

**Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei**

**A MEGGY ANTIOXIDÁNS HATÁSÚ KOMPONENSEI ÉS AZ  
ANTOCIANINOK SZEREPE A SZERVEZET GYULLADÁSOS  
FOLYAMATAINAK PREVENCIÓJÁBAN**

Készítette:  
**Kun-Nemes Andrea**  
doktorjelölt

Témavezető:  
**Gálné Dr. Remenyik Judit**  
tudományos főmunkatárs



**DEBRECENI EGYETEM**  
**Kerpely Kálmán Doktori Iskola**

**Debrecen**

**2021**

## A DOKTORI ÉRTEKEZÉS ELŐZMÉNYEI ÉS CÉLKITŰZÉSEI

A fogyasztók egyre inkább tartózkodnak a mesterséges adalékanyagoktól, és emellett a szintetikus antioxidánsok toxikológiai szempontból sem előnyösek farmakológiai alkalmazásra, ezért egyre több kutatócsoport fókuszál a fitonutriensek vizsgálatára. Ez hívta életre a növényi kivonatok vizsgálatát, illetve a bennük lévő ható komponensek azonosítását, mennyiségi meghatározását, valamint a kíméletes, ugyanakkor nagy hatékonyságú izolálásuk kidolgozását. Ezzel egyidejűleg ezen bioaktív komponensek élettani hatásainak igazolása is a tudományos érdeklődés középpontjába került.

Ezeket a vizsgálatokat kezdetben főként a bogyós gyümölcsök körében végezték el kimagasló antioxidáns kapacitásuk miatt, viszont a bogyósok a termelési (terméshozam, betakarítás) és az eltarthatósági szempontok alapján az ipar számára már nem túl ideálisak.

Hozzájuk hasonlóan, a meggy héja, húsa és magja is számos biológiai aktivitással rendelkező, antioxidáns hatású vegyületet tartalmaz. További előnyük, hogy hazánk hatalmas fajtasortimenttel rendelkezik, a termesztéséhez szükséges körülmények ideálisak és Magyarországon az alma után ez a legnagyobb mennyiségben termesztett gyümölcs, tehát nagy mennyiségben rendelkezésünkre áll. Ezen kívül elmondható, hogy bár az antioxidánsok (antocianinok) vizsgálatára számos közlemény megjelent már a magyarországi meggyfajták esetében, szisztematikus analízist még nem végeztek, ezért irányultak vizsgálataink a termesztésben leggyakoribb fajták antioxidánsainak, illetve ezek élettani hatásainak vizsgálatára.

Ennek megfelelően doktori munkám során az alábbi célokat tűztem ki: a magyarországi meggyfajták magjából nyert olaj tokoferoltartalmának elemzése, a Magyarországon termesztett, jelentősebb meggyfajták antioxidáns kapacitásának felmérése illetve összehasonlítása, a meggyfajták mérésére használt antioxidáns kapacitást mérő módszerek összehasonlítása, a meggyben található kioldható és nem kioldható vegyületek kinyerése, azonosítása, azok felhasználhatóságának feltérképezése, a meggyből nyert magas antocianin tartalmú kivonat hatásának vizsgálata magas energiatartalmú étrenden tartott egerek esetében.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### *A meggy előkészítése és tárolása*

A kísérleti munkákhoz használt, különböző évjáratú és termesztési technológiájú meggyfajtákat frissen kimagoztuk, daraboltuk, előfagyasztottuk (-80 °C-on, 2 óra), majd liofilizáltuk és az extrakcióig fagyasztva (-20 °C) tároltuk.

### *A kísérleti állatok és tartási körülményeik*

*In vivo* kísérletünkhöz 35 hím C57BL/6J egeret szereztünk be, melyeknek megérkezésük után egy hét alkalmazkodási időt biztosítottunk. Ez idő alatt az egerek standard műanyag ketrecekben tartottuk 22-24 °C-on, 12-12 órás sötét-világos ciklusban, ad libitum ellátva normál egér táppal (S8106- S011 SM R/M-Z+H; ssniff Spezialdiäten GmbH, Németország) és csapvízzel.

Az első hét letelte után az állatokat véletlenszerűen osztottuk három csoportba. A kontroll csoportot (n=11) továbbra is normál egér táppal és csapvízzel láttuk el ad libitum. A második csoportba (n=12) került egyedeket magas zsírtartalmú tápon (RM AFE 45% FAT SY (P), Special Diets Services, Egyesült Királyság) és 5 %-os cukortartalmú csapvízen, tehát magas energiatartalmú étrenden (MEÉ) tartottuk. Míg a harmadik csoportba tartozó egerek (n=12) a második csoport magas energiatartalmú étrendet kapott antocianinnal kiegészítve (MEÉA), vagyis a második csoportnál is alkalmazott magas zsírtartalmú tápot, valamint 5 % cukort és antocianinokban gazdag meggykivonatot tartalmazó vizet.

A kísérleti fázis hat hétig tartott. Ez alatt az egerek súlyát hetente kétszer, a vízfogyasztást napi rendszerességgel mértük. Erre azért volt szükség, mert az antocianin tartalmú ivóvizet a mért adatok figyelembevételével készítettük el a napi adagolási protokoll (60 mg/kg) fenntartása érdekében.

Az antocianin-oldatot az egerek napi vízfelvételének (W<sub>id</sub>) és testtömegének (BW) függvényében, az alábbi képlet alapján számoltuk ki:

$$c \text{ (mg/mL)} = \frac{D \text{ (mg/kg)} * BW \text{ (kg)}}{W_{id} \text{ (mL)}}$$

### *Etikai engedély*

Az egerekkel végzett összes kísérletet az Európai Közösség és a Debreceni Egyetem Állatkutató Bizottságának kísérleti állatok gondozására és felhasználására vonatkozó irányadó elveinek megfelelően végeztük el (etikai kódszám: 15/2013 / DE MÁB, az etikai benyújtás jóváhagyásának időpontja: 2013. április 15.).

### ***A meggymagok olajtartalmának kinyerése***

A gyümölcsbőr eltávolítása után a magokat szobahőmérsékleten szárítottuk, fajtánként lemértük a magok tömegét, és feltörtük a magokat, hogy a csonthéjat elválasszuk az endospermiumtól, melyet dörzsmozsárban homogenizáltunk. A mintákat mágneses keverőn 45 ml n-hexánnal kevertettük (1 óra). A kivonást követően a mintákat szűrőpapíron szűrtük, és a keletkezett permeátumot vákuumbepárlóval pároltuk be. A módszer utolsó lépéseként a visszamaradt apoláris frakciót centrifugáltuk (5 perc,  $10000 \frac{1}{perc}$ ). Az olajokat a műszeres mérésekig hűtve (-20 °C-on) tároltuk.

### ***A liofilizált minták előkészítése antioxidáns kapacitás meghatározására***

Az antioxidáns aktivitás vizsgálatához a liofilizált mintákból  $25\text{mg}/\text{cm}^3$  koncentrációjú oldatokat készítettünk eppendorf csövekben. Az oldatok elkészítéséhez az adott vizsgálathoz előírt oldószereket használtuk fel (FRAP – desztillált víz, DPPH - metanol, TEAC – metanol, ACW – desztillált víz, ACL - metanol). A szilárd és folyadék fázis elválását laboratóriumi centrifugával (5 perc,  $10000 \frac{1}{perc}$ ) segítettük elő, és a vizsgálatokhoz az így kapott felülúszókat használtuk fel.

