

BEVEZETÉS

A tudatos vásárlók körében egyre jobban terjed, hogy olyan termékeket keresnek a piacon akár friss gyümölcsökre, zöldségekre gondolunk, akár bármilyen formában megjelenő feldolgozott termékeket nézünk, amelyek egészségvédő hatású komponensekben gazdagok és a feldolgozott termékek esetében nem tartalmaznak szintetikus adalékanyagokat. Mindezek az igények érthetőek, és úgy tűnik egyre nő a kereslet a kiváló tulajdonságokkal rendelkező, hazai termékek iránt. A bogyós gyümölcsök esetében már elég jól ismertek azok a fajták, amelyek a legjobb tulajdonságokkal rendelkeznek. Pályázati célkitűzésünkben ezért a csonthájas gyümölcsökre esett a választásunk és főleg olyan genotípusok felkutatása volt a célunk, amelyek a fenti igényeknek megfelelnek, és tudatos termesztés, nemesítés révén kiemelkedő szerepet tölthetnének be a friss és feldolgozott gyümölcsfogyasztásban, az egészséges táplálkozásban. Egy gyümölcs egészségi hatását számos más paraméter mellett, igen jól jellemzi az antioxidáns kapacitás, ill. az annak kialakításában szerepet játszó polifenolos komponensek minősége és mennyisége.

A pályázat keretei között a csonthájas gyümölcs fajok egész sorát vizsgáltuk, ezek számos fajtáját, genotípusát. Több, különböző mérési módszerrel jellemeztük az egyes genotípusokat, valamint kerestük azokat a polifenolos komponenseket, amelyek esetleg felelőssé tehetők ezen tulajdonság kialakításáért. A kezdeti FRAP és totál polifenol-tartalom mérését fokozatosan kiegészítettük, bővítettük egyéb antioxidáns kapacitást mérő módszerekkel, hogy minél közelebb jussunk az adott gyümölcs valós antioxidáns kapacitásának megítéléséhez és a legkorszerűbb analitikai módszerekkel próbáltuk azonosítani a polifenolos komponenseket. Az eltérő metabolit-tartalom hátterében álló gének azonosítása és kifejeződésük jellemzése is munkánk célja volt.

FELHASZNÁLT MÓDSZEREK

A hivatkozások a publikációkban részletesen szerepelnek.

1. Az antioxidáns kapacitás meghatározására:

FRAP=Ferric Reducing Antioxidant Power, TEAC=Trolox Equivalent Antioxidant Capacity, TPC=Total Poliphenolic Content, ACW=Water Soluble Antioxidant Capacity, ACL=Lipid Soluble Antioxidant Capacity, DPPH=1,1-difenil-2-pikrilhidrozil *gyök* semlegesítésén alapuló módszer.

2. Összes flavon- és flavonoltartalom meghatározása.

3. Az összes monomer antocianintartalom (TMAC) meghatározása.

4. Polifenolok azonosítása és mennyiségi meghatározása HPLC-ESI-MS/MS és HPLC-DAD-ESI-QTOF kapcsolt rendszerrel.

5. Antioxidáns kapacitással rendelkező polifenolok vizsgálata HPLC-DAD-ABTS⁺⁺ kapcsolt rendszerrel.

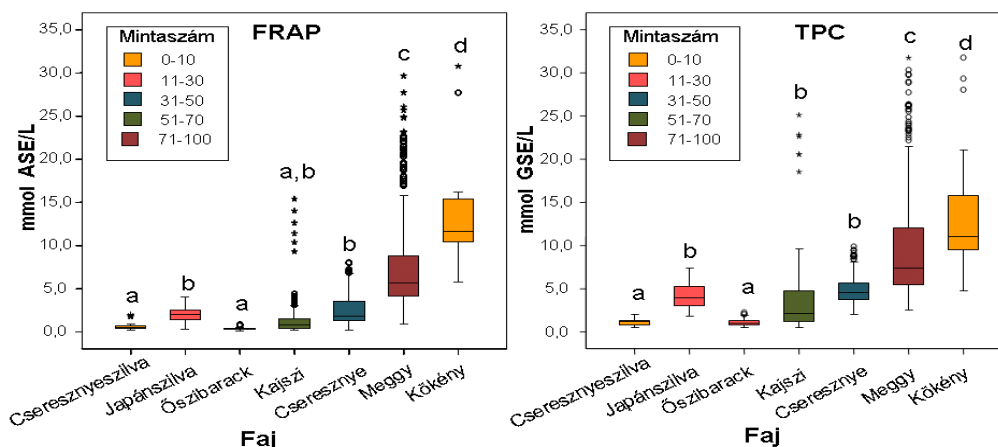
6. A flavonoid-bioszintézis gének azonosítása és expressziójának jellemzése DNS- és RNS-izolálás, cDNS-szintézis, homológia alapú primertervezés, PCR-termékek klónozása, szekvenálása, qPCR-analízis és bioinformatikai elemzés útján.

A statisztikai értékeléshez IBM SPSS Statistics Version 22 programot használtunk.

EREDMÉNYEK

Csonthéjas gyümölcsök antioxidáns kapacitásának felmérése

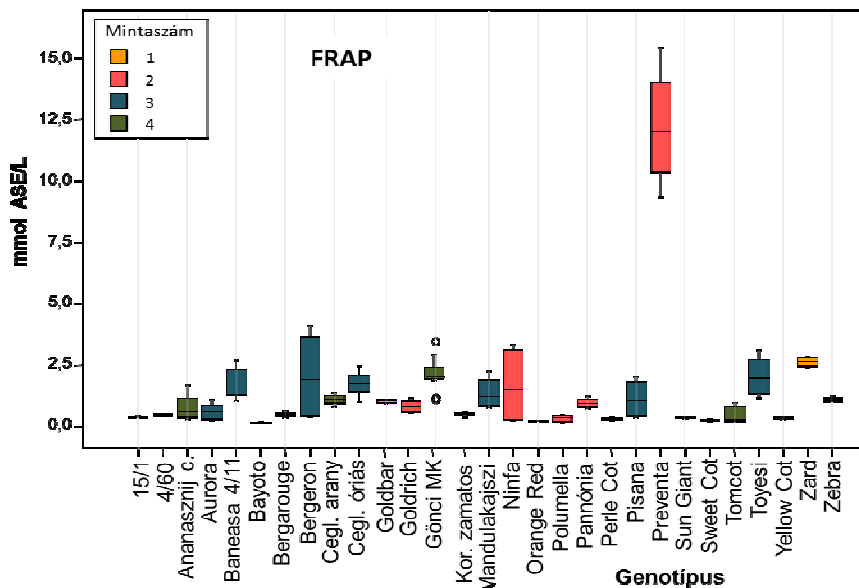
A pályázatban megfogalmazottaknak megfelelően több csonthéjas gyümölcs egészségvédő hatását jól jellemző antioxidáns kapacitást többféle módszerrel határoztuk meg. Így került sor elsőként a következő gyümölcsök vizsgálatára: *cseresznyeszilva* (7 genotípus), *japánszilva* (16 genotípus), *őszibarack* (12 fajta), *kajszi* (32 genotípus), *cseresznye* (33 genotípus), *meggy* (32 genotípus) és *kökény* (11 genotípus). A gazdag mintaszámú vizsgálatból a kezdeti, két módszerrel mért eredmények alapján fel tudunk állítani egy sorrendet a vizsgált gyümölcsök között. Szoros összefüggés volt kimutatható a FRAP és az összes polifenol-tartalom (TPC) mérési eredményei között. A részletesebb vizsgálatokra két fajt választottunk ki, a kajszit és a meggyet, hiszen ezek mutatták a legnagyobb variabilitást antioxidáns kapacitás szempontjából.



A vizsgált csonthéjas gyümölcsfajok összes antioxidáns kapacitása FRAP-módszerrel (mmol ASE/L) és összes-polifenol-tartalma (mmol GSE/L). Az azonos betűkkel jelölt értékek között statisztikailag nincs szignifikáns különbség ($p < 0,05$) Duncan-teszt alapján.

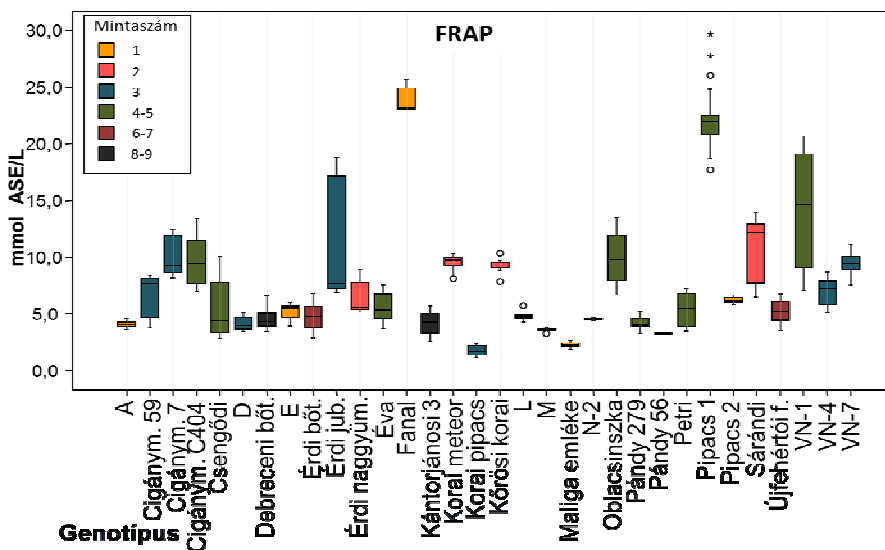
őszibarack < cseresznyeszilva < kajszi < japánszilva < cseresznye < meggy < kökény

A *kajszi* genotípusok részletesebb vizsgálata során, kb. 10-12-szeres különbségeket kaptunk a fajták között. A FRAP és TPC alapján is megállapítottuk, hogy a Preventa genotípus kiemelkedő antioxidáns kapacitással rendelkezik. Az eredmények illusztrálására csak a FRAP értékeket közöljük, bár meg kell jegyezni, hogy szinte azonos összefüggéseket kaptunk a összes polifenol-tartalomban is. Az új francia nemesítésű fajták, mint a 'Flavor Cot', 'Jumbo Cot', 'Perle Cot', 'Sweet Cot' és 'Yellow Cot' általában kisebb értékekkel rendelkeztek. Ezzel szemben a régi magyar fajtákat ('Ceglédi arany', 'Ceglédi óriás', 'Gönci magyarkajszi' és 'Mandulakajszi') átlag feletti antioxidáns kapacitás jellemezte.



