

## Az új nemesítésű 'Érdi ipari' és néhány hazai termesztésben jelenlévő meggyfajta biológiailag aktív anyagainak összehasonlító elemzése

FICZEK GITTA<sup>1</sup>, LADÁNYI MÁRTA<sup>2</sup>, KÁLLAY TAMÁSNÉ<sup>3</sup>, BUJDOSÓ GÉZA<sup>3</sup>,  
SZÜGYI SÁNDOR<sup>3</sup>, VÉGVÁRI GYÖRGY<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, Gyümölcsstermesztési Tanszék,

<sup>2</sup>Szent István Egyetem, Biometria és Agrárinformatika Tanszék,

<sup>3</sup>NAIK, Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutató Intézet,

<sup>4</sup>Szent István Egyetem, Élettani, Biokémiai és Állategészségügyi Intézet

E-mail: ficzek.gitta@szie.hu

### Összefoglaló

Elvégeztük a 2014-ben 'Érdi ipari' néven állami elismerést kapott új ipari célfajta és a hazai termesztésben jó ideje jelen lévő néhány meggyfajta – az 'Érdi jubileum', az 'Érdi bőtermő', a 'Maliga emléke' és a 'Kántorjánosi 3' – gyümölcsseinek feldolgozó ipari szempontból is fontos, értékmérő tulajdonságainak meghatározását és összehasonlító elemzését.

Meghatároztuk a vizsgált fajták összes titrálható savtartalom és vízdoldható szárazanyag-tartalom alakulását a szüreti időszakban három szedési időpontban, valamint HPLC berendezés segítségével detektáltuk a szénhidrátok és szerves savak mennyiségének változását a teljes érési folyamat – zsendüléstől a túlérett állapotig – során kilenc szedési időpontban. Továbbá spektrofotometriás módszerekkel jellemeztük a gyümölcsök antocianin- és polifenol-tartalmának, valamint vízdoldható antioxidáns-kapacitásának változását a szüreti idő alatt (7-9. szedés).

A vizsgált hazai meggyfajták gyümölcsseinek fő szénhidrát összetevői a glükóz (26,86–82,99 mg/g), a fruktóz (13,6–61,84 mg/g) és a szacharóz (2,83–50,37 mg/g), míg fő szerves sav összetevői az almasav (108,06–451,81 mg/g), a borostyánkősav (101,49–308,94 mg/g), a borkősav (27,1–231,95 mg/g), a fumársav (19,44–71,19 mg/g) és az aszkorbinsav (6,41–25,56 mg/g). Eredményeink alapján az egyes fajták szénhidrát- és szerves sav profilja eltérően alakul az érési periódus alatt. Az 'Érdi jubileum' üdítő jellegét a magas cukor- és közepes savtartalmának köszönheti, míg a cukorbetegség diétás étrendjébe is jól beilleszthető 'Érdi ipari' fajta gyümölcsének kellemes, édes ízét az alacsony cukortartalomhoz párosuló alacsony savtartalom adja. A vizsgált fajták közül az 'Érdi ipari' és az 'Érdi jubileum' gyümölcse tartalmaz a legnagyobb mennyiségben a humán szervezetre jótékony hatást gyakorló antioxidáns anyagokat. Ezért e fajták gyümölcsseit

friss étkezési célra való felhasználásuk mellett – alkalmasnak tartjuk magasabb minőségi kategóriájú, funkcionalitással rendelkező élelmiszerek előállítására is.

**Kulcsszavak:** Meggy (*Prunus cerasus* L.), cukorfrakciók, savösszetevők, gyümölcsfejlődés, antioxidáns-tartalom, HPLC, spektrofotométer

### Bevezetés

A NAIK Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutató Intézet Budatétényi Kutatóállomás több évtizedre visszatekintő keresztezéses nemesítése, továbbá az Újfehértói kutatóállomás tájselektációs munkája, fajtafenntartása teremtette meg a hazai meggytermesztés jelenlegi korszerű és más országoktól eltérő fajtahasználatát (Apostol 2003; Szabó 2007), melynek eredményeként hazánkban a meggy teljes érési idejét lefedő hazai fajtaválaszték áll a termeszítők rendelkezésére. Az Érdi Kutató Állomás keresztezéses nemesítési munkájának egyik új eredménye a 2014-ben 'Érdi ipari' néven állami elismerést kapott meggyfajta. E fajta koraisága révén (érés idő: május 22-25.) a hazai fajtaszortiment legkorábbi, alapvetően ipari felhasználásra nemesített célfajtája.

Számos publikáció bizonyítja a gyümölcsök antimutagén, antiallergén, antikarcinogén, összességében egészségvédő és betegségmegelőző hatásait (Herrmann 1976; Harborne és Williams 2000; Havsteen 2002; Tripoli et al. 2007). A meggy (*Prunus cerasus* L.) kedvező étrendi hatását a magas polifenol, flavonoid és antocianin tartalom mellett (Wang et al. 1997; Chaovanalikit és Wrolstad 2004; Tall et al. 2004; Stégerné et al. 2010; Hevesi et al. 2012), átlagos vagy annál nagyobb ionháztartásban fontos szerepet játszó elemek (Na, K, Ca, Mg) és antioxidáns hatású ásványi anyagok (Fe, Cu, Zn, Mn) mennyiségének köszönheti (Mester-Ficzek et al. 2008).

Élelmiszeripari szempontból különösen fontos az ipari célfajták biológiailag aktív összetevőinek érés alatti nyomon követése. Bizonyos alkotórészek mennyisége meghatározza a termék jellegét (pl. szénhidrát- és savtartalom), illetve a termék-előállítási költségek nagyságát is (pl. vízdíj, száranyag a sűrítmenygyártás során, vagy késztermék kialakítás során), valamint egyes beltartalmi összetevők mennyisége fontos tényező a késztermékek minőségének alakulása szempontjából is (pl. vitaminok, ásványi anyagok) (Simon et al. 2007/a; Szalóki-Dorkó et al. 2015).

Az esőzés okozta gyümölcsrepedés, valamint a repedés következtében fellépő gombás betegségek a gyümölcs beltartalmi paramétereit jelentősen leronthatják. Simon et al. (2007b.) eredményei alapján a hazai fajták repedésre való érzékenységében is jelentős különbségek vannak.

A gyümölcsök antioxidáns jellemzői gyümölcsfajonként igen eltérőek (Scalzo et al. 2005; Dragović-Uzelac et al. 2007), de ez sok esetben igaz a fajták között megmutatkozó eltérésekre, valamint jelentős különbségek mutathatók ki az érési idő függvényében is (Ficzek 2012).

A jelen kutatás fő célja az 'Érdi ipari' célfajta biológiailag aktív anyagainak jellemzése és néhány termesztésben jelentős meggyfajtaival való összehasonlító elemzése, annak érdekében, hogy a gyakorlat számára hasznos információkat szolgáltatassunk az új ipari fajta gyümölcsminőségi tulajdonságai tekintetében. Továbbá célunk volt a gyümölcsökben jelen lévő szénhidrátok és szerves savak mennyiségi változásának nyomonkövetése a teljes érésment alatt, valamint a humán egészségmegőrzésben fontos antioxidáns paraméterek alapján az optimális szedési idő meghatározása.

## Anyag és módszer

### Kutatási anyag

A kutatásba vont öntermékeny fajták ('Érdi ipari', 'Érdi jubileum', 'Érdi bőtermő', 'Maliga emléke', 'Kántorjánosi 3') gyümölcsei (1. táblázat) a NAIK Érd–Elvira majori kísérleti telepéről származtak. A kísérletbe vont ültetvények teljes termőkorban, 10–12. nyaras életkorban voltak a vizsgálat évében. A gyümölcs mintákat fajtánként 4 fáról, a fák égtájankénti négy oldaláról kézzel szedték. A fő cukor- és savkomponensek meghatározását valamennyi vizsgált fajta esetében, a zsendüléstől a túlrett állapotig 9 szedési időpontban vizsgáltuk HPLC berendezés segítségével. A feldolgozóipar számára optimális 75–80%-os érettséget a hetedik szedési időpont jelentette. A vízdoldható szárazanyag-tartalmat, titrálható savtartalmat, valamint a vízdoldható antioxidáns-kapacitást, polifenol- és antocianin-tartalmat a szüreti szezon alatt 3 szedési időpontban (7–9. szedési időpont) határoztuk meg.

1. táblázat. Kutatásba vont öntermékeny meggyfajták jellemzése (Apostol 2003; Ficzek 2012)

Fajta/Cultivar	Származás/Origin	Gyümölcs/Fruit			Érés idő/ Ripening time in Hungary
		Tömeg/ Weight (g)	Átmérő/ Diameter (mm)	Szín/Colour	
Érdi ipari'	Érdi bőtermő x Meteor korai	3–4	19–21	sötét bordó, festőlevű	máj. 22–25
Érdi jubileum	Pándy x Eugenia	5–6	21–22	feketés-bordópiros, festőlevű	jún. 10–15
Érdi bőtermő	Pándy x Nagy angol	5–6	22–23	sötétbordó, közepesen festőlevű	jún. 16–18
Maliga emléke	Pándy x Eugenia	6–8	23–25	kárminpiros, nem festőlevű	jún. 20–25
Kántorjánosi 3	tájszelekció	5–6	22–23	bordópiros, közepesen festőlevű	jún. 28–júl. 2.

Table 1. Characterisation of the self-fertile sour cherry varieties studied in the trial (Apostol 2003; Ficzek 2012)

### Vízdoldható szárazanyag-tartalom és összes savtartalom meghatározása

A refrakciót a homogén, szűrt gyümölcsléből, a Codex Alimentarius 3-1-558/93 előírás szerint ATAGO Palette PR-101 típusú digitális refraktométerrel Brix%-ban (g/100g) határoztuk meg. A savtartalom az MSZ EN 12147:1998 magyar szabványnak megfelelően, tízszeres hígítású szűrt gyümölcsléből 0,1N nátrium-hidroxid (NaOH) mérőoldattal történő titrálással, indikátor segítségével került meghatározásra.

### Cukor- és savfrakciók meghatározása HPLC berendezéssel

A gyümölcsmintákból meghatároztuk a fő cukor- (glükóz, fruktóz, szacharóz) és savkomponenseket (almasav, borostyánkősav, borskősav, fumársav és aszkorbinsav) WATERS gyártmányú HPLC berendezéssel.

A cukorösszetétel meghatározásához a kromatográfias szétválasztás Waters Sugar-PakI oszlopon (300 mm x 6,5 mm ID) történt. A mintavétel gyakorisága 10/másodperc volt, az érzékenység 256. A mozgó fázis víz volt, melyben 50 mg Ca-EDTA-t (Calcium disodium ethylene diamine tetraacetate) oldottunk fel literenként. Az áramlási sebesség  $0,5 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$  volt, így az oszlopon  $450 \pm 20$  psi nyomás alakult ki. Az injektált mintamennyiség 20  $\mu\text{l}$ , a futásidő pedig 30 perc volt. Az egyes komponensek retenciós ideje a következő képen alakult: szaharóz 8,561 perc, glükóz 10,29 perc, fruktóz 12,174 perc, szorbitol 16,95 perc.

Szerves savösszetevők meghatározására WATERS 2487 Dual Absorbance UV/VIS Detectort használtunk. Az egyes összetevők szétválasztása Shodex RSpak KC-811 szerves sav oszlopon és Shodex KC-G előoszloppal történt. A mozgó fázis 0,1% foszforsavat tartalmazó víz volt, amelyet alkalmazás előtt 0,45  $\mu\text{m}$  pórusátméretű Millipore szűrővel tisztítottuk. Az áramlási sebesség  $1 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$  volt, ekkor az oszlopon  $600 \pm 25$  psi nyomás alakult ki. Az injektálás mintánként 20  $\mu\text{l}$ , a futásidő 15 perc volt. A detektálás 220 nm hullámhosszon történt, kivétel ez alól a C-vitamin, amelyet 260 nm-en detektáltunk. A mintavétel 10/másodperc gyakoriságú volt. Az egyes standardok retenciós ideje a következő volt: oxálsav 6,3 perc, citromsav 7,443 perc, almasav 7,668 perc, borostyánkősav 8,767 perc, borkősav 7,2 perc.

### **Antioxidáns jellemzők meghatározása spektrofotometriás úton**

A spektrofotometriás módszerekhez Hitachi U-2800A spektrofotométert használtunk, a méréseket három ismétlésben végeztük el. Az összes fenoltartalmat Singleton és Rossi (1965) módszere alapján Folin-Ciocalteus reagens jelenlétében  $\lambda=765$  nm-en határoztuk meg galluszsav egyenértékben.

Az antocianin-tartalom vizsgálata sósavas-etanolos színkinyerési eljárással Füleki és Francis (1968) módszere szerint történt,  $\lambda=530$  nm-en.

A vízdíható antioxidáns-kapacitást (FRAP: Ferric Reducing Ability of Plasma) Benzie és Strain (1996) módosított módszerével határoztuk meg  $\lambda=593$  nm-en. A mért abszorbanciából, aszkorbinsavval készített kalibrációs görbe segítségével, mmol aszkorbinsav/liter (mmol AS/l) dimenzióban határoztuk meg a minta összes antioxidáns-kapacitását.

### **Statisztikai elemzés**

Az adatok statisztikai elemzését a PASW Statistic 18 programmal végeztük el. A meggyfajták cukor-, savkomponenseinek a teljes érésment alatti változását többváltozós regresszióanalízissel jellemeztük. A legjobban illeszkedő modell meghatározása a legkisebb négyzetek elve alapján történt, vagyis a valós és a modellel becsült értékek különbségének négyzetösszegének minimalizálásával.

A kisebb mintaelemszám és az eloszlásvizsgálat a meggyfajták vízdíható szárazanyag- és titrálható savtartalmának, valamint polifenol-, antocianin-tartalmának és vízdíható antioxidáns-kapacitásának elemzéséhez a nemparaméteres próbák alkalmazását indokolta. A nemparaméteres próbák közül a Kruskal-Wallis és a Mann-Whitney tesztet alkalmaztuk.

## **Eredmények és megvitatásuk**

### **A vízdíható szárazanyag-tartalom és titrálható savtartalom alakulása**

A gyümölcsök Brix% értéke alapvetően meghatározza a feldolgozási lehetőségeket. A vizsgált fajták vízdíható szárazanyag tartalma a szüret szezon alatt folyamatos növekedést mutatott, 11,7-16,6 Brix%

között mozgott (2. táblázat), a legmagasabb értéket az 'Érdi jubileum' esetében mértünk. Német kutatók meghatározták a 'Schattenmorelle', a 'Gerema', az 'Újfehértói fürtös', a 'Cigány 7', és a 'Stevnsbaer Brigitte' (Bonerez et al. 2007) fajták gyümölcsének refrakció értékét. Eredményeik (13,84–17,18 Brix%) hasonlóak a saját mérési eredményeinkhez, azonban szűkebb határok között mozognak, mivel csak a feldolgozóipar számára optimális érettség állapotában és nem a teljes szüreti szezon alatt vizsgálták a refrakció érték alakulását.

A vizsgált meggyfajták összes savtartalma az érés előrehaladtával csökken (2. táblázat). Az egyes fajták között összes savtartalom tekintetében – hasonlóan a vízdoldható szárazanyag-tartalomhoz – eltérések voltak (1-2,6%). Legalacsonyabb savtartalma az 'Érdi ipari' gyümölcsének volt, míg az 'Érdi bőtermő' és a 'Maliga emléke' gyümölcsében magas savtartalmat mértünk.

A gyümölcsök vízdoldható szárazanyag- és összes savtartalmának ismerete feldolgozóipari szempontból kiemelt jelentőségű, azonban alapvetően e két paraméter hányadosa (2. táblázat) határozza meg a feldolgozási lehetőségeket, valamint a gyümölcsök ízét és ezáltal a fogyasztói megítélést is.

Az 'Érdi ipari' édes ízét a viszonylag magas cukortartalom és alacsony savtartalom együttes jelenlétének köszönheti, míg az 'Érdi jubileum' gyümölcsében a magas cukortartalomhoz közepes összes savtartalom párosul. A 'Maliga emléke' és a 'Kántorjánosi 3' fajta gyümölcsének savasabb jellegét az alacsonyabb cukortartalom mellett jelen lévő magas savtartalom okozza, amely azonban jóval elmarad a 'Schattenmorelle' gyümölcsének alacsony cukor- (13,8 Brix%) és magas savtartalma (1,8%) következtében kialakuló savas jellegtől (Bonerez et al. 2007).

