

Polifenolok a csokoládében. Csokoládé: Áldás vagy átok?

KERTI KATALIN

Egyetemi tanársegéd, SZIE, Fizika-Automatika Tsz., 1118 Budapest, Somlói út 14–16.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kakaó és a belőle készült csokoládé élettani hatásait elsőként japán tudósok kezdték tanulmányozni, majd az amerikai kontinensen is fontos kutatási programok indultak e témában. A kutatás a csokoládében lévő polifenolok (antioxidánsok) azonosítására és mérésére, valamint a szív- és érrendszeri, illetve az immunfunkciókra kifejtett lehetséges jótékony hatásaira összpontosult, de elemezték a csokoládé zsírsavösszetételét, illetve annak hatását a vér koleszterinszintjére. Rájöttek, hogy bizonyos csokoládéknak nagyobb az antioxidáns hatása, mint a vörösbarnak, a zöldteának vagy az epernek, ami igen fontos lehet az egészségmegőrzés szempontjából.

ABSTRACT

The physiological effects of the cocoa and the cocoa based chocolate have been first studied by Japanese scientists but later on this field in the American Continent important research programs have been launched as well. The research work has been focused on the identification and measuring of the antioxidants (polyphenols) present in the chocolate as well as on their possible beneficial effects on the heart, the blood-vessel system and the immunological function, but the fatty acid composition of the chocolate has been also analyzed beside its impact on the cholesterol level of the blood. It has been found that the antioxidant affect of certain chocolates exceeds that of the red wine, the green tea or the strawberry, and this fact can be very important with regard to the health care.

ABSTRACT

The physiological effects of the cocoa and the cocoa based chocolate have been first studied by Japanese scientists but later on this field in the American Continent important research programs have been launched as well. The research work has been focused on the identification and measuring of the antioxidants (polyphenols) present in the chocolate as well as on their possible beneficial effects on the heart, the blood-vessel system and the immunological function, but the fatty acid composition of the chocolate has been also analyzed beside its impact on the cholesterol level of the blood. It has been found that the antioxidant affect of certain chocolates exceeds that of the red wine, the green tea or the strawberry, and this fact can be very important with regard to the health care.

ZUSAMMENFASSUNG

Die biologischen Wirkungen der Kakao und der davon hergestellte Schokolade wurden erstmal von japanischen Wissenschaftlern studiert, dann begannen auch auf dem amerikanischen Kontinenten wichtige Forschungsprogramme in diesem Thema. Die Forschung konzentrierte sich auf die Erkennung und Messung der in der Schokolade vorhandenen Polyphenolen (Antioxydanten) bzw. auf die möglichen wohltuenden Wirkungen der Immunfunktionen, analysiert wurden aber auch die Fettsäurezusammensetzung der Schokoladen und deren Wirkung auf die Cholesterinämie. Es wurde entdeckt, daß die Antioxydantwirkung bestimmter Schokoladensorten größer ist, als die des Rotweines, der Grüntee, oder des Erdbeeres, was sehr wichtig in Hinsicht der Aufbewahrung der Gesundheit sein kann.

Nagyon sokan szeretik a csokoládét, de a csokievést gyakran követi büntudat, mert úgy gondolják, hogy ez a zsíros táplálék nagyon káros: hizlal, pattanásokat kelt, rontja a fogat, fejfájást okoz. Ugyanakkor azt is tudjuk róla, hogy afrodisziákum és depressziócsökkentő szer.

A napjainkban folyó kutatások újabb és újabb érdekes összefüggéseket tárnak fel arról, hogy milyen összefüggés van a polifenolok és egészségünk megőrzése között.

A tanulmányozott polifenolok csoportjába tartoznak a flavonoidok, melyek az élelmiszerek széles körében megtalálhatók, pl. gyümölcsök, zöldségek, vörösbarn, tea és csokoládé. (1)

Az alábbi cikkben áttekintjük a csokoládében előforduló polifenolok kimutatási eljárásait, a biológiailag is hasznosítható polifenolok mennyiségét, az élettani hatásokat.