A vizsgált kajszigenotípusok összes antioxidáns kapacitása (FRAP, mmol ASE/L). (MK: magyarkajszí)

A következőkben a kibővített *meggy* fajtaválaszték (32) mintáiban is részletekbe menően meghatároztuk a FRAP és TPC értékeket. Azt tapasztaltuk, hogy az egyes fajták között igen nagy eltérések (esetenként 20-30-szoros) mutatkoztak a két vizsgált paraméter alapján. Meggy esetében két kiugró értékkel szereplő fajtát találtunk, a ‘Fanalt’, és a ‘Pipacs 1’-t, ugyanakkor számos fajta mutatott még jelentős értéket. Itt csak a FRAP eredmények kerülnek bemutatásra.



A vizsgált meggy-genotípusok összes antioxidáns kapacitása (FRAP, mmol ASE/L).

A kajszí és a meggy polifenol komponenseinek azonosítása

Ezekkel a mérésekkel párhuzamosan megkezdtük az értékes polifenolos vegyületek azonosítását kajszifajtáknál. Nagyhatékonyságú kromatográfiához kapcsolt, elektroporlasztásos ionizációt alkalmazó tandem tömegspektrometriás módszert (HPLC-ESI-MS/MS) alkalmazva 12 kajszí (*Prunus armeniaca*) genotípust vizsgáltunk, 5 tradicionális magyar fajtát (‘Ceglédi arany’,

‘Ceglédi óriás’, ‘Ceglédi Piroska’, ‘Korai piros’, ‘Mandulakajszai’) és 1 hibridet (7/1 hibrid) valamint 6 további nem hazai fajtát, a bennük található flavonoid alkotók feltérképezésére.

A **kajsziban** három fő flavonoidalkotót azonosítottunk, a kvercetin-3-O-rutinozidot, a kvercetin-3-O-glükozid-6-acetátot és a kaempferol-3-O-rutinozidot, mely minden mintában megtalálható volt, melyből a kvercetin-3-O-rutinozid bizonyult a legnagyobb mennyiségben jelen lévő flavonoid-származéknak. A következő években is tovább folytattuk a kajszival kapcsolatos méréseinket, így lehetőségünk nyílt az évenkénti eredmények összehasonlítására, ill. az időjárási tényezők hatásának tanulmányozására is. Az egyes fajták vizsgálatai azt mutatták, hogy valóban létezik a kimagasló antioxidáns kapacitással rendelkező fajta, az évjárattól függetlenül.

Hegedűs, A., Pfeiffer, P., Papp, N., Abrankó, L., Pedryc, A., Stefanovits-Bányai, É. (2011): Accumulation of antioxidants in apricot fruit through ripening: characterization of a genotype with enhanced functional properties. *Biol. Res.*, 44: 339–344.

Pfeiffer P., Pedryc A., Papp N., Abrankó L., Stefanovits-Bányai É., Hegedűs A. (2012): Molecular genetics of the flavonoid biosynthesis in two apricot genotypes. *Acta Horticulturae*, 2012. 966. 107-11.

Az első évek eredményei alapján a másik gyümölcs, amelyikre a választásunk esett a **meggy** volt. A meggyel kapcsolatos vizsgálatokhoz a későbbiekben 12 fajtát választottunk ki, melyekben több módszerrel is (FRAP, TPC, TEAC, ACW, ACL) próbáltuk jellemezni a gyümölcsök antioxidáns kapacitását, és vizsgáltunk néhány polifenol komponenst ill. az összes monomer antocianin-tartalmat és az összes flavon- és flavonoltartalmat. Az elektronátmeneten alapuló módszerekkel (FRAP, TEAC, TPC) 5-6-szoros eltéréseket kaptunk a vizsgált fajták között, és a mért adatok szerint a legnagyobb antioxidáns kapacitást az ‘Érdi jubileum’, ‘VN-1’, ‘Fanal’ és ‘Pipacs 1’ gyümölcsében mértük, közülük az utolsó kimagasló értéket mutatott: ‘Pipacs 1’ (TPC: 4,0 mmol GSE/ 100 g FT, TEAC: 6,5 mmol TE/ 100 g FT) A fotokemilumineszcianin alapuló ACW és ACL eredmények alapján is a ‘Pipacs 1’ (ACW: 0,4 mmol ASE / 100 g FT, ACL: 0,8 mmol TE/ 100 g FT) rendelkezett a legnagyobb értékkel. Az összes monomer antocianin-tartalom jellemzésekor a sötét héj- és hússzínű genotípusok (VN-1, ‘Érdi jubileum’, ‘Csengődi’) rendelkeztek a legnagyobb antocianin-tartalommal, a nagy antioxidáns kapacitásuk mellett. A sárga gyümölcshúsú ‘Pipacs 1’ volt az egyik legnagyobb antioxidáns kapacitású, de a legkisebb antocianin-tartalmú meggyfajta.

