

A különleges és egyedi polifenol-összetételű meggy egészségi hatásai

Hegedűs Attila dr.¹ ■ Papp Nóra dr.²
Blázovics Anna dr.³ ■ Stefanovitsné dr. Bányai Éva²

Szent István Egyetem, ¹Kertészettudományi Kar, Genetika és Növénynevelés Tanszék,

²Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszék, Budapest

³Semmelweis Egyetem, Gyógyszerésztudományi Kar, Farmakognóziai Intézet, Budapest

A gyümölcsök kedvező egészségi hatását egyre több tanulmány támasztja alá, ami elsősorban a gyümölcs héjában és húsában akkumulálódó polifenolos vegyületeknek tulajdonítható. Ezek transzkripció, poszttranszkripcionális és epigenetikai szintű hatása egyaránt bizonyított. Mivel a gyümölcsfogyasztás mértéke világszerte elmarad az ajánlott mennyiségtől, egy új megközelítés a kedvező vegyületekben gazdagabb, úgynevezett szupergyümölcsök fogyasztását javasolja. A magyar gyümölcsfajták összehasonlító vizsgálata kimutatta, hogy ugyanazon faj fajtái (eltérő genotípusok) között jelentős mértékű variabilitás jelentkezik számos polifenolos vegyületcsoport mennyiségében. Azonosítottunk olyan meggygenotípusokat (például 'Pipacs 1' és 'Fanal'), melyek összes polifenoltartalma jelentősen meghaladja a többi fajtára jellemző értékeket. A különböző meggyfajták eltérő polifenoltartalmú gyümölcsseinek fiziológiai hatását alimentáris eredetű hyperlipidaemiás modellen, hím Wistar-patkányokon vizsgáltuk. A meggyfogyasztás fajtánként eltérő következménnyel járt: a 'Pipacs 1' és a 'Fanal' már 10 napos kezelést követően több, mint 30%-kal mérsékelte a vérplazma összkoleszterinszintjét, míg az 'Újfehértói fürtös' nem okozott szignifikáns csökkenést. A két előbbi fajta kedvező hatása a szérum más lipidparamétereiben és a máj hisztológiai vizsgálata során is kimutatható volt. Ezen eredmények alapján nemcsak néhány bogyós és trópusi gyümölcs tekinthető szupergyümölcsnek, hanem a csonthéjas gyümölcsök bizonyos genotípusai is. Ezek valóban markánsabb fiziológiai hatást gyakorolnak. Mivel a 'Pipacs 1' szintelen polifenolokban (például fenolsavak, izoflavonoidok), a 'Fanal' antocianinokban gazdag, az alimentáris eredetű zsírmájjal szembeni védőhatásban több, különböző polifenolos vegyület szerepe valószínűsíthető. *Orv Hetil.* 2018, 159(18): 720–725.

Kulcsszavak: antocianin, genisztein, gyümölcsfogyasztás, meggy, polifenolok

Health effects of sour cherries with unique polyphenolic composition in their fruits

Health effects of fruit consumption are confirmed by many studies. Such effects are attributed to the polyphenolic compounds accumulating in fruit skin and mesocarp tissues. They contribute to the regulation on transcriptional, post-transcriptional and epigenetic levels. Since people consume much less fruits than the recommended quantities, a new approach includes the promotion of super fruits that are extremely rich sources of specific health compounds. A comparative analysis of Hungarian stone fruit cultivars detected a huge variability in fruit *in vitro* antioxidant capacity and total polyphenolic content. Two outstanding sour cherry cultivars ('Pipacs 1' and 'Fanal') were identified to accumulate elevated levels of polyphenolic compounds in their fruits. Sour cherries with different polyphenolic compositions were tested against alimentary induced hyperlipidemia using male Wistar rat model. Consumption of cherry fruit had different consequences for different cultivars: consumption of 'Pipacs 1' and 'Fanal' fruits resulted in 30% lower total cholesterol levels in the sera of hyperlipidemic animals after only 10 days of treatment. However, the consumption of 'Újfehértói fürtös' fruit has not induced significant alterations in the same parameter. Other lipid parameters also reflected the short-term beneficial effects of 'Pipacs 1' and 'Fanal' fruits. We suggest that not only some tropical and berry fruits might be considered as super fruits but certain genotypes of stone fruits as well. These have indeed marked physiological effects. Since 'Pipacs 1' and 'Fanal' are rich sources of colourless polyphenolics (e.g., phenolic acids and isoflavonoids) and anthocyanins, respectively, the protective effects associated with their consumption can be attributed to different polyphenolic compounds.

