

Ensimmäinen koe, jonka mukaan pellava vähentää etäpesäkkeiden muodostumista ja estää etäpesäkkeiden kasvua eläimillä, suoritettiin hiirillä lisäämällä näiden ravintoon pellavaa. Kun kokeessa hiirten ravintoon oli lisätty 2,5 -10 % pellavansiemeniä, havaittiin melanooma tyyppisten ihosyöpäetäpesäkkeiden määrän vähenevän ja kasvainten koon pienenevän hiirten keuhkoissa (Yan L ym. 1998).

Estradiolin kaksi pääaineenvaihduntatuotetta ovat 2-hydroksiestroni (20HEI) ja 16a-hydroksiestroni (16a.OHEI), jotka erittyvät virtsaan tai ulosteisiin, ja joilla on biologisia ominaisuuksia. 16aOHEI on osoittanut estrogeenin kaltaista aktiivisuutta, mukaan

lukien lisääntyntä solujen jakaantumista ihmisen rintasyöpäsolulinjoissa. Siten on ehdotettu, että henkilöillä joiden 16 α :OHEI on kohonnut, on suurentunut riski sairastua rintasyöpään (Brooks J.D. ym. 2004) (Haggans CJ ym. 2000). Haggans ja muut (2000) vertailivat pellavansiemenen ja vehnäleseiden vaikutusta 20HEI: 16 α :OHEI -suhteeseen. He havaitsivat 10 g:n suuruisen jokapäiväisen pellavaravintolisän nostavan 20HEI: 16 α OHEI suhdetta tilastollisesti merkitsevästi ja siten mahdollisesti alentavan riskiä sairastua rintasyöpään. Brooks ja muut (2004) vertailivat pellavan ja soijan fytoestrogenien vaikutuksia vaihdevuotensa ohittaneilla naisilla. Koejakson perusteella havaittiin, että pellavalisä muutti merkitsevästi estrogeenin aineenvaihduntatuotteiden pitoisuuksia, suosien biologisesti epäaktiivisemmän 20HE1-pitoisuutta yli 16 α OHEI:n.

Tähän mennessä on kuitenkin huomioitava, että ainoastaan eläinkokeissa on voitu osoittaa lignaanien vaikutus syövän kehittymiseen. Saarinen ja muut (2003) näkevät lignaanit kuitenkin vaihtoehtona, jota lisäämällä ravintoon voidaan mahdollisesti hidastaa syövän kasvua (Saarinen ym. 2003). Lignaaneilla on havaittu myös antioksidanttisia eli hapettumista estäviä vaikutuksia. Kokonaisilla pellavansiemenillä ei ole havaittu kuitenkaan vaikutuksia ihmisen rasvan hapettumista osoittaviin yhdisteisiin. Sekolarisiresinoli (SOC) ja sen aineenvaihduntatuotteet enterodioli ja enterolaktoni ovat osoittautuneet antioksidatiivisesti aktiiviseksi. Näiden yhdisteiden antioksidantiaktiivisuus on jopa suurempi kuin E-vitamiinilla (Prasad K. 2003).

Lignaanien yhteyttä hormonaalisiin syöpiin on tutkittu laajasti ja kokeellisissa malleissa on havaittu erityisesti enterolaktonin sekä inhiboivan tuumoreiden kasvua että vähentävän niiden lukumäärää. Osassa kokeita on lisäksi havaittu lignaanien vähentävän tuumoreiden invasiivisuutta ja etäperäkkeiden muodostumista (Saarinen ym 2007). Tutkimukset eivät kuitenkaan ole antaneet selkeitä ja yhteneväisiä tuloksia, joiden perusteella voisi sanoa kasviestrogenien pienentävän hormonaalisten syöpien riskiä. Niinpä lisätutkimuksia tarvitaan tällä saralla edelleen.

2.6. Kivennäisaineet

Pellavansiemenet sisältävät mm. kalsiumia, magnesiumia ja jonkin verran rautaa. Pellava sisältää vain vähän natriumia. Taulukossa 6 on tarkemmin esitettynä pellavansiemenen mineraalikoostumus.



Taulukko 6. Pellavansiemenen mineraalikoostumus (Lähde: www.flaxcouncil.ca)

	mg/100 g	mg/tbsp milled flax
Calcium	236	19.0
Copper	1	0.1
Iron	5	0.4
Magnesium	431	34.0
Manganese	3	0.2
Phosphorus	622	50.0
Potassium	831	66.0
Sodium	27	2.0
Zinc	4	0.3

2.7. Vitamiinit

Pellava sisältää pieniä määriä vesi- ja rasvaliukoisia vitamiineja (taulukko 7). Rasvaliukoinen E-vitamiini on suurimmaksi osaksi gamma-tokoferolia. Gamma-tokoferoli on antioksidantti, joka suojelee solun proteiineja ja rasvoja hapettumiselta, edistää natriumin eritystä virtsaan, joka puolestaan voi auttaa verenpaineen alenemisessa ja näin alentaa riskiä sairastua sydän- ja verenpainetauteihin, syöpään ja Alzheimerin tautiin (Sen CK 2006) (Morris MC 2005).

Taulukko 7. Pellavansiemenen vitamiinikoostumus^a (Lähde: www.flaxcouncil.ca)

Water soluble	mg/100 g	mg/tbsp milled flax
Ascorbic acid/vitamin C	0.50	0.04
Thiamin/vitamin B ₁	0.53	0.04
Riboflavin/vitamin B ₂	0.23	0.02
Niacin/nicotinic acid	3.21	0.26
Pyridoxine/vitamin B ₆	0.61	0.05
Pantothenic acid	0.57	0.05
	<u>mcg/100g</u>	<u>mcg/100g</u>
Folic acid	112	9.0
Biotin	6	0.5
Fat soluble	mg/kg in oil	mg/tbsp in oil
Carotenes	not detected	not detected
Vitamin E ^b		
Alpha-tocopherol	7	0.10
Delta-tocopherol	10	0.14
Gamma-tocopherol	552	7.73
		<u>mcg/tbsp milled flax</u>
Vitamin K ^c		0.3

^aComposite sample of whole flax (39).

^bTocopherol values represent the average of four varieties (40). The following forms of vitamin E were not detected: beta-tocopherol and alpha-, delta- and gamma-tocotrienol.

^cAs phylloquinone (44).

3. Terveysväite-ehdotukset

Terveysväite-ehdotukset liittyen vatsaan ja suolistoon:

pellava/ liukenematon kuitu + liukoinen kuitu + omega-3 ja omega-6 –rasvahapot + lignaanit
(näyttö vakuuttavaa)

❖ **Normalisoi vatsan ja suoliston toimintaa**

❖ **Pellavarakeiden liukenemattomat ja liukoiset kuidut normalisoivat vatsan ja suolen toimintaa**

Tähän liittyvät kirjallisuudet:

1. Adlercreutz H, Mazur W. (1997) Phyto-oestrogens and western diseases. Ann Med 29; 95 - 120. Katsausartikkeli.
2. Tarpila A, Wennberg T, Tarpila S. (2005). Flaxseed as a functional food. Current Topics in Nutraceutical Research, 3, 3, 167 - 188. (katsausartikkeli)
3. Demark-Wahnefried W, Robertson CN, Walther PJ, Polasick TJ, Paulson DF, Vollmer RT. (2004). Pilot study to explore low-fat, flaxseed-supplemented diet on proliferation of benign prostatic epithelium and prostate-specific antigen. Urology 63, 900-904. (kliininen tutkimus)
4. Tarpila S, Aro A, Salminen I, Tarpila A, Kleemola P, Akkila J, Adlercreutz H. (2002) The effect of flaxseed on serum fatty acids and enterolactone, Eur J Clin Nutr, 56, 157 - 165. (kliininen tutkimus)
5. Tarpila S, Tarpila A, Gröhn P, Silvennoinen T, Lindberg L. (2004) Efficacy of ground flaxseed on constipation in patients with irritable bowel syndrome. Current Topics in Nutraceutical Research, 2, 119 - 125. (Kliininen tutkimus)
6. Thompson L, Chen JM, Li T, Strasser-Weippl K, Goss PE. (2005) Dietary flaxseed alters tumor biological markers in postmenopausal breast cancer. Clin Cancer Res 11, 10: 3828 - 3835. (Kliininen tutkimus.)
7. Kadmium: Kymäläinen H-R, Sjöberg A-M. Cadmium content of linseed and estimated consumer intake. 2006

pellavansiemenrouhe (näyttö todennäköistä)

❖ **Edistää suoliston toimintaa**

Tähän liittyvä kirjallisuus:

1. Cunnane S.C., Hamadeh M.J., Liede A.C., et al. 1995. Nutritional attributes of traditional flaxseed in healthy young adults. Am. J. Clin. Nutr. 61: 62-68.
2. Hamadeh M, Liede AC, Ganguli S, Wolever TMS, Cunnane SC. Nutritional aspects of flaxseed in the human diet. Proc. Flax Inst. 54:48, 1992.
3. Tarpila S, Tarpila A, Gröhn P, Silvennoinen T, Lindberg L. Efficacy of ground flaxseed on constipation in patients with irritable bowel syndrome. Nutritional Genomics & Functional Foods Vol. 1, No 1. 2003

Terveysväite-ehdotus liittyen sydän ja / tai verisuonistoon:

Pellavansiemenet / ravintokuitu ja alfa-linoleenihappo (näyttö todennäköistä / vakuuttavaa)

❖ **Alentaa kokonais- ja LDL-kolesterolia**

Tähän liittyvä kirjallisuus:

1. Jenkins DG, Kendall CW, Vidgren E, Agarwall S, Rao AV, Rosenberg RS, Diamandis EP, Novokmet R, Mehling CC, Perera T, Griffin LC and Cunnane SC, Health aspects of partially defatted flaxseed, including effects on serum lipids, oxidative measure and ex vivo androgen progestin activity: a controlled cross - over trial. Am J Clin Nutr 1999;69: 395-402.
2. Cunnane SC, Ganculi S, Menard C, Liede AC, Hamadeh MJ, Chen ZY and Wolever T, High alpha-linolenic and flaxseed: some nutritional properties in humans Be J Nutr 69:443-453 (1993)

Pellavansiemenöljy / alfa-linoleenihappo (näyttö todennäköistä / vakuuttavaa)

