

## SZAKMAI ZÁRÓJELENTÉS

a 46622 számú „**Bogyógyümölcsök antioxidáns anyagainak vizsgálata, összefüggésben a fajtahasználattal, termőhelyi adottságokkal és a nitrogénellátottsággal**” című OTKA kutatási programról.

Témavezető: Dr. Papp János

A kutatási program időtartama: 2004-2007

### BEVEZETÉS

A nemzetközi és a hazai adatok alapján a vezető halálokok között kiemelkedő helyen szerepelnek a szív- és érrendszeri betegségek, valamint a daganatos megbetegedések különböző típusai. Az utóbbi évek kutatási eredményeként ezeket a betegségeket több tényező között egyre gyakrabban a helytelen táplálkozási szokásokkal hozzák szoros összefüggésbe.

Azokban az országokban, ahol a rostban, vitaminokban, flavonoidokban és ásványi elemekben gazdag zöldségekből és gyümölcsökből sokkal többet fogyasztanak (az ún. mediterrán diéta) ott kimutathatóan kevesebb az említett betegségekben szenvedők aránya. Jogosan merül fel a kérdés, hogy hogyan lehetne a táplálkozási szokásainkat olyan irányban megváltoztatni, hogy tovább és egészségesebben élhessünk.

A gyümölcsök fogyasztásának növelése az egészségtudatos táplálkozás egyik fontos követelménye. A gyümölcs táplálkozás-biológiai értéke alapvetően alkotórészei összetételétől függ. A gyümölcsök fogyasztásával az emberi szervezet értékes antioxidáns anyagokhoz jut. A bogyógyümölcsök sajátos ízzel, aromával és gazdag beltartalmi értékekkel rendelkeznek. Fogyasztásuk táplálkozási funkciója és egészségmegőrző hatása jelentős részben antioxidáns anyagainak tulajdonítható.

### Gyümölcsök szerepe az antioxidáns védelemben

A legtöbb gyümölcstről táplálkozás-életleni szempontból elmondható, hogy alacsony a kalória- és a zsírtartalmuk, ami a táplálékainkkal szemben támasztott legkorszerűbb követelmények közül az első között szerepel. Bármely a gyümölcsök beltartalmi értékeit bemutató táblázatból jól látszik, hogy igen gazdagok mindazokban a vitaminokban, amelyekhez az emberek csak ezen növények elfogyasztásával juthatnak hozzá. A zsírban és a vízben oldódó vitaminokon kívül, némely zöldségnövényhez hasonlóan igen jelentős folsav források is, és meg kell említeni a kedvező rosttartalmukat is, ami szintén hozzátartozik a korszerű táplálkozáshoz (Stoll és Gremminger, 1986; Holland és mtsai., 1992; Bíró és Lindner, 1999).

Ki kell emelni, hogy a gyümölcsök szervezetünk számára fontos ásványielem-forrást is jelentenek. A Ca, Mg, K és Na megfelelő arányú bevitelével nagyban hozzájárulnak a szervezet kedvező ionháztartásának fenntartásához. Gazdag mikroelem-tartalmuk, (Fe, Mn, Cu, Zn stb.) révén képesek számos enzim, közöttük az antioxidáns védelemben szerepet játszó enzimek zavartalan működését biztosítani.

Bizonyított tény, hogy a gyümölcsök a bennük eddig felsorolt hasznos beltartalmi értékek mellett számos, az antioxidáns kapacitásuk kialakításához hozzájáruló fenolos és nem fenolos komponens is tartalmaznak. Ezek a növényi másodlagos anyagcsere-folyamatok útján keletkező vegyületek, szervezetünkbe kerülve fontos szerepet töltenek be a betegségek megelőzésében.

Az alma, a szilva, a cseresznye és különösen a bogyósok fogyasztásának az érrendszeri-, és daganatos betegségek kialakulási kockázatának csökkentésében játszott kedvező szerepe kutatási eredményekkel igazolt (Kang és mtsai., 2003; Kahlon és Smith, 2007). Ez a kiváló

hatás szoros összefüggésbe hozható a szervezetben keletkező szabadgyökök elleni védelemmel.

Antioxidáns kapacitásuk természetesen gyümölcsfajonként igen eltérő, de ez sok esetben igaz a fajokon belüli fajták között megmutatkozó eltérésekre is (Scalzo és mtsai., 2005). Bizonyított, hogy pl. a bogyósok messze nagyobb antioxidáns kapacitással rendelkeznek, mint az alma, az őszibarack, de sok esetben, mint a szőlő is (Scalzo és mtsai., 2005). Ez a különbség sokszor 5-10-szeres, de néha nagyobb is lehet, ami pl. az egyes fajták eltérő antioxidáns kapacitásából, az eltérő termesztéstechnológiai körülményekből stb. adódhat (Caruso és Liverani, 1996; Scalzo és mtsai., 2005).

A kutatási beszámolóban szereplő, általunk vizsgált bogyógyümölcsűekkel kapcsolatban igen gazdag az a hazai irodalom, amely a termesztő és a nemesítéssel foglalkozó szakemberek számára segít a termesztéssel kapcsolatos ismeretek és a fajokon belüli gazdag fajtaválaszték eligazodásában.

Az Észak-Amerikából származó kerti **szamóca** (*Fragaria x ananasa* DEUCH.) mára már az egyik legismertebb és a legnagyobb mennyiségben termesztett bogyógyümölcsé vált a világon, így hazánkban is (Szilágyi, 1998; Soltész és mtsai., 2002/a; Soltész 20005). Hasonlóan kiemelkedő helyen kell megemlíteni **málna** (*Rubus ideus* L.) termesztésünket, fogyasztásunkat és feldolgozásunkat is (Kollányi, 1998; Papp és Porpáczy, 1999; Soltész, 2005; Soltész és mtsai., 2002/b; Papp és mtsai., 2003), köszönhetően hagyományainknak és főleg sokrétű felhasználhatóságának. Ugyanez mondható el a ribiszkéről is, mely összefoglalóan két gyümölcsfaj elnevezését tartalmazza, úgymint a **piros** (*Ribes rubrum* L.) és **fekete ribiszkéről** (*Ribes nigrum* L.), azzal a megjegyzéssel, hogy fogyasztásukban és felhasználhatóságukban lényeges különbségek vannak közöttük ((Porpáczy, 1987; Porpáczy, 1998/a; Soltész és mtsai., 2005). Különleges íze, zamata miatt egyre szélesebb körben teresztik és fogyasztják a **fekete szeder** (*Rubus caesius* L.) több fajtáját (Kollányi, 1998; Papp és Porpáczy, 1999). A **fekete bodza** (*Sambucus nigra* L.) értékét felismerve, tudatos nemesítő munka eredményeként ma már jelentős termőterületen termesztik, a 'Haschberg' fajta Magyarországon állami minősítést a kapott 1998-ban (Porpáczy, 1987; László, 1997; Sipos, 1999; Propáczy, 1998/b; Porpáczy, 1999).

Miután az OTKA pályázat egy jelentős részéhez kapcsolódóan számos magyar és angol nyelvű publikáció, habilitációs és Akadémiai doktori dolgozat, valamint diploma és TDK dolgozat is született, (lásd. a pályázathoz kapcsolódó publikációs jegyzék), ezért a beszámoló az ezekben nyilvánosságra került eredményeket csak összefoglalóan tartalmazza.

## ANYAG ÉS MÓDSZEREK

### Növényanyagok

**Szamóca:** (*Fragaria x ananasa* DEUCH.)

**Fajták:** 'Honeoye', 'Elsanta', 'Onebor'

**Származási hely:** Nagyréde

**Mintavétel:** teljes érettségben, fajtánként 2-2 kg termés.

**Mintaelőkészítés:** a tiszta gyümölcshús homogenizálása.

**Málna** (*Rubus ideus* L.)

**Fajták:** 'Glen Ample', 'Fertődi zamatos', 'Malling Exploit', 'Autumn Bliss' - őszi málna

**Származási hely:** Nagyréde

**Mintavétel:** teljes érettségben, fajtánként 2-2 kg termés.

**Mintaelőkészítés:** a tiszta gyümölcshús homogenizálása.

**Piros ribiszke** (*Ribes rubrum* L.)

**Fajták:** ‘Jonkhkeer van Tets’, ‘Rondom’, ‘Detvan’,  
**Származási hely:** Nagyréde  
**Mintavétel:** teljes érettségben, fajtánként 2-2 kg termés.  
**Mintaelőkészítés:** a tiszta gyümölcshús homogenizálása.

#### Fekete ribiszke (*Ribes nigrum* L.)

**Fajták:** ‘Otelo’, ‘Titania’, ‘Fertődi 1’, ‘Fertődi 11’  
**Származási hely:** Nagyréde  
**Mintavétel:** teljes érettségben, fajtánként 2-2 kg termés.  
**Mintaelőkészítés:** a tiszta gyümölcshús homogenizálása.

#### Fekete szeder (*Rubus caesius* L.)

**Fajták:** \*‘Loch Ness’, \*\*‘Thornfree’,  
**Származási hely:** \*Nagyréde, \*\* Agárd  
**Mintavétel:** teljes érettségben, fajtánként 2-2 kg termés.  
**Mintaelőkészítés:** a tiszta gyümölcshús homogenizálása.

#### Fekete bodza (*Sambucus nigra* L.)

**Fajta:** ‘Haschberg’  
**Származási hely:** Olaszliszka, Agárd, Budapesti Corvinus Egyetem szigetcsépi Kísérleti Üzeme.  
**Mintavétel:** teljes érettségben, fajtánként 2-2 kg termés.  
**Mintavétel:** a tiszta gyümölcshús homogenizálása.