### ***Az antocianinok kivonása***

A meggy minták antocianin tartalmának kinyerésére Homoki és munkatársai (2016) módszerét alkalmaztuk.

### ***Meggykivonatok készítése***

Vizsgálatainkhoz kétféle extrakciós eljárást (1-es, 2-es oldószerkombináció) használtunk fel, melyekkel kinyertük a meggyben lévő kioldható antioxidánsokat. Ezután az extrakciók során visszamaradt rostot hidrolizáltuk, hogy kinyerjük a kötött formában visszamaradt antioxidáns hatású vegyületeket is.

### ***A kioldható antioxidánsok extrakciója etanol és víz elegyével (1-es oldószerkombináció)***

200 g mintát 150 mL etanol (96%) és 150 mL desztillált víz elegyével extraháltunk mágnesen keverőn (2 óra) (1/A). A kivonási idő letelte után a szilárd és folyadék fázis elválását laboratóriumi centrifugával (15 perc,  $4000 \frac{1}{perc}$ ) segítettük elő, majd eltávolítottuk a felülúszót. A visszamaradt rosthhoz 150 mL etanolt (96%) adtunk, majd újabb 2 órán át kevertettük (1/B). Centrifugálás után (15 perc,  $4000 \frac{1}{perc}$ ) eltávolítottuk a felülúszót. A felülúszók bepárlását különböző kombinációkban is

elvégeztük. Az 1/A és az 1/B kivonatok felülűszóit bepároltuk külön-külön (1/AS és 1/BS), valamint egybe öntve is (1/AS + 1/BS). Az oldószert vákuumbepárlóval távolítottuk el (40 °C). A szétválasztást követően visszamaradt rostot (1/R) liofilizáltuk, kávédarálóval homogenizáltuk, és a további felhasználásig fagyasztoóban (-20 °C) tároltuk.

### ***A kioldható antioxidánsok extrakciója Saura-Calixto and Goñi (2006) módszere alapján (2-es oldószerkombináció)***

A kioldás során az 1-es oldószerkombinációban szereplő oldószereket Saura-Calixto and Goñi (2006) módszere alapján lecseréltük az első kioldást 300 mL savas metanol és víz elegyére (50:50; pH 2), a második extrahálószer pedig 300 mL aceton/víz (70:30, v/v) elegyére, de minden más paramétert változtatlanul hagytunk.

### ***Hidrolizálható tanninok kivonása***

A két oldószerkombinációval történt kivonásból visszamaradt szárított rostokból kimértünk 10–10 mg-ot, majd hidrolizáltuk 2 mL metanol és 200 µL kénsav elegyében (20 óra, 85°C). A hidrolizátumot laboratóriumi centrifugával centrifugáltuk ( $4574 \frac{1}{perc}$ , 10 perc), majd a felülűszót eltávolítottuk. A visszamaradt rostot 2-2 mL desztillált vízzel kétszer mostuk és centrifugálás után a felülűszókat egybe gyűjtöttük. [HARTZFELD et al., 2002].

### ***Kondenzált Tanninok kivonása***

A két oldószerkombinációval történt kivonásból visszamaradt szárított rostokból kimértünk 10–10 mg-ot, majd 3 mL HCl (37 % (m/m)/butanol (5:95) és 100 µL 2% (m/m)-os FeCl<sub>3</sub> –oldat elegyével hidrolizáltuk 100 °C-on 3 órán át. A hidrolizátumot laboratóriumi centrifugával centrifugáltuk ( $4574 \frac{1}{perc}$ , 10 perc), majd a felülűszót eltávolítottuk. A visszamaradt rostot 2-2 mL HCl (37 % (m/m)/butanol (5:95) elegyével kétszer mostuk és centrifugálás után a felülűszókat egybe gyűjtöttük. [PORTER et al., 1985; REED et al., 1982].

### ***Nem kioldható antioxidánsok kivonása lúgos hidrolítissel***

A két oldószerkombinációval történt kivonásból visszamaradt szárított rostokból kimértünk 0,1 g-ot, majd 5 mL NaOH-dal (4mM) hidrolizáljuk 25 °C 1 órán át. A hidrolizátumot laboratóriumi centrifugával centrifugáltuk ( $4000 \frac{1}{perc}$ , 10 perc), majd a felülűszót eltávolítottuk. A visszamaradt rostot 2-2 mL desztillált vízzel kétszer mostuk és centrifugálás után a felülűszókat egybe gyűjtöttük. [ANOKWURU et al., 2018].

### ***Nem kioldható antioxidánsok kivonása enzimés hidrolítissal***

A két oldószerkombinációval történt kivonásból visszamaradt szárított rostokból enzimés hidrolízissel is megkíséreltük a kötött formában lévő antioxidánsok kivonását három különböző enzim segítségével. A proteáz és az  $\alpha$ -amiláz esetén Anokwuru és munkatársai (2018), míg pektináz használatkor Guo (2017) módszere szerint jártunk el.

### ***A vérminták előkészítése***

Állatonként 500  $\mu$ l teljes, friss vért centrifugáltunk 10 percen keresztül  $3000 \frac{1}{perc}$ -en laboratóriumi centrifugával. Az üledéket, vagyis a vörösvértesteket háromszor mostuk 1,5 mL fiziológiás NaCl-oldatban, majd újra centrifugáltuk (5 perc,  $3000 \frac{1}{perc}$ ) minden alkalommal, a felülúszokat eltávolítottuk és az üledékkel dolgoztunk tovább. A megtisztított vörösvértestek szétesését 1 mL hideg víz hozzáadásával, és egy 15 perces inkubációval (4 °C) értük el. Ezután a mintákat centrifugáltuk (5 perc, 4 °C,  $3000 \frac{1}{perc}$ ), majd a felülúszót háromszorosára hígítottuk.

### ***Az antioxidáns kapacitás meghatározása spektrofotometriás módszerekkel***

A meggy kioldható és nem kioldható antioxidáns kapacitását az alábbi módszerekkel határoztuk meg:

- Vasredukálóképességen alapuló antioxidáns kapacitást meghatározó módszer (FRAP): a meghatározás Benzie és Strain módszere (1999) alapján történt, mely azon alapszik, hogy a 2,4,6-tris-(2-piridil)-s-triazin Fe(III) komplexe antioxidáns jelenlétében Fe(II) vegyületté redukálódik. A reakció következtében a kezdetben aranysárga színű komplex színe kékre változik.
- DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitást meghatározó módszer: A DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), ami egy lila színű stabil gyök, mely jellemző aktivitást mutat 517 nm-en. Az analízis során lezajló reakcióban a vizsgálandó minta antioxidáns hatású vegyületei H-atomokat szolgáltatnak DPPH gyöknek, mely ezekkel reagálva elveszti színét, tehát a folyamat eredményeként az abszorbancia a minta antioxidáns kapacitásával arányosan csökken [BRAND-WILLIAMS et al., 1995].
- Troloxra vonatkoztatott Antioxidáns Kapacitást meghatározó módszer (TEAC): a módszer elvét Miller és munkatársai (1993) dolgozták ki. A módszerben használt ABTS+-kation egy mesterségesen előállított gyök, mely reagál a mintában megtalálható antioxidánsokkal. A

reakció során az eredetileg sötétzöld gyök elszíntelenedik, így a színintenzitás csökken, és a színváltozás mértéke arányos a minta antioxidáns kapacitásával.

### ***Antocianinok meghatározása pH differenciális módszerrel***

Az antocianinok egyik különleges tulajdonsága, hogy a környezetük pH értékétől függően változik a színük, így a mérési módszer ezt a jelenséget használja fel. A mintákat két pH értéken (pH 1 és 4,5) vizsgáljuk, és a mérést is két hullámhosszon (530, 700 nm) végezzük el [Lee et al., 2005].