- ❖ **Edistää sydämen hyvinvointia**
- ❖ **Sydämen ja verisuonten hyvinvoinnille**
- ❖ **Auttaa alentamaan plasman triglyseridejä**
- ❖ **Alentaa plasman kolesterolia**
- ❖ **Alentaa kokonais- ja LDL-kolesterolia**

Tähän liittyvä kirjallisuus:

1. Mantzioris E, James MJ, Gibson RA and Cleland LG, Differences exist in the relationship between dietary linolenic and alfa-linolenic acids and their respective long-chain metabolites. Am J Clin Nutr 1995;61:320-324.
2. Mantzioris E, James MJ, Gibson RA and Cleland LG, Dietary substitution with alpha-linolenic acid-rich vegetable oil increases eicosapentaenoic acid concentrations in tissues. Am J Clin Nutr 1994; 59:1304-1309.
3. Ferretti A and Flanagan VP, Antithromboxane activity of dietary alpha-linolenic acid: a pilot study. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids 1996; 54:451-455.
4. Caughey GE, Manzioris E, Gibson RA, Cleland LG and James MJ, The effect on human tumor necrosis factor alpha and interleukin-1 beta production of diets enriched in n-3 fatty acids from vegetable oil. Am J Clin Nutr 1996;63:116-122.
1. Brouwer IA, Katan MB, Zock PL. Dietary alpha-linolenic acid is associated with reduced risk of fatal coronary heart disease, but increased prostate cancer risk: a meta-analysis. J Nutr. 2004 Apr;134(4):919-22.
2. De Lorgeril M, Salen P. Use and misuse of dietary fatty acids for the prevention and treatment of coronary heart disease. Reprod Nutr Dev. 2004 May-Jun;44(3):283-8. (review)
3. Mozaffarian D. Does alpha-linolenic acid intake reduce the risk of coronary heart disease? A review of the evidence. Altern Ther Health Med. 2005 May-Jun;11(3):24-30 (review)
4. Rallidis LS, Paschos G, Liakos GK, Velissaridou AH, Anastasiadis G, Zampelas A. Dietary alpha-linolenic acid decreases C-reactive protein, serum amyloid A and interleukin-6 in dyslipidaemic patients. Atherosclerosis. 2003 Apr;167(2):237-42. (clinical study)
5. Lopez-Garcia E, Schulze MB, Manson JE, Meigs JB, Albert CM, Rifai N, Willett WC, Hu B. Consumption of (n-3) fatty acids is related to plasma biomarkers of inflammation and endothelial activation in women. J Nutr. 2004 Jul;134(7):1806-11. (clinical study)
6. Paschos GK, Rallidis LS, Liakos GK, Panagiotakos D, Anastasiadis G, Votteas V, Zampelas A. Background diet influences the anti-inflammatory effect of alpha-linolenic acid in dyslipidaemic subjects. Br J Nutr. 2004 Oct;92(4):649-55. (clinical study)
7. Paschos GK, Yiannakouris N, Rallidis LS, Davies I, Griffin BA, Panagiotakos DB, Skopouli FN, Votteas V, Zampelas A. Apolipoprotein E genotype in dyslipidemic patients and response of blood lipids and inflammatory markers to alpha-linolenic Acid. Angiology. 2005 Jan-Feb;56(1):49-60. (clinical study)
8. Wilkinson P, Leach C, Ah-Sing EE, Hussain N, Miller GJ, Millward DJ, Griffin BA. Influence of alpha-linolenic acid and fish-oil on markers of cardiovascular risk in subjects with an atherogenic lipoprotein phenotype. Atherosclerosis. 2005 Jul;181(1):115-24. (clinical study)
9. Djoussé L, Hunt S, Arnett D, Province MA, Edkfeldt JH, Ellison RC. Dietary linolenic acid is inversely associated with plasma triacylglycerol: the National Heart, Lung, and Blood Institute Family Heart Study. Am J

Clin Nutr. 2003 Dec;78(6):1098-102. (epidemiological study)

10. Ander BP, Weber AR, Rampersad PP, Gilchrist JS, Pierce GN, Lukas A. Dietary flaxseed protects against ventricular fibrillation induced by ischemia-reperfusion in normal and hypercholesterolemic Rabbits. J Nutr. 2004 Dec;134(12):3250-6. (animal study)

1. Finnegan YE, Minihane AM, Leigh-Firbank EC, Kew S, Meijer GW, Muggli R, Calder PC, Williams CM. Plant- and marine-derived n-3 polyunsaturated fatty acids have differential effects on fasting and postprandial blood lipid concentrations and on the susceptibility of LDL to oxidative modification in moderately hyperlipidemic subjects. Am J Clin Nutr. 2003 Apr;77(4):783-95. (clinical study)
2. Karvonen HM, Aro A, Tapola NS, et al. Effect of α -linolenic acid-rich Camelina Sativa oil on serum fatty acid composition and serum lipids in hypercholesterolemic subjects. Metabolism. 2002; Vol 51; No 10: 1253-1260. (clinical study)
3. Paschos GK, Yiannakouris N, Rallidis LS, Davies I, Griffin BA, Panagiotakos DB, Skopouli FN, Votteas V, Zampelas A. Apolipoprotein E genotype in dyslipidemic patients and response of blood lipids and inflammatory markers to alpha-linolenic Acid. Angiology. 2005 Jan-Feb;56(1):49-60. (clinical study)
4. Djoussé L, Hunt S, Arnett D, Province MA, Edkfeldt JH, Ellison RC. Dietary linolenic acid is inversely associated with plasma triacylglycerol: the National Heart, Lung, and Blood Institute Family Heart Study. Am J Clin Nutr. 2003 Dec;78(6):1098-102. (epidemiological study)

1. Finnegan YE, Minihane AM, Leigh-Firbank EC, Kew S, Meijer GW, Muggli R, Calder PC, Williams CM. Plant- and marine-derived n-3 polyunsaturated fatty acids have differential effects on fasting and postprandial blood lipid concentrations and on the susceptibility of LDL to oxidative modification in moderately hyperlipidemic subjects. Am J Clin Nutr. 2003 Apr;77(4):783-95. (clinical study)
2. Goyens PL, Mensink RP. Effects of alpha-linolenic acid versus those of EPA/DHA on cardiovascular risk markers in healthy elderly subjects. Eur J Clin Nutr. 2006 Aug;60(8):978-84. (clinical study)
3. Karvonen HM, Aro A, Tapola NS, et al. Effect of α -linolenic acid-rich Camelina Sativa oil on serum fatty acid composition and serum lipids in hypercholesterolemic subjects. Metabolism. 2002; Vol 51; No 10: 1253-1260. (clinical study)
4. Paschos GK, Yiannakouris N, Rallidis LS, Davies I, Griffin BA, Panagiotakos DB, Skopouli FN, Votteas V, Zampelas A. Apolipoprotein E genotype in dyslipidemic patients and response of blood lipids and inflammatory markers to alpha-linolenic Acid. Angiology. 2005 Jan-Feb;56(1):49-60. (clinical study)
5. Wilkinson P, Leach C, Ah-Sing EE, Hussain N, Miller GJ, Millward DJ, Griffin BA. Influence of alpha-linolenic acid and fish-oil on markers of cardiovascular risk in subjects with an atherogenic lipoprotein phenotype. Atherosclerosis. 2005 Jul;181(1):115-24. (clinical study)

1. Jenkins DG, Kendall CW, Vidgren E, Agarwall S, Rao AV, Rosenberg RS, Diamandis EP, Novokmet R, Mehling CC, Perera T, Griffin LC and Cunnane SC, Health aspects of partially defatted flaxseed, including effects on serum lipids, oxidative measure and ex vivo androgen progestin activity: a controlled cross - over trial. Am J Clin Nutr 1999;69: 395-402.

2. Cunnane SC, Ganculi S, Menard C, Liede AC, Hamadeh MJ, Chen ZY and Wolever T, High alpha-linolenic and flaxseed: some nutritional properties in humans Be J Nutr 69:443-453 (1993)

Pellavarakeet / omega-3 ja omega-6 (näyttö kyseenalainen / epävarma)

❖ ***Auttaa alentamaan veren kolesterolia ja tasapainottamaan välttämättömien rasvahappojen saantia***

❖ ***Pellavarakeissa olevan pellavaöljyn välttämättömät omega-3 ja omega-6 rasvahapot edistävät niiden tasapainoa elimistössä***

Tähän liittyvä kirjallisuus:

1. Adlercreutz H, Mazur W. (1997) Phyto-oestrogens and western diseases. Ann Med 29; 95 - 120. Katsausartikkeli.
2. Tarpila A, Wennberg T, Tarpila S. (2005). Flaxseed as a functional food. Current Topics in Nutraceutical

Research, 3, 3, 167 - 188. (katsausartikkeli)

3. Demark-Wahnefried W, Robertson CN, Walther PJ, Polasick TJ, Paulson DF, Vollmer RT. (2004). Pilot study to explore low-fat, flaxseed-supplemented diet on proliferation of benign prostatic epithelium and prostate-specific antigen. *Urology* 63, 900-904. (kliininen tutkimus)

4. Tarpila S, Aro A, Salminen I, Tarpila A, Kleemola P, Akkila J, Adlercreutz H. (2002) The effect of flaxseed on serum fatty acids and enterolactone, *Eur J Clin Nutr*, 56, 157 - 165. (kliininen tutkimus)

5. Tarpila S, Tarpila A, Gröhn P, Silvennoinen T, Lindberg L. (2004) Efficacy of ground flaxseed on constipation in patients with irritable bowel syndrome. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 2, 119 - 125. (Kliininen tutkimus)

6. Thompson L, Chen JM, Li T, Strasser-Weippl K, Goss PE. (2005) Dietary flaxseed alters tumor biological markers in postmenopausal breast cancer. *Clin Cancer Res* 11, 10: 3828 - 3835. (Kliininen tutkimus.)

7. Kadmium: Kymäläinen H-R, Sjöberg A-M. Cadmium content of linseed and estimated consumer intake. 2006

Terveysväite-ehdotus liittyy psykkiseen tilaan ja hyvinvointiin:

Pellavansiemenöljy (näyttö epävarmaa / kyseenalaista):

❖ ***Mielialoja tasaava***

Tähän liittyvää kirjallisuus:

1. Freemantle E, Vandal M, Tremblay-Mercier J, Tremblay S, Blachere JC, Begin ME, Brenna JT, Windust A, Cunnane SC. Omega-3 fatty acids, energy substrates, and brain function during aging. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2006 Sep;75(3):213-20.