**N-műtrágyázási kísérlet:** 0 kg/ha, 25kg/ha 50 kg/ha, 100 kg/ha és 200 kg/ha nitrogén hatóanyagú műtrágya kijuttatása.

**Mintavétel:** levél tavasszal őszelel és virágzat

**Mintaelőkészítés:** a gyógyszerügyi előírásoknak megfelelően vizes és alkoholos kivonat készítése a levél és virágzat szárított mintáiból.

#### Vizsgáló módszerek

**Növényi minta előkészítése:** a homogenizálás turmixgéppel történt. A minták centrifugálása, 13000 ford/perc, 20 perc, 4 °C, után a tiszta felülúszóból történtek az analízisek.

**Az összes szárazanyag-tartalom meghatározása:** Az összes szárazanyag-tartalom meghatározása az MSZ 2429-1980 szabványának megfelelően történt.

**Vízoldható szárazanyag-tartalom meghatározása:** A vízoldható szárazanyag-tartalom meghatározása a Magyar Élelmiszerkönyv 3-1-558/93 előírásai szerint Atago 3T típusú refraktométerrel történt.

**Savtartalom meghatározása:** A sav tartalmat az MSZ 3619-1983 szabványa szerint, NaOH-os titrálással végeztük el brómtimolkék indikátor segítségével. Az összes savtartalmat (%) citromsavban adtuk meg.

**A pH meghatározása:** A pH mérés az MSZ 17590 szabványának megfelelően, Orion 720 A típusú laboratóriumi digitális pH mérőn történt.

**Összes antocianintartalom meghatározása:** A nyers mintákból a sósavas metanollal történő extrahálással kinyert színanyagok mérése Füleki és Francis (1968) spektrofotometriás módszerével történt.

**Összes fenoltartalom meghatározása:** A galluszsavra vonatkoztatott összfenoltartalmat Folin-Ciocalteu reagenssel  $\lambda = 760$  nm- en (Singleton és Rossi, 1965) spektrofotometriásan mértük.

**Összantioxidáns kapacitás meghatározása FRAP módszerrel:** A vizsgálati növények összantioxidáns-kapacitásának meghatározása Benzie és Strain (1966) módosított módszerével történt, mely módszert eredetileg a vérplazma antioxidáns kapacitásának meghatározására dolgozták ki (FRAP= Ferric Reducing Ability of Plasma). A FRAP lényege, hogy a ferri-(Fe<sup>3+</sup>)-ionok az antioxidáns aktivitású vegyületek hatására ferro-(Fe<sup>2+</sup>)-ionokká redukálódnak, melyek alacsony pH-n a tripiridil-triazinnal (TPTZ= 2,4,6 tripiridil-S-triazin) komplexet képezve színes terméket adnak (ferro-tripiridil-triazin). Ennek a terméknek a spektrofotometriásan,  $\lambda = 593$  nm-en mért abszorbanciájából, aszkorbinsavval készített kalibrációs görbe segítségével, mM aszkorbinsav/l (mmol AS/l) dimenzióban meghatározható a minta összantioxidáns kapacitása.

**Összantioxidáns kapacitás meghatározása kemilumineszcenciás módszerrel:** Az össz-scavenger kapacitást Berthold Lumat 9501 készülék felhasználásával, kemilumineszcenciás módszerrel  $\lambda = 420$  nm mértük (Blázovics és mtsai., 1999). A kémiai reakció lényegében a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/OH<sup>-</sup> mikroperoxidáz-luminol rendszer (lúgos pH-n) gátlásán alapszik. A H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/OH<sup>-</sup> mikroperoxidáz-luminol rendszer lúgos pH-n fényt bocsát ki, mert a komplex vas hatására a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-ből OH<sup>•</sup> Gyök keletkezik Fenton-típusú reakcióban, és a gyök gerjeszti a luminolt. A luminol aminoftalát stabil anionná alakul át és hv kvantum (420 nm) távozik. Ha a rendszerhez bármilyen szöveti mintát, szuszpenziót adunk, akkor ez a kémiai (kemilumineszcencia) reakció gátlódní fog. A gátlás mértéke és a vizsgált biológiai anyag redox tulajdonsága között kapcsolat igazolható. Az ún. totál scavenger kapacitás értéke annál kisebb, minél gyengébb a szöveti antioxidáns aktivitás, és minél nagyobb a vizsgált mintában a gerjeszthető szabadgyökös reakció. A gátlás mértéke és a vizsgált biológiai anyag redox tulajdonsága több tényezőtől függ, pl. a növényi szövet genetikai állománytól, a környezeti hatásoktól stb. Az eredményeket az RLU %-ában adtuk meg (RLU = relative light unit).

**H-donor aktivitás meghatározása:** A minták H-donor aktivitása mérhető az 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) stabil szabad gyök semlegesítésének vizsgálatával, spektrofotometriásan  $\lambda = 517$  nm-en. A gyök a vizsgálandó (antioxidáns) mintából hidrogént vesz fel és stabil molekulává alakul, abszorbanciája csökken. A gátlás %-ában kifejezett H-donor aktivitás mérése Blois (1958) módosított módszerével (Hatano és mtsai., 1988) történt.

**Elemanalízis:** Az egyes minták elemösszetételét ICP-OES IRIS (Thermo Jarrel ASH, Corp., Franklin, MA, USA) segítségével határoztuk meg. Az eredményeket mg/kg szá-ra adtuk meg.

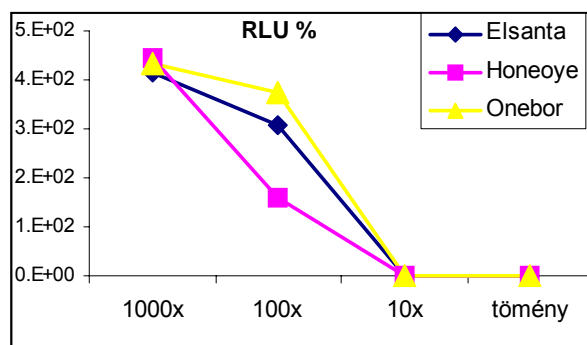
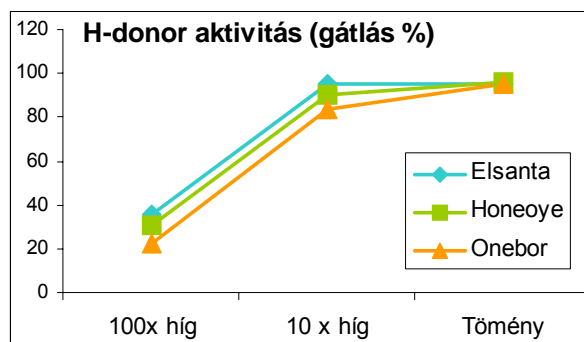
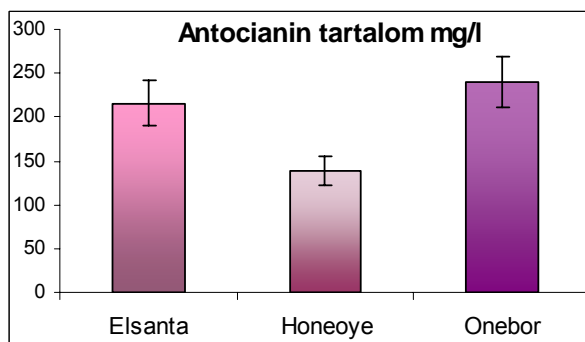
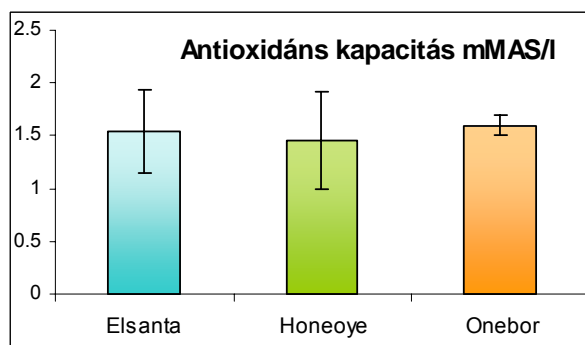
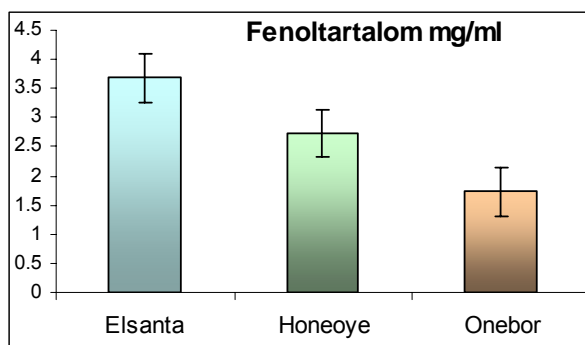
A **fotokemilumineszcencia** elvén működő antioxidáns meghatározást a Photochem (Analytik Jena, Németország) készülékkel végeztük el. Ezzel a módszerrel mind vízoldható (ACW-watersoluble antioxidant capacity) mind zsírolható (Lipidsoluble antioxidant capacity) antioxidánsok is vizsgálhatók a különböző kiték segítségével. A vízoldható antioxidáns kapacitást aszkorbinsavra, míg a lipidoldékony antioxidáns kapacitást trolox ekvivalensben adtuk meg (E vitamin). Természetesen az E-vitamin meghatározását a módszer nem pótolta, de némi információt kaptunk a lipidoldékony vitaminról.

## Eredmények

### Szamóca gyümölcs vizsgálata

Az 'Elsanta', 'Honeoye' és 'Onebor' *szamóca*fajták szárazanyag-tartalmában, pH-jában, refrakció %-ában, valamint savtartalmában lényeges különbségek nem voltak a minták között, fenoltartalmuk az 'Elsanta', 'Honeoye' és 'Onebor' sorrendben csökkent. Az 'Elsanta' és 'Onebor' magas antocianintartalmuk ellenére antioxidáns kapacitásukban lényeges eltéréseket nem tudtunk kimutatni. Míg a H-donor aktivitásban a fenoltartalomnál kapott sorrend érvényesült, addig a 'Honeoye' kemilumineszcenciás módszerrel mért gyökfogó kapacitásának kedvező értéke az alacsony Cu- és Fe-tartalmával hozható összefüggésbe.

Fajta	sza. %	pH	refr. %	sav %
Elsanta	11,06	4,40	10,4	0,42
Honeoye	10,90	3,75	10,5	0,52
Onebor	10,51	3,89	7,3	0,30



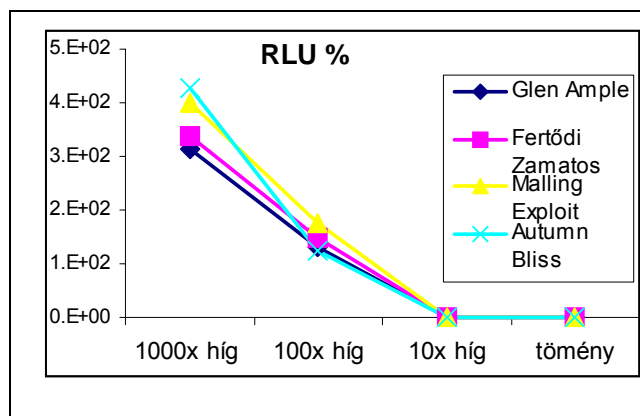
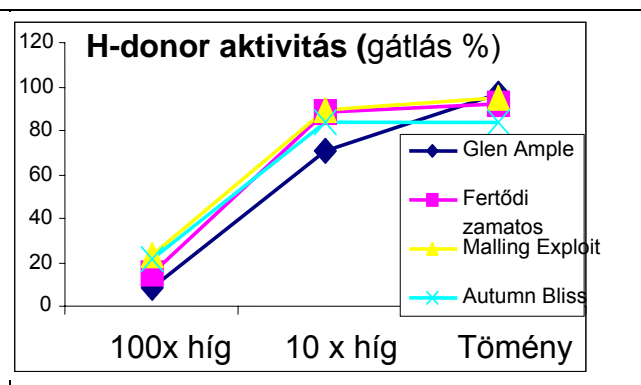
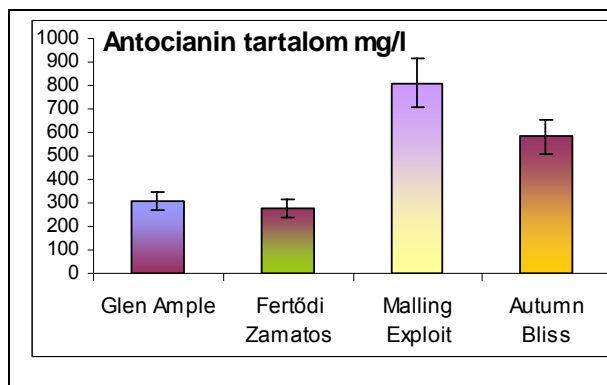
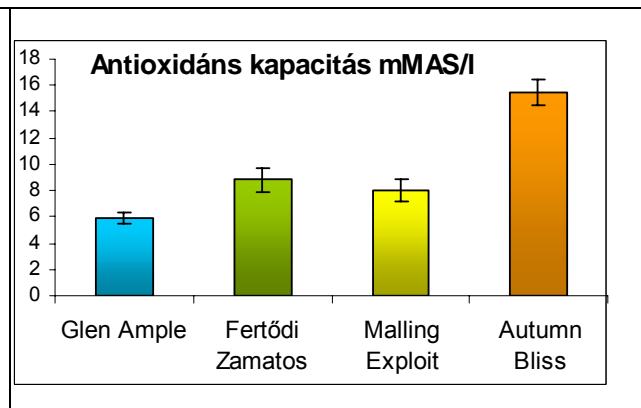
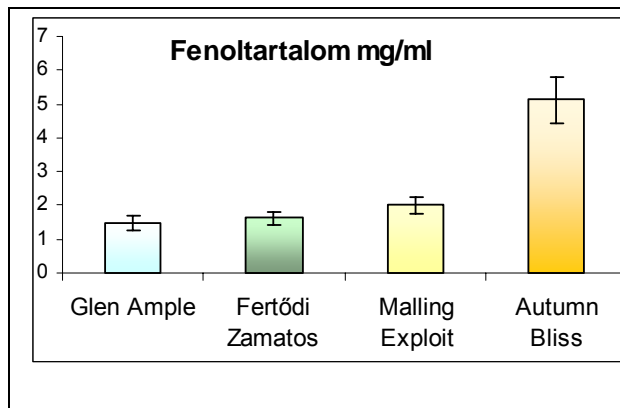
### Ásványi elemösszetétel

mg/kg	Elsanta	Honeoye	Onebor
Al	55.68	51.46	96.01
B	8.522	10.27	13.35
Ba	4.612	3.766	5.389
Ca	1675	1539	2971
Cu	4.166	4.166	5.54
Fe	34.07	26.01	90.26
K	12700	12995	14009
Mg	1107	1115	1466
Mn	29.82	25.74	32.52
Na	235.6	226.5	246.5
P	1902	1990	3398
Si	45.67	51.93	128.1
Sr	6.76	6.19	12.1
Zn	10.32	7.64	8.76

### Málnagyümölcs vizsgálata

A málna vizsgálat eredményeinél a szárazanyag tartalomban, a pH-ban, a refrakció %-ban, valamint a savtartalomban lényeges különbségek nem voltak. A sarjakon termő őszi málna 'Autumn Bliss' fenoltartalma, ill. a 'Malling Exploit' antocianintartalomban jelentősen jobb értékeket mutatott a másik két fajtához viszonyítva. A H-donor aktivitásban a legkisebb értéket a 'Glen Ample' adta, míg a kemilumineszcenciás módszerrel mért antioxidáns kapacitásban a minták között lényeges különbséget nem lehetett kimutatni, ami szorosan összefügg a minták viszonylag kiegyenlített elemtartalmával is, míg az aszkorbinsavra vonatkoztatott antioxidáns kapacitásban az Autumn Bliss mutatta a legjobb eredményt.

Fajta	Sz.a%	pH	Refr.%	Sav %
Glen Ample	11.486	3.28	7.5	1.12
Fertődi zamatos	15.701	3.26	10.8	1.15
Malling Exploit	14.837			
Autumn Bliss	10.974	3.14	7.8	1.49



### Ásványi elemösszetétel

mg/kg	Glen Ample	Fertődi Zamatos	Malling Exploit	Autumn Bliss
Al	88,73	74,52	74,52	101,90
B	16,06	10,35	14,15	17,69
Ba	3,00	3,76	2,84	3,21
Ca	1915	2541	2014	1992
Cu	9,33	6,83	6,26	12,32
Fe	54,30	33,11	40,39	58,42
K	13358	9778	11582	10575
Mg	1529	1412	1357	1599
Mn	13,82	15,48	19,12	43,42
Na	336,2	322,5	313,9	487,3
P	2541	2102	2363	2385
Si	39,94	14,25	31,62	15,25
Sr	6,95	11,26	7,29	6,04
Zn	25,05	20,64	18,25	37,93

#### Piros és fekete ribiszke gyümölcs vizsgálata

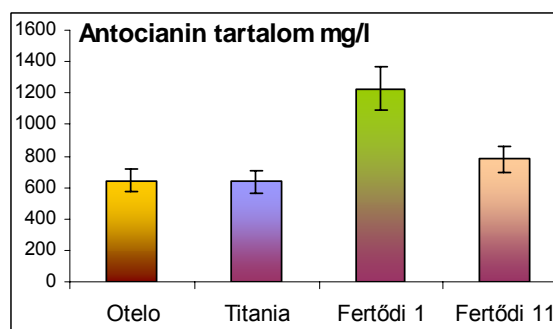
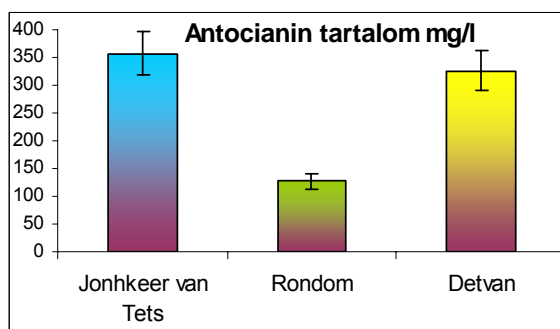
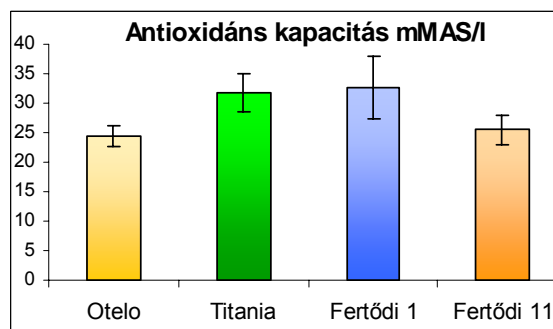
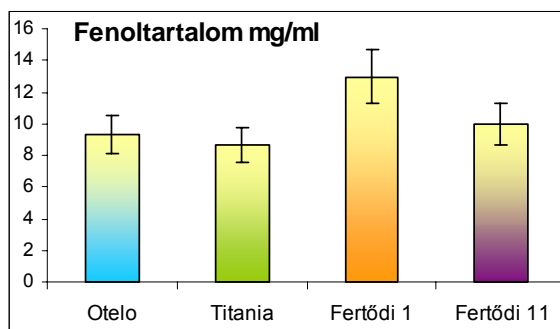
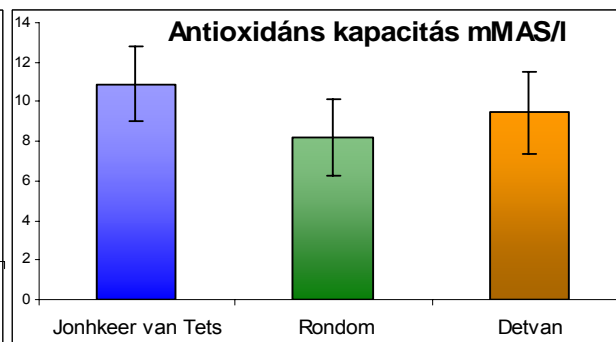
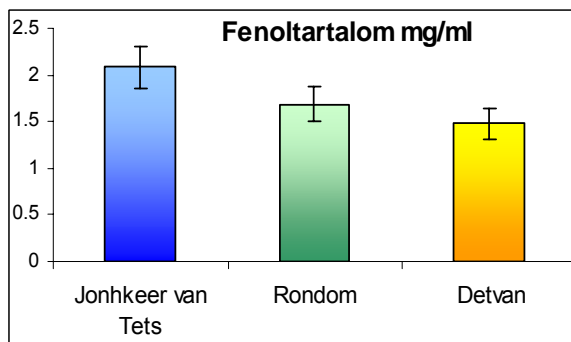
A piros- és a feketeribiszke-fajták között csak a szárazanyag-tartalomban volt jelentősebb különbség, a feketeribiszke-fajták általában magasabb szárazanyag tartalommal rendelkeztek. Fenoltartalomban 4-6 szoros eltéréseket lehetett kimutatnia a két gyümölcsfaj között a fekete ribiszke javára. Fajokon belül is voltak eltérések, míg a piros ribiszkék közül a 'Jonkheer van Tets', addig a fekete ribiszkék közül a 'Fertődi 1' mutatta a legjobb értéket. Az antocianin tartalomban is 3-4 szoros eltérések mutatkoztak a fajok között. Míg a piros ribiszkék közül a 'Jonkheer van Tets' és a 'Detvan' rendelkezett a magasabb antocianin-tartalommal, a fekete ribiszkék közül az előbbi eredményhez hasonlóan a 'Fertődi 1' volt a legjobb.

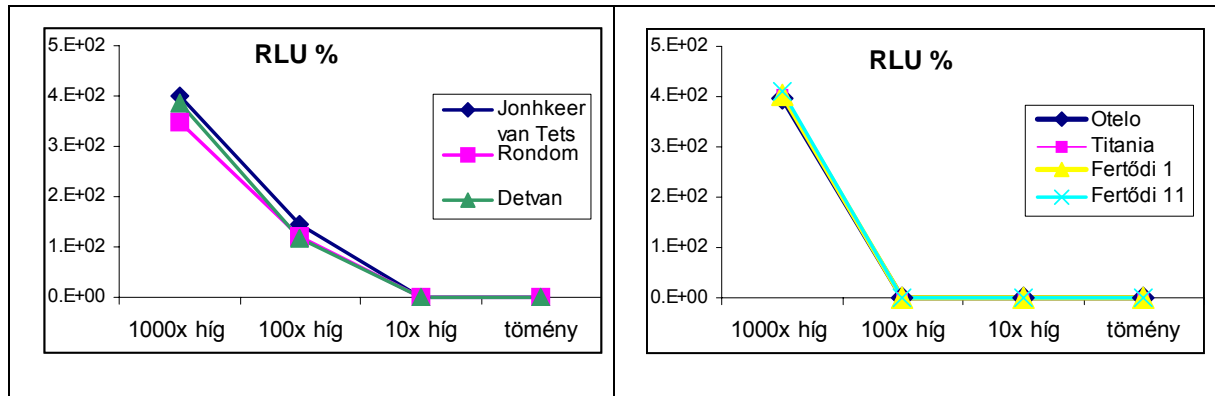
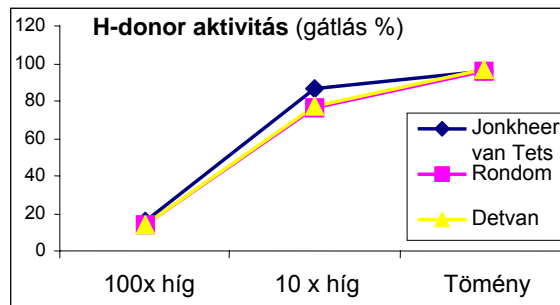
A két gyümölcsfaj között az antioxidáns kapacitásban a feketeribiszke-fajták javára megmutató kb. kétszeres különbségek itt is megtalálhatók voltak. Amíg lényeges különbséget nem lehetett kimutatni a pirosribiszke-fajták között, a feketeribiszke-fajták közül a 'Titania' és a 'Fertődi 1' antioxidáns kapacitása kiemelkedő volt.

A H-donor aktivitásban a pirosribiszke-fajták 10x hígított mintái közül a 'Jonkheer van Tets' a legjobb, 85 %-os gátlást mutatta, a másik kettő ezen érték alatt maradt. A fekete ribiszkéknél még a 100x hígított minták között is voltak jelentős különbségek, az 'Otelo', a 'Fertődi 1' és a 'Fertődi 11' közel 60 %-os, a 'Titania' kb. 40 %-os gátlást mutatott. A kemilumineszcenciás mérés eredményeként a piros ribiszkék 10x hígított, a fekete ribiszke fajták 100x hígított mintái mutattak jó gyökfogást, jelezve a fajok közti különbségeket. Mindez részben a feketeribiszke-minták közül a 'Titania' és a 'Fertődi 1' alacsony Cu- és Fe-tartalmával is összefüggésbe hozhatók.



Gyümölcs fajta	Sza. %	pH	Refr. %	Sav %
<b>Piros ribiszke</b>				
Jonkheer van Tets	18,978	3,23	11,6	1,68
Random	13,161	3,20	10,9	2,05
Detvan	13,541	3,18	11,2	1,77
<b>Fekete ribiszke</b>				
Otelo	21,716	3,67	12,2	0,96
Titania	17,402	3,57	12,4	0,52
Fertődi 1	22,360	3,24	20,2	2,04
Fertődi 11	16,814	3,18	15,8	2,46





### Ásványi elemösszetétel

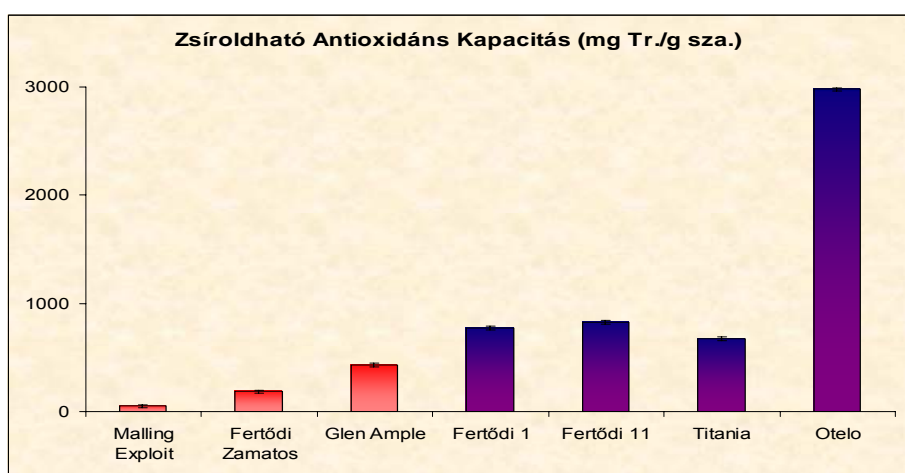
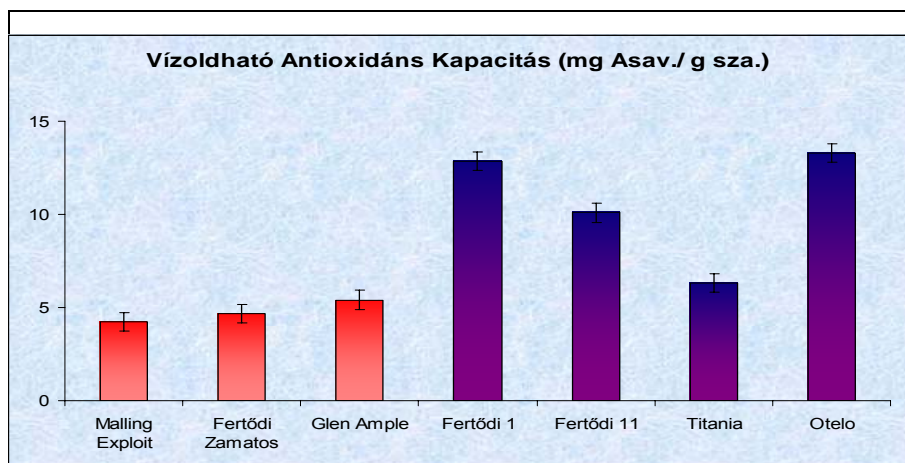
mg/kg	Jonkheer van Tets	Rondon	Detvan
Al	118,6	76,15	82,53
B	10,34	13,01	17,33
Ba	3,63	8,08	4,56
Ca	2613	4673	3116
Cu	5,405	9,459	6,306
Fe	90,88	48,52	40,55
K	12253	12365	13045
Mg	871	1225	1083
Mn	14,63	19,69	14,31
Na	300,3	298,6	345,1
P	2379	4490	2609
Si	112,6	22,28	33,01
Sr	10,75	18,01	13,06
Zn	8,42	17,81	12,82

mg/kg	Otelo	Titania	Fertődi 1	Fertődi 11
Al	101,60	58,53	65,29	79,92
B	9,26	9,17	12,34	9,84
Ba	6,22	5,86	4,18	5,89
Ca	3678	2335	3131	2456
Cu	14,86	6,75	5,85	6,30
Fe	55,15	27,06	24,74	33,03
K	13702	12940	13847	15346
Mg	1201	950	948	1053
Mn	9,89	12,59	8,17	11,31
Na	343,7	279,3	292,7	345,7
P	2473	2098	2806	3216
Si	53,58	13,16	20,24	24,07
Sr	12,8	6,9	9,70	6,77
Zn	10,76	11,52	9,59	10,21

### Málna és fekete ribiszke gyümölcsök antioxidáns kapacitásának összehasonlítása

A Photochem készülékkel meghatározott antioxidáns kapacitások összehasonlításakor egyértelműen látszik, hogy a bogyósok zsírolható antioxidáns kapacitása jócskán felülmúlja a vízolható, ami bizonyára a tokoferoloknak és származékainak is köszönhető. A különböző

antioxidáns vizsgálati módszerekkel kapott eredmények korrelációja gyümölcsfajonként eltérő mértékűnek bizonyult, amit az antioxidáns vegyületek eltérése magyarázhat.



### Korreláció az antioxidáns kapacitást mérő módszerek között

	FRAP	Összes polifenol	ACL	ACW
FRAP	-	0,6391	0,6582	0,8853
Összes polifenol		-	0,1822	0,3795
ACL			-	0,7586
ACW				-

### Szedergyümölcs vizsgálata

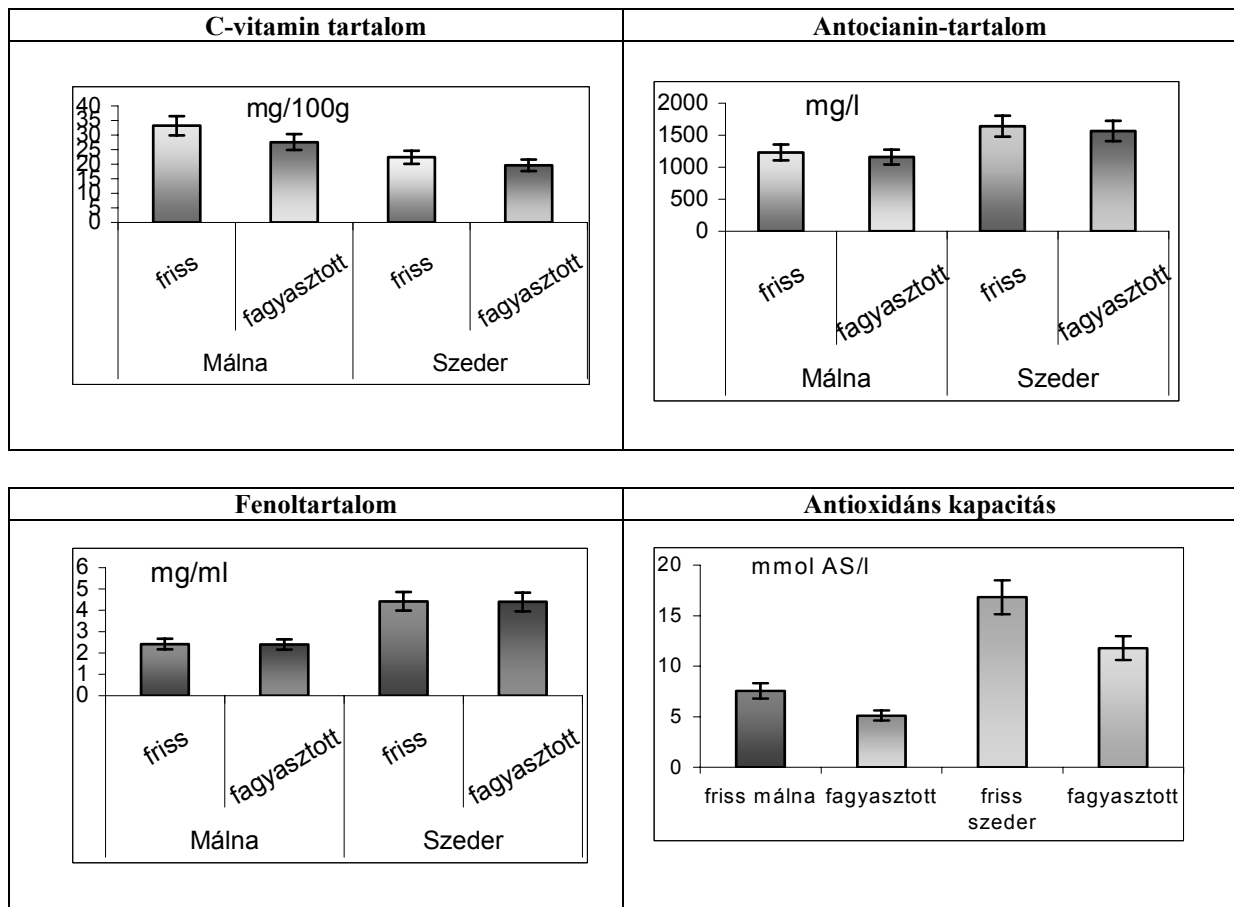
A szedermintákról, melyek közül a 'Loch Ness' Nagyrédéről és a 'Thornfree' Agádról származott, elmondható, hogy lényeges különbség nem volt a szárazanyag-tartalomban, a pH-ban, a refrakció %-ban és a savtartalomban. A termőhely hatása nem volt kimutatható a fenoltartalomban sem. Az antocianintartalom, valamint az antioxidáns kapacitás az Agádról származó mintában magasabb volt. Hasonló összefüggés volt kimutatható a H-donor aktivitás értékeiben is. A kemilumineszcenciás módszerrel meghatározott gyökfogó képességben nem lehetett különbséget kimutatni sem a fajták, sem a különböző termőterületről származó minták

között. Eredményeink azt mutatják, hogy a vizsgált tulajdonságok alakulásában a fajtának van meghatározó szerepe, nem a termőhelynek.

Miután a szeder érési és fogyasztási ideje közel azonos az őszi málnával, ezért a vele való összehasonlítás kapcsán érdemes kiemelni, hogy az eddig vizsgált, az antioxidáns kapacitással összefüggésbe hozható paraméterekben lényegesen jobb értékekkel rendelkeznek a szeder minták.

### Gyorsfagyasztás alkalmazása a málna és a szedergyümölcs antioxidáns hatásának jellemzésére

A tartósítási eljárások között jelentős szerepe van a fagyasztva történő tárolásnak. Ezzel a bogyógyümölcsűek oly rövid időszakra eső fogyaszthatóságának meghosszabbítására nyílik lehetőség a téli friss gyümölcsökben szegény időszakban.



Fagyasztott málna és szeder C-vitamin (mg/100g), antocianin- (mg/l) fenoltartalma (mg/ml) és antioxidáns kapacitása (mmol AS/l).

A fagyasztás az egyes beltartalmi értékek mennyiségét kb. 6-12 %-al csökkentette, a legnagyobb csökkenés ennek megfelelően az antioxidáns kapacitásban volt, ez 15-30 % csökkenést jelentett. Elmondható, hogy a csökkenés ellenére még mindig fontos lehet fogyasztásuk a téli időszakban, mind a vitamin, mind az ásványi elem pótlásában, valamint az antioxidánsok szervezetbe történő bevitelében.

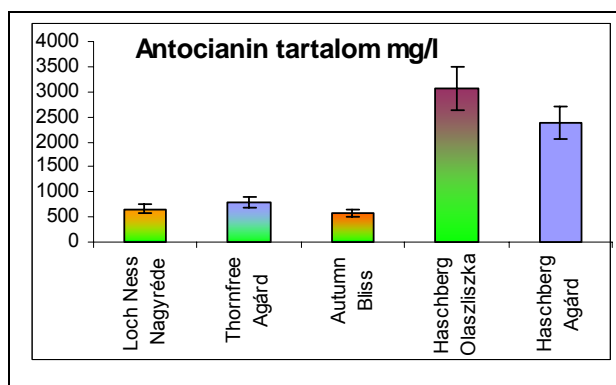
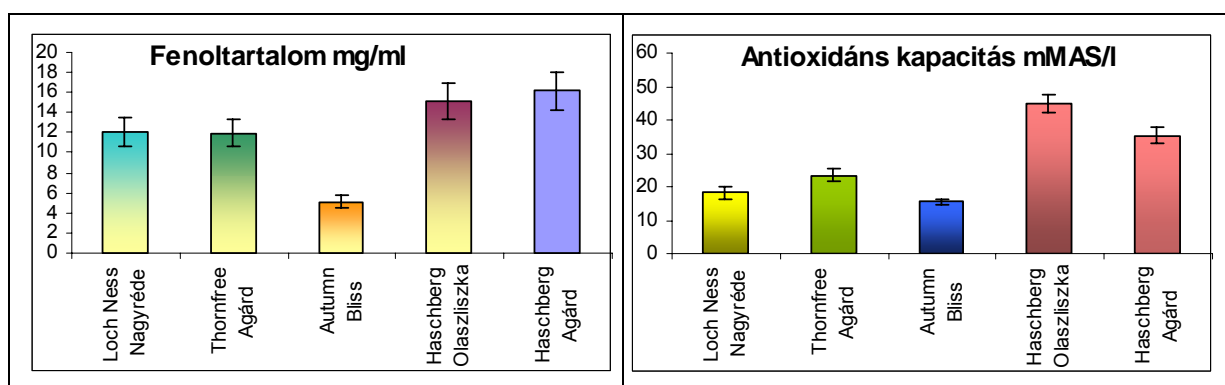
## Bodzagümölcs vizsgálata

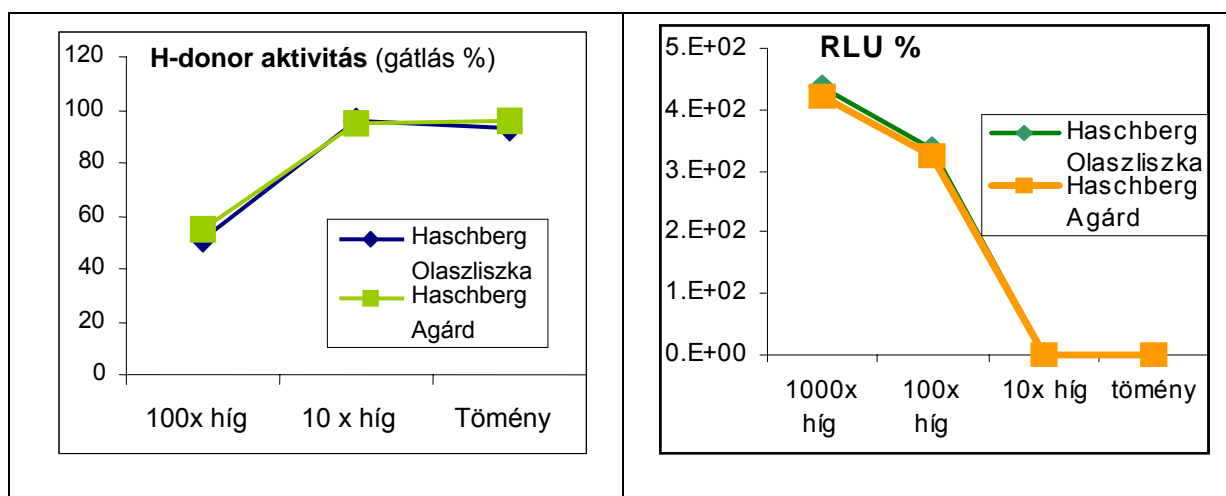
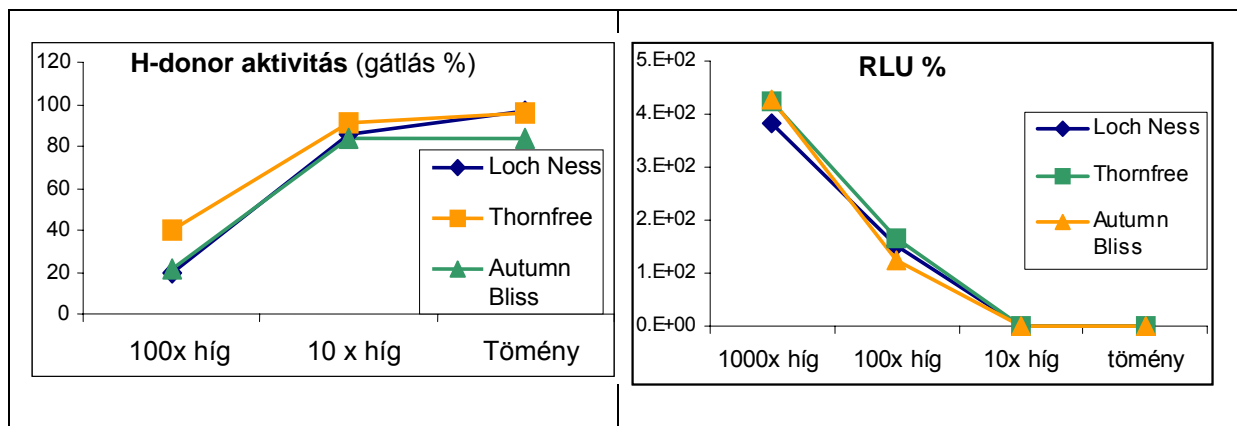
Ugyanazon *bodzafajta* ('Haschberg') Olaszliszkáról és Agárról származó mintákban kimutatható különbség nem volt a szárazanyag-tartalomban, a pH-ban, a refrakció %-ban és a savtartalomban. Míg a fenoltartalom mérése során kapott eredményekben ugyancsak nem volt kimutatható különbség az egyes termőhelyekről származó minták között, az antocianintartalomban és a spektrofotometriásan mért antioxidáns kapacitásban (FRAP) jobb értékeket mutatott az olaszliszkai minta. A termőhely nem befolyásolta sem a H-donor aktivitást, sem a kemilumineszcenciás módszerrel mért gyökfogó képességet, ami összhangban volt a szinte azonos elemösszetétellel, valamint a szedernél kapott eredményekkel.

Azt hogy a H-donor aktivitással jellemzett antioxidáns kapacitás mennyire nem a termőhelytől, hanem a fajtulajdonságtól függ, jól mutatta a kutatóhelyen végzett másik kísérlet, melynek során 18 bodzafajtát hasonlítottunk össze. A legrösszabb és a legjobb szabadgyökökre gyakorolt gátlási % értékek között több mint ötszörös különbség volt kimutatható az egyes fajták szerint, mely eredmények a nemesítés szempontjából igen figyelemreméltóak lehetnek.

<b>Bodza, Haschberg</b>	<b>sza%</b>	<b>pH</b>	<b>refr. %</b>	<b>sav %</b>
<b>Olaszliszka</b>	19,172	4,32	11,3	0,63
<b>Agárd</b>	17,750	4,37	11,4	0,58

<b>Fekete szeder</b>	<b>sza%</b>	<b>pH</b>	<b>refr. %</b>	<b>sav %</b>
<b>Loch Ness/Nagyréde</b>	13,437	3,21	11,1	0,96
<b>Thornfree/Agárd</b>	13,146	3,06	9,2	1,56





### Ásványi elemösszetétel

mg/kg	Loch Ness	Thornfree	Autumn Bliss
Al	45,25	37,83	101,9
B	9,84	20,67	17,69
Ba	3,34	1,98	3,20
Ca	1933	2132	1992
Cu	8,30	14,38	12,32
Fe	24,63	39,81	58,42
K	6460	8283	10575
Mg	1199	1382	1599
Mn	12,38	21,28	43,42
Na	221,5	259	487,3
P	1461	1568	2385
Si	16,17	22,91	15,25
Sr	8,52	8,97	6,04
Zn	11,67	24,63	37,93

mg/kg	Haschberg Olaszliszka	Haschberg Agárd
Al	42,51	48,83
B	18,43	14,68
Ba	15,64	7,34
Ca	2015	1993
Cu	6,575	6,142
Fe	45,12	37,04
K	21573	19502
Mg	1827	1656
Mn	11,43	13,95
Na	166,2	174,7
P	3966	4007
Si	51,17	36,18
Sr	6,28	8,92
Zn	13,02	7,951

### A nitrogénellátottság hatásának vizsgálata a bodza virágból és levélből készült teák összetételére.

A bodzaültetvény nitrogénellátottságára vonatkozó kísérleteket Szigetcsépen a BCE Kertészettudományi Karának Tangazdaságában végeztük 2006-ban és 2007-ben.

#### A nitrogén-kezelés leírása

A különböző mennyiségű nitrogén, 0 kg/ha, 25 kg/ha, 50 kg/ha, 100 kg/ha és 200 kg/ha nitrogén hatóanyagú műtrágya tavaszi kijuttatása után, a levelekből és a virágzatból készített különböző kivonatú (víz, alkohol) teáinak antioxidáns kapacitását és a vele szoros összefüggést mutató összfenoltartalmat vizsgáltuk.

**Mintavétel, mintaelőkészítés:** A levél- és virágmintákat a vizsgálat mindkét évében (2006 és 2007) június első hetében, teljes virágzás idején gyűjtöttük be. Kíméletes szárítás után dörzsmozsárban apróra törtük, ez szolgált a későbbi tea vizes és alkoholos kivonatainak alapanyagául. A 2006-os évben szeptember 5-én is történt levélminta szedés. Ennek elkészítése a nyár eleji mintavételhez hasonlóan történt.

A **laboratóriumi vizsgálatok**, az antioxidáns kapacitás és az összfenoltartalom meghatározása az eddigi kísérleteknek megfelelően történtek.

**Méréseink eredményét** a RopStat programcsomag segítségével elemeztük. A független minták egy szempontból (nitrogén kezelés mértéke) történő összehasonlítását általánosított egytényezős varianciaanalízissel vizsgáltuk. A csoportokon belül a páronkénti összehasonlítást a Tukey-Kramer-féle módszerrel vizsgáltuk. A vizsgálatok során minden esetben két párhuzamos mérést végeztünk. A mérések eredményeit átlagoltuk. A különböző kezeléseket egymáshoz, illetve a két év eredményeinek tükrében önmagukhoz hasonlítottuk.

Független minták egyszempontos összehasonlítása alapján a minták az esetek nagyrésztében igazoltan különböztek egymástól, tehát a statisztikai próba szerint a nitrogén-kezelés befolyásolta a vizsgált növényi részek antioxidáns-kapacitását.

#### A bodzavirág antioxidáns-kapacitása (mM AS/l)

N-kezelés kg/ha	2006		2007	
	vízes	alkoholos	vízes	alkoholos
0	1,57	1,98	4,01	2,41
25	3,03	2,71	3,21	2,54
50	1,50	1,35	3,43	2,73
100	2,21	0,83	5,11	2,48
200	1,85	1,11	3,49	2,49

#### A bodzalevél antioxidáns-kapacitása (mM AS/l)

N-kezelés kg/ha	2006		2007	
	vízes	alkoholos	vízes	alkoholos
0	1,20	1,38	4,01	2,04
25	5,11	2,70	4,49	2,04
50	1,44	1,51	2,31	1,53
100	1,39	0,67	3,20	1,38
200	1,98	0,26	1,98	0,26

A virágból készült tea (vizes kivonat) eltérő eredményeket mutatott a két vizsgált évben. 2006-ban a 25 kg/ha nitrogénnel kezelt területen volt a legmagasabb az összes antioxidáns-kapacitás értéke (3,03 mM AS/l), 2007-ben a 100 kg/ha nitrogént kapott területen (5,11mM AS/l). A második vizsgált évben a legalacsonyabb érték is meghaladta az előző évben mért legmagasabbat, mert 2007-ben a legalacsonyabb 3,21 mM AS/l volt.

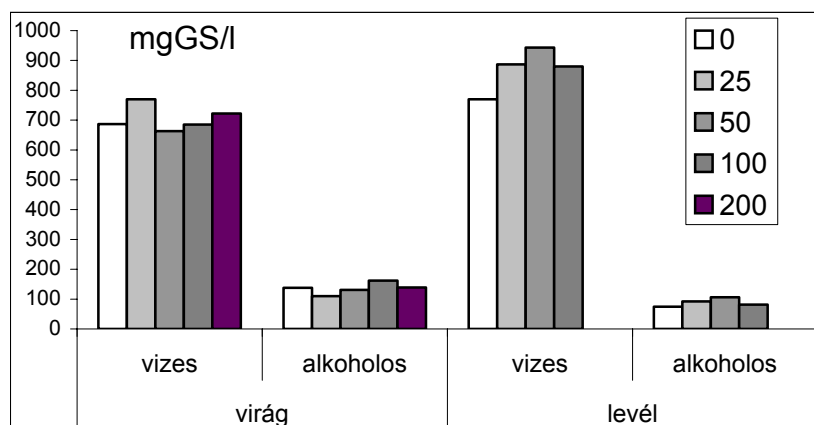
A virágból készített alkoholos kivonat legmagasabb antioxidáns értékei a két vizsgált évben közel azonos eredményt mutattak. 2006-ban a legmagasabb FRAP érték 2,71 mM AS/l volt (25 kg/ha), 2007-ben pedig 2,73 mM AS/l (50 kg/ha). A legalacsonyabb, 0,83 mM AS/l antioxidáns-kapacitás 2006-ban a 100 kg/ha nitrogénnel kezelt területről származott.

A bodzalevélből készült vizes kivonatok közül 2006-ban és 2007-ben egyaránt a 25 kg/ha nitrogénnel kezelt növények leveleinek volt a legmagasabb a FRAP értéke (2006-ban 5,11mM AS/l, 2007-ben 4,49 mM AS/l).

A bodza leveléből készített alkoholos kivonatoknál szintén a 25 kg/ha nitrogénnel kezelt növényminták antioxidáns-kapacitása volt a legmagasabb (2006-ban 2,7 mM AS/l, 2007-ben 2,04 mM AS/l), akárcsak a vizes kivonat esetében. A legalacsonyabb antioxidáns kapacitása mindkét évben a 200 kg/ha nitrogénnel kezelt terület bodzaleveleinek volt (2006-ban 0,259 mM AS/l, 2007-ben 0,26 mM AS/l). Megfigyelhető, hogy a 25 kg/ha nitrogénnel kezelt növényekről származó minták legtöbbször kiemelkedően magas antioxidáns értéket adtak. A nitrogén-dózis növelésével az antioxidáns-kapacitás csökkenését mutatták a mérési eredmények. A 2006. és a 2007. évet összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy az esetek 85%-ában a 2007-es minták antioxidáns kapacitása volt magasabb, mint a 2006-ban szedett mintáké.

Az időjárás nagyban befolyásolhatta az antioxidáns-kapacitást. A 2006. év az átlagosnál hűvösebb, szárazabb volt, míg 2007-ben, különösen az év első felében, a hőmérséklet és a lehullott csapadék mennyisége is magasabb volt a sokévi átlagnál

A különböző adagú nitrogén-műtrágyával kezelt területekről származó minták más és más eredményt adtak az összfenoltartalom alakulását tekintve a statisztikai elemzés során. Az esetek 90%-ában igazolt volt a különbség az egyes kezelések között. Ez azt jelenti, hogy van összefüggés a kijuttatott nitrogén és a fenoltartalom alakulása között. Az összefüggés mértékére csak következtetni tudunk, mert statisztikailag nem igazolható az eddigi eredmények alapján.

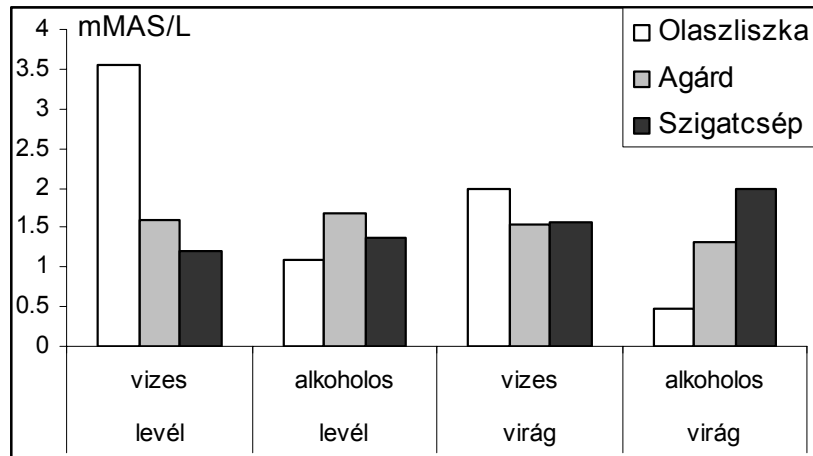


A galluszsavra (GS) vonatkoztatott összfenoltartalom a bodza virágból és levélből készített vizes és alkoholos kivonatokban, a növekvő adagú N műtrágyázás (0, 25, 50, 100, 200 kg/ha) hatására.



A vizes kivonatokban minden esetben magasabb összpolicifentartalmat tudunk kimutatni, és a 25, és az 50 kg/ha N dózis (levél) kicsit emelte a mérhető policifentartalmat.

A termőhely (Agárd, Olaszliszka, Szigetcsép) antioxidáns kapacitásra gyakorolt hatását a 2006-os évben vizsgáltuk.



A különböző termőhelyről származó bodza levél és virágmintákból készült vizes és alkoholos kivonatainak antioxidáns kapacitása (mMAS/L).

Az olaszliszkai levélből és virágból készült teák gyökfogó képességének értéke kimagasló volt (levél: 3,54 mM AS/l, virág: 2 mM AS/l), az egymással közel azonos agárdi és szigetcsépi teákéhoz képest.

A bodzalevélből alkoholos kivonattal nyert antioxidáns anyagok mennyisége az Agádról származó mintában volt a legmagasabb (1,67 mM AS/l), a virág esetében pedig a szigetcsépi (1,98 mM AS/l). A legalacsonyabb az olaszliszkai bodzavirágból készített alkoholos kivonat antioxidáns-kapacitása volt (0,47 mM AS/l). Az olaszliszkai és az agárdi minták esetében teaként elkészítve lehetett nagyobb mennyiségű antioxidáns anyagot kinyerni a virág és a levél esetében egyaránt. Ezzel szemben a Szigetcsépről származó levél- és virágmintákból az alkoholos oldat vont ki több ilyen komponenst.

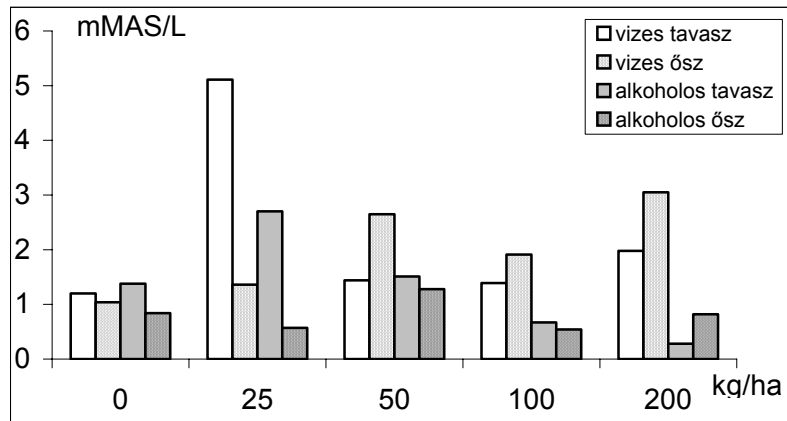
Feltételezésünk szerint ez összefüggésben áll az eltérő talaj- és időjárási viszonyokkal, különösen a csapadékmennyiséggel.

Összehasonlítottuk a tavasszal és az ősszel szedett levelekből készített különböző kivonatok össz antioxidáns kapacitását. Kíváncsiak voltunk, hogy van-e befolyásoló szerepe a levél szedési időpontjának az antioxidáns kapacitásra. A méréseket 2006-ban a szigetcsépi a N-trágyázási kísérletek mintáiból végeztük.

A teában mért aszkorbinsavra vonatkoztatott összes antioxidáns-kapacitás a 25 kg/ha nitrogén hatóanyaggal kezelt területről tavasszal szedett mintában volt a legmagasabb (5,11 mM AS/l). Azokon a területeken, ahova a 25kg/ha-nál nagyobb nitrogén dózist juttattunk, minden esetben észre ért el magasabb értéket az antioxidáns-kapacitásra utaló FRAP érték. A kiugró 5,11 mM AS/l (25 kg/ha nitrogénnel kezelt területről tavasszal szedett minta) eredményt a 200 kg/ha nitrogénnel kezelt minta követte, 1,98 mM AS/l értékkel. A kezeletlen területről származó levél teájának volt a legalacsonyabb az antioxidáns kapacitása (1,2 mM AS/l).

Az őszi mérés kapott eredmények közül a legalacsonyabb értéket a kezeletlen területről származó mintán mértük (1,04 mM AS/l), a legmagasabb pedig a 200 kg/ha nitrogénnel kezelt területről származó minta értéke volt (3,05 mM AS/l). A 100 kg/ha

nitrogéndózist kapott terület alacsonyabb antioxidáns kapacitást mutatott, mint a kevesebb nitrogént kapott terület (50 kg/ha) mintája. Ezt az eredményt leszámítva a 0-, 25-, 50-, 200 kg/ha nitrogénnel trágyázott területek mintáinak vízzel kivont összes antioxidáns-kapacitása növekvő tendenciát mutatott. Összességében az őszi szedett minták antioxidáns kapacitása magasabb volt, mint a tavaszi mintáké. Az őszi minták FRAP értékeinek átlaga 8%-kal haladta meg a tavaszi levelek átlagának értékét.



A N műtrágyázott területről, tavasszal és őszi szedett bodza levélminták vizes és alkoholos kivonatainak összehasonlítása az antioxidáns kapacitás alapján (mMAS/L).

A tavasszal és őszi szedett bodzalevelek alkoholos kivonatainak összehasonlításában a tavasszal szedett, 25 kg/ha nitrogénnel kezelt növények leveleiben mértünk magasabb FRAP értékeket (2,7 mM AS/l), ez jóval meghaladja az 50kg/ha nitrogénnel kezelt területhez tartozó értékeket (1,51 mM AS/l). A legkisebb antioxidáns kapacitással (0,26 mM AS/l) a legnagyobb nitrogénadagú (200 kg/ha) növények levelei rendelkeztek. A nitrogén műtrágyázott területek esetében azt figyeltük meg, hogy az onnan származó bodzalevelek alkoholos kivonatainak antioxidáns képessége nitrogén hozzáadásával csökkent. Az őszi szedett mintáknál a különbségek sokkal kisebbek voltak, mint a tavaszi adatok esetében. A legmagasabb antioxidáns-kapacitása az 50 kg/ha nitrogénnel kezelt növények leveleinek volt, 1,28 mM AS/l. A legalacsonyabb vizsgálati érték (0,54 mMAS/l), a 100 kg/ha nitrogénnel műtrágyázott területről származott. A kezeletlen és a 200 kg/ha nitrogénnel kezelt terület, illetve a 25 kg/ha és a 100 kg/ha nitrogénnel ellátott területértékei közel azonosak voltak.

Mivel két időpontban végeztünk mintavételt, az antioxidáns-érték, virágzástól termésérésig való csökkenésére abból nem következtethetünk. Feltehetően befolyásolta az antioxidáns-kapacitást a lehullott csapadék, mivel a tavaszi mintavételt négy az átlagosnál csapadékosabb hónap előzte meg, míg júniustól az átlagosnál szárazabb időszak következett.

## Felhasznált irodalom

- Balogh E., Boldoczki D., Hegedűs A., Papp J., Sipos B., Stefanovits-Bányai É. (2008): Az érzékszervi vizsgálatok szerepe az egészségtudatos táplálkozásban. XIII. F fiatal Műszakiak Tudományos Ül ésszaka, 2008. Kolozsvár, Márc.14-15. ISBN 978-973-8231-75-7. Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa. Konf. Összefogl. 21-25.
- Benzie, I.I.F., Strain, J.J. (1966): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measuring of "antioxidant power": The FRAP assay. *Annal. Biochem.*, 239. 70-76.
- Bíró, Gy., Lindner, K. (1999): Tápanyagtáblázat. Medicina Kiadó Rt., Budapest.

- Blázovics, A., Kovács, Á., Lugasi, A., Hagymási, K., Bíró, L., Fehér, J. (1999): Antioxidant defense in erythrocytes and plasma of patients with active and quiescent Crohn's disease and ulcerative colitis: A chemiluminescence study. *Clin. Chem.*, 45. 6. 895-986.
- Blois, M.S. (1958): Antioxidant determination by the use of a stable free radicals. *Nature*, 4617: 1198-1200.
- Caruso, T., Liverani, G.D. (1996): Rootstock influences the fruit mineral, sugar and organic acid content of a very early ripening peach cultivar. *J.Hort. Sci.*, 71. 931
- Füleki, T., Francis, F. J. (1968): Quantitative methods for anthocyanins 2. *J. Food Sci.*, 33. 78.
- Hatano, T., Kagawa, H., Yasuhara, T., Okuda, T. (1988): Two new flavonoids and other constituents in licorice root: their relative astringency and radical scavenging effects. *Chem. Pharm.Bull.*, 36. 2090.
- Hegedűs A., Balogh E., Engel R., Sipos B.Z., Papp J., Blázovics A., Stefanovits-Bányai É. (2008): Comparative nutrient element and antioxidant characterization of berry fruit species and cultivars grown in Hungary. *Horticultural Science*, 2008. 43. 6.1711-1715.
- IF=0,613**
- Holland, B., Unwim, I.D., Buss, D.H. (1992): Fruit and nuts. Supl. To McCance and Widdowson's the Composition of Foods (5<sup>th</sup> ed.). Royal Soc. Chemistry, Cambridge.
- Kahlon, T.S., Smith, G.E. (2007): In vitro binding of bile acids by blueberries (*Vaccinium* spp.), plum (*Prunus* spp.), prunes (*Prunus* spp.), strawberries (*Fragaria X ananasa*), cherries (*Malpighia punicifolia*), cranberries (*Vaccinium macrocarpon*) and apples (*Malus*
- Kang, S.Y., Seeram, N.P., Nair, M.G., Bourquin, L.D. (2003): Tart cherry antocyanins inhibit tumor development in Apc Min mice and reduce proliferation of human colon cancer cells. *Cancer Lett.*, 194. 13-19.
- Kollányi, L. (1998): Málna, szeder és szeder málna. In: Soltész, M. (1998): Gyümölcs-fajta ismeret és Használat. (Szerk.). Mezőgazda Kiadó.
- László, L. (1997): A festőbodza. *Kertészet és Szőlészet*. 46. 49. 17..
- Magyar Élelmiszerkönyv 3-1-558/93 vízzoldható szárazanyagtartalom meghatározása. MSZ 17590 pH mérése.
- MSZ 2429-1980 összes szárazanyagtartalom meghatározása.
- MSZ 3619-1983 savtartalom meghatározása.
- Papp, J., Porpáczy, A. (1999): Szeder, ribiszke, köszméte, különleges gyümölcsök. Bogyógyümölcsűek II. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Papp, J., Z.Kiss, L., Nyéki, J. (2003): The hungarian raspberry today and outlooks of its development (Review), *Int. J. Hort. Sci.*, 9. (3-4). 7-11.
- Porpáczy, A. (1987): Ribiszke, áfonya, bodza, fekete berkenye. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Porpáczy, A. (1998): Ribiszke, risméte. In: Soltész, M. (1998): Gyümölcs-fajta ismeret és Használat. (Szerk.). Mezőgazda Kiadó.
- Porpáczy, A. (1999): A bodza termesztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Scalzo, J., Pliti, A., Pellegrini, N., Mezzetti, B., Battino, M. (2005): Plant genotype affect total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition*, 21. 207-213.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vit.*, 161. 144-158.
- Sipos, B. (1999): A fekete bodza jelentősége, a termesztés feltételei. *Őstermelő*, Nov., 27-28.
- Soltész, M. (2005): Integrált gyümölcs termesztés. Elektronikus Felsőoktatási Tankönyv - és Szakkönyvtár. <http://www.tankonyvtar.hu>
- Soltész, M., Porpáczy, A., Nyéki, J., Szabó, Z. (2002/a): Szamóca. (In: Nyéki, J., Soltész, M., Szabó, Z.: Fajtatársítás a gyümölcsültetvényekben). 345-352. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

- Soltész, M., Porpáczy, A., Nyéki, J., Szabó, Z.(2002/b): Málna, szeder, málnaszeder. (In.: Nyéki, J., Soltész, M., Szabó, Z.: Fajtatársítás a gyümölcsültvényekben). 336-344. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Stefanovits-Bányai É., Stéger-Máté M., Boldoczky D., Hegedűs A., Sipos B.Z., Papp J. (2005): Bogyós gyümölcsfajok és fajták jelentősége táplálkozásunkban a téli időszakban. Lippai János-Ormos Imre-Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2005. október 19-21. Budapest, Kertészettudomány, Összefoglalók: 224-225
- Stoll, K., Gremminger, U. (1986): Schwarzer Holunder, Besonderen Obstgarden. Eygen Ulmer GmbH Co., 66-74.
- Szenthe A., Sipos B.Z., Papp J., Hegedűs A., Stefanovits-Bányai É.: Intake of mineral nutritive elements with consumption of different berry cultivars. International Symposium on Trace Elements in the Food Chain, Budapest, May 25-27. Abstracts, 79.
- Szenthe A., Sipos B.Z., Papp J., Hegedűs A., Stefanovits-Bányai É. (2006): Intake of mineral nutritive elements with consumption of different berry cultivars. International Symposium on Trace Elements in the Food Chain, Budapest, 2006. May 25-27. Proceedings, Eds.: M. Szilágyi, K. Szentmihályi. ISBN 963 7067132. 309-313.
- Szilágyi, K. (1998): Szamóca. In: Soltész, M. (1998): Gyümölcs-fajta ismeret és Használat. (Szerk.). Mezőgazda Kiadó.
- Tordai E., Engel R., Hermán R., Pedryc A., Blázovics A., Stefanovits-Bányai É., Hegedűs A. (2008): Comparison of antioxidant parameters in fruits of a range of apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. First Symposium on Horticulture in Europe. ISHS. 2008. Vienna, Austria, febr. 17-20. ISSN 1996-9449. Abstracts, 61.