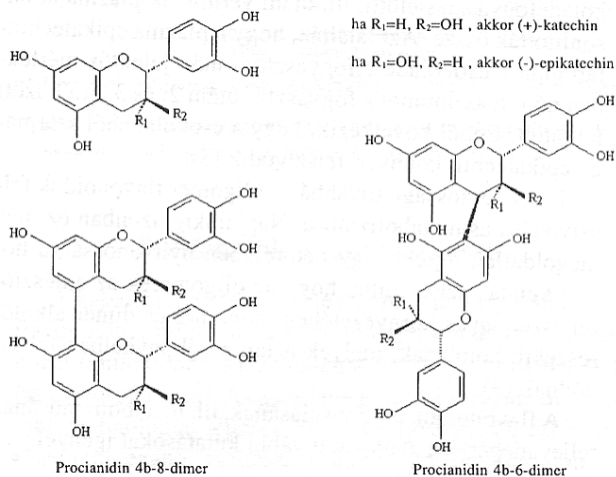
A polifenolok általános jellemzése

A polifenolok olyan vegyületek, melyek antioxidáns aktivitással rendelkeznek. A polifenolok osztályának legnagyobb csoportja a flavonoidok. Kutatások bizonyítják, hogy az antioxidánsok a szervezet oxigén-felhasználásának következtében kialakuló szabad gyökök megkötésével hozzájárulnak a szöveti sejtek ellenállóképességének növeléséhez.

Bár a polifenolok szinte minden növényi eredetű élelmiszerben jelen vannak, mennyiségük és szerkezeti felépítésük nagymértékben változó. A polifenolok jelenléte a növényben, ill. a növényi eredetű élelmiszerekben több tényezőtől függ, mint pl. érettség, fajta, feldolgozottsági állapot és tárolási körülmények (1).

Polifenolok kimutatása a csokoládében

A csokoládében többfajta polifenol is kimutatható. Köztük vannak például procianidinok, melyek közé tartozik a (-)epikatechin és a (+)katechin. Ezek a monomer egységek az alkotóelemei a komplex procianidin oligomereknek (2), melyek a kakaóban, és így a csokoládében is kimutathatók. (1. ábra)



1. ábra: Flavan-3-ol monomer és procianidin dimerek

Ezen nagyobb oligomer molekulák, amelyek a csokoládében előfordulnak, nem találhatók meg más élelmiszerben ilyen nagy mennyiségben. Fontos megjegyezni, hogy ezek a polifenolos alkotóelemek nemcsak kémiai reakciókban való részvételük, ill. a csokoládégyártás során az izkialakításban betöltött szerepük miatt fontosak, hanem valószínűsíthető fiziológiai hatásai miatt is.

Kutatások során specifikusan a kakaó és csokoládé polifenol-tartalmát mérték fel. Oszlopkromatográfiát és HPLC technikát alkalmazva *Porter és munkatársai* oligomer procianidinokat izoláltak kakaómasszából. (4). E módszer továbbfejlesztésével *Hammerstone és munkatársai* a kakaóból és kiválasztott csokoládékból többfajta monomer és oligomer procianidint mutattak ki (2). Ez az új, *Hammerstone és munkatársai* által kifejlesztett eljárás másfajta élelmiszerek procianidin-tartalmának meghatározására is alkalmas. (5). A polifenoloknak különböző típusai léteznek. A kakaóbab és a csokoládé nagy mennyiségben oligomer procianidint tartalmaz.

Egy, a *Lancet*-ben megjelent cikk arról számolt be, hogy a csokoládé katechinekben is gazdag, sőt a csokoládé katechintartalma a tea katechintartalmának mintegy négyszerese. A cikkre született válaszlevél azt sugallta, hogy a csokoládé eddig használatos kimutatási módszerekkel megadott polifenoltartalma valószínűleg alábecsült volt, hiszen a nagy mennyiségben előforduló oligomer polifenolok nem képezték részét a kimutatott mennyiségnek. Ezek az alkotórészek különösen fontosak valószínűsíthető kedvező élet-tani hatásai miatt, melyek különböznek a monomer alkotórészek hatásaitól (6, 7).