2. Joshi K, Lad S, Kale M, Patwardhan B, Mahadik SP, Patni B, Chaudhary A, Bhave S, Pandit A. Supplementation with flax oil and vitamin C improves the outcome of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2006 Jan;74(1):17-21. (kliininen tutkimus)

3. Yehuda S, Rabinovitz S, Mostofsky DI. Mixture of essential fatty acids lowers test anxiety. *Nutr Neurosci*. 2005 Aug;8(4):265-7. (kliininen tutkimus)

4. Öljypellavan fysiologiset vaikutukset

4.1. Öljypellava ja vatsa

Pellavansiemenrouhe sisältää keskimäärin 37 % ravintokuitua, eli runsaasti. Kuidun saanti on olennaista vatsan hyvinvoinnin kannalta. Pellava sisältää sekä liukoista että liukenematonta kuitua.

Liukenematonta kuitua on tärkeää saada ravinnosta, sillä se lisää ulosteen massaa, pehmentää sen rakennetta ja nopeuttaa läpikulkua ruoansulatuskanavassa. Liukenematon kuitu ehkäisee näin ummetusta ja vaikuttaa edullisesti suolen toimintaan. Liukoiset kuidut puolestaan säätelevät glukoosi- ja rasva-aineenvaihduntaa, sekä lisäävät ruokamassan viskositeettia. Liukoisen ja liukenemattoman kuidun suhde vaihtelee öljypellavassa 1:5 – 2:3 välillä (Daun 2003). Tarpilan tutkimuksessa havaittiin, että pellavan liukoisen ja liukenemattoman kuidun suhde oli erittäin edullinen laksatiivivaikutukselle (Tarpila 2003).

Pellavansiemenrouheen on suomalaisessa kaksoissokkotutkimuksessa todettu lieventävän ärtyneen suolen oireita paremmin kuin lääkevalmisteessa käytetyn psylliumin (Tarpila S ym.1997). Tarpilan uudemmassa tutkimuksessa (2003) havaittiin, että koehenkilöiden ummetus sekä vatsavaivat, kuten turvotus, vähenivät tilastollisesti merkittävästi ($p=0,002$), kun koehenkilöt nauttivat pellavarouhetta päivittäin noin 17g. Tällä pellavarouheen käyttömäärällä osana normaalia ruokavaliota ylitettiin myös ravintosuositusten mukainen päivittäinen kuidunsaantisuositus 25 - 30 g/pv.

4.2. Öljypellava ja sydän- ja verisuonitaudit

Sydän- ja verisuonitauteja ovat muun muassa valtimoiden kovettumatauti eli ateroskleroosi, sydämen vajaatoiminta, verenpainetauti, rytmihäiriöt, äkilliset sydänkuolemat, sepelvaltimotauti sekä sydän- ja aivoveritulppa.

Tutkimukset tuovat koko ajan lisävahvistusta käsitykselle, jonka mukaan ravinnosta saatavat omega-3-rasvahapot pienentävät sepelvaltimotautiin ja veritulppiin

sairastumisriskiä monen eri mekanismin avulla. Alla on tutkimuksista saatuja tuloksia ja niiden viitteet:

- saattaa alentaa kolesterolia ja veren triglyseridipitoisuutta (Blathena SJ ym. 2003) (Prasad K 2005) (Vijaimohan K ym. 2007) (Dodin S ym. 2005 ja 2008)
- alentamalla veren kokonais- ja LDL-kolesterolin määrää (Patade A. 2008) (Pan A. 2009)
- alentamalla LDL-kolesterolin määrää (Bloedon LT ym. 2008) (Bloedon LT ym. 2004)
- ehkäisemällä sydämen vajaatoimintaa ja rytmihäiriöitä (Billman ym. 1999, Christensen ym. 1997, Kang & Leaf 1996, McLennan 1993, Nair ym. 1997)
- vähentämällä valtimoiden seinämien kovettumista eli ateroskleroosia (von Schacky ym. 1999)
- vähentämällä tromboksaani-A₂:n muodostumista ja sitä kautta verihiutaleiden liiallista kasaantumistaipumusta (Harker ym. 1993)
- alentamalla plasman triglyseridipitoisuutta (Harris 1989)
- kohottamalla jonkin verran hyvän kolesterolin (HDL) ja samalla laskemalla triglyseridien määrää veressä (Harris 1989, 1997)
- säätelemällä solukalvojen toimintaa (De Caterina ym. 2000)
- vähentämällä tulehdusta kiihdyttävien eikosanoidien muodostumista (James ym. 2000)
- alentamalla jonkin verran verenpainetta (Morris 1994) (Stuglin 2005)
- pellavaöljykapseleiden syönti nostaa veren punasolujen omega-3-rasvahappopitoisuutta ja näin niiden syömisellä on vaikutusta sydän- ja verisuonitautien ehkäisyssä (Barcelo-Coblijn G. 2008)

Alla olevasta taulukosta 8 näemme kuinka pellavaöljy- ja kalaöljykapseleiden syöminen vaikuttaa veren punasolujen omega-3 rasvahappopitoisuuksiin (Barcelo-Coblijn G. 2008)

Taulukko 8. Veren punasolujen omega-3-rasvahappojen pitoisuudet eri dieeteissä (www.flaxcouncil.ca)

Treatment Groups ^a	Change in the Fatty Acid Content of Red Blood Cell Phospholipids Compared with Baseline				
	ALA ^b	EPA	DPA	DHA	Total Omega-3 Fatty Acids
1.2 g of flax oil/day	no change	no change	no change	no change	no change
2.4 g of flax oil/day	↑ ^c	↑	↑ ^d	no change	↑
3.6 g of flax oil/day	↑	↑	no change	no change	no change
0.6 g of fish oil/day	no change	↑	↑	↑	↑
1.2 g of fish oil/day	no change	↑	↑	↑	↑
1 g of sunflower oil/day (placebo)	no change	no change	no change	no change	no change

^aThe treatment groups were as follows: 1.2 g of flax oil/day (2 capsules); 2.4 g of flax oil/day (4 capsules); 3.6 g of flax oil/day (6 capsules); 0.6 g of fish oil/day (1 capsule); 1.2 g of fish oil/day (2 capsules); and 1 g of sunflower oil/day (2 capsules).

^bALA = alpha-linolenic acid; DHA, docosahexaenoic acid; DPA, docosapentaenoic acid; EPA, eicosapentaenoic acid.

^cArrow represents a significant difference from baseline for at least one time point.

^dSignificantly different from baseline at 12 weeks only.

4.3. Öljypellava ja 2.tyypin diabetes

Diabetekselta suojaavia vaikutuksia saattaa olla pellavansiementen sisältämällä ravintokuidulla (Anderson 1999), lignaaneilla (Prasad 2000, Prasad ym. 2000, Prasad 2001) ja alfa-linoleenihapolla (Caughey ym. 1996, Prasad ym. 2000).

Diabetekseen liittyviä epidemiologisia tutkimuksia kokoavassa katsauksessa todetaan, että monityydyttymättömät rasvahapot ja mahdollisesti erityisesti pitkäketjuiset omega-3-rasvahapot saattavat olla hyödyllisiä diabeteksen ehkäisyssä (Hu ym. 2001).

Eläinkokeiden perusteella ruokavalion rasvahappokoostumuksella saattaa olla merkittäviä vaikutuksia elimistön sokeriaineenvaihduntaan (Storlien ym. 1987, Storlien ym. 1991, Chicco ym. 1996, Luo ym. 1996, Nobukata ym. 2000). Kokeellisesti saatu näyttö on terveiden ihmisen osalta vielä kovin vähäistä ja puutteellista, mutta omega-3-rasvahapoilla on saatu lisäyksi insuliiniherkkyyttä diabeetikoilla (Popp-Snijders ym. 1987) sekä kudosten glukoosinsietoa resistenssioireisilla (Fasching ym. 1991).

Viimeisimmissä tutkimuksissa on saatu vain vaatimatonta näyttöä siitä, että pellavansiemenöljyllä olisi vaikutusta seerumin glukoosipitoisuuteen (Barre DE. 2008). Myöskään pellavan lignaaneilla ei saatu merkitseviä tuloksia 2.tyypin diabeetikoilla (Pan A. ym. 2007), joten lisää tutkimuksia tarvitaan voidaksemme osoittaa öljyn ja lignaanien merkitystä 2.tyypin diabeetikoilla.

4.4. Öljypellava ja syöpä sekä muut hormonaaliset vaikutukset

Lignaanien yhteyttä hormonaalisiin syöpiin on tutkittu laajasti ja kokeellisissa malleissa on havaittu erityisesti enterolaktonin sekä inhiboivan tuumoreiden kasvua että vähentävän niiden lukumäärää. Osassa kokeita on lisäksi havaittu lignaanien vähentävän tuumoreiden invasiivisuutta ja etäpesäkkeiden muodostumista (Saarinen ym 2007). Tutkimukset eivät

kuitenkaan ole antaneet selkeitä ja yhteneväisiä tuloksia, joiden perusteella voisi sanoa kasviestrogeenien pienentävän hormonaalisten syöpien riskiä. Myös ALA:n vaikutuksia on tutkittu hormonaalisten syöpien ehkäisyssä (Thompson ym. 2005). Yhtenäistä näyttöä vaikutuksista ei kuitenkaan ole, joten lisätutkimuksia tarvitaan tällä saralla edelleen.

4.4.1. Rintasyöpä

Öljypellavan on todettu vaikuttavan syövän etenemisen ehkäisyyn. Muun muassa Thompson ym. on tutkinut vaikutuksia monia vuosia. Lignaani ja ALA on todettu vaikuttavan antikarsinogeenisesti esimerkiksi rintasyöpään (Thompson ym. 2005). Lignaaneista enterolaktoni, enterodioli sekä tamoksifeeni voivat ehkäistä rintasyöpää (Chen and Thompson 2003). Tutkiminen on hankalaa, koska syövän synnyn mekanismit ovat moninaisia ja monet eri tekijät vaikuttavat rintasyövän ehkäisyyn (Thompson ym. 2005). Myös joitain tutkimuksia on pellavansiemenöljyn ALA:n vaikutuksesta rintasyöpään. Eräässä Thompsonin ym. tutkimuksessa 10 % pellavansiemenöljydieetti esti kasvainten kasvua ja metastaasien ilmaantumista. Mutta tällä saralla tarvitaan enemmän tutkimusta (Thompson 2003).

