

Az antocianinok helye és szerepe a preventív táplálkozásban

Az elmúlt évtizedekben a szabad gyökös károsodásokkal, valamint az antioxidáns hatású vegyületek biokémiájával kapcsolatos intenzív kutatások ahhoz a lényeges felismeréshez vezettek, hogy az étrendi antioxidánsoknak alapvető jelentősége van számos megbetegedés prevenciójában. Ezek közé tartoznak a kardiovaszkuláris megbetegedések, számos tumorfajta és más egyéb betegségek, melyek nagy része életkor-függő. Eddigi ismereteink szerint az egészség megőrzése és a betegségek megelőzése nagy valószínűséggel megvalósítható olyan antioxidánsok, vagy antioxidáns keverékek alkalmazásával, melyek a természetben a növényi, szervezetekben megtalálhatók. Az egész populáció egészségi állapotának javítása szempontjából igen lényeges, hogy az illetékes kormányzati és egészségügyi szervek, valamint a média megfelelő, tudományos vizsgálatokkal alátámasztott, hiteles információt közöljön a lakossággal, különösen azért, mert bizonyított, hogy a prevenció az egyén és a nemzetgazdaság számára is sokkal gazdaságosabb és hatékonyabb, mint a már kialakult betegség gyógyítása. A fentiek miatt általánosan elfogadott követelmény a kutatások folytatása alapkutatás szinten éppúgy, mint széles körű randomizált klinikai vizsgálatokban.

Az étrendi antioxidánsok közül a vitaminok szerepe a fokozott oxidatív stresszel összefüggésbe hozható megbetegedések terápiájában és prevenciójában jól ismert. Az intenzív kutatások ellenére azonban keveset tudunk a nem-vitamin jellegű, antioxidáns hatású vegyületek, például a polifenolos komponensek, flavonoidok szerepéről a civilizációs megbetegedések visszaszorításában. Az élelmi eredetű flavonoidok élettani hatásának pontos feltérképezéséhez számos kémiai, biokémiai vizsgálatra van szükség. A megfelelő következtetések levonása, a folyamatok helyes értékelése sok esetben problémákba ütközik. A flavonoidok a gasztrointesztinális szakaszban kisebb-nagyobb szerkezet átalakuláson mennek át. Ezért a flavonoidok táplálkozás-élettani hatásai nem szükségszerűen a szervezetbe bevitt molekuláknak tulajdoníthatók, hanem a degradációs folyamatok során keletkező metabolitjaiknak. A flavonoidok élettani hatását alapvetően meghatározza, hogy milyen folyamatok mennek végbe a bélrendszerben, és milyen a kapcsolat az antioxidáns védelmi rendszer, az immunrendszer, az intesztinális baktériumok és a flavonoidok között.

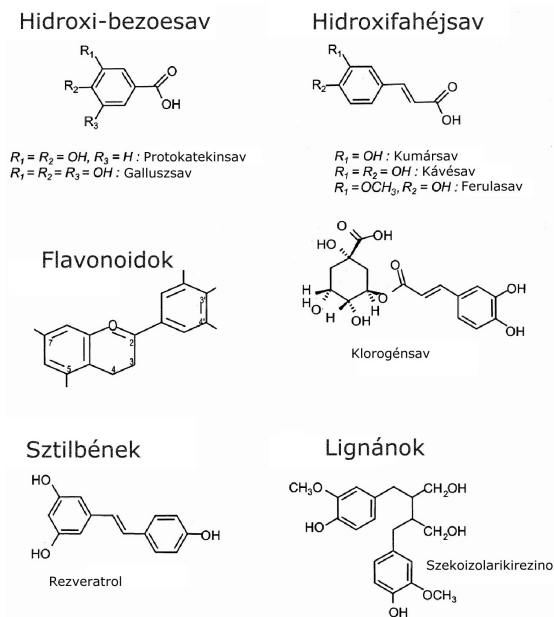
Hazánkban az elmúlt néhány évben radikális változások zajlottak le az élelmiszerekkel, étrendkiegészítőkkel, és a gyógyszerek nem minősülő gyógyhatású készítményekkel kapcsolatos egészségügyi vizsgálati és engedélyeztetési eljárások tekintetében. Megjelent egy

új típusú élelmiszer kategória a „funkcionális készítmények”. Ezek olyan termékek, amelyek az élelmiszerekben előforduló, nem létfontosságú (nem esszenciális) anyagokat, mint például a flavonoidokat, mikroelemeket, rostokat, vitaminokat, nem esszenciális zsírsavakat és aminosavakat természetes forrásból izolált vagy dúsított formában tartalmazzák, és megjelenésük eltér a hagyományos élelmiszerektől (például tableta, kapszula). A szokásos felhasználás mellett nincs káros mellékhatásuk és az egészségre gyakorolt jótékony hatásuk tudományosan igazolt. Nem tartalmazhatnak azonban a fogyasztók egészségét veszélyeztető anyagokat és fogyasztásuk élettani szempontból nem hátrányos. A törvény szövegéből világosan kitűnik, hogy ezen új típusú élelmiszerek emberi egészségre gyakorolt hatását tudományos vizsgálatokkal kell alátámasztani. A már meglévő tudományos eredmények alapján napjaink kutatói előtt áll a feladat, hogy olyan komplex vizsgálati rendszert dolgozzanak ki, mely segítségével a tanulmányozni kívánt nem-tápanyag jellegű, de az élelmiszerekben kimutatható mennyiségben jelenlévő komponensek élettani hatásait, kémiai szerkezetük és a biokémiai tulajdonságaik közötti összefüggéseket tanulmányozzák, valamint megállapítsák ezen anyagok helyét és szerepét az egészség megőrzésében és a betegségek megelőzésében.