### ***C-vitamin-meghatározás***

Ebben a mérési módszerben a C-vitamin redukáló tulajdonságát használjuk fel, mely során a Fe(III) ionokból ekvivalens mennyiségű Fe(II)ionok keletkeznek. Utóbbiak  $\alpha,\alpha'$ -dipiridil reagens jelenlétében színes komplexet képeznek, ezáltal a C-vitamin mennyisége spektrofotométeren mérhetővé válik [KANDRA, 2006].

### ***Összesfenoltartalom (TPC) meghatározása***

Ezt a redukálóképességen alapuló módszert eredetileg Singleton és munkatársai (1999) fejlesztette ki. A mérés során az eredetileg sárga színű reagens az antioxidáns vegyületek redukáló hatására kék színűvé válik, mely spektrometriásan nyomon követhető 765 nm-en.

### ***Procianidintartalom meghatározása***

Prior és munkatársai (2010) fejlesztette ki ezt a kolorimetriás módszert, mely a 4-dimetil-amino-fahéj-aldehid (DMAC) és a flavan-3-olok reakciójára épül. A reakciótermékek abszorbanciáját 640 nm hullámhosszon tudjuk mérni, és összehasonlítani a standarddal, ami az A2-procianidin.

### ***Antioxidáns kapacitás meghatározása kemiluminometriás módszerrel (PLC)***

Az antioxidáns kapacitás mérését Photochem® (Analytik Jena AG, Németország) készüléken, a megfelelő készen vásárolható mérő kitek alkalmazásával végeztük el: ACW kit: a vízdoldákony komponensek [POPOV and LEWIN, 1994], ACL kit: a zsírodoldákony komponensek [POPOV and LEWIN, 1996] antioxidáns kapacitásának meghatározására, és ACW kit: a szuperoxid-dizmutáz (SOD) koncentrációjának meghatározására [POPOV és LEWIN, 1999].

## ***Kromatográfiai módszerek***

A meggyben található egyes vegyületek mennyiségi és minőségi meghatározására az alábbi módszereket fejlesztettük és alkalmaztuk:

- A meggykivonat UHPLC analízise: A méréseket CromasterUltraRs UHPLC-vel végeztük, mely diódasoros detektorral és automatikus mintavevővel volt felszerelve. A műszert az Agilent OpenLAB szoftver vezérelte. Az elválasztáshoz Phenomenex Kinetex oszlopot használtunk (2,6  $\mu\text{m}$ , XB.C18, 100A, 100 - 4,6 mm) lineáris gradiens elúcióval, melyben az oldószerek mennyisége az alábbi beállítások szerint változott. A oldószer: MeOH; B oldószer: 3% HCOOH (hangyasav) tartalmazó víz volt. 0 perc A oldószer 15%, 0–25 perc A oldószer - 30%, 25–30 perc A oldószer - 40%, 30–40 perc A oldószer - 50% (áramlási sebesség 0,7 ml/perc, oszloptermosztát 25°C). Az antocianin tartalom mennyiségi és minőségi elemzéséhez hiteles standard vegyületeket használtunk. Az UV-vis detektálást antocianinok esetében 535, flavonoidol és fenolok esetében pedig 340 nm-en végeztük. Az injektált térfogat mintnként 10  $\mu\text{l}$  volt.
- A meggykivonat UHPLC-MS analízise: Az alkalmazott UHPLC rendszerhez (Dionex Ultimate 3000RS) Thermo Q Exactive Orbitrap tömegspektrométer (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, USA) volt csatlakoztatva, Elektrospray (ESI) ionforrással felszerelve. A HPLC elválasztást Thermo Accucore C18 oszlopon (100 mm x 2,1 mm x 2,6  $\mu\text{m}$ ) végeztük. A mintér és az oszloptermosztát hőmérsékletét 25 °C-on tartottuk és 200  $\mu\text{L}$ /perces áramlási sebességet alkalmaztunk.

Az A-eluens 0,1% hangyasavat tartalmazó víz, a B eluens 0,1% hangyasavat tartalmazó metanol volt, és a következő gradiens elúciós programot alkalmaztuk: 0 perc, 95% A; 0–3 perc, 95% A; 3–43 perc,  $\rightarrow$  0% A; 43–61 perc, 0% A; 61–62 perc,  $\rightarrow$ 95% A; 62–70 perc, 95% A. Futtatásonként 2  $\mu\text{L}$  mintát injektáltunk. A Q Exactive hibrid kvadrupol-orbitrap tömegspektrométert a következő paraméterek mellett alkalmaztuk: kapilláris hőmérséklet 320 °C, spray feszültség pozitív ionizációs módban 4,0 kV , negatívban 3,8 kV. A felbontást 35 000-re, a vizsgált tömegtartomány 150–1500 m/z-re állítottuk.

A maximális befecskendezési idő 100 ms, az MS2 felbontása 17500, az ütközési energia 35 NCE, a hüvelygáz és az auxgáz áramlási sebessége 32 és 7 arb volt. A minták méréséhez és elemzéséhez az Xcalibur 4.0 (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, USA) szoftvert használtuk.

- A tokoferolok mennyiségi meghatározása HPLC-vel



A mintákat egy Merck-Hitachi LaChrom HPLC-vel analizáltuk, mely az alábbi rendszerekből épült fel: diódasoros detektor L-7455, automata mintavevő L-7250, interface L-7000, pumpa L-7100. A kromatográfias rendszer működtetéséhez és az eredmények kiértékeléséhez „Manager „szoftvert használtunk.

Állófázisként phenomenex luna NH2 5 µm, 250 mm×4.6 mm (283104-16) kolonnát használtunk. A szétválasztás izokratikus elúció mellett történt (n-hexán:dioxán=80:20) 1 mL/perc áramlási sebességgel, és a detektálást 295 nm-en végeztük.

### ***A vérminták elemzéséhez használt mérési módszerek***

- Orális glükóz tolerancia teszt (OGTT): A glükóz tolerancia meghatározásához a 6 hetes kísérleti időszak alatt végzett orális glükóz tolerancia tesztre kapott értékek átlagával határoztuk meg.

Egy egy éjszakás éheztes után glükométerrel (Accu-Chek, Roche Diagnostics, Budaörs, Magyarország) megmértük az egerek vérének glükózsintjét (0. perc), majd orálisan 2 g / kg glükózt adtunk nekik. A vércukorszintet 15, 30, 60, 90 és 120 perccel később is ellenőriztük az egerek oldalsó farokvénában.

- A plazma adiponektin és rezisztin koncentrációjának meghatározása: Egerek adiponektin és rezisztin koncentrációjának mérésére fejlesztett enzimhez kötött immunszorbens vizsgálati készletet (MRP300 és MRSN00, R&D Systems, Minneapolis, USA) használtunk a gyártó instrukciói szerint.
- A citokinek mennyiségi meghatározása: A citokinek/kemokinek vérplazmában való szintjeit MILLIPLEX MAP Mouse Metabolic Hormone Magnetic Bead Panel (MMHMAG-44K, EMD Millipore Corp., Billerica, MA, USA) segítségével egy Luminex 200 készülék (Luminex Corp., Austin, Texas, USA) alkalmazásában határoztuk meg a gyártó instrukciói alapján.