2. táblázat. Vizsgált fajták vízdoldható szárazanyag-tartalma, titrálható savtartalma és antioxidáns jellemzői (antocianin, polifenol, FRAP)

Fajta/ Cultivar	Szedés/ Picking	Brix/ TSS %	Titrálható sav- tartalom/TA %	cukor/sav arány/ MI	Antocianin/ TAC mg/l	Polifenol/ TPC mg GS/100g	FRAP mmol AS/l
Érdi ipari	7	13,23±0,23	1,18±0,05	11,20±0,6	180,04± 3,38	232,84±20,60	5,4±0,06
Érdi ipari	8	12,93±0,06	1,03±0,10	12,90±1,2	250,13±18,93	306,20±25,54	6,0±0,11
Érdi ipari	9	15,17±0,15	1,03±0,07	14,70±0,9	417,50±69,68	475,41± 6,31	7,51±0,03
Érdi jubileum	7	14,07±1,28	1,77±0,15	8,00±1,3	190,00±36,94	244,80±15,06	5,54±0,03
Érdi jubileum	8	15,75±0,46	1,59±0,04	9,90±0,2	228,75±24,30	267,95±16,47	7,23±0,26
Érdi jubileum	9	16,62±1,45	1,39±0,03	11,97±1,2	274,38±57,24	362,60±26,11	7,17±0,16
Érdi bőtermő	7	13,26±0,54	2,55±0,18	5,22±0,5	141,93±40,08	204,09±23,24	2,45±0,05
Érdi bőtermő	8	15,27±0,06	2,11±0,03	7,24±0,1	192,37± 2,99	286,31± 4,02	2,69±0,06
Érdi bőtermő	9	15,37±0,19	1,72±0,10	8,92±0,4	196,45± 2,56	323,75±14,20	2,72±0,06
Maliga emléke	7	12,30±0,10	2,32±0,13	5,30±0,3	117,50± 8,66	124,60± 6,08	1,89±0,03
Maliga emléke	8	13,13±0,92	2,14±0,22	6,20±0,2	148,75±19,80	171,43±26,66	2,11±0,05
Maliga emléke	9	13,93±0,12	1,80±0,36	8,00±1,6	174,26± 9,50	288,76± 7,93	2,08±0,14
Kántorjánosi 3	7	11,71±0,64	1,80±0,17	6,60±1,1	128,49±20,03	266,36±24,00	2,55±0,4
Kántorjánosi 3	8	13,96±0,51	1,56±0,05	8,90±0,5	93,28±21,20	182,71±97,00	3,08±0,54
Kántorjánosi 3	9	14,57±0,60	1,49±0,03	9,80±0,2	85,03±27,83	183,40± 2,93	5,05±0,20

Table 2. Total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA) and antioxidants characters (anthocyanin (TAC), polyphenol (TPC), FRAP) of the examined varieties

### **Cukorösszetétel alakulása az érésmenet alatt**

Az eltérő feldolgozóipari célok különböző gyümölcsminőségi elvárásokat támasztanak, ezért az egyes fajták optimális érettségi állapotának meghatározásához alapvető fontosságú a fő szénhidrát és savkomponensek érésmenet alatti változásának ismerete, matematikai modellezése (Ficzek et al. 2015).

Eredményeink alapján a vizsgált gyümölcsök szénhidrátkomponenseinek mennyisége nő az érésmenet alatt, azonban a növekedés üteme és az egyes szénhidrátfrakciók mennyiségi alakulása az egyes fajták esetében eltérő volt. A gyümölcsök fő szénhidrátkomponense a glükóz volt, amely érésmenet alatti változását az 'Érdi ipari', az 'Érdi jubileum', valamint a 'Kántorjánosi 3' esetében a kezdeti intenzív növekedés jellemezte, amely telítődési értékhez közeledve lassult, majd jelentős változást a továbbiakban nem mutatott (3-4. táblázat). Az 'Érdi jubileum' glükóztartalma a vizsgált gyümölcsök között valamennyi szedési időpontban a legmagasabb volt. A hetedik szedési időpontban e fajta gyümölcsének glükóztartalma 81,57 mg/g szá. volt, amelytől jóval elmaradt az 'Érdi ipari' (65,08 mg/g). Alacsonyabb értéket mértünk az 'Érdi bőtermő' (57,21 mg/g), a 'Kántorjánosi 3' (54,69 mg/g) és a 'Maliga emléke' (48,73 mg/g) gyümölcsében.

A fruktóztartalom változása az érésmenet alatt az 'Érdi ipari', valamint az 'Érdi jubileum' és az 'Érdi bőtermő' esetében telítődési görbével modellezhető (3-4. táblázat). Az érésmenet alatt legmagasabb értékeket az 'Érdi jubileum' gyümölcsében mértük. Ettől kismértékben maradt el az 'Érdi bőtermő', az 'Érdi ipari', valamint a 'Kántorjánosi 3'. Legalacsonyabb fruktóztartalma a 'Maliga emléke' gyümölcsének volt, s ez a túléérés állapotában is intenzív növekedést mutatott.

A vizsgált gyümölcsök kisebb mennyiségben tartalmaztak szaharózt, amely növekedésének tendenciája az egyes fajták esetében eltérő volt (3-4. táblázat). Az 'Érdi ipari' szaharóztartalmának változása a glükóz- és fruktóztartalomhoz hasonlóan telítődési görbével modellezhető. Az 'Érdi jubileum', az 'Érdi bőtermő' és a 'Maliga emléke' gyümölcsének szaharóztartalma exponenciális növekedést mutatott az érés során.

### **Savösszetétel alakulása az érésmenet alatt**

Az 'Érdi ipari' kivételével a vizsgált fajták gyümölcsében a savfrakciók mennyisége a teljes érésmenet alatt csökkenő tendenciát mutatott, de a csökkenés intenzitása az egyes savkomponensek és az egyes fajták esetében eltérően alakult.

A meggyfajták fő savkomponense az almasav. Az 'Érdi ipari' gyümölcsében a zsendülést követően, az ötödik szedési időpontig (229,12 mg/g) intenzív almasav bioszintézis volt jellemző (5. táblázat), amely a maximális telítettségi értéket elérve a továbbiakban jelentős mértékű változást nem mutatott (6. táblázat). Az 'Érdi bőtermő' és a 'Kántorjánosi 3' gyümölcsében az almasavtartalom alakulását negatív telítődési modellel leírható fokozatos csökkenés jellemezte a minimális telítettségi érték eléréséig. A vizsgált fajtákat összehasonlítva a hetedik szedési időpontban a legmagasabb közel azonos almasavtartalmat az 'Érdi jubileum' (365,64 mg/g) és a 'Kántorjánosi 3' (382,72 mg/g), s lényegesen alacsonyabb értéket az 'Érdi bőtermő' (252,07 mg/g) és az 'Érdi ipari' (220,38 mg/g) gyümölcsében mértünk.

Borostyánkősavat a legkisebb mennyiségben az 'Érdi ipari' tartalmazott, amely a zsendülést követően kismértékben növekedett az ötödik szedési időpontig (121,37 mg/g), majd ezt követően

az érésmenet hátralévő részében mennyisége jelentősen nem változott. Az 'Érdi bőtermő' és a 'Kántorjánosi 3' borostyánkósav-tartalom változása kezdetben gyors, majd lassuló csökkenést mutató inverz függvénnyel írható le. A hetedik szedési időpontban az 'Érdi jubileum' (192,39 mg/g) és a 'Kántorjánosi 3' (209,89 mg/g) gyümölcsöknek volt a legnagyobb a borostyánkósav-tartalma.