Keywords: anthocyanin, genistein, fruit consumption, sour cherry, polyphenolics

Hegedűs A, Papp N, Blázovics A, Stefanovitsné Bányai É. [Health effects of sour cherries with unique polyphenolic composition in their fruits]. *Orv Hetil.* 2018; 159(18): 720–725.

(Beérkezett: 2017. december 15.; elfogadva: 2018. január 4.)

Rövidítések

COX = ciklooxigenáz; FRAP = (ferric reducing antioxidant power) vasredukáló kapacitás; LDL = (low-density lipoprotein) kis sűrűségű lipoprotein; mmol AS/l = millimól aszkorbinsav per liter; ORAC = (oxygen radical absorbance capacity) oxigéngyökfogó kapacitás; TEAC = (trolox equivalent antioxidant capacity) trolox-egyenértékű antioxidáns kapacitás

A közelmúltban néhány olyan nagy esetszámú, hosszú időtartamú nyomon követéses vizsgálat eredményét közölték, melyek a gyümölcsfogyasztás kedvező hatását igazolták számos betegség megelőzése terén [1, 2]. E hatásért a gyümölcsökben felhalmozódó fitokémikáliák tehetők felelőssé. Ezek nagy része (például a flavonoidok) *in vitro* erős antioxidáns, de ennek szerepe a fiziológiai hatás szempontjából egyre kétségesebb. Jelenleg a flavonoidok más tulajdonságait (például immunmoduláns és gyulladáscsökkentő, antivirális, antibakteriális, tromboziszgátló hatás) tartják meghatározónak [3]. Igazolták epigenetikai hatásait is. A meggy antocianin-glikozidjai például jelentős mértékű ciklooxigenázgátlást mutatnak [4]. Állatkísérletekben a liofilizált meggy hatására csökkent valamennyi, hyperlipidaemiára utaló paraméter [5].

A Rákkutatási Világalap napi 600 g zöldség- és gyümölcsfogyasztást ajánl a daganatos betegségek megelőzése érdekében. Magyarországon ez az érték 300–400 g [6]. Az elmúlt évtizedekben számos országban hirdettek kampányt a gyümölcsfogyasztás populációsintéző fokozásáért. Ezek zöme jelentősebb eredmény nélkül zárult [7]. Alternatívát jelenthet a „szupergyümölcs” fogalommal jellemezhető megközelítés: olyan gyümölcsök fogyasztása, melyek egészségvédő anyagokban gazdagabbak. Kutatómunkánkat ilyen genotípusok azonosítására, ezek *in vitro* jellemzésére és *in vivo* hatásának vizsgálatára fókuszáljuk.

A meggy polifenolos vegyületeinek jellemzése és helye a csonthéjas gyümölcsök között

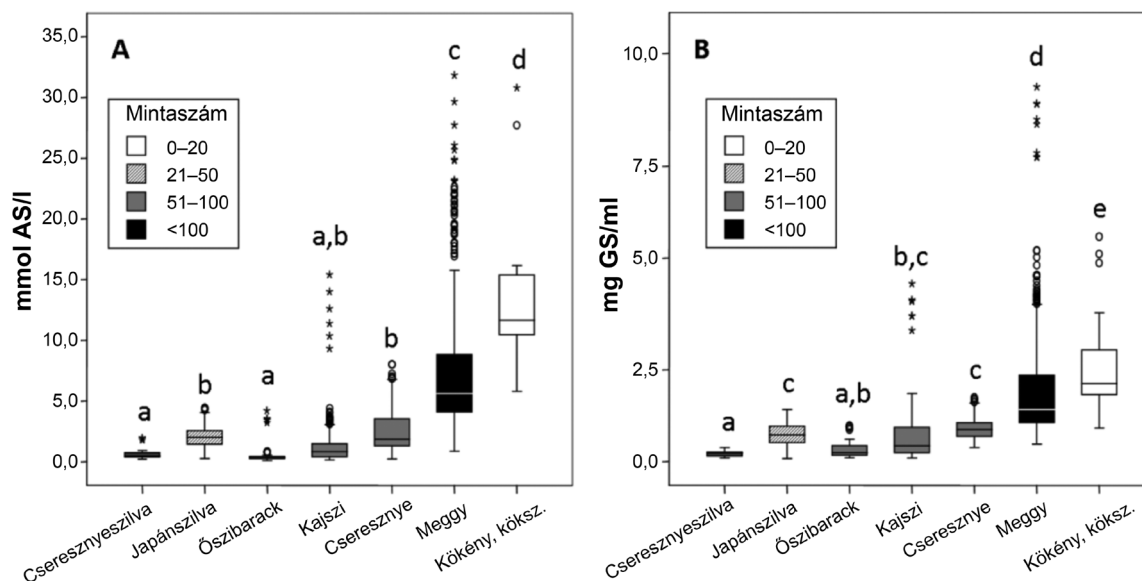
A meggy és a belőle készített termékek összes antioxidáns kapacitását számos módszerrel (FRAP, TEAC, ORAC stb.) vizsgálták [8–10]. A magyar meggyfajták és néhány bosnyák klón gyümölcsének vízdoldható és zsírdoldható antioxidáns kapacitását *Veres és mtsai* [11] jellemezték Photochem (Analytik Jena AG, Jéna, Németor-

szág) készülékekkel. A fajták közül a 'Csengődi' és a 'Kántorjánosi' mutatta a legnagyobb antioxidáns kapacitást. A 'Csengődi' antocianintartalma is kimagaslónak bizonyult tíz meggyfajta vizsgálatkor [12].

A meggy számos különböző antioxidáns hatású vegyületet tartalmaz, ezek közül a legjelentősebbek a melatonin [13], a perillil-alkohol, az ellagsav és a flavonoid komponensek [14], köztük az antocianinok [15–18]. A gyümölcshús és -lé színe (antocianintartalma) alapján a meggyfajták két csoportba sorolhatók: az egyik csoportba az úgynevezett amarella meggyek tartoznak (a gyümölcshús világos, a leve csaknem színtelen), míg a morello típusú meggyeket sötétpiros hússzín jellemzi, és festő levűek [19]. A meggy legnagyobb antioxidáns kapacitást mutató vegyületei közül a kempferolt és a melatonin 2:1 arányban, a cianidin-rutinozidot és az izoramnetin-3-rutinozidot 1:4 arányban erős szinergista hatás jellemzi [20].

A 'Montmorency' meggyfajta polifenolos vegyületei közül a flavanolok a meghatározó csoport, melyek stabilitását a feldolgozás nem befolyásolja [21]. Olasz meggyfajtákban a színtelen flavonoidok és kinasavszármazékok jelentős antioxidáns kapacitását igazolták [22]. Kimutatták, hogy a C-vitamin- és az antocianintartalom kisebb mértékben befolyásolja az antioxidáns kapacitást, mint az összpolicifol-tartalom [23]. A több évjárat során számos fajta esetében vizsgált gyümölcsökre jellemző adatok kéttényezős varianciaanalízise igazolta, hogy a meggy antioxidáns kapacitásának kialakításában meghatározó a genetikai háttér.

Hegedűs vizsgálataiban [24] nyolc különböző csonthéjas faj eltérő számú genotípusát hasonlította össze a meggyfajták gyümölcsének antioxidáns kapacitásával és összpolicifol-tartalmával. Kilenc faj összesen 133 fajtája került jellemzésre. A kivonatok közel 100 g friss tömegű, magozott, de a héjától meg nem fosztott gyümölcsből készültek. Az antioxidáns hatást jellemző paramétereket, például a FRAP-értéket és az összpolicifol- és C-vitamin-tartalmat a *Hegedűs és mtsai* [25] által leírt módon határozta meg. A szignifikanciavizsgálat alapján az antioxidáns kapacitás szempontjából a fajok a cseresznye-szilva = őszibarack < kajszai < japánszilva = cseresznye < meggy < kökény sorrendbe voltak állíthatók (*I. ábra*). Az összpolicifol-tartalom szerint is hasonló sorrend mutatkozott. Minden faj esetében azonosíthatók voltak olyan genotípusok (fajták), melyek kiemelkedő értékeket mutattak. Ezek közé tartoznak például a 'Pipacs 1' és 'Fanal' meggyfajták.



1. ábra A csonthéjas gyümölcsök antioxidáns kapacitásának (A) és összpolicfenol-tartalmának (B) *boxplot* diagramja. A *box* közepén látható vonal a középső érték (*medián*). A körök és csillagok a szélső értékeket mutatják. A különböző betűvel jelölt fajok átlaga egymástól szignifikánsan ($p \leq 0,05$) különbözik. Az ábra a [24]-es irodalmi hivatkozás felhasználásával készült