4.4.2. Eturauhassyöpä

Tutkimuksessa, jossa annettiin kahdellekymmenelle viidelle eturauhassyöpäleikkausta odottavalle miehelle 30 g pellavaa päivässä kuukauden ajan liitettynä dieettiin, jossa 20% rasvaa, havaittiin tilastollisesti merkitsevä seerumin kolesterolin, kokonais- testosteronin ja vapaan androgeenin indeksin aleneminen (Demark-Wahnefried W, Price DT, Polasick TJ et al., 2001).

Sama dieetti 6 kk ajan hyvänlaatuista eturauhasen liikakasvua potevilla alensi seerumin keskimääräistä PSA-arvoa 8,47:sta 5,72:een sekä alensi merkitsevästi solujen proliferaatiota (Demark-Wahnefried W, Robertson CN, Walther PJ, et al. 2004).

Tutkijaryhmä osoitti myöhemmin, että ruokavalioon lisätty 30 g pellavaa/päivä kuukauden ajan ilman vähärasvaista dieettiä tuotti saman tuloksen eturauhassyöpäleikkausta odottavilla miehillä (Demark-Wahnefried W, Polasick TJ, George SL et al. 2008).

Ruotsalaisessa tutkimuksessa havaittiin sitä vähemmän eturauhassyöpää, mitä enemmän

kasviestrogeeneja oli miesten (n=1500) ruokavaliossa (Hedelin M, Klint A, Chang ET et al., 2006).

4.4.3. Paksusuolensyöpä

Pellavansiementen on osoitettu vaikuttavan hillitsevästi paksusuolen syöpään eläinkokeissa ja in vivo olosuhteissa (Thompson 2003, Morris 2003, Oikarinen ym. 2005) s.38

4.4.4. Ihosyöpä

Pellavansiementen on osoitettu vaikuttavan hillitsevästi ihosyöpään eläinkokeissa ja in vivo olosuhteissa (Thompson 2003, Morris 2003, Oikarinen ym. 2005) s.38

Ylipäänsä pellavansiemen voi olla arvokas työkalu erilaisia syöpiä vastaan. Lisää tutkimuksia kuitenkin kaivataan yhtenäisen näytön saavuttamiseksi.

4.5. Öljypellava ja iho

Pellavansiemenen hyvä rasvahappokoostumus vaikuttaa myös positiivisesti ihoon. Tuoreessa tutkimuksessa todettiin pellavaöljyn vaikuttavan merkitsevästi ihon pehmeyteen, sileyteen ja vähentävän ihon hilseilyä (De Spirt S ym. 2009). Ryppyihin sen ei todettu tehoavan. Alla olevasta taulukosta 9 nähdään 6 ja 12 viikon jälkeiset tulokset.

Taulukko 9. Parameters related to skin structure determined by surface evaluation of the skin at weeks 0, 6 and 12 of the study (arbitrary units; n 15)† (Mean values and standard deviations)

	Time (weeks)					
	0		6		12	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Roughness						
Flaxseed oil	1.27	0.40	1.07*	0.43	0.84*	0.40
Borage oil	1.43	0.61	1.32	0.56	1.22	0.42
Placebo	1.19	0.25	1.20	0.21	1.20	0.35
Scaling						
Flaxseed oil	0.69	0.33	0.49*	0.28	0.45*	0.29
Borage oil	0.59	0.33	0.44*	0.11	0.43	0.11
Placebo	0.59	0.37	0.57	0.33	0.52	0.24
Wrinkles						
Flaxseed oil	35.0	2.1	34.6	2.3	35.0	2.2
Borage oil	35.2	2.9	35.5	2.7	35.6	2.8
Placebo	35.2	3.6	35.8	2.6	35.8	2.7
Smoothness						
Flaxseed oil	37.2	6.1	39.1*	5.5	38.9*	5.7
Borage oil	38.2	7.7	38.1	6.4	39.2	6.7
Placebo	35.8	6.4	34.3*	6.2	35.0	5.8

Mean values were significantly different from those of week 0: * $P < 0.05$.

† For details of procedures and supplements, see Materials and methods section and Table 1.

4.6. Öljypellava ja masennus sekä muut mielenterveysongelmat

Epidemiologisten, kokeellisten ja kliinisten todisteiden valossa näyttää siltä, että ravinnosta saatavat rasvat vaikuttavat yhdessä muiden ravitsemukseen liittyvien tekijöiden kanssa masennusalttiuteen ja masennuksen laatuun. Aihepiiriä tutkitaan kiivaasti, ja uusia tuloksia saadaan nopealla tahdilla (Logan 2004).

Runsas omega-3-rasvahappojen saanti saattaa esimerkiksi vähentää riskiä sairastua masennukseen. Toisaalta omega-3-rasvahapot voivat vaikuttaa nopeuttavasti myös masennuksesta toipumiseen (Tanskanen ym. 2000). Vaikka tutkimustiedot ovat jonkin

verran ristiriitaisia, Tanskasen mukaan omega-3-rasvahappolisästä ei näyttäisi olevan haittaakaan ja ainakin lääkehoidossa oleville naispotilaille niistä näyttäisi olevan jonkin verran lisähyötyä mielialan kannalta. Koska suurimmat depressioon liittyvät haitat aiheutuvat masennusjaksojen toistuvasta uusiutumisesta, kansanterveydelliseltä kannalta merkittävin asia olisi selvittää, voidaanko omega-3-rasvahappojen riittävällä saannilla ehkäistä depressiojaksojen uusiutumisia (Tanskanen A. 2004).

Ilmeisesti omega-3 rasvahapoilla on merkitystä erityisesti mielialan säätelyssä. Niinpä niistä on eräiden tutkimusten mukaan näyttänyt olevan hyötyä myös kaksisuuntaista mielialahäiriöstä (Stoll ym. 1999) ja epävakaasta persoonallisuudesta kärsiville (Zanarini ja Frankenbur 2003). Kansainvälisessä vertailussa havaittiin vahva negatiivinen korrelaatio merikalan kulutuksen ja kaksisuuntaisten häiriöiden esiintyvyyden välillä (Noaghiul ja Hibbeln 2003). Gesch ym. (2002) totesivat, että omega-3- ja omega-6-rasvahappoja, vitamiineja ja mineraaleja sisältävä ravintolisä vähensi nuorten vankien antisosiaalista ja väkivaltaista käytöstä. Positiivisia vaikutuksia omega-3 -rasvahapoista on saatu myös skitsofrenian hoidossa (Tanskanen ym. 2000, Peet M ym. 2002).

Tämän vuosituhannen puolella on tutkittu omega-3 -rasvahappojen vaikutuksia ADHD-lapsilla ja oppimis- ja kehityshäiriöistä kärsivillä lapsilla. On huomattu, että ADHD-diagnoosin saaneilla lapsilla on alhainen omega-3-rasvahappopitoisuus veressä. Kalaöljyvalmisteilla on pystytty parantamaan kehityshäiriöistä kärsivien lasten luku- ja kirjoitustaitoa ja käyttäytymistä (the Oxford-Durham Study, Pediatrics, 2005 21). Tulokset ovat kuitenkin näiltä osin olleet ristiriitaisia (Voigt RG ym. 2001 ja Stevens I ym. 2003), joten lisätutkimuksia tarvitaan.

Nyky-yhteiskunnassa ravitsemustekijöiden osuutta masennuksessa aliarvioidaan (Horrobin 2002). Monissa tutkimuksissa on havaittu, että masennuspotilaiden veren omega-3-pitoisuus on normaalia alhaisempi (Adams ym. 1996, Peet ym. 1998, Maes ym. 1999, Tiemeier ym. 2003). Myös rasvakudoksesta mitatun ALAn määrällä oli negatiivinen yhteys masennuksen esiintymiseen ikääntyneillä kreetalaismiehillä (Mamalakis ym. 2004). Niukan ALAn saannin ja masennuksen yhteys todettiin myös japanilaispotilailla (n=771), joilla oli juuri diagnosoitu

keuhkosityöpä (Suzuki ym. 2004).

Sydän- ja verisuonisairauksien ja masennuksen esiintymisessä on havaittu tietynasteista päällekkäisyyttä, ja yhdistävänä uhkatekijänä nähdään heikentynyt omega-3 status. Akuuttia sepelvaltimotautia sairastavien masennuspotilaiden plasmasta onkin mitattu merkitsevästi normaalia alhaisemmat määrät omega-3-rasvahappoja, eritoten DHA:ta (Frasure-Smith ym. 2004). Sydän- ja verisuonitautien yhtenä riskitekijänä tunnetun homokysteiinin kohonneen pitoisuuden on puolestaan todettu olevan yhteydessä omega-6-rasvahappojen runsaaseen saantiin länsimaisessa ruokavaliossa (Assies ym. 2004).

Monelle masennuspotilaalle yleisesti käytettävät lääkehoidot eivät tuo toivottavaa tulosta (Kornstein & Schneider 2001). Tutkimusyhteisö on tässä kohden ollut erityisen kiinnostunut omega-3 rasvahappojen roolista, ja EPAn teho masennuksen hoidossa vaikuttaakin lupaavalta (Horrobin 2002). Eräässä tutkimuksessa annettiin E-EPA:a pitkäaikaisesta masennuksesta kärsiville potilaille, joiden oireet eivät helpottuneet sinänsä riittäväksi todennetulla lääkehoidolla. E-EPA vähensi potilaiden masennusta, ahdistuneisuutta, univaikeuksia, uupumusta, seksuaalista haluttomuutta sekä itsetuhoisia ajatuksia (Peet & Horrobin 2002). Useimmissa tutkimuksissa EPA:n ja lumelääkkeen ero on ollut merkitsevä erittäin pienistä ryhmistä (< 20) huolimatta, joten vaikutus masennusoireisiin on ollut erittäin voimakas. Tutkimuksiin osallistuneet ovat olleet pääosin naisia, joten miehiä koskevia yleistyksiä on mahdoton esittää. Tutkimusraporteissa myös miesten kerrotaan kuitenkin hyötynneen omega-3-lisähoidosta (Peet ja Horrobin 2002). Näyttää alustavasti siltä, että ainakin puhtaasta EPasta ja mahdollisesti EPAn ja DHAn yhdistelmästä voisi olla lisähyötyä lääkehoitoa saaville masennuspotilaille.

