

POLÜFENOOLID

Marit Priinits, toitumisinõustaja

Polüfenoolid on paljudes taimedes looduslikult leiduvad ühendid, mida taimed sünteesivad reeglina kaitseks stressorite (nt haigusetekiitajate) vastu. Praeguseks on teadlased tuvastatud üle 8 000 fenoolse ühendi, millest ligikaudu pooled kuuluvad flavonoidide hulka. Arvatakse, et paljud taimedes sisalduvad polüfenoolid on tegelikult veel tuvastamata. (Tazzini 2014)

Sõltuvalt fenoolsete ringide ja struktuuriosakeste arvust või bioloogilisest funktsioonist võib polüfenoolide mitmeti liigitada. Lihtsaim viis on liigitada polüfenoolid vaid kahte gruppi: flavonoidid, kui kõige arvukam kategooria, ja mitte-flavonoidid (st fenoolhapped, lignaanid ja stilbeenid). Khurana jt uurimuse kohaselt jaotatakse polüfenoolid nelja kategooriasse (Khurana jt 2013; Manach jt 2004):

- **fenoolhapped** – jagunevad kahte alamgruppi:
 - bensoehappe derivaadid, mida leidub nt punastes marjades, mustrõikas ja tees;
 - söödavates taimedes enamlevinud kaneelhappe derivaadid, mille peamisteks allikates on nt kohv ja mustad ploomid;
- **stilbeenid** – nt resveratrol, mille peamisteks allikateks on punane vein ja viinamarjad, maapähklid, jõhvikad ja mustikad ning isegi kaokao ja tume šokolaad;
- **lignaanid** – nt seko-isolaritsiresinool, mille peamisteks allikateks on linaseemned, aga seda leidub ka rafineerimata teraviljas, puuviljades, tees ja köögiviljades.
- **flavonoidid**

Flavonoidid jagatakse omakorda kuude peamisse alamkategooriasse:

1. flavanoolid
2. flavonoolid (kvertsetiin sibulas, õunas ja punases veinis)
3. antotsüanidiinid (nt. malvidiin, mille heaks allikaks on punane vein, aga seda leidub ka arooniatel ja mustikates)
4. flavanoonid (nt. naringeniin, mida leidub peamiselt greibi vahekoos või hesperidiin, mida leidub magusa apelsini vahekoos)
5. kalkoonid (nt. floridsiin õunakoortel)
6. teised flavoonid (diosmiin tsitruselistes) ja isoflavoonid (genisteiin, daidzein sojas,)

Flavanoolid jagunevad omakorda

- monomeerideks ehk katehhiinideks (nt rohelises tees, kakaos);
- proantotsüanidiinideks ehk kondenseeritud tanniinideks, mis omakorda jagunevad polümeerideks ja oligomeerideks (viimaseid tähistatakse OPC – oligomeersed protsüanidiinid)
- prof Masquelier'i avastatud ravitoimega, di-, tri-, tetra-, ja pentameerid (nt männikoor, viinamarja seemned, tumeda pigmendiga marjad);
- flavoonid – näiteks diosmiin, mida leidub tsitruselistes, eriti sidrunis;
- isoflavoonid – leidub vaid kaunviljades; näiteks genisteiin, mida leidub rohkelt sojas;
- flavanoonid – näiteks naringeniin, mida leidub peamiselt greibi vahekoos, või hesperidiin, mida leidub magusa apelsini vahekoos;
- antotsüanidiinid – näiteks malvidiin, mille heaks allikaks on punane vein, aga seda leidub ka arooniatel ja mustikates;
- flavonoolid – näiteks kvertsetiin sibulas, õunas ja punases veinis.

Sisaldus taimsetes saadustes

On polüfenoolide, nagu näiteks kvertsetiin, mida leidub pea kõigis taimsetes produktides. Samas on polüfenoolide, mis on omased vaid teatud tüüpi viljadele, nagu näiteks flavanoonid

tsitruselistes ja isoflavoonid sojas jne. Tavapäraselt leidub viljas/taimes erinevat tüüpi polüfenoolide. Näiteks sisaldavad õunad flavanoolide, klorogeenhapet, hüdroksükaneelhapet, floretiini glükosiide, kvartsetiini glükosiide ja antotsüaniini. (Tazzini 2014) Kõige polüfenooliderikkamateks taimedeks võib pidada marju/puuvilju ning teed ja punast veini (Manach jt 2004).

Polüfenoolide sisaldust taimes mõjutavad mitmed tegurid: keskkond (nt päikesevalgus, mulla tüüp), kasvutingimused (nt kasvuhooaeg või põllul), vilja küpsus saagikoristuse ajal, töötlemisprotsess (nt tööstuslik või väiketootmine), hoiustamine ja sort (Tazzini 2014). Kindlaks on tehtud üldreegel – mida küpsem on vili, seda madalam on fenoolhapete kontsentratsioon viljas; samas kui antotsüaniidiini kontsentratsioon küpsusega kasvab (Manach jt 2004).

Kuigi vähesed uuringud on seni vaadelnud erinevust orgaanilise või säästliku põllumajandustootmise ning traditsioonilise põllumajandustootmise vahel, on nende tulemused siiski näidanud, et orgaaniliselt/säästlikult kasvatatud viljades on polüfenoolide kontsentratsioon kõrgem. Samas ei ole senini suudetud kindlaks teha, millised konkreetsed tegurid mõjutavad mingi konkreetse taime polüfenoolide sisaldust. Näiteks võib värskes õunas sisalduvate polüfenoolide kontsentratsioon kordades varieeruda – alates 0,1 g/kg kuni 10 g/kg teatud sorti siidriõunte puhul. (Manach jt 2004) Oliiviõli sisaldab reeglina vähemalt 36 erinevat fenoolset ühendit, mille kontsentratsiooni varieerub vahemikus 0,02 kuni 600 mg/kg (D'Archivio jt 2010).

Toidulauale jõudnuna mõjutab taimse saaduse polüfenoolide sisaldust ka kulinaarne valmistamisviis. Näiteks kaob puu- ja köögiviljade koorimisega oluline osa polüfenoolidest, sest reeglina on nende ühendite kontsentratsioon koostisainetes suurem kui viljalihases. Suur mõju on ka termilisel töötlemisel. Näiteks kaotavad sibulad ja tomatid algsest kvartsetiini kogusest 75–80% pärast 15-minutilist keetmist, 65% mikrolaineahjus küpsetamist ning 30% praadimist. Köögiviljade aurutamine on polüfenoolide säilitamiseks eelistatuim valmistamisviis. (Manach jt 2004)

Hoiustamine võib polüfenoolide sisaldust taimsetes saadustes nii langetada kui ka tõsta. Külmutatud vaarikates on täheldatud vaba p-kumariinhappe sisalduse langust. Pärast külmkambris hoidmist kaotas spargelkapsas 75% kofeiin-kiniinhappe ja 40–50% sinepihappe ja ferulohappe derivaatidest. Uuritud on ka seitse kuud pimedas seisnud punase veini polüfenoolide sisaldust – antotsüaniinide sisaldus langes 88%, samas kui muutused üldises flavonoolide sisalduses olid tühised. Samas täheldati Annurca õunasordi puhul pärast neljakuulist säilitamist klorogeenhappe tase 101 mg/kg-lt tasemele 144 mg/kg; ning porgandites kasvas pärast aeroobsetes tingimustes säilitamist fenoolhapete sisaldus. (D'Archivio jt 2010)

Mitmed uuringud on märkinud hoiustamisega kaasnevat muutust oliiviõlide fenoolsetes ühendites. Eksperimendi käigus hoiustati 34 erineva kvaliteediga ekstra neitsioliiviõli kuus kuud samades tingimustes, kui on reeglina poodides – hajutatud valguse käes oli nelja kuu möödudes kadunud 45% polüfenoolidest. Samas näitas teine uuring, et ekstra neitsioliiviõli antioksüdantne aktiivsus säilis pärast kaheksat kuud hoiustamist pimedas ja suletud pudelites. Lisaks on hoiustamise perioodil täheldatud oliiviõli hüdroksütürosooli ja türosooli sisalduse tõusu, mis tõenäoliselt tuleneb fenoolsete komplekside hüdrolyüsist. (D'Archivio jt 2010)

Erinevad allikad annavad polüfenoolide sisalduse kohta suhteliselt erinevaid andmeid. Tazzini artikli kohaselt on seni kindlakstehtud andmetel puuviljades ja marjadest kõige enam polüfenooli maasikates, litsides ja viinamarjades ning köögiviljadest on polüfenooliderikkad artišokid, petersell ja brüsseli kapsas; kõige madalam polüfenoolide kontsentratsioon on aga melonites ja avokaadodes. (Tazzini 2014)