Polifenolos vegyületek

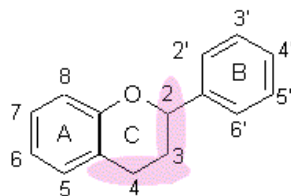
Ez idáig több, mint 8000 természetes polifenolos vegyületet azonosítottak növények gyökeréből, leveléből, virágszirmából, terméséből (Havsteen, 2002). Ez a nagy szám a szerkezetükből adódó sokféleségnek köszönhető (hidroxilcsoportok száma, helyzete, kapcsolódó komponensek stb.). Legfontosabbak ezen belül a *fenolos savak*, a *flavonoidok*, a *sztilbének* és *lignánok* (1. ábra).

A polifenolos vegyületek szerepéről, szerkezetéről, metabolizmusáról, az emberi szervezetre gyakorolt hatásokról számos összefoglaló tanulmány jelent meg (Hollman és Katan, 1999a; Harborne és Williams, 2000; Hollman és Arts, 2000; Lugasi, 2000; Pietta, 2000; Mojzis és mtsai., 2008; Yang és mtsai., 2008).



1. ábra: A fontosabb polifenolos vegyületek alapszerkezete (Manach és mtsai., 2004)

A flavonoidok olyan másodlagos növényi anyagcseretermékek, amelyek hidroxilcsoportokat tartalmazó fenilkromon- és fenil-4-kromanon-származékok (Robards és Antolovich, 1997). Nevüket sárga színükről kapták (latinul a sárga flavus). Szerkezetük a szénatomok száma alapján C6-C3-C6 képlettel (2. ábra) írható fel (Manach és mtsai., 2004).

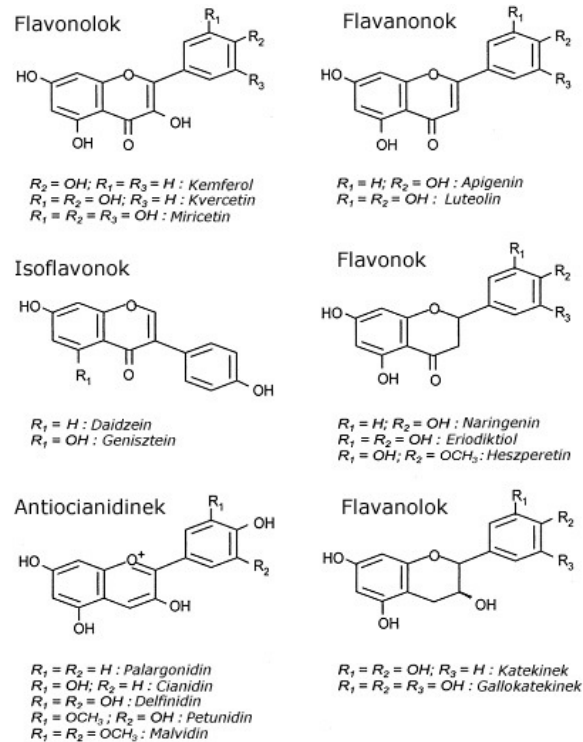


2. ábra: A flavonoid vegyületek alapváza

A flavonoidokon belül számos osztályt lehet elkülöníteni (3. ábra). A katechintől eltekintve a flavonoidok általában glikozidként fordulnak elő (aglikon alapváz + szénhidrát) (Hollman és Arts, 2000). A cukor komponensek közül a legelterjedtebb a D-glükóz, de az arabinóz, galaktóz, glükoramnóz, lignin, L-rhamnóz és a xilóz is gyakori. A 3-O-glükozidrhamnóz más néven a quercitrin, illetve a glükoramnóz más néven a rutin (Robards és Antolovich, 1997). A flavonoidok elsősorban a zöldségek gyümölcsök külső rétegeiben található meg nagyobb mennyiségben (Lugasi és Blázovics, 2004), koncentrációjuk a központi rész felé haladva

jelentősen csökken (Aherne és O'Brien, 2002). Ez alól kivétel a hagyma, ahol a föld alatti növényi rész is igen gazdag flavonoidokban.

3. ábra: A flavonoidok fontosabb osztályai (Manach és mtsai., 2004)



A főként szabad formában előforduló *fenolos savakon* belül a *hidroxi-fahéjsav származékok* (kumársav, kávésav, ferulasav stb.) sokkal elterjedtebbek, mint a másik nagy csoport, a *hidroxi-benzoésav származékok* (protokatechin sav, galluszsav stb.) (Mojzis és mtsai., 2008). Ezek mennyisége a kertészeti növényekben meglehetősen kicsi, ami alól a bogyós gyümölcsök, a fekete retek és a hagyma a kivétel. A galluszsav nagy mennyiségben található meg teákban (Manach és mtsai., 2004). A hidroxifahéjsav-származékok közül a kávésav a legtöbb gyümölcsben jelentős mennyiségben fordul elő, érés alatt mennyisége csökken (Manach és mtsai., 2004). A ferulasav inkább a gabonafélékre jellemző, amelyek esetében az összes polifenol tartalom csaknem 90%-t adja (Lempereur és mtsai., 1997; Zhao és Moghadasian, 2008).

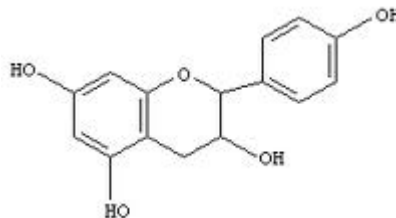
A flavonoid vegyületeken belül különösen fontosak az *antocianidinek*, amelyek az antociánok aglikonjai. Ez idáig több mint 500 antociánint tartanak számon (Castaneda-Ovando és mtsai., 2009). Ezen vegyületeknek köszönhetik a sötét, vörös-kékes színüket a bogyós gyümölcsök (fekete és piros ribiszke, málna, áfonya stb.) a bordó színét a cékla, a meggy, vagy a mélylila

színét a padlizsán (Slimestad és Solheim, 2002; Pantelidis és mtsai., 2007). Az antocianinokról elmondható, hogy gyökfogó-, kelátképző -, illetve a lipidperoxidációt gátló hatásuk kiemelkedően fontos (Wang és Lin, 2000; Viskelis és mtsai., 2009). Könnyen képeznek fémkomplexet, ha a megfelelő körülmények adottak (pH, molekulaarányok). A fémiont megkötve, annak oxidációt katalizáló hatása nem érvényesül, ezért indirekt antioxidánsoknak is tekinthetjük őket.