A polifenolok hasznosulása

Mielőtt a polifenolok kedvező élettani hatásairól beszélnék, először is tisztázni kell, hogyan hasznosulnak a polifenolok a szervezetben. Emésztőrendszerbeli viselkedésük ugyanis megszabja, hogy mennyire hasznosak az emberi szervezet működésében.

Richelle és munkatársai kutatásaik során vizsgálták a monomer epikatechin hasznosulását. A vizsgálat során csokoládéfogyasztás előtti, ill. utáni vérminták plazmáját hasonlították össze. Azt találták, hogy a plazma epikatechintartalma a csokoládé elfogyasztása után jelentős mértékben nőtt, maximumot a fogyasztás utáni 2. és 3. óra között mutatott. Ebből következik, hogy a csokoládéból származó epikatechin könnyen felszívódik (8).

Nagy fontosságú továbbá az oligomer flavonoidok felszívódása és metabolizmusa. Napjainkig azonban ez még megoldatlan rejtély. Egy nemrégiben nyilvánosságra hozott kutatás azt mutatta, hogy az oligomerek az emésztőrendszer savas környezetében monomer és dimer alkotórészekre bomlanak, melyek aztán a vékonybélben felszívódnak (9).

A flavonoidok hasznosulásának, ill. metabolizmusának teljes megértése azonban további kutatásokat igényel.

A polifenolok lehetséges hatásai az LDL oxidációra, a vérlemezkék összetapadására és az érrendszerre

Nemrégiben több tanulmány is napvilágot látott, melyben a polifenolfogyasztás és az általános egészségi állapot közötti összefüggést vizsgálták. Egyes tanulmányok arra a következtetésre jutottak, hogy a nagymértékű polifenolfogyasztás hozzájárul a szív- és érrendszeri megbetegedések elkerüléséhez. Eddigi ismereteink szerint a polifenolok a vérben gyorsítják a koleszterin kiürülését, stabilizálják az érfalak rugalmasságát biztosítandó rostokat, megakadályozva ezzel az érszűkületet, illetve a szívinfarktus kialakulását, valamint antioxidáns és gyökfogó hatást fejtenek ki (10, 11, 12).

A flavonoid-kutatás fontos hazai vonatkozása, hogy érfalvédő hatásukat elsősorban a szegedi iskola: Szent-Györgyi, valamint Gábor Miklós és munkatársai kutatásai bizonyították.

Az Egyesült Államokban és Argentínában elvégzett klinikai kísérletek azt mutatták, hogy flavonoidkímélő eljárással készített csokoládé fogyasztása csökkenti a zsírsavak oxidációját, azaz a lipid-peroxidok keletkezését, és előnyösen befolyásolja (azaz gátolja) a vérlemezkék összekapcsolódását és így a véralvadást. A lipidperoxidáció és véralvadás pedig hozzájárulhat a szív- és érrendszeri betegségek kialakulásához, így az ésszerű keretek között tartott csokoládéfogyasztás segíthet ezek kockázatának csökkentésében. Az egyik ilyen vizsgálat során bebizonyosodott, hogy a kakaó, illetve a csokoládé elfogyasztása után jelentősen megnövekedett az antioxidánsok koncentrációja a vérben, ami mindenképpen előnyös a szív- és érrendszeri betegségek megelőzése szempontjából.

Laboratóriumi körülmények között azt is sikerült bizonyítani, hogy a csokoládé csökkenti a vérben a „káros” koleszterin képződését. A kakaóvaj, és így a csokoládé, jelentős mennyiségű olajsavat, egy egyszerűen telítetlen zsírsavat tartalmaz, és emellett a telített zsírsavakhoz tartozó sztearin- és palmitinsavak is jelen vannak benne. A sztearinsav pedig egyes táplálkozástudományi vizsgálatok szerint csökkenti a véralvadást, és így segít a szív- és érrendszeri betegségek megelőzésében.

Jelenleg a legátfogóbb jellegű kutatást ezen a téren, a MARS cég támogatásával, amerikai kutatók végzik. A kutatások többsége egyelőre *in vitro* körülmények között zajlik, így a következtetéseket az emberi szervezetre fenntartásokkal kell fogadnunk. (13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21).

A polifenolok hatása az immunfunkciókra

Felmérő jellegű kutatások összefüggést mutattak antioxidánsok fogyasztása és az immunfunkciók között (22). A kutatásban *in vitro* körülmények között kakaómasszából kivont polifenolok (chocolate liquor polyphenols, CLP) hatását vizsgálták reaktív oxigéngyökökre. Úgy találták, hogy a kakaó-polifenolok gátolják a sejthártyákat és a bio-



1. kép: A kakaófa termése



2. kép: A kakaófa termése és benne a kakaóbab elhelyezkedése



3. kép: A szárított kakaóbab és őrleménye

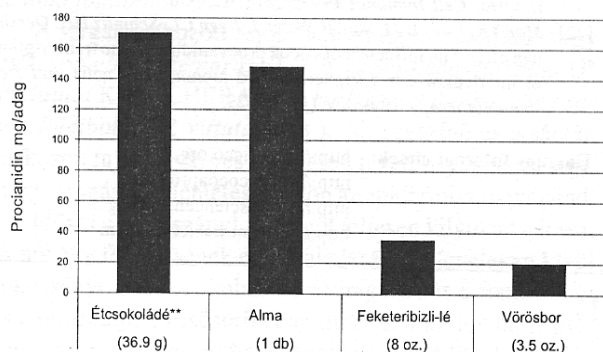
lógiai molekulákat károsító szabad gyökök képződését. Ez azért különösen lényeges, mert a szabad gyökös folyamatok sokféle betegség kialakulásához vezethetnek, beleértve a rákot, az érelmeszesedést, a gyomornyálkahártya-károsodást, valamint közrejárásnak az öregedésben. A tanulmány azt a következtetést vonta le, hogy az ismert antioxidáns hatáson túl a kakaó-polifenoloknak feltételezhetően immunszabályozó hatásuk is van (22,23).

Ezek a kutatások azonban egyelőre kezdeti fázisban vannak, a csokoládé-fogyasztás feltételezett hatásai közötti összefüggések igazolására további kísérletek szükségesek.

Polifenolok az élelmiszerekben

A polifenolok széles körben megtalálhatók az élelmiszerekben, elsősorban a növényi élelmiszerekben. A zöldegek, gyümölcsök antioxidáns tartalma mellett általánosan ismert például a bor, elsősorban a vörösbor nagy flavonoid tartalma.

A legújabb kutatások szerint a kakaó természetes formában koncentráltan tartalmazza a flavonoidokat, melyek a csokoládéban is jelen lehetnek, feltéve, hogy az megfelelő, flavonoidkímélő eljárással készült. A csokoládégyár-

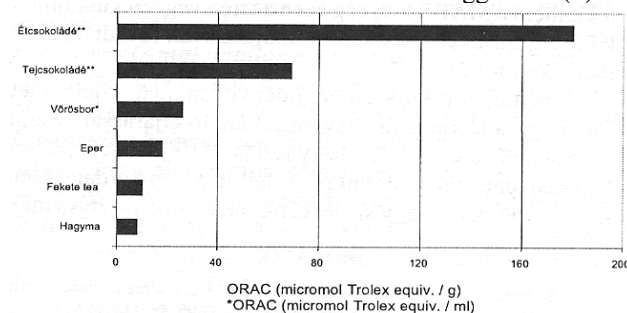


** Cocopro™ eljárással (flavonoidkímélő) készített csokoládé esetében
2. ábra: Széles körben fogyasztott élelmiszerek procianidin-tartalma. (3)

tási műveletek (pl. fermentálás, pörkölés) ugyanis csökkentik a nyers kakaóbab flavonoid tartalmát.

Egy nemrégiben, a *Journal of Nutrition* folyóiratban megjelent tanulmány (4) megadta egyes élelmiszerek procianidintartalmát (2. ábra).

A szabad gyök-megkötő képesség (oxygen radical absorbance capacity, ORAC) alkalmas az egyes élelmiszerek feltételezhető antioxidáns aktivitásának jellemzésére (3. ábra). Egy, a *Journal of Agriculture and Food Chemistry*-ben közzétett tanulmány szerint a csokoládé flavonoidjai és az ORAC értékek között szoros összefüggés van (5).



** Cocopro™ eljárással (flavonoidkímélő) készített csokoládé esetében
3. ábra: Szabad gyök-megkötő képesség (oxygen radical absorbance capacity, ORAC) flavonoid-tartalmú élelmiszereknél (5, 6, 7, 8)

Polifenolok a csokoládéban

A kakaóbabban természetes formában megtalálhatók a flavonoidok, mint a növény természetes védelmének eszközei (antioxidánsok). Jelenlétük miatt a nyers kakaóbab íze csípősen fanyar. A csokoládé gyártási folyamatai során több technológiai lépésen keresztül igyekeznek ezt az ízt eltüntetni, ezáltal azonban csökken a polifenoltartalom is.

Vegyük sorra a polifenoltartalmat leginkább befolyásoló technológiai lépéseket.

Fermentáció — ez a feldolgozás első lépése, mely döntő hatással van a polifenoltartalomra, s így a csokoládé ízére. Minél hosszabb ideig fermentálják a kakaóbabot, annak íze annál kevésbé csípős, ugyanakkor annál kisebb a polifenoltartalma.

Szárítás — a megfelelő szárítás szintén szerepet játszik a csokoládé ízének kialakításában. A modern technológiai eljárásokban előtérbe került a mechanikus szárítás a hagyományos napon való szárítással szemben. A polifenoltartalom, bármelyik eljárást is válasszuk, csökken.

Pörkölés — a pörkölés hőmérséklete és ideje szignifikáns hatással van a csokoládé ízére és polifenoltartalmára. Nagy hőmérsékleten vagy kisebb hőmérsékleten, de hosszabb ideig végzett pörkölés egyaránt nagymértékben csökkenti a polifenoltartalmat.

Alkalizálás — bizonyos eljárás során néha sor kerül a csokoládé, ill. a kakaópor alkalizálására (lúgosítás). Az eljárás során a termék pH-értéke megnő, ami negatív hatással van a polifenoltartalomra.

Konsolás — e technológiai lépés minimális hatással van a polifenoltartalomra, elsősorban a csokoládé ízének egységesítésére, a textúra kialakítására szolgál.

A csokoládé-gyártók eddig a kakaóbab kiválasztásakor elsősorban az ízbeli kívánalmaknak kívántak megfelelni. Azonban mióta a kutatások azt bizonyítják, hogy a kakaópolifenoloknak egészségmegőrző hatása van, egyre inkább előtérbe kerül olyan eljárások kifejlesztése, amelyek gondoskodnak a polifenol-szint megtartásáról. Éljenjórónak tekinthető a MARS Inc. cég ezen a téren végzett kutatómunkája. Eljárásukat *Cocoapro™* márkanéven levédtek, s termékeiken feltüntették.

A bemutatott kutatási eredmények alapján kijelenthetjük, hogy a kakaó-, ill. flavonoidkímélő eljárással készült csokoládék mértékletes fogyasztása kifejezetten pozitív hatással lehet egészségünkre, és lelkiismeret-furdalást sem kell éreznünk egy-egy szelet csokoládé elfogyasztása után.

IRODALOM

- [1] *Bravo L.*: Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev* 1998;56(11):317–33.
- [2] *Hammerstone JF, Lazarus S, Mitchell A, Rucker R, Schmitz H.*: Identification of procyanidins in cocoa (*Theobroma cacao*) and chocolate using high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *J of Agric Food Chem* 1999; 47: 490–6.
- [3] *Clapperton J, Hammerstone JF, Romanczyk LJ, Yow S, Chan J, Lim D, Lockwood R.*: Proceedings, 16th International Conference of Groupe Polyphenols, Lisbon, Portugal, Groupe Polyphenols, Naorbonne, France, 1992, Tome II, 112–115.
- [4] *Porter LJ, Ma Z, Chan BG.*: Cacao procyanidins: major flavonoids and identification of some minor metabolites. *Phytochemistry* 1991; 30(5):1657–63.