A legnagyobb antioxidáns kapacitás a 'Pipacs 1' gyümölcsét jellemezte: a 20 mmol AS/l fölötti értékek közel négyszer nagyobbak bizonyultak az 'Újfehértói fürtös' értékeinél. Korábbi, azonos módszertani háttérrel elvégzett vizsgálataink alapján ez az érték többszörösen felülmúlja az alma, a szamóca, a málna és a piros ribiszke átlagos antioxidáns kapacitását, és eléri a feketeribiszke-fajták gyümölcsére jellemző antioxidáns kapacitás értékeinek (24–33 mmol AS/l) alsó határát [26]. A fajta ilyen mértékben kiemelkedő antioxidáns kapacitása meglepő volt, hiszen *amarella* típusú gyümölcse antocianinban szegény. Ehhez hasonlóan, a szintén világos gyümölcshúsú, sárga-piros tarka gyümölcsű, nem festő levű 'Feradador' cseresznyefajta antioxidáns kapacitása felülmúlta több, antocianinban gazdag cseresznye antioxidáns kapacitását [27]. Ennek alapján a szintelen polifenoloknak óriási jelentőségük lehet a 'Pipacs 1' gyümölcsök antioxidáns kapacitásának kialakításában.

Munkánk következő lépése a kiemelkedő polifenoltartalmú meggyfajták ('Pipacs 1', 'Fanal') gyümölcsének nagy antioxidáns kapacitásáért felelős polifenolos vegyületek azonosítása volt. A 'Pipacs 1' gyümölcsében több fenolsav és geniszteinszármazék volt azonosítható jelentősen nagyobb mennyiségben, mint más fajtákban [28]. A genisztein-7-O- β -glükózid 0,5–5,8 mg/kg friss-tömeg-koncentrációban volt kimutatható. A 'Fanal' meggyfajta esetében az antocianintartalom bizonyult kiemelkedőnek [29].

A meggy bioaktív anyagainak egészségi hatása

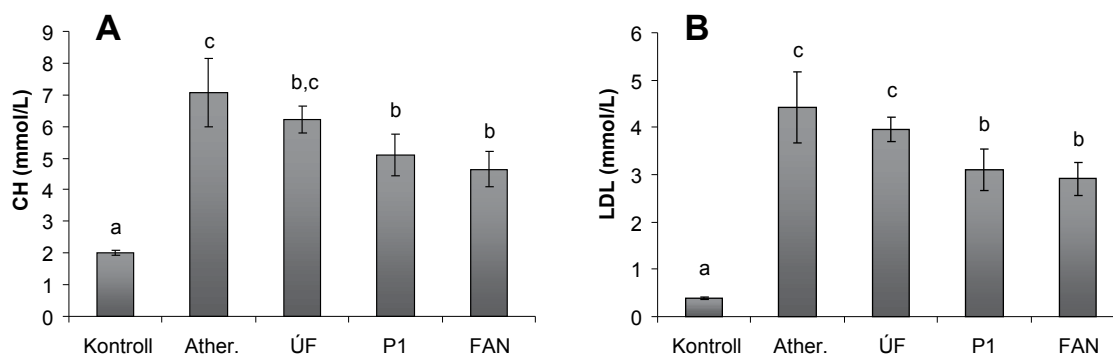
A meggy gyümölcsének és fontosabb biológiai hatással rendelkező vegyületeinek egészségi hatásairól *McCune és mtsai* [30] készítettek átfogó tanulmányt. A meggy an-

tocianin-glükozidjai jelentős mértékű ciklooxygenázgátlást mutattak [31], melyekről később igazolták, hogy kísérleti állatokban hatékonyan csökkentik a gyulladással eredetű fájdalomérzetet [32]. A sűrítmenyéből visszahígított gyümölcslé gátolta a ciklooxygenáz-2 (COX2) enzimet az egerek májában és vérében, de nem mutatott ilyen hatást az agysejtekben [33]. A meggy COX-gátló hatása megegyezett közel 10 μ M ibuprofen gátlóhatásával [4].

Humán kísérletek alapján igazolódott, hogy a túlzott fizikai igénybevételből eredő izomsérülések kialakulása is mérsékelhető meggylé fogyasztásával [34]. A nyálban megtalálható, káros baktériumokkal szemben megnyilvánuló antibakteriális hatás a meggy érésével, az antocianinfelhalmozódás menetével párhuzamosan fokozódott [35]. A legerősebb hatást a legnagyobb antocianintartalmú 'Érdi jubileum' fajta mutatta. Ezenkívül a meggyből izolált antocianin és annak cianidin aglikonja mérsékelte az egér emésztőszervi daganatsejtek és humán vastagbél-daganatsejtek növekedését [17]. *Khoo és mtsai* [36] Dániában termesztett meggyfajták gyümölcsének antioxidáns és daganatellenes hatását hasonlították össze. A 'Fanal' egyike volt a legkiemelkedőbb fajtáknak mindkét szempontból.

Különböző meggyfajták gyümölcsének hyperlipidaemia elleni védőhatása

Papp és mtsai [29] a meggy *in vivo* fiziológiai hatásának vizsgálatához hím Wistar-patkányokat használtak, melyeket négy csoportba osztottak, csoportonként 5-5 állattal. Az alimentáris zsírmáját a hagyományos táp 1% koleszterinnel, 11% napraforgóolajjal és 0,3% kólsavval történő kiegészítésével érték el. A meggy hatásának vizsgálatához a zsírdús táp mellé liofilizált, porrá őrölt



2. ábra | A meggy hyperlipidaemia elleni védőhatása. A vérplazma (A) összkoleszterin (CH)- és (B) LDL-koleszterin-szintje. Kontroll: fiatal hím Wistar-patkányok normáltápon. Atherogen csoport: zsírdús tápon nevelt patkányok. Az ÚF-csoport esetén a zsírdús tápot az 'Újfehértói fürtös', a P1-csoportnál a 'Pipacs 1', a FAN-csoportban a 'Fanal' meggyfajta liofilizált gyümölcsével (0,75 g/nap) egészítettük ki. A kezelés 10 napig tartott. Az ábra a [29]-es irodalmi hivatkozás felhasználásával készült

meggyet (0,75 g/nap) adtak, a kezelés 10 napig tartott. A vizsgálatokhoz három meggyfajta gyümölcsét használták: a kiemelkedő antioxidáns kapacitású és polifenoltartalmú 'Pipacs 1' és 'Fanal' meggy, valamint a jelentősen kisebb polifenoltartalmú 'Újfehértói fürtös' fajta gyümölcsét.

A vérplazma összkoleszterinszintjét a 'Pipacs 1' és a 'Fanal' fajta fogyasztása 10 napos kezelést követően több mint 30%-kal mérsékelte, míg az 'Újfehértói fürtös' nem okozott szignifikáns csökkenést (2. ábra). Az LDL-koleszterin mennyiségében ugyanez a tendencia volt kimutatható.

Seymour és mtsai [5] is beszámoltak a meggy antihyperlipidaemiás hatásáról egy hosszabb időtartamú kísérletben. *Papp és mtsai* [29] eredményeinek újdonsága abban rejlik, hogy bizonyítják: a különböző mennyiségű polifenolt felhalmozó meggyek fiziológiai hatása eltérő. Ugyanakkor érdekes további vizsgálatokra ad alapot az a tény, hogy a nagy antocianintartalmú 'Fanal' és az antocianinban szegény, de más polifenolokban (izoflavonoidok, fenolos savak) gazdag 'Pipacs 1' kedvező hatása gyakorlatilag azonos mértékűnek bizonyult vizsgálatunkban.

Mivel az atherosclerosis kialakulásának meghatározó kockázati tényezője az LDL-koleszterin megemelkedett mennyisége [37], a vizsgálatainkban kiválasztott fajtáknak mint szupergyümölcsöknek szerepük lehet egy egészségtámogató étrend kialakításakor. A lehetőségek tárházát tovább bővíti, hogy a polifenolok számos más betegséggel szemben (például bizonyos daganatok, szív- és érrendszeri betegségek) is védelmet nyújthatnak [2, 3, 38], így a vizsgálatokat széles körben tovább kell folytatni. Az antocianinok kedvező egészségi hatásai is jól ismertek [2, 17, 31, 39], így a 'Fanal' és más morello típusú fajták alkalmazása is szélesebb körű lehet.

Például a vásárosnaményi szelektált meggyklónok (VN) kiemelkedő antocianintartalma gyakorlatilag fekete színű gyümölcshúst eredményez. A VN1-klón antocianintartalma ötször nagyobb, mint az 'Újfehértói fürtös' fajtáé [23], míg a VN7-klón antocianintartalma valami-

vel kisebb volt. Cukortartalma azonban jelentősen elmaradt a VN1 gyümölcsétől. Amennyiben ez az eltérés különböző évjáratokban stabilan kimutatható (ennek megállapításához további vizsgálatok szükségesek), a VN7 gyümölcsét speciális táplálkozási igények kielégítésére használhatnánk (például cukorbetegség diétája során). A meggy glikémiás indexe (22) jelentősen elmarad a többi csonthéjas gyümölcshöz képest (39–57), amit feltehetően a meggy bioaktív vegyületei által kiváltott vércukorcsökkentő hatás és a rosttartalom magyaráz [30]. Mindez tovább erősíti annak esélyét, hogy a meggy (különösen a kis cukor- és nagy antocianintartalmú VN7-klón) a cukorbetegség diétájának hasznos szupergyümölcsévé legyen.