Az antocianinok kémiai felépítése

Az antocianidinek oxigéntartalmú heterociklusos vegyületek, 2 fenil-benzo-pirillium vagy más néven flaviliumsók. Tartalmazznak egy úgynevezett aglükon részt (antocianidin), amelyekhez cukormolekulák és sok esetben acil csoport is kapcsolódik. A cukorrész a vízdoldhatóságot javítja és megvédi a molekulát a kémiai és enzimes behatásoktól. A különböző antocianidinek a flaviliumkation hidroxiszármazékai, ezért a polifenolok csoportjába tartoznak (4. ábra).

4. ábra: Az antocianinok szerkezeti képlete (Beattie et al., 2005)



A flaviliumkation kialakulásában az oxigén heteroatom vesz részt. Az antocianidinekben a flaviliummag közös. Egymástól csak a B gyűrűn levő hidroxilcsoportok és metilcsoportok számában különböznek.

Az antocianidinek a természetben mindig cukorrészhez kötve találhatók. Az antocianinok savas hidrolíziskor vagy enzimes behatásra monoszacharidra és aglükonra bomlanak. A glikozidos forma a flavonoid vegyület és valamilyen cukor kondenzációjával keletkezik:



A cukorrészek leggyakrabban az aglükonok 3-as, 5-ös és 7-es szénatomján lévő hidroxil csoportok hidrogénjének cukorral vagy acilezett cukrokkal való helyettesítése révén

kapcsolódnak. Az így létrejövő C-O-cukor, illetve C-O-acilezett cukor kötésekkel számtalan mono-, di- és poliglükózid származék alakulhat ki. A kapcsolódó cukrok lehetnek monozidok (glükóz, galaktóz, ramnóz), biozidok (az előző monozidok és a xiloz kondenzációjából keletkeznek) és tirozidázok is (Eperjesi-Kállay-Magyar, 1998). Az antocianidinek fontosabb alcsoportjai a gyűrűkön található hidroxilcsoportok száma szerint képezhetők. A magasabb rendű növényekben az antocianidineken belül, különösen a cianidin (50%), a delphinidin (12%), a malvidin (12%), a pelargonidin (12%), valamint a peonidin (7%) és a petunidin (7%) fordulnak elő (Castaneda-Ovando és mtsai., 2009). A hidroxilcsoportok számának növekedésével a narancsvörös-piros színárnyalatok az ibolyáskék felé tolódnak el. Ezt mutatja az 5. táblázat is.

5. táblázat: Antocianidin csoportok kémiai szerkezete és színárnyalatai

Antocianidin	R1	R2	Szín
Pelargonidin	H	H	narancs-piros
Cianidin	OH	H	piros
Delphinidin	OH	OH	rózsaszín
Peonidin	OCH3	H	kékes-bíbor
Petunidin	OCH3	OH	bínor
Malvidin	OCH3	OCH3	piros-bíbor

Az antocianinok spektrális és kémiai tulajdonságai

Az antocianinok spektrális tulajdonságaiból kémiai szerkezetükre lehet következtetni. Savanyú közegben 465-550 nm között, az UV-tartományban pedig 275 nm körül van abszorpciós maximumuk. Az abszorpciós maximum helyét a B-gyűrű hidroxilcsoportjai számának növekedése mintegy 10 nm-rel a hosszabb hullámhosszak irányába módosítja. A cukor bekapcsolódása a gyűrűbe ellenkező hatást fejt ki, tehát a maximum helyét a rövidebb hullámhossz irányába tolja el. A kapcsolódó cukor minősége nem befolyásolja az abszorpciós maximum helyét.

Az antociánok színe az aglikontól származik, mivel a cukrok szintelen vegyületek. A szín módosul a B-gyűrűn található csoportok számától és minőségétől függően (Gombkötő-

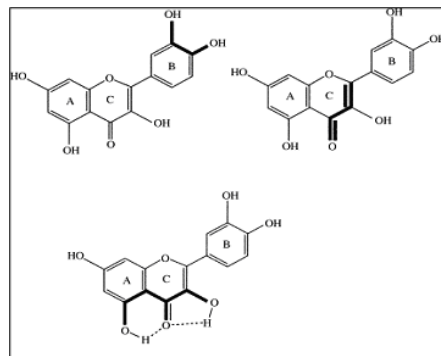
Sajgó, 1984). A fenolos–OH csoportok számának növelése a színt kékes árnyalat irányába, metilézése pedig piros irányba módosítja (Kádár-Bakos, 1982).

Az antociánok élettani hatása

In vitro tanulmányokban már bebizonyították a flavonolok, flavononok antioxidatív tulajdonságát, és az elmúlt években ez a tulajdonság bebizonyosodott az antocianinok esetében is (Wang et al., 1997). Egy tanulmányban megállapították, hogy a 150 flavonoid közül az antocianinoknak van a legnagyobb antioxidáns hatása.