Pérez-Jiménezi jt analüüsisid 2010. aastal kokku 452 taimet vilju, lehti jne (sh maitsetaimi, puuvilju, seemneid, köögivilju, alkoholivabu ja alkohoolseid jooke, teravilju, kakaod ja õlisid). Tulemuste põhjal koostasid Pérez-Jiménezi jt tabeli sajast kõige polüfenooliderikkamast toiduainest. Selle tabeli esikümme 100 g taimet söögiks kasutatava osa kohta on järgnev (kahanevalt): nelk, kuivatatud piparmünt, tähtaniis, kakaopulber, kuivatatud pune, selleriseemned, must aroonia, tume šokolaad, linaseemnejahu ja mustad leedripuumarjad. (Pérez-Jiménezi jt 2010)

Samas kui arvestada realselt tarbitavaid portsjoneid, siis kinnitavad Pérez-Jiménezi jt andmed osaliselt ka Tazzini väiteid. Ehk realselt tarbitavate portsjonite arvestuses kuulub polüfenoolirikaste taimede esikümnesse kaheksa marja/puuvilja (portsjon 145 g; kahanevalt): mustad leedripuumarjad, mustad arooniad, mustsõstrad, kannasmustikas, ahtalehine mustikas, maguskirss, maasikad ja põldmarjad. Lisaks eelnimetatutele mahuvad esikümnesse 5. ja 6. kohale vastavalt kera-artišokk (portsjon 168 g) ja filtrikohv (portsjon 190 ml). (Pérez-Jiménezi jt 2010) Tulenevalt paljudest teguritest, mis taimede/viljade polüfenoolide sisaldust mõjutavad, on erinevad edetabelid polüfenoolide sisalduse kohta pigem tingimuslikud.

Mõju tervisele

Juba paar aastakümnet on teadlased uurinud nende looduslike ühendite võimalikku tervistavat toimet inimestele. Pikalt on püsinud polüfenoolide suhtes pigem skeptiline seisukoht, mille kohaselt ei ole polüfenoolide madala biosaadavuse tõttu neil märkimisväärset tervistavat toimet.

Uuemad teadusuuringud on neid seisukohti ümber lükkamas. Just puu- ja köögiviljades sisalduvatel polüfenoolidel on tuvastatud positiivne toime südame-veresoonkonna haiguste ja kaasuvate tüsistuste ennetamisele. Lisaks on leitud, et need ühendid võivad pikendada eluiga, aidata hävitada vähirakke ning hoida ära neurodegeneratiivseid haigusi. Maailmas on mitmeid kultuure, mille toiduvalik on polüfenooliderikas ning elanikud võrreldes teistega keskmiselt tervemad. Näideteks on punase veini tarbimine Prantsusmaal, roheline tee joomine idamaades, kurkumi kasutamine Lõuna-Aasia köögis ning oliiviõli tarbimine Vahemeremaades. (Khurana jt 2013)

Ravi polüfenoolidest toidulisanditega (nt resveratrol, kurkumiin) on veel uurimisjärgus. Senised tulemused näitavad, et selliste toidulisandite puhul on oluline silmas pidada nende biosaadavust, doseerimist, vastastikut toimet nii teiste polüfenoolidega kui ka funktsionaalses toidus leiduvate bioaktiivsete ühenditega. Polüfenoolide tervistav mõju on paljutõotav, seega on teema jätkuvalt teadlaste huviorbiidis ja lähiaastatel tehakse väga tõenäoliselt sel teemal uusi avastusi. (Khurana jt 2013)

Kasutatud kirjandus

D'Archivio, M., Filesi, C., Vari, R., Scazzocchio, B. ja Masella, R. Bioavailability of the Polyphenols: Status and Controversies. *International Journal of Molecular Sciences*, 2010, 11, lk 1321-1342.

Khurana, S., Venkataraman, K., Hollingsworth, A., Piche, M. ja Tai, T. C. Polyphenols: Benefits to the Cardiovascular System in Health and in Aging. *Nutrients*, 2013, 5, lk 3779–3827.

Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C. ja Jiménez, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal for Clinical Nutrition*, 2004, 79, lk 727–747.

Pérez-Jiménez, J., Neveu, V., Vos, F. ja Scalbert, A. Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: an application of the Phenol-Explorer database. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2010, 64, lk 112–120.

Tazzini, N. Polyphenols: definition, structure and classification. 12 January 2014, <http://www.tuscany-diet.net/2014/01/12/polyphenols-definition-structure-classification/>; vaadatud 20.07.2017.