

Kasvisten väriyhdisteet

Väriä antavilla yhdisteillä eli pigmenteillä on kasveissa monia tärkeitä tehtäviä.

- Ne toimivat esim. yhteyttämisessä, suojana liialliselta säteilyltä sekä kemiallisena suojana mikrobeja vastaan.
- Väriyhdisteiden määrät voivat muuttua kasvin iän myötä sekä erilaisten ympäristötekijöiden vaikutuksesta (esim. kylmyyden ja kuivuuden).
- Kasvien väreillä on merkitystä eläinten lisäksi myös ihmisille. Väriin mukaan me teemme esimerkiksi oletuksia tuotteen laadusta ja syötäväksi kelpaavuudesta.

Kasvipigmentit voidaan jakaa kemiallisen rakenteensa perusteella kuuteen ryhmään,

1. Klorofyllit
2. Karotenoidit ja iridoidit
3. Betalaiinit, puriinit, flaviinit, fenoksatsiinit
4. Antosyaniinit ja muut flavonoidipigmentit
5. Kinonit
6. Melaniinit

joista kasvisten tärkeimmät pigmentit ovat [klorofyllit](#), [karotenoidit](#), [antosyaaniinit](#) ja [betalaiinit](#).

Pigmentit ovat kemiallisia yhdisteitä, jotka absorboivat valoa näkyvällä aallonpituudella. Silmän verkkokalvo reagoi heijastuvaan ei-absorboituneeseen energiaan, jonka jälkeen hermoimpulssit muunnetaan ymmärtämiksemme väreiksi aivoissa.

Klorofyllit

Kemiallinen rakenne

- Klorofylli-nimityksellä tarkoitetaan kaikkia fotosynteettisiä tetrapyrrolijohdoksia. Ravinnoksi käytettävissä kasveissa tärkeimmät vihreät pigmentit ovat klorofylli a ja klorofylli b
- Klorofylli a on väriltään sinisenvihertävä, klorofylli b taas on enemmän keltaisenvihertävä.
- Klorofyllit sijaitsevat kasvien lehdistä kloroplasti-rakenteissa. Näissä rakenteissa klorofyllit ovat liittyneinä lipideihin, proteiineihin, lipoproteiineihin sekä karotenoideihin.

Klorofylli ravinnossa

- Klorofyllia on runsaasti hedelmien (esim. omenan) kuorissa, mutta sen määrä vähenee hedelmän kypsyessä.
- Lähes kaikki elintarvikeprosessit yksin tai yhdistettynä varastointiin vähentävät klorofyllin määrää.
- Ravinnossa saatavaan klorofylliin ei ole liitetty terveysvaikutuksia.

Karotenoidit

- Kemiallinen rakenne

- Rasvaliukoiset karotenoidit ovat kemialliselta rakenteeltaan polyisoprenoideja ja ne koostuvat 40 hiilen perusrungosta. Pelkästään hiiltä ja vetyä sisältäviä karotenoideja kutsutaan karoteeneiksi.
- Kasvien karotenoidit voidaan edelleen jaotella primaarisiin karotenoideihin (niihin, joita kasvi tarvitsee fotosynteesissä) ja sekundaarisiin karotenoideihin (niihin, jotka sijaitsevat hedelmissä ja kukinnoissa).
- Kasveissa karotenoidit esiintyvät sekä vapaina, rasvahappoihin esteröityneinä että liittyneinä proteiineihin tai sokereihin. Karotenoidit osallistuvat yhteyttämiseen toimimalla antioksidanteina ja valolta suojaavina yhdisteinä.