1. **Antioxidáns hatásuk** kiemelkedőnek tekinthető (Guo és mtsai., 1996; Arora és mtsai., 1998), hiszen hatásosabb antioxidánsnak bizonyultak, mint a C- vagy az E-vitamin (Rice-Evans és mtsai., 1996). Az antioxidáns aktivitásukat elsődlegesen a szerkezetük befolyásolja:

- az OH csoportok pozíciója, száma,
- az orto- 3',4'-dihidroxi csoportok elhelyezkedése a B gyűrűn
- az A gyűrű meta-5,7 dihidroxi szerkezete (kempferol, apigenin) a fémkomplex képzésnél fontos szerepet játszik,
- az o-difenolos csoport a 3',4'-dihidroxi pozícióban,
- a C gyűrű 4-keto, 3-hidroxi, vagy 4-keto-5-hidroxi szerkezete. (6. ábra)



6. ábra. Az antioxidáns hatásért felelős molekularészletek (Soobrattee és mtsai., 2005)

2. Kiváló **szabadgyökfogó kapacitással** rendelkeznek és a lipidperoxidációgátlásban töltenek be fontos szerepet (Hanasaki és mtsai., 1994; Rice-Evans és mtsai., 1997; Lampe, 1999; Lugasi, 2000; Wang és mtsai., 1997).

3. **Fémionokkal kelátképzésre** is hajlamosak, ezzel azok prooxidáns hatását képesek kivédeni (Robards és Antolovich, 1997; Garcia-Lafuente és mtsai., 2009).

4. **Enzimekkel interakcióba** léphetnek, aminek számos kedvező tulajdonságuk köszönhető. Egyes enzimek gátlásával (reverz transzkriptáz, proteináz, integráz) hozzájárulnak többek közt egyes betegségek kialakulási valószínűségének csökkenéséhez (Robards és Antolovich, 1997).

5. **Kardiovaszkuláris megbetegedések:** Az elmúlt években bebizonyosodott, hogy a nitrogénoxidnak (NO) hatalmas szerepe van az artériák működésében betegség és egészség esetén egyaránt. A NO-t azok az endotheliális sejtek termelik, amelyek a vérerek belső felületét borítják. NO potenciális ernyesztője a sima izomnak. Nagy szerepet játszik a vérnyomás tartásában. Emellett a NO gátolja a vérrögök kialakulását is. A szuperoxidok az oxigén gyökök közé tartozik, nevezhetjük reaktív oxigén species (ROS), vagy oxidánsoknak. Ezek az oxidánsok nagyban hozzájárulnak a vérrögök kialakulásához, a fehérjék károsodásához. Az oxigén gyökök létrejötte nagyban növeli a kardiovaszkuláris megbetegedések kialakulásának esélyét, illetve hátrányos szerepe van a rák, cukorbetegségre, és a gyulladások esetén. Bár a C-vitamin és az E-vitamin képes felszívni ezeket a szuperoxidokat, a megelőző, és gyógyító hatásuk nem túl erős, ezért végeztek kutatásokat az indianai orvosi egyetemen más lehetőségek feltárására. A vizsgálatokat disznók szívkoszorú erén végezték. Az eredmények bizonyították, hogy az antocianinok képesek stimulálni a koronaér NO-rendszerét, s ezzel megakadályozni a kardiovaszkuláris betegségek kialakulását (Petti és Scully, 2009). Így a **szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának gátlásában** is jelentős szerepük van. Ezen kívül az **Alzheimer-, Parkinson-kór kialakulását képesek gátolni**, illetve a lefolyásukat lassítani (Bravo, 1998; Lang és Lozano, 1998; Garcia-Lafuente és mtsai., 2009).

6. **Daganatok kialakulását, a sejtburjánzást gátolják** (Agullo és mtsai., 1997; Galati és O'Brien, 2004). A proantocianidinek (vörösbors, csonthéjas gyümölcsök, bogyós gyümölcsök, mogyoró, diófélék) csökkentik a sejtburjánzást, bizonyos sejtekben apoptózist indukálnak, valamint a még egészséges sejtek esetén védelmi feladatot látnak el (Wen és Walle, 2005). A kémiaiilag előidézett emlő- (Galati és O'Brien, 2004), vastagbél- (So és mtsai., 1996), és

húgyhólyag karcinogenezist (Miyagi és mtsai., 2000) is gátolni képesek. A karlsruhei szövetségi kutatóintézet egyik kutatójának vizsgálatai bizonyították, hogy sok növény festőanyaga, elsősorban az antocianin nemcsak a szabad gyökökkel szembeni védelmet biztosítják, hanem blokkolják a rákos sejtek növekedését. A kutatások során a bélszakasz nyálkahártyájába tumorsejteket ültettek. A bélszakasz egy részét speciális antocianin tartalmú folyadékkal kezelték. A kezelt területen lévő sejtek növekedése lelassult a kezeletlen részekhez képest. A vizsgálatok alapján nyilvánvaló, hogy hatással vannak a ráksejtek fejlődésére, de még nem tisztázott a folyamat (Rechkemmer, 2000).

7. Gyulladásgátló hatás. Különböző tanulmányok bizonyították az antocianinok pozitív hatásait a különböző betegségek gyógyításában (Petti és Scully, 2009).. Az egyik ilyen hatás a gyulladásgátló hatás. Kimutatták, hogy a cianidineknek nagyobb gyulladásgátló hatással rendelkeznek, mint az aszpirin (Wang et al., 1999).

A gyulladás folyamatában a kapillárisok összekötő szövetét enzimes kár éri, s ennek hatására vér szivárog a környező szövetekbe. Az oxidánsok elszabadulnak, és távolabbi véredények falai is megsérülnek. Az antocianinok különböző módon biztosítanak védelmet. Neutralizálják azokat az enzimeket, amelyek rombolják az összekötő szöveteket, antioxidáns kapacitásuk megelőzi az összekötő szövetek oxidációs sérüléseit, és végül segít a sérült fehérjék helyreállításában is. Valamint enyhíti a mikrovérereket a magas vérnyomástól, ami diabétesz esetén okoz komplikációkat. Ilyen komplikáció a sérült, szivárgó kapillárisoknak köszönhető retinopátia során bekövetkező látássérülés, vagy vakság.