Johann Kraft 1792-ben, Bécsben kiadott, 2009-ben reprint kiadásban Budapesten is megjelent pomológiai művében [40] található egy *Allerheiligen, oder Martini Weichsel* (18. tabló) nevű meggyfajta, mely megjelenése és a fajtaleírás alapján a 'Pipacs 1' gyümölcséhez hasonló, halványpiros színű gyümölcsöt teremhetett. A fajtanév adó tulajdonsága, vagyis hogy „mindent gyógyító”-nak keresztelték, egészen érdekes, feltehetően soha nem bizonyítható kapcsolatot sugallhat a nagy polifenoltartalmú 'Pipacs 1' fajtával.

A 'Pipacs 1' gyümölcsében jelentős mennyiségben akkumulálódó genisztein-glikokonjugátumok is izgalmas lehetőséget kínálnak. A genisztein ösztrogén-antagonistaként védőhatású lehet bizonyos mell- és méhnyakdaganatok kialakulásával szemben [3, 41]. Mindez magyarázatot kínálhat arra a régóta ismert tényre is, hogy a prostatarák és a mellrák előfordulási gyakorisága kisebb azokban az ázsiai országokban, ahol az izoflavonoidokban gazdag szója fogyasztása általános [42].

A védőhatás feltehetően a *Wnt* szignalizációs út gátlásával és az ennek következtében fokozódó apoptózissal, illetve az ösztrogén-bioszintézisben részt vevő enzimek gátlásával magyarázható [43]. A közelmúltban igazolták, hogy a genisztein daganatos sejtekben gátolja bizonyos mikro-RNS-ek (például miR-221, miR-27a stb.) expresszióját. E mi-RNS-ek mennyisége közvetlenül hat

számos, a karcinogenezisben meghatározó szerepet játszó gén kifejeződésére, aminek eredményeként a genisztein jelenlétében gátlódik a sejtosztódás, megtorpan a tumorsejtek növekedése [44]. Ennek alapján a 'Pipacs 1' meggyfajta gyümölcsével olyan lehetőség nyílhat, mely által megvalósítható lenne a nagyobb mennyiségű geniszteinbevitel, minőségében újszerű módon.

Anyagi támogatás: A kutatásokat az OTKA K 84290 és az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta.

Szerzői munkamegosztás: H. A.: A koncepció kidolgozása, az elsődleges kéziratváltozat megírása, a szöveg szerkesztése és gondozása. P. N.: A közlemény analitikai vizsgálatokra vonatkozó részeinek áttekintése és kiegészítése. B. A., S. B. É.: A korábbi kéziratváltozatok áttekintése és kiegészítése. A cikk végleges változatát a szerzők elolvasták és jóváhagyták.

Érdekltségek: A szerzőknek nincsenek érdekltségeik.