Karotenoidit ravinnossa

- Karotenoidit antavat värin esim. tomaatille, paprikalle, maissille, vesimelonille ja porkkanalle. Vihreissä kasviksissa, kuten esim. pinaatissa, parsakaalissa, salaateissa ja herneissä on yleensä runsaasti karotenoideja. Marjat ovat huonoja karotenoidien lähteitä (poikkeuksena tyrnimarja).
- Ravinnossamme peruna ja myös viljatuotteet nousevat käyttömääriensä takia suhteellisen hyväksi karotenoidien lähteiksi.
- Vihreissä vihanneksissa ja lehdissä karotenoidien väri peittyy vihreän klorofyllin alle. Monesti kasvin ikääntyessä tai hedelmien/marjojen kypsyessä klorofyllipitoisuus laskee ja karotenoidien värit pääsevät esiin.
- Normaalit ruoanvalmistusprosessit, esim. kasvisten ryöppäys, mikroaaltokypsennys ja paistaminen eivät yleensä aiheuta suuria muutoksia karotenoidipitoisuuksiin. Ruoan kypsäminen jopa parantaa karotenoidien imeytymistä ja hyödynnettävyyttä elimistössä.

Karotenoidien vaikutus terveyteen

- Ihmisen terveyden kannalta tärkein karotenoidien ominaisuus on niiden toimiminen A-vitamiinin esiasteina. Toisaalta esim. luteiinilla tai lykopeenilla on vain vähän tai ei ollenkaan A-vitamiiniaktiivisuutta.
- Kaikki karotenoidit ovat antioksidanteja eli radikaalin sieppaajia ja aktiivisen singlettimuodossa olevan hapen sammuttajia. Tämän ominaisuuden takia voidaan olettaa karotenoidien ehkäisevän sairauksia, joiden kehittymisen alkuvaiheeseen liittyy hapettumisreaktiot, kuten esim. sydän- ja verisuonitaudeissa sekä tietyissä syöpätyypeissä.

Antosyaniinit

- Vesiliukoiset antosyaaniinit (käytetään myös nimitystä antosyaanit) antavat monien kasvien hedelmille, marjoille ja kukille punaisen, violetin, sinisen tai joskus oranssin värin. Antosyaaniinit kuuluvat laajaan kemialliseen ryhmään nimeltä flavonoidit.
- Antosyaaniinien tärkeimmän tehtävän kasveissa uskotaan olevan niiden toimiminen UV-säteilyltä suojaavina yhdisteinä. Säteilyn lisäksi muutkin ympäristön aiheuttamat stressitekijät, kuten kylmyys, kuivuus ja kasvitauteja aiheuttavat mikrobit, saattavat lisätä antosyaaniinien tuottoa kasveissa. Antosyaaniinit toimivat myös antioksidanteina ja antimikrobisina yhdisteinä.

Antosyaanit ravinnossa

- Parhaimpia antosyaniinien lähteitä ovat tummansiniset ja -violetit marjat, kuten kaarnikka, mustikka, juolukka, mustaherukka ja karhunvatukka.
- Antosyaaneja on lisäksi punaisissa marjoissa (puolukka, karpalo, punaherukka, mansikka ja vadelma), omenan kuorissa (Pekka-lajikkeessa myös hedelmälihassa), kirsikoissa, luumuissa ja kriikunoissa, punakaalissa ja punasipulissa, joskin tasoltaan selkeästi vähemmän kuin ensin mainitun ryhmän marjoissa.
- Antosyaanit antavat väriä violetille kukkakaalille ja Rosamunda-perunan punaiselle kuorelle sekä aiheuttavat Blue Kongo-perunan kauniin sinen.
- Antosyaanit kestävät hyvin normaaleja ruuanvalmistusprosesseja, kuten kuumennusta. Väri säilyy hyvin myös varastoinnin aikana.
- Antosyaniinien terveysvaikutukset ihmisissä perustuvat ehkä etupäässä yhdisteiden antioksidatiivisuuteen. Perinteisesti antosyaniineja sisältävillä uutteilla on hoidettu kudosten tulehtumisia sekä parannettu hiusverisuonten ja maksan toimintaa.