8. Immunerősítő hatás. Erősíti a citokines enzimek termelését, amelyek segítenek az immunrendszer azonnali válaszájának javításában, így segítve a testet védekezni a különböző károk ellen. Ez különösen a HÍV-vírussal fertőzöttek és a rákbetagek számára fontos a kemoterápiás- és más kezelések kiegészítőjeként (Barak-Halprin-Kalichnan, 2001). **HIV vírus ellenes** hatásukról több kutató számolt már be; e tulajdonságuk a reverztranszkriptáz enzim gátlásában keresendő (Critchfield és mtsai., 1996; Williams és mtsai., 2004).

9. Antimikróbás hatásuk is bizonyított (Rigano és mtsai., 2007).

10. UV sugárzás elleni védelemben kedvező szerepet játszanak (Halliwell, 2001; Ishige és mtsai., 2001).

11. **Allergia, asztma, szénanátha ellen** is eredményesen használhatók (Ueda és mtsai., 2002; Petti és Scully, 2009).

12. **Angiogenezist** (új véredények képződése) **gátló hatásuk** is bizonyítást nyert (Mariani és mtsai., 2008).

A rostok táplálkozás-élettani szerepe

A rost fogalma, összetétele

A szénhidrátok emészthetetlen komponensei a rost anyagok. Nyersrostként definiáljuk azokat az élelmiszerekben és takarmányokban található anyagokat, amelyek híg lúgokkal és savval meghatározott körülmények között történő kezeléskor nem oldódnak, nem bomlanak el. Étkezési rost vagy diétás rost fogalomban az oldhatatlan növényi részekkel együtt beleértjük az oldható, de a szervezet emésztő enzimeivel nem emészthető poliszacharidokat is. Az összefoglalóan rostnak nevezett anyagok sem kémiai, sem biológiai funkcióikat tekintve nem egységesek.

Az emberi emésztő-szervrendszer számára mobilizálhatatlan ún. diétás rost főbb komponensei az alábbiak:

- cellulózok
- hemicellulózok
- pektinek
- ligninek (polifenol monomerekből felépülő, emésztőenzimek lebontó tevékenységének ellenálló, antioxidáns hatású rostfrakció)
- növényi gumik
- növényi nyálkák
- inulin,
- rezisztens keményítő
- egyéb nem emészthető anyagok (fitinsav, kovasav, kutin, emészthetetlen fehérje).
(Salgó, 2001; Elleuch, 2011)

Egyes szerzők szerint a szintetikus vagy módosított szénhidrátok is az étkezési rostok közé tartoznak, mint pl. a polidextróz vagy a frukto-oligoszacharidok (Elleuch, 2011). Továbbá vannak szerzők (Borderías, 2005) akik az állati eredetű rostokat is ide sorolják.

A rost komponensek fontos fiziológiai szerepet játszanak az emberi táplálkozásban:

- abszorbeálják az emésztés során képződő összetevők egy részét (epesavak és szterin komponensek, méreganyagok stb.)
- jól kötik a vizet és az ionos komponenseket az emésztési folyamat során
- egyenletessé teszik a felszívódási folyamatot
- mechanikailag „tisztítják” a bélfelszínt

- csökkentik az emésztendő komponensek tranzit idejét a bélesatornában
- csökkentik a béltartalom sűrűségét és a bélnyomást
- kiválóan duzzadnak, megkötik a vizet és a zsírt, ezáltal ballasztanyagként, éhségérzet csökkentőként viselkednek (Salgó, 2001)
- csökkentik az étkezés utáni inzulinválaszt
- csökkentik az étkezés előtti koleszterinszintet (Elleuch, 2011)

A rostbevitel növelése számos előnyös egészségügyi hatással jár: csökkenti a szív-és érrendszeri megbetegedések kockázatát, a diabetes mellitus kialakulásának kockázatát, az elhízást, és csökkenti a rák kialakulásának kockázatát. (Mann, 2009) A gabonafélék (zab, árpa) vízoldható rostjai csökkentik a vér lipid szintjét. A rostbevitel laxatív (hashajtó) hatású lehet betegek ételmezése során. (Elleuch, 2011)

A rosttartalom mérésére számos különböző módszer ismeretes, ezek alapelvükben hasonlóak, ám néhány különbség miatt eltérő eredményeket adnak. A meghatározási módszer szerint megkülönböztetünk a nyersrostot, detergens rostot és diétás rostot.

Nyersrostnak nevezzük az egymást követő híg savas, majd lúgos hidrolízissel el nem bontható komponensek összességét. A mintát savas majd lúgos közegben hidrolizáljuk, zsírtalanítjuk, szárítjuk, majd hamvasztjuk.

A nyersrost-tartalmat a szárított maradék hamutartalommal korrigált értéke adja. A nyersrost általában a cellulóz, hemicellulóz és a lignin komponenseket tartalmazza, s a mérés során az ugyancsak rostalkotó emészthetetlen szénhidrátok (pektinek, nyálkák) elhidrolizálnak.

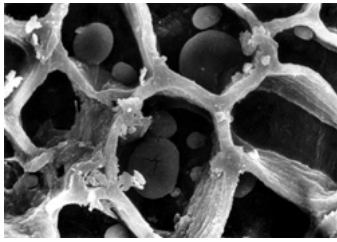
A detergens rost mérés során a fehérjéket nem lúgos hidrolízissel bontjuk, hanem detergens segítségével kioldjuk, így a maradék cellulózt, lignint valamint kevés pektint és hemicellulózt tartalmaz.

A diétás vagy étkezési rost mérése során az emberi emésztőrendszert modellezzük: az emberi emésztőenzimekkel - megfelelő körülmények között – emésztjük a vizsgálandó mintát. (Rodriguez, 2006)

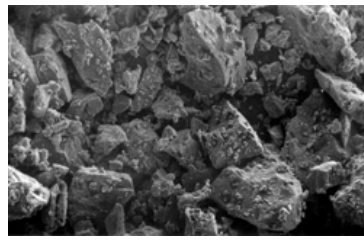
További csoportosítási szempont lehet az oldhatóság.

A **vízoldható** (vagy gélképző) komponensek (11/a kép) közé sorolható a pektin, guarumi, lignin. Ezek elsősorban a szénhidrát- és zsíryanycserében fejtik ki hatásukat.

A vízben nem oldódó rost (11/b kép) komponensek (pl. cellulózok, hemicellulózok) főként a bélrendszer működését befolyásolják a tranzitidő csökkentésével és a széklet mennyiségének növelésével.



11/a kép



11/b kép

Rostokban gazdag élelmiszerek választásánál figyelembe kell venni ezen rostalkotók különbözőségét. Egy gramm rost mindössze 2 kcal (8,4 kJ) energiát ad.

Rostbevitel

A rostoknak fontos szerepük van az emésztőrendszer egészséges működésében, hiányukban különböző anyagcsere rendellenességek alakulhatnak ki. A rostok előnyös fiziko-kémiai tulajdonságai (vízkötőképesség, toxikus anyagok abszorpciója, ioncserélő képesség) indokolják a rostban gazdag élelmiszerek fogyasztásának növelését. A napi bevitt azonban optimum szerint kell megválasztani, mivel a túlzott fogyasztás miatt romlik a tápanyag-hasznosulás, károsodhat a bélnyálkahártya, valamint csökkenhet a vitaminok és ásványi anyagok felszívódása.

A rostbeviteli értékek a nemek és az életkor függvényében változnak (6. táblázat), a javasolt mennyiség napi 30-40 g.

6. táblázat: Ajánlott napi rostbevitel korcsoportonként (Institute of Medicine, 2002)

Nem	Életkor	Ajánlott rostmennyiség (g/nap)
gyermek	1-8 év	19-25
Férfi	9-13 év	31
Férfi	14-50 év	38
Férfi	51 év <	30
Nő	9-18 év	26
Nő	19-50 év	25
Nő	50 év <	21

Nő	(terhesség idején)	28
Nő	(szoptatás idején)	29

A rostbeviteli ajánlások szorosan összefüggenek a szénhidrátok bevitelével kapcsolatos ajánlásokkal, mivel javasolt a szénhidrát bevitel nagyobb részét poliszacharidokból biztosítani a gyorsan felszívódó monoszacharidok, cukrok helyett. A dietetikusok véleménye szerint a napi rostbevétel 20-30%-át érdemes vízoldható rostokból fedezni (Elleuch, 2011).

7. táblázat: Gyümölcsfélék rosttartalma

Élelmiszer	Rosttartalom (g/100 g)
Alma	2,3
Ananász	1,4
Aszalt szilva	5,0
Banán	2,0
Citrom	5,3
Cseresznye	1,9
Szamóca	2,0
Görögdinnye	0,2
Kiwi	3,9
Körte	2,8
Málna	4,7
Mazsola	5,4
Meggy	1,0
Narancs	2,2
Nektarin	1,6
Őszibarack	1,7
Ribizli	3,5
Sárgabarack	2,0
Szilva	1,7

Az európai országokban növekszik a rostban gazdag, növényi eredetű táplálék bevitel, mivel ismertté vált, hogy a rostban gazdag élelmiszerek fogyasztása segít megőrizni az egészségünket. A beviteli értékek azonban országonként különböznek: a legalacsonyabb a

Skandináv országokban, míg a mediterrán országokban elegendő mennyiségű rostot fogyasztanak az emberek. (Cummings, 1996)

Egy Magyarországon készített, az élelmi rostban gazdag termékek fogyasztását vizsgáló felmérés (Szabó, 1997) azt mutatta ki, hogy a felnőtt lakosság 3%-a rendszeresen, 24%-a gyakran, 30%-a időszakosan fogyaszt rostban gazdag élelmiszereket, míg 36% ritkán, 7% szinte soha nem.

IRODALOMJEGYZÉK 1.

1. Agullo, G., Gamet-Payraastre, L., Manenti, S., Viala, C., Remesy, C., Chap, H. & Payraastre, B. (1997): Relationship between flavonoid structure and inhibition of phosphatidylinositol 3-kinase: A comparison with tyrosine kinase and protein kinase C inhibition. *Biochemical Pharmacology*, (53): p. 1649-1657.
2. Aherne, S. A. & O'Brien, N. M. (2002): Dietary flavonols: Chemistry, food content, and metabolism. *Nutrition*, (18) p.75-81.
3. Arora, A., Nair, M. G. & Strasburg, G. M. (1998): Structure-activity relationships for antioxidant activities of a series of flavonoids in a liposomal system. *Free Radical Biology and Medicine*, (24): p. 1355-1363.
4. Barak, V., Halperin, T., Kalickman, I. (2001): The effect of Sambucol, a black elderberry-based, natural product, on the production of human cytokines: I. Inflammatory cytokines. *Eur. Cytokine Netw.* 12. (2). p. 290-296.
5. Beattie, J., Crozier, A., & Duthie, G. (2005): Potential Health Benefits of Berries. *Current nutrition and Food Science* 1(1) p.71-86
6. Biacs, P. & Hidvégi, M. (1995): Kékszőlő antocianin színanyagainak vizsgálata. II. rész. *Élelmezési Ipar*, XLIX. (7), p. 205-207.
7. Bravo, L. (1998): Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, (56) p. 317-333.
8. Castaneda-Ovando, A., Pacheco-Hernandez, M. D., Paez-Hernandez, M. E., Rodriguez, J. A. & Galan-Vidal, C. A. (2009): Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, (113) p. 859-871.
9. Critchfield J. W., Butera S. T. & Folks T. M. (1996): Inhibition of HIV activation in latently infected cells by flavonoid compounds. *Aids Research and Human Retroviruses*, (12) p. 39- 46.
10. Eperjesi, I., Kállay, M., Magyar, I. (1998): *Borászat*. p. 281