# EREDMÉNYEK

## Meggymagolaj

A munka célja az volt, hogy megvizsgáljuk a magyarországi meggyfaják olajhozamát, és felmérjük azok tokoferoltartalmát, hogy ezáltal alternatívát teremthessünk a meggymag felhasználására. Ennek megfelelően elsőként a különböző magyarországi fajták magbélének (endospermiumának) a csonthéjhoz viszonyított tömegarányait, majd az endospermiumok olaj hozamait határoztuk meg, ezt követően pedig a magolajban lévő tokoferolizomerek mennyiségét elemeztük.

Vizsgálatunk alapján a magbél átlagosan az egész mag 20%-át teszi ki, de egyes fajták esetében, mint például az 'Éva' elnevezésű meggy ez az érték szignifikánsan magasabb is lehet (25 %). Megállapítottuk, hogy az endospermium olajhozama 10 és 15% közötti érték, és hogy a kinyert olajban három tokoferol izomer (alfa, gamma, delta) van jelen mérhető mennyiségben, mivel a béta izomert nem detektáltunk, viszont gamma-tokoferolban igen gazdagok, ugyanis átlagos koncentrációja a vizsgált mintákban 1,19 mg  $\gamma$ -tokoferol/g endospermium.

### 1. táblázat. A gamma-tokoferol mennyisége a teljes magban.

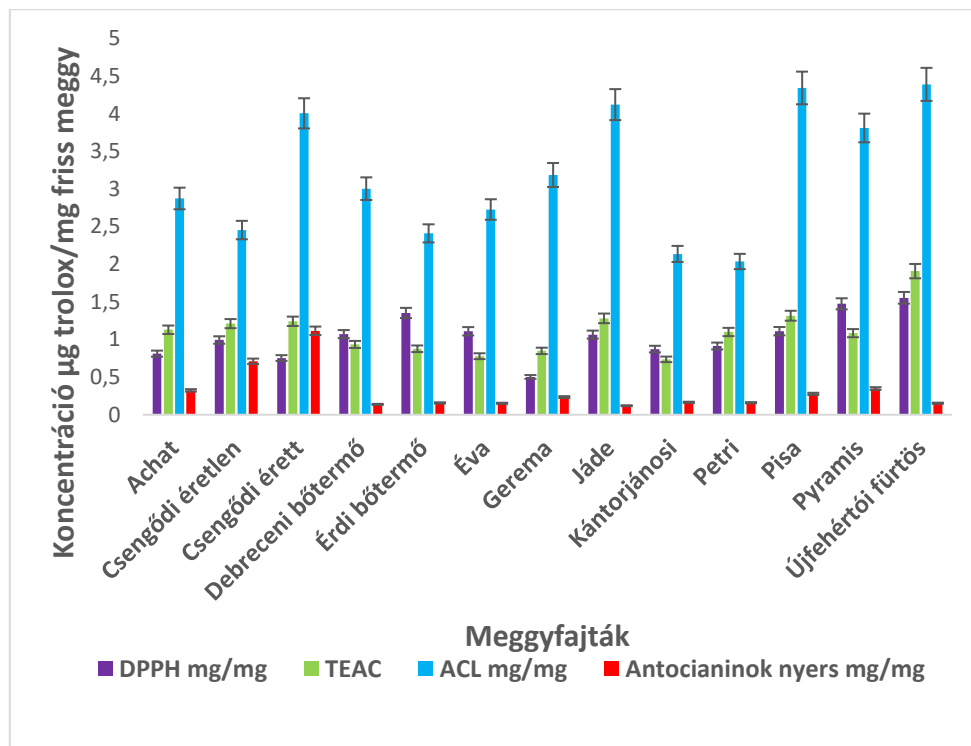
Jelölések: \* szignifikánsan különbözik az 'E', 'Kántorjánosi' és 'Petri' fajtától ( $p < 0.05$ ).

Meggyfajta	Az $\gamma$ -tokoferol koncentrációja a magban (mg/100 g)
M	28,0 $\pm$ 2,7*
A	29,3 $\pm$ 2,9*
E	19,8 $\pm$ 1,2
Éva	25,1 $\pm$ 2,3*
Kántorjánosi	20,9 $\pm$ 1,2
Petri	20,7 $\pm$ 1,5

Összegezve az eredményeket (1. táblázat), azt mondhatjuk, hogy a meggymag feldolgozására, jó alternatívát jelent a magolaj készítése, mivel egyes fajták esetében az olaj kinyerése különösen gazdaságos, hatékony és a magas hatóanyagtartalom miatt ideális ipari gamma-tokoferol forrás lehetne. Ennek elősegítésére további vizsgálatok lehetnek indokoltak, az iparban nagy mennyiségben feldolgozott meggyfajták vizsgálatára, a keletkező meggymag mennyiségének, valamint a belőle nyerhető magolaj és a benne található  $\gamma$ -tokoferol mennyiségének felmérésére.

## A meggyfajták antioxidáns tartalmának összehasonlítása a különböző mérési módszerekkel

12 magyarországi meggyfajta esetében megmértük az összes antioxidáns kapacitását öt módszerrel (FRAP, DPPH, TEAC, ACL, ACW). Ezek mellett megtörtént a minták C-vitamintartalmának mérése és az antocianin vegyületek mennyiségi meghatározása is, hogy a meggyfajták esetében referenciaértékkel rendelkezünk, melyekhez viszonyítva meghatározhatjuk a kapott antioxidáns kapacitás értékek helyességét, és ellenőzini tudjuk a módszerek hatékonyságát.

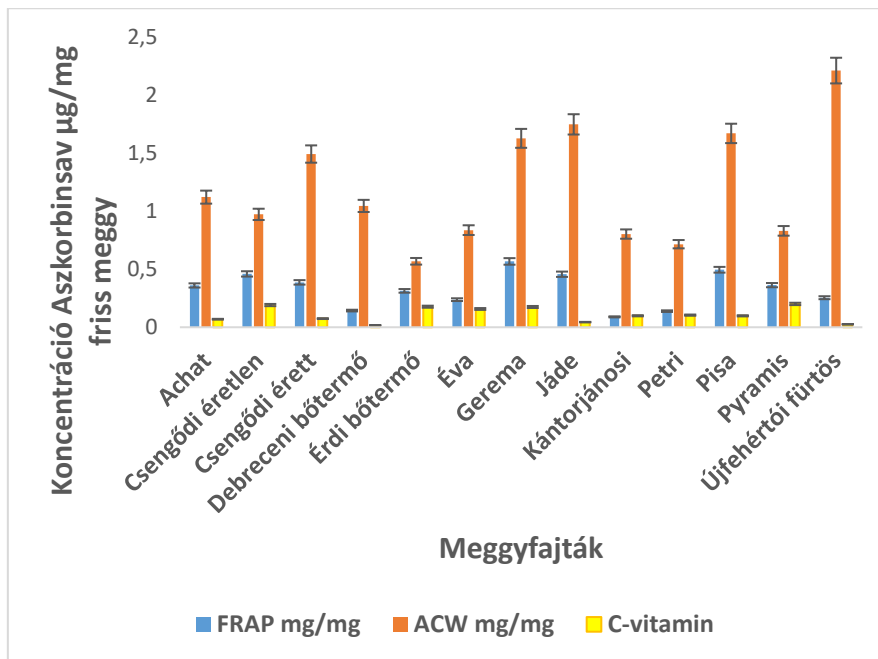


1. ábra. A meggyfajták DPPH, TEAC és ACL módszerrel mért zsíroldékony antioxidánskapacitásának és antocianintartalmának összehasonlítása.