A HPLC-DAD-ESI-qTOF tömegspektrométerrel feltételesen azonosított polifenol komponensek közül a rendelkezésre álló standardok segítségével minőségi és mennyiségi meghatározásokat végeztünk. Az UV-VIS spektrumokban 520 nm-en integrált csúcs alatti területek alapján a legnagyobb cianidin-tartalommal a ‘Fanal’, ‘Csengődi’ és VN-1, legkisebb értékekkel pedig a ‘Pipacs 1’ genotípus rendelkezett. A vizsgált meggyek főként cianidin di- és tri-glikozidokat tartalmaztak.

A meggyfajták feltételesen azonosított kvercetin (Que)-származékainak integrálásából kapott összes csúcs alatt területei kisebb variabilitást mutattak, mint a cianidin-származékoké, a legjellegzetesebb származék alapján több csoportra oszthatjuk a vizsgált mintákat. A minták többségében a Que-dezoxihexozid (dH) – hexozid (H), míg a ‘Fanal’ meggyben a Que-dH-H-H a legnagyobb mennyiségben jelenlévő származék, az ‘Érdi jubileum’ és ‘Oblacsinszka’ fajtákban azonban közel azonos mennyiségben található meg a két előbbieken említett komponens. A ‘Fanal’ rendelkezett szignifikánsan a legnagyobb összes kvercetin-tartalommal, melyet a ‘Csengődi’ és VN-1 követett.

A vizsgált meggyekben fenolsavak közül klorogénsav és kumarinsav izomereket azonosítottunk. A két klorogénsav izomer összmennyisége között genotípusonként 6-7-szeres különbségeket figyeltünk meg. A legnagyobb klorogénsav-tartalmat a ‘Pipacs 1’ meggyben mértük, melyet átlagosan az ‘Újfehértói fürtös’ követett. A mintákat klorogénsav-mintázatuk alapján két csoportra oszthatjuk. A ‘Cigánymeggy C404’ és ‘Oblacsinszka’ meggyekben a klorogénsav

nagyobb mennyiségben fordult elő, mint a neoklorogénsav, míg a többi mintára az ellenkezője volt jellemző.

Négy meggyfajtában ('Pipacs 1', 'Kántorjánosi', 'Debreceni bőtermő' és 'Éva') a többi meggyből nem kimutatható genisztein-glikokonjugátumokat azonosítottunk. Minden fajtánál szignifikánsan nagyobb genisztein-tartalommal rendelkezett a 'Pipacs 1'. A megbízható azonosítás érdekében a korábban kidolgozott HPLC-ESI-(háromas-kvadrupól) tandem MS (HPLC-ESI-QQQ-MS/MS) vizsgálatok mellett nagy tömegfelbontást és pontos tömegmérést biztosító repülési idő (TOF) tömegspektrometriás módszert is alkalmaztunk. A tömegspektrometriás azonosítást követően UV-VIS detektálást alkalmazva jó becslést tudtunk adni ezen komponensek mennyiségére vonatkozóan. Ennek megfelelően, az említett mintákban legnagyobb mennyiségben felhalmozódó genisztein-7-O- β -glükozid (triviális nevén: genisztin) 0,5-5,8 mg/kg eredeti (friss) tömeg koncentrációban volt kimutatható. E komponens mellett további 4 genisztein-vegyületet találtunk, melyek koncentrációja jelentősen kisebbnek mutatkozott a genisztinhez képest.

Abrankó L., Nagy Á., Szilvássy B., Stefanovits-Bányai É., Hegedűs A. (2015): Genistein isoflavone glycoconjugates in sour cherry (*Prunus cerasus* L.) cultivars. *Food Chemistry*. 166:(1) 215-222.

Két katechin izomert és öt katechin egységekből álló procianidint is azonosítottunk feltételesen a meggyben. Összességében elmondható, hogy a 'Pipacs 1' rendelkezett a legnagyobb flavan-3-ol-tartalommal, melyet a 'Fanal' és 'Érdi jubileum' követtek. Bebizonyítottuk, hogy a vizsgált meggyfajták között legnagyobb antioxidáns aktivitással rendelkező, világos színű, amarello-típusú 'Pipacs 1' meggyfajta gyümölcsében felhalmozódó antioxidáns hatású vegyületek (az antocianin-glikozidokat kivéve) nagyobb mennyiségben vannak jelen, mint a többi fajtában.

Feladataink között szerepelt a vizsgált gyümölcsökben található, az antioxidáns kapacitás kialakításáért leginkább felelős komponensek analitikai meghatározása. Ennek érdekében az átlagos és a kiemelkedően nagy antioxidáns kapacitással rendelkező 11 magyar meggyfajtát vontunk be a vizsgálatokba, melyek flavonoid és fenolos savas komponenseit folyadékkromatográfiás módszerrel választottuk szét, és egy ABTS-HPLC-DAD kapcsolt rendszer segítségével külön-külön vizsgáltuk ezek szabadgyökfogó képességét. A kapcsolt technika lényege, hogy a mintában levő és folyadékkromatográfiával szétválasztott antioxidáns hatású vegyületek az ABTS^{•+} szabad gyökökkel reakcióba lépnek. Ennek következtében az ABTS^{•+} gyökök mennyisége csökken, amit 734 nm-en nyomon követve, a kromatogramban negatív csúcsokként detektálunk. A mintákban levő aktív komponenseket ionscspadás tömegspektrométer segítségével azonosítottuk.