11. Galati, G. & O'Brien, P. J. (2004): Potential toxicity of flavonoids and other dietary phenolics: Significance for their chemopreventive and anticancer properties. *Free Radical Biology and Medicine*, (37) p. 287-303.
12. Garcia-Lafuente, A., Guillamon, E., Villares, A., Rostagno, M. A. & Martinez J. A. (2009): Flavonoids as anti-inflammatory agents: implications in cancer and cardiovascular disease. *Inflammation Research*, (58) p. 537-552.
13. Gombkötő, G., Sajgó, M.. (1985): *Biokémia*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó
14. Guo, Q. N., Zhao, B. L., Li, M. F., Shen, S. R. & Xin W. J. (1996): Studies on protective mechanisms of four components of green tea polyphenols against lipid peroxidation in synaptosomes. *Biochimica Et Biophysica Acta-Lipids and Lipid Metabolism*, (1304) p. 210- 222.
15. Halliwell, B. (2001): Role of free radicals in the neurodegenerative diseases – Therapeutic implications for antioxidant treatment. *Drugs & Aging*, (18) p. 685-716.
16. Hanasaki, Y., Ogawa, S. & Fukui S. (1994): The correlation between active oxygens scavenging and antioxidative effects of flavonoids. *Free Radical Biology and Medicine*, (16) p. 845-850.
17. Harborne, J. B. & Williams, C. A. (2000): Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, (55) p. 481-504.
18. Havsteen, B. H. (2002): The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & Therapeutics*, (96) p. 67-202.
19. Heins, A., Stöckmann, H., Schwarz, K. (2001): Designing "Anthocyanin-tailored" food composition. In: *Biologically - active Phytochemicals in Food: Analysis, Metabolism, Bioavailability and Function*. Pfannhauser, W. et al. (Eds.), Royal Soc. Chem., Camebridge, p. 377 - 381
20. Hollman, P.C.H. & Katan, M.B. (1999): Dietary flavonoids: Intake, health effects and bioavailability, p 937-942.
21. Hollman, P.C.H. & Arts, I.C.W. (2000): Flavonols, flavones and flavanols - nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (80) p. 1081-1093.
22. Ishige, K., Schubert, D. & Sagara Y. (2001): Flavonoids protect neuronal cells from oxidative stress by three distinct mechanisms. *Free Radical Biology and Medicine*, (30) p. 433-446.
23. Kádár, Gy., Bakos, A. (1982): *Borászat*. p. 83.
24. Lang, A.E. & Lozano A.M. (1998): Parkinson's disease - First of two parts. *New England Journal of Medicine*, (339) p. 1044-1053.

25. Lampe, J.W. (1999): Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanisms of action in human experimental studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 70(3 Suppl.) p. 475-490
26. Lugasi, A. (2000): Az élelmiszereredetű flavonoidok potenciális egészségvédő hatása. *Orvosi Hetilap*, (141) p. 1751-1760.
27. Lugasi, A. & Blázovics A. (2004): Az egészséges táplálkozás tudományos alapjai, 4 Számú útmutató az egészség megőrzéséhez. *PXP Nyomda*, (Budapest).
28. Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C. & Jimenez L. (2004): Polyphenols: food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, (79) p. 727-747.
29. Mariani, C., Braca, A., Vitalini, S., De Tommasi, N., Visioli, F. & Fico G. (2008): Flavonoid characterization and in vitro antioxidant activity of *Aconitum anthora* L. (Ranunculaceae). *Phytochemistry*, (69) p. 1220-1226.
30. Miyagi, Y., Om, A.S., Chee, K.M. & Bennink, M.R. (2000): Inhibition of azoxymethane-induced colon cancer by orange juice. *Nutrition and Cancer-an International Journal*, (36) p. 224- 229.
31. Mojzis, J., Varinska, L., Mojzisova, G., Kostova, I. & Mirossay L. (2008): Antiangiogenic effects of flavonoids and chalcones. *Pharmacological Research*, (57) p. 259-265.
32. Pantelidis, G.E., Vasilakakis, M., Manganaris, G.A. & Diamantidis G. (2007): Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and cornelian cherries. *Food Chemistry*, (102) p. 777-783.
33. Petti, S. & Scully, C. (2009): Polyphenols, oral health and disease: A review. *Journal of Dentistry*, (37) p. 413-423.
34. Pietta, P.G. (2000): Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, (63):1035-1042.
35. Rechkemmer, G. (2000): Rote karte für Krebs – Pflanzenfarbstoffe hemmen tumoren. *Obstbau*. 25 (2) p. 84.
36. Rice-Evans, C.A., Miller, N.J. & Paganga, G. (1996): Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, (20) p. 933-956.
37. Rice-Evans, C.A., Miller N.J. & Paganga, G. (1997): Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2(4) p.152-159.
38. Robards, K. & Antolovich, M. (1997): Analytical chemistry of fruit bioflavonoids - A review. *Analyst*, (122):R11-R34.