Megállapítottunk, hogy a zsír- (1. ábra), és a vízóldékony (2. ábra) módszerek esetében is vissza tudtuk mérni a referenciaként szolgáló antocianinok, illetve a C-vitamin mennyiségét, viszont azt is tapasztaltunk, hogy nemcsak a fajták, hanem a mérési módszerekkel kapott eredmények között is szignifikáns különbségek vannak.

Elmondható továbbá, hogy a meggy antioxidáns kapacitásának meghatározására a kemilumineszcencián alapuló PCL (ACW, ACL) módszerek bizonyultak a leghatékonyabbnak, mivel esetükben mértük a legmagasabb értékeket, melyek jellemzően a spektrofotométeres mérésekkel kapott eredmények többszöröse volt.

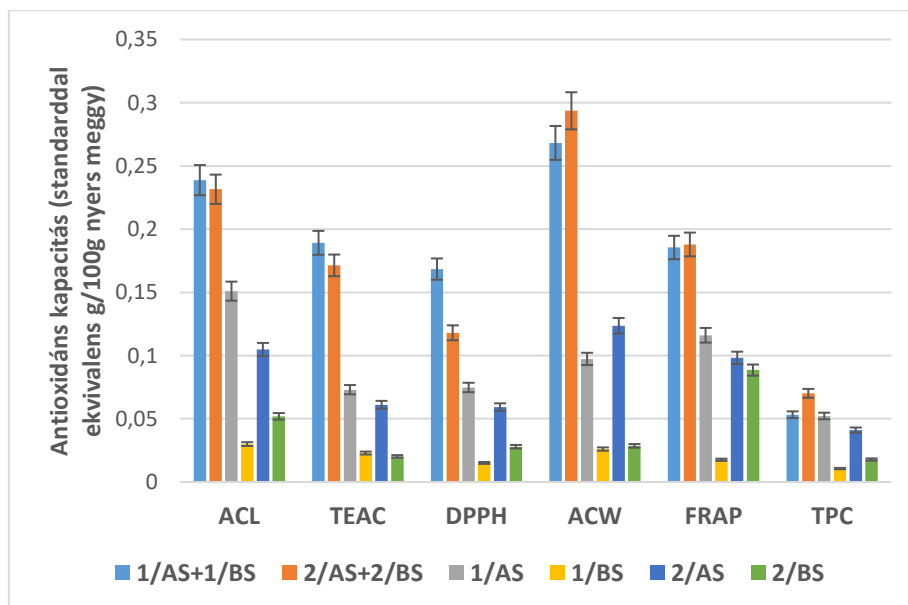
Megállapítottuk továbbá, hogy az egyes fajták eltérő arányban tartalmaznak zsír-, és vízóldékony antioxidáns hatású vegyületeket, és hogy ilyen értelemben a vizsgált meggyek közül az 'Újfehértói fűrtös' fajta a legértékesebb, így a további vizsgálatainkhoz és kivonatainkhoz ezt a gyümölcsöt használtuk fel.



**2. ábra.** A meggyfajták FRAP és ACW módszerrel mért vízdékony antioxidánskapacitásának és C-vitamin tartalmának összehasonlítása.

### A meggy antioxidáns hatású vegyületeinek kivonása és azonosítása

Az antioxidánsok mennyiségi és minőségi meghatározásához oldó-, valamint hidrolizálószerk segítségével elkülönítettük a kioldható és a nem kioldható antioxidáns hatású vegyületeket, majd analitikai módszerekkel meghatároztuk a kivonatok antioxidáns kapacitását (3. ábra).



**3. ábra:** A meggykivonatok antioxidáns kapacitásának és összpolicfenoltartalmának összehasonlítása

A különböző mérési módszerek esetében alkalmazott standard: ACL: trolox; TEAC: trolox; DPPH: trolox; ACW: aszkorbinsav; FRAP: aszkorbinsav; TPC: galluszsav. Rövidítések: 1/AS: vizes etanolos kivonat; 1/BS: a vizes etanolos kioldás utáni etanolos kivonat; 1/AS+1/BS: az 1/AS és az 1/BS kivonat együttesen; 2/AS: savas metanol és víz elegyével készült kivonat; 2/BS: savas metanol és víz elegyével készült kivonat utáni vizes acetons kivonat; 2/AS+2/BS: a 2/AS és a 2/BS kivonat együttesen.

A meggyből két többlépcsős oldószerkombinációval extraháltuk ki a kioldható antioxidánsokat, majd az kivonatokat hat eltérő mérési módszerrel (FRAP, DPPH, TEAC, ACL, ACW, TPC) hasonlítottuk össze.

A kapott eredmények alapján azt állapítottuk meg, hogy a két extrakciós eljárással kapott kivontok antioxidáns kapacitása, illetve összpolicifenoltartalma szignifikánsan nem különbözik, de azt is láthattuk, hogy az oldószerkombinációk egyes lépéseiben alkalmazott elegyek önmagukban nem alkalmasak a bioaktív vegyületek teljes kivonására, mivel a velük nyert kivonatok antioxidáns kapacitása jelentősen elmarad az oldószerkombinációkra kapott értékektől.

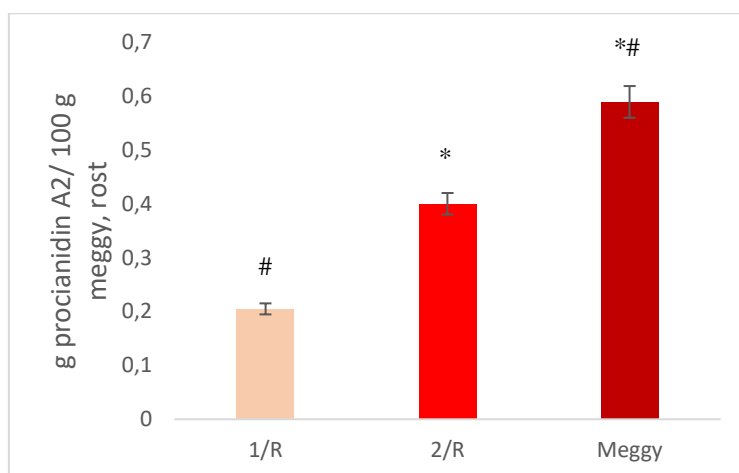
A meggy esetében már tapasztalt, az egyes mérési módszerek hatékonyságában megfigyelt különbségek ebben a vizsgálatban is megmutatkoztak, és a korábbi tapasztalatokhoz hasonlóan, ebben az összehasonlításban is a kemilumineszcencián alapuló mérések bizonyultak a leginkább megfelelőnek.

Az antioxidáns kapacitás meghatározása mellett, UHPLC-MS illetve standardok segítségével mindkét oldószerkombináció esetén azonosítottuk a kioldott vegyületeket. Megállapítottuk, hogy ugyan a két kioldási módszerrel kinyert vegyületek számában volt különbség, a kioldott vegyületcsoportok (antocianinok, procianidinek, flavonoidok és egyéb polifenolok) megegyeztek. Ez a megállapítás azért nagyon fontos számunkra, mert a vizes-alkoholos kioldás (1-es oldószer kombináció) előnyösebb a feldolgozóipar számára, és a mért értékek alapján ez az extrakciós módszer elegendő a meggy legfontosabb vegyületeinek (antocianinok, procianidinek, fenolos komponensek és flavonoidok) kivonására.

Az 1-es kombinációval nyert kivonatból sikerült beazonosítanunk egy olyan vegyületet is, melyet korábban meggyből még nem mutattak ki. Ez a komponens a cinkonin, melynek rákellenes tulajdonságait több tanulmány is igazolta már.

A meggyben található főbb antioxidáns hatású vegyületek beazonosítására, és koncentrációjuk meghatározására kromatográfias rendszert fejlesztettünk UHPLC segítségével, melyet a későbbiekben, az *in vivo* kísérleteinkhez használt magas antocianin tartalmú meggykivonat minőségellenőrzésében is alkalmaztuk. Az 'Újfehértói fürtös' fajtában beazonosított főbb antocianin vegyületeket: cianidin-3-O-glükozil-rutinozid, (2 mg/100g meggy), cianidin-3-O-rutinozid, (183 mg/100g meggy), cianidin-3-O-monoglükozid (4,29 mg/100g meggy).

Az antocianinok mellett, a mintákban nagy mennyiségben találtunk kvercetin-3 rutinosidot és apigenint (flavonoidok) is, melyek prekursor vegyületek az antocianinok bioszintézisében. De nagy mennyiségben megtalálhatóak benne még más fenolos vegyületek is, mint például a klorogén és a koffeinsav, melyek jellemzője a magas antioxidáns aktivitás.



**4. ábra.** A meggy és a kivonás után visszamaradt meggyrost összprocianidin tartalma.

Mértékegységek: meggy minta, g procianidin A2/ 100 g friss meggy; kioldás után visszamarad rost: g procianidin A2/ 100 g száraz rost. Rövidítések: 1/R: az 1-es oldószerkombinációval kioldott meggyből visszamaradt rost; 2/R: a 2-es oldószerkombinációval kioldott meggyből visszamaradt rost. Jelölések: \* szignifikánsan különbözik az 1/R-től ( $p < 0.05$ ); # szignifikánsan különbözik 2/R-től ( $p < 0.05$ ).

A meggy, valamint a visszamaradt rostok összprocianidin tartalmának (PAC) elemzése (4. ábra) rámutatott, hogy bár az 1. oldószerkombinációval szignifikánsan több procianidint tudunk kioldani, mint a 2. módszerrel, a kioldott mennyiség jelentősen elmarad a meggyben összességében megtalálható összprocianidinok mennyiségétől, tehát jelentős mennyiségű procianidin maradt a mintákban kötött formában.

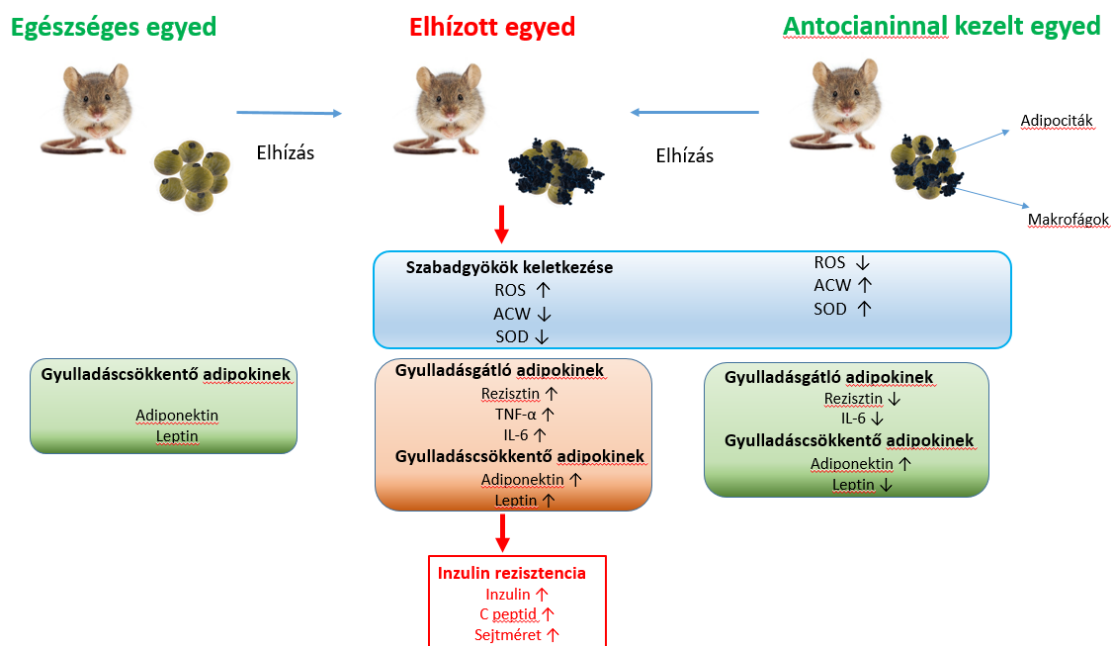
Az extrakciós eljárások után visszamaradt rostok hidrolízisével sikerült kinyernünk további antioxidáns hatású vegyületeket, bár az enzimes hidrolízis nem eredményezett jelentős antioxidáns aktivitást.

A lúgos és a savas hidrolízisek kiemelkedő eredményt hoztak, és ezekben az esetekben az összpolicifenoltartalom is megnövekedett, tehát valószínűsíthetően a kötött polifenolok lebomlásából származó alacsony molekulatömegű fenolszármazékok okozhatják a változást. Emellett megállapítottuk, hogy a mérési módszerek hatékonyságáról ebben az esetben is jelentős különbségeket eredményezett, és hogy a DPPH meres eredményét az erős sav jelenléte nagyban befolyásolta.

Összességében elmondhatjuk, hogy a friss meggyből kivont és az extrakciós maradékok hidrolízisével nyert antioxidánsok mennyisége az alkalmazott két oldószer-kombináció esetében nagyon hasonlóak voltak, és kijelenthetjük, hogy a Saura-Calixto és Goñi (2006) által kidolgozott savas (HCl) metanol-aceton-víz oldószer-kombináció szignifikánsan nem extrahált ki nagyobb mennyiségű antioxidáns vegyületet. Következésképpen a kioldás hatékonyságára nincs befojással, ha az első lépésben nem használunk HCl-t, és a metanol etanollal, valamint ha az aceton-víz kombinációt 100% -os etanollal helyettesítjük.

## Az antocianinok hatásvizsgálata

Kísérletünk főbb eredményeit az 5. ábra szemlélteti. Az eredmények és az összefüggések áttekintése után azt tapasztaltuk, hogy a krónikus orális antocianin-kezelés nem védte meg az állatokat az étrenddel kiváltott súlygyarapodástól, és megállapítottuk, hogy a magas zsírtartalmú étrend és a szacharózzal kiegészített csapvíz alkalmazásával elő tudtuk idézni az éhomi hiperglikémiát, melyet a krónikus antocianinkezelés nem tudott jelentősen csökkenteni.



**5. ábra.** A kisállatkísérlet eredményeinek grafikus értelmezése.

Láthatjuk, hogy a kísérleti időszak végére a magas energiatartalmú étrend a glükóz tolerancia markáns csökkenését eredményezte mind az MEÉ, mind a MEÉA csoportban. Megállapítottuk továbbá, hogy az antocianinkezelés során az orális glükózterheléshez társuló megnövekedett C-peptid szekréció hatására megnövekedett inzuinválasz nem volt képes szignifikánsan ellensúlyozni a felfokozott vércukorszintváltozásokat, annak ellenére sem, hogy az antocianinok közül a cianidin-3-o-β-glikozidról már bizonyították, hogy képes növelni a sejtek inzulinérzékenységét azáltal, hogy inaktiválja a JNK stressz kinázt, vagy nem alakítja át a szerin inzulinreceptor-1 szubsztrátumot [AGUIRRE et al., 2000].