Alfalinoleenihapon muuntautumista EPAksi voivat vaikeuttaa monenlaiset seikat, kuten ikääntyminen, sairaudet, stressi sekä omega-6-rasvahappojen liiallinen saanti (Bourre 2004). Ottaen huomioon tavallisimpien runsaasti käytettyjen kasviöljyjen omega-6-rasvahappojen suuren määrän suhteessa omega-3-happoihin on täysin mahdollista, että omega-3-rasvahappojen riittämättömästä saannista koituu joillekin yksilöille neuropsykiatrisia seurauksia.

Alhaisella DHA-pitoisuudella saattaa olla yhteys synnytyksen jälkeisen masennuksen kehittymiseen. Raskauden aikana välttämättömiä rasvahappoja siirtyy äidistä sikiöön jopa 2,2 g/pv (Bourre ym. 2004). Jos elimistön DHA-taso normalisoituu synnytyksen jälkeen hyvin hitaasti, naisen riski masentua kohoaa (Otto ym. 2003).

5. Ihmisen ravitsemuksen kannalta kriittiset ominaisuudet

5.1. Kadmium

Pellava sisältää myönteisten tekijöiden lisäksi myös haitallisia komponentteja, joista eräs on kadmium. Pellava ottaa maasta herkästi ja myös alhaisina pitoisuuksina kadmiumia Cd^{2+} -ionin muodossa (Chakravarty ja Srivastava 1997). Kadmium on raskasmetalli, joka kertyy ihmisen kehoon ja aiheuttaa erilaisia lääketieteellisiä haittoja. Ruoka on merkittävin kadmiumin lähde muille kuin tupakoiville (WHO 2000) ja teollisuuden saastuttamalla alueella eläville henkilöille (Heinzow ym. 1991) (<http://www.smts.fi/pos06/0208.pdf>).

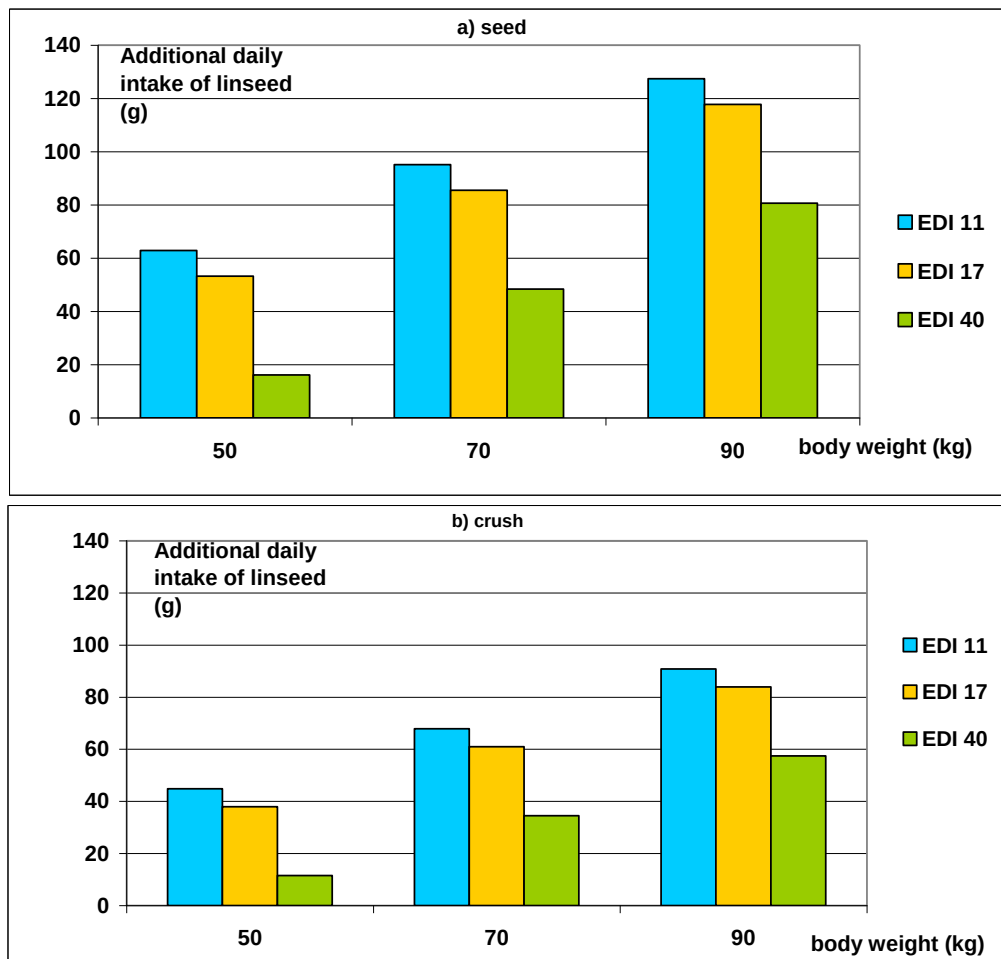
Kadmium on elimistöön kertyvä raskasmetalli ja sen pääasiallinen haittavaikutus kohdistuu munuaisiin. Lisäksi se saattaa heikentää luustoa, ja se on luokiteltu syöpävaaralliseksi aineeksi. EFSA:n arvion mukaan erityisesti lasten, tupakoitsijoiden ja saastuneilla alueilla elävien ihmisten altistuminen ylittää siedettävän viikoittaisen saannin määrän. Vaikka haitallisten vaikutusten riski arvioitiin näilläkin ryhmillä pieneksi, EFSA suositteli, että kadmiumille altistumista tulisi vähentää tulevaisuudessa. EFSA:n mukaan siedettävä viikoittainen kadmiumin saanti (TWI, tolerable weekly intake) on 2,5 mikrogrammaa/viikko, kun aiemmin turvallisena on pidetty 7 mikrogramman altistusta/viikko (ruumiin painokiloa kohden laskettuna). EFSA arvioi keskimääräisen altistumisen olevan lähellä tätä alhaisemman siedettävän viikoittaisen saannin määrää ja suosittelee, että eurooppalaisten altistumisen tasoa tulisi alentaa. Suomessa keskimääräisen altistumisen arvioidaan olevan noin 40 prosenttia siedettävän saannin määrästä.

Aiemmin suositeltiin, että normaalilla suomalaisella ruokavaliolla pellavansiementä saa kadmiumin suhteen syödä turvallisesti suositellun määrän 24 g - 30 g. Suomalaisen pellavan

kadmiumpitoisuus ei siis aiheuta normaaleilla päiväannoksilla (esim. 24 g pellavaa päivässä) erityistä riskiä, kun asiaa tarkastellaan nykyisen WHO:n asettaman PTDI-arvon (Provisional Tolerable Daily Intake) kannalta. Runsaskadmiumisen ruokavalion lisänä em. päiväannokset voivat olla liian suuret, jos käytetään korkean kadmiumpitoisuuden omaavaa pellavaa. Jos pellavansiementä käytetään päivässä alle 24 g määrä, riskit vähenevät vastaavasti. Poikkeuksena ovat ne henkilöt, joilla on muitakin riskitekijöitä kadmiumin saannin suhteen, esim. saastunut asuinalue, tupakointi tai alentunut sietokyky. Tällöin on kiinnitettävä enemmän huomiota kadmiumin kokonaissaantiin ja saantiin myös pellavansiemenen osalta. (Kymäläinen ja Sjöberg).

Öljypellavan kadmiumpitoisuus vaihteli 0,27 ja 1,3 mg kg⁻¹ (dw) välillä, keskiarvo oli 0,62 mg kg⁻¹. Pellavarouheen kadmiumpitoisuus oli välillä 0,47 ja 1,5 mg kg⁻¹ (dw), keskiarvo oli 0,85 mg kg⁻¹. Siuntion koetilalta viljellyissä näytteissä oli korkeammat Cd-pitoisuudet verrattuna muihin Etelä-Suomesta ja Pohjanmaalta kerättyihin näytteisiin. Tulokset ovat samaa tasoa kuin kansainvälisissä tutkimuksissa. Myös niissä pellavan kadmiumpitoisuus on vaihdellut suuresti, esimerkiksi Marquardin ym. (1990) tutkimuksessa 0,10 ja 1,70 mg kg⁻¹ (dw) välillä. Pellavarouheen kadmiumpitoisuus oli keskimäärin 56 % (vaihteluväli 12-138%) korkeampi kuin vastaavien siementen pitoisuus. Rouheen keskimääräinen pitoisuus oli samalla tasolla kuin Siuntiosta kerättyjen kokonaisten siementen pitoisuus (Marquard R ym, 1990).

Suomalainen ruoan maksimi-EDI (estimated daily intake) 11 µg vastaa 15 %:a PTDI:stä (provisional tolerable daily intake) (Tahvonen 1995) ja ranskalainen EDI 17 µg (Leblanc ym. 2000) vastaa 24 %:a PTDI:stä (70 µg, WHO). Vastaavasti korkea, saastuneen alueen EDI 40 µg (Skibniewska 2003) vastaa 57 %:a PTDI:stä. Jos saamme pellavasta kadmiumia tämän perus-EDI:n (11-40 µg) lisäksi, mahdollinen Cd:n lisäsaanti olisi 30-60 µg. Kuten kuvasta 9 nähdään, lisäsaanti riippuu suuresti kehonpainosta ja tuotteen Cd-pitoisuudesta. Useimmissa tapauksissa hyväksyttävä syöntimäärä on jopa suurempi kuin pellavan suositus 24-30 g, mutta kevyen (40-50 kg) henkilön tapauksessa rajat ovat lähellä, jos käytetään korkean Cd-pitoisuuden omaavaa pellavaa (Sjöberg 2007).



Kuva 9. Kadmiumin saanti eri painoisille henkilöille normaalin ruokavalion lisänä käytettävästä pellavasta
EDI = estimated daily intake (Lähde: Sjöberg 2007)

5.2. Syaaniyhdisteet

Pellavansiemenissä on syanogeenisiä glykosidejä, kuten linamariinia, linustatiinia, lotasutraliinia ja neolinustatiinia, jotka voivat tietyissä olosuhteissa hajota siten, että muodostuu myrkyllistä syaanivetyä ja asetonia. Pitoisuudet vaihtelevat riippuen kasvupaikasta, viljelystä ja kehittymisen vaiheesta ja viljelyvuodesta lajikkeesta sekä siementen käsittelystä (Niedzwiedz-Siegien 1998 ja Oomah ym.1992), Syanogeeniset yhdisteet sijaitsevat siemenen kuorikerroksessa eivätkä rikastu öljyjakeeseen mekaanisessa öljypuristuksessa. Myös kuorikerroksesta voidaan mekaanisella kuorinnalla ja liuotinuutolla

tuottaa jakeita, joissa syanogeenisten yhdisteiden pitoisuus on alhainen tai lähes olematon. Erilaisia metodeja on vähentää ja poistaa kokonaan syanogeenisiä yhdisteitä pellavansiemenistä. Yang ym. (2004) raportoivat vähenemisen olevan 89%, 27%, 82% ja 100% käytettynä liuottimia, autoklaavia, mikroaalloissa paahtamista ja keittämistä vedessä. Keittäminen tai paistaminen vähentävät syaanivedyn muodostusta tai estävät sen täysin, koska kuumennus tuhoaa siemenissä luontaisesti esiintyvän lineaasientsyymin, joka vapauttaa syaanivetyä kyseisistä yhdisteistä. Uunipaistetuissa tai keitetyissä leivontatuotteissa, joihin on lisätty pellavansiemeniä, -rouhetta tai -jauhoa, ei syaanivetyä siten pääse muodostumaan (Korhonen 2007). Ihmisillä tehdyissä tutkimuksissa ei ole saatu näyttöä siitä, että pellavansiemenissä esiintyvät syanogeeniset yhdisteet aiheuttaisivat terveyshaittoja. Elintarvikevirasto (Suomessa) ja FDA (Yhdysvalloissa) suosittelee pellavarouhetta käytettävän puuroissa, leivissä ym. enintään 10 % elintarvikkeen kokonaispainosta. EU ja WHO eivät ole asettaneet syaanivedylle tai syanogeenisille yhdisteille päivittäisen saannin sallittua maksimirajaa. Eli pellavansiementen, -rouheen tai -jauhon päivittäinen käyttö ruokavaliossa suositellulla tasolla ei aiheuta terveydellisiä riskejä syanogeenisten yhdisteiden suhteen. Öljyn osalta ei terveysriskejä ole olemassa, koska kyseiset yhdisteet eivät rikastu öljyosaan (Korhonen 2007).

LÄHDELUETTELO (Versio 1. 14.10.2009)

Adams PB, Lawson S, Sanigorski A, Sinclair AJ. 1996. Arachidonic acid to eicosapentaenoic acid ratio in blood correlates positively with clinical symptoms of depression. *Lipids* 31(Suppl): S157-S161.

Anderson JW. 1999. Nutritional management of diabetes mellitus. In: *Modern Nutrition in Health and Disease*. eds. Shils ME, Olson JA, Shike M and Ross AC, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, pp. 1365–1394.

Assies, J., Lok, A., Bockting, C.L., Weverling, G.J., Lieveise, R., Visser, I., Abeling, N.G., Duran, M. & Schene, A.H. 2004. Fatty acids and homocysteine levels in patients with recurrent depression: an explorative pilot study. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 70: 349-356.

Barcelo-Coblijn G, Murphy EJ, Othman R, Moghadasian MH, Kashour T, Friel JK: Flaxseed oil and fish-oil capsule consumption alters human red blood cell n-3 fatty acids consumption: a multiple –dosing trial comparing 2 sources of n-3 fatty acids. *American Journal of Clinical Nutrition*, September 2008, Volume 88, Issue 3, Pages 801-809. (Referoitu tekstissä: Daniells Stephen. *Nutraingredients.com*, 17.9.2008)

Berglund, D. 2002. Flax: New uses and demands. In “Trends in New Crops and New Uses” (J. Janick and A. Whipkey, eds), pp. 258–360. ASHS Press, Alexandria, VA.

Billman GE, Kang JX, Leaf A. 1999. Prevention of sudden cardiac death by dietary pure ω -3 polyunsaturated fatty acids in dogs. *Circulation* 99:2452–2457.

Blathena SJ, Velasques M.T. Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002, 76:1191-1201).

Bloedon LT, Balikai S, Chittams J, et al. Flaxseed and cardiovascular risk factors: results from a double blind, randomized, controlled clinical trial. *J Am Coll Nutr.* 2008;27:65-74.

Bloedon, Leanne T., Szapary, Philippe O. 2004. Flaxseed and Cardiovascular Risk. *Nutrition Reviews*, 62(1): 18-27(10)

Bourre, J.M. 2004. Roles of unsaturated fatty acids (especially omega-3 fatty acids) in the brain at various ages and during ageing. *J Nutr Health Aging* 8: 163-174.

Brooks JD, Ward WE, Lewis JE, Hilditch J, Nickell I. Supplementation with flaxseed alters estrogen metabolism in postmenopausal women to a greater extent than does supplementation with an equal amount of soy. *Clin. Cancer Res.*, November 15, 2004; 10(22): 7703 – 7711

Chakravarty, B. & Srivastava, S. 1997. Effect of cadmium and zinc interaction on metal

uptake and regeneration of tolerant plants in linseed. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 61:45-50.

Chicco A, D'Alessandro ME, Karabatas L, Gutman R, Lombardo YB. 1996. Effect of moderate levels of dietary fish oil on insulin secretion and sensitivity, and pancreas insulin content in normal rats. *Ann Nutr Metab* 40:61–70.

Christensen JH, Gustenhoff P, Korup E, Aarøe J, Møller JM, Rasmussen K, Dyerberg J, Schmidt EB. 1997. n-3 Polyunsaturated fatty acids, heart rate variability and ventricular arrhythmias in patients with previous myocardial infarcts. *Ugeskr Laeger* 159:5525–5529.

Cunnane S.C. Editors. *Flaxseed in human nutrition*. 2. painos. ed. Champaign, Illinois: 2003. p.363-86.

Daun, J. K., Barthet, V. J., Chornick, T. L., Duguid, S. Structure, composition, and variety development of flaxseed. Kirjassa: Thompson, L. U., Cunnane, S. C.: *Flaxseed in human nutrition* 2003, s.1-40

De Caterina R, Liao JK, Libby P. 2000. Fatty acid modulation of endothelial activation. *Am J Clin Nutr* 71:213–223.

DeCler cq, D.R. 2005. Quality of western Canadian flaxseed 2004: Canadian Grain Commission. Canadian Grain Commission, Winnipeg, MB <http://www.grainscanada.gc.ca/Quality/Flax/flaxmenu-e.html>

Demark-Wahnefried W, Price DT, Polasick TJ, Robertson CN, Anderson EE, Paulson DF, Walther PJ, Gannon M, Vollmer RT. (2001). Pilot study of dietary fat restriction and flaxseed supplementation in men with prostate cancer before surgery: exploring the effects on hormonal levels, prostate-specific antigen, and histopathologic features. *Urology* 58, 47-52.

Demark-Wahnefried W, Robertson CN, Walther PJ, Polasick TJ, Paulson DE, Vollmer RT (2004). Pilot study to explore effects of low-fat, flaxseed-supplemented diet on proliferation on benign prostatic epithelium and prostate-specific antigen. *Urology* 63, 900-904.

De Spirt S, Stahl W, Tronnier H, Sies H, Bejot M, Maurette J-M, Heinrich U. Intervention with flaxseed and borage oil supplements modulates skin condition in women. *British Journal of Nutrition* (2009), 101, 440–445

Dodin S, Cunnane SC, Mâsse B et al.. Flaxseed on cardiovascular disease markers in healthy menopausal women: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Nutrition*. 2008;24(1):23-30.

Dodin S, Lemay A, Jacques H, et al. The effects of flaxseed dietary supplement on lipid profile, bone mineral density and symptoms in menopausal women: a randomized double-blind wheat germ placebo-controlled clinical trial. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004 Dec 21.

Edwards R, Peet M, Shay J, and Horrobin D. 1998. Omega-3 polyunsaturated fatty acid levels in the diet and in red blood cell membranes of depressed patients. *J Affect Disord* 48(2-3): 149-55.

Fasching P, Ratheiser K, Waldhäusl W, Rohac M, Osterrode W, Nowotny P, Vierhapper H. 1991. Metabolic effects of fish-oil supplementation in patients with impaired glucose tolerance. *Diabetes* 40:583–589.

Frasure-Smith N, Lesperance F, Julien P. 2004. Major depression is associated with lower omega-3 fatty acid levels in patients with recent acute coronary syndromes. *Biol Psychiatry* 55: 891-896.

Goh Y, Jumpson J, Ryan E, Clandinin M: Effect of omega 3 fatty acid on plasma lipids, cholesterol and lipoprotein fatty acid content in NIDDM patents. *Diabetologia* 40: 45-52, 1997.(4)

Haggans C J; Travelli E J; Thomas W; Martini M C; Slavin J L. The effect of flaxseed and wheat bran consumption on urinary estrogen metabolites in premenopausal women. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention: a publication of the American Association for Cancer Research, cosponsored by the American Society of Preventive oncology* 2000;9(7):719-25.

Harker LA, Kelly AB, Hanson SR, Krupski W, Bass A, Osterud B, Fitzgerald GA, Goodnight SH, Connor WE. 1993. Interruption of vascular thrombus formation and vascular lesion formation by dietary n-3 fatty acids in fish oil in nonhuman primates. *Circulation* 87:1017–1029.

Harris WS. 1989. Fish oils and plasma lipid and lipoprotein metabolism in humans: A critical review. *J Lipid Res* 30:785–807.

Harris WS. 1997. n-3 Fatty acids and serum lipoproteins: Human studies. *Am J Clin Nutr* 65:1645S–1654S.

Hedelin M, Klint A, Chang ET et al. (2006). Dietary phytoestrogen, serum enterolactone and risk of prostate cancer: the cancer prostate Sweden study. *Cancer Causes Control* 17(2):169-80.

Heinzow, B., Jessen, H., Mohr, S. & Riemer, D. 1991. Heavy metals in the general population: trend evaluation and interrelation with trace elements. *Julkaisussa: Aitio, A., Aro, A., Järvisalo, J., Vainio, H., toim. Trace elements in health and disease. Iso-Britannia: Helsingin yliopisto, Agroteknologian laitos, PL 28 (Koetilantie 3), 00014 Helsingin yliopisto Maataloustieteen Päivät 2006. www.smts.fi*
http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902396263.htm

<http://www.farmit.net>

<http://www.smts.fi/pos06/0208.pdf>

<http://www.fineli.fi>

<http://www.proagria.fi/ajankohtaista/uutiset.asp?NewsID=285>

Horrobin DF. 2002a. Food, micronutrients, and psychiatry. *Int Psychogeriatr* 14: 331-334.

Horrobin DF. 2002b. A new category of psychotropic drugs: neuroactive lipids as exemplified by ethyl eicosapentaenoate (E-E). *Prog Drug Res*, 59: 171-199.

Hu FB, van Dam RM, Liu S. 2001. Diet and risk of type II diabetes: The role of types of fat and carbohydrate. *Diabetologia* 44:805–817.

James MJ, Gibson RA, Cleland LG. 2000. Dietary polyunsaturated fatty acids and inflammatory mediator production. *Am J Clin Nutr* 71:343S–348S.

Kang JX, Leaf A. 1996. Antiarrhythmic effects of polyunsaturated fatty acids: Recent studies. *Circulation* 94:1774–1780.

Korhonen Hannu. Lausunto: pellavansiemenien turvallisuus elintarvikekäytössä, MTT 2007.

Kymäläinen H-R ja Sjöberg A-M. Pellavan siemenen laadun kehittäminen

Logan, A.C. 2004. Omega-3 fatty acids and major depression: A primer for the mental health professional. Review. *Lipids in Health and Disease* 3: 25.

Luo J, Rizkalla SW, Boillot J, Alamowitch C, Chaib H, Bruzzo F, Desplanque N, Dalix A-M, Durand G, Slama G. 1996. Dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids improve adipocyte insulin action and glucose metabolism in insulin-resistant rats: Relation to membrane fatty acids. *J Nutr* 126:1951–1958.

Maes M, Christophe A, Delanghe J, Altamura C, Neels H, Meltzer HY. 1999. Lowered omega3 polyunsaturated fatty acids in serum phospholipids and cholesteryl esters of depressed patients. *Psychiatry Res* 85: 275-291.

Mamalakis G, Kiriakakis M, Tsibinos G, Kafatos A. 2004. Depression and adipose polyunsaturated fatty acids in the survivors of the Seven Countries Study population of Crete. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 70: 495-501.

Marquard R, Boehm H, Friedt W. 1990. Untersuchungen über Cadmiumgehalte in Leinsaat (*Linum usitatissimum* L.). *Fat Science and Technology* 92:468-472.

McLennan PL. 1993. Relative effects of dietary saturated, monounsaturated, and

polyunsaturated fatty acids on cardiac arrhythmias in rats. *Am J Clin Nutr* 57:207–212.

Mendels J and Frazer A. 1974. Alterations in Cell Membrane Activity in Depression. *American Journal of Psychiatry* 131: 1240-1246.

Morris MC, Evans DA, Tangney CC, et al. 2005. Relation of the tocopherol forms to incident Alzheimer disease and to cognitive change. *Am. J. Clin. Nutr.* 81: 508-514.

Morris MC.1994. Dietary fats and blood pressure. *J Cardiovasc Risk* 1:21–30.

Morris, D.M. 2003a. “Flax, a Health and Nutrition Primer”, pp. 9–19. Flax Council of Canada, Winnipeg, Manitoba.

Nair, SSD., Leitch, JW., Falconer, J. and Garg, ML. 1997. Prevention of cardiac arrhythmia by dietary (n-3) polyunsaturated fatty acids and their mechanism of action. *J Nutr.* 127: 383-393.

Niedzwiedz-Siegien, I. 1998. Cyanogenic glucosides in *Linum usitatissimum*. *Phytochemistry* 49, 59–63.

Noaghiul, S. & Hibbeln, J.R. 2003. Cross-national comparisons of seafood consumption and rates of bipolar disorders. *Am J Psychiatry* 160:2222-7.

Nobukata H, Ishikawa T, Obata M, Shibutani Y. 2000. Long-term administration of highly purified eicosapentaenoic acid ethyl ester prevents diabetes and abnormalities of blood coagulation in male WBN/Kob rats. *Metabolism* 49:912–919.

Oikarinen SI, Pajari AM, Salminen I, Heinonen SM, Adlercreutz H, Mutanen M. Effects of a flaxseed mixture and plant oils rich in alpha-linolenic acid on the adenoma formation in multiple intestinal neoplasia (Min) mice. Br J Nutr. 2005 Oct;94(4):510-8

Otto, S.J., de Groot, R.H. & Hornstra, G. 2003. Increased risk of postpartum depressive symptoms is associated with slower normalization after pregnancy of the functional docosahexaenoic acid status. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 69: 237-243.

Oomah, B.D. and Mazza, G. 1997. Effect of dehulling on chemical composition and physical properties of flaxseed. *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 30, 135–140.

Oomah, B.D. Processing of flaxseed fiber, oil, protein, and lignan. In: Thompson L.U.,

Oomah, B.D., Mazza, G., and Kenaschuk, E.O. 1992. Cyanogenic compounds in flaxseed. *J. Agric. Food Chem.* 40, 1346–1348

Pan A, Sun J, Chen Y, Ye X, Li H, et al. (2007) Effects of a Flaxseed-Derived Lignan Supplement in Type 2 Diabetic Patients: A Randomized, Double-Blind, Cross-Over Trial. *PLoS ONE* 2(11): e1148.

Pan A, Yu D, Demark-Wahnefried W, Franco OH, Lin X. Meta-analysis of the effects of flaxseed interventions on blood lipids *Am J Clin Nutr* 90: 288-297, 2009.

Patade A, Devareddy L, Lucas EA, Korlagunta K, Daggy BP, Arjmandi BH. Flaxseed reduces total and LDL cholesterol concentrations in Native American postmenopausal women. *J Womens Health (Larchmt)*. 2008 Apr;17(3):355-66

Peet M, Horrobin DF; E-E Multicentre Study Group. A dose-ranging exploratory study of the effects of ethyl-eicosapentaenae in patients with persistent schizophrenic symptoms. *J Psychiatr Res*. 2002; 36: 7-18.

Peet M, Murphy B, Shay J, Horrobin D. 1998. Depletion of omega-3 fatty acid levels in red blood cell membranes of depressive patients. *Biol Psychiatry* 43: 315-319.

Popp-Snijders C, Schouten JA, Heine RJ, van der Meer J, van der Veen EA. 1987. Dietary supplementation of omega-3 polyunsaturated fatty acids improves insulin sensitivity in non-insulin-dependent diabetes. *Diabetes Res* 4:141-147.

Prasad K, Mantha SV, Muir AD, Westcott ND. 2000. Protective effect of secoisolariciresinol diglucoside against streptozototin-induced diabetes and its mechanism.. *Mol Cell Biochem* 206: 141-150.

Prasad K. 2000. Oxidative stress as a mechanism of diabetes in diabetic BB prone rats: Effects of secoisolariciresinol diglucoside (SDG). *Mol Cell Biochem* 209: 89-96.

Prasad K. 2001. Secoisolariciresinol diglucoside from flaxseed delays the development of type 2 diabetes in Zucker rat. *J Lab Clin Med* 138: 32-39.

Prasad K. Flaxseed components in the prevention of experimental diabetes. In *Flaxseed in Human Nutrition* (Thompson LV, Cunnane SC, eds) AOCS Press, Champaign ILL 2003.

Ryhänen E-L. Pellavansiemen musiini tekee hyvää terveydelle. MTT julkaisu. Liite. 63. vuosikerta, No 2, S.10. 12.6.2006

Ryhänen E-L, Korhonen H. Tiedote esitelmästä Terveellinen pellava -seminaarissa 2.2.2005, MTT Elintarvikkeiden tutkimus.

Saarinen N, Mäkelä S, Santti R. Mechanism of anticancer effects of lignans with a special emphasis on breast cancer. In *Flaxseed in Human Nutrition* (Thompson LV, Cunnane SC, eds) AOCS Press, Champaign ILL 2003.

Saarinen Niina M, Wärrä Anni, Airio Maarit, Smeds Annika, Mäkelä Sari. Role of dietary lignans in the reduction of breast cancer risk. *Mol. Nutr. Food Res*. 2007, 51, 857-866

Sen CK, Khanna S, Roy S. 2006. Tocotrienols: vitamin E beyond tocopherols. *Life Sci*. 78: 2088-2098.

Sjöberg Anna-Maija. Lausunto: Arvioitu kadmiumin saanti kotimaisesta pellavasta. 2007.

Stenberg, C., Svensson, M., and Johansson, M. 2005. A study of the drying of linseed oils with different fatty acid patterns using RTIR-spectroscopy and chemiluminescence (CL). *Ind. Crops Prod.* 21, 263–272.

Stevens I, Zhang W, Peck L ym. EPA supplementation in children with inattention, hyperactivity, and other disruptive behaviours. *Lipids.* 2003; 38: 1007-21.

Stoll AL, Severus WE, Freeman MP, ym. Omega-3 fatty acids in bipolar disorder. *Arch Gen Psychiatry* 1999;56:407-12.

Storlien LH, Jenkins AB, Chisholm DJ, Pascoe WS, Khouri S, Kraegen EW. 1991. Influence of dietary fat composition on development of insulin resistance in rats. Relationship to muscle triglyceride and ω -3 fatty acids in muscle phospholipid. *Diabetes* 40:280–289.

Storlien LH, Kraegen EW, Chisholm DJ, Ford GL, Bruce DG, Pascoe WS. 1987. Fish oil prevents insulin resistance induced by high-fat feeding. *Science* 237:885–888.

Stuglin C, Prasad K. Effect of flaxseed consumption on blood pressure, serum lipids, hemopoietic system and liver and kidney enzymes in healthy humans. *J Cardiovasc Pharmacol Ther.* 2005;10:23-27.

Suzuki S, Akechi T, Kobayashi M, Taniguchi K, Goto K, Sasaki S, Tsugane S, Nishiwaki Y, Miyaoka H, Uchitomi Y. 2004. Daily omega-3 fatty acid intake and depression in Japanese patients with newly diagnosed lung cancer. *Br J Cancer* 90: 787-793.

Tanskanen A, Sarkkinen E, Huttunen MO. Monityydyttymättömät rasvahapot psykiatriassa. *Suom Lääkäril* 2000; 32:3109-11

Tanskanen A, Tiihonen J. Omega-3 -rasvahapot – uusi lisähoito masennukseen. *Duodecim* 2004; 120:2033-5.

Tanskanen A, Tuomilehto J, Viinamäki H. 2000. Cholesterol, depression and suicide. *Br J Psychiatry* 176: 398-399.

Tarpila S, Gröhn P, Silvennoinen T, Lindberg L (1997). Efficacy of ground flaxseed on constipation predominant colon irritable and serum lipids. The Deaconess Hospital, Helsinki, Clinical study report 117/853/95.)

Tarpila S, Tarpila A, Gröhn P, Silvennoinen T, Lindberg L: Efficacy of ground flaxseed on constipation in patients with irritable bowel syndrome. *Nutritional Genomics & Functional Foods* 2003;1(1)

Thompson, L.U. 2003. Flaxseed, lignans, and cancer. In "Flaxseed in Human Nutrition" (L.U. Thompson and S.C. Cunnane, eds), 2nd Ed., pp. 194–218. AOCS Press, Champaign, IL. The Royal Society of Chemistry. s. 75.

Tiemeier H, van Tuijl HR, Hofman A, Kiliaan AJ, Breteler MM. 2003. Plasma fatty acid composition and depression are associated in the elderly: the Rotterdam Study. *Am J Clin Nutr* 78: 40-46

Udenigwe C.C, Lin Y.S., Hou W.C., Aluko R.E. Kinetics of the inhibition of renin and angiotensin I-converting enzyme by flaxseed protein hydrolysate fractions. *Journal of Functional Foods* 10.1016/j.jff.2009.01.009

Vilkki J Helmi-öljypellava. Maatalouden tutkimuskeskus, tiedote 1993;6.

Voigt RG, Llorente AM, Jensen CL ym. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial of docosahexaenoic acid supplementation in children with attention-deficit/hyperactivity, and other disruptive behaviours. *J Pediatr*. 2001; 139: 189-96.

Von Schacky C, Angerer P, Kothny W, Theisen K, Mudra H. 1999. The effect of dietary ω -3 fatty acids on coronary atherosclerosis. A randomized, doubleblind, placebo-controlled trial. *Ann Intern Med* 130:554–562.

Wanasundara, P.K.J.P.D., Wanasundara, U.N., and Shahidi, F. 1999. Changes in flax (*Linum usitatissimum* L.) seed lipids during germination. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 76, 41–48.

Yan L, Yee JA, Li D, McGuire MH, Thompson LU. Dietary flaxseed supplementation and experimental metastasis of melanoma cells in mice. *Cancer Lett.* 1998;124:181-186.

Yuan, Y.V., Rickard, S.E., and Thompson, L.U. 1999. Short-term feeding of flaxseed or its lignan has minor influence on in vivo hepatic antioxidants status in young rats. *Nutr. Res.* 19, 1233–1243

.

TERVEYSVÄITTÄMIIN PERUSTUVA KIRJALLISUUS:

Adlercreutz H, Mazur W. (1997) Phyto-oestrogens and western diseases. *Ann Med* 29; 95-120.

Ander BP, Weber AR, Rampersad PP, Gilchrist JS, Pierce GN, Lukas A. Dietary flaxseed protects against ventricular fibrillation induced by ischemia-reperfusion in normal and hypercholesterolemic Rabbits. *J Nutr.* 2004 Dec;134(12):3250-6.

Brouwer IA, Katan MB, Zock PL. Dietary alpha-linolenic acid is associated with reduced risk of fatal coronary heart disease, but increased prostate cancer risk: a meta-analysis. *J Nutr.* 2004 Apr;134(4):919-22.

Caughey GE, Manzioris E, Gibson RA, Cleland LG and James MJ, The effect on human tumor necrosis factor alpha and interleukin-1 beta production of diets enriched in n-3 fatty acids from vegetable oil. *Am J Clin Nutr* 1996;63:116-122.

Cunnane S.C., Hamadeh M.J., Liede A.C., et al. 1995. Nutritional attributes of traditional flaxseed in healthy young adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 61: 62-68.

Cunnane SC, Ganculi S, Menard C, Liede AC, Hamadeh MJ, Chen ZY and Wolever T, High alpha-linolenic and flaxseed: some nutritional properties in humans *Be J Nutr* 69:443-453 (1993)

De Lorgeril M, Salen P. Use and misuse of dietary fatty acids for the prevention and treatment of coronary heart disease. *Reprod Nutr Dev.* 2004 May-Jun;44(3):283-8. (review)

Demark-Wahnefried W, Robertson CN, Walther PJ, Polasick TJ, Paulson DF, Vollmer RT. (2004). Pilot study to explore low-fat, flaxseed-supplemented diet on proliferation of benign prostatic epithelium and prostate-specific antigen. *Urology* 63, 900-904.

Djoussé L, Hunt S, Arnett D, Province MA, Edkfeldt JH, Ellison RC. Dietary linolenic acid is inversely associated with plasma triacylglycerol: the National Heart, Lung, and Blood Institute Family Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 2003 Dec;78(6):1098-102.

Ferretti A and Flanagan VP, Antithromboxane activity of dietary alpha-linolenic acid: a pilot study. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 1996; 54:451-455.

Finnegan YE, Minihane AM, Leigh-Firbank EC, Kew S, Meijer GW, Muggli R, Calder PC, Williams CM. Plant- and marine-derived n-3 polyunsaturated fatty acids have differential effects on fasting and postprandial blood lipid concentrations and on the susceptibility of LDL to oxidative modification in moderately hyperlipidemic subjects. *Am J Clin Nutr.* 2003 Apr;77(4):783-95.

Freemantle E, Vandal M, Tremblay-Mercier J, Tremblay S, Blachere JC, Begin ME, Brenna

JT, Windust A, Cunnane SC. Omega-3 fatty acids, energy substrates, and brain function during aging. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 2006 Sep;75(3):213-20.

Goyens PL, Mensink RP. Effects of alpha-linolenic acid versus those of EPA/DHA on cardiovascular risk markers in healthy elderly subjects. *Eur J Clin Nutr*. 2006 Aug;60(8):978-84.

Hamadeh M, Liede AC, Ganguli S, Wolever TMS, Cunnane SC. Nutritional aspects of flaxseed in the human diet. *Proc. Flax Inst*. 54:48, 1992.

Jenkins DG, Kendall CW, Vidgren E, Agarwall S, Rao AV, Rosenberg RS, Diamandis EP, Novokmet R, Mehling CC, Perera T, Griffin LC and Cunnane SC, Health aspects of partially defatted flaxseed, including effects on serum lipids, oxidative measure and ex vivo androgen progestin activity: a controlled cross - over trial. *Am J Clin Nutr* 1999;69: 395-402.

Joshi K, Lad S, Kale M, Patwardhan B, Mahadik SP, Patni B, Chaudhary A, Bhav S, Pandit A. Supplementation with flax oil and vitamin C improves the outcome of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2006 Jan;74(1):17-21.

Kymäläinen H-R, Sjöberg A-M. Cadmium content of linseed and estimated consumer intake. 2006.

Karvonen HM, Aro A, Tapola NS, et al. Effect of α -linolenic acid-rich *Camelina Sativa* oil on serum fatty acid composition and serum lipids in hypercholesterolemic subjects. *Metabolism*. 2002; Vol 51; No 10: 1253-1260.

Lopez-Garcia E, Schulze MB, Manson JE, Meigs JB, Albert CM, Rifai N, Willett WC, Hu B. Consumption of (n-3) fatty acids is related to plasma biomarkers of inflammation and endothelial activation in women. *J Nutr*. 2004 Jul;134(7):1806-11.

Mantzioris E, James MJ, Gibson RA and Cleland LG, Differences exist in the relationship between dietary linolenic and alfa-linolenic acids and their respective long-chain metabolites. *Am J Clin Nutr* 1995;61:320-324.

Mozaffarian D. Does alpha-linolenic acid intake reduce the risk of coronary heart disease? A review of the evidence. *Altern Ther Health Med*. 2005 May-Jun;11(3):24-30

Paschos GK, Yiannakouris N, Rallidis LS, Davies I, Griffin BA, Panagiotakos DB, Skopouli FN, Votteas V, Zampelas A. Apolipoprotein E genotype in dyslipidemic patients and response of blood lipids and inflammatory markers to alpha-linolenic Acid. *Angiology*. 2005 Jan-Feb;56(1):49-60.

Paschos GK, Yiannakouris N, Rallidis LS, Davies I, Griffin BA, Panagiotakos DB, Skopouli FN, Votteas V, Zampelas A. Apolipoprotein E genotype in dyslipidemic patients and response of blood lipids and inflammatory markers to alpha-linolenic Acid. *Angiology*. 2005 Jan-Feb;56(1):49-60.

Rallidis LS, Paschos G, Liakos GK, Velissaridou AH, Anastasiadis G, Zampelas A. Dietary alpha-linolenic acid decreases C-reactive protein, serum amyloid A and interleukin-6 in dyslipidaemic patients. *Atherosclerosis*. 2003 Apr;167(2):237-42.

Tarpila A, Wennberg T, Tarpila S. (2005). Flaxseed as a functional food. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 3, 3, 167 - 188.

Tarpila S, Aro A, Salminen I, Tarpila A, Kleemola P, Akkila J, Adlercreutz H. (2002) The effect of flaxseed on serum fatty acids and enterolactone, *Eur J Clin Nutr*, 56, 157 - 165.

Tarpila S, Tarpila A, Gröhn P, Silvennoinen T, Lindberg L. (2004) Efficacy of ground flaxseed on constipation in patients with irritable bowel syndrome. *Current Topics in Nutraceutical Research*, 2, 119 - 125.

Thompson L, Chen JM, Li T, Strasser-Weippl K, Goss PE. (2005) Dietary flaxseed alters tumor biological markers in postmenopausal breast cancer. *Clin Cancer Res* 11, 10: 3828 - 3835.

Wilkinson P, Leach C, Ah-Sing EE, Hussain N, Miller GJ, Millward DJ, Griffin BA. Influence of alpha-linolenic acid and fish-oil on markers of cardiovascular risk in subjects with an atherogenic lipoprotein phenotype. *Atherosclerosis*. 2005 Jul;181(1):115-24.

Yehuda S, Rabinovitz S, Mostofsky DI. Mixture of essential fatty acids lowers test anxiety. *Nutr Neurosci*. 2005 Aug;8(4):265-7.



Kirjallisuusselvityksen tehnyt: MMM Kaisa Mensonen 2009