- [5] *Lazarus SA, Adamson GE, Hammerstone JF, Schmitz HH.*: High Performance Liquid Chromatography/Mass Spectrometry Analysis of Procyanidins in food stuffs. *J. Agric Food Chem.* 1999, 47, 3693–3701
- [6] *Arts IC, Hollman PC, Kromhout D.* Chocolate as a source of teaflavonoids. *Lancet* 1999;354:488.
- [7] *Lazarus S, Hammerstone JF, Schmitz HH.*: Chocolate contains additional flavonoids not found in tea. *Lancet* 1999; 354:1825.
- [8] *Richelle M, Tavazzi I, Enslin M, Offord EA.*: Plasma kinetics in man of epicatechin from black chocolate. *Eur J Clin Nutr* 1999; 53(1):22–26.
- [9] *Knekt P, Jarvinen R, Reunanen A, Maatela J.*: Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: a cohort study. *Brit Med J* 1996;312:478–81.
- [10] *Hertog M, Kromhout D, Aravanis C, et al.*: Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet* 1993;342:1007–11.
- [11] *Hollman PC, Hertog MGL, Katan MB.*: Role of dietary flavonoids in protection against cancer and coronary heart disease. *Biochem Soc Transact* 1996; 24: 785–9.
- [12] *Ross R, Epstein FH, ed.* Atherosclerosis: an inflammatory disease. *N Engl J Med* 1999;340:115–126.
- [13] *Kondo K, Hirano R, Matsumoto A, Igarashi O, Itakura H.*: Inhibition of LDL oxidation by cocoa. *Lancet* 1996;348:1514.
- [14] *Waterhouse A, Shirley R, Donovan J.* Antioxidants in chocolate. *Lancet* 1996;348:834.
- [15] *Van Het Hof KH, Wiseman SA, Yang CS, Tijburg LBM.*: Plasma and lipoprotein levels of tea catechins following repeated tea consumption. *Proc Soc Exp Biol Med* 1999;220:203–9.
- [16] *Bearden M, Pearson D, Rein D, Chevaux K, Carpenter D, Keen C, Schmitz H.*: Potential cardiovascular health benefits of procyanidins present in chocolate and cocoa. *Proc of the Am Chem Soc* (in press).
- [17] *Rein D, Pearson DA, Paglieroni T, Wun T, Schmitz HH, Keen CL.*: Modulation of platelet activation by dietary polyphenols in vitro. 1998 (Abstract, in press).
- [18] *Fraga CG, Rein D, Lotitto S, Schmitz HH, Keen CL.*: Effects of chocolate consumption: serum antioxidant capacity and blood flavonoids. Abstract presented at a symposium during 2000 Annual Meeting and Science Innovation Exposition of the American Association for the Advancement of Science (AAAS), Washington, DC, February 2000.
- [19] *Keen CL, Rein D, Wun T, Pearson DA, Schmitz HH, Gosselin R, Paglieroni TG.*: Effects of cocoa consumption: platelet aggregation and activation. Abstract presented at a symposium during 2000 Annual Meeting and Science Innovation Exposition of the American Association for the Advancement of Science (AAAS), Washington, DC, February 2000.
- [20] *Schramm DD, Wang JF, Schmitz HH, Keen CL.*: Chocolate procyanidins mediate cardioprotective effects in humans. Abstract presented at the 219th Annual Meeting of the American Chemical Society (ACS), San Francisco, CA, March 2000.
- [21] *Sanbongi C, Suzuki N, Sakane T.*: Polyphenols in chocolate, which have antioxidant activity, modulate immune functions in humans in vitro. *Cell Immunol* 1997;177(2):129–36.
- [22] *Mao TK, Powell JJ, Van de Water J, Keen CL, Schmitz HH, Gershwin ME.*: The influence of cocoa procyanidins on the transcription of interleukin-2 in peripheral blood mononuclear cells. *Intl J of Immunotherapy* 1999;XV (1): 23–29.

Hasznos Internet címek: <http://www.icco.org>,
<http://www.cocoapro.com>
<http://www.sciencenews.org>
<http://www.newscientist.com>

HÍRDESSZEN FOLYÓIRATUNKBAN!

PUT YOUR AD IN OUR PERIODICAL!

WERBEN SIE IN UNSERER ZEITSCHRIFT!