A vizsgált meggyfajtákban 15 antioxidáns kapacitással rendelkező komponenst találtunk, melyekből 11-et azonosítottunk irodalmi adatokra támaszkodva, azok anya- és termékion tömegspektruma alapján. A mintákban 2 klorogénsav izomert és 2 különböző procianidint mutattunk ki. A különböző flavonoidok, mint a kvercetin, kaempferol, rhamnetin és az antocianinok közé tartozó cianidin glikozidos formában voltak jelen a meggyekben. Megállapítottuk, hogy a sötét, morello-típusú meggyek (mint például a 'VN-1' vagy 'Érdi jubileum') kiemelkedő antioxidáns kapacitását főként a mintában jelenlevő antocianin-glikozidok okozzák.

Természetesen a különböző meggyekben különböző mennyiségben található meg az antioxidáns hatású vegyületek. Az azonban elmondható, hogy a meggy összes antioxidáns kapacitásáért kb. 30 %-ban tehető felelőssé a klorogénsavak, 20 %-ban a procianidinek, 25-30 %-ban az antocianinok (mely valószínűsíthetően a nagy antocianin-tartalmúknál jóval nagyobb is lehet), míg a többi komponens egyenként 10 % alatt volt felelős a kialakított tulajdonságért.

A 2012 évi vizsgálataink alapján a rendelkezésünkre álló génbanki ültetvények anyagát több kiemelkedő antioxidáns kapacitást mutató gyümölcsfajtával bővítettük (pl. 'Pipacs 1' meggyfajta, vérbarack, nagy antocianin-tartalmú ukrán cseresznyefajta). Ezek közül a leginkább perspektivikus genotípusokat beemeltük a vizsgált minták körébe. A Görcsönyi Polgármesteri Hivatal felajánlásával lehetőségünk nyílt egy dél-baranyai génbanki ültetvény létesítésére. Az

általunk kiemelkedő beltartalmi értékű genotípusokat az eddigiektől eltérő földrajzi-éghajlati körülmények között is alkalmunk nyílik tesztelni több éven át. Első eredményeink alapján a gyümölcsök kiemelkedő antioxidáns kapacitása és polifenol-tartalma ezen környezeti körülmények között is megmutatkozik.

A kajszi és a meggy polifenol-bioszintézis útvonalában szerepet játszó gének azonosítása és expressziójuk jellemzése

Meghatároztuk 13 kajszi és 9 meggy gén részleges DNS-szekvenciáját, mely gének szerepe a gyümölcs flavonoid-bioszintézisében valószínűsíthető. A kajszi gyümölcsökből ('Gönci magyarkajszi', Preventa, 'Ceglédi arany', 'Harcot', 'Aurora' és 18/61-es hibrid) a flavonoid-bioszintézis alábbi kandidáns génjeinek parciális szekvenciáját határoztuk meg: *fenilalanin-ammónia-liáz (PAL)*, *fahéjsav-4-hidroxiláz (C4H)*, *4-kumaroil-CoA-ligáz (4CL)*, *kalkon-szintáz (CHS)*, *kalkon-izomeráz (CHI)*, *flavanon-3-hidroxiláz (F3H)*, *flavonoid-3'-hidroxiláz (F3'H)*, *flavonoid-3'5'-hidroxiláz (F3'5'H)*, *dihidroflavonol-4-reduktáz (DFR)*, *antocianidin-szintáz (ANS)*, *leukoantocianidin-reduktáz (LAR)*, *antocianidin-reduktáz (ANR)*, *UDP glükóz:flavonoid-3-O-glükoziltransferáz (UFGT)*. A meggy gyümölcs (VN-1 és 'Pipacs 1') esetében a *C4H*, *4CL*, *CHI*, *F3H*, *F3'5'H*, *ANR*, *LAR* és *UFGT* gének részleges szekvenciáját adtuk meg. Ezenkívül parciális kajszi *glicerinaldehyd-3-P-dehidrogenáz (GAPDH)* és meggy *MYB* és *MYB10* transzkripció faktor génszekvenciákat is leírtunk. A kajszi *F3'5'H* és *LAR* kandidáns gének esetében általunk meghatározott szekvenciák a *Prunus* nemzetségen belül az első megismert szekvenciák. A *PAL* gént kivéve valamennyi vizsgált génről munkánk adta a kajszi faj esetében az első szekvenciaismeretet. A meggy *MYB* génszekvenciák a *Prunus* nemzetségen belül első ízben váltak ismertté, a többi szekvencia pedig a faj esetében számít újdonságnak.

A 'Gönci magyarkajszi' és Preventa gyümölcsök relatív génexpresszióinak vizsgálatok megállapítottuk, hogy a Preventa gyümölcshús és -héj az első érési fázisban rendelkezett a legnagyobb transzkriptum-mennyiséggel az összes vizsgált gén esetében. A 'Gönci magyarkajszi'-nál ez a tendencia nem ennyire egyértelmű, hiszen az exokarpiumban és a mezokarpiumban a relatív transzkriptum-mennyiségek az első és a második érési állapotban tetőztek. Ezek a relatív expressziós értékek azonban tökéletesen korrelálnak az összes polifenol-tartalom változásával: a Preventa gyümölcshúsában a TPC nagymértékű csökkenést mutatott az első két érési fázis között, míg a 'Gönci magyarkajszi' gyümölcshúsának polifenol-tartalma növekedett.

Jelentős különbség a két genotípus között, hogy a Preventa gyümölcshúsa, de különösen gyümölcshéja többszörös transzkriptum-tartalommal rendelkezik számos gén (*PAL*, *C4H*, *CHS*, *CHI*, *F3H*, *F3'H*, *DFR*, *ANS*, *ANR* és *LAR*) esetében a gyümölcserés korai szakaszában a 'Gönci magyarkajszi'-hoz képest. A Preventa gyümölcseinek hús- és héjszövetében a *PAL* és *CHS* enzimeket – a fenilpropanoid- és flavonoid-bioszintézis első enzimeit – kódoló kandidáns gének szintén többszörös relatív expressziós értékekkel rendelkeztek a 'Gönci magyarkajszi'-hoz képest. Ezek a jelentősen nagyobb expressziós értékek feltehetően összefüggésben állnak a Preventa nagyobb antioxidáns kapacitásával. A Preventa gyümölcshúsa nagyobb *C4H* génexpressziót és flavonoidtartalmat mutatott, mint a 'Gönci magyarkajszi' gyümölcshúsa.

A meggy gyümölcsök RT-PCR-rel végzett génexpressziós vizsgálata igazolta, hogy a *PAL*, *CHS*, *DFR* és *ANS* gének a 'Pipacs 1' piros pigmentektől mentes gyümölcshúsában is expresszálódnak. qPCR analízishez megfelelő cDNS-t meggy esetében azonban csak gyümölcshéjből sikerült nyernünk. A meggy gyümölcshéj – a kajszival ellentétben – általában a negyedik, ötödik érési fázisban rendelkezett a legnagyobb transzkriptum-mennyiséggel a legtöbb vizsgált gén esetében. A VN-1 gyümölcshéj nagyobb antocianinos pigmentátságot és közel tízszeres *C4H* transzkriptum-mennyiséget mutatott a negyedik érési fázisban, mint a 'Pipacs 1' gyümölcshéj. A *MYB10* transzkripció faktor expressziójában szembetűnő különbség, hogy a VN-1 gyümölcshéj valamennyi érési fázisban többszörös *MYB10* expressziót mutat, mint a 'Pipacs 1'

gyümölcshéja. Ezzel együtt nagyobb a fent említett gének (*PAL*, *C4H*, *CHS*, *CHI*, *DFR*, *F3'H* és *ANS*) expressziója is. Ennek alapján a MYB és MYB10 transzkripciós faktorok szerepe valószínűsíthető a meggy antocianin-bioszintézisének transzkripció szintű szabályozásában.

A 'Pipacs 1' héj viszont nagyobb *F3H* expresszióval rendelkezett, mint a VN-1, ami alapján feltételezhető, hogy míg a VN-1 gyümölcsében a flavonoid-bioszintézis az antocianinok képződése irányába van eltolva, a 'Pipacs 1' gyümölcsében színtelen flavonoidok keletkeznek, melyek hozzájárulnak a gyümölcs antioxidáns kapacitásának kialakításához. Mindez jól korrelál korábban bemutatott metabolomikai eredményeinkkel, melyek szerint a 'Pipacs 1' gyümölcsében jelentős genisztein-tartalmat és fenolos savtartalmat mutattunk ki.

Előzetes eredményeinket konferencia-anyagokban tettük közzé, IF-os lapba benyújtandó kézirat készítése jelenleg zajlik.

Meggytermékek vizsgálata

1. Meggylé-sűrítmény előállítására is történtek kísérletek, kapcsolt membrános eljárás alkalmazásával. Célunk volt olyan meggylé-sűrítmény előállítása, mely nagy szárazanyag tartalommal bír, ezáltal biztosítva a hosszabb eltarthatóságot, viszont a sűrítés során a szervezetre jótékony hatású komponensek nem sérülnek. Első lépésként mikorszűrést (MF) végeztünk tükrösítés és hideg sterilizálás céljából. A kiindulási élő baktérium számot és élesztő/penész számot sikeresen a kimutatási határérték alá csökkentettük. Ezt követően fordított ozmózist (RO) alkalmazva a kiindulási 9°Brix-et sikerült 19°Brix-re emelni, melyet utolsó fázisban, ozmotikus desztillációval (OD) ~60-62°Brix-re sűrítettünk. Vizsgáltuk az összpolicifol és antioxidáns kapacitás változását az egyes lépések között. Statisztikailag kimutatható (Games-Howell próba) csökkenést eredményezett az összpolicifol-tartalomban mindhárom művelet. Ezzel szemben az antioxidáns kapacitás tekintetében a mikroszűrésnek nincs hatása, bár mind a fordított ozmózis, mind az ozmotikus desztilláció szignifikáns csökkenést eredményezett. Kijelenthető, hogy az általunk javasolt technológia képes ugyanazt a szárazanyag-tartalmat (60-70°Brix) elérni, mint a hagyományos hőközlésen alapuló besűrítési eljárások, értékes anyagok megőrzése szempontjából viszont – az irodalmi tapasztalatokkal ellentétben – az eljárás csak részben tekinthető sikeresnek; további optimalizálás szükséges a megfelelő műveleti körülmények megtalálása érdekében.

Rácz G., Alam MR., Albert K., Papp N., Koris A., Di Matteo M., Vatai Gy: Estimation of overall mass transfer coefficient in osmotic distillation for gentle sour cherry juice concentration. Food Science Conference 2013- with research for the success of Darányi program, 93-96.

2. A fogyasztók között igen népszerűek a különböző gyümölcsökből készült dzsemek, ezért ezen termékeket is megvizsgáltuk cukor nélkül és cukorral (1 kg magozott meggyhez 0,2 kg kristálycukor) elkészítve. Az összeturmixolt meggyet 75 °C-ra melegítettük fel, közben 5 alkalommal (20., 30., 40., 50. és 60. percben) mintát vettünk FRAP, TEAC, összes polifenol-tartalom, valamint antocianin mérésekhez. Még a kémleletesnek számító hőkezelés is jelentős antioxidáns kapacitás csökkenést idézett elő. Az eredeti tömegre történő számolás során az eredeti értékek FRAP esetében kb. 11%-ra, az összes polifenol-tartalomban kb. 25%-ra, a TEAC-nál 7%-ra csökkentek. Hasonló csökkenést mértünk a cukorral készített dzsemmel is.

Fagyasztott meggyet is készítettünk Cigánymeggyből és összehasonlítottuk a kereskedelmi forgalomban kapható fagyasztott meggyel, annak bizonyítására, hogy a kiváló tulajdonságokkal (antioxidáns kapacitás) rendelkező fajtákból értékesebb termék állítható elő. A szárazanyag-tartalomban 70,1 %, a FRAP értékben 71,81 %, az összes polifenol-tartalomban 53,45%, a TEAC-ban 41,43% és a DPPH-ban 14,46%-ban maradt el a kereskedelmi forgalomból származó mélyhűtött meggy.

3. A fagyasztott mintából történő feldolgozás, kompótkészítés az eredeti értékekhez képest további 10-12% csökkenést eredményezett, ami szintén rámutat arra, hogy milyen fontos a

megfelelő fajta használata. Tárolási kísérleteink alapján a liofilizáltan tárolt minták esetében volt a legkisebb a tárolási veszteség.

A meggy in vivo vizsgálata

Az elmúlt években folyamatosan nőtt az alimentáris eredetű zsírmáj gyakorisága, mára már ez a lakosság 10-24 %-át érinti. A betegség általában nem kíván speciális kezelést, a megfelelő diéta betartásával javulás érhető el. Munkánk célja volt összehasonlítani a kiemelkedő antioxidáns kapacitással rendelkező 'Pipacs 1' és 'Fanal' meggyfajták fiziológiai hatását az átlagos antioxidáns kapacitású 'Újfehértói fürtös'-sel zsírmájpatkányok esetében, ill. normál körülmények között tartott csirkék esetében a 'Pipacs 1'-gyel és az 'Újfehértói fürtös'-sel. A Semmelweis Egyetemmel és az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézettel közösen beállított, him Wistar patkányokon végzett sikeres kísérlet során kapott eredményeket több publikációban közöltük.

Süle K., Fehér E., Blázovics A., Fébel H., Papp N., Mátis E., May Z., Stefanovits-Bányai É., Szentmihályi K. Changes in metal homeostasis in experimentally induced fatty liver by the effect of sour cherry consumption. *Eur. Chem. Bull.* 2012. 1. (19). 360-363.

Papp N., Blázovics A., Fébel H., Salido S., Altarejos J., Fehér E., Kocsis I., Szentmihályi K., Abrankó L., Hegedűs A., Stefanovits-Bányai É.: Antihyperlipidemic effects of sour cherries characterized by different in vitro antioxidant power and polyphenolic composition *Plants Food Hum Nutr*; 2015. 70. 408-413.

Hasonló elgondolásból állítottuk be a csirke etetési kísérletünket is a Capriovus Kft. segítségével. A csirkeetetéses kísérlettel arra voltunk kíváncsiak, hogy két meggyfajta ('Pipacs 1' és 'Újfehértói fürtös') liofilizált gyümölcsével történő etetés milyen hatással lesz a tojáshozamra, a tojások koleszterintartalmára. Mértük a tojások hosszát, szélességét, tömegét, a sárgájának és a fehérjének arányát. A tojások hossza az öt mintavételi időpont átlagának alapján a kontrollhoz ($5,62 \pm 0,37$ cm) viszonyítva mindkét meggyfajtával történő etetés esetében növekedést mutatott, a 'Pipacs 1' volt a kedvezőbb ($6,14 \pm 0,17$ cm) az 'Újfehértói fürtös'-höz ($6,04 \pm 0,26$) viszonyítva. A tojások szélességére is kedvező hatással volt a meggyetetés. Míg a kontroll esetében a szélesség $4,42 \pm 0,31$ cm volt, addig a 'Pipacs 1' -nél ez $4,76 \pm 0,08$ cm és az 'Újfehértói fürtös'-nél ez $4,76 \pm 0,21$ cm volt. A tojások méretében történő változások mellett a tojások átlagtömege szintén jobban alakult a meggyetetés hatására. A kontroll tojások tömegéhez ($58,56 \pm 2,78$ g) viszonyítva a 'Pipacs 1' esetében ($64,52 \pm 5,08$ g) 110,17%-ra nőtt a tojások tömege, míg az 'Újfehértói fürtös'-nél ($62,08 \pm 4,76$ g) ez a növekedés csak 106,13% volt.

Hagyományos spektrofotometriás módszerrel, valamint NIR-készülékkel is mértük a tojások koleszterintartalmát. Az előzetes eredmények alapján elmondható, hogy mind a NIR-rel, mind a hagyományos módszerrel mért eredmények szerint az etetés hatására koleszterinszint-csökkenés mutatható ki. A liofilizált tojásokból (sárgája+fehérje) GC-vel meghatároztuk a zsírsavösszetételt 22 zsírsav esetében. Az előzetes kiértékelés alapján az etetés hatással volt a zsírsavösszetételre. Az eredmények pontos kiértékelése még tart. Ugyancsak folynak azon kiértékelések, amelyek a tojások ásványi elemösszetételére, 23 elemre vonatkoznak. Kedvezőnek mondható előzetes kísérleteink alapján egy nagyobb csirke egyedszámmal beállított kísérletet tervezünk.

Azért, hogy a meggy táplálkozás élettani szempontból értékes tulajdonságait a maguk helyén tudjuk kezelni, ezért kihasználtuk azt a lehetőséget, hogy más, egy hagyományos gyümölcshez a birshoz (több fajta), valamint egy perspektivikus gyümölcshez a homoktövishez (több fajta) hasonlítsuk kedvező tulajdonságait. Szinte ugyanazon minta-előkészítések és mérések történtek e két gyümölcsfaj esetében is. Az antioxidáns kapacitás tekintetében a meggy a két faj között helyezkedett el, nem kitérve az egyes fajták közötti különbségekre. Ezen vizsgálatokkal nem titkolt célunk is volt, miszerint az értékes meggyfajták termékké történő értékesítését a termékválasztékot tekintve más, akár birs, akár homoktövis fajtákkal együttesen felhasználva táplálkozás élettani szempontból a lehető legjobb termék/termékek kerülhessenek forgalomba.

- Papp N., Szabó T., Nyéki J., Stefanovits-Bányai É., Hegedűs A.: Antioxidant capacity and total polyphenolic content in quince (*Cydonia oblonga* Mill.) International Journal of Horticultural Science, 2013. 19(3-4) 33-35.
- Hegedűs A., Papp N., Stefanovits-Bányai É.: A review of nutritional value and putative health-effects of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit. International Journal of Horticultural Science, 2013. 19(3-4) 29-32.
- Makovics-Zsuhár N., Hegedűs A., Stefanovits-Bányai É., Rédei R., Papp N.: The antioxidant capacity of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries dependent on the genotype and harvest. International Journal of Horticultural Science, 2014. 3-4. 27-30.

A meggy és egyéb gyümölcsök in vitro antimikrobás hatásának vizsgálata

Elkezdünk egy mikrobiológiai kísérletsorozatot is meggy, birs és homoktövis liofilizált gyümölcsökkel. A mikrobiológiai vizsgálatokat *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* és *Listeria innocua* élelmiszeripari jelentőségű baktériumokkal végeztük, több a mikrobiológiában használt mérési módszerrel. Az egyes baktériumokra eltérő gátló hatást tudunk kimutatni, továbbá egyértelműen megállapítható volt, hogy a nagyobb antioxidáns kapacitással rendelkező fajták antimikrobás hatása kedvezőbb.

Munkánk legfőbb értéke, hogy jelentős genetikai variabilitást tártunk fel a legtöbb csonthéjas gyümölcsfaj esetében a gyümölcs antioxidáns tulajdonságát jellemző paraméterekben. Ennek alapján egyszerre nyílhat lehetőség a régi, eltűnő félben lévő fajták megmentésére, az új fajták nemesítésének támogatására, és mindezek újszerű gazdasági hasznosítására, amelyhez eredményeink szintén támpontot nyújtanak.

Értékmérők

A pályázati munka eredményeiből a négy év során a mai napig 1 magyar és 15 angol nyelvű folyóiratcikk született, ezek közül 5 IF-os, ezek kumulált IF-a 9,86 (további közlemények vannak előkészületben). További 1 magyar nyelvű szakkönyv, 1 magyar nyelvű könyvfejezet, 10 lektorált folyóiratban megjelent angol nyelvű és 1 magyar nyelvű cikk, 3 magyar és 3 angol nyelvű teljes szövegű konferenciaanyag, 21 magyar és 9 angol nyelvű konferencia-összefoglaló, továbbá egy MTA doktori értekezés és 2 PhD dolgozat, 2 OTDK dolgozat, 2 angol nyelvű és 5 magyar nyelvű szakdolgozat illetve 2 diplomadolgozat készült. Meghívott előadást tartottunk két nemzetközi konferencián, valamint 4 szakmai előadást hazai rendezvényeken.