Irodalom

- [1] Blanchflower D, Oswald A, Stewart-Brown S. Is psychological well-being linked to the consumption of fruit and vegetables? *Soc Indic Res.* 2013; 114: 785–801.
- [2] Cassidy A, Mukamal KJ, Liu L, et al. High anthocyanin intake is associated with a reduced risk of myocardial infarction in young and middle-aged women. *Circulation* 2013; 127: 188–196.
- [3] Martin C, Zhang Y, Tonelli C, et al. Plants, diet, and health. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2013; 64: 19–46.
- [4] Ferretti G, Bacchetti T, Belleggia A, et al. Cherry antioxidants: from farm to table. *Molecules* 2010; 15: 6993–7005.
- [5] Seymour EM, Singer AA, Kirakosyan A, et al. Altered hyperlipidemia, hepatic steatosis, and hepatic peroxisome proliferator-activated receptors in rats with intake of tart cherry. *J Med Food* 2008; 11: 252–259.
- [6] Stables G, Goodman LS, Meyer MS, et al. International 5 A Day Programs: A Smorgasbord. In: Stables, G, Heimendinger, J. (eds.) 5 A Day for Better Health Program. National Cancer Institute, Bethesda, MD, 2001; pp. 169–189.
- [7] Blanck HM, Gillespie C, Kimmons JE, et al. Trends in fruit and vegetable consumption among U.S. men and women, 1994–2005. *Prev Chronic Dis.* 2008; 5: A35.
- [8] Blando F, Gerardi C, Nicoletti I. Sour cherry (*Prunus cerasus* L.) anthocyanins as ingredients for functional foods. *J Biomed Biotechnol.* 2004; 2004: 253–258.
- [9] Garcia-Alonso M, de Pascual-Teresa S, Santos-Buelga C, et al. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chem.* 2004; 84: 13–18.
- [10] Karakaya S, El SN, Tas AA. Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds. *Int J Food Sci Nutr.* 2001; 52: 501–508.
- [11] Veres Z, Remenyik J, Nyéki J, et al. Bioactive agents of sour cherry (*Prunus cerasus*) with special focus on antioxidant activity and antioxidant density. [A meggy (*Prunus cerasus*) bioaktív anyagai (különös tekintettel az antioxidáns aktivitásra és antioxidáns sűrűsége).] *Agr Közl.* 2005; 17: 83–87. [Hungarian]
- [12] Sass-Kiss A, Kiss J, Milotay P, et al. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Res Int.* 2005; 38: 1023–1029.
- [13] Burkhardt S, Tan DX, Manchester LC, et al. Detection and quantification of the antioxidant melatonin in Montmorency and Balaton tart cherries (*Prunus cerasus*). *J Agr Food Chem.* 2001; 49: 4898–4902.
- [14] Wang H, Nair MG, Strasburg GM, et al. Novel antioxidant compounds from tart cherries (*Prunus cerasus*). *J Nat Prod.* 1999; 62: 86–88.
- [15] Bonerz D, Würth K, Dietrich H, et al. Analytical characterization and the impact of ageing on anthocyanin composition and degradation in juices from five sour cherry cultivars. *Eur Food Res Technol.* 2007; 224: 355–364.
- [16] Chaovanalikit A, Wrolstad RE. Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties. *J Food Sci.* 2004; 69: FCT67–FCT72.
- [17] Kang SY, Seeram NP, Nair MG, et al. Tart cherry anthocyanins inhibit tumor development in Apc^{Min} mice and reduce proliferation of human colon cancer cells. *Cancer Lett.* 2003; 194: 13–19.
- [18] Seeram NP, Bourquin LD, Nair MG. Degradation products of cyanidin glycosides from tart cherries and their bioactivities. *J Agr Food Chem.* 2001; 49: 4924–4929.
- [19] G. Tóth M. Sour cherry. In: G. Tóth M. (ed.) Pomology. [Meggy. In: G. Tóth M. (szerk.): Gyümölcészet.] Primon Vállalkozásélénkítő Alapítvány, Nyíregyháza, 2001; pp. 268–288. [Hungarian]
- [20] Kirakosyan A, Seymour EM, Noon KR, et al. Interactions of antioxidants isolated from tart cherry (*Prunus cerasus*) fruits. *Food Chem.* 2010, 122: 78–83.
- [21] Chaovanalikit A, Wrolstad RE. Anthocyanin and polyphenolic composition of fresh and processed cherries. *J Food Sci.* 2004; 69: FCT73–FCT83.
- [22] Piccolella S, Fiorentino A, Pacifico S, et al. Antioxidant properties of sour cherries (*Prunus cerasus* L.): role of colorless phytochemicals from the methanolic extract of ripe fruits. *J Agr Food Chem.* 2008; 56: 1928–1935.
- [23] Papp N, Szilvássy B, Abrankó L, et al. Main quality attributes and antioxidants in Hungarian sour cherries: identification of genotypes with enhanced functional properties. *Int J Food Sci Tech.* 2010; 45: 395–402.
- [24] Hegedűs A. Characterization of genetic variability in fruit antioxidant power. [A csonthéjas gyümölcsök antioxidáns hatásában megnyilvánuló genetikai variabilitás jellemzése.] MTA doktori értekezés, Budapest, 2013. [Hungarian]
- [25] Hegedűs A, Engel R, Abrankó L, et al. Antioxidant and antiradical capacities in apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruits: Variations from genotypes, years, and analytical methods. *J Food Sci.* 2010; 75: C722–C730.
- [26] Hegedűs A, Balogh E, Engel R, et al. Comparative nutrient element and antioxidant characterization of berry fruit species and cultivars grown in Hungary. *HortScience* 2008; 43: 1711–1715.
- [27] Usenik V, Fabčić J, Stampar F. Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chem.* 2008; 107: 185–192.
- [28] Abrankó L, Nagy Á, Szilvássy B, et al. Genistein isoflavone glycoconjugates in sour cherry (*Prunus cerasus* L.) cultivars. *Food Chem.* 2015; 166: 215–222.
- [29] Papp N, Blázovics A, Fébel H, et al. Antihyperlipidemic effects of sour cherries characterized by different *in vitro* antioxidant power and polyphenolic composition. *Plant Foods Hum Nutr.* 2015; 70: 408–413.
- [30] McCune LM, Kubota C, Stendell-Hollis NR, et al. Cherries and health: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2011; 51: 1–12.
- [31] Seeram NP, Momin RA, Nair MG, et al. Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant cyanidin glycosides in cherries and berries. *Phytomedicine* 2001; 8: 362–369.
- [32] Tall JM, Seeram NP, Zhao C, et al. Tart cherry anthocyanins suppress inflammation-induced pain behavior in rat. *Behav Brain Res.* 2004; 153: 181–188.
- [33] Saric A, Sobocanec S, Balog T, et al. Improved antioxidant and anti-inflammatory potential in mice consuming sour cherry juice