Azt tapasztaltuk, hogy zsírsavszint átmeneti növekedése az inzulintermelés fiziológiai stimulációjának is tekinthető, mivel az inzulinszekréció ideiglenesen fokozódhat a metabolikus egyensúly fenntartása érdekében, azonban az elhúzódó zsírsav-túlterhelés rontja a β-sejtek működését. Kísérletünk során azt tapasztaltuk, hogy a hiperkalórikus étrend fokozza az inzulin szekréciót, és az antocianin-kezelés ebben az esetben nem tudta ellensúlyozni a magas energiatartalmú (magas zsír és cukor) étrend hatását.

Méréseinkkel továbbá bizonyítani tudtuk, hogy a zsírban és cukorban gazdag étrend rontja a antioxidáns aktivitását (ACW, SOD), de a krónikus antocianinkezelés képes volt ellensúlyozni a csökkenést.

Összességében tehát, a vizsgálataink során a MEÉ egerek szignifikáns különbségeket mutattak az egészséges kontrollokhoz képest, de rá kell mutatnunk, hogy nehéz minden részletben összehasonlítani a vizsgálatokat, mivel az elhízás vagy az inzulinrezisztencia modell tekintetében jelentős különbségek (rágcsálótörzs, alkalmazott vegyületek, kivonatok kémiai összetétele, adagolása, kezelési időtartam) vannak a szakirodalomban. Ez alapján azt feltételezhetjük, hogy az adipokin gén expressziós mintáiban különbségek vannak, ami megmagyarázhatja, hogy az adiponektin szintje miért nem változott sem az elhízás modelljében, sem az antocianin kezelésre adott válaszban. Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a meggykivonattal végzett krónikus kezelés csökkentette a leptin és az IL-6 szintjét, ami azt bizonyítja, hogy az alkalmazott antocianin mennyiség gyulladáscsökkentő hatású, és feltételezhetjük, hogy egy nagyobb dózisú antocianin és / vagy hosszabb periódus kezelés hatékonyan javíthatja az inzulinérzékenységet az étrenddel kiváltott elhízási modellben, de hipotézisünk bemutatása további kísérleteket igényel.

Méréseinkkel bizonyítani tudtuk, hogy a zsírban és cukorban gazdag étrend rontja a plazma antioxidáns aktivitását, de a krónikus antocianinkezelés képes ellensúlyozni az elhízási modellünkben tapasztalt antioxidáns kapacitás csökkenést, és az egészséges kontrollokhoz képest enyhe, de mégis szignifikáns növekedést idézett elő.



## AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

1. Bizonyítottuk, hogy a magyarországi meggyfajták magbél: magháj aránya, valamint az endospermiumok olajhozama eltérő. A magok összetételében egyes fajták között több, mint 6 %, míg az olajhozamban csaknem 7 %-os eltéréseket is tapasztaltunk. Emellett a magok jelentős  $\gamma$ -tokoferol tartalommal jellemezhetők, ami elérheti az 1,6 mg/g endospermiumot, míg  $\beta$ -tokoferol nem volt detektálható.

2. Bizonyítottuk, hogy a magyarországi meggyfajták közül az „Újfehértói fürtös” jellemezhető a legnagyobb víz- és zsírolható antioxidáns kapacitással (ACW értéke 2,2  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ; ACL értéke 4,4  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), és értékes vegyületeinek kinyerésére vizes-etanolos oldószerkelet alkalmazásával új extrakciós módszert dolgoztunk ki.

3. Elsőként azonosítottuk meggyben az ismert antocianin vegyületek mellett UHPLC-MS technikával a cinkonint.

4. Kisállatkísérleteinkkel igazoltuk, hogy az antocianinokban gazdag meggykivonat alkalmazásával csökkenthető a magas zsír- és cukor tartalmú étrend által kiváltott megemelkedett leptin, IL-6 és rezisztin szint. Esetünkben a leptin szintje 41 %-kal, IL-6-é 23 %-kal, a rezisztin szintje pedig 9,5%-kal csökkent, ezáltal bizonyítottuk, hogy az alkalmazott antocianin koncentráció (60 mg/kg) gyulladáscsökkentő hatású az étrenddel kiváltott elhízási modellben. A krónikus antocianin-kezelés képes ellensúlyozni az elhízási modellben tapasztalt antioxidáns kapacitás csökkenést és az egészséges kontrollhoz képest szignifikáns (43 %-os) növekedést detektáltunk.

## AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

Eredményeinket a gyakorlatban a következőkre használhatók fel reményeink szerint a jövőben:

1. Sikerült néhány olyan meggyfajtát azonosítanunk, melyek magja kiemelkedő magolaj és  $\gamma$ -tokoferol forrás lehetne az ipar számára, ezek az 'M', az 'A' és az 'Éva' fajta.
2. Kimutattuk, hogy a fajták között jelentős különbség van az antioxidáns kapacitásban, és hogy az alkalmazott módszerek közül a meggy mérésére a kemilumineszcencián alapuló PCL (ACW, ACL) módszerek a leginkább alkalmasak.
3. Megállapítottuk, hogy a vizsgált magyarországi meggyfajták közül az 'Újfehértói fürtös' fajta a leggazdagabb a víz és a zsírdékony antioxidáns hatású vegyületekben (ACW értéke 2,2  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ; ACL értéke 4,4  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), és kiemelkedően magas az antocianin tartalommal rendelkezik (0,15  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ).
4. Módszert dolgoztunk ki a meggy antocianinokban gazdag kivonatának elkészítésére, mely extraktum az élelmiszer-, és a gyógyszeripar számára is felhasználható.
5. A kisállatkísérletünk tapasztalatai alapot adhatnak a jövőben további antocianin alapú vizsgálatokhoz az étrenddel kiváltott elhízási modellben.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Aguirre V., Uchida T., Yenush L., Davis R., White M. F. (2000): The c-Jun NH<sub>2</sub>-terminal kinase promotes insulin resistance during association with insulin receptor substrate-1 and phosphorylation of Ser307. *Journal of Biological Chemistry*, 275: 9047–9054.
- Anokwuru C., Sigidi M., Boukandou M., Tshisikhawe P., Traore A., Potgieter N. (2018): Antioxidant Activity and Spectroscopic Characteristics of Extractable and Non-Extractable Phenolics from *Terminalia sericea* Burch. ex DC. *Molecules*, 23 (6): 1303.
- Benzie I. F. and Strain J. J. (1999): Ferric reducing antioxidant power assay; direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*, 299: 15–27.
- Brand-Williams W., Cuvelier M. E., Berset C. (1995): Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Journal of Food Science and Technology*, 28: 25–30.
- Guo L. (2017): Enzymatic hydrolysis of lotus rhizome starch using alpha-amylase and glucoamylase. *Journal of Food and Nutrition Research*, 56: 372–380.
- Hartzfeld P. W., Forkner R., Hunter D. M., Hagerman A. E. (2002): Determination of hydrolysable tannins (gallotannins and ellagitannins) after reaction with potassium iodate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 1785–1790.
- Homoki J. R., Nemes A., Fazekas E., Gyémánt Gy., Balogh P., Gál F., Al-Asri J., Mortier J., Wolber G., Babinszky L., Remenyik R. (2016): Anthocyanin composition, antioxidant efficiency, and  $\alpha$ -amylase inhibitor activity of different Hungarian sour cherry varieties (*Prunus cerasus* L.). *Food Chemistry*, 194: 222–229.
- Kandra L. (2006): Biokémiai gyakorlatok.
- Lee J., Durst R. W., Wrolstad, R. E. (2005): Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*, 88: 1269–1278.
- Miller N. J., Rice-Evans C. A., Davies M. J., Gopinathan V., Milner A. (1993): A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science*, 84, 407–412.
- Popov I. N., Lewin G. (1996): Photochemiluminescent detection of antiradical activity; IV: Testing of lipid-soluble antioxidants. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 31: 1–8.
- Popov I. N., Lewin G. (1999): Antioxidative homeostasis: Characterization by means of chemiluminescent technique. *Methods in Enzymology*, 300: 437–456.
- Popov I.N., Lewin G. (1994): Photochemiluminescent detection of antiradical activity. 2. Testing nonenzymic water-soluble antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*, 17, 267–271.
- Porter L., Hrstich L., Chan B. (1985): The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyaniding and delphinidin. *Phytochemistry*, 25: 223–230.
- Prior R. L., Fan E., Ji H., Howell A., Nio C., Payne M. J., Reed J. (2010): Multi-laboratory validation of a standard method for quantifying proanthocyanidins in cranberry powders. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 1473–1478.
- Reed J., McDowell R. E., Van Soest P. J., Horvath P. R. J. (1982): Condensed tannins: A factor limiting the use of cassava forage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 33: 213–220.
- Saura-Calixto, F., Goñi, I. (2006): Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chemistry*, 94: 442–447.
- Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventós R. M. (1999): Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152–178.

# PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK



**DEBRECENI  
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM  
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400  
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/315/2020.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Kun-Nemes Andrea  
Doktori Iskola: Kerpely Kálmán Doktori Iskola  
MTMT azonosító: 10051571

## A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

### Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (2)

1. Biró, A., **Kun-Nemes, A.**, Gálné Remenyik, J.: A meggy-mag mint ipari gamma-tokoferol forrás.  
*Agrártud. Közl.* 63, 27-33, 2015. ISSN: 1587-1282.
2. **Kun-Nemes, A.**, Stefanovits-Bányai, É., Gálné Remenyik, J.: Új mérési eljárások fejlesztése a növényi antioxidáns státusz meghatározására.  
*Agrártud. Közl.* 63, 105-112, 2015. ISSN: 1587-1282.

### Idegen nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (1)

3. **Kun-Nemes, A.**, Homoki, J., Kiss, R., Stündl, L., Gálné Remenyik, J.: Effect of anthocyanin-rich Hungarian tart cherry extract on blood antioxidant status in C57BL/6J mice.  
*Agrártud. Közl. 150th Anniversary Issue*, 335-341, 2018. ISSN: 1587-1282.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.34101/actaagrar/150/1728>

### Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

4. **Kun-Nemes, A.**, Homoki, J., Kiss, R., Hegedűs, C., Kovács, D., Peitl, B., Gál, F., Stündl, L., Szilvássy, Z., Gálné Remenyik, J.: Effect of Anthocyanin-Rich Tart Cherry Extract on Inflammatory Mediators and Adipokines Involved in Type 2 Diabetes in a High Fat Diet Induced Obesity Mouse Model.  
*Nutrients*. 11 (9), 1-17, 2019. EISSN: 2072-6643.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/nu11091966>  
IF: 4.546
5. **Kun-Nemes, A.**, Szöllősi, E., Stündl, L., Biró, A., Homoki, J., Szarvas, M. M., Balogh, P., Cziáky, Z., Gálné Remenyik, J.: Determination of Flavonoid and Proanthocyanidin Profile of Hungarian Sour Cherry.  
*Molecules*. 23 (12), 1-20, 2018. ISSN: 1420-3049.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules23123278>  
IF: 3.06





Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

6. **Kun-Nemes, A.**, Szilvássy, Z., Patonay, T., Fári, M., Gálné Remenyik, J.: Antioxidáns kapacitás meghatározása kemiluminometriás módszerrel.  
In: XVII. Növénynevelési Tudományos Napok Összefoglalók. Szerk.: Óvári Judit, Planet Corp. Szolgáltató Kft, Szeged, 66, 2011. ISBN: 97896308.12351

Idegen nyelvű absztrakt kiadványok (1)

7. **Kun-Nemes, A.**, Homoki, J., Kiss, R., Stündl, L., Gálné Remenyik, J.: Effect of anthocyanin-rich tart cherry extract on blood antioxidant status in a high fat diet induced obesity mouse model.  
In: 9th Central European Congress on Food, Food Science for Well-being : Abstract book.  
Ed.: L. Gaceu, M. Mironescu, G. Mohan, Lucia Blaga University of Sibiu Press, Sibiu, 146, 2018. ISBN: 9786061215461

### További közlemények

Magyar nyelvű tudományos közlemények hazai folyóiratban (3)

8. **Kun-Nemes, A.**, Fehérmé Baranyai, E., Gálné Remenyik, J.: A meggy jelentősége a vaspótlásban.  
*Agrártud. Közl.* 63, 101-104, 2015. ISSN: 1587-1282.
9. Homoki, J., **Kun-Nemes, A.**, Gálné Remenyik, J.: A meggy mint funkcionális élelmiszer.  
*Agrártud. Közl.* 55, 41-47, 2014. ISSN: 1587-1282.
10. Bódi, É., Gálné Remenyik, J., **Kun-Nemes, A.**, Homoki, J., Peles, F., Fekete, I., Kovács, B.: Szelénnel dúsított étkezési csírák antioxidáns aktivitásának meghatározása, valamint mikrobiológiai vizsgálatuk.  
*Agrártud. Közl.* 52, 25-30, 2013. ISSN: 1587-1282.

Idegen nyelvű tudományos közlemények külföldi folyóiratban (2)

11. Homoki, J., **Kun-Nemes, A.**, Fazekas, E., Gyémánt, G., Balogh, P., Gál, F., Al, A. J., Mortier, J., Wolber, G., Babinszky, L., Gálné Remenyik, J.: Anthocyanin composition, antioxidant efficiency, and alpha-amylase inhibitor activity of different Hungarian sour cherry varieties (*Prunus cerasus* L.).  
*Food Chem.* 194 (1), 222-229, 2016. ISSN: 0308-8146.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.130>  
IF: 4.529
12. Bódi, É., Gálné Remenyik, J., **Kun-Nemes, A.**, Homoki, J., Peles, F., Fekete, I., Kovács, B.: The determination of antioxidant activity of selenium-enriched wheat and pea sprouts, as well as their microbiological analysis.  
*Scientific papers. Series A., Agronomy.* 56., 196-201, 2013. ISSN: 2285-5785.





Magyar nyelvű konferencia közlemények (1)

13. Bódi, É., Gálné Remenyik, J., **Kun-Nemes, A.**, Homoki, J., Fekete, I., Kovács, B.: A szelénkezelés és az antioxidáns aktivitás közötti kapcsolat vizsgálata étkezési csírák esetén.  
In: XIX. Ifjúsági Tudományos Fórum, [s.n.], [Keszthely], 1-6, 2013.

Magyar nyelvű absztrakt kiadványok (1)

14. Homoki, J., **Kun-Nemes, A.**, Hüse, C., Fári, M., Gálné Remenyik, J.: A cyanidin-3-O monoglükozid felhalmozódása a magyarországi meggy fajtákban.  
In: XVII. Növénynevelési Tudományos Napok. Összefoglalók: Növényneveléssel kultúrnövényeink sokféleségéért. Szerk.: Óvári Judit, Gabonakutató Nonprofit Közhasznú Kft., Szeged, 68, 2011. ISBN: 978963081235

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 12,135**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):  
7,606**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2020.10.22.