39. Rigano, D., Formisano, C., Basile, A., Lavitola, A., Senatore, F., Rosselli, S. & Brtmo M. (2007): Antibacterial activity of flavonoids and phenylpropanoids from *Marrubium globosum* ssp *libanoticum*. *Phytotherapy Research*, (21) p. 395-397.
40. Slimestad, R. & Solheim, H. (2002): Anthocyanins from black currants (*Ribes nigrum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (50) p. 3228-3231.
41. So, F.V., Guthrie, N., Chambers, A.F., Moussa, M. & Carroll K.K. (1996): Inhibition of human breast cancer cell proliferation and delay of mammary tumorigenesis by flavonoids and citrus juices. *Nutrition and Cancer-an International Journal*, (26) p. 167-181.
42. Somers, T.C., Evans, M.M. (1977): Spectral evaluation of young red wines: Anthocyanin Equilibria, Total phenoles, free and Molecular CO₂ „chemical age”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 28. p. 279-287
43. Soobrattee, M.A., Neergheen, V.S., Luximon-Ramma, A., Aruoma, O.I. & Bahorun T. (2005): Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. *Mutation Research-Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, (579) p. 200-213.
44. Stinzinger, F.C., Carle, R., Wrolstad, R.E. (2002): Colour and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 50. (21) p.6172-6181.
45. Ueda, H., Yamazaki, C. & Yamazaki, M. (2002): Luteolin as an anti-inflammatory and antiallergic constituent of *Perilla frutescens*. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, (25) p. 1197-1202.
46. Viskelis, P., Rubinskiene, M., Jasutiene, I., Sarkinas, A., Daubaras, R. & Cesoniene, L. (2009): Anthocyanins, antioxidative, and antimicrobial properties of american cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) and their press cakes. *Journal of Food Science*, (74) p. 157-161.
47. Wang, H., Cao, G.H. & Prior, R.L. (1997): Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (45) p. 304-309.
48. Wang, H., Nair, M.G., Strasburg, G.M. (1999): Antioxidant and anti-inflammatory activities of anthocyanins and their aglycon, cyanidin, from tart cherries. *Journal of Natural Products*, 62(2) p. 294-296.
49. Wang, S.Y. & Lin, H.S. (2000): Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry,raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (48) p. 140-146.
50. Wen, X. & Walle, T. (2005): Preferential induction of CYP1B1 by benzo[a]pyrene in human oral epithelial cells: impact on DNA adduct formation and prevention by polyphenols. *Carcinogenesis*, (26) p. 1774-1781.
51. Williams, R.J., Spencer, J.P.E. & Rice-Evans, C. (2004): Flavonoids: Antioxidants or signalling molecules? *Free Radical Biology and Medicine*, (36) p. 838-849.

52. Yang, C.S., Sang S.M., Lambert J.D. & Lee M.J. (2008): Bioavailability issues in studying the health effects of plant polyphenolic compounds. *Molecular Nutrition & Food Research*, (52) p. 139-151.
53. Zhao, Z.H. & Moghadasian, M.H. (2008): Chemistry, natural sources, dietary intake and pharmacokinetic properties of ferulic acid: A review. *Food Chemistry*, (109) p. 691-702.

IRODALOMJEGYZÉK 2.

1. Abdul-Hamid, A., Luan, Y. S. (2000). Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran. *Food Chemistry* (68) 15–19.
2. Blecker, C., Chevalier, J. P., Van Herck, J. C., Fournies, C., Deroane, C., Paquot, M. (2001). Inulin: Its physicochemical properties and technological functionality. *Recent Research Development in Agricultural and Food Chemistry* (5) 125–131.
3. Bjerrum, K. S. (1996). New applications for pectins. *Food Technology* (3) 32–34.
4. Bollinger, H. (2001). Functional drinks with dietary fibre. *Fruit Proces* (12) 252–254.
5. Borderías, A. J., Sánchez-Alonso, I., & Pérez-Mateos, M. (2005). New application of fibre in foods: Addition to fishery products. *Trends in Food Science and Technology* (16) 458–465.
6. Cummings, J. H. (1996). Metabolic and physiological aspects of dietary fibre. Brussels: Commission of the European Communities.
7. Desmedt, A. Jacobs, H. (2001). Soluble fibre. In Guide to functional food ingredients (pp 112–140). Surrey, England: Food RA Leatherhead Publishing.
8. Elleuch M., Bedigian D., Roiseux O., Besbes S., Blecker C., Attia H., Elleuch M.: (2011) Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry* (124) 411–421.
9. Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estévez, A. M., Chiffelle, I., & Asenjo, F. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry* (91) 395–401.
10. Grigelmo-Miguel, M., Gorinstein, S., & Martin-Belloso, O. (1999). Characterization of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food Chemistry* (65) 175–181.
11. Grigelmo-Miguel, N., Martina-Belloso, O. (1999b). Influence of fruit dietary fiber addition on physical and sensorial properties of strawberry jams. *Journal of Food Engineering* (41) 13–21.
12. Institute of Medicine (2002) Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids (macronutrients) National Academy Press p.265-334

13. Mann, J. I., Cummings, J. H. (2009). Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases* (19) 226–229.
14. Mitchell, H. L. (2001). Fibre-enriched beverages and Litesse Registered. *Soft Drinks International*, 25–27.
15. Nelson, A. L. (2001). High-fiber ingredients: Eagan press handbook series. St Paul, MN: Eagan Press.
16. Prosky, L., Asp, N.-G., Scheweizer, T. F., DeVries, J. W., & Furda, I. (1988). Determination of insoluble and soluble, and total dietary fibre in foods and food products: Interlaboratory study. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* (71) 1017–1023.
17. Rodriguez R., Jimenez A., Fernandez-Bolanos J., Guillen R., Heredia A. (2006) Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Science & Technology* (17) 3–15
18. Salgó A. (2001) *Élelmiszerkémia és táplálkozás-tan I.* Műegyetemi Kiadó, Budapest
19. Sangnark, A., Noomhorm, A. (2004). Chemical, physical and baking properties of dietary fiber prepared from rice straw. *Food Research International*, 37, 66–74.
20. Selvendran, R. R., Robertson, J. A. (1994). Dietary fibre in foods: Amount and type. In R. Amado, & J. L. Barry (Eds.), *COST-92 Metabolic and physiological aspects of dietary fibre in food* (pp.11–20). Luxembourg: Commission of the European Communities.
21. Soukoulis, C., Lebesi, D., Tzia, C. (2009). Enrichment of ice cream with dietary fibre: Effects on rheological properties, ice crystallisation and glass transition phenomena. *Food Chemistry* (115) 665–671.
22. Szabó S. András és mtsai. 1997, Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék