



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

**BODZAJAJTÁK VIZSGÁLATA A HAZAI FAJTAHASZNÁLAT
BŐVÍTÉSE CÉLJÁBÓL**

DOI: 10.54598/001330

Bolfné Csorba Virág

Budapest

2021

A doktori iskola

megnevezése: **Kertészettudományi Doktori Iskola**

tudományága: Növénytermesztési és Kertészeti Tudományok

vezetője: Zámboriné dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc
MATE, Kertészettudományi Intézet,
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

Témavezetők: Dr. Tóth Magdolna
egyetemi tanár, DSc

Dr. Kardos Levente
egyetemi docens, PhD
MATE, Környezettudományi Intézet,
Agrárkörnyezettani Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető(k) jóváhagyása

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

A bodza (*Sambucus nigra* L.) az utóbbi két évtizedben a legnagyobb mennyiségben termesztett bogyós gyümölcsfajjává vált hazánkban. A fajtahasználat a termesztés kezdete óta meglehetősen egyoldalú, napjainkban is szinte az osztrák származású 'Haschberg' fajtán alapul. A nemesítői tevékenységnek köszönhetően több lehetőség is kínálkozik a fajták bővítésére, így a 'Haschberg' termesztése során adódó hibák (elhúzódó érési idő, ernyők egyenetlen érése, rövid feldolgozási szezon) kiküszöbölésére. Ezen okból kifolyólag a termesztők részéről egyre nagyobb az igény az új fajták megismerésére, melyek közül a korai érésű, nagy termőképességű fajták tűnnek perspektivikusnak. A feldolgozóipar számára pedig főként a fajták beltartalmi tulajdonságai a fontosak, azok közül is a nagy vízdoldható szárazanyag-, és nagy antocianin-tartalom a meghatározó.

Közép-Európában a bodza szelekciós nemesítéséhez nagy mennyiségben állnak rendelkezésre vadon termő biotípusok és a keresztezéses nemesítésből előállított fajták is. Az eltérő időpontokban begyűjthető nemesítési anyagok és utódok gyümölcsminőségének értékelése, a kontroll 'Haschberg' fajtával való objektív összehasonlítás érdekében megbízható és gyors vizsgálati módszerekre van szükség. Más gyümölcsfajoknál már sikerrel alkalmazott élelmiszeranalitikai eljárás a közeli infravörös spektroszkópia. Az eljárás előnye, hogy gyors, olcsó, nem invazív és reagensmentes.

A bodzának nemcsak a gyümölcsei, hanem a virágzatai is értékesek, főként kimagasló ásványianyag-tartalmuk említésre méltó, melyről a termesztett fajták esetében kevés információ áll rendelkezésre. A levelek ásványelem-tartalmának meghatározása az ültetvények tápanyag-ellátottságáról ad képet, de mennyiségét nemcsak a környezeti körülmények és a termesztéstechnológia, hanem a genotípus is befolyásolhatja. A növényi részekben az ásványi elemeken kívül nehézfémek is előfordulhatnak, ez főként útszéli növények esetében okozhat problémát. A legtöbb ültetvényt a bodza terméséért létesítik, a virágzatok elsősorban otthoni felhasználási céllal, gyűjtésből származnak. Mindezek mellett a piacra került gyümölcsök egy részét is vadon termő állományból szedik, melyekben szintén felhalmozódhatnak nehézfémek.

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (továbbiakban: MATE) Kísérleti Üzem és Tangazdaság, Gyümölcstermesztési Ágazat bodza fajtagyűjteményben 2013 óta 11 bodzafajta ('Haschberg', 'Haidegg 13', 'Haidegg 17', 'Korsör', 'Samocco', 'Samdal', 'Samidan', 'Sampo', 'Samyl', 'Weihestephan', K3) adaptációs értékelése folyik. Jelen munka keretén belül a már elkezdett kutatómunkát kibővítve és elmélyítve kívántuk folytatni, melynek főbb céljai a következők voltak.

1. A fajták részletes összehasonlító értékelése fenológiai jellemzők (virágzás- és érésdinamikai megfigyelések, virágzási és szüreti időszakok meghatározása); növekedési

és terméshozási tulajdonságok; a gyümölcsminták fizikai (ernyőtömeg, ernyőméret, kocsányhosszúság) és beltartalmi (titrálható sav-, vízdoldható szárazanyag-, polifenol-, antocianin-tartalom, antioxidáns kapacitás) paramétereinek alapján.

2. Fenológiai, fizikai- és beltartalmi eredmények összehasonlító értékelése három vizsgálati évben (2017, 2018, 2019).
3. Közeli infravörös technológia (FT-NIR) alkalmazási lehetőségének vizsgálata bodzagyümölcsök esetében. A genotípusok elkülönítése NIR technikával kémiai (titrálható sav- és szárazanyag-tartalom) valamint irodalmi (származási hely, nemesítési módszer) referenciaadatok alapján.
4. Virágzatok, gyümölcsök és levelek ásványianyag-tartalmának (K, Ca, Na, Cu, Fe, Zn, B) meghatározása. Az eredmények értékelése és összevetése elemenként és vizsgált növényrészenként.
5. Útszéli állományból gyűjtött bodzaminták (virágzatok, gyümölcsök) nehézfémekkel (Pb, Cd, Cu, Zn) való szennyezettségének vizsgálata. A gyűjtési hely utaktól való távolságának, valamint a forgalomintenzitás hatásának értékelése a nehézfémek mennyiségére.

Kutatásaink eredményeivel a termesztés és a feldolgozás számára, valamint a nemesítési alapanyag szempontjából értékesnek tűnő fajták kiválasztásához szeretnénk hozzájárulni.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A kísérlet helye, minták származási helye

A szabadföldi vizsgálatokat három egymást követő évben 2017, 2018 és 2019-ben a MATE Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Gyümölcstermesztési Ágazatában lévő génbanki gyűjteményben végeztük. Itt került sor a fajták fenológiai, növekedési és terméshozási sajátosságainak, termőképességének felmérésére és a növényminták begyűjtésére is.

2.2. Vizsgálatba vont fajták

Kísérletünkbe a génbanki ültetvényben található 11 bodzafajta került bevonásra. A legismertebb és legelterjedtebb osztrák 'Haschberg' mellett, a szintén osztrák származásúak a 'Haidegg' klónok a 'Haidegg 13' és a 'Haidegg 17'. A dán fajtasorozatból a 'Sampo', 'Samdal', 'Samidan', 'Samocco', 'Samyl' és a 'Korsör' szolgált vizsgálatunk alapanyagául. Ezen genotípusok mellett egy német, a 'Weihestephan' és egy magyar fajtajelölt, a K3 is szerepeltek értékelésünkben.

2.3. Szabadföldi vizsgálatok menete

Az első szabadföldi felméréseket mindhárom évben április közepén kezdtük el. Ekkor fajtánként öt vesszőt jelöltünk ki, melyeken a virágzás, majd a későbbiekben pedig a termés hozás menetét és sajátosságait figyeltük. A virágzás kezdetével párhuzamosan feljegyeztük a kijelölt vesszők alapi és csúcsi része közötti náduszok számát, a náduszonkénti virágzatok számát és elhelyezkedését is. A virágzás nyomonkövetését heti gyakorisággal végeztük, minden alkalommal feljegyeztük a még bimbós, teljes virágzásban és szíromhullásban lévő virágzatok számát. A virágzatokat akkor tekintettük bimbós/ kinyílt/ elnyílt állapotúnak, ha bennük a lévő virágok 95%-a bimbós/ kinyílt/ elnyílt stádiumban volt.

A gyümölcsök érését a kijelölt vesszőkön július közepétől augusztus végéig heti gyakorisággal követtük nyomon. A gyümölcsök szüretével párhuzamosan, a leszedett ernyők tömegét (g), méretét [szélesség (cm) és hosszúság (cm) paraméterekből számolt érték], kocsányhosszúságát (cm) is felvettük. Az átlagos ernyőtömegeket, a vizsgálathoz leszedett ernyők tömegének és számának hányadosából számoltuk ki. Érés után a vesszők náduszainak átmérőjét és az internódiumok hosszúságát is feljegyeztük.

2.4. Mintagyűjtés és előkészítés

A vizsgálati ültetvényből származó virágzati mintákat, a fajták virágzási idejétől függően, május-júniusban, teljes virágzáskor gyűjtöttük. A mintákat az elemtartalmi mérésekhez előzetesen szárítottuk, majd ezt követően daráltuk. A gyümölcsöket optimális érettségi állapotban szedtük (bogyóinak 95%-a sötétlilára színeződött), majd a kocsányuk eltávolítását követően, házi turmixgéppel homogenizáltuk, felhasználásig fagyasztva (-25°C) tároltuk. A levélmintákat a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara levélmintavételezési útmutatójában meghatározott ajánlás alapján a gyümölcsök érésekor szedtük meg, majd a virágzatokhoz hasonlóan az elemtartalmi mérésekhez szárítással és darálással készítettük elő vizsgálatra. A nehézfémek vizsgálatához különböző vadon megtalálható bodzaállományokból is gyűjtöttünk virágzati és gyümölcsmintákat. E virágzatok- és gyümölcsminták vételi ideje, valamint feldolgozása megegyezik az ültetvényből származó minták esetén alkalmazott módszerrel.

2.5. Laboratóriumi vizsgálatok

A beltartalmi vizsgálatokat a MATE Gyümölcsstermő Növények Tanszék gyümölcsanalitikai laboratóriumában végeztük. A vízoldható szárazanyag-tartalmat HI 96801 típusú digitális refraktométerrel mértük meg, a titrálható savtartalmat pedig citromsav egyenértékben, MSZ EN 12147:1998 magyar szabványnak megfelelően határoztuk meg. A vizsgált minták összes antioxidáns-kapacitását Benzie és Strain (1996) módosított módszerével (FRAP) mértük,

eredményeinket mmol aszkorbinsav/liter (mmol AS/100 g) dimenzióban adtuk meg. Az összes fenoltartalmat Singleton és Rossi (1965) módszerével galluszsavra (mg GAE/100 g) vonatkoztatva tüntettük fel. A színyanyagok vizsgálata Füleki és Francis (1968) módszere szerint történt sósavas-etanolos színkinyerési eljárással (mg GAE/100 g egységben). Eredményeinket minden esetben a gyümölcsök friss tömegére vonatkoztattuk.

A spektrális mérésekhez a homogenizált gyümölcsminták mérése Bruker MPA típusú FT-NIR (Ettlingen, Németország) készülékkel történt a MATE Alkalmazott Kémia Tanszéken. Egy mintát hét alkalommal mértünk meg, és a további elemzésekhez ezen eredmények átlagát használtuk. Az elemtartalmi vizsgálatokat a MATE Agrárkörnyezettani Tanszéken végeztük el. A növényi mintákat a mérések előtt salétromsav és hidrogén-peroxid hozzáadásával 150°C-on roncsoltuk, majd az elemek közül a vas, nátrium, cink, réz, bór, kadmium és ólom mennyiségét Aurora AII200 atomabszorpciós spektrométerrel (AAS), a kalciumot és a káliumot pedig Instruments FP910 típusú lángfotométerrel mértük meg.

2.6. FT-NIR spektrális mérések

Spektrális méréseinket, a génbanki ültetvényben található 11 bodzafajta, 2016-ból Kovács Szilvia által begyűjtött gyümölcsmintáin végeztük el. A felvett spektrumokat kísérletünkben négyféle referencia adatsorral hasonlítottuk össze. A referencia adatok egy részét saját kémiai vizsgálatunk, vagyis e minták alapján meghatározott vízdoldható szárazanyag-tartalom és titrálható savtartalom adatai adták, melyekből négy-négy mintacsoportot képeztünk. A fajták földrajzi származás és nemesítési módszer szerinti két-két csoportba való kategorizálása irodalmi adatok alapján történt.

2.7. A termővesszőkre vonatkozó eredmények értékelése

A fajták vesszőin található paraméterek az eltérő vesszőhosszúság és nóduszszám miatt csak úgy hasonlíthatók össze, ha a vesszőket szakaszokra osztjuk, a szakaszokon belül az adatokat összegezzük (pl. virágzatok száma). A szakaszhatárok megállapításánál a 'Haschberg' vesszőin mért internódium-hosszúságok és a nóduszok felett mért vesszőátmérők adatait vettük alapul. A szakaszhatárok kialakításánál kiszámoltuk a vesszők egyes szakaszaiban mért értékek móduszát, és meghatároztuk az osztópontok százalékos arányát. A vesszőket ezáltal négy szakaszra osztottuk, és a meghatározott osztópontokat minden további fajta esetében alkalmaztunk.

2.8. Eredmények statisztikai értékelése

A statisztikai elemzés IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) programcsomag felhasználásával történt. A gyümölcsök fizikai paramétereit kétszemponos

ANOVA modellekkel értékeltük. A beltartalmi paraméterek, valamint az elemtartalom és a nehézfém-tartalom vizsgálat során kapott adatainkat pedig egyszempontos ANOVA modellekkel elemeztük (Dobson, 2002; Hang, 2014). A lineáris összefüggések értékelése céljából Pearson-féle korrelációit és szórásdiagramot alkalmaztunk. Minden elvégzett statisztikai vizsgálatunk során a hibatarok normalitását is ellenőriztük. Az alkalmazott próbák kétoldaliak voltak, a $p < 0,05$ eredményeket tekintettük statisztikailag szignifikánsnak.

2.9. FT-NIR eredmények értékelése

A spektrumképek vizsgálatához és a jellegzetes elnyelési területek azonosításához az OPUS 7.2 (Bruker) szoftvert használtuk. A statisztikai vizsgálatok során minden esetben ugyanazt a három adatelőkezelési műveletet használtuk: standardizálást (SNV); arányos szóródás korrekciót (MSC) és deriválást. Az adatok statisztikai értékeléséhez a Statistica 8.0 (StatSoft) és Unscrambler 10.4 (CAMO) szoftvereket alkalmaztuk. A minták elemzése és összehasonlítása főkomponens elemzéssel (PCA) és lineáris diszkriminancia analízissel (LDA) történt. A PCA vizsgálatot elvégeztük mindhárom adatelőkezelést követően, és megállapítottuk, hogy 95%-os konfidencia szinten vizsgálva egyik esetben sem találtunk spektrális kiesőt. Ezt követően az egyes referenciatényezők alapján képzett csoportok megfigyelésével LDA útján került sor a mintázat felismerések megjelenítésére s a genotípusok különböző szempontok alapján történő elkülönítésére.

3. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

3.1. Bodzafajták virágzási ideje és dinamikája

A fajtánként kijelölt öt vesszőn a virágzás ütemét folyamatosan kísértük végig a három egymást követő évben. A heti gyakorisággal végzett virágzásdinamikai vizsgálatok végeztével, a feljegyzett bimbók, kinyílt és elnyílt virágzatok számát összesítettük, majd megadtuk a virágzatok százalékos arányát, virágzási fenogramját. A virágzási fenogramokkal meghatároztuk a fajták egymáshoz viszonyított virágzási idejét a három különböző évben. A legkorábban 2018-ban (április utolsó dekádjában) kezdődött el a virágzás, 2019-ben május első, 2017-ben pedig egy fajta kivételével május második dekádjában. A leggyorsabb végbemenő virágzás 2019-ben tapasztaltuk, mely mintegy négy hetes periódust foglalt magában. 2017-ben öt, 2018-ban pedig hat hétig tartó, elhúzódóbb virágzási időszakot jegyeztünk fel. Németországból származó kutatások szerint a virágzatok nyílásának ideje (Höhne, 2014) május vége és június közepe-vége közé esik. Hazai irodalmak alapján (Tóth és Kovács, 2001) azonban a fajták már május második dekádjának elején megkezdik a virágzásukat.

A három év feljegyzett adatai alapján a fajtákat öt virágzási csoportba soroltuk (1. táblázat). Adatainkat, miszerint a ‘Sampo’ a ‘Haschberg’-nél korábbi virágzású fajta Möhler (2000) és Matejcek et al. (2015) megfigyelései megerősítik. Korábbi vizsgálati eredmények alapján azonosságot a fajták egymáshoz viszonyított virágzási sorrendjében a ‘Haschberg’, ‘Korsör’, ‘Samocco’, ‘Sampo’ fajtáknál és a K3 fajtajelölnél találtunk (Molnár, 2013; Mezősi, 2016).

1. táblázat: Bodzafajták csoportosítása virágzási idejük szerint (Soroksár, 2017-2019)

Virágzási csoportok				
Korai	Középkorai	Középidéjű	Középkései	Kései
Samidan	Samocco	Samdal	Haschberg	Korsör
Sampo	K3	Samyl	Haidegg 13	Weihenstephan
			Haidegg 17	

3.2. Virágzatok megoszlása a vesszők vizsgálati szakaszain

A vesszők nóduszain található virágzatok számát és elhelyezkedését is feljegyeztük. Ezek az adatok jól szemléltetik, hogy hol található a vesszők legtermékenyebb szakaszai. Eredményeink közül a 2019-es évben tapasztaltakat emeltük ki részletes bemutatás céljából, három fajta (‘Haschberg’, ‘Sampo’, ‘Samyl’) esetében. A feljegyzett adatokból diagramot létrehozva minden fajtánál egy kezdetben növekvő, majd csökkenő tendenciájú görbét kaptunk. A görbe jellemzően a harmadik szakasznál éri el maximumát, majd ezután viszonylag gyorsabb ütemű csökkenés történik a negyedik szakaszig. Mindhárom fajta esetében a legtermékenyebbnek a harmadik szakasz mutatkozott. A ‘Haschberg’-nél átlagosan 5-9 db, a ‘Sampo’-nál 3-6 db, a ‘Samyl’-nél pedig átlagosan 7-11 db virágzat volt feljegyezhető ebben a szakaszban. A vesszők csúcsi, negyedik szakaszában is jelentős mennyiségű virágzat képződött a ‘Haschberg’ (3-8 db) és a ‘Sampo’ (3-8 db) esetében. A ‘Samyl’ a másik két fajtával ellentétben a második szakaszon is jelentős 4-9 db virágzatot, még a negyedik szakaszban csak kevesebb 2-7 db virágzatot hozott. Mezősi (2016) előzetes vizsgálatai az általunk tapasztaltakkal megegyeznek, vagyis a görbék maximumát, a legtermékenyebb szakaszokat, a fajták többségénél a csúcsi szakaszokon jelöli meg.

3.3. Bodzafajták érési ideje

A 11 fajta kijelölt vesszőin az ernyők érését nyomon követve meghatároztuk egymáshoz viszonyított érési sorrendjüket, szüreti időszakukat. A fajták éréskezdetében, hosszában is eltérést tapasztaltunk a három évben. A legkorábban 2018-ban, július 11-én és 2019-ben július

10-én kezdődött el a gyümölcsök érése. 2017-ben egy héttel későbbi, július 17-én kezdődő szüreti időszakot jegyeztünk fel. Az érés vége mindhárom évben szeptember első dekádjára esett. A teljes szüreti időszak 2018-ban volt a leghosszabb (60 nap), 2017-ben a legrövidebb (49 nap). 2019-ben 53 napig tartott a betakarítás időszaka. Megfigyelésünket Möhler et al. (2009) vizsgálatai is alátámasztják, miszerint a korai fajták július közepétől szüretelhetők, a legkésőbbiek érése pedig szeptember közepén fejeződik be.

Megfigyeléseink szerint a vizsgált fajták szüreti idejük alapján öt érési csoportba sorolhatók (2. táblázat). Molnár (2013) szerint a legkorábban, augusztus első dekádjában a ‘Sampo’ és ‘Samidan’ érik, mely részben megegyezik feljegyzésünkkel. Höhne (2014) németországi tapasztalata alapján a ‘Haidegg 17’ a ‘Haschberg’-hez hasonló vagy még későbbi érési időszakkal jellemezhető, mely nincs összhangban eredményünkkel. Möhler et al. (2009) feljegyzése megfigyelésünket alátámasztja, miszerint a ‘Sampo’ és a ‘Samyl’ a legkorábban, a ‘Weihenstephan’ pedig a legkésőbb érő fajta. Egyes fajták érési sorrendje többnyire állandó pl. a ‘Sampo’ és ‘Samyl’ korai és a ‘Weihenstephan’ kései érése. Vannak olyan fajták (‘Haidegg 17’, ‘Korsör’), melyek érése a különböző években változóknak mondható. Korábbi vizsgálatokkal azonosságot a fajták érési sorrendjében a ‘Haschberg’, ‘Korsör’, ‘Sampo’ és ‘Weihenstephan’ esetén találtunk (Molnár, 2013).

2. táblázat: Bodzafajták csoportosítása érési idejük szerint (Soroksár, 2017-2019)

Érési csoportok				
Korai	Középkorai	Középtidejű	Középkései	Kései
Samyl	Samocco	K3	Haschberg	Weihenstephan
Sampo	Samdal	Haidegg 17	Haidegg 13	
		Samidan		

3.4. Bodzafajták termésének fizikai paraméterei

A bodza ernyőinek fizikai tulajdonságai közül az ernyők tömege és mérete az, ami nagymértékben meghatározza egy fajta termesztésének gazdaságosságát (Sipos, 2010). A három évben átlagosan a ‘Haidegg 13’ esetében tapasztaltuk a legnagyobb **ernyőméretet** (222 cm²), míg a legkisebb méretű ernyői a ‘Samyl’-nak vannak (79 cm²), de a ‘Weihenstephan’ és a ‘Haschberg’ ernyői is a kisebb kategóriába tartoznak. Molnár (2013) megfigyelése alapján a K3 fajtajelöltnek van a legnagyobb ernyője, melyet vizsgálatunk nem igazol. Statisztikai vizsgálataink során bizonyítottuk az év és a fajta szignifikáns hatását az ernyők méretére (fajta: (F(10;1263)>51,46; p<0,001); év: (F(2;1263)=16,03; p<0,001)). A két faktor (év és fajta) kölcsönhatása viszont nem volt szignifikáns.

Az átlagos **ernyőtömeg** tekintetében is a ‘Haidegg 13’ bizonyult a legkiemelkedőbbnek (84 g), mely kétszer (egyres fajták esetén háromszor) nagyobb átlagos ernyőtömeget produkált, mint a többi vizsgált fajta, mellyel megerősítettük Möhler et al. (2009) korábbi eredményeit. A legkisebb átlagos ernyőtömeget a ‘Samyl’ és a ‘Haschberg’ fáin (26-29 g) mértünk, ezt Molnár (2013) feljegyzései is igazolták. Hozzánk hasonlóan Höhne (2014) is a ‘Haschberg’ kisebb tömegű ernyőiről számol be. Az ernyőtömeg esetén a fajta ($F(10;1258)=47,83$; $p<0,001$) és az év ($F(2;1258)=33,32$; $p<0,001$) főhatások külön mutattak szignifikáns eredményt.

A bodza ernyőit a feldolgozóipar számára a lehető legrövidebb kocsányrésszel kell betakarítani, viszony a szedést a rövid **kocsányhossz** nehezítheti. Tapasztalatok alapján a kb. 6 cm-es kocsányhosszúságú fajták a kedvezőek. Leghosszabb kocsányú fajta a ‘Haidegg 13’ (8,5 cm), a legrövidebb kocsányú fajta pedig a ‘Samyl’ (4,9 cm). Közepes kocsányhosszúságú fajták, amelyek a feldolgozás és szüret szempontjából is megfelelnek, a ‘Haschberg’ és a ‘Samidan’. A bodzafajták kocsányhosszúságára az általunk vizsgált irodalmakban nem találtunk utalást a fajták e tulajdonság alapján történt értékelésére. A kocsányhossz adatok elemzésekor a fajta és az év szignifikáns interakciót mutatott ($F(20;1263)=1,84$; $p=0,014$).

3.5. Bodzafajták gyümölcsminőségi tulajdonságai

A **vízoldható szárazanyag-tartalom** a gyümölcsök piaci értékét meghatározó tulajdonsága, hiszen a feldolgozóipar a legalább 12% vízoldható szárazanyag-tartalmú gyümölcsöket vásárolja fel (Sidor és Gramza-Michalowska, 2015). Ez a ‘Sampo’, ‘Samyl’ és ‘Weihenstephan’ fajták kivételével a többi vizsgált genotípusnál teljesült is. Kutatásunkban, e tekintetben nemcsak a ‘Haidegg 17’ (14%) és a ‘Korsör’ (14,5%), hanem a magyar K3 (13,2%) fajtajelölt is ígéretesnek bizonyult. A ‘Sampo’ esetén mért alacsony értékeinket, Safránková (2011) feljegyzései is alátámasztják. A ‘Haschberg’-nél pedig Kaack (1997) eredményeitől tapasztaltunk eltérést, ugyanis nála e fajta szárazanyag-tartalma lényegesen elmarad a többi fajtától. Statisztikailag igazoltuk a fajta hatását a vízoldható szárazanyag-tartalomra ($F(10;8,74)=9,71$; $p=0,001$).

A savak mennyiségi változása, azok cukortartalomhoz viszonyított aránya a gyümölcsök ízét befolyásoló tényező. A három év összesített adatai alapján a **titrálható savtartalom** átlagosan 0,51-0,75% között változott. A ‘Samocco’ és a K3 mutatta a legkisebb, a ‘Samidan’ és a ‘Sampo’ pedig a legmagasabb értékeket. A ‘Samocco’ és ‘Sampo’ fajtáknál mért adataink egybeesnek Kaack (1997) eredményeivel. Szalóki-Dorkó (2016) szerint a ‘Samocco’ a ‘Haschberg’-nél nagyobb savtartalmú fajta, melyet vizsgálatunk nem támasztott alá. ANOVA elemzésünkkel a fajta hatását a titrálható savtartalomra bizonyítottuk ($F(10;22)=7,91$; $p<0,001$).

A bodzafajták **cukor-sav arányát** a gyümölcsök refrakciós értékéből és titrálható savtartalmából számítottuk ki. A legnagyobb arányt a K3-nál és a ‘Samocco’-nál mértük (26-

27%). E fajtáknál jellemzően a közepes refrakciós értékhez alacsony savtartalom párosult. A legkisebb arányokat a 'Sampo' esetén tapasztaltunk (14%), melynél a magas savtartalom mellett alacsony refrakciót mértünk. A Safránková (2011) által meghatározott szárazanyag- és titrálható savtartalomból számított cukor-sav arányból arra a következtetésre jutottunk, hogy eredményünkhöz hasonlóan a 'Sampo'-nak van a legkisebb cukor-sav aránya. Három év adatai alapján elvégzett statisztikai vizsgálatunk igazolta a fajta hatását a cukor-sav arányára is ($F(10;22)=9,361$; $p<0,001$).

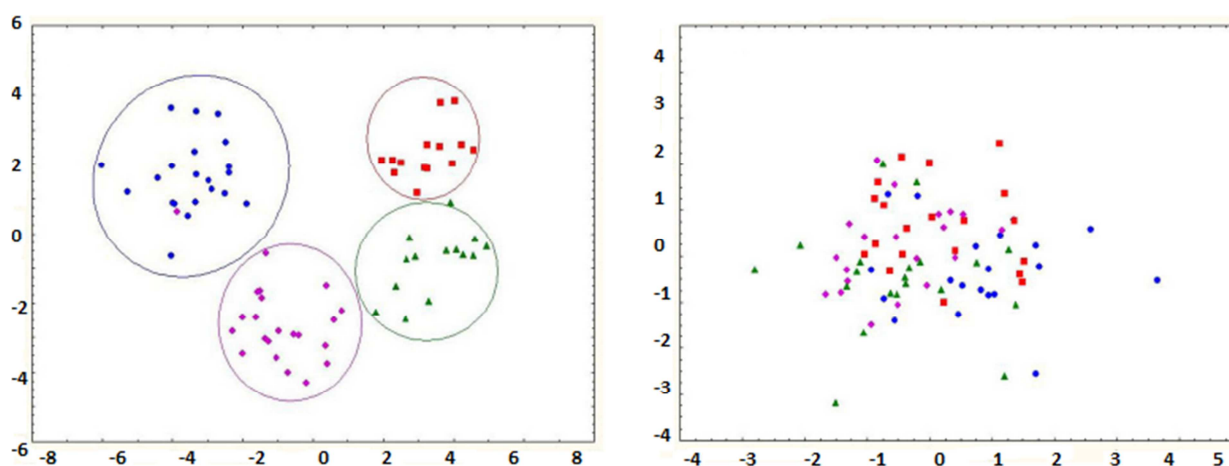
A gyümölcsök **antioxidáns kapacitására** számos tényező hatással van, de jelentős mértékben befolyásolja a genotípus (Scalzo et al., 2005), melyet statisztikai vizsgálataink is alátámasztanak ($F(10;22)=3,61$; $p=0,006$). A fajták FRAP értékei 3,8 mM AS/100 g ('Haschberg') és 8,3 mM AS/100 g ('Haidegg 17') között változott. Mlynarczyk et al. (2020) ABTS módszerrel meghatározottak szerint, a 'Haschberg' antioxidáns kapacitása a 'Sampo'-nál és 'Samyl'-nál is jelentősebb, azonban vizsgálataink ezt nem igazolták. Matejicek et al. (2015) szintén a 'Haschberg' jelentős antioxidáns kapacitását emeli ki, míg a 'Haidegg 13' és 'Korsör' fajtákat alacsony értékkel jellemez DPPH, azaz gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás meghatározás módszerével.

A 11 bodzafajta átlagos **polifenol-tartalma** nagy változékonyságot mutatott (853-2541 mg GAE/100 g). Az elvégzett egytényezős ANOVA teszttel a genotípusok szignifikáns hatását az átlagos polifenol-tartalomra egyaránt bizonyítottuk ($F(10;22)=9,77$, $p<0,001$). Kimagasló eredményt a 'Samyl' és a 'Weihenstephan' mutatott, de a 'Samidan'-nak is számottevő polifenol-tartalma van. A korábbi magyar vizsgálatok (Szalóki-Dorkó, 2016) eredményeinknek ellentmondanak, miszerint náluk a dán 'Samocco', 'Sampo' és 'Samyl' fajták a 'Haschberg'-hez hasonló polifenol-tartalommal rendelkeztek. Az európai bodzafajták e tulajdonságára vonatkozó tanulmányok száma csekély, a kutatások főként az Amerikában őshonos *Sambucus canadensis* L.-ből származó fajták adatairól számolnak be (Özgen et al., 2010; Thomas et al., 2013).

A gyümölcsökben található **antocianinok** mennyisége egyaránt fontos értékmérő tulajdonság a feldolgozás szempontjából, ugyanis a betakarított termések 90%-át az élelmiszeripar színanyagsűrítmény előállítására hasznosítja (Charlebois et al., 2010). Az antocianin-tartalom 452 mg cy-3-g/100 g ('Haidegg 17') és 1417 mg cy-3-g/100 g ('Samyl') között változott. A legnagyobb értékeket a 'Samyl'-nál mértünk, hasonlóan Möhler et al. (2009) és Kaack (1989) korábbi eredményeihez. Statisztikai vizsgálattal a fajták szignifikáns hatását az antocianin-tartalom szempontjából is sikerült bizonyítanunk ($F(10; 8,52)=36,18$; $p<0,001$).

3.6. Spektrális mérési eredmények, FT-NIR spektrumok vizsgálata

A 2016-ban elvégzett vizsgálatok alapján meghatároztuk a fajták gyümölcseinek oldható szárazanyag-tartalmát, mely alapján kijelölt határértékek szerint a fajtákat négy csoportba (A, B, C, D) soroltuk. A felvett spektrumokon már az adatelőkezelés nélkül kapott mintázatfelismerés során 95%-os konfidencia szinten 97,2%-os besorolási valószínűséget értünk el. Az 1. ábrán jól látható, hogy négy csoport egymástól elkülönül, vagyis az általunk mért vízdoldható szárazanyag-tartalom szerinti fajtacsoportosítás a felvett spektrumokkal korrelál, közöttük az összefüggés szemmel látható. A vizsgálatokat megelőzően adatredukciót is végeztünk, majd az így kapott 20 főkomponenst használtuk fel a statisztikai kiértékelésnél. A véletlenszerű csoportosítással történt ellenőrzés összekeveredett képet eredményezett, ami egyértelműen azt bizonyítja, hogy az eredeti mintázatfelismerés nem volt véletlen (1. ábra).



1. ábra: Mintázatfelismerés és elkülönítés vízdoldható szárazanyag-tartalom alapján LDA analízissel, adatelőkezelés nélkül (balra) és véletlenszerű csoportosítással (jobbra)

● – 10,4–11,37; ■ – 11,84–12,23; ◆ – 12,67–12,73; ▲ – 13,05–13,0 (Brix %)

A fajtákat titrálható savtartalmuk alapján szintén négy (A, B, C, D), földrajzi eredetük szerint kettő (Észak-Európa, Kelet-Európa), valamint a nemesítés módszere esetében is két (szelektált, hibrid) kategóriába osztottuk. E három vizsgálat elvégzésekor is a már szárazanyag-tartalomnál leírtaknak megfelelően, PCA elemzéssel 20 főkomponensre történő adatredukciót végeztünk, majd először adatelőkezelés nélkül majd SNV és MSC előkezelést követően végeztük el az LDA műveletét. A csoportok megkülönböztetése mindhárom esetben sikeres volt, az LDA mintázatfelismerés jól mutatta az egyes csoportok egyértelmű különválását, mely a vizsgálatok közötti összefüggést bizonyítja. Az ellenőrzés minden esetben alátámasztotta, hogy a csoportbesorolás nem a véletlen műve volt.

3.7. Elemtartalom vizsgálat eredményei

A bodzának **virágzatai** is értékes ásványi anyagokat pl. káliumot, kalciumot, nátriumot, vasat, stb. tartalmaznak (Mlynarczyk et al., 2020), melyet eredményeink is megerősítenek. A fajták virágzatának elemtartalmi adatait statisztikai vizsgálatnak alávetve arra a következtetésre jutottunk, hogy minden vizsgált elem esetében szignifikáns fajtahas mutatható ki [(K: (F(10,22)=6,723 p<0,001); Ca:(F(10,22)=10,84 p<0,001); Na:(F(10,22)=28,838 p<0,001); Fe: (F(10,22)=10,301 p<0,001); Zn:(F(10,22)=16,85 p<0,001); Cu:(F(10,22)=5,574 p<0,001)]. A fajták közül virágzatainak elemtartalma szerint a ‘Haidegg 17’-et nátrium-, vas- és cinktartalma, a ‘Korsör’-t kálium-, kalcium- és vastartalma, a ‘Samdal’-t pedig kalcium-, nátrium- és réztartalma tekintetében emelhetjük ki.

A bodza **gyümölcsei** ásványianyag-tartalmukat tekintve a többi gyümölcsfajhoz viszonyítva kiemelkedő értékkel rendelkeznek (Souci et al., 2008; Vulic et al., 2008), ezt kutatásunk is igazolja. Elvégzett ANOVA vizsgálatunkkal a genotípus hatását a gyümölcsök elemtartalmára a réz kivételével minden további vizsgált elem esetében bizonyítottunk [(K:(F(10;22)=5,075 p=0,001); Ca:(F(10;8,51)=17,48 p<0,001); Na:(F(10;8,51)=17,48 p<0,001); Fe:(F(10,22)=2,741 p=0,023); Zn:(F(10,22)=15,58 p<0,001)]. Ásványi-anyagtartalma alapján a ‘Korsör’ gyümölcsei kálium- és vasmennyisége, a ‘Samocco’-é kálium- és kalciumtartalma, a ‘Weihenstephan’-é pedig kalcium- és cinktartalma szerint tűnnek kimagaslónak.

A **levelek** tápelem-ellátottságát számos tényező befolyásolhatja, többek között a fajta is jelentős mértékben modifikálhatja, ami eredményeinkből is jól látható (Tagliavini et al., 1992; (Holb et al., 2009). A vizsgált elemek közül csak a réz esetében nem volt kimutatható a fajta statisztikai hatása [K:(F(10;22)=4,347 p=0,002); Ca:(F(10;22)=6,189 p<0,001); Fe:(F(10;22)=14,246 p<0,001); Zn:(F(10;22)=2,946 p=0,017); B:(F(10;22)=5,310 p=0,001)]. A levelek ásványi-elemtartalmát tekintve leginkább két fajta, a ‘Samocco’ kalcium-, vas-, és bórtartalma a ‘Sampo’ pedig cink- és bórtartalma alapján emelhetők ki.

3.8. Nehézfém-szennyezettség vizsgálatának eredményei

Két egymást követő évben, 2018-ban és 2019-ben útszéli gyűjtésből származó bodzavirágok és gyümölcsök nehézfémekkel (potenciálisan toxikus elem) való szennyezettségének mértékét is vizsgáltuk. ANOVA vizsgálattal a virágzatok esetében a gyűjtési hely kadmium- (F(8;9)=34,912 p<0,001) ólom- (F(8;9)=44,945 p<0,001) és a réztartalomra (F(8;9)=10,857 p=0,001) gyakorolt szignifikáns hatását támasztottuk alá, míg a cinktartalom esetében ilyen kapcsolat nem volt kimutatható. A gyümölcsöknél a gyűjtési hely és a kadmium- (F(2;3)=130,51 p=0,001) valamint az ólomtartalom (F(2;3)=4,82 p=0,116) szignifikáns kapcsolata volt kimutatható, a réz és cink elemeknél kapcsolat nem állt fent.

A begyűjtött növényminták és az utak távolsága esetében korrelációt a virágzatok ($p < 0,008$), valamint a gyümölcsök ($p < 0,034$) ólomtartalma között bizonyítottuk. A forgalom intenzitásának hatását a virágzatok és a gyümölcsök kadmium- ($p < 0,013$; $p < 0,034$) és ólomtartalmára ($p < 0,038$; $p < 0,041$) igazoltuk. Bodza virágzat- és gyümölcsmintákkal Kolodziej et al. (2012) végzett megfigyelést Lengyelországban. Pozitív korrelációt igazolt a közúti forgalom hatása, valamint az ólom, kadmium, cink és réz esetében is minkét növényi résznél, melyet kutatási eredményeink csak részben igazolnak.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az elvégzett fenológiai vizsgálataink során arra a következtetésre jutottunk, hogy a bodzafajták virágzási idejük alapján öt csoportba sorolhatók. Eredményeinket az irodalmi adatokkal összevetve, a fajták egymáshoz viszonyított virágzási sorrendjében azonosságot a 'Haschberg', 'Korsör', 'Samocco', 'Sampo' és a K3 esetében találtunk (Molnár, 2013; Mezősi, 2016). A bodzafajták virágzásbiológiai sajátosságainak ismerete a fajták társításának tervezésében nyújt segítséget, mely biztonságosabbá, hatékonyabbá teheti termesztésüket.

A három év feljegyzett érési időszaka alapján a fajtákat, a virágzáshoz hasonlóan, öt érési időcsoportba soroltuk. A külföldi, valamint a korábbi hazai eredményekkel való összevetés alapján kijelenthető, hogy bizonyos fajták esetében a konkrét érési időt a termőhely, az időjárási körülmények és a növények kora is módosítja. A vizsgált új fajták termesztésbe vonásával előnyösen széthúzható a szüreti szezon, hisz a 'Weihenstephan' és a 'Haidegg 13' kivételével valamennyi fajta érési ideje a 'Haschberg'-nél korábbinak bizonyult kutatásainkban.

A termőkori metszésnél figyelembe kell venni, hogy a fajták többségénél a vesszők alapi részétől számított harmadik negyede a legtermékenyebb, de a csúcsi, negyedik szakaszban is jelentős mennyiségű virágzat képződik.

A termések fizikai és beltartalmi paramétereinek alakulását döntő mértékben a fajta határozza meg. A gyümölcsök fizikai és beltartalmi jellemzőinek értékelése alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy több fajta is perspektivikus lehet a termesztés, valamint a feldolgozás szempontjából egy-egy gyümölcstulajdonsága alapján. A legkimagaslóbb fajta az ernyők tömege és mérete alapján a 'Haidegg 13', s kiemelhető még a 'Haidegg 17' és 'Sampo'. Kocsányhosszúság szempontjából pedig a 'Haschberg' és a 'Samidan' tűnnek optimálisnak. A beltartalmi tulajdonságok vonatkozásában a 'Haidegg 17' vízdoldható szárazanyag-tartalma és antioxidáns kapacitása alapján mondható kimagaslónak. A 'Samyl', 'Samidan' és a 'Weihenstephan' pedig polifenol- és antocianin-tartalma szempontjából emelhetők ki. Tehát a

felhasználási célok figyelembe vételével kiválaszthatók a legalkalmasabb fajták, miáltal a fajtahasználat előnyösen bővíthető.

A NIR készülékkel felvett spektrális adatok és a kialakított csoportosítások között minden esetben összefüggést tudtunk kimutatni, melyet az elvégzett ellenőrzések is rendre alátámasztottak. Eredményeink - bodza esetében nemzetközi szinten elsőként - azt bizonyítják, hogy az FT-NIR spektroszkópia sikeresen alkalmazható bodzafajták gyümölcsének gyors és roncsolásmentes összehasonlítására, vizsgálatára. A közeli infravörös spektroszkópia ezáltal ígéretes megközelítésnek bizonyulhat a bodzafajták nemesítési alapanyagainak értékelésére, összehasonlítására.

A növényi részek elemtartalmával kapcsolatban megállapítottuk, hogy mennyiségüket a genotípus nagymértékben befolyásolja. A virágzatokban mért elemek mindegyikében (K, Ca, Na, Fe, Zn, Cu) szignifikáns fajtahatást tudtunk kimutatni. A gyümölcsök és a levelek esetében pedig a fajtahatás csak egy elem, a réz esetében nem volt bizonyítható. A fajták közül a virágzatoknál mért ásványianyag-tartalom tekintetében leginkább a 'Korsör' (kálium-, kalcium- és vastartalma) emelhető ki. A gyümölcsök esetében a 'Samocco' kálium- és kalciumtartalma, a 'Sampo' pedig kalcium- és nátriumtartalma szerint mondható értékesnek. A levelek elemtartalmából arra következtethetünk, hogy a többi fajtánál a 'Samocco' a vasat, a kalciumot, és a bórt, a 'Sampo' pedig cinket és a bórt képes nagyobb mennyiségben akkumulálni.

A természetes társulásból gyűjtött virágzatok és gyümölcsök egyik esetben sem érték el a nehézfémeknél megengedett határérték maradékokat. Bizonyítást nyert a forgalmi utak távolságának, valamint a forgalom intenzitásának hatása a minták kadmium- és ólomtartalmára. Kutatásunkban nem került sor azonban minden potenciálisan toxikus elem mennyiségének vizsgálatára, többek között pl. az arzén, króm és nikkel meghatározására. Ezen kívül az útszéli növények fokozottan veszélynek vannak kitéve más egészségkárosító tényezőknek is, mint pl. a szálló por lerakódása. Fogyasztási szempontból történő megítélésükhöz tehát további vizsgálatok elvégzése lehet indokolt a szennyeződések egészségre gyakorolt negatív hatása miatt.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Három éves fenológiai megfigyelések eredményei alapján meghatároztuk 11 bodzafajta virágzási és érési idejét s egymáshoz viszonyított sorrendjét, mely alapján a fajtákat öt-öt virágzási- és érési csoportba különítettük.
2. A fizikai gyümölcsparaméterek (ernyőméret, ernyőtömeg, kocsányhosszúság) tekintetében a fajta és az év, a beltartalmi tulajdonságok (titrálható sav-, vízzoldható szárazanyag-, polifenol-, antocianin-tartalom, antioxidáns kapacitás) szempontjából pedig a fajta szignifikáns hatását igazoltuk statisztikai értékelésekkel. Több gyümölcsminőségi paraméter SRD-módszerrel történő komplex értékelését követően a vizsgált fajták közül a 'Haidegg 13', 'Haidegg 17' és a 'Samyl' bizonyult a legértékesebbnek.
3. Bodza esetében elsőként bizonyítottuk, hogy az FT-NIR spektrometria megbízható és pontos módszerként szolgálhat a gyümölcsökben a refrakció és a savtartalom noninvazív mérésére, a genotípusok gyümölcsminőség szerinti megbízható elkülönítésére, miáltal a nemesítési tevékenység is jelentősen meggyorsítható.
4. 11 bodzafajta atomabszorpciós vizsgálatával mind a levelek, mind a virágzatok és a gyümölcsök esetében megerősítettük az ásványi anyagszint genetikai meghatározottságát, melyet önmagában az év hatása nem befolyásol szignifikánsan. A fajták közül az összes vizsgált makroelem tekintetében 'Korsör' és a 'Samocco' a mikroelemek vonatkozásában pedig a 'Haidegg 17' bizonyult a legjobbnak.
5. Útszéli vad állományokból gyűjtött virágzati- és gyümölcsminták nehézfém-szennyezettségének vizsgálata alapján a kadmium és az ólom esetében bizonyítottuk az akkumulálódással járó egészségügyi kockázatok lehetőségét.
6. A virágzatok termővesszőkön belüli elhelyezkedésének vizsgálata alapján megerősítettük, hogy a bodza esetében a virágrügyképződés döntően a termővesszők felső felén jellemző.

Felhasznált irodalom

1. BENZIE I. F., STRAIN J. J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of „antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239: (1) 70–76. p.
2. CHARLEBOIS D., BYERS P. L., FINN C. E., THOMAS A. L. (2010): Elderberry: botany, horticulture, potential. *Horticultural Reviews*, 37: 213–280. p.
3. DOBSON A. J. (2002): An introduction to generalized linear models. (2nd ed). Chapman & Hall/CRC
4. FÜLEKI T., FRANCIS F. J. (1968): Quantitative methods for anthocyanins. II. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. *Journal of Food Science*, 33: 78–83. p.
5. HANG L. (2014): Foundations of applied statistical methods. Springer International Publishing. Switzerland.
6. HOLB I. J., GONDA I., VÁGÓ I., NAGY P. T. (2009): Seasonal dynamics of nitrogen, phosphorus, and potassium contents of leaf and soil in environmental friendly apple orchards. *Soil Science and Plant Analysis*, 40: 694–705. p.
7. HÖHNE F. (2014): Holunderanbau-was kann wie erreicht werden. Ergebnisse aus Gülzow. Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes. *Beerenobst*, 69:(8) 219-227.
8. KAACK K (1997): 'Sampo' and 'Samdal', elderberry cultivars for juice concentrates. *Fruit Varieties Journal*, 51: (1) 28–31. p.
9. KAACK K. (1989): New varieties of elderberry (*Sambucus nigra* L.). *Tidsskrift for Planteavl*, 93:59–65.
10. KOŁODZIEJ B., MAKSYMIEC N., DROZDAL K., ANTONKIEWICZ J. (2012): Effect of traffic pollution on chemical composition of raw elderberry (*Sambucus nigra* L.) *Journal of Elementology* 17: (1) 67–78. p.
11. MATEJICEK A., KAPLAN, J., MATEJICKOVA J., VESPALCOVA M. CETKOVSKA J. (2015): Comparison of substances in elderberry cultivars and wild elderberry. *Acta Horticulturae*, 1074: 105–109. p.
12. MEZŐSI N. (2016): Fekete bodza fajták virágzás és érésdinamikájának, valamint terméshozási sajátosságainak vizsgálata. Budapest, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyümölcsstermő Növények Tanszék. Szakdolgozat.
13. MLYNARCZYK K., WALKOWIAK-TOMCZAK D., STANIEK H., KIDON M., LYŚIAK GP. (2020): The content of selected minerals, bioactive compounds and the

- antioxidant properties of the flowers and fruit of selected cultivars and wildy growing plants of *Sambucus nigra*. *Molecules*, 25: (4) 876–887. p
14. MÖHLER M, BLASCHEK W, LOHNWASSER E, WALTHER E (2009): Holunder (*Sambucus nigra* L.). In: HOPPE B. (Szerk.). Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus. Germany, Bernburg, Grafisches Centrum Cuno. 551–561. p.
 15. MÖHLER, M. (2000): 'Haschberg' die beste Sorte für die Farbstoffproduktion – neue Erkenntnisse aus der LVG Erfurt. *Obstbau*, 25: 401–404. p.
 16. ÖZGEN M., SCHEERENS JC., REESE RN., MILLER RA. (2010): Total phenolic, anthocyanin contents and antioxidant capacity of selected elderberry (*Sambucus canadensis* L.) accessions. *Pharmacognosy Magazine*, 6: 198–203. p.
 17. SAFRÁNKOVÁ P. (2011): Chemical composition of berries juices from some cultivars of European elder. Brno, Brno Univerity of Technology. Diplomamunka.
 18. SIDOR A., GRAMZA- MICHALOWSKA A. (2015): Advances research 16etal antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food – a review. *Journal of Functional Foods*, 18: 941–958. p.
 19. SINGLETON V. L., ROSSI J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144–158. p.
 20. SIPOS B. Z. (2010): A fekete bodza termesztése. Budapest, Mezőgazda Kiadó.
 21. SOUCI S.W., FACHMANN W., KRAUT H. (2008): Die zussammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen. Stuttgart, MedPharm Scientific Publishers. 1090–1091. p.
 22. SZALÓKI-DORKÓ L. (2016): Fekete bodza színanyagok átfogó analitikai vizsgálata élelmiszertechológiai eljárások során. Gödöllő, Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Doktori Iskola. Doktori dolgozat
 23. TAGLIAVINI M., SCUDELLARI D., MARANGONI B., BASTIANEL A., FRANZIN F., ZAMBORLINI M. (1992): Leaf mineral composition of apple tree: sampling date and effects of cultivar and rootstock. *Journal of Plant Nutrition*, 15: (5) 605–619. p.
 24. THOMAS A. L., PERNKINS-VEAZIEB P., BYERSC P. L., FINN C., LEE J. (2013): A comparison of fruit characteristics among diverse elderberry genotypes grown in Missouri and Oregon. *Journal of Berry Research* 3: (3) 159–168. p.
 25. TÓTH M., KOVÁCS SZ. (2001): Fekete bodza. In: TÓTH M. (Szerk.). *Gyümölcsészet*. Nyíregyháza, Primom Kiadó. 417–425. p.
 26. VULIC J. J., VRACAR L. O., SUMIC Z. M. (2008): Chemical characteristics of cultivated elderberry fruit. *Acta periodica technologica*, 39: 85–90. p.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Impakt faktoros folyóiratcikkek:

Csorba V., Fodor M., Kovács Sz., Tóth M. (2019): Potential of Fourier transformed near-infrared spectroscopy (FT-NIR) for rapid analysis of elderberry (*Sambucus nigra* L.) fruits. *Czech Journal of Food Sciences*, 37: (1) 27-28. p. IF: 0,932 (2019), 5-Year IF: 1,322, Q3 (benyújtási évben: Q2)

Csorba V., Tóth M., László A. M., Kardos L., Kovács Sz. (2020): Cultivar and year effects on the chemical composition of elderberry (*Sambucus nigra* L.) fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48: (2) 770-782. p. IF: 0,33 (2020), Q3

Lektorált folyóiratban (MTA listás) megjelent közlemények:

Csorba V., Reiczigel Zs., Kovács Sz. (2016): Törzsés vázkaros fekete bodza ültetvény generatív és vegetatív paramétereinek vizsgálata különböző mértékű vesszőterhelés mellett. *Kertgazdaság*, 48: (2) 10-19. p.

Csorba V., László A., Tóth M., Mezősi N., Kovács Sz. (2018): Bodzafajták összehasonlító vizsgálata a gyümölcsök fizikai paramétereinek alapján. *Kertgazdaság*, 50: (4) 20-28. p.

Csorba V., Tóth M., Kovács Sz. (2020): Bodzafajták virágzási sajátosságai három évjáratban végzett megfigyelések alapján. *Kertgazdaság*, 52: (4) 35-45. p.

Konferencia közlemények, full paper:

Csorba V., Kardos L. (2018): Termesztett és vadon termő fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) elemtartalom vizsgálata. In: Fülek György (szerk.) XIV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia Kiadványa. Gödöllő, 2018. április 5-7. 72-76. p.

Konferencia összefoglalók:

Csorba V., Tóth M., Kovács Sz. (2018): Bodzafajták gyümölcsvizsgálati eredményei. In: Karsai I., Polgári Zs. (szerk.) XXIV. Növénynevelési Tudományos Nap. Budapest, 2018. március 6. 76.p. (poszter)

Szakedolgozat, TDK vezetés:

Mezősi N. (2016): Fekete bodza fajták virágzás és érésdinamikájának, valamint terméshozási sajátosságainak vizsgálata. Budapest, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyümölcsstermő Növények Tanszék. Szakedolgozat.

Egyéb tudományos cikkek:

Csorba V. (2019): Hogyan állunk ma a bodzával? *Agrofórum*, 30(10): 180-184. p.

Csorba V. (2020): Bodzafajta-vizsgálatok új hazai eredményei. *Agrofórum Extra*, 85: 68-70. p.

Hivatkozások külföldi kiadványban:

Csorba V., Fodor M., Kovács Sz., Tóth M. (2019): Potential of Fourier transformed near-infrared spectroscopy (FT-NIR) for rapid analysis of elderberry (*Sambucus nigra* L.) fruits. *Czech Journal of Food Sciences*, 37(1): 27-28. p.

Idézi:

1. Stefan Stuppner, Sophia Mayr, Anel Beganovic et al. (2020): Near-Infrared Spectroscopy as a Rapid Screening Method for the Determination of Total Anthocyanin Content in *Sambucus Fructus*. *Sensors*, 20(17), 4983. (open acces)
2. Joanna Szulc, Grażyna Gozdecka, Wojciech Poćwiardowski (2020): The application of NIR spectroscopy in moisture determining of vegetable seeds. *Czech J. Food Sci.*, 38: 131-136. p.

Csorba V., Tóth M., László A. M., Kardos L., Kovács Sz. (2020): Cultivar and year effects on the chemical composition of elderberry (*Sambucus nigra* L.) fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(2): 770-782. p.

Idézi:

Anete Boroduskea, Kaspars Jekabsonsb, Una Riekstinab, Ruta Mucenieceb, Nils Rostoksa, Ilva Nakurtec (2021): Wild *Sambucus nigra* L. from north-east edge of the species range: A valuable germplasm with inhibitory capacity against SARS-CoV2 S-protein RBD and hACE2 binding in vitro. *Industrial Crops and Products*, 165, July, 113438 (in press)