- (*Prunus cerasus* cv. Maraska). *Plant Foods Hum Nutr.* 2009; 64: 231–237.
- [34] Connolly DA, McHugh MP, Padilla-Zakour OI, et al. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. *Br J Sports Med.* 2006; 40: 679–683.
- [35] Hevesi M, Blázovics A, Kállay E, et al. Biological activity of sour cherry fruit on the bacterial flora of human saliva *in vitro*. *Food Technol Biotechnol.* 2012; 50: 117–122.
- [36] Khoo GM, Clausen MR, Pedersen BH, et al. Bioactivity and total phenolic content of 34 sour cherry cultivars. *J Food Comp Anal.* 2011; 24: 772–776.
- [37] Glass CK, Witztum JL. Atherosclerosis: the road ahead. *Cell* 2001; 104: 503–516.
- [38] Chen C, Kong AN. Dietary cancer-chemopreventive compounds: from signaling and gene expression to pharmacological effects. *Trends Pharmacol Sci.* 2005; 26: 318–326.
- [39] Kim DO, Heo HJ, Kim YJ, et al. Sweet and sour cherry phenolics and their protective effects on neuronal cells. *J Agr Food Chem.* 2005; 53: 9921–9927.
- [40] Kraft J. Studies on fruit trees. [Abhandlung von den Obstbäumen.] Bécs, 1792. (Reprint Pytheas Kiadó, Budapest, 2009.) [German]
- [41] Taylor CK, Levy RM, Elliott JC, et al. The effect of genistein aglycone on cancer and cancer risk: a review of *in vitro*, preclinical, and clinical studies. *Nutr Rev.* 2009; 67: 398–415.
- [42] Dave B, Eason RR, Till SR, et al. The soy isoflavone genistein promotes apoptosis in mammary epithelial cells by inducing the tumor suppressor PTEN. *Carcinogenesis* 2005; 26: 1793–1803.
- [43] Shufelt C, Bairey Merz CN, Yang Y, et al. Red versus white wine as a nutritional aromatase inhibitor in premenopausal women: a pilot study. *J Womens Health* 2012; 21: 281–284.
- [44] Karius T, Schnekenburger M, Dicato M, et al. MicroRNAs in cancer management and their modulation by dietary agents. *Biochem Pharmacol.* 2012; 83: 1591–1601.

(Hegedűs Attila dr.,
Budapest, Villányi út 29–43., 1118
e-mail: genetics.prunus@gmail.com)

HIRDETMÉNY

A Magyar Pathológusok Társasága és a Magyar Onkológusok Társasága által a 2017. évre meghirdetett

„A colorectalis daganatok kialakulásában szereplő molekuláris mechanizmusok és ezek klinikai jelentősége” című
KROMPECHER ÖDÖN-pályázat nyertesei:

I. helyezést ért el:

„MSI” jeligével

Kocsis Anita, a SE ÁOK IV. évfolyamos hallgatója

II. helyezett:

„Schrödinger-Heisenberg” jeligével

Jakab Anna, a SE ÁOK V. évfolyamos hallgatója

III. helyezett:

„Sigma” jeligével

Lesinszki Lukács Sándor, a SE ÁOK IV. évfolyamos hallgatója

Elismerő oklevél

„Crista Terminalis” jeligével

Kónya Krisztina, a SE ÁOK V. évfolyamos hallgatója

Budapest, 2018. február 22.

Magyar Pathológusok Társasága
és
Magyar Onkológusok Társasága
vezetősége

A cikk a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) feltételei szerint publikált Open Access közlemény, melynek szellemében a cikk nem kereskedelmi célból bármilyen médiában szabadon felhasználható, megosztható és újraközölhető, feltéve, hogy az eredeti szerző és a közlés helye, illetve a CC License linkje és az esetlegesen végrehajtott módosítások feltüntetésre kerülnek.