3. táblázat. Meggyfajták cukorkomponenseinek alakulása a teljes érésmenet során (1–9 szedési idő)

Szedési idő	Érdi ipari	Érdi jubileum	Érdi bőtermő	Maliga emléke	Kántorjánosi 3
<b>Glükóz mg/g (X±SD)</b>					
1	26,86±0,91	46,72±1,34	41,80±1,59	42,41±5,11	48,34±2,14
2	38,22 ± 1,42	56,64±2,33	54,53±2,23	43,83±2,79	48,54±1,93
3	55,11± 2,26	68,27±2,41	53,19±2,16	44,55±3,75	48,78±1,91
4	64,47±2,72	67,16±1,36	53,73±2,19	4,16±1,86	43,14±1,47
5	66,16±3,83	64,27±2,71	55,21±2,26	47,83±1,63	50,96±2,19
6	66,71±2,96	72,02±3,60	56,42±2,32	49,80±1,99	48,94±2,29
7	65,08±2,75	81,57±2,08	57,21±2,36	48,73±1,94	54,69±2,23
8	68,26±2,91	82,99±3,64	67,86±2,89	49,73±1,99	52,94±2,15
9	68,6±2,91	75,93±1,31	67,76±3,03	57,71±1,88	57,34±0,87
<b>Fruktóz mg/g (X±SD)</b>					
1	13,60±0,53	41,66±2,07	21,69±0,64	20,12±1,85	37,99±1,41
2	23,95±1,05	52,09±2,28	35,46±1,29	25,12±0,79	37,72±1,78
3	38,46±1,67	44,45± 4,12	37,76±1,40	23,02±0,33	37,69±1,83
4	45,58±1,83	53,35±2,17	41,38±1,58	28,65±1,23	34,18±1,23
5	46,93±2,04	50,78±1,61	41,85±1,94	25,83±1,25	44,73±4,33
6	46,44±1,83	55,69±2,29	44,26±1,72	31,12±1,55	37,25±1,47
7	44,74±1,93	60,26±2,51	44,28±1,69	30,99±1,20	40,26±2,12
8	48,69±1,99	61,84±2,59	48,80±1,94	32,99±1,30	39,85±2,09
9	48,69±1,94	56,79±0,87	48,80±1,94	38,27±1,57	34,55±1,25
<b>Szaharóz mg/g (X±SD)</b>					
1	2,83±0,13	17,83±0,87	6,84±0,34	7,66±0,38	14,59±0,71
2	4,32±0,11	29,46±1,32	12,71±0,52	7,66±0,38	14,58±0,83
3	7,71±0,36	24,56±0,6	12,03±0,55	6,55±0,23	14,56±0,70
4	12,56±0,59	33,45±1,67	14,00±0,39	10,25±0,51	10,77±0,49
5	14,45±0,69	33,88±1,64	14,10±0,64	8,14±0,41	15,01±0,69
6	15,42±0,74	39,82±1,95	15,53±0,66	11,46±0,57	13,25±0,61
7	15,64±0,76	50,16±2,48	16,54±0,78	11,67±0,58	14,96±0,71
8	17,64±0,87	50,37±2,51	20,12±0,83	12,70±0,64	16,94±0,79
9	17,98±0,47	48,05±0,37	20,20±0,73	16,97±0,85	17,63±0,83

átlag érték (X) ± szórás (SD), n=3

Table 3. Changing of sugar compound levels of the sour cherry varieties during the maturation period (picking times 1 to 9)

4. táblázat. Meggy gyümölcsök cukorkomponenseinek a teljes érés menet során mért változásaira illesztett függvények főbb paraméterei

Modellek	paraméter	t	F	R <sup>2</sup>
Glükóz-Érdi ipari	P <sub>0</sub>	24,96	12,760	
Telítődési modell <sup>1</sup>	P <sub>1</sub>	44,628	20,519	2548,23
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	P <sub>2</sub>	0,535	7,985	0,946*
Glükóz-Érdi jubileum	P <sub>0</sub>	47,95	18,989	
Telítődési modell <sup>1</sup>	P <sub>1</sub>	35,87	7,602	1847,90
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	P <sub>2</sub>	0,27	2,913	0,834*
Glükóz-Kántorjánosi 3	P <sub>0</sub>	46,029	29,46799	
Telítődési modell <sup>1</sup>	P <sub>1</sub>	11216,66	0,0005098	2094,99
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	P <sub>2</sub>	9,81E-05	0,0004854	0,543
Fruktóz- Érdi ipari	P <sub>0</sub>	12,159	7,839	
Telítődési modell <sup>1</sup>	P <sub>1</sub>	36,836	21,572	1983,18
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	P <sub>2</sub>	0,574	8,575	0,951*
Fruktóz- Érdi jubileum	P <sub>0</sub>	43,301	21,251	
Telítődési modell <sup>1</sup>	P <sub>1</sub>	25,100	1,8190	1535,83
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	P <sub>2</sub>	0,138	1,0318	0,664*
Fruktóz- Érdi bőtermő	P <sub>0</sub>	23,099	17,948	
Telítődési modell <sup>1</sup>	P <sub>1</sub>	24,577	16,644	2771,46
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	P <sub>2</sub>	0,468	6,272	0,923*
Szaharóz- Érdi ipari	P <sub>0</sub>	1,839	3,266	
Telítődési modell <sup>1</sup>	P <sub>1</sub>	19,963	13,212	1304,095
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	P <sub>2</sub>	0,218	5,737	0,963*
Szaharóz -Érdi jubileum	P <sub>0</sub>	21,416	21,461	
Exponenciális modell <sup>2</sup>	P <sub>1</sub>	0,120	12,223	149,408
$Y=p_0*\exp(p_1*X)+\varepsilon$				0,857*
Szaharóz -Érdi bőtermő	P <sub>0</sub>	9,142	19,844	
Exponenciális modell <sup>2</sup>	P <sub>1</sub>	0,011	10,162	103,262
$Y=p_0*\exp(p_1*X)+\varepsilon$				0,805*
Szaharóz - Maliga emléke	P <sub>0</sub>	6,658	20,122	
Exponenciális modell <sup>2</sup>	P <sub>1</sub>	0,010	9,517	90,569
$Y=p_0*\exp(p_1*X)+\varepsilon$				0,784*

A modellek, a paraméterek becslt értékei, a paraméterekhez tartozó t-értékek és a modellre vonatkozó varianciaanalízis F-értéke valamint a determinációs együttható (R<sup>2</sup>) értéke, \* p<0,001 szinten. The models, estimated values of the parameters, t-value fit to the parameters and the F-value of the variance analysis fit to the models, as well as R<sup>2</sup> value at p<0.001

1: Sigmoid model, 2: Exponential model

Table 4. Figures of the main parameters fitted to change the sugar compounds of the sour cherry fruits measured during the whole ripening period



Az 'Érdi ipari' gyümölcsseiben a borkósavtartalom alakulását másodfokú regressziós modellel leírható növekedés, majd csökkenés jellemezte. Az 'Érdi jubileum', a 'Maliga emléke' és a 'Kántorjánosi 3' borkósavtartalma negatív telítődési görbe alapján csökkent (6. táblázat), míg az 'Érdi bőtermő' gyümölcse exponenciális csökkenést mutatott. A vizsgált fajták borostyánkősav és a borkósav mennyiségi arányának tekintetében eltérő savprofilal rendelkeztek. Az 'Érdi jubileum', az 'Érdi bőtermő' és a 'Maliga emléke' gyümölcsében a savtartalom közel azonos hányadát tette ki a borostyánkősav és borkósav, míg az 'Érdi ipari' és a 'Kántorjánosi 3' gyümölcseire a borostyánkősav nagyobb és a borkósav kisebb aránya volt jellemző.

Kisebbségi mennyiségben valamennyi vizsgált fajta tartalmazott gyümölcsös ízű fumársavat (5. táblázat). Az 'Érdi ipari' fumársavtartalom változása a zsendülést követően lassú, majd intenzív növekedés után ismét lassuló, felső határ felé közelítő logisztikus görbével volt modellezhető. Az 'Érdi jubileum', az 'Érdi bőtermő', a 'Maliga emléke' és a 'Kántorjánosi 3' fumársavtartalma másodfokú regressziós függvény szerint csökkent az érésment során. A hetedik szedési időpontban jelentősebb mennyiséget a 'Kántorjánosi 3' (71,19 mg/g) tartalmazott, amelytől elmaradt az 'Érdi ipari' (52,50 mg/g) és az 'Érdi jubileum' (36,09 mg/g), s a legalacsonyabb fumársavtartalma közel azonos mennyiségben a 'Maliga emléke' (24,24 mg/g) és az 'Érdi bőtermő' (21,77 mg/g) gyümölcseinek volt.

A vizsgált meggyfajták gyümölcseinek aszkorbinsav-tartalma az egyes fajták gyümölcsseiben eltérően alakult az érésment során (5. táblázat). Az 'Érdi ipari' és az 'Érdi jubileum' esetében logisztikus görbével jellemezhető (7. táblázat) folyamatos növekedés volt tapasztalható a hatodik szedési időpontig, amely után már jelentős változás nem következett be. Az 'Érdi jubileum' (16,41 mg/g) a hetedik szedési időpontban a 'Kántorjánosi 3' gyümölcseivel (16,48 mg/g) közel azonos mennyiségben a vizsgált gyümölcsök között a legmagasabb értéket érte el. Az 'Érdi bőtermő', a 'Maliga emléke' és a 'Kántorjánosi 3' C-vitamin-tartalom alakulása az érésment elején inverz függvény alapján intenzív növekedést mutatott, amelyet lassú csökkenés követett, de a hatodik szedési időponttól már jelentős változás nem volt. A vizsgált fajták közül a feldolgozóipar számára optimális érettségi állapotban a legalacsonyabb aszkorbinsav-tartalmat a 'Maliga emléke' (4,59 mg/g) gyümölcsseiben mértünk.

##### 5. táblázat. Meggyek savkomponenseinek alakulása az érésment alatt (1–9 szedési idő)

Szedési idő	Érdi ipari	Érdi jubileum	Érdi bőtermő	Maliga emléke	Kántorjánosi 3
Almasav mg/g (X±SD)					
1	108,06±4,89	369,65±14,80	357,62±14,20	283,43±12,29	351,92±16,17
2	120,67±5,50	370,89±13,21	356,98±15,49	282,43±10,93	451,81±21,16
3	181,83±8,58	386,96±17,72	337,42±15,92	272,62±6,52	442,27±21,63
4	199,97±9,05	328,67±13,64	307,67±14,43	335,97±15,37	422,37±18,30
5	229,12±10,50	350,40±16,56	301,26±14,11	321,40±15,11	381,72±17,66
6	218,88±9,53	352,07±16,18	287,72±13,43	328,11±14,52	393,58±17,65
7	220,38±8,72	365,64±16,85	252,07±11,19	317,01±15,37	382,72±17,70
8	218,64±9,52	352,79±16,68	288,13±13,93	290,48±13,10	357,36±15,07
9	217,97±8,60	278,78±12,52	287,47±12,95	233,43±13,10	376,99±3,81

Szedési idő	Érdi ipari	Érdi jubileum	Érdi bőtermő	Maliga emléke	Kántorjánosi 3
Borostyánkősav mg/g (X±SD)					
1	103,49±2,96	189,49±7,96	257,03±10,98	194,86±7,25	241,74±8,94
2	101,49±2,61	172,03±6,11	206,18±8,45	197,86±6,50	308,94±13,77
3	128,67±4,65	181,65±4,95	182,80±7,30	186,59±14,41	292,89±12,69
4	115,91±2,93	142,55±3,78	160,38±6,63	215,74±7,50	244,30±11,13
5	121,37±1,60	127,48±4,59	143,43±6,23	195,25±8,83	206,75±7,64
6	117,82±4,01	204,43±8,22	151,41±5,35	175,99±8,41	208,79±2,54
7	104,54±3,23	192,39±6,94	128,00±5,60	168,37±7,02	209,90±7,65
8	117,14±8,09	197,01±6,78	136,47±6,33	137,53±5,01	183,57±6,91
9	118,47±4,42	131,16±4,63	135,81±4,89	160,69±4,51	181,21±4,83
Borkősav mg/g (X±SD)					
1	27,10±1,20	231,95±12,64	177,62±8,37	162,68±7,65	173,46±7,27
2	36,03±1,75	212,59±11,68	195,07±9,24	163,04±8,20	213,23±8,37
3	71,88±3,49	218,48±11,44	159,05±6,94	128,00±8,63	179,07±8,47
4	73,52±3,64	170,57±7,03	163,02±7,67	134,23±6,23	172,39±7,67
5	88,55±4,38	186,13±8,79	172,05±8,12	133,54±6,58	141,83±6,61
6	99,65±4,93	195,54±9,26	170,94±8,19	137,41±6,39	143,61±6,70
7	89,04±4,40	182,01±8,59	126,00±5,82	135,00±5,8	134,21±6,23
8	81,63±0,91	186,89±8,83	136,66±6,68	132,47±5,68	123,87±5,72
9	77,97±2,16	167,65±7,87	123,36±2,84	139,54±2,38	143,93±6,26
Fumársav mg/g (X±SD)					
1	19,44±0,54	62,71±2,24	33,47±1,22	34,39±1,26	33,52±1,23
2	22,44±0,62	51,84±3,97	23,96±0,62	34,05±0,93	91,25±4,09
3	43,91±1,08	62,77±2,16	22,30±0,60	29,03±0,25	84,39±3,75
4	45,26±1,19	38,71±1,13	19,53±0,57	25,84±0,85	81,60±3,61
5	49,24±1,33	36,67±1,38	21,18±0,64	25,94±0,83	62,84±2,6
6	54,53±1,54	38,07±1,10	20,67±0,58	25,38±0,83	64,73±2,3
7	52,50±1,76	36,09±1,16	21,77±0,6	24,24±0,78	71,19±1,99
8	55,21±1,88	48,15±3,84	26,01±5,22	26,64±0,33	63,18±1,68
9	55,75±2,80	42,36±1,09	29,34±0,76	28,58±0,99	69,67±1,93
Aszkorbinsav mg/g (X±SD)					
1	6,41±0,1a	12,70±0,42	7,16±0,44	19,67±0,79	24,42±0,86
2	7,07±0,23	11,12±2,35	12,86±0,47	10,44±0,46	25,56±0,8
3	11,39±0,52	13,58±0,33	13,39±0,62	9,62±0,50	23,03±0,71
4	12,76±0,59	14,59±1,90	10,17±0,54	9,50±0,29	21,41±0,62
5	12,72±0,54	16,60±0,31	7,89±0,22	8,50±0,30	17,57±0,46
6	15,99±0,75	16,70±0,31	9,76±1,80	4,22±0,53	17,26±0,45
7	17,49±0,31	16,41±0,97	8,75±0,26	4,60±0,36	16,46±0,42
8	15,77±1,09	19,81±1,84	10,02±0,30	5,20±0,22	16,20±0,49
9	16,07±0,43	19,21±1,11	9,96±0,68	5,92±0,19	17,46±0,63

átlag érték (x) ± szórás (SD), n=3; átlag érték / mean value (X) ± szórás / standard deviation (SD), n=3

Table 5. Changing of the acid compounds of the examined sour cherry varieties during the maturation (picking time 1 to 9)

6. táblázat. Meggyek savkomponenseinek érésmenten alatt mért változásaira illesztett függvények főbb paraméterei

Modellek	paraméter	t	F	R <sup>2</sup>
Almasav – Érdi ipari	$p_0$	97,364	11,972	
Negatív telítődési modell <sup>1</sup>	$p_1$	132,247	14,133	1553,233
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	$p_2$	0,464	5,333	0,896*
Almasav – Érdi bőtermő	$p_0$	366,276	46,677	
Negatív telítődési modell <sup>1</sup>	$p_1$	-97,706	-5,688	3530,043
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	$p_2$	0,247	2,330	0,792*
Almasav – Kántorjánosi 3	$p_0$	488,989	21,596	
Negatív telítődési modell <sup>1</sup>	$p_1$	-141,591	-6,921	3642,447
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	$p_2$	0,251	1,767	0,741*
Borkósav – Érdi ipari	$p_0$	0		
Másodfokú modell <sup>2</sup>	$p_1$	28,344	30,644	1688,474
$Y=p_0+p_1*X+p_2*X^2+\varepsilon$	$p_2$	-2,198	-17,428	0,993*
Borkósav – Érdi jubileum	$p_0$	232,495	29,84915	
Negatív telítődési modell <sup>1</sup>	$p_1$	-57,751	-5,77106	1638,856
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	$p_2$	0,373	2,083799	0,623*
Borkósav – Érdi bőtermő	$p_0$	188,231	-0,49	
Exponenciális modell <sup>3</sup>	$p_2$	-29304,18	199,773	49,530
$Y=p_0*\exp(p_1*X)+\varepsilon$				0,665*
Borkósav – Maliga emléke	$p_0$	166,087	31,420	
Negatív telítődési modell <sup>1</sup>	$p_1$	-32,125	-5,622	2059,038
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	$p_2$	0,761	2,327	0,569*
Borkósav – Kántorjánosi 3	$p_0$	264,964	14,98835	
Negatív telítődési modell <sup>1</sup>	$p_1$	-135,692	-9,13935	2027,029
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	$p_2$	0,475	4,567308	0,890*
Borostyánkósav – Maliga emléke	$p_0$	146,6	18,80693	
Negatív telítődési modell <sup>1</sup>	$p_1$	65,927	3,506569	1315,855
$Y=p_0+p_1(1-\exp(-p_2*X))+\varepsilon$	$p_2$	0,231	1,45283	0,612*
Borostyánkósav – Érdi bőtermő	$p_0$	121,641	37,300	
Inverz modell <sup>4</sup>	$p_1$	143,779	18,236	332,552
$Y=p_0+(p_1/X)+\varepsilon$				0,93*
Borostyánkósav – Kántorjánosi 3	$p_0$	149,542	21,767	
Inverz modell <sup>4</sup>	$p_1$	349,938	13,230	175,046
$Y=p_0+(p_1/X)+\varepsilon$				0,888*
Fumársav – Érdi ipari	$p_0$	12,835	2,408	
Logisztikus modell <sup>5</sup>	$p_1$	53,917	53,595	1334,189
$Y=p_0+(p_1-p_0)/(1+\exp(-p_2*(X-p_3)))+\varepsilon$	$p_2$	1,253	4,122	0,947*
	$p_3$	2,562	8,989	

Modellek	paraméter	t	F	R <sup>2</sup>
Fumársav – Érdi jubileum	p <sub>0</sub>	74,694	15,412	
Másodfokú modell <sup>2</sup>	p <sub>1</sub>	-11,230	-5,046	20,525
Y=p <sub>0</sub> +p <sub>1</sub> *X+p <sub>2</sub> *X <sup>2</sup> +ε	p <sub>2</sub>	0,879	4,049	0,631*
Fumársav – Érdi bőtermő	p <sub>0</sub>	37,984	-10,063	
Másodfokú modell <sup>2</sup>	p <sub>1</sub>	-7,195	10,072	51,314
Y=p <sub>0</sub> +p <sub>1</sub> *X+p <sub>2</sub> *X <sup>2</sup> +ε	p <sub>2</sub>	0,702	24,392	0,810*
Fumársav – Maliga emléke	p <sub>0</sub>	-4,953	-11,503	
Másodfokú modell <sup>2</sup>	p <sub>1</sub>	0,403	9,591	93,300
Y=p <sub>0</sub> +p <sub>1</sub> *X+p <sub>2</sub> *X <sup>2</sup> +ε	p <sub>2</sub>	40,242	42,918	0,886*
Fumársav –Kántorjánosi 3	p <sub>0</sub>			
Másodfokú modell <sup>2</sup>	p <sub>1</sub>	-15,051	4,630	18,770
Y=p <sub>0</sub> +p <sub>1</sub> *X+p <sub>2</sub> *X <sup>2</sup> +ε	p <sub>2</sub>	1,058		0,786*

A modellek, a paraméterek becslt értékei, a paraméterekhez tartozó t-értékek és a modellre vonatkozó varianciaanalízis F-értéke, valamint a determinációs együttható (R<sup>2</sup>) értéke, \* p<0,001 szinten 1: Negatív sigmoid model, 2: Quadratic model, 3: Exponential model, 4: Inverse model, 5: Logarithmic model

Table 6. Figures of the main parameters fitted to change the acid compounds of the sour cherry fruits measured during the maturation

7. táblázat. Meggyek aszkorbinsav-tartalmának a teljes érésmenet során mért változásaira illesztett függvények főbb paraméterei

Modellek	paraméter	t	F	R <sup>2</sup>
Aszkorbinsav – Érdi ipari	p <sub>0</sub>	3,487	1,122304	
Logisztikus modell <sup>1</sup>	p <sub>1</sub>	16,658	27,17455	
Y=p <sub>0</sub> +(p <sub>1</sub> -p <sub>0</sub> )/(1+exp(-p <sub>2</sub> *(X-p <sub>3</sub> )))+ε	p <sub>2</sub>	0,73	2,896825	954,053
	p <sub>3</sub>	2,894	4,00831	0,925*
Aszkorbinsav –Érdi jubileum	p <sub>0</sub>	10,454	3,136514	
Logisztikus modell <sup>1</sup>	p <sub>1</sub>	20,725	6,442338	
Y=p <sub>0</sub> +(p <sub>1</sub> -p <sub>0</sub> )/(1+exp(-p <sub>2</sub> *(X-p <sub>3</sub> )))+ε	p <sub>2</sub>	0,466	1,173804	935,1561
	p <sub>3</sub>	4,948	4,421805	0,813*
Aszkorbinsav – Érdi bőtermő	p <sub>0</sub>	7,870	13,337	
Inverz modell <sup>2</sup>	p <sub>1</sub>	10,844	4,773	22,785
Y=p <sub>0</sub> +(p <sub>1</sub> /X)+ε				0,509*
Aszkorbinsav – Maliga emléke	p <sub>0</sub>	3,593	8,815	
Inverz modell <sup>2</sup>	p <sub>1</sub>	16,027	16,263	264,489
Y=p <sub>0</sub> +(p <sub>1</sub> /X)+ε				0,914*
Aszkorbinsav – Kántorjánosi 3	p <sub>0</sub>	13,564	13,846	
Inverz modell <sup>2</sup>	p <sub>1</sub>	25,401	28,465	191,703
Y=p <sub>0</sub> +(p <sub>1</sub> /X)+ε				0,897*

A modellek, a paraméterek becslt értékei, a paraméterekhez tartozó t-értékek és a modellre vonatkozó varianciaanalízis F-értéke, valamint a determinációs együttható (R<sup>2</sup>) értéke, \* p<0,001 szinten. 1: Logarithmic model, 2: Inverse model

Table 7. Figures of the main parameters fitted to change the ascorbic acid measured during the maturation

**Antioxidáns-jellemzők alakulása a szedési idő alatt**

Az antioxidáns-paraméterek a szedési idő alatt statisztikailag igazolható, jelentős növekedést mutatnak valamennyi vizsgált fajta esetében (8. táblázat).

8. táblázat. A szedési időszak hatása a meggyfajták vízdoldható szárazanyag-, sav-, antocianin- és polifenol-tartalmára, valamint vízdoldható antioxidáns-kapacitás értékére

Fajta/ Cultivar	Szedés/ Picking	Brix%			TA%			TAC			TPC			FRAP		
		7	8	9	7	8	9	7	8	9	7	8	9	7	8	9
Érdi ipari	7		*	*		ns	*		*	*		*	*		ns	*
	8			*			*		*			*				*
	9															
Érdi jubileum	7		*	*		ns	*		*	*		ns	*		*	*
	8			ns		ns			ns				*			*
	9															
Érdi bőtermő	7		*	*		*	*		*	*		*	*		*	*
	8			ns			*		ns				*			ns
	9															
Maliga emléke	7		ns	*		ns	*		*	*		*	*		*	*
	8			ns		ns			*			*				ns
	9															
Kántorjánosi 3	7		*	*		*	*		*	*		*	*		ns	*
	8			*			ns		ns			ns				*
	9															

A vizsgálatot Kruskal-Wallis módszerrel végeztük,  $p < 0,005$  szinten.

\*: van szignifikáns különbség, ns: nincs szignifikáns különbség

Table 8. Effect of the picking time on the total soluble solids, acid, anthocyanin, and polyphenol content as well as soluble antioxidant capacity of the sour cherry varieties

A vizsgált fajták között az 'Érdi ipari' gyümölcse kiemelkedő (475,41 mg GS/100 g) polifenol-tartalommal rendelkezett (2. táblázat). Korábbi kutatási eredmények bizonyítják, hogy az egyes meggyfajták polifenol-tartalma igen széles skálán (74–754 mg GS/100g) mozog (Kim et al. 2005; Bonerz et al. 2007; Dragović-Uzelac et al. 2007; Khoo et al. 2011). Khoo et al. (2011) jellemezte 34 meggyfajta ill. hibrid, köztük három magyar fajta ('Érdi bőtermő', 'Cigány 7' és az 'Újfehértói fürtös') antioxidáns státuszát. Eredményeik alapján a dán 'Stevnsbaer Brigitte' és az 'Érdi bőtermő' keresztezéséből származó hibrid rendelkezett a 34 vizsgált genotípus közül a legmagasabb polifenol-tartalommal (754 mg GS/100g), amelyet az 'Érdi bőtermő' gyümölcse (222 mg/100g) követett. Ezen polifenol érték saját mérési eredményeinkhez hasonló (204-323 mg/100g).

A magyar meggyfajták a nyugat-európai és amerikai fajtáknál magasabb antocianin-tartalommal rendelkeznek (Kirakosyan et al. 2009), azonban a magyar meggyfajták antocianin-tartalma is igen széles skálán mozog (Kállay T-né 2008; Ficzek et al. 2011; Dóka et al. 2011). Wang et al. (1997) bizonyította, hogy a magyar nemesítésű 'Újfehértói fürtös' (Balaton) összes antocianin-tartalma hatszorosa az amerikai 'Montmorency' fajtának. Eredményeink alapján (2. táblázat) a vizsgált meggyek antocianin-tartalma 85-417,5 mg/100g között változott a szedési idő alatt (7-9 szedés). Legmagasabb antocianin-tartalma az 'Érdi ipari' gyümölcsöknek volt, melyet sorrendben az 'Érdi jubileum', az 'Érdi bőtermő', a 'Maliga emléke' és a 'Kántorjánosi 3' követett. Az 'Érdi bőtermő' gyümölcsökben Khoo et al. (2011) az általunk mért antocianin-tartalomnál alacsonyabb (98 mg/100g), míg Veres et al. (2008) igen alacsony (27 mg/100g) értéket mért.

A vízoldható antioxidáns-kapacitás (FRAP) érték a szedési idő alatt (7-9. szedés) a 1,89-7,5 mmol AS/l között változott (2. táblázat). A legmagasabb érték az 'Érdi ipari' és az 'Érdi jubileum' fajta gyümölcsökét jellemezte. A szakirodalomban számos módszer használatos a gyümölcsök antioxidáns-kapacitásának meghatározására (pl. FRAP, TEAC, ORAC, CUPRAC), azonban a különböző módszerek mérési eredményei egymással nem összevethetők. Papp et al. (2008) az általunk is alkalmazott FRAP módszer eredményeihez hasonló értéket mértek az 'Érdi bőtermő' (4,2 mmol AS/l) gyümölcsökben, továbbá megállapították, hogy a termőhely jelentősen befolyásolja az antioxidáns-kapacitás értéket.

### Következtetések

A 8. szedési időpontra a refrakció értékek közel azonosak, a savcsökkenés intenzitása lassul, kialakul a fajtára jellemző cukor-sav arány. A vizsgált meggyfajták cukor komponensei az érés során többnyire telítődési görbével jellemezhető növekedést mutatnak. A legmagasabb glükóz-, fruktóz- és szaharóztartalom az 'Érdi jubileum' gyümölcsökben képződött, a legalacsonyabb szénhidrát-tartalma az 'Érdi ipari', valamint a 'Maliga emléke' és a 'Kántorjánosi 3' gyümölcsöknek volt. A meggy fő savkomponense az almasav, azonban az egyes fajták között jelentős eltérések vannak, csakúgy, mint a többi savkomponens esetében. A szénhidrát- és savösszetevők teljes érésmenten során bekövetkező változásait leíró függvények is azt bizonyítják, hogy a feldolgozóipar számára optimális 80%-os érettség után már jelentősen nem növekszik a szénhidrát- és nem csökken a savtartalom. Eredményeink szerint a vizsgált

meggyfajták magas polifenol- és antocianin-tartalommal, valamint FRAP értékkel rendelkeztek, amely a szedési idő előrehaladtával – a 'Kántorjánosi 3' fajta kivételével – intenzív növekedést mutatott. Az 'Érdi ipari' és az 'Érdi jubileum' gyümölcse tartalmazott a legnagyobb mennyiségben humán szervezetre pozitív hatást gyakorló antioxidáns hatású vegyületeket. E fajták gyümölcseinek antioxidáns paramétereitől nem sokkal marad el az 'Érdi bőtermő', míg a 'Maliga emléke' és a 'Kántorjánosi 3' gyümölcseiben jóval alacsonyabb antioxidáns hatóanyagtartalmat mértünk.

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy az 'Érdi ipari' fajta gyümölcse kiváló beltartalmi összetevői alapján funkcionalitással rendelkező termék alapanyaga lehet. Ezen új ipari fajtát koraisága, harmonikus íze, kiemelkedő egészségvédő értékei révén - kis gyümölcs-mérete ellenére - friss fogyasztásra is alkalmasnak tartjuk.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk a NAIK Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutató Intézet Budatétényi Kutatóállomás munkatársainak a kutatási anyag biztosításáért, továbbá a WATERS Ltd, Budapest munkatársainak a HPLC technikai segítségnyújtásért.

### Irodalomjegyzék

1. Apostol J. 2003. Cseresznye- és meggynevelés, a fontosabb fajták leírása. In Hrotkó, K. (ed.) Cseresznye és meggy. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 37-94.
2. Benzie, I.I.F. and Strain, J.J. 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of „antioxidant power”: The FRAP assay. *Anal. Biochem.* 239:70-76.
3. Bonerz, D., Wurth, K., Dietrich, H. and Will, F. 2007. Analytical characterization and the impact of ageing on anthocyanin composition and degradation in juices from five sour cherry cultivars. *European Food Research and Technology*, 224(3): 335-364.
4. Chaovanalikit, A. and Wrolstad, R.E. 2004. Anthocyanin and polyphenolic composition of fresh and processed cherries. *J. Food Sci.* 69(1): 73-83.
5. Codex Alimentarius 3-1-558/93: Élelmiszerek vízzeloldható szárazanyag tartalmának meghatározása.
6. Dragović-Uzelac, V., Levaj, B., Bursać, D., Pedisić, S., Radojčić, I. and Biško, A. 2007. Total phenolics and antioxidant capacity assays of selected fruits. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 72: 279-284.
7. Dóka, O., Ficzek, G., Bicanic, D., Spruijt, R., Luterotti, S., Tóth, M., Buijnsters, J.G. and Végvári, Gy. 2011. Direct photothermal techniques for rapid quantification of total anthocyanin content in sour cherry cultivars. *Talanta*, 84:(2): 341-346.
8. Ficzek G. 2012. Hazai alma- és meggyfajták humán egészségvédő és felhasználhatósági értékei gyümölcsanalízis alapján. PhD dissertation, Budapest. <http://phd.lib.uni-corvinus.hu>
9. Ficzek, G., Ladányi, M., Végvári, G. and Tóth, M. 2015. Mathematical modelling of the accumulation of carbohydrates and organic acids throughout the ripening process of Hungarian sour cherry cultivars. *Trees-Structure and Function*, 29(3): 797-807.

10. Ficzek, G., Végvári, Gy., Sándor, G., Stéger-Máté, M., Kállay, E., Szügyi, S. and Tóth, M. 2011. HPLC evaluation of anthocyanin components in the fruits of Hungarian sour cherry cultivars during ripening. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9(1): 30-35.
11. Füleki, T. and Francis, F.J. 1968. Quantitative methods for anthocyanins 2. *Journal Food Science*, 33: 78.
12. Harborne, J.B. and Williams, C.A. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55: 481-504.
13. Havsteen, B.H. 2002. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology and Therapeutics*, 96: 67-202.
14. Herrmann, K. 1976. Flavonols and flavones in food plants: a review. *J. Food Technol.* 11: 433-448.
15. Hevesi, M., Blázovics, A., Kállay, E., Véggh, A., Stéger-Máté, M., Ficzek, G. and Tóth, M. 2012. Biological Activity of Sour Cherry Fruit on the Bacterial Flora of Human Saliva *in vitro*. *Food Technology and Biotechnology*, 50(1): 117-122.
16. Kállay T-né, Stéger-Máté, M., Ficzek, G., Sándor, G., Bujdosó, G. and Tóth, M. 2008. Changes of polyphenol, anthocyanin and rutin content in sour cherry varieties during ripening. *Acta Biologica Szegediensis*, 52(1): 217-219.
17. Khoo, G.M., Clausen, M.R., Pedersen, B.H. and Larsen, E. 2011. Bioactivity and total phenolic content of 34 sour cherry cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: 772-776.
18. Kim, D.O., Heo, H.J., Kim, Y.J., Yang, H.S. and Lee, C.Y. 2005. Sweet and sour cherry phenolics and their protective effects on neuronal cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 9921-9927.
19. Kirakosyan, A., Seymour, E.M., Urcuyo, L.D.E., Kaufman, P.B. and Bolling, S.F. 2009. Chemical profile and antioxidant capacities of tart cherry products. *Food Chemistry*, 115: 20-25.
20. Magyar Szabvány 1998. MSZ EN 12147:1998. Gyümölcs- és zöldséglevék. A titrálható savasság meghatározása.
21. Mester-Ficzek, M., Kállay, E., Stéger-Máté, M., Lelik, L., Bujdosó, G. and Tóth, M. 2008. Changes in mineral content of fruits of tart cherry varieties during maturation period. *Proceedings of International Conference on Science and Technique in the Agri- and Food Business. Szeged*, Nov. 5-6., 159-165.
22. Papp, N., Nyéki, J., Szabó, Z., Stefanovits-Bányai, É., Szabó, T. and Hegedűs, A. 2010. Large variations in antioxidant capacity and contents of Hungarian sour and sweet cherry cultivars. *International Journal of Horticultural Science*, 16(3): 25-28.
23. Scalzo, J., Politi, A., Pellegrini, N., Mezzetti, B. and Battino, M. 2005. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition*, 21: 207-213.
24. Singleton, V.L. and Rossi, J.A. 1965. Colometry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid "reagents". *Am J Enol Vitic.* 16: 144-158.
25. Simon, G., Hegedűs, A. and Bulkai, Zs. 2007a. Evaluation of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) and European plum (*Prunus domestica* L.) varieties for making dried fruits. *International Journal of Horticultural Science*, 13(3): 119-124.
26. Simon, G., Tóth, M. and Papp, J. 2007. Cracking susceptibility of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) in Hungary and relation to calcium application. *International Journal of Horticultural Science*, 13(3): 109-118.
27. Singleton, V. L. 1981. Flavonoids: In: Childster, C.O., Mrak, E.M. and Stewart G.F. (szerk.): *Advances in food research*. New York: Academic Press, 27: 149-242.
28. Stéger-Máté, M., Ficzek, G., Kállay, E., Bujdosó, G., Barta, J. and Tóth, M. 2010. Optimising harvest time of sour cherry cultivars on the basis of quality parameters. *Acta Alimentaria*, 39(1): 59-68.
29. Szabó T. 2007. Az északkelet-magyarországi meggy tájfajta szelekció eredményei és gazdasági jelentősége. PhD értekezés.
30. Szalóki-Dorkó, L., Végvári, Gy., Ladányi, M., Ficzek, G. and Stéger-Máté, M. 2015. Degradation of Anthocyanin Content in Sour Cherry Juice During Heat Treatment: Thermal degradation of Sour Cherry Anthocyanins. *Food Technology and Biotechnology*, 53(3): 54-60.



31. Tall, J.M., Seeram, N.P., Zhao, C., Nair, M.G., Meyer, R.A. and Raja, S.N. 2004. Tart cherry anthocyanins suppress inflammation-induced pain behavior in rat. *Behavioural Brain Research*, 153: 181-188.
32. Tripoli, E., La Guardia, M., Giammanco, S., Majo, D. and Giammanco, M. 2007. Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. *Food Chemistry*, 104(2): 466-479.
33. Veres, Zs., Holb, I., Nyéki, J., Szabó, Z., Szabó, T., Reményik, J. and Fári, M.G. 2008. Antioxidant and anthocyanin contents of sour cherry cultivars. *Acta Horticulturae*, 795(2): 787-792.
34. Wang, H., Nair, M.G., Iezzoni, A., Strasburg, G.M., Booren, A.M. and Gray, J.I. 1997. Quantification and characterization of anthocyanins in Balaton tart cherries. *J. Agric. Food Chem.* 45: 2556-2560.

## **Comparative study of the biologically active compounds of the new Hungarian bred sour cherry 'Érdi ipari' and other Hungarian varieties**

FICZEK, G.<sup>1</sup>, LADÁNYI, M.<sup>2</sup>, KÁLLAY, E.<sup>3</sup>, BUJDOSÓ, G.<sup>3</sup>, SZÜGYI, S.<sup>3</sup>, VÉGVÁRI GY.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Fruit Growing, Szent István University,

<sup>2</sup>Department of Biometrics and Agricultural Informatics, Szent István University,

<sup>3</sup>NARIC, Research Institute of Fruit Growing and Ornamentals

<sup>4</sup>Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Health, Szent István University

### **Summary**

The 'Érdi ipari' novel variety, approved in 2014 and suitable for food industrial purposes, and other varieties present in Hungarian production ('Érdi jubileum', 'Érdi bőtermő', 'Maliga emléke' and 'Kántorjánosi 3') were included in a trial to determinate and compare their fruit qualities from the industrial processing point of view. The level of titratable acidity and the total soluble solids were determined three times during the ripening period. Moreover, the carbohydrate and organic acid content were measured during the whole maturation process (from the first stage of the ripening until the overripe period) at nine picking dates. The anthocyanin and the polyphenol content of the fruits were characterised as well by spectrophotometer, and the soluble antioxidant capacity was examined during the harvest period (at the 7th, 8th and 9th picking dates). The main carbohydrate compounds of the observed Hungarian bred varieties are the glucose (26.86 – 82.99 mg/g), fructose (13.6 – 61.84 mg/g) and the sucrose (2.83 – 50.37 mg/g), their main acid compounds are the apple acid (108.06 – 451.81 mg/g), succinic acid (101.49 – 308.94 mg/g), tartaric acid (27.1 – 231.95 mg/g), fumaric acid (19.44 – 71.19 mg/g) and the ascorbic acid (6.41 – 25.56 mg/g). According to our results, carbohydrate and acid profiles of the varieties changed a lot during the ripening period. The refreshing quality of the 'Érdi jubileum' is due to its high sugar and medium acid content. The sweet taste of 'Érdi ipari' is caused by its low sugar and low

acid content, which makes it suitable for patient suffering from diabetes. Among the examined varieties, fruits of the 'Érdi ipari' and the 'Érdi jubileum' contained the highest level of antioxidant compounds beneficial for the human body. Therefore, besides fresh consumption, the fruits of these varieties are suitable for creating food industrial products with functional effects as well.

**Keywords:** sour cherry (*Prunus cerasus* L.), sugar, organic acid, fruit development, antioxidant content, HPLC, Spectrophotometer

**Szerzők:**

Ficzek Gitta (kapcsolattartó szerző) – PhD, adjunktus, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyümölcsstermesztési Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Ladányi Márta – PhD, egyetemi docens, Szent István Egyetem, Biometria és Agrárinformatika Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Kállay Tamásné – CSc, ny. tudományos igazgató, NAIK, Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutató Intézet, 1223 Budapest, Park u. 2.

Bujdosó Géza – PhD, tudományos tanácsadó, NAIK, Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutató Intézet, 1223 Budapest, Park u. 2.

Szügyi Sándor – PhD, tudományos segédmunkatárs, NAIK, Gyümölcs- és Dísznövénytermesztési Kutató Intézet, 1223 Budapest, Park u. 2.

Végvári György – PhD, egyetemi tanár, Szent István Egyetem, Élettani, Biokémiai és Állategészségügyi Intézet, 7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.