Betalaiinit

Kemiallinen rakenne

- Betalaiinit ovat vesiliukoista tyypeä sisältäviä pigmenttejä. Ne voidaan jakaa puna-violetteihin betasyaniineihin ja keltaisiin betaksantiineihin.
- Ravinnossamme käytännössä ainoa betalaiineja sisältävä kasvi on punajuuri, jonka punaisen värin aiheuttaa betaniini, betanidiini ja isobetaniini, mutta mukana on myös betaksantiineja. Keltajuuressa keltaisen värin aiheuttaa betaksantiini.
- Betalaiinit ovat kasvien sekundaarisia aineenvaihduntatuotteita, joiden merkitystä ei tarkkaan tunneta.
- Kukissa ja hedelmissä ne ovat todennäköisesti houkutusaineina hyönteisille tai eläimille joko pölytyksen varmistamiseksi tai siementen levittämiseksi.
- Punajuuren betalaiinien kerääntymisen syy on liitetty hiilihydraattien varastoitumiseen

Betalaiinit ravinnossa

- Betalaiineja on punajuuressa ja keltajuuressa.
- Betalaiinit kestävät normaaleja elintarvikeprosesseja, kuten kuumentamista. Ne ovat stabiileja eli niiden väri ei muutu pH alueella 3.5-7, joten ne soveltuvat hyvin useimpien elintarvikkeiden värjäämiseen.
- Parhaiten väri säilyy viileässä ja valolta suojattuna.
- Ravinnosta saataviin betalaiineihin ei ole vielä liitetty terveysvaikutuksia. Kuten karotenoidit nekin ovat antioksidantteja, joten niillä saattaa olla merkitystä tiettyjen hapettumiseen liittyvien sairauksien estossa.

Yhteenveto kotimaisten kasvien väriyhdisteistä

merkkien selitykset:

*** erittäin hyvä lähde

** hyvä lähde

* melko hyvä lähde

	Klorofylli	Karotenoidit	Antosyaaniinit	Betaiiniinit
<i>Mukula- ja juureskasvit</i>				
Peruna				
* Blue Congo				
Porkkana		***		
Lanttu		**		
Nauris		**		
Punajuuri				***
<i>Sipulit</i>				
Punasipuli			**	
Kepäsipuli				
Valkosipuli				
Purjo				
<i>Kaalit</i>				
Valkokaali				
Punakaali			**	
Kiinankaali				
Kukkakaali				
* violetti				
Parsakaali	***	**		
Ruusukaali	***	**		
Kurttikaali (savoijinkaali)	**	**		
<i>Muut avomaan vihannekset</i>				
Pinaatti	***	***		
Mangoldi	*	*		
* punalehtiruoti	*	*		*
Tarhaherne	*	*		
Pensaspapu				
Kurpitsa		***		
Vesimeloni		***		
Maissi		***		
<i>Kasvihuonevihannekset</i>				
Tomaatti		***		
Kurkku		*		
Paprika (kelt., pun. ja oranssi)		***		
Ruukkusalaatti				
Pehmeälehtinen keräsalaatti	*	*		
Jääsalaatti	*	*		
Lollo rosso	**	**	*	

Kotimaiset Kasvikset ry:n toimittama lyhennelmä tutkimuksesta:
Pihlava, J-M. 2003. Johdatus kasvien väriyhdisteisiin. MTT Tutkimuspalvelut, Kemian laboratorio.

Lähteitä

Delgado-Vargas, F., Jimenez, A.R. & Paredes-Lopez, O. 2000. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins and betalains – characteristics, biosynthesis, processing and stability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40: 173-289

Kansanterveyslaitos, Fineli – Elintarvikkeiden koostumustietopankki www.ktl.fi/fineli

Kong, J.-M., Chia, L.-S., Goh, N.-K., Chia, T.-F. & Brouillard, R. 2003. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64: 923-933

Mazza, G. & Miniati, E. 1993. Anthocyanins in fruits, vegetables and grains. CRC Press, Florida, 362 s.

Stintzing, F. & Carle, R. 2004. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food and in human nutrition. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 19-38

Strack, D., Vogt, T. & Schliemann, W. 2003. Recent advances in betalain research. *Phytochemistry*, 62: 247-269

USDA-NCC Carotenoid database www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp