



**BODZAFAJTÁK 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 témavezetők jóváhagyása

# TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. BEVEZETÉS</b> .....	<b>5</b>
<b>2. CÉLKITŰZÉS</b> .....	<b>7</b>
<b>3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS</b> .....	<b>8</b>
3.1. A bodza rendszertani besorolása .....	8
3.2. A bodza morfológiai jellemzése .....	8
3.3. Ökológiai igénye.....	9
3.4. A bodzatermesztés nemzetközi és hazai helyzete .....	10
3.5. Termesztéstechnológiai sajátossága .....	11
3.5.1. Alkalmazott koronaformák .....	11
3.5.2. Fenntartó metszése .....	12
3.6. Fajtahasználat és nemesítés .....	14
3.7. A virágzás menete, virágzási időt befolyásoló tényezők.....	16
3.8. A gyümölcsök érési folyamatai .....	18
3.8.1. A gyümölcsök fizikai jellemzőinek változása az érés során.....	18
3.8.2. A gyümölcsök kémiai jellemzőinek változása az érés során .....	19
3.8.3. Betakarítás.....	20
3.9. Táplálkozásbiológiai jelentőség és felhasználás.....	20
3.10. Antioxidáns és egyéb biológiailag aktív vegyületek .....	22
3.10.1. Polifenol vegyületek.....	23
3.10.2. Antocianinok .....	24
3.11. A növények ásványianyag-tartalma.....	25
3.11.1. A gyümölcsök és virágzatok ásványianyag-tartalma .....	26
3.11.2. A levelek ásványianyag-tartalma .....	27
3.12. Nehézfém-szennyezettség .....	28
3.13. Közeli infravörös spektroszkópia (FT-NIR).....	30
<b>4. ANYAG ÉS MÓDSZER</b> .....	<b>32</b>
4.1. A kísérlet helye, termőhelyi adottságai .....	32

4.2. Vizsgálatba vont fajták .....	33
4.3. Vizsgálati évek meteorológiai adatai .....	34
4.4. Elvégzett vizsgálatok áttekintése.....	35
4.5. Szabadszíves vizsgálatok menete .....	35
4.6. Gyümölcsminőségi paraméterek meghatározása .....	35
4.6.1. Vízzeloldható szervesanyag-tartalom és titrálható savtartalom meghatározása .....	36
4.6.2. Antioxidáns kapacitás meghatározása .....	36
4.6.3. Polifenol-tartalom meghatározása .....	36
4.6.4. Antocianin-tartalom meghatározása .....	37
4.7. FT-NIR spektrális mérések .....	38
4.7.1. Növényminták és referenciaadatok.....	38
4.8. Mintagyűjtés elem- és nehézfém-tartalom meghatározáshoz.....	38
4.9. Elem-tartalom meghatározás, minta előkészítés.....	39
4.10. Az eredmények értékelési módszere .....	39
4.10.1. A kijelölt vesszők vizsgálati szakaszokra bontása.....	39
4.10.2. Eredmények statisztikai értékelése .....	40
4.10.3. FT-NIR eredmények értékelése .....	41
<b>5. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK .....</b>	<b>42</b>
5.1. Szabadszíves vizsgálatok.....	42
5.1.1. Bodzafajták virágzási ideje és dinamikája.....	42
5.1.2. Bodzafajták virágzási sorrendje.....	46
5.1.3. Vizsgálati évek hatása a virágzás idejére, menetére .....	47
5.1.4. Virágnyílás sorrendje a vesszők vizsgálati szakaszain .....	49
5.1.5. Virágzatok megoszlása a vesszők vizsgálati szakaszain .....	51
5.1.6. A vesszővastagság és az internódiumok hosszának alakulása.....	53
5.1.7. Bodzafajták érési ideje.....	55
5.1.8. Bodzafajták érési sorrendje.....	57
5.1.9. Bodzafajták érési idejét befolyásoló tényezők hatása.....	58

5.1.10. Bodzafajták ernyőinek érési ideje a kijelölt vesszők meghatározott szakaszain .....	59
5.1.11. Bodzafajták ernyőinek tömege a kijelölt vesszők meghatározott szakaszain.....	61
5.1.12. Bodzafajták termésének fizikai paraméterei .....	62
5.2. Bodzafajták gyümölcsminőségi tulajdonságai .....	65
5.2.1. Vízdoldható szárazanyag-tartalom.....	65
5.2.2. Titrálható savtartalom .....	65
5.2.3. Cukor-sav arány .....	66
5.2.4. Antioxidáns kapacitás .....	67
5.2.5. Polifenol-tartalom .....	68
5.2.6. Antocianin-tartalom .....	69
5.2.7. A kémiai paraméterek közötti kapcsolat .....	70
5.2.8. Az év hatása a kémiai paraméterekre.....	71
5.3. Spektrális mérési eredmények, FT-NIR spektrumok vizsgálata .....	72
5.3.1. Vízdoldható szárazanyag-tartalom.....	73
5.3.2. Titrálható savtartalom .....	75
5.3.3. Származási hely.....	75
5.3.4. Nemesítési eljárás.....	76
5.4. Elemtartalom vizsgálat .....	77
5.4.1. Virágzatok elemtartalma .....	77
5.4.2. Gyümölcsök elemtartalma .....	81
5.4.3. Levelek elemtartalma .....	85
5.4.4. Növényi részek elemtartalma közötti összefüggés .....	89
5.5. Nehézfém-szennyezettség vizsgálata .....	92
5.5.1. Vadon gyűjtött virágzatok és gyümölcsök nehézfém-szennyezettségének vizsgálata	92
5.5.2. Nehézfém-tartalom összefüggése az utak távolsága, a forgalom intenzitása alapján ...	96
<b>6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK .....</b>	<b>98</b>
<b>7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....</b>	<b>100</b>
<b>8. ÖSSZEFOGLALÁS .....</b>	<b>101</b>

<b>9. SUMMARY .....</b>	<b>102</b>
<b>10. MELLÉKLETEK .....</b>	<b>103</b>
<b>11. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS .....</b>	<b>137</b>

## 1. BEVEZETÉS

A bodza (*Sambucus nigra* L.) az utóbbi két évtizedben, a legnagyobb mennyiségben termesztett bogyós gyümölcsfajjává vált hazánkban. Évente szüretelt termésmennyisége világviszonylatban is kiemelt jelentőségűnek számít. A fajtahasználat, a termesztés kezdetek óta alig változott, napjainkban is a legnagyobb arányban az osztrák származású 'Haschberg' fajtán alapul. A nemesítői tevékenységnek köszönhetően több lehetőség is kínálkozik a fajták bővítésére, ezáltal 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, nagy termőképességű, korai érésű, betegségekre kevésbé fogékony fajták kiválasztására.

A genotípusok részletesebb vizsgálata, fenológiai és morfológiai jellemzőinek meghatározása elengedhetetlen ahhoz, hogy termesztési értéküket átfogóbban megismerjük. A fenológiai tulajdonságok közül a fajták virágzási- és érési ideje, míg a fizikai gyümölcstulajdonságok esetében az ernyők mérete és tömege, a fák termőképessége határozza meg a termesztés gazdaságosságát. A termesztők számára tehát a korai érésű, nagy termőképességű fajták tűnnek perspektivikusnak. Feldolgozóipari, valamint fogyasztói szempontból a bodza beltartalmi értékei a meghatározók. A sűrítményként való feldolgozásnak többnyire a nagy színanyag- és szárazanyag-tartalmú fajták felelnek meg. Az antocianinok mellett a bodza gyümölcseiben más egészségvédő értékek, pl. ásványi anyagok, antioxidánsok, azon belül a polifenolok jelenléte is meghatározó.

Közép-Európában a bodza szelekciós nemesítéséhez nagy mennyiségben állnak rendelkezésre vadon termő biotípusok, valamint több nemesítő műhelyben megindult a keresztezéses nemesítés 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. Erre jól használható a más gyümölcsfajoknál már sikerrel alkalmazott olyan élelmiszeranalitikai eljárás, mint a közeli infravörös spektroszkópia. Az eljárás gyors, olcsó, nem invazív, reagensmentes, valamint további előnye, hogy a legtöbb esetben a minták előkezelés nélkül kerülnek vizsgálatra.

A bodzának nemcsak gyümölcsei, hanem virágzatai is értékesek, beltartalmi tulajdonságuknak, ezáltal gyógyító hatásuknak köszönhetően. Főként kimagasló ásványianyagtartalmuk említésre méltó, melyről a termesztett fajták esetében kevés információ áll rendelkezésre. A levelek ásványi- és szervesanyag-tartalmának meghatározása az ültetvények tápanyag-ellátottságáról ad képet, de a virágzatok analízise is hozzájárulhat a korai tápanyaghiányok

kimutatásához és orvoslásához. A növényi részekben az ásványi elemeken kívül nehézfémek is előfordulhatnak. Ez a szennyeződés főként útszéli növények esetében okozhat problémát, hiszen a legtöbb ültetvényt a bodza terméséért létesítik, a virágzatok főként otthoni felhasználási céllal, gyűjtésből származnak. Mindezek mellett a piacra került gyümölcsök egy részét is vadon termő állományból szedik, melyekben szintén felhalmozódhatnak nehézfémek.



## 2. CÉLKITŰZÉS

A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (továbbiakban: MATE) Kísérleti Üzem és Tangazdaság, Gyümölcsstermesztési Ágazat bodza fajtagyűjteményben 2013 óta 11 fajta ('Haschberg', 'Haidegg 13', 'Haidegg 17', 'Korsör', 'Samocco', 'Samdal', 'Samidan', 'Sampo', 'Samyl', 'Weihenstephan', K3) adaptációs értékelése folyik. Erre alapozva a Gyümölcsstermő Növények Tanszéken Kovács Szilvia irányításával szakirányos hallgatóként Molnár Tünde (2013) és Mezősi Nikolett (2016) végeztek előzetes vizsgálatokat. Jelen munka keretében kibővítve és elmélyítve folytattuk a korábban megkezdett kutatómunkát, 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.

### 3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

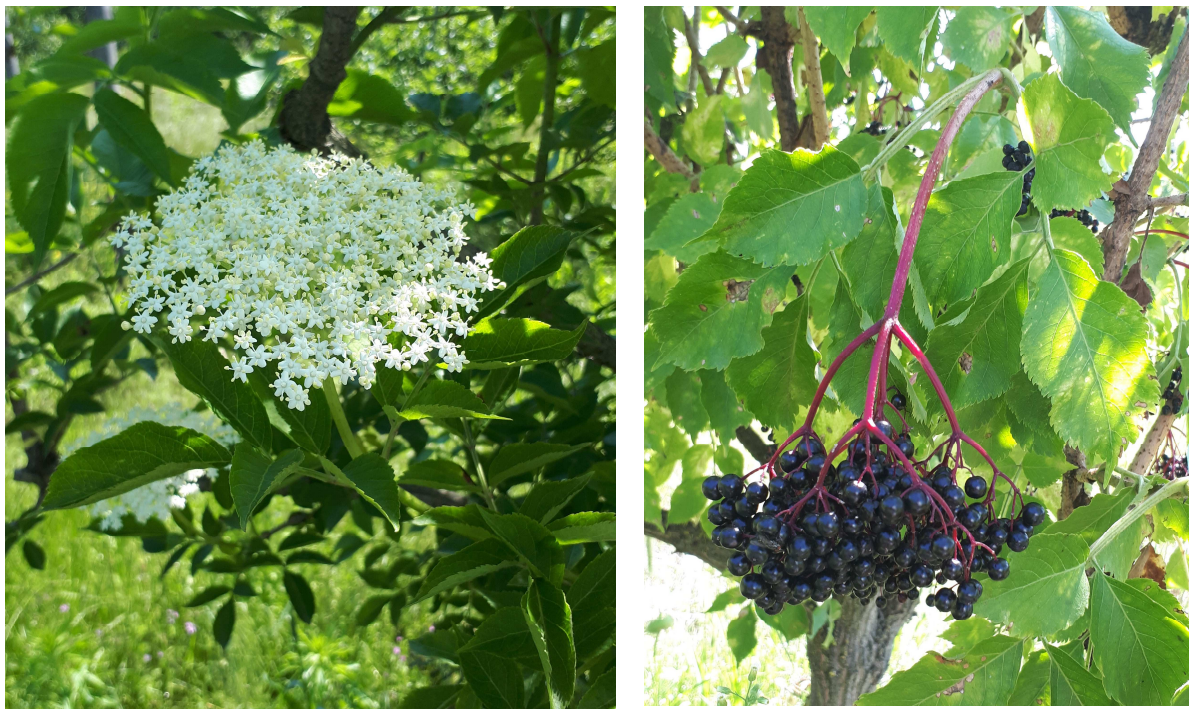
#### 3.1. A bodza rendszertani besorolása

A bodza (*Sambucus nigra* L.) a Mácsonyvirágúak (Dipsacales) rendjébe, a Pézsmaboglárka-félék (Adoxaceae) családjába, azon belül a Bodzafélék (*Sambucus*) nemzetségébe tartozó növényfaj (Tuba et al., 2013). A gyakorlati rendszertan szempontjából a bogyós gyümölcsök közé tartozik (Sipos, 2010). Elterjedése az északi félteke 40-60. szélességi foka közé tehető. Vavilov (1928) a faj géncentrumát a IX. Európai-szibériai központban jelölte meg (Porpáczy, 2014). A *Sambucus* nemzetség tagjai közül hazánkban őshonos fajnak tekinthető még a gyalog bodza (*Sambucus ebulus* L.) és a fürtös bodza is (*Sambucus racemosa* L.) (Hemgesberg, 2004). A kanadai bodza (*Sambucus canadensis* L.) Amerikában őshonos, melyből származó fajtákat 1890 óta termesztik az USA-ban (Kovács és Tóth, 2015).

#### 3.2. A bodza morfológiai jellemzése

A bodza természetes körülmények között 5-6 m magasságra is megnövő évelő cserje, vagy kisebb méretű fa. Gyökerei nem hatolnak mélyre, sekélyen, a talajfelszínnél helyezkednek el. Erős metszés vagy sérülés hatására is képes kihajtani, kiváló megújuló képességgel rendelkezik. Rendkívül nagy a növekedési erélye, hajtásai akár a 2-2,5 m-es hosszúságot is elérhetik egyetlen év alatt (Friedrich és Schuricht, 1985; Charlebois et al., 2010). Idősödő fás részeinek felületén rozsdaszínű parazsemölcsöket, belsejükben pedig fehér, puha bélállományt találunk. A vessző két oldalán elhelyezkedő páros rügyei csupaszak, kiállóak. Az árnyékban fejlődő rügyei általában hajtásrügyek, míg a napnak kitett részeken rendszerint vegyes rügyek képződnek (Sipos, 2010).

Korán fakadó levelei páratlanul szárnyasan összetettek, leggyakrabban 5-7 levélkéből állnak. Alakjuk ovális, szélük fűrészkes, csúcsi részükön kihegyesedő. Virágai aprók, sárgás-fehér színűek, kellemes illatúak (Hemgesberg, 2004). A virágzat lapított, sátorozó bogernyő, megjelenése tányérszerű (1. ábra). A vadon termő virágzatokban fellelhető virágok száma akár az ezret is meghaladhatja, még a termesztett fajták átlagosan kevesebb 250-800 db virágot tartalmaznak (Kovács és Tóth, 2015). Bogyói aprók, 5-6 mm nagyságúak, gömb alakúak, nyersen fogyasztva fanyar ízzel rendelkeznek. Gyümölcssei botanikai értelemben csonthéjas termésűek, feketés-ibolya színűek, több magvat tartalmaznak (1. ábra). Termése kiemelkedő beltartalmi tulajdonságokkal rendelkezik, a belőlük kinyert lé sötétvörös színű (Friedrich és Schuricht, 1985; Kovács és Tóth, 2015).



1. ábra: A bodza virágzata (balra) és termése (jobbra)

(fotó: Csorba, Soroksár, 2019)

### 3.3. Ökológiai igénye

A bodza, mivel Magyarországon őshonos növényfaj, nagy biztonsággal termeszthető a hazai ökológiai adottságok mellett. Természetes körülmények között sok helyen előfordul, főként utak mentén, házikertekben, valamint erdők közelében találkozhatunk bokraival (Charlebois et al., 2010). A kemény teleket is jól viseli, az Alpokban 1200 m magasan is megtalálhatók egyedei (Friedrich és Schuricht, 1985). A szikes, sülevényes, pangóvízes területek kivételével mindenhol megél. Termesztésének eredményességét azonban nagymértékben befolyásolja termőhelyének megfelelő kiválasztása. Optimális számára a mély termőrétű, közepesen nedves, termékeny, tápanyagban gazdag terület (Porpáczy, 2004). Az olyan termőhelyeken, ahol tartós vízállás, árvíz léphet fel, gyökereinek levegőigényessége miatt nem él meg. Súlyos esetben akár az ültetvény pusztulásához is vezethet a levegőtlenesség által kiváltott fulladása (Kovács, 2009).

Természetes előfordulása a települések környezetében, általában nitrogénnel feldúsított rudeális területeken jellemző. A víz fontos szerepet játszik a bodza életében. A növény számára azonban nem csak a talajból felvehető víz létfontosságú, hanem a légkörből származó nedvesség is. Vizsgálati eredmények azt mutatják, hogy aszályos időszakban a növények a levegő páratartalmának csökkenésére is érzékenyen reagálnak (Sipos, 2010). Évente legalább 700 mm csapadék szükséges számára, ezért szárazabb területen termesztve, csapadékpótló öntözés hiányában a termésmennyiség ingadozására lehet számítani (Porpáczy, 2014). Fényigényes

növény lévén, a korona belseje nem megfelelő fényviszonyok mellett felkopaszodik, kevesebb és rosszabb minőségű termés képződik hajtásain (Friedrich és Schuricht, 1985).

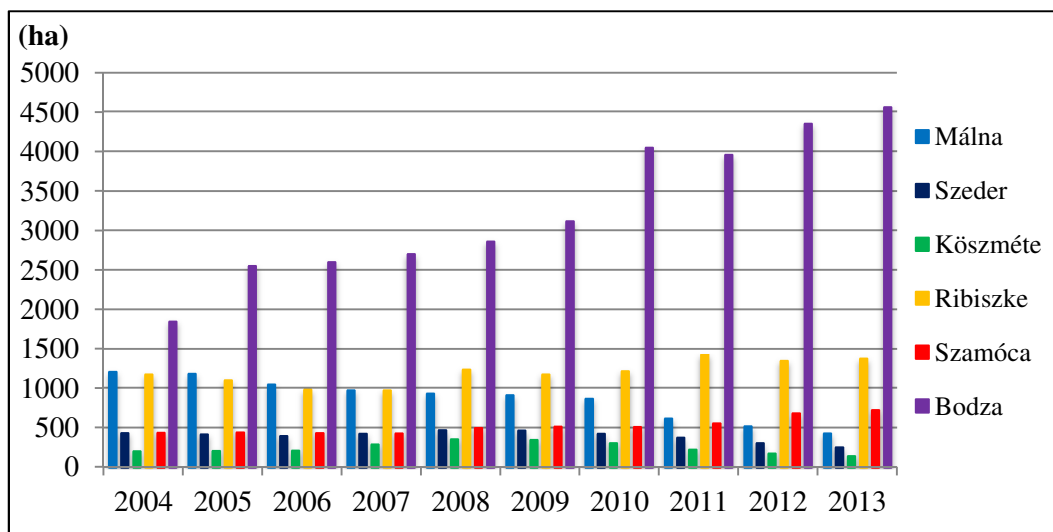
Mint minden gyümölcsfajnak, úgy a bodzának is, a megfelelő minőségű és mennyiségű hozam elérése érdekében évente szükséges a tápanyagok utánpótlása. Erős növekedési erélye és nagyméretű lombozata miatt rendkívül nitrogénigényes növény. Főként csapadékos évjáratban kell odafigyelni a nitrogén kijuttatására, gyors kimosódása miatt. A termések fejlődéséhez és kineveléséhez a kálium utánpótlása is elengedhetetlen. A mikroelemek közül a bór, a cink és a réz fontos a bodza számára, ezeket komplex vízoldható mikroelem-trágya formájában pótolhatjuk. A kedvező termés-kötődést virágzás idején bórtartalmú lombtrágyával segíthetjük elő (Horváth, 2013).

### **3.4. A bodzatermesztés nemzetközi és hazai helyzete**

Termesztésbe vonását először az 1700-as években Észak-Amerikában próbálták meg, tényleges termesztése valamikor az 1900-as években kezdődött az ott honos kanadai bodzával (Tóth és Kovács, 2001). Európai viszonylatban több országban is foglalkoznak bodzatermesztéssel. Az ültetvények létesítésére elsőként Dániában, majd Franciaországban, Németországban és Ausztriában került sor (Finn et al., 2008). Termesztett mennyisége a világon jelenleg 100.000 tonna fölé becsült. Ausztriában az elmúlt időszakban a területnagyság szinte a felére csökkent, ma mintegy 1250 hektáron termesztik, melyből megközelítőleg 1000 hektár termesztése koncentráltan Steiermark területén történik (Sájer, 2016). Az osztrákok így 6949 tonna terméssel járulnak hozzá az összterméshez. Németországnak ennél némileg kevesebb bodzaültetvénye van, jelentősége a bioültetvények nagyságában rejlik, a termőterületük majdnem fele kb. 444 ha ökológiai termesztés alatt áll. Az osztrákokhoz hasonlóan a lengyelek termésmennyisége is csökkenő tendenciát mutat. 2013-ban még 5229 tonnát takarítottak be, 2017-re ez már 1572 tonnára esett vissza. Ezen országokon kívül még Csehországban, Olaszországban, Szerbiában és Ukrajnában említhető kisebb arányú termesztése (Csorba, 2019).

Magyarországon mintegy 30 éve foglalkoznak termesztésével, ekkor azonban még az ültetvények száma csekély volt. A Bodzatermelők Értékesítő Szövetkezete (BOTÉSZ) 1999-es megalakulása nagy befolyást gyakorolt a termelőkre, ösztönzőleg hatott szervező jelenlétük az ágazatra, ezáltal több hektár új gyümölcsös létesült hazánkban (Sipos, 2010). Területének nagysága 1999-től 2005-ig megduplázódott. Ez a növekedés tovább folytatódott, 2007-ben már 2700 hektáron, 2013-ban pedig 4560 hektáron termesztették. Mintegy tíz év alatt Magyarország legnagyobb mennyiségben termesztett bogyós gyümölcsfajává vált (2. ábra). Nemcsak a bogyósok között, hanem az összes gyümölcs-termő növény területének viszonylatában is előkelő helyet foglal el. Jelenleg az alma, a meggy és a dió után a bodza a negyedik legnagyobb

3mennyiségben termesztett gyümölcsfaj hazánkban. A legfrissebb felmérés azt mutatja, hogy a Magyarországon található 73.000 hektár gyümölcsültetvény 9%-a, azaz 6570 hektár bodza. A terület növekedésével párhuzamosan a főbb termesztő régiók is kialakultak. A legtöbb az Észak-Alföldön és Kelet-Magyarországon foglalkoznak termesztésével (KSH, 2018).



2. ábra: Bogyós gyümölcsök termésmennyiségének alakulása (KSH, 2014)

A termesztés mellett a vadon termő állományból gyűjtött termékek is jelen vannak hazánk piacán, azonban ennek jelentősége az elmúlt időszakban csökkenő tendenciát mutatott. A vadbodza piaci ára 2014-ben már csak kb. 30%-a volt a 2013-as mennyiségnek, ami a 2015-ös évben további csökkenést mutatott, kb. 10.000 tonnáról 4000 tonna alá esett vissza. A hazánkban felvásárolt összes gyümölcsmennyiségről sajnos pontos adatok nem állnak rendelkezésre. A szakemberek becslése szerint a termesztett és gyűjtött bodza évente 20-25.000 tonna körül lehet. Magyarország ezzel világviszonylatban kb. 15-18%-al járul hozzá az összes megtermelt bodzamennyiséghez. A hazánkban termesztett gyümölcsfajok közül a bodza az a növényünk, mely részesedése a világtermelésben a legnagyobb mértékű (Sájer, 2016).

### 3.5. Termesztéstechnológiai sajátossága

#### 3.5.1. Alkalmazott koronaformák

A bodza esetében többféle koronaforma is kipróbálásra került, mint pl. a sövény, egytörzsű fej, többtörzsű fej és a sudaras – orsó – koronaforma. Az ültetvényekben azonban két koronaforma, a törzsés vázkaros és a bokor habitus terjedt el. A törzsés vázkaros forma esetében a törzs magassága 1 m körüli, amely kialakításnál a legfontosabb támpont az, hogy a földön állva a termés kényelmesen betakarítható legyen. A korona alapját 3-4 db térben arányosan, közel vízszintes magasságban elhelyezett vázkarok adják. Alakító metszésnél gondos odafigyelés szükséges ezeknek a vázkaroknak a kialakításához, hibás kialakítás esetén ugyanis előfordulhat,

hogy a meredeken álló karok hatására a csúcsdominancia megdől és a fa hajtásai felfelé törők lesznek, esetleg valamelyik kar dominánssá válik. A bokor a bodza természetes körülmények között kialakuló koronaformája (3. ábra). Jellemző, hogy a metszés nélküli, elhanyagolt törzsű egyedek is egy idő után visszaalakulnak, bokor habitusúak lesznek (Sipos, 2002; Sipos, 2010). Kísérletileg bizonyított, hogy azonos körülmények között a bokorforma legalább kétszer annyit terem, mint a törzsű. Hátránya azonban, hogy a nagy korona miatt a térállást növelni szükséges, valamint a metszésre és a betakarításra fordított idő hossza is többszörös, mint a törzsű forma esetében (Bujdosó, 1999).

A növények fényigényessége miatt, a túl sűrű ültetés eredménye a résztermések együttérésének elmaradása, a vesszőinek felkopaszodása. Az ültetési távolságok a koronaformáknak megfelelően alakítva változtathatók. Sortávolságok esetén az 5-6 m, tőtávolságok esetében pedig a 3-4 m a megszokott. A 'Haschberg'-ből, mint főfajtából, gyengébb növekedése miatt Ausztriában fát nevelnek, az ültetési sortávolságot 5-6 m közé, tőtávolságát pedig 3,5-4 m közé szokták beállítani. A kompakt növekedési eréllyel rendelkező fajtákat, mint pl. a dán 'Sambu' 5,5 x 3,5 m-re, az erős növekedésű fajtákat 6 x 3,5 m-es távolságra telepítik (Porpáczy, 2004; Wurm, 2010).



3. ábra: Bokor habitusú bodzaültetvény  
(Fotó: Csorba, Gönc, 2015)

### 3.5.2. Fenntartó metszése

A bodza az ültetéstől számított negyedik évben fordul termőre. Fenntartó metszését rendszeresen, minden évben szükséges elvégeznünk, ezzel előzve meg a fák elsűrűsödését, a

virágok számának, ezáltal a termések mennyiségének csökkenését. A metszés optimális időpontja közvetlenül szüret után lenne, de erre általában csak a nyugalmi időszakban, fagymentes téli napokon szokott sor kerülni. Metszésmódja a fa kialakításától, azaz koronaformájától függetlenül visszametszés nélküli szálvesszős módszerrel történik. Ekkor a fás részek kb. 55-65%-át többől eltávolítjuk, így érhető el a következő évi hajtások növekedése, megújulása (4. ábra) (Sipos, 2002; Sipos, 2010).

A bodza a legnagyobb mennyiségű és legjobb minőségű terméseket mindig az éves vesszőkön hozza. A kettő vagy annál idősebb gallyakon sem marad el a termésképzés, de kevesebb és apróbb bogyókkal telt ernyők alakulnak ki. A metszés során először a beteg, sérült, gyenge, felfelé törő, erősen növény, talajhoz közeli hajtások kerülnek eltávolításra. A megfelelő kondícióban lévő egyedeken minden letermett vessző egyaránt eltávolításra kerül. Metszéskor azokat a vesszőket érdemes meghagynunk, melyek 1,5-2,5 m hosszúságúak és legalább 1,5-2 cm átmérőjűek (Möhler et al., 2009; Sipos, 2010).



4. ábra: Törzsés vázkaros művelésű bodza metszés előtt (balra) és metszés után (jobbra)

(Fotó: Csorba, Gönc, 2013)

A terhelést lényegében a fák kondíciójának és korának függvényében lehet emelni, ügyelve arra, hogy az adott terhelés mellett az optimális termésmennyiség megmaradjon. A metszés végeztével növényenként kb. 10-15 db vesszőt szükséges meghagynunk. Egy 4-5 éves fa termésmennyisége egyedenként el kell, hogy érje, a 25-35 kg-ot. A 'Haschberg' fajtánál általánosságban 1,5-2 kg gyümölcs terem egy db 1 m hosszúságú vesszőn. Ebből azt a

következtetést vonhatjuk le, hogy fánkként, a megadott mennyiségek eléréséhez kb. 12-15 hajtás szükséges. A 18-20 db meghagyott vessző túlterhelést okozhat, amely abban nyilvánul meg, hogy a keletkezett új hajtások száma csekély lesz, ezáltal a következő évi termésmennyiség is csökkenni fog. A túlterhelés és alulterhelés hatásra nemcsak a termések mennyisége, de az ernyők átlagtömege is lecsökkenhet (Möhler et al., 2009; Wurm, 2010).

### **3.6. Fajtahasználat és nemesítés**

A nemesítő munka a termesztéshez hasonlóan először Amerikában kezdődött el, valamikor a XX. század közepén. Az első fajták így az ott honos kanadai bodzából származtak. Az USA-ban más bodzafajokat is bevontak a nemesítésbe keresztezési partnerként, a gyümölcsminőség javítása és a termőképesség növelése érdekében (*Sambucus nigra* L.; *Sambucus coerulea* Raf.) (Charlebois et al., 2010). Amerikában több mint 24 fajta áll a termesztők rendelkezésére (Porpáczy és Porpáczy, 1999).

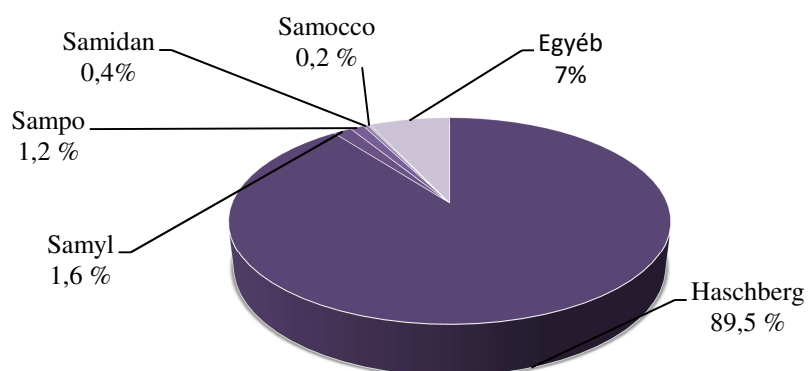
Európában elsőként Dániában, Aarslevben kezdődött meg a nemesítői munka 1954-ben, melyet néhány évvel később (1957-ben) Ausztria követett (Schmidt, 2005). Dániában először az amerikai fajtákat próbálták meghonosítani pl. 'Adams', viszont a fajták alacsony színanyag-tartalmuk és termésbiztonságuk miatt nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket. Később a bodza iránti megnövekedett igény miatt elkezdték felkutatni a kedvező gyümölcs tulajdonságú, nagy termőképességű egyedeket. Európában a legrégebb óta a dán származású 'Korsör', 'Allesöe' és 'Hamburg' fajták vannak jelen (Sortsforsog med storfrugtet hylde, 1968). Ezek közül a 'Korsör'-t Dániában a mai napig kontrollfajtaként használják az összehasonlító kísérletekben (Porpáczy, 2004). Egy másik fajta az 1970-es évek végén elismert nagyon jó beltartalmi értékű dán 'Sambu' gyengébb termőképessége miatt nem tudott a 'Korsör'-höz hasonló mértékben elterjedni a termesztésben (Groven és Kaack, 1977). A telepített fajták zöme tájszelekcióból származik, kivételt képeznek ez alól a '80-as években keresztezéses nemesítéssel előállított szintén kiváló áruértékű, de jobb termőképességű dán 'Samidan', 'Sampo', 'Samdal' és 'Samyl' (Kaack, 1989).

Az osztrákok szelekciós munkájának köszönhetőek a 'Haschberg', 'Donau', 'Paergarten', 'Rubin' és a 'Tulbing' fajták, valamint a 'Haidegg klónok' (Möhler et al., 2009). Ausztriában az új fajták előállítása mellett a megfelelő termesztéstechnológia kidolgozását is célul tűzték ki. Németországban fajtanemesítéssel ('Bergmann', 'Riese aus Vossloch', 'Weihestephan') és a fajták összehasonlításával, vagyis a hazai és külföldi fajták virágzási és érési idejének, szüreti időszakának, termőképességének és betegség ellenállóságának értékelésével is foglalkoznak (Möhler et al., 2009; Höhne, 2014). Európában a fent említettek mellett Svájcban, Szlovákiában, Romániában és Magyarországon folyik még nemesítői munka (Charlebois et al., 2010).



A magyarországi honosító munka 1979-ben kezdődött el, elsősorban konzervipari és mélyhűtés céljára alkalmas típusok kiválasztásával (Porpáczy és Porpáczy, 1999). Hazánkban a MATE Kertészettudományi Intézet Gyümölcsstermesztési Kutatóközpont Fertődi Kutatóállomásán foglalkoznak fajtanemesítéssel. A vadon gyűjtött és magonc állományok szelekciója mellett új fajtákat is értékelnek. A jelenleg is vizsgálat alatt álló K-sorozatban több ígéretes fajtajelölt is található (Porpáczy, 2004; Kollányi et al., 2005).

Az 1965-ben a Duna árterének vad állományából szelektált 'Haschberg' fajta nemcsak Ausztriában lett népszerű, hanem hazánk és Európa bodzatermesztő országainak is fő fajtájává vált (Wurm, 2010). Magyarországon a 'Haschberg' 1998-ban került az államilag elismert fajták jegyzékébe, árufajtaként és jelenleg is a legnagyobb arányban (90%) termesztett fajta hazánkban (5. ábra) (KSH, 2018). A 'Haschberg' termesztési tulajdonságainak, valamint beltartalmi értékeinek köszönhetően vált ilyen mértékben népszerűvé (Strauss és Novak, 1982; Albrecht, 2010). Negatív tulajdonságai a termesztés során egyre jobban megmutatkoztak, így az elhúzódo érése, a növényvédelmi problémák, valamint a korlátozott érési és feldolgozási szezon sorolható fel (Wurm, 2010). A legjelentősebb gondot a nagy mennyiségű áru egyszerre érése okozza, mely a feldolgozóipar kapacitását meghaladja, ezért mind a feldolgozók, mind a termelők részéről felmerült az igény korábbi érésű, nagy hozamú, magas színanyagtartalmú fajták termesztésbe vonására, és a gyakorlatilag egy fajtára alapozott fajtaválaszték bővítésére (Lee és Finn, 2007).



5. ábra: Magyarországi bodzautletvények fajtahasználatát (KSH, 2018)

A fajtaszerkezet átalakulása, bővülése, hazánkban is egyre inkább érzékelhető, hiszen a termesztésben sorra jelennek meg a külföldi, elsősorban Dániából származó fajták ('Samyl', 'Sampo', 'Samidan', 'Samocco', 'Samdal'), melyekkel bővíteni szeretnék a hazai fajtaválasztékot. Az elmúlt években nemcsak a hazai és külföldi ültetvényekben, hanem a

kutatóintézetekben is foglalkoznak bodzafajták tesztelésével, élelmiszeripari célfajták nemesítésével (Kovács, 2015).

### **3.7. A virágzás menete, virágzási időt befolyásoló tényezők**

A gyümölcsfák virágzási időpontját több tényező is meghatározza, többek között a faj és a fajta egyaránt, mivel ezek különböző hőösszeg- és/vagy hidegigénnyel rendelkezhetnek. Az ökológiai adottságok, mint a talajtani-, földrajzi-, vagy éghajlati viszonyok ugyancsak hatással vannak a virágzás folyamatára. Morfológiailag a növény kora, növekedési erélye, a koronarész és a termőrész típusa szintén modifikáló hatású lehet. Meg kell még említeni az agro- és fitotechnikai műveleteket, mint a metszés, tápanyag- és vízellátás, vegyszeres kezelések hatását is, de a vírusfertőzöttség említése sem elhanyagolható (Tóth, 2015). Az éghajlati tényezők közül a levegő hőmérséklete az, ami döntő mértékben meghatározza a gyümölcsfák virágzásának időpontját, ez ugyanis a virágzás kezdetére és a virágzás menetére is hatással van. Melegebb időjárás esetén a virágzás gyorsan végbemegy, alacsonyabb hőmérsékleten elnyújtottabb virágzás tapasztalható (Tóth és Békefi, 2009). Napi 5°C középhőmérséklet esetén a virágzás szünetel, a 16-17°C-ig emelkedő hőmérséklet pedig serkentő hatású a virágzás ütemére. A 20°C feletti hőmérsékleten a virágzás gyors ütemű, úgynevezett robbanásszerű lefolyásúvá válik (Nyéki, 2003).

A gyümölcsfajok virágainak fejlődését Nyéki (2003) négy különböző stádiumra osztotta:

- 1. virágbimbó: virágzás előtti stádium, amikor a virágtakaró levelek befedik és védik a termőt és a porzókat.
- 2. virágnylás kezdete: a bimbófeslés időszaka, ekkor a bibék és porzók már láthatók a virágon belül, viszont a szíromlevelek még nem terültek szét (kb. 1-2 óra).
- 3. virágnylás: a virágtakaró levelek eltávolodnak egymástól és szabaddá válnak a termők és a porzók.
- 4. elvirágzás időszaka: a különböző virágrészek hervadása és hullása következik be.

Nyéki (1980) szerint a virágzás menetét különböző periódusokra lehet felosztani:

- A virágzás kezdetének azt az időpontot tekintjük, amikor a virágbimbók 1-5%-a kinyílt.
- Fővirágzás időpontja az, amikor a kinyílt virágok százaléka eléri a maximumot.
- A virágzás vége pedig az az állapot, amikor a virágok 95-100%-a elvirágzott.

Teljes virágzási időtartamnak az első virágok kinyílásától az utolsó virágok elvirágzásáig tartó időszakot tekintjük. Ezen időszakon belül fontos tudni, hogyan zajlik a virágzás, annak menete, ritmikája és dinamikája. A virágzás menetét legjobban a virágzás első napjaiban, valamint a fővirágzáskor kinyílt virágok aránya mutatja (Soltész, 2002). A virágzás ritmikáját, a

virágzás ideje alatt meghatározott időközönként végzett megfigyelések alapján, a fánként kinyílt virágok aránya adja. A virágzásdinamikai megfigyelés módszere ennél összetettebb, ekkor ugyanis egyedileg kijelölt vesszőkön vagy ágakon történik a megfigyelés, melynek során naponta vagy akár óránként kerülnek feljegyzésre a fenológiai változások (Nyéki, 1980).

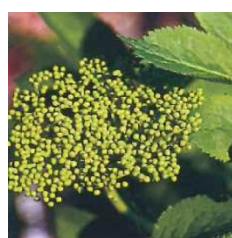
A bodza virágai a többi gyümölcsfajhoz képest később, a késő tavaszi fagyok veszélyeztetésének elmúltával, nyár elején, május-júniusban nyílnak (Charlebois et al., 2010). A virágzatok nyílása a vesszők csúcsi részén kezdődik, a legkésőbb nyíló virágzatok pedig az alapi részen helyezkednek el (Mezősi, 2016). A fajták virágzáskezdeté között az eltérés akár 14-20 nap között is változhat (Porpázy és Porpácy, 1999; Augustin, 2000). A bodza virágzásának, gyümölcsnövekedésének és termésérésének fenológiai fázisait a 6. ábrán szemléltetjük.



Virágbimbók pattanása  
Április eleje



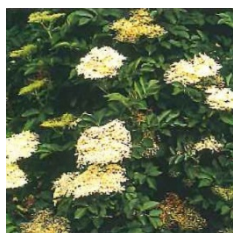
Virágbimbók fakadása  
Április első dekádja



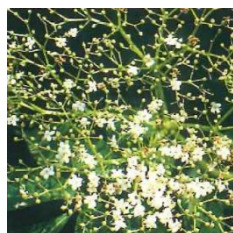
Virágbimbók feslése  
Április közepe



Teljes virágzás  
Április vége



Virágzásmenet  
különböző fázisai az  
egyres virágzatoknál  
Május közepe



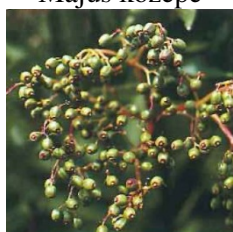
Sziromhullás vége  
Május vége



Kötődött termések  
Június eleje



Zöldbogyós állapot  
Június közepes



Növekvő termések  
Június vége



Zsendülés kezdete  
Július közepe



Zsendülés  
Augusztus eleje



Érett termések  
Augusztus –  
Szeptember

6. ábra: A bodza virágzásának, gyümölcsnövekedésének és érésének fenológiai fázisai olaszországi felmérések alapján (Bellini et al., 2008)

### **3.8. A gyümölcsök érési folyamatai**

Az érés során számos fizikai és kémiai változás megy végbe a gyümölcsökben. A gyümölcs húsa puhul, a héj és a hús színe megváltozik, édesedik, lédússá, vagyis fogyasztásra alkalmassá válik. A gyümölcsfejlődés utolsó fázisa az érés, melyet már csak az öregedési, romlási folyamatok követnek (Szalai, 2003). A gyümölcsök érését, fejlődését, több szakasz jellemzi, mint a növekedés, az érés-utóérés, öregedés és elhalás fázisa, melyeket genetikai, hormonális és egyéb tényezők (környezet, technológia) is befolyásolnak. A gyümölcsérés gyakorlati értelemben minőségi változás, amely során biokémiai, biofizikai, fizikokémiai változások történnek, és ezek sorozata határozza meg a gyümölcs külső és belső minőségi tulajdonságait (Hámoriné, 1974).

Az érés szempontjából az utóérő és nem utóérő gyümölcsfajokat meg kell különböztetni. Az utóérők csoportjába tartoznak az almatermésűek. Ez esetben a leszedett gyümölcsök a fáról eltávolítva tovább élnek, és a bennük lejátszódó biokémiai folyamatok során olyan energiák szabadulnak fel, amelyek lehetővé teszik, hogy fogyaszthatóvá váljanak. A nem utóérő gyümölcsök ezzel szemben szüret után tovább már nem fejlődnek, színük és ízük sem változik. A bogyós gyümölcsök, így a bodza termései nem utóérők, csak a fán, vagy bokron megérve válnak teljes értékűvé, az érés előtt leszedett gyümölcsök íztelenek, fogyasztásra alkalmatlanok (Szalai, 2003).

#### **3.8.1. A gyümölcsök fizikai jellemzőinek változása az érés során**

Az elvirágzás után a megtermékenyült és kötődött virágokból megkezdődik a gyümölcsök fejlődése. A gyümölcskezdemények mérete kezdetben sejtszétválással, később sejtmegnyúlással növekszik, majd a folyamat végén eléri a szüretnek megfelelő érettségi állapotot. A fejlődési szakaszok időtartamát genetikai tulajdonságok határozzák meg. A gyümölcskezdemények folyamatosan növekednek a teljes érésig, de növekedésük üteme nem lineáris. A bogyós gyümölcsök növekedése kettős szigmoid görbével írható le. A teljes érés előtti napokban még a gyümölcs tömege jelentős mértékben gyarapszik, ezért a túl korai szüret gazdasági veszteséget is okoz (Szalai, 2003).

A bodza kötődött bogyói kezdetben zöld színűek, viszonylag kompakta és hosszúka. A 6-8 hétig tartó érési periódus alatt, vagyis június/júliustól augusztusig tartó fejlődés alatt a bogyók gömb alakúvá válnak. Ezután színük fokozatosan vörösre és végül feketésre változik. Egyes fajták esetében az érés során a kocsány is pirossá válhat (Charlebois et al., 2010). A bodza ernyőinek fizikai tulajdonságai közül az ernyők tömege, mérete, valamint az ernyőn belüli bogyók mérete és tömege is fontos tulajdonság. Ezen paraméterek nagymértékben meghatározzák egy fajta termesztésének gazdaságosságát. Brindza et al. (2007) szerint a bogyók

optimális mérete legalább 5–6,5 mm. A bogyók nagysága is meghatározó szempont egy fajta kiválasztásánál, azonban Sipos (2010) szerint ez nem lehet mindig elsőrendű tényező, hiszen egy apróbb bogyóméretű, de nagy ernyőtömegű fajta is lehet megfelelő termőképességű.

### 3.8.2. A gyümölcsök kémiai jellemzőinek változása az érés során

A gyümölcsök fejlődése és érése során kimutatható légzésintenzitás alapján Biale (1960) a gyümölcsfajokat két nagy csoportba osztotta, megkülönböztetett klimaktérikus és nem klimaktérikus gyümölcsöket. Klimaktérikus gyümölcsnek nevezzük azokat, amelyek fejlődésük folyamán etilént termelnek (pl. alma, kajszi, körte, őszibarack), a nem klimaktérikus gyümölcsök pedig nem termelnek etilént (pl. bogyósok, cseresznye, citrusfélék).

A gyümölcsökben az érés során egymással szoros összefüggésben játszódnak felépítő és lebontó jellegű folyamatok (1. táblázat). Ezek a folyamatok ugyan nem teljesen azonosak az egyes gyümölcsfajok esetében, de alapvető vonásaik nagyon hasonlóak (Lásztity, 1981). Az érés folyamán a legszembetűnőbb változás a gyümölcsök színének átalakulása. A kloroplasztizok szétesése, a klorofill lebomlása miatt a gyümölcshéj alapszíne folyamatosan változik. A zöld színanyagok helyett sárga, piros és kék pigmentek képződnek (Szalai, 2003). A gyümölcsök kékes-pirosas színét az antocianin szintézis során képződő különféle antocianidin vegyületek adják. Az éréssel párhuzamosan az anocianinok koncentrációja folyamatosan nő a különböző gyümölcsfajok pl. szamóca (Pineli et al., 2011) és málna (Krüger et al., 2011) esetében is.

1. táblázat: Lebontó és felépítő folyamatok a gyümölcsök érés során (Brady, 1987)

<b>Lebontó folyamatok</b>	<b>Felépítő folyamatok</b>
Kloroplasztizok szétesése	Karotinoid- és antocianin képződés
Klorofill lebomlás	Cukrok átalakulása
Keményítő hidrolízise	Íz- aroma-, illatanyagok kialakulása
Szerves savak lebomlása	Etilén termelődése
Pektinek hidrolízise	Fehérjésintézis növekedése

Az érési folyamat további jellegzetes változása a gyümölcsökben a savtartalom csökkenése és a cukortartalom növekedése. A gyümölcsökben található cukrok mennyisége a vízzoldható szárazanyag-tartalommal jól jellemezhető (Hecke et al., 2006; Kader, 2008). Mennyisége a bodza esetében egyrészt a termesztőknek érettségi állapotjelzőként is szolgál, másrészt a feldolgozóipar számára az egyik legfontosabb értékmérő tulajdonság (Sipos, 2010). A bodza gyümölcseinek fiziológiai változását az érés során Kaack (1990) vizsgálta. Megállapította, hogy a titrálható savtartalom az érés előrehaladtával csökken, viszont az antocianin- és a

vízoldható szárazanyag-tartalom mennyisége növekszik. Szalóki-Dorkó (2016) megfigyelte továbbá azt is, hogy a gyümölcsök kémhatása, valamint polifenol-tartalma is növekedést mutat az érés folyamán. Az élelmiszerek színezésére szánt gyümölcsöket, mint a bodza is, legtöbbször sűrítmény formájában használják fel, ezért feldolgozásuk során a nagy antocianin-tartalom mellett a magas vízoldható szárazanyag-tartalom is fontos minőségi kritérium (Kaack, 1990).

### **3.8.3. Betakarítás**

A bodza betakarítása, szürete, valamint szállítása is, igen nagy logisztikai háttérrel igényel. Gyümölcssei akkor szüretelhetők, ha az ernyőben található bogyók legalább 90-95%-a sötét feketére színeződött, kocsányuk könnyen törik, és a vízoldható szárazanyag-tartalom, vagyis a refrakció értéke eléri a 12%-ot (Porpáczy, 2004; Sipos, 2010). A 'Haschberg' betakarítása termőhelytől függően augusztus végétől szeptember közepéig tarthat, a legkorábbi fajták érése pedig kb. július 2. dekádjában kezdődik el (Kovács és Tóth, 2015).

A fajták megítélésének az érési idő mellett, további fontos szempontja a gyümölcsök érésének egyöntetűsége. A termések érése nemcsak egy ernyőn belül, hanem egy növényen belül is lehet egyenlőtlen, ezáltal a szüret akár több hétig is elhúzódhat. A megfelelő gyümölcsminőség elérése érdekében Nyéki (1980) szerint a bodzát legalább két menetben szükséges szüretelni. Matejicek et al. (2015) ennek ellenére több fajtával végzett vizsgálata során megállapította, hogy a legtöbb fajta termései akár egy menetben is szüretelhetők.

### **3.9. Táplálkozásbiológiai jelentőség és felhasználás**

Termésében számos bioaktív vegyület található (2. táblázat), melyek egészségre gyakorolt pozitív hatásával számos publikáció foglalkozik (Netzel et al., 2005; Azari et al., 2015). Gyümölcsseinek jelentős a C-vitamin (36 mg/100 g) és ásványianyag-tartalma (0,69 g/100 g). Termése kiváló forrása az A-provitaminoknak és a B6-vitaminoknak is. Nagy mennyiségben található benne kalcium, vas, szterin, csersav és illóolajok, mely tulajdonságai alapján a legtöbb bogyós gyümölcsfaj közül is kiemelkedik (Souci et al., 2008; USDA, 2016). Szénhidrátartalma a többi gyümölcsfajhoz képest alacsony (6,5-18,4 g/100 g), melyből az egyszerű cukrok (glükóz és fruktóz) jelenléte a meghatározó (Veberic et al., 2009). Titrálható savtartalma kicsi-közepes (0,6-1,7 g/100 g), a szerves savak közül citrom- és almasav fordul elő nagyobb mennyiségben (Kaack et al., 2008). Az aminosav-tartalmának 40–50%-a esszenciális, melyek közül a leucin van nagy mennyiségben jelen (0,06 g/100 g). Karotin-tartalma sem elhanyagolható, ugyanis 0,36 mg/100 g található a gyümölcsben (Souci et al., 2008). A gyümölcsseiből és virágaiból készített élelmiszertermékek antioxidáns kapacitása is figyelemre méltó (Cejpek et al., 2009).

2. táblázat: A bodza gyümölcsének beltartalmi összetevői 100 g friss gyümölcsre vonatkoztatva

	Mértékegység	Souci et al. (2008)	USDA (2019)	Geller (2010)
Átlagos energia	kJ	229	305	200
	kcal	54	73	50
víz	g	80,9	79,8	82
fehérje	g	2,53	0,66	2,5
zsír	g	1,7	0,5	0,4
oldható szénhidrát	g	6,52	18,4	8
összes élelmi rost	g	-	7	5,5
karotin	mg	0,36	-	
E-vitamin	mg	0,36	-	0,1
B1-vitamin	mg	65	70	0,07
B2-vitamin	mg	78	60	0,08
nikotinamid	mg	1,5	-	1,5
B6-vitamin	mg	0,25	0,23	0,3
biotin	mg	1,8	-	-
C-vitamin	mg	18	36	20
folsav	mg	0,017	0	

Egy Európai Unió által bevezetett törvénymódosítás szerint a mesterséges színezékek felhasználását csökkenteni szükséges az élelmiszerekben. A döntés elősegítette, hogy a figyelem egyre nagyobb mértékben az olyan gyümölcsökre és zöldségekre irányuljon, amelyek jelentős mennyiségű színezék-tartalommal rendelkeznek. A bodza az élelmiszeripari kereslet hatására vált ilyen jelentős bogyógyümölcsé Európában, hiszen természetesen jelentős mennyiségű antocianin halmozódik fel (Horváth, 2013).

A bodza gyümölcsét általában nyersen nem fogyasztjuk, a fogyasztók asztalára már valamilyen feldolgozott formában kerül. Feldolgozása során félkész- és kész termékeket állítanak elő. A félkész termékek közül a gyümölcsvelőként és a sűrítvényként való felhasználása a legjelentősebb (Sipos, 2010). Színezékei nagyon érzékenyek a környezet kémhatására és a hőmérsékletre, ezért először 60-65 refrakciós százalékos sűrítvényt készítenek belőle. A sűrítvényből az élelmiszerek színezéséhez már néhány csepp is elég az erőteljes színező hatás eléréséhez (Horváth, 2013). A gyümölcs sűrítvények koncentrált formában tartalmazzák a gyümölcs legtöbb értékes összetevőjét, ezért édesítőszerként és színezőanyagként is szívesen alkalmazzák a tej-, sütő- és édesiparban is (Horváth, 2007).

Termése kiválóan alkalmas pl. lekvár, gyümölcslé, bor, vermut, ivólé, üdítőital, szörp és pálinka készítésére is (Porpáczy és Porpáczy, 1990). Bogyóinak leve más gyümölcscsel kevert

formában is felhasználható pl. almával, szilvával, ribizskével, de a terméséből készült ételek fogyasztása egyaránt ismeretes pl. a bodzabogyó leves (Sipos, 2010).

A népi gyógyászatban gyümölcsén (*Sambuci fructus*) kívül virágzatát (*Sambuci flos*) is használják gyulladáscsökkentő és cukorbetegség tüneteinek csökkentésére, valamint a megfázás és az influenza kezelésében (Mascolo et al., 1987). A szárított virágzatából készített teája önmagában vagy más növényvel keverve hatásos felső légúti megbetegedés és láz esetén. Kivonatából főként szörpöt, italokat és bort készítenek, de üdítőitalok ízesítésére is előszeretettel használják (Knudsen és Kaack, 2015). Virágai flavonoidokat (rutin, kvercetin, sambucin), klorogénsavat, szaponinokat, nyálkaanyagokat, valamint illóolajat is tartalmaznak (Bernáth és Németh, 2007). Leveleiben (*Sambuci folium*) cseranyagok találhatóak, a belőle készített főzetet sebek és zúzódások fájdalmának enyhítésére alkalmazzák (Földesi, 2000).

### **3.10. Antioxidáns és egyéb biológiailag aktív vegyületek**

Az elmúlt években a figyelem egyre jobban az ún. funkcionális élelmiszerek felé irányult, melyek számos betegség megelőzése és késleltetése mellett az alapvető táplálkozási követelményeknek is megfelelnek (Nicoli et al., 1999). A növényekben fellelhető fitokemikáliák antioxidánsként hatnak, megsemmisítik a szabad gyököket és a sejt megmentőiként működnek. Epidemiológiai vizsgálatokkal egyértelműen kimutatták, hogy a gyümölcs- és zöldségfogyasztásnak pozitív szerepe van a szívbetegségek, daganatos betegségek és más degeneratív betegségek megelőzésében (Dillard és German, 2000; Prior és Cao, 2000; Wargovich, 2000).

Az antioxidánsok vegyületeit biológiailag aktív komponenseknek nevezzük, ilyenek pl. a karotinoidok (likopin), a polifenolok (flavonoidok), bizonyos vitaminok (C- és E-vitamin) és rostok (Madrau et al., 2009). A gyümölcsökben felhalmozódó antioxidáns hatású vegyületek mennyiségét számos tényező befolyásolja (genotípus, alany, éghajlati viszonyok, agrotechnika, betakarítási idő, postharvest technológia) (Lee és Kader, 2000; Scalzo et al., 2005). Döntő mértékben mennyiségüket a genotípus határozza, ezt a tényt kutatók bogyós gyümölcsök (Prior et al., 1998; Howard et al., 2003; Cho et al., 2004), almatermésűek (Pérez-Illarbe et al., 1991; van der Sluis et al., 2001) és csonthéjasok (Gil et al., 2002; Cantín et al., 2009) esetében is igazolták.

Az antioxidáns kapacitás számszerű meghatározására vonatkozó igények növekedése miatt kimutatásukra már számos analitikai módszer került kifejlesztésre. A mérésre alkalmazott módszerek száma mára meghaladja a százat (Cornetti, 2009). Minden metodika specifikus bizonyos antioxidánsokra, illetve reakcióra, ezért egyik sem képes az összes antioxidáns tényleges antioxidáns erejét megmérni. A különböző laboratóriumok más és más méréseket



alkalmaznak, ezért az így a kapott eredmények sokszor csak nehezen, vagy alig összevethetők (Frankel és Meyer, 2000). Bodza esetében többféle eljárást pl. DPPH - gyökfogó kapacitás - (Dawidowicz et al., 2006; Duymus et al., 2014), valamint TEAC - trolox egyenértékű antioxidáns - és FRAP - vasredukáló képesség – (Jablonska-Rys et al., 2009) is sikerrel alkalmaztak már.

### **3.10.1. Polifenol vegyületek**

A polifenolok a növények másodlagos anyagcseretermékei, vagyis közvetlenül nem vesznek részt a növények növekedésében, szaporodásában vagy fejlődésében, hanem védelmi funkciót töltenek be az őket ért stresszhatások pl. kártevők elleni védekezésben (Duthie és Crozier, 2000; Haminiuk et al., 2012). Kémiai szerkezetüket tekintve igen változatosak, egyszerű és polimer vegyületek is megtalálhatók közöttük (Pietta et al., 2003). Közös jellemzőjük, hogy alapvázuk legalább egy fenolos gyűrűt tartalmaz, amihez egy vagy több hidroxil-csoport kötődik, de az alapvázhoz más vegyületek is pl. szacharidok vagy szerves savak is kapcsolódhatnak (Ferrerres et al., 2009).

A polifenolokat legtöbbször két nagy csoportba sorolják be, a flavonoidok és a nem-flavonoidok csoportjába (Yassin et al., 2014). A legutóbbi kutatási eredmények alapján a leggyakoribb flavonoidokat általában a következő csoportokba sorolják: flavonol, flavon, izoflavon, antocianidin, flavanon, flavan-3-on. A nem flavonoidok csoportja tartalmazza az egyszerű fenolokat, fenolos savakat, kumarinokat, xantonokat, kalkonokat, sztilbéneket, lignineket és lignánokat. A fenolos savak tovább oszthatók benzoesav-származékokra, illetve fahéjsav-származékokra (Abrankó, 2018).

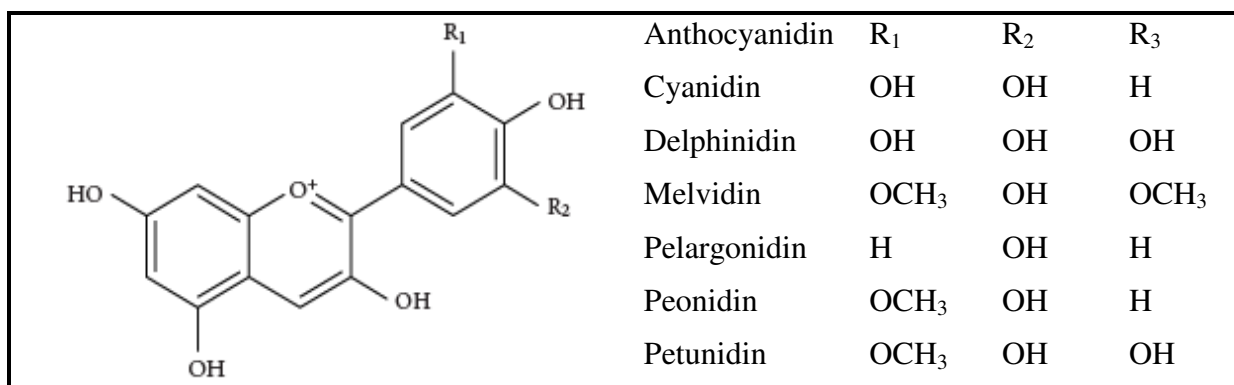
A polifenol vegyületeknek antioxidáns tulajdonságuk mellett, antikarcinogén és gyulladáscsökkentő hatásuk is van (Manach et al., 2005; van den Berghe, 2012). Változatos kémiai szerkezetükből adódóan humánéletteni hatásuk is sokrétű (El Gharras, 2009). A polifenolok az élelmiszerekben komplex formában vannak jelen, kémiai szerkezetük a szervezetbe való felszívódás során átalakul, ami nehezíti a felszívódási és táplálkozás-életteni hatások tanulmányozását, ezért az emberi szervezetben való hasznosulásuk még ma sem teljes mértékben tisztázott (Aherne és O'Brien, 2002).

A növények genetikai tulajdonságai mellett képződésüket a klimatikus körülmények, a gyümölcs érettségi állapota és a termesztéstechnológiai tényezők is befolyásolják (van der Sluis et al., 2001; Guyot et al., 2003). A bogyós gyümölcsök közül a bodza polifenol-tartalma kimagaslónak számít (Jakobek et al., 2007). A fajtákban fellelhető mennyiségek között is nagymértékű különbség mutatható ki (Lee és Finn, 2007).

### 3.10.2. Antocianinok

Az antocianinok az antocianidinek egy glikozidos formája, vagyis egy cukor rész kapcsolódik hozzájuk (7. ábra). Az antocianidin vegyületek a cianidin, pelargonidin, peonidin, delphinidin, petunidin és malvidin glikozidjai (Kong et al., 2003). Az antocianinok az antocianidineknél sokkal stabilabbak és jobban oldódnak vízben, ami a glikoziláltságuknak köszönhető (Iacobucci és Sweeny, 1983). Kémiai besorolásukat tekintve a polifenolos vegyületek közé, a flavonoidok nagy csoportjába tartoznak (Castaneda-Ovando et al., 2009).

Az antocianinok fontos elemei az emberi táplálkozásnak is. Élettani pozitív hatásukat számos kutatás bizonyítja. Nagy metabolikus aktivitásuk miatt, antikarcinogén, vírusellenes, gyulladáscsökkentő, antibakteriális, valamint immunrendszer stimuláló hatással is rendelkeznek (Liu et al., 2005; Prior és Wu, 2006). Ezen kívül még a kardiovaszkuláris és daganatos megbetegedések megelőzése szempontjából is jótékony vegyületeknek bizonyultak (Jennings et al., 2012; McCullough et al., 2012).



7. ábra: Az antocianin strukturális felépítése (Nakajima et al., 2004)

Az antocianin molekulák a vaszkuláris növények legfontosabb színanyagai, melyek a virágok és termések piros, narancssárga, kék, lila színiért és ezek árnyalataiért felelősek (Lee és Finn, 2007). Ezeket a színanyagokat nagy mennyiségben tartalmazzák a gyümölcsök és a vörös szőlő, melyek elsősorban a gyümölcsök héjában található meg, ugyanakkor a gyümölcshúsban is előfordulnak. Fellelhetők továbbá még a vörösborban, bizonyos gabonafajtákban, leveles és gyökérzöldségekben (padlizsán, lilakáposzta, hagyma, retek) (Clifford, 2000).

A gyümölcsök közül a bogyósok (Khazaei és Mann, 2004; Pantelidis et al., 2007), a cseresznye és meggy (Wang et al., 1997; Tall et al., 2004; Mulabagal et al., 2009), a som (Demir és Kalyoncu, 2003) és a szilva is (Vizzotto et al., 2006) magas antocianin-tartalommal rendelkeznek. Az is bizonyítást nyert, hogy e tekintetben a gyümölcsfajták között is számottevő különbség tapasztalható (Orak, 2007; Arena, 2008). Az antocianin-tartalom szoros

összefüggésben áll a gyümölcshéj színével, ezáltal az érettségi állapot egyik legfontosabb indikátora (Bureau et al., 2009).

Kaack and Austed (1998) a bodzagyümölcsök jelenős színanyag-tartalmáról számol be (361-1266 mg CGE/100 g), melyben a két leggyakoribb pigment a cianidin-3-*O*-glükózid és a cianidin-3-*O*-szambubiozid (Berrmudez-Soto és Tomas-Barberan, 2004). Ezekon kívül a cianidin-3-*O*-glükózid-5-*O*-szambubiozid és a cianidin-3,5-diglükózid koncentrációja is jelentős, továbbá kisebb mennyiségben cianidin-3-*O*-rutinozid, a pelargonidin-3-*O*-glükózid és a pelargonidin-3-*O*-sambubiozid is megtalálható gyümölcsében (Kaack et al., 2008; Veberic et al., 2009).

### **3.11. A növények ásványianyag-tartalma**

A növényi tápelemeket Loch és Nosticzius (1992) makro- és mikroelemekre osztotta fel az alábbiak szerint:

- makroelemek: nitrogén (N), foszfor (P), kálium (K), kalcium (Ca), magnézium (Mg), kén (S)
- mikroelemek: vas (Fe), mangán (Mn), réz (Cu), cink (Zn), molibdén (Mo), bór (B).

Az egyes növényi tápelemek csoportosítását Mengel (1976) a tápelemek növényfiziológiai és biokémiai tulajdonságai alapján végezte el. Eszerint a növényi tápelemek a következő tápelem csoportokba sorolhatók:

- nemfémek: szén (C), hidrogén (H), oxigén (O)
- szerves molekulák építőkövei: nitrogén (N), kén (S), foszfor (P), bór (B), szilícium (Si)
- alkáli- és alkáliföldfémek: kálium (K), nátrium (Na), magnézium (Mg), kalcium (Ca)
- nehézfémek: vas (Fe), mangán (Mn), réz (Cu), cink (Zn), molibdén (Mo).

A tápelemek a növények anyagcseréjében, növekedésében, egészséges fejlődésében játszanak szerepet, nélkülözhetetlenek és egymással nem helyettesíthetők. Szükséges mennyiségük nagymértékben eltér a különböző növényfajok számára (Debreczeni és Sárdi, 1999). Az ásványi elemek a növények biokémiai és élettani anyagcsere-folyamatainak szabályozásáért felelősek, ezért ezek hiánya vagy többlete is zavart okozhat. A növények nem egyformán érzékenyek ezekre a hiányokra vagy többletekre sem. Míg az alma a K, Ca, Mg és B hiányára való tekintettel nevezhető indikátornövénynek, addig a gyümölcsfák általánosságban a B, Cu, Fe, Mn és Zn hiányát jelzik leghamarabb (Bergmann, 1993).

A növényi élelmiszerek szinte az összes ásványi tápanyagot tartalmazzák, amelyek az emberi táplálkozás szempontjából nélkülözhetetlenek (Gupta és Gupta, 2014). A szervezetben megjelenő szabadgyökök elleni védelemben, valamint a védekező rendszer hatékonyságának

szabályozásában jelentős befolyásoló tényezőként szerepelnek (Rock et al., 1995). Az ásványi anyagok szervesen anyagok, jelen vannak az összes testszövetben és folyadékban, jelenlétük szükséges az élethez nélkülözhetetlen fizikai-kémiai folyamatok fenntartásához. Az ásványi anyagok kémiai alkotóelemek, amiket a test sokféle módon használ, bár energiát nem termelnek, fontos szerepük van az emberi szervezet számos tevékenységében (Soetan et al., 2010).

A gyümölcsök és zöldségek ásványianyag-szintjét közvetve vagy közvetlenül számos tényező befolyásolja (Soetan et al., 2010). Összetételük alapvetően genetikailag meghatározott, azonban a környezeti tényezőktől, például a fénytől és a hőmérséklettől, a talajból felvehető tápanyagok mennyiségétől, az alkalmazott agrokémiai technológiától és ezen tényezők kölcsönhatásától függően változhat. Ezen kívül a gyümölcsök érettségi szintje, valamint a fogyasztásra szánt növényi rész (pl. levél, gyökér, gumó, gyümölcs) is befolyásolja mennyiségüket (Martinez-Ballesta et al., 2010). Az állatok és az emberek a növényeken keresztül kapják meg a szervezetük működéséhez szükséges ásványi anyagokat, a növények pedig a talajhoz kötöttek, ezért az ásványianyag-ellátás legfontosabb elemének a talajt tekinthetjük (Oliver, 1997).

### 3.11.1. A gyümölcsök és virágzatok ásványianyag-tartalma

A bodza gyümölcse ásványianyag-tartalmát tekintve a többi gyümölcsfajhoz viszonyítva kiemelkedő értékkel rendelkezik, melyről több szerző is beszámol (3. táblázat). Vad populációkból származó bodzagyümölcsök makroelem-tartalmával Wazbinska et al. (2007), ültetvényből származó fajták elemtartalmával kapcsolatban pedig Divis et al. (2015) Csehországban végeztek kísérleteket. Magyarországon részletes vizsgálatra a 'Haschberg' fajta esetén került sor (Papp et al., 2009). A rendelkezésre álló elemtartalmi vizsgálatok azonban leggyakrabban természetes növényállományból gyűjtött anyagok eredményei (Wazbinska et al., 2007; Arceusz et al., 2011; Kolodziej et al., 2012).

3. táblázat: A bodza gyümölcseinek elemtartalma (mg/100 g)

	Souci et al. (2008)	Vulic et al. (2008)	Geller (2010)	USDA (2019)
kalcium	35	28,06	35	38
vas	-	1,86	1,6	1,6
magnézium	-	25,99	30	5
foszfor	57	54	60	39
kálium	305	391,33	305	280
nátrium	0,5	2,17	1	6
cink	-	0,36	0,2	0,11
réz	-	0,14	0,06	0,061
mangán	-	0,27	0,6	-

A bodzának nemcsak gyümölcsei, hanem virágzatai is tartalmaznak értékes ásványi anyagokat pl. káliumot, magnézium, kalciumot, foszfort, nátriumot, vasat, cinket, rezet és mangánt (Mlynarczyk et al., 2020) (4. táblázat). Lengyelországi kísérletben kimutatták, hogy a virágzatok a gyümölcsöknél is jelentősebb ásványianyag-tartalommal rendelkeznek (Kolodziej et al., 2012).

4. táblázat: A bodza virágzatának elemtartalma (mg/100 g)

	Kolodziej et al. (2012)	Mlynarczyk et al. (2020)	
	vadon gyűjtött	vadon gyűjtött	vadon gyűjtött
kalcium	336	297,76	297,76
vas	8,09	9,42	9,42
magnézium	61,3	71,95	71,95
cink	3,246	3,84	3,84
réz	0,901	1,13	1,13
mangán	2,645	3,59	3,59

### 3.11.2. A levelek ásványianyag-tartalma

A gyümölcsfák fejlődési rendellenességének és hiánybetegségeinek megállapítása a gyakorlatban a levelek mintavételével, azaz levélanalízissel történik (Bould, 1966). A mintaként begyűjtött levelek ásványianyag-tartalmát nagymértékben befolyásolja a mintavétel időpontja, pontossága, valamint a begyűjtött levelek kora, elhelyezkedése (Bould et al., 1960). Elemtartalmuk mennyisége a vegetációs időszak során jelentősen változik a reutilizálhatóságtól és a felhasználás mértékétől függően (van den Driessche, 1974). Cheng és Raba (2009) úgy találták, hogy a legtöbb tápanyag koncentrációja a levelekben csökken a gyümölcsnövekedési időszakban, kivétel ez alól a kalcium, magnézium és mangán. Míg a legtöbb gyümölcsfaj esetében a júliusban szedett levelek alkalmasak a levélanalízis elvégzésére, addig a bogyósoknál inkább szüreti időszak közepét tartják optimálisnak. A leszedett mintáknak mindig egészséges, fajtára jellemző, szennyezéstől mentes, kifejlett leveleket kell tartalmaznia, melyek a fejlett vegetatív hajtások középső harmadából származnak (Papp, 2003).

A növények elemtartalmát számos tényező befolyásolhatja, mint pl. a termesztés technológiája, az ültetvény talajfélesége, öntözési és a trágyázási rendszere, valamint a klimatikus körülmények (Holb et al., 2009). Az alkalmazott alanyok mellett a fajta is jelentős mértékben modifikálhatja a levelek tápelem-ellátottságának mértékét (Tagliavini et al., 1992). Campeanu et al. (2009) szerint a különböző genotípusok leveléből mért tápanyag-tartalomról következtethetünk arra, hogy mely fajták reagálnak érzékenyebben az egyes elemhiányokra. A fajták ezáltal különböző mennyiségű tápanyagot igényelhetnek, amit a kijuttatandó műtrágya mennyiségének számítása esetében is figyelembe vehetünk (Jimenez et al., 2004). A genotípusok

levélanalíziséből származó eredmények közötti különbségeit bogyós gyümölcsfajoknál pl. áfonya (Strik és Vance, 2015) málna (John et al., 1967) és szamóca (Daugaard, 2006) esetében is bizonyították.

### **3.12. Nehézfém-szennyezettség**

Nehézfémnek (potenciálisan toxikus elemnek) azokat a fémes elemeket nevezzük, melyek sűrűsége nagyobb, mint  $5 \text{ g/cm}^3$  és a periódusos rendszerben a 4., 5. és a 6. periódusban helyezkednek el az átmeneti fémek között. A nehézfémek közül, környezeti és az egészségügyi vonatkozásban a legfontosabbak a Zn, Cu, Co, Cr, V, Ni, Bi, Cd, Hg, Pb, Sb és a Se (Kátai, 2011). Ezen belül megkülönböztetünk esszenciális (Co, Cr, Cu, Zn stb.) és toxikus nehézfémeket (Cd, Ni, Pb stb.) (Thornton, 1981). Az esszenciális nehézfémek a szervezetben kis koncentrációban, mint nyomelemek vannak jelen, ennek ellenére nagy jelentőségűek, ugyanis vitaminok és enzimek beépült részei, aktivátorai. A szükségesnél kisebb koncentrációban hiánytüneteket, az optimálisnál nagyobb koncentrációban pedig mérgezési tüneteket okoznak az élőlényekben (Kamm, 1985). A nehézfémek kifejezés helyett napjainkban a potenciálisan toxikus elemek kifejezést használják, így a nemfémes elemek (pl.: As) is helyet kapnak a csoportosításban.

A Cd és Pb toxikus elemek. Toxikusnak azokat az anyagokat tekinthetjük, melyek a talajra, növényre, állatra és emberre káros hatást fejtenek ki. A károság mértéke a terhelés és a koncentráció függvénye (Kádár, 1995). Ismereteink szerint az élőlényeknek semmilyen formában nincsen szükségük toxikus nehézfémekre, azonban jelenlétüket bizonyos határig tolerálni képesek. A szervezetekben hosszú ideig is fennmaradhatnak a bekerült dózis mértékétől függően, mivel a kiürülés időtartama akár több évtizedig is tarthat (Linton et al., 1980).

Az ökoszisztéma szennyezése több tényezőre vezethető vissza, ezek közül főként az ipar gyors fejlődése, a közúti forgalom fokozódása és a folyamatosan növekvő népesség emelhető ki. Az évente fokozódó forgalommal párhuzamosan egyre több nehézfém, valamint számos más, egészségre ártalmas anyag kerül a levegőbe, így a növényzet felületére és a talaj felszínére egyaránt (Köles, 1999). A közlekedés okozta nehézfém-szennyezés problematikájára az 1960-as években figyeltek fel világszerte, a közlekedési utak környezeti elemekben (talaj, növényzet, állatok, víz, levegő) végbemenő nehézfém dúsulás okán. A közlekedés által kibocsátott nehézfémek közül az ólom, a kadmium, a cink és a réz emissziója a legjelentősebb. Az ólom főként a benzintől, a cink és a réz a fékbetétek és súrlódó felületek kopásából, míg a kadmium a gumiköpenyek porlásából eredhet (Kádár, 1995). A kipufogógázzal kibocsátott ólom és egyéb nehézfémek a légkörben lebegő finom porrészecskék (aeroszol) felületén tapadnak meg (adszorbeálódnak), ezekkel mozognak a levegőben. A szennyezőanyagok az atmoszférában

bizonyos időt töltenek, majd száraz vagy nedves ülepedés formájában kerülnek a növényzet, talajra vagy egyéb tárgyak felületére (Helmers et al., 1995; Kádár, 1995).

A nehézfémeket a tápanyagokhoz hasonlóan a növények gyökereiken és leveleiken keresztül is felvehetik (Yabanli et al., 2014). Albasel és Cottenie (1985) országutak mellett végzett kísérleteikkel megállapították, hogy az utak közelében a növények ólomtartalma jelentősen megnövekedhet. Vizsgálataikból az is kiderül, hogy mind a talajban, mind a növényekben mérhető nehézfém-koncentráció gyorsan csökken a közlekedési úttól való távolság növekedésével.

Nagy koncentrációban a növények számára nélkülözhetetlen mikroelemek is lehetnek káros hatásúak, ugyanakkor kisebb mennyiségben a toxikus elemek sem gátolják a növények fejlődését. A növényekben nagyobb mértékű nehézfém-felhalmozódás anélkül is bekövetkezhet, hogy toxicitás tüneteit, mint pl. levéldeformációt, növekedés visszamaradást, száradást figyelhetnénk meg rajtuk (Kovács, 2013). A nehézfémek a legtöbb fiziológiai folyamat gátlásával a növények növekedésének és produkciójának csökkenését eredményezik. Nagyobb koncentráció hatására a növények klorotikussá válnak, a tartós szennyezés pedig a vegetáció pusztulásához vezet (Hall, 2002).

Az emberi egészségre potenciálisan káros fémek viszonylag hosszú ideig fennmaradnak a talajban, ezáltal nagyobb mennyiségben bekerülhetnek az élelmiszerláncba is (Szynkowska et al., 2009). A nehézfémek által okozott környezeti kockázat felmérése különösen fontos a növények élelmiszerként és gyógynövényként történő felhasználása esetében (Jabeen et al., 2010). A bodza termesztése mellett mai napig jelentős a különböző növényi részeinek gyűjtése is. Az élelmiszeripari feldolgozás egy része még ma is gyűjtésből származó gyümölcsök felvásárlására támaszkodik (Kovács és Tóth, 2015). Nemcsak terméséből, hanem virágából is jelentős mennyiséget hasznosítanak gyógyászati szerepe miatt. Természetes körülmények között azonban gyakran olyan helyeken is megtalálható, ahol a talaj és a levegő erősen szennyezett, például nehézfémekkel (Rebele et al., 1993). A legtöbb ültetvényt a bodza terméséért létesítik, a virágok legtöbbször, főként otthoni felhasználási céllal, útszéli állományokból, gyűjtésből származnak (Charlebois et al., 2010).

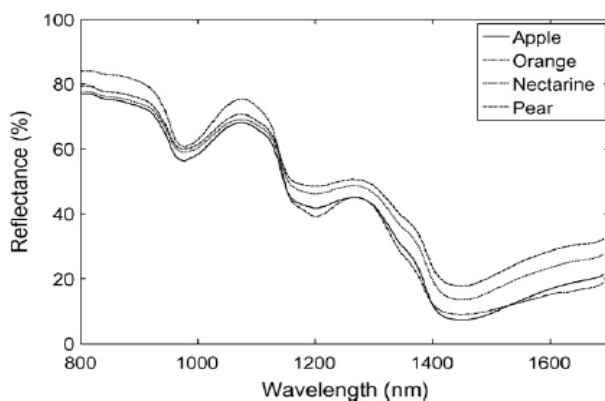
A nehézfémek eloszlása a különböző növényi részekben, függ a növényi rész elhelyezkedésétől és funkciójától, ezért a virágok és a gyümölcsök a levelekkel ellentétben a szennyezéseknek jobban ellenállnak (Kumar és Prasad, 2018). A forgalom környezetszennyező hatását útszéli bodzáról származó virágzatok és gyümölcsök esetén Kolodziej et al. (2012) vizsgálatai is alátámasztják. A bodza szennyezett talajú területen tapasztalt akkumuláló képességéről Trapp és Christiansen (2003), valamint Samsoe-Petersen et al. (2002) is beszámolt.

### 3.13. Közeli infravörös spektroszkópia (FT-NIR)

A közeli infravörös (továbbiakban: NIR) spektroszkópia az elmúlt években széles körben elterjedt eljárás lett az analitikai vizsgálatok területén, melyet a gyógyszer- és az élelmiszeripar is alkalmaz. Az eljárás gyors, olcsó, nem invazív, valamint reagensmentes alternatívákat kínál a hagyományos kémiai vizsgálatokkal szemben. A NIR készülékek további előnye, hogy a legtöbb esetben a minták előkezelés nélkül kerülnek vizsgálatra. A technológia, önálló vagy alternatív módszerként, az élelmiszer alapanyagok, kész élelmiszerek, borok, nyers gyümölcsök és zöldségek mennyiségi és minőségi vizsgálatára, beltartalmi paraméterek ellenőrzésére is alkalmas (Fodor et al., 2011; Szigedi et al., 2012).

A NIR spektroszkópiával 780–2500 nm közötti spektrum fedhető át (Davies, 2000). A sugárzás a mintákra jutáskor visszaverődhet, abszorbeálódhat vagy elnyelődhet, amit a minta kémia és fizikai tulajdonságai is egyaránt befolyásolnak (Nicolai et al., 2007). A NIR tartomány gerjesztési energiája nagyobb, mint a MIR (közép-infravörös) tartományé. A normálrezgések így nem elkülönülve, hanem ezek kombinációiként, illetve egész számú többszöröseiként jelentkeznek, vagyis az úgynevezett felhangokat regisztráljuk. A spektrumban ennek hatására a csúcsok kiszélesednek, egymáson is átlapolnak (Szigedi, 2013).

A spektrumok egymáshoz nagyon hasonlítanak, ahogy azt a 8. ábra is mutatja. Emellett a specifikus abszorpciós sávokat nehéz hozzárendelni bizonyos funkcionális csoportokhoz, kémiai komponensekhez. A fent említett okok miatt, a kifinomult többváltozós statisztikai technikák elengedhetetlenek a hasznos információk NIR-spektrumból való kinyeréséhez (Osborne, 1981; Geladi és Dabakk, 1995). A leggyakrabban alkalmazott többváltozós technikák lehetővé teszik a hasonló jellemzőkkel bíró minták csoportosítását, kvalitatív elemzését, vagy bizonyos tulajdonságainak meghatározását, kvantitatív elemzését (Kim et al., 2000).



8. ábra: Néhány gyümölcs tipikus NIR- reflexiós spektruma (Nicolai et al., 2007)



A NIR spektroszkópiát a mezőgazdaságban először elsőként Norris (1964) alkalmazta gabona nedvességtartalmának meghatározására. Napjainkban már számos tanulmány született a zöldség- és gyümölcsfajok beltartalmi összetevőinek vizsgálatára közeli infravörös spektroszkópiai segítségével. Zöldségnövények esetében pl. hagyma (Birth et al., 1983) és paradicsom (Peiris et al., 1998) összes szárazanyag-tartalmára, görögdinnye cukortartalmára (Sun et al., 2010) is készültek vizsgálatok. Gyümölcsstermő növények esetében is születtek mérési eredmények pl. alma keserűfoltosságára (Nicolai et al., 2006) és beltartalmi tulajdonságaira (Moons et al., 1998), kajszi és cseresznye vízdoldható szárazanyag-tartalmára (Carlini et al., 2000) és cseresznye cukortartalmára (Lu, 2001) vonatkozóan. A NIR technikát bodzanövény esetén idáig csupán a virágok antioxidáns kapacitásának meghatározására alkalmazták (Clara et al., 2016).

## 4. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 4.1. A kísérlet helye, termőhelyi adottságai

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

A terület évi átlagos napfénytartalma megközelítőleg 2014 óra. A hőmérséklet napi és évi ingadozása jelentős, az évi középhőmérséklet 12-13°C, a csapadék mennyisége kevés, átlagosan 600-700 mm, amely egyenlőtlenül oszlik el a vegetációs időszakban. Jelentős része április, május-júniusban hullik, a legszárazabb időszak általában a július és az augusztus. Az uralkodó szélirány ÉNy-i. A terület talajtípusa a Duna meszes homokhordalékán képződött öntéstalaj.

A 11 fajtából álló gyűjteményt 2011-ben telepítették saját gyökéren. A növények koronaformája törzsos vázkaros kialakítású, törzsmagasságuk megközelítőleg 100 cm. Térállásuk 4 x 3,5 m sor- és tőtávolság, fajtánként öt egyeddel. A gyűjteményben a sorközök füvesítettek. Növényvédelemre évente két-három alkalommal került sor, mely magában foglalt egy tavaszi lemosó permetezést, a vegetációs időszakban pedig levéltetvek és gombás betegségek ellen irányuló védekezést (5. táblázat). 2017 és 2018 novemberében 200 kg/ha NPK és 150 kg/ha ammónium nitrát, 2019 áprilisában pedig 400 kg/ha NPK és 200 kg/ha ammónium nitrát került kijuttatására. 2017 tavaszán lombtrágyázás formájában történt meg a mikroelemek pótlása (6. táblázat). Az ültetvényben csapadékpótló öntözésre egyik évben sem került sor. A fenntartó metszést minden évben a nyugalmi időszakban végeztük el.

5. táblázat: Növényvédelmi kezelések, felhasznált hatóanyagok, kijuttatott mennyiségük

(Soroksár, 2017-2019)

	2017	2018	2019
március	2 kg/ha rézhidroxid 2 l/ha paraffinolaj	2 kg/ha rézhidroxid	4 kg/ha rézhidroxid
április	2 kg/ha mankoceb 0,4 kg/ha ciprodinil 7,5 l/ha Voligop-bór	-	2l/ha paraffinolaj
május	-	0,3 kg/ha acetamiprid	0,3 l/ha tebukonazol 0,3 kg/ha acetamiprid

6. táblázat: Kijuttatott műtrágya és lombtrágya hatóanyag-tartalma

	NPK (%)	Voligop-bór (g/l)
Nitrogén	9	182
Foszfor P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	12	-
Kálium (K <sub>2</sub> O)	24	-
Kén-trioxid (SO <sub>3</sub> )	29	60
Magnézium-oxid (MgO)	2	14
Összes kalcium-oxid (CaO)	3	-
Vas	0,1	0,61
Mangán	0,01	1,92
Cink	0,006	0,37
Kén elemi	-	24
Bór	-	30
Réz	-	0,37
Molibdén	-	1,8

#### 4.2. Vizsgálatba vont fajták

Kísérletünkbe a génbanki ültetvényben található 11 bodzafajta került bevonásra. A legismertebb és legelterjedtebb ‘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 ‘Weihenstephan’ és egy magyar fajtajelölt a K3 is szerepeltek értékelésünkben.

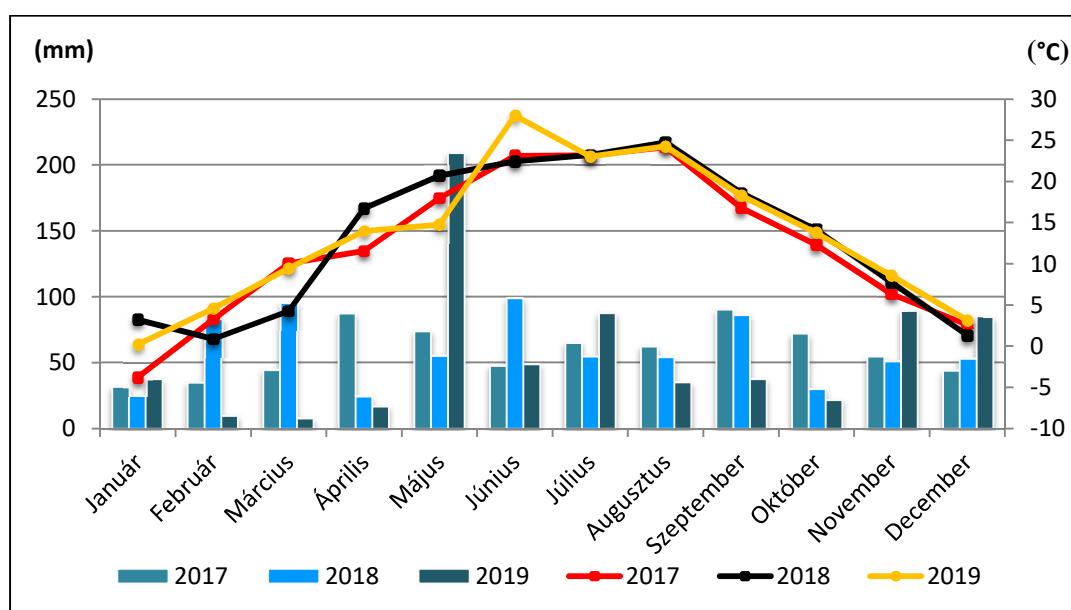
- A ‘Haschberg’ korán termőre forduló, nagy termőképességű, rendszeresen és bőven termő fajta. Középerős-erős növekedési eréllyel rendelkezik, évente sok és hosszú új hajtást képez. Ernyői nagyméretűek, bogyói még teljes érettségi állapotban sem peregnek. Fogékony a levéltetvekre, atkákra, valamint a kocsánybénulásra (Möhler et al., 2009; Albrecht, 2010).
- A ‘Haidegg 13’-at közepes növekedési erély, rendszeres és nagy termőképesség, egyöntetű terméshozás jellemzi. Ernyői és bogyó is nagyon nagyméretűek, napégésre érzékenyek (Albrecht, 2010; Kovács és Tóth, 2015).
- A ‘Haidegg 17’ növekedési erélyét tekintve középerős, melyhez bő termőképesség társul. Nemcsak ernyői, hanem benne található bogyói is nagyméretűek.
- A ‘Korsör’ középerős növekedésű, felfelétörő habitusú fát nevel, nagy és erős hajtásokkal. Ernyői közepesen nagyok vagy nagyok, laza szerkezetűek, bogyói gömbölyűek. A fajtát különleges (enyhén édeskés) gyümölcsíze miatt ajánlják.
- A ‘Samocco’ erős növekedési erélyű. Nagy-középnagy ernyőiben, középnagy méretű bogyói tömötten állnak. Érzékeny a levélatka valamint a takácsatka károsítására.
- A ‘Samdal’ erős növekedési eréllyel és nagy termőképességgel rendelkezik. Ernyőinek mérete és tömege is kifejezetten nagy. Kellemes ízű bogyói korai érésűek. Hátránya,

hogy bogyói kis mértékben pergésre hajlamosak és levelei atkákra fogékonyak (Sipos, 2010; Kovács és Tóth, 2015).

- A ‘Samidan’ bokra kisméretű, melyen kevés új hajtás képződik, így házikerti ültetésre javasolt. Nagyméretű ernyőiben közepes nagyságú bogyók találhatóak.
- A ‘Sampo’ középerős növekedési erélyű, vékony termővesszői a nagy mennyiségű termés hatására letörhetnek. Nagy termőképességű, bár hátránya, hogy bogyói gyengén pergésre hajlamosak (Albrecht, 2010).
- A ‘Samyl’ középerős növekedésű, nagy termőképességű fajta. Közepes nagyságú ernyőit közepes ernyőtömeg jellemzi, mely kisebb méretű bogyókkal van tele.
- A ‘Weihenstephan’ erős növekedésű, késői érésű, bőtermő fajta. Közepes méretű és tömegű ernyőiben közepes nagyságú bogyók találhatóak (Sipos, 2010).
- A K3 fajtajelölt fái erős növekedésűek, rendszeres és bő terméshezás jellemzi. Bogyói kisméretűek, de nagy ernyőnkénti bogyószámmal rendelkezik (Kollányi et al., 2005).

#### 4.3. Vizsgálati évek meteorológiai adatai

A vizsgálati évek hatásának értékeléséhez használt meteorológiai adatokat a [www.metnet.hu](http://www.metnet.hu) honlapjáról gyűjtöttük (Bp., XXIII. kerület). A kísérleti években lehullott csapadék eloszlása nagymértékben eltért egymástól. A csapadék mennyiségét tekintve a legtöbb csapadékot 2017-ben (710,5 mm) a legkevesebbet 2019-ben (686,8 mm) mérték. A 2017-es évben 708,9 mm hullott. Az évi középhőmérséklet a három vizsgálati év közül 2019-ben volt a legmagasabb (13,5°C), 2017-ben a legalacsonyabb (12,29°C) (9. ábra). Az éréskori átlagos középhőmérséklet 2018-ban a legmagasabb (23,97°C), 2017-ben 23,66°C, 2019-ben pedig 23,64°C volt.



9. ábra: Átlagos hőmérséklet és csapadékmennyiség (Soroksár, 2017-2019)

#### **4.4. Elvégzett vizsgálatok áttekintése**

Mindhárom vizsgálati évben (2017, 2018, 2019) a kísérleti üzemben található 11 bodzafajta esetében elvégeztük:

- a kijelölt vesszők paramétereinek felmérését (nóduszok száma, átmérő, hosszúság)
- a kijelölt vesszőkön a virágzás- és érésmenet megfigyelését
- gyümölcsök fizikai tulajdonságainak (kocsányhosszúság, ernyőméret, ernyőtömeg) vizsgálatát
- a gyümölcsök beltartalmi paramétereinek (vízoldható szárazanyag-, titrálható sav-, polifenol- és antocianin-tartalom, antioxidás kapacitás) meghatározását
- a virágzat-, gyümölcs- és levélminták elemtartalmának vizsgálatát.

#### **4.5. Szabadföldi vizsgálatok menete**

Az első szabadföldi felméréseket minden vizsgálati évben április közepén kezdtük el. Ekkor fajtánként öt vesszőt jelöltünk ki, melyeken a virágzás, majd a későbbiekben pedig a terméshozás menetét és sajátosságait figyeltük meg. A virágzás kezdetével párhuzamosan feljegyeztük a kijelölt vesszők alapi és csúcsi része közötti nóduszok számát, a nóduszonkénti virágzatok számát és elhelyezkedését is. A virágzás nyomonkövetését heti gyakorisággal végeztük, minden alkalommal feljegyeztük a még bimbós, teljes virágzásban és szíromhullásban lévő virágzatok számát. Az egyes virágzatokat akkor tekintettük bimbós/ kinyílt/ elnyílt stádiumúnak, ha a bennük lévő virágok 2/3-ad része bimbós/ kinyílt/ elnyílt állapotban volt. A jobb átláthatóság érdekében az eredmények értékelésének további folyamatát, az eredmények fejezetben tüntettük fel.

A gyümölcsök érését a kijelölt vesszőkön július közepétől augusztus végéig követtük nyomon. Heti gyakorisággal szedtük az érett ernyőket a vesszőkről, és feljegyeztük a vesszőn elfoglalt helyüket. A gyümölcsök fizikai jellemzői közül megmértük a leszedett ernyők tömegét (g), méretét [szélesség (cm) és hosszúság (cm) paramétereiből számolt érték], kocsányhosszúságát (cm). Az átlagos ernyőtömegeket, a vizsgálathoz leszedett ernyők tömegének és számának hányadosából számoltuk ki. Az ernyőtömeget hitelesített mérlegen mértük meg közvetlenül a szüret után. A termések átmérőjét milliméterpapíron vettük fel. Érés után a vesszők átmérő és hosszúság adatait is feljegyeztük. A vesszők átmérő adatait (mm) a vesszők nóduszai felett mértük. Az adatokat a vesszők alapi része felől rögzítettük.

#### **4.6. Gyümölcsminőségi paraméterek meghatározása**

A gyors laboratóriumi vizsgálatokat (titrálható sav- és szárazanyag-tartalom), valamint a spektrofotometriás méréseket (polifenol- és antocianin-tartalom, antioxidáns kapacitás) a MATE

Gyümölcsstermő Növények Tanszék gyümölcsanalitikai laboratóriumában végeztük. A génbanki ültetvényben megtalálható fajták gyümölcsét (fajtánként 15-20 ernyőt) optimális érettségi állapotban gyűjtöttük (90-95%-os érettségben), majd a gyümölcsöket bogyózás (kocsányeltávolítás) után házi turmixgéppel homogenizáltuk. A mintákat a mérések elvégzéséig fagyasztva (-25°C) tároltuk. A méréseket a fagyasztott minták felengedését követően végeztük el. A spektrofotometriás eljárások esetében a gyümölcsmintákat Hettich EBA 21 laboratóriumi centrifugával 15000 fordulatszámon 10 percig centrifugáltuk és a mérésekhez a felülúszót használtuk.

#### 4.6.1. Vízoldható szárazanyag-tartalom és titrálható savtartalom meghatározása

A vízoldható szárazanyag-tartalmat HI 96801 típusú digitális refraktométerrel határoztuk meg. A titrálható savtartalmat MSZ EN 12147:1998 magyar szabványnak megfelelően, tízszeres hígítású szűrt gyümölcsléből 0,1N nátrium-hidroxid (NaOH) (CAS szám: [1310-73-2]) mérőoldattal történő titrálással, brómtimolkék indikátor (CAS szám: [76-59-5 indikátort]) (színátcsapás: sárgásból zöldeskék) segítségével határoztuk meg. Az összes savtartalmat (m/m%) citromsav egyenértékben (0,0064 g) adtuk meg az alábbi képlet alapján:

$$\text{Titrálható sav (\%)} = \frac{\text{NaOH fogyás (cm}^3\text{)} \times \text{NaOH faktor} \times \text{egyenérték} \times \text{hígítás} \times 100}{\text{bemért mennyiség (cm}^3\text{)}}$$

#### 4.6.2. Antioxidáns kapacitás meghatározása

A vizsgált minták összes antioxidáns-kapacitását Benzie és Strain (1996) módosított módszerével határoztuk meg (Ferric reducing antioxidant power - FRAP), mely módszert eredetileg a vérplazma antioxidáns kapacitásának meghatározására dolgoztak ki. A FRAP lényege, hogy a ferri-(Fe<sup>3+</sup>)-ionok az antioxidáns hatású vegyületek jelenlétében ferro-(Fe<sup>2+</sup>)-ionokká redukálódnak, amelyek alacsony pH-n a tripiridil-triazinnal (TPTZ: 2,4,6 tripiridil-S-triazin) komplexet képezve színes terméket adnak (ferro-tripiridil-triazin). Ennek a terméknek spektrofotometriásan, 593 nanométeren mért abszorbanciájából, aszkorbinsavval készített kalibrációs görbe segítségével, mmol aszkorbinsav/liter (mmol AS/L) dimenzióban meghatározható a minta összes antioxidáns-kapacitása. Eredményeinket friss tömegről vonatkoztatva, mm AS/100 g egységben adtuk meg.

#### 4.6.3. Polifenol-tartalom meghatározása

Az összes fenoltartalmat galluszsavra (GS) vonatkoztatva határoztuk meg Singleton és Rossi (1965) módszerével. A szükséges reagensek:

- metil-alkohol (CAS szám: [67-56-1]) és desztillált víz (Me-OH:DV) 4:1 arányú keveréke

- Folin-Ciocalteu reagens
- 0,7 M-os nátrium-karbonát ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) (CAS szám: [497-19-8]) oldat
- 0,3 M-os galluszsav (CAS szám: [149-91-7]) oldat (metil-alkohol és desztillált víz 1:4 arányú elegyével hígítva).

A mérés előtt galluszsavra kalibrációs görbét készítettünk. A centrifugálás során nyert felülúszót szükség szerint hígítottuk, majd ebből 0,5 ml-t 50 ml-es mérőlombikba mértünk, hozzáadtunk 25 ml desztillált vizet, 2,5 ml Folin-Ciocalteu reagenst, miközben alaposan összeráztuk. 30 másodperc elteltével, de 8 perc előtt 7,5 ml 20%-os  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  oldatot adtunk hozzá, és desztillált vízzel jelig töltöttük. Az elegyet két órán át állni hagytuk, majd ezt követően az abszorbanciát vak oldattal szemben (0,5 ml minta helyett desztillált vizet használunk) 765 nm hullámhosszon megmértük. Az abszorbanciából kalibrációs görbe segítségével határoztuk meg az összes fenoltartalmat a következő képlet alapján:

$$\text{Polifenol-tartalom (mg GS/l)} = \frac{A-b}{a}$$

A = 765 nm-es hullámhosszon mért abszorbancia érték

a, b = a kalibrációs görbe paraméterei (a = meredekség; b = y tengelymetszet)

Eredményeinket mg GAE/100 g egységben, friss tömegre vonatkoztatva adtuk meg.

#### 4.6.4. Antocianin-tartalom meghatározása

A színanyagok vizsgálata Füleki és Francis (1968) módszere szerint történt sósavas-etanolos színkinyerési eljárással. A felülúszóból 0,1 g-ot mérünk be, ehhez 0,2 ml cc. sósavat (HCl) (CAS szám: [7647-01-0]) adtunk, és 96%-os alkohollal (CAS szám: [64-17-5]) 10 ml-re kiegészítettük. Az így előkészített minták abszorbanciáját 30 percig sötétben történő állás után vettük fel. Az antocianin-tartalom számítása a következő képlet szerint cianidin-3-glükozid ekvivalensben történt:

$$\text{Összes antocianin (mg/l)} = M_W \times A_{\max} \times DV \times 1000 / (\epsilon / l)$$

$\epsilon$  = extinciókoefficiens 26.900 mol<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>

$M_W$  = molekula tömeg (cianidin-3-glükozid: 449,2g/mol)

$A_{\max}$  = abszorbancia

DV = hígítás

l = a fényút hossza cm-ben

Adatainkat mg Cy3G/100 g egyenértékben, friss tömegre vonatkoztatva adtuk meg.

#### **4.7. FT-NIR spektrális mérések**

A homogenizált gyümölcsminták mérése Bruker MPA típusú FT-NIR (Ettlingen, Németország) készüléssel történt a MATE Alkalmazott Kémia Tanszéken. Egy mintát hét alkalommal mértünk meg, és a további elemzésekhez ezen eredmények átlagát használtuk. A készülék mérési tartománya  $12.500\text{--}4.000\text{ cm}^{-1}$ ; az alkalmazott felbontóképesség  $16\text{ cm}^{-1}$ ; pásztázási sebessége 10 kHz. A spektrumokat transzflexiós eljárással vettük fel. 20 mm átmérőjű üveg mintatartót alkalmaztunk, amely acél ellendarabbal van kiegészítve. Az ellendarab ún. „karmocskái” 2 mm rétegvastagságot biztosítanak.

##### **4.7.1. Növényminták és referenciaadatok**

Spektrális méréseinket, a génbanki ültetvényben található 11 bodzafajta, 2016-ból Kovács Szilvia által begyűjtött gyümölcsmintáin végeztük el. A spektrumokhoz szükséges referencia értékek (vízoldható szárazanyag-, titrálható savtartalom) meghatározása is e minták alapján történt. A felvett spektrumokat kísérletünkben négyféle referencia adatsorral hasonlítottuk össze. A referencia adatok egy részét saját kémiai vizsgálatunk, vagyis e minták alapján meghatározott vízoldható 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. A fajták csoportokba sorolását a jobb átláthatóság érdekében az eredmények fejezet vonatkozó részében tüntetjük fel.

#### **4.8. Mintagyűjtés elem- és nehézfém tartalom meghatározáshoz**

A génbanki ültetvényből származó virágzati mintákat, a virágzási időtől függően május-júniusban, teljes virágzáskor gyűjtöttük. A gyümölcsöket is optimális érettségi állapotban szedtük, majd a kocsányuk eltávolítását követően, turmixgéppel homogenizáltuk, felhasználásig fagyasztva ( $-25^{\circ}\text{C}$ ) tároltuk. A fajták levelit a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara levélmintavételezési útmutatójában meghatározott ajánlás alapján a gyümölcsök érésekor szedtük le. A kifejlett levéllemezeket a hajtás középső részéről gyűjtöttük, melyek épek, egészségesek, szennyeződéstől mentesen voltak.

A nehézfémek vizsgálatához különböző vadon megtalálható bodzaállományokból gyűjtöttünk virágzati és gyümölcsmintákat két éven keresztül, 2018-ban és 2019-ben. A virágzatok- és gyümölcsminták vételi ideje, valamint feldolgozása megegyezik az ültetvényből származó minták esetén alkalmazott módszerrel. A minták gyűjtési helyét, a közutaktól mért távolságát és a forgalom intenzitását az eredmények fejezetben tüntettük fel. A gyűjtési helyek GPS koordinátáinak, valamint a közúttól mért távolságuk meghatározása a [www.google.hu/maps](http://www.google.hu/maps)

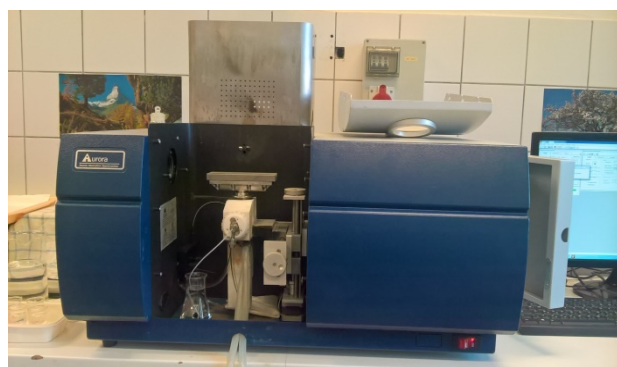


segítségével történt. A forgalom intenzitását a Magyar Közút Nonprofit Zrt. által kiadott: Az országos közutak 2019. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma alapján határoztuk meg.

#### 4.9. Elemtartalom meghatározás, minta előkészítés

A növényi részek ásványianyag-tartalmának meghatározását a MATE Agrárkörnyezettani Tanszéken végeztük. A levelek és virágzatok begyűjtését követően a mintákat szobahőmérsékleten szárítottuk, majd darálóval porítottuk. A növényi mintákból a roncsoláshoz 2-2 g-ot mértünk ki, majd 10 ml cc. salétromsavat ( $\text{HNO}_3$ ) és 4 ml hidrogén-peroxidot ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) adtunk hozzá. Az így bemért elegyet  $150^\circ\text{C}$ -on, 100 percig roncsoltuk. A roncsolás végeztével a mintákat leszűrtük és térfogatukat desztillált vízzel 100 ml-re egészítettük ki. Az így előkészített mintákban mértük meg az elemek koncentrációját.

Az elemek közül a vas, nátrium, cink, réz, bór, kadmium és ólom mennyiségét Aurora AI1200 atomabszorpciós spektrométerrel (AAS), a kalciumot és a káliumot pedig Instruments FP910 típusú lángfotométerrel mértük meg (10. ábra). Mindkét mérési eljárásnál az elemek meghatározását kalibráció előzte meg, valamint szükség esetén a feltárt mintaoldatokat hígítottuk a kalibrációs intervallumnak megfelelően. Az eredményeinket a bemérési minták tömegének ismeretében a virágzatok és levelek esetén száraz tömegre, a gyümölcsök esetében pedig friss tömegre vonatkoztatva adtuk meg.



10. ábra: Aurora AI1200 atomabszorpciós spektrométer (balra) és Instruments FP910 típusú lángfotométer (jobbra) (Fotó: Csorba, 2018)

#### 4.10. Az eredmények értékelési módszere

##### 4.10.1. A kijelölt vesszők vizsgálati szakaszokra bontása

A fajták vesszőin felmért virágzatok és ernyők számának, valamint az ernyők tömegének összehasonlításához a vesszők náduszainak hosszúságát és átmérőjét vettük alapul. Az eltérő vesszőhosszúsága és náduszszáma miatt a vesszők és mért paramétereik csak úgy hasonlíthatók össze, ha a vesszőket szakaszokra osztjuk. A szakaszokon belül adatainkat összegeztük (pl.

virágzatok, érett ernyők száma) vagy átlagoltuk (virágzatok nyílásának, ernyők érésének sorrendje).

A szakaszhatárok megállapításánál a 'Haschberg' vesszőin mért internódium hosszúságok és a nóduszok felett mért vesszőátmérők adatait vettük alapul. A vesszőkön az átmérő és a hosszúság paraméterek alapi résztől a csúcsi részig történő változását értékelve négy szakasz elkülönítésére került sor. A szakaszhatárok kialakításánál kiszámoltuk a vesszők egyes szakaszaiban mért értékek móduszát, és meghatároztuk az osztópontok százalékos arányát. 2017-ben az osztópontok százalékos aránya 12-42-78%, 2018-ban 11-44-78%, 2019-ben pedig 15-50-81% volt. E három osztópont különíti el minden vesszőnél a négy szakasz hosszát. A későbbiekben az adatok értékelése során minden fajtánál ezeket az osztópontokat vettük alapul.

#### **4.10.2. Eredmények statisztikai értékelése**

A gyümölcsök fizikai paramétereit kétszemponos ANOVA modellekkel értékeltük (Dobson, 2002; Hang, 2014). Az elemzési modellekben az ernyőket tekintettük egyednek (megfigyelési egységnek). Az egyes modellekben a vizsgált célváltozó mellett a fajta és az év fix hatásként jelent meg. A két hatás közötti interakciót is vizsgáltuk. Azokban az esetekben, amikor az interakciós tag szignifikáns volt, a fő hatások (fajta, év) nem különíthetők el, azokat kölcsönhatásban, együtt értékeltük. Amikor a modellilleszkedés nem volt megfelelő (reziduumok normalitása nem teljesült), a célváltozókon adattranszformációt végeztünk (Box és Cox, 1964; 1982), illetve az extrém kiugró néhány értéket esetlegesen elhagytuk.

A beltartalmi paraméterekből mindhárom évben fajtánként három ismétlést mértük meg, melyből statisztikai vizsgálatainkhoz ezen eredmények átlagát használtuk fel. Az elemtartalom vizsgálatok esetében mindhárom évben, míg a nehézfém-tartalom vizsgálatnál pedig mindkét évben, minden növénymintából egy-egy mérésre került sor. A fent említett adatainkat egyszemponos ANOVA modellekkel elemeztük (Dobson, 2002; Hang, 2014). A homogenitás ellenőrzése Levene's teszttel történt. Szignifikáns heteroszkedaszticitás esetében Welch ANOVA és Games-Howell post-hoc tesztet végeztünk. A homogén részhalmazokat minden változó esetében átlag- és szórásdiagramon ábrázoltuk.

A beltartalmi paraméterek, illetve az elemtartalom, valamint nehézfémek közötti lineáris összefüggések értékelése céljából Pearson-féle korrelációit és szórásdiagramot alkalmaztunk.

Minden elvégzett statisztikai vizsgálatunk során a modell reziduumok (hibatagok) normalitását Kolmogorov-Smirnov próbával, a ferdeségi mutató alapján és hisztogrammal, valamint kvantilis-kvantilis ábrával ellenőriztük. Párónkénti összehasonlításra becsült marginális átlagok (estimated marginal means) módszerét használtuk Sidak p-érték korrekcióval. A modell eredmények összehasonlítása érdekében a kapott p-értékeket Bonferroni módszerével

korrigáltuk. Az alkalmazott próbák kétoldaliak voltak, minden esetben a  $p < 0,05$  eredményeket tekintettük statisztikailag szignifikánsnak. A statisztikai elemzés IBM SPSS Statistics 25 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) programcsomag felhasználásával történt.

#### **4.10.3. FT-NIR eredmények értékelése**

A spektrumképek vizsgálatához és a jellegzetes elnyelési területek azonosításához az OPUS 7.2 (Bruker, Ettlingen, Németország) szoftvert használtuk. A statisztikai vizsgálatok során minden esetben ugyanazt a három spektrumtranszformációs (adatelőkezelés) műveletet használtuk: vektor normalizáció vagy más néven standardizálás (SNV); arányos (többszörös) szóródás korrekció (MSC) és deriválás. Az adatelőkezelés lényege, hogy a spektrumadatokat különböző matematikai függvény transzformációknak vetjük alá, amellyel a finom eltéréseket, szemcseméretből eredő eltolódásokat, valamint az átlapolásokat tudjuk szétválasztani.

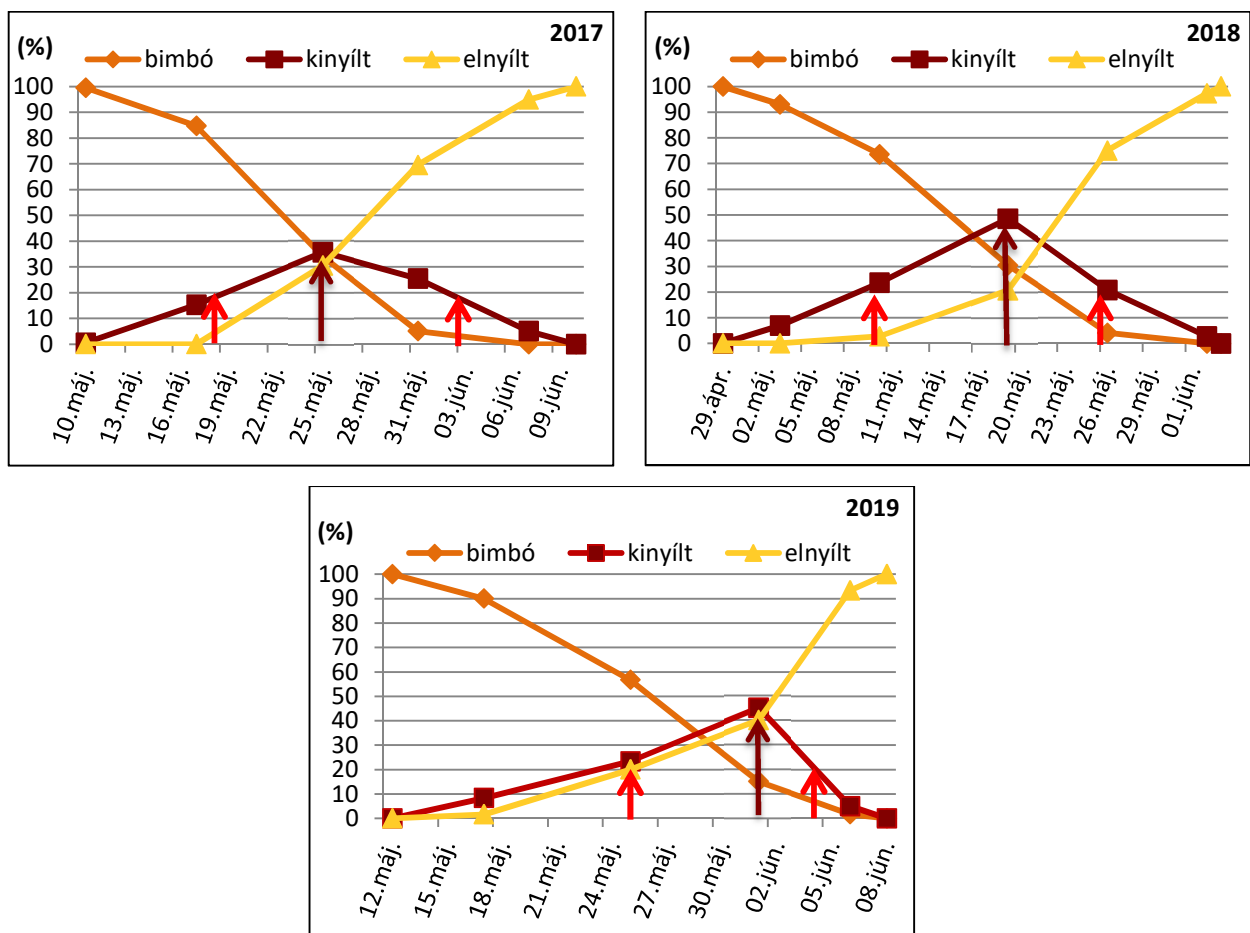
Az adatok statisztikai értékeléséhez a Statistica 8.0 (StatSoft, Tulsa, USA) és Unscrambler 10.4 (CAMO, Oslo, Norvégia) szoftvereket alkalmaztuk. A minták elemzése és összehasonlítása főkomponens elemzéssel (PCA) és lineáris diszkriminancia analízissel (LDA) történt. A PCA vizsgálatot elvégeztük mindhárom 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.

## 5. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

### 5.1. Szabadföldi vizsgálatok

#### 5.1.1. Bodzafajták virágzási ideje és dinamikája

A fajtánként kijelölt öt vesszőn a virágzás ütemét folyamatosan kísértük végig a három egymást követő évben (2017-2019). A heti gyakorisággal végzett virágzásdinamikai vizsgálatok végeztével, a feljegyzett bimbók, kinyílt és elnyílt virágzatok számát összesítettük, majd megadtuk a virágzatok százalékos arányát, melyekből virágzási fenogramot készítettünk. A virágzás kezdetének azt az időpontot tekintettük, amikor a növényen található virágzatok 1-5%-a kinyílt. A virágzás végének azt az állapotot jelöltük ki, amikor a virágzatok 95-100%-a elvirágzott. Teljes virágzási időtartamnak az első virágzatok kinyílásától az utolsó virágzatok elvirágzásáig tartó időszakot neveztük. A fővirágzás időszakának és időpontjának meghatározási módját a 11. ábra szemlélteti.



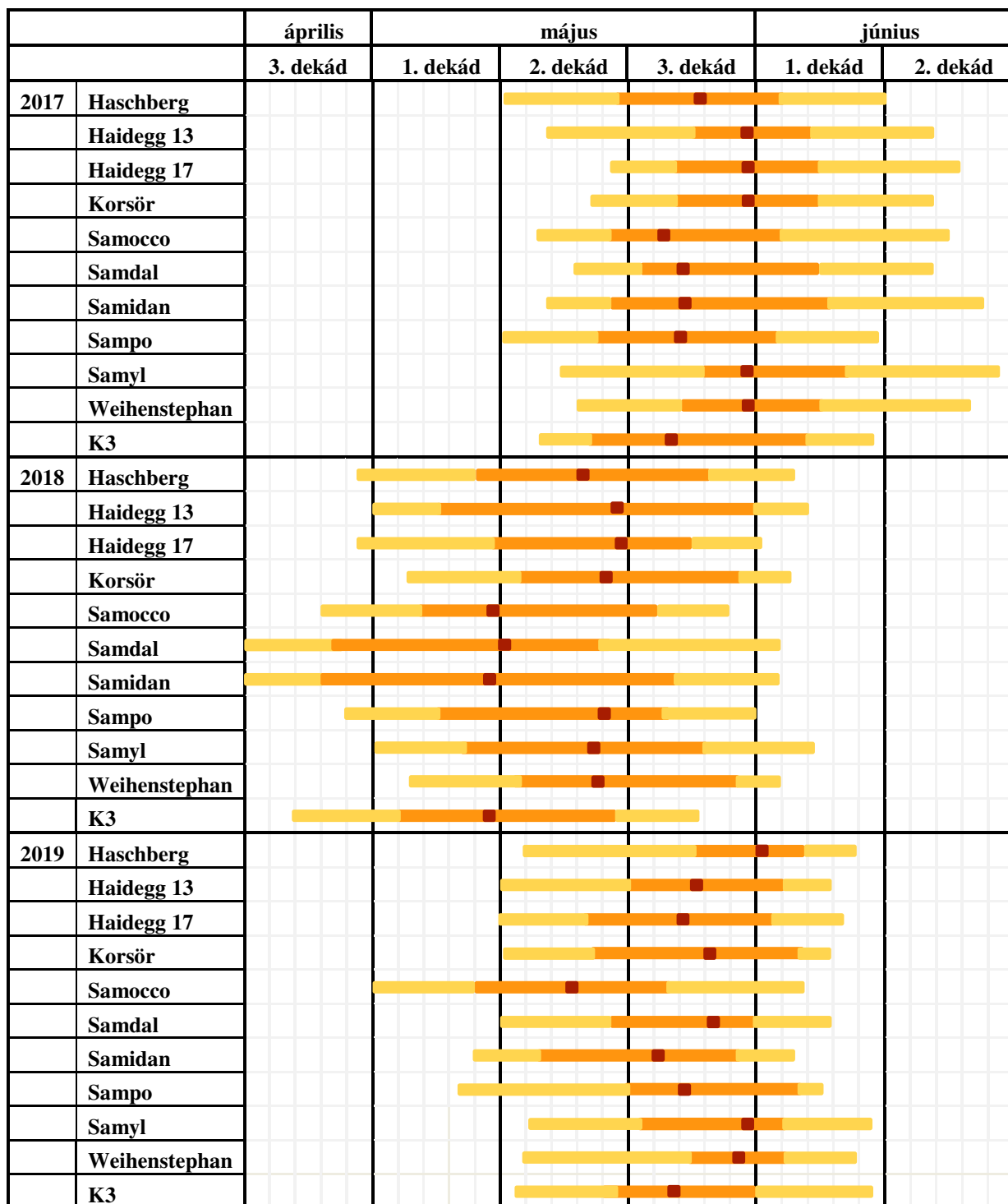
11. ábra: A 'Haschberg' virágzási fenogramja (Soroksár, 2017-2019). A jobb és bal oldali nyilak a fővirágzás kezdetét és végét, a középső nyíl a fővirágzás időpontját jelöli

Mezősi (2016) nyomán a fővirágzás időpontjának azt a napot tekintettük, ahol a kinyírási görbe a legmagasabb értéket elérte, fővirágzási időszaknak pedig azt, ahol egy fajta virágnyírási görbéje elérte és meghaladta a 20%-ot. A példaként feltüntetett 11. ábra is jól szemlélteti Bodor (2009) azon megállapítását, hogy a virágnyírási görbe csúcsa nem minden esetben esik a bimbó/kinyírt virág és kinyírt/elnyírt virág görbék metszéspontjai közötti időszakra.

A virágzási fenogramok segítségével meghatároztuk a fajták egymáshoz viszonyított virágzási idejét, mely a 12. ábrán került feltüntetésre. Az ábrán megjelöltük a fajták virágzásának kezdetét és végét, a teljes virágzás idejét, valamint a fővirágzás napját is. A vizsgálati évek közül legkorábban 2018-ban (április utolsó dekádjában) kezdődött el a virágzás, 2019-ben május első, 2017-ben pedig egy fajta kivételével május második dekádjában. A leggyorsabban végbemenő virágzást 2019-ben tapasztaltuk, mely mintegy négy hetes periódust foglalt magában. 2017-ben öt, 2018-ban pedig hat hétig tartó, elhúzódóbb virágzási időszakot jegyeztünk fel. A legkorábban és a legkésőbb nyíló fajták virágzáskezdeté között 2017-ben csak 8-9 nap, 2018-ban és 2019-ben pedig 12-13 nap telt el. Augustin (2000) hozzánk hasonlóan néhány nap eltéréstől számol be a bodzafajták virágzáskezdeté között, de vizsgálatainkkal ellentétben ő csak 7-10 napos virágzástartamokról írt. Tapasztalataink egyes szakirodalomban fellelhető adatokhoz képest eltérnek. Németországból származó kutatások alapján a virágzatok nyírájának ideje (Zