

Annely Sootsi Koolitus OÜ

Luteiin ja zeaksantiin ning silmade tervis

Lõputöö

Kaire Tampere
Tallinn, 2015

Sissejuhatus

Inimene tunnetab maailma oma meelte – nägemise, kuulmise, haistmise, maitsmise ja kompimise kaudu. Kõik meeled on omavahel seotud ning täiendavad üksteist. Kõige enam, üle 80%, välismaailma aistingutest toob meieni siiski nägemine.

Silmade erilist tähtsust on inimkond hinnanud juba sajandeid. Silmade ja nägemise olulisusest annavad aimu põlvest-põlve edasi kandunud ütlused nagu „hoia kui oma silmatera“ või „oma silm on kuningas“. Suur osa inimesi peab head silmanägemist iseenesestmõistetavaks ning silmade tervise ja hoidmise peale hakatakse mõtlema sageli alles siis, kui tekivad esimesed nägemisprobleemid ja silmahaigused. Ometi tuleks silmade tervise eest hoolt kanda kogu elua jooksul.

Rahvatarkus ütleb, et porgandite ning mustikate söömine tagab terved silmad. Paraku ei piisa ainult porgandite ja mustikate söömisest. Organism on üks tervik ning silmade tervise jaoks on olulised kõik vitamiinid (eriti C- ja E-vitamiin) ning mineraalained, aga ka oomega-3 rasvhapped ja karotenoidid.

Kogudes materjale silmahaiguste ja toitumise kohta, hakkasid mulle huvi pakkuma luteiin ja zeaksantiin ning seetõttu otsustasingi oma lõputöö kirjutada neist kahest silmale olulisest karotenoidist.

1. Luteiin ja zeaksantiin – olemus ja allikad

1.1 Luteiin ja zeaksantiin

Luteiin ja zeaksantiin on ksantofüllid, mis kuuluvad karotenoidide rühma. Sõna luteiin tuleneb ladinakeelsest sõnast *luteus* ja tähendab oranžkollane. Zeaksantiin tuleneb sõnadest *zea mays* (mis on üks maisi sort) ja *xanthos* (mis tähendab kreeka keeles kollast). Looduses annavad luteiin ja zeaksantiin taimedele kollase, punase ja oranži värvi (14).

Luteiin esineb alati koos zeaksantiiniga. Zeaksantiin on luteiini stereoisomeer, mis tähendab seda, et need karotenoidid on peaaegu identsed, ainult üks keemiline side asetseb erinevalt (Joonis 1) (1). Luteiin ja zeaksantiin erinevad teistest karotenoididest selle poolest, et nad ei ole A-vitamiini eelühendid, s.t. neid ei muudeta kehas A-vitamiiniks (2).

Inimese kehas leidub luteiini ja zeaksantiini vereseerumis ja kudedes. Vereseerumis olevatest karotenoididest moodustab luteiin 20 % ja zeaksantiin 3 % (2, 3). Luteiini ja zeaksantiini hulk kudedes varieerub, olles mõjutatud geenidest ning tarbitavast toidust. Luteiini ja zeaksantiini on rohkem aju-, maksa-, neerupealiste-, pankrease-, neerude- ja rindade kudedes ning rasvkoes. Luteiini ja zeaksantiini on vähem kopsude-, põrna-, südame-, kilpnäärme-, munasarjade- ja nahakudedes. Kõige rohkem on luteiini ja zeaksantiini silmas. Huvitav on see, et kui tavaliselt on keha kudedes ka teisi karotenoide (nt. rasvkoes olevatest karotenoididest moodustab 44% luteiin ja zeaksantiin, 39% lükopeen ja 11% beeta-karoteen), siis maakulas ehk kollatähnis ei ole peale luteiini ja zeaksantiini teisi karotenoide. Lisaks sellele on luteiini ja zeaksantiini hulk maakulas väga suur. Kuskil mujal kehas ei leidu neid karotenoide nii suures hulgas (2). Huvitav on veel see, et nende kahe karotenoidi hulk on jaotunud silma võrkkestas erinevalt. Võrkkesta keskosas (fovea) on luteiini ja zeaksantiini suhe vastavalt 1:2, kuid võrkkesta perifeerias on luteiini ja zeaksantiini suhe vastavalt 2:1 (Joonis 2) (4).

Luteiini ja zeaksantiini hulka kehas saab mõõta maakula pigmendi järgi – mida rohkem on neid karotenoide maakulas, seda tumedam on maakula pigment (2). Ahvidega tehtud uuringust selgus, et nendel isenditel, kes olid luteiini- ja zeaksantiinivabal dieedil, puudus maakulal pigment (5).

Kuna keha ise ei sünteesi luteiini ega zeaksantiini, siis sõltub silmas oleva luteiini ja zeaksantiini tase peamiselt sellest, kui palju me neid karotenoide toiduga saame. Kuid teadlased on kindlaks teinud, et silmas oleva luteiini ja zeaksantiini tase sõltub ka geenidest. Nimelt inimestel, kelle on tumedamad silmad, on silma võrkestas luteiini ja zeaksantiini tase kõrgem (6).

Mõnedes uuringutes on välja toodud, et maakulas leidub lisaks luteiinile ja zeaksantiinile veel meso-zeaksantiin. Meso-zeaksantiin on oma struktuuri poolest sarnane luteiinile ja zeaksantiinile. Kuna meso-zeaksantiini ei ole leitud vereseerumis, siis oletatakse, et seda sünteesitakse silmas. Meso-zeaksantiini täpset funktsiooni silmas veel uuritakse (2).

1.2 Saamine

Looduses on luteiin ja zeaksantiin väga levinud karotenoid. Taimed sünteesivad neid kaitsmaks end intensiivse päikesevalguse eest. Luteiini ja zeaksantiinirikkad toidud on rohelised lehtviljad, eriti kalelehtkapsas ja spinat. Luteiini ja zeaksantiini leidub ka veel näiteks maisis, paprikas, brokolis, Brüsseli ehk rooskapsas, kõrvitsas, suvikõrvitsas, kiivis ja pistaatsiapähklites (Lisa 1). Nagu eelpool mainitud, esineb luteiin alati koos zeaksantiiniga, kuid nende kontsentratsioon on taimedes erinev – taimedes on luteiini sisaldus umbes 5-7 korda suurem kui zeaksantiini sisaldus (5).

Kuna keha ei sünteesi ise luteiini ega zeaksantiini, siis tuleb neid ühendeid saada igapäevaselt toiduga (Lisa 1 ja lisa 2). Toitumise seisukohalt on oluline teada, et kuumtöötlemine vähendab luteiini ja zeaksantiini hulka, kuid muudab need paremini omastatavaks (9). Lisaks taimsetele allikatele leidub luteiini ja zeaksantiini ka munarebus. Munarebus on luteiin ja zeaksantiin biosaadavas vormis ning seetõttu kergesti omastatav. Kuna kanad ei sünteesi luteiini ega zeaksantiini, sõltub rebus oleva luteiini ja zeaksantiini hulk kanade söödast – mida rohkem on söödas neid karotenoide, seda rohkem on neid ka munarebus. Imikud saavad luteiini ja zeaksantiini rinnapiimaga (5).

Toiduainetööstus kasutab luteiini toiduvärvina (E161b). Tööstuslikult toodetakse luteiini peamiselt peiulille (*Tagetes erecta*) õielehtedest. Luteiini lisatakse näiteks küpsetistele, jookidele, piimatoodetele, hommikusöögi helvestele, närimiskummidele, mahladele ning suppidel. Luteiini kasutatakse ka söödalisandina näiteks kanade rebu kollasemaks muutmiseks (7).

1.3 Manustamine

Luteiinile ega zeaksantiinile ei ole määratud RDA-d (soovitatav päevane annus) ning seetõttu soovivad erinevad allikad tarbida luteiini ja zeaksantiini erinevates kogustes. Näiteks soovib Ameerika Optometristide Assotsiatsioon tarbida 10mg luteiini päevas (10). Samas on mitmed uuringud kinnitanud, et juba 6mg luteiini tarbimine päevas aitab vähendada maakula degeneratsiooni ja katarakti ehk kae riski. (4, 11) Enamasti jääb soovituslik luteiini kogus vahemikku 6-20mg päevas. Luteiini ei soovitata tarbida üle 20mg päevas, sest luteiini liigtarvitamise korral muutub nahk kollaseks. Naha kollasus kaob, kui vähendada luteiini tarbimist. Muid kõrvalnähtusid ei ole luteiini liigsel tarbimisel täheldatud (10). Kuna taimedes on luteiini ja zeaksantiini suhe erinev (luteiini on taimedes 5-7 korda rohkem kui zeaksantiini), siis on soovitatav tarbida luteiini ja zeaksantiini vahekorras 5:1 (5).

2. Luteiini ja zeaksantiini roll silmahaiguste ennetamisel

Luteiinil ja zeaksantiinil on üsna oluline roll silmahaiguste ennetamisel. Need karotenoidid toimivad kehas antioksidantidena, kuid samas võib neid nimetada ka silma päikeseprillideks, sest nad kaitsevad silmi kahjuliku sinise valguse ja UV kiirguse eest. Kõige rohkem on uuritud nende kahe karotenoidi seost erinevate silmahaiguste ennetamisega, sest just silmas leidub luteiini ja zeaksantiini kõige rohkem. Lisaks silmahaiguste ennetamisele uurivad teadlased luteiini ja zeaksantiini rolli ka vähi ja südamehaiguste ennetamisel ning immuunsüsteemi tugevdamisel (3).

2.1 Luteiin ja zeaksantiin ning oksüdatiivne stress

Mitmed haigused, nagu näiteks südame- ja veresoonekonna haigused, kasvaja, suhkruhaigus, neurodegeneratiivsed haigused, reumatoidartriit ning Alzheimeri tõbi, on seotud vabade radikaalide ja oksüdatiivse stressiga. Vabad radikaalid kahjustavad rakke ja kudesid, mille tulemusel häirub nende talitus. Oksüdatiivne stress võib tekkida organismis mitmel erineval põhjusel, nagu näiteks kurnav füüsiline pingutus, emotsionaalne stress, põletikud aga ka suitsetamine, alkoholi tarvitamine ja õhusaaste (8). Silm on eriti tundlik organ ning silmas tekib pidevalt palju vabu radikaale. Silmas tekitab oksüdatiivset stressi peamiselt valguskiirgus, kuid palju vabu radikaale tekib ka silma võrkkesta ainevahetuse käigus (3).

Kohe, kui me silmad lahti teeme, puutuvad silmad kokku valgusega. Valgus on vajalik nägemiseks, kuid valgus ka kahjustab silma, sest tekitab silmas oksüdatiivset stressi. Valgus on elektromagnetkiirgus, mille lainepikkus on vahemikus 380...760 nanomeetrit (12). Teadlased on kindlaks teinud, et sinine valgus (lühikese lainepikkusega valgus) on silmale 100 korda ohtlikum kui kollane või punane valgus (pika lainepikkusega valgus). Luteiin ja zeaksantiin toimivad silmaläätses ja võrkkestas filtrina, mis ei lase kahjulikul sinisel valgusel jõuda maakulani (1, 2, 4, 5, 6). Just sel põhjusel võib neid karotenoide nimetada ka silma päikeseprillideks. Osad uuringud on tõestanud, et luteiin ja zeaksantiin kaitsevad silmi ka ultravioletse valguse (UV kiirguse) ja arvuti ekraanilt tuleva valguskiirguse eest (2, 5).

Nagu eelpool mainitud, tekib silma võrkkestas palju vabu radikaale ka ainevahetuse käigus. Luteiin ja zeaksantiin toimivad kehas antioksidantidena, mis kaitsevad silma vabade radikaalide kahjuliku toime eest. Neid karotenoide peetakse eriti võimsateks antioksidantideks, sest erinevalt E-vitamiinist ei vaja nad oma algvormi taastamiseks C-vitamiini. Luteiin ja zeaksantiin suudavad oma algvormi ise taastada (1).

2.2 Luteiin ja zeaksantiin ning ealine maakula degeneratsioon

2.2.1 Mis on ealine maakula degeneratsioon?

Ealine maakula degeneratsioon ehk kollatähni kärbumine (AMD) on üks kõige enam esinevatest silmahaigustest ning kõige sagedasem pimedaks jäämise põhjus. AMD levib üha laiemalt Euroopas, kus igal teisel üle 65-aastaselt patsiendil esineb silmades degenererumise sümptomeid (13).

Esineb kahte liiki maakula degeneratsiooni – märg AMD ja kuiv AMD. Kuiva AMD-i korral ladestuvad toksilised jääkained (druusid) maakulas ning nägemistäpsus kaob järk-järgult. Kuna toksiinide ladestumine toimub aeglaselt, siis võib see haigus alguse saada juba aastaid enne selle diagnoosimist. Ligikaudu 80 % kõigist AMD-i juhtumitest esineb kuivas vormis (13). Pole täpselt teada kuidas ja miks toksilised jääkained maakulas ladestuvad, kuid arvatakse, et see protsess on seotud vabade radikaalide poolt tekitatud rakukahjustustega. (1).

Märja AMD-i korral seevastu võib võrkkesta paistetust, vedelikupeetust ja verejooksu kahjustada võrkkesta funktsiooni lühikese ajaperioodi jooksul. Nägemistäpsus võib seetõttu väheneda kiiresti, kuid võib samuti järk-järgult paraneda, kui vedelik ja veri eemaldatakse järk-järgult organismist (13). Ka AMD-i märga vormi seostatakse vabade radikaalide ja oksüdatiivse stressiga (1).

2.2.2 Luteiini ja zeaksantiini roll AMD-i ennetamisel

Maakula degeneratsioon on üsna kergesti diagnoositav, kuid ravimatu silmahaigus. Maakula degeneratsiooni puhul on oluline selle haiguse ennetamine. Peamised AMD-i riskifaktorid on: vanus, pärilikkus, suitsetamine, veresoonte haigused, sugu (naistel on suurem risk ealise maakula degeneratsiooni tekkimisele), valguskiirgus (UV ja sinine valgus), maakula pigmendi vähenenud tase, ülekaalulisus ning oksüdatiivne stress.

Osasid AMD-i riskifaktoreid, nagu vanus või sugu, ei ole võimalik ennetada, küll aga saame oma silmi kaitsta tarbides luteiini- ja zeaksantiinirikast toitu (Lisa 2). Need karotenoidid on mitmel põhjusel eriti olulised ealise maakula degeneratsiooni ennetamisel. Esiteks on nad võimsad antioksidandid. Kuna AMD-i üks olulisi riskifaktoreid on oksüdatiivne stress, siis läheb vabade radikaalide kahjutuks tegemiseks vaja lisaks teistele antioksidantidele (nt. C-vitamiin, E-vitamiin) ka luteiini ja zeaksantiini, mida leidub eriti palju just maakulas. Teine oluline luteiini ja zeaksantiini roll AMD-i ennetamisel on nende võime neelata kahjulikku valguskiirgust, ehk toimida nn sisemiste päikesepriillidena. Kolmandaks on oluline meeles pidada seda, et just need kaks karotenoidi annavad maakulale tema pigmendi. Pigment kaitseb maakulat ning pigmendi tugevus sõltub tarbitava luteiini ja zeaksantiini kogusest. Kuigi luteiinil ja zeaksantiinil puudub RDA (soovituslik päevane annus), soovivad teadlased tarbida 6-20mg luteiini päevas ning zeaksantiini kogus peaks moodustama 1/5 luteiini kogusest. Mitmed uuringud on näidanud, et just sellise koguse luteiini ja zeaksantiini regulaarne tarbimine vähendab ealise maakula degeneratsiooni riski.

2.3 Luteiin ja zeaksantiin ning katarakt

Katarakt ehk vanaduskae ehk hall kae on samuti üks levinumaid vanadusega seotud silmahaiguseid. Noores eas on inimese silmalääts läbipaistev, kuid vananedes muutub silmalääts halliks ja läbipaistmatuks. Tuhmunud lääts ongi vanaduskae. Katarakti tekkimine on otseselt seotud oksüdatiivse stressiga – silmaläätses toimub kogu elu jooksul väga intensiivne ainevahetus, mille käigus tekib palju vabu radikaale. Lisaks sellele puutub silmalääts kokku valguskiirgusega, sest tema ülesandeks ongi valguskiirte koondamine

maakulale. Uuringud on tõestanud, et tugeva ja rohke päikesekiirgusega ekvatoriaalsoonis ning üle 2000m kõrgustes mägedes elavatel inimestel tekib läätse tuhmumine ealiselt varem, võrreldes teiste kliimavöönditega kliimavööndis elavate inimestega. Katarakti tekkimist mõjutavad veel näiteks geenid ning suitsetamine. Suitsetamine suurendab katarakti riski kolmekordselt. Ainsaks katarakti raviks on kirurgiline sekkumine, mil tuhmunud lääts eemaldatakse ning asendatakse kunstläätsuga. Kuna katarakti tekkimine on suures osas seotud oksüdatiivse stressiga, siis vanaduskae ennetamisel on oluline osa antioksüdantiderikkal toidul, sh luteiinil ja zeaksantiinil (1). Luteiini ja zeaksantiinirikkad toidud on ära toodud lisas 1 ning luteiini ja zeaksantiiniriks menüü on toodud lisas 2.

Kokkuvõte

Luteiin ja zeaksantiin on erilised karotenoidid. Nad ei ole A-vitamiini eelühendid - nendest ei sünteesita A-vitamiini. Luteiini ja zeaksantiini leidub kõige rohkem rohelises lehtviljas, aga ka kollast ja oranži värvi aed- ja köögiviljades, nagu näiteks kõrvitsas, maisis, paprikas. Loomsest toidust sisaldab luteiini ja zeaksantiini ainult munarebu. Kuna keha ise luteiini ja zeaksantiini ei sünteesi, on äärmiselt oluline tarbida regulaarselt luteiini ja zeaksantiini sisaldavaid toite (Lisa 1 ja lisa 2). Luteiini ja zeaksantiini võib nimetada silma karotenoidideks, sest neid leidub kõige rohkem silmas ning eriti suur luteiini ja zeaksantiini kontsentratsioon on maakulas ehk kollatähnis. Lisaks sellele täidavad luteiin ja zeaksantiin silmas kahte olulist rolli. Oma pigmendi tõttu toimivad nad kui päikeseprillid, filtreerides silmale kahjulikku valguskiirgust (sinine valgus ja UV kiirgus). Lisaks sellele on luteiin ja zeaksantiin võimsad antioksüdandid, sest nad suudavad ise oma algvormi taastada, vajamata selleks C-vitamiini. Silmas on eriti suur vabade radikaalide hulk, sest nägemise ehk kujutise loomise protsessi käigus tekib palju vabu radikaale. Kuna silmas on suur luteiini ja zeaksantiini kontsentratsioon, siis on nad äärmiselt olulised ühendid oksüdatiivse stressiga võitluses.

Kasutatud kirjanus

1. Smith, Robert G. ja Saul, Andrew W. „The Vitamin Cure for Eye Disease“ Basic Health Publications, 2012. (lk 58, 67-68, 77, 148)
2. *Clinics in Dermatology* (2009) 27, lk 195-201. Roberts, Richard L., Green, Justin ja Lewis, Brandon. „Lutein and zeaxanthin in eye and skin health“
3. Sümpoosion *Can Lutein Protect Against Chronic Disease?* Ettekanne: Mares-Perlman, Julie A., Millen, Amy E., Ficek, Tara L. ja Hankinson, Susan E. „The Body of Evidence to Support a Protective Role of Lutein and Zeaxanthin in Delaying Chronic Disease. Overview“ 2002.
4. *Nutrients* (2013) 5, lk 1823-1839. Koushan, Keyvan., Rusovici, Raluca., Li, Wenhua., Ferguson, Lee R. ja Chalam, Kakarla V. „The Role of Lutein in Eye-Related Disease“
5. *Nutrition Reviews* Vol. 72 (9) lk 605-612. Johnson, Elixabeth J. „Role of Lutein and Zeaxanthin in Visual and Cognitive Function Through the Lifespan“ 2014.
6. *Nutrients* (2013) 5, lk 2483-2501. Demmig-Adams, Barbara ja Amans, Robert B. „Eye Nutrition in Context: Mechanisms, Implementation, and Future Directions“
7. Cantrill, Richard. „Lutein from *Tagetes erecta*“ 2004.
8. Toitumisteraapia ajakiri, nr 1. lk 27-28. Vihalemm, Tiiu. „Saame tutvavaks: oksüdatiivne stress“
9. <http://www.toitumine.ee/futotoitained/>
10. <http://www.webmd.com/eye-health/lutein-zeaxanthin-vision>.
11. *Clinical interventions in aging* (2012) Vol 8, lk 741-748. Rasmussen, Helen M ja Johnson, Elizabeth J. „Nutrients for the aging eye“
12. (https://www.ttu.ee/public/t/Tehnomedikum/Instituudid/Biomeditsiinitehnika_instituut/Oppetoo/Oppematerjalid/DBB0070/Valgus_ja_elektromagnetlained.pdf).
13. http://www.silmatervis.ee/?page_id=180
14. http://et.wikipedia.org/wiki/Luteiin_ja

LISAD

Lisa 1

Luteiini ja zeaksantiini sisaldus toitudes

1mg = 1000mcg

Toit	Serveerimis m�õt	Kogus (mcg)
Lehtkapsas (ingl. keeles <i>kale</i>)	100g toorena	39551
Lehtkapsas (ingl. keeles <i>kale</i>)	100g kuumt�õdelduna	18248
V�oilillehed	100g toored	13609
Paprika	100g toorena	13158
Pipar (punane, must, cayenne)	100g kuivatatud	13158
Kaalika/naeri pealsed (lehed)	100g toorena	12824
Salatkress	100g toorena	12499
Spinat	100g toorena	12197
Spinat	100g kuumt�õdeldud	11307
Sinepilehed	100g toorena	9899
Lehtkapsas (ingl. keeles <i>collard</i>)	100g toorena	8932
Salatsigur	100g toorena	8832
Lehtkapsas	100g kuumt�õdeldud	7695
�rtallikkress	100g toorena	5767
Basiilik	100g toorena	5649
Petersell	100g toorena	5561
Koriander	100g kuivatatud	5529
Rukola	100g toorena	3555
V�oilillehed	100g kuumt�õdelduna	3397
Herned	100g kuumt�õdeldud	2593
Herned	100g toorena	2477
Rooma salat	100g toorena	2312
Suvik�rvits	100g toorena	2125
Peedipealsed	100g kuumt�õdeldud	1819
Br�sseli kapsas	100g toorena	1590
Peedipealsed	100g toorena	1503
K�rvits	100g toorena	1500
Brokkoli	100g kuumt�õdeldud	1498
P�ikesekuivatatud tomatid	100g	1415
Brokkoli	100g toorena	1403
Mais	100g toorena	1355

Pistaatsia pähklid	100g röstitud	1205
Munakollane	1 toores	1094
Kõrvits	100g kuumtöödeldud	1014
Porrulauk	100g kuumtöödeldud	925
Koriander	100g toorena	865
Spargel	100g toorena	710
Porgand	100g kuumtöödeldud	676
Muna	1 keedetud	358
Avokaado	1 küps	271
Porgand	100g toorena	256
Kurk	100g marineerituna	248
Rukkijahu	100g	210
Rabarber	100g toorena	170
Ploomid	100g kuivatatud	148
Mandariinid	100g toorena	138
Mooruspuu marjad	100g toorena	136
Vaarikad	100g toorena	136
Nektariinid	100g toorena	130
Apelsinid	100g toorena	129
Tomat	100g toorena	123
Kiivi	100g toorena	122
Põldmari	100g toorena	118

<http://nutritiondata.self.com/foods-00013800000000000000-w.html>

Lisa 2

Luteiini ja zeaksantiinirikas päevamenüü silmahaiguste ennetamiseks

Hommikusöök: omlett, värske salat, 2 viilu täistera rukkileiba, taimetee

Omlett:

Vaja läheb: 1 muna, 0,25 klaasi piima, 0,25 keskmist sibulat, 2 keskmist tomatit, maitse järgi soola ja piprasegu, praadimiseks veidi kookosrasva, 50g kukeseeni.

Valmistamine: prae kergelt sinul, tomat ning kukeseened. Klopi muna koos piimaga kergelt vahule, lisa segu pannile. Keera kuumust vähemaks, jäta kaane alla hauduma, kuni omlett on valmis.

Salat:

Vaja läheb: peotäis spinatit, 0,5 paprikat, 0,25 kurki, oliiviõli, 0,25 sidruni ja 0,25 laimi mahla, veidi värsket koriandrit, basiilikut ja ürt allikressi, maitsestamiseks 5 pipra segu.

Valmistamine: lõika paprika ja kurk väikesteks tükkideks, lopute jooksva vee all spinat, koriander, basiilik ja ürt allikress. Sega kõik komponendid salatiks kokku.

Vahepala: 2 mandariini, väike peotäis pähklisegu – 3-4 pistaatsia pähklit, 3-4 kreeka pähklit, 3-4 sarapuupähklit

Lõunasöök: 60-80 g ahjulõhe, 2-3 spl täisterariisi, köögiviljavokk, värske porgandi-maisisalat

Köögiviljavokk

Vaja läheb: 1 peotäit brokoli õisikuid, 1 peotäis lillkapsaõisikuid, peotäis külmutatud herneid, 1 peotäis viilutatud porrulauku, 0,5 keskmist jämedalt riivitud porgandit, 1 hakitud küüslaugu küüs, 3-4 tükeldatud päikesekuivatatud tomatit, vokkimiseks veidi oliivõli, maitsestamiseks piprasegu ja soola.

Valmistamine: voki kõik komponendid läbi.

Porgandi-maisisalat

Vaja läheb: 1-2 keskmist riivitud porgandit, 2 spl maisi, 0,5-1 apelsini mahl, veidi peterselli.

Valmistamine: sega kõik komponendid

Vahepala: roheline smuuti + 10 sarapuupähklit

Vaja läheb: 1 keskmine (kodumaine) õun, 0,5-1 keskmine kurk, 1 laimi mahl, peotäis rohelisi lehtvilju (kale, võilille lehti, Rooma salatit, lehtkapsast, vm), maitse järgi värsket ingveri.

Valmistamine: blenderda kõik koostisosad. Joo väikeste sõõmudega konkshaaval.

Õhtusöök: kõrvitsa-suvikõrvitsa-porgandipüreesupp + 1 viil täisterarukkijahu leiba avokaadomäärdega

Kõrvitsa-suvikõrvitsa-porgandipüreesupp

Vaja läheb: 80-100g kõrvitsat, 80-100g kabatšokki, 2 keskmist porgandit, 1 sibul, 1 peotäis viilutatud porrulauku, 50ml kookospiima, veidi riivitud muskaatpähklit, kookosrasva praadimiseks, maitsestamiseks soola ja pipart.

Valmistamine: tükelda kõrvits, suvikõrvits ja porgandid ning keeda pehmeks. Prae pannil sibul ja porrulauk. Blenderda pehmeks keenud kõrvits, suvikõrvits, porgandid ning praetud sibul ja porru. Kalla segu potti, lisa kookospiim ja riivitud muskaatpähkel. Maitsesta soola ja pipraga.

Avokaadomääre.

Vaja läheb: 1 küps avokaado, veidi sidruni mahla, maitseks soola ja pipart

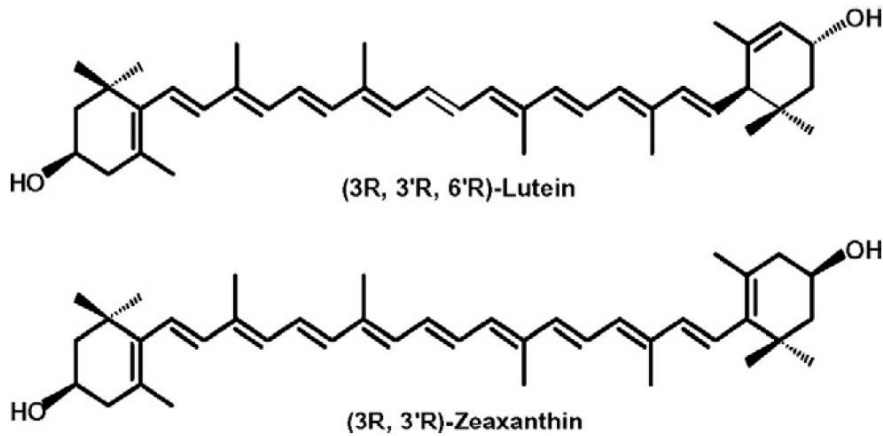
Valmistamine: tamba avokaado kahvliga pudruks, lisa sidruni mahl, sool ja pipar. Sega kõik korralikult läbi.

Päev portsjonites:

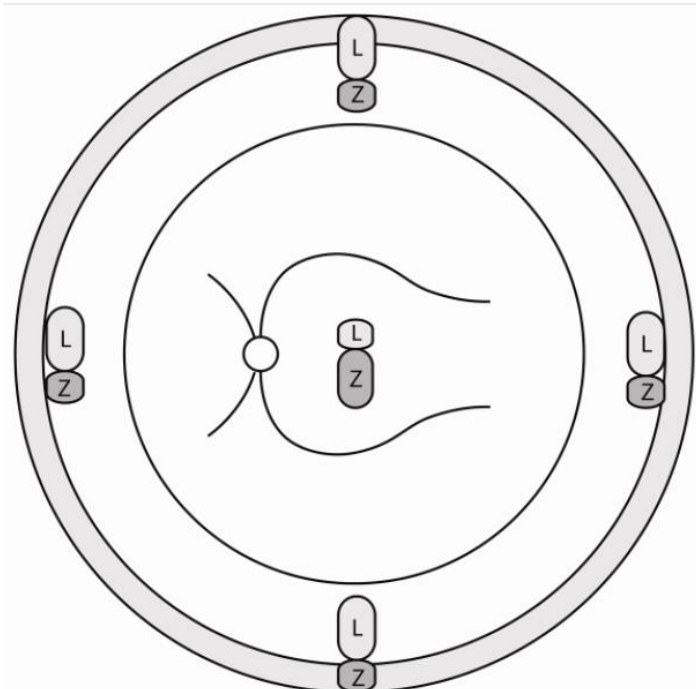
Teravili	4,5 portsjonit
Köögivilid	7 portsjonit
Puuvili	3 portsjonit
Rasv	7 portsjonit
Kaunvili	0,5 portsjonit
Liha	2 portsjonit
Piim	0,25 portsjonit

Lisa 3.

Joonised



Joonis 1. Luteiini ja zeaksantiini struktuur. Allikas: *Clinics in Dermatology* (2009) 27, lk 195-201. Roberts, Richard L., Green, Justin ja Lewis, Brandon. „Lutein and zeaxanthin in eye and skin health“



Joonis 2. Luteiini ja zeaksantiini jaotuvus võrkkestas. L- luteiin ja Z- zeaksantiin. Allikas: *Nutrients* (2013) 5, lk 1823-1839. Koushan, Keyvan., Rusovici, Raluca., Li, Wenhua., Ferguson, Lee R. ja Chalam, Kakarla V. „The Role of Lutein in Eye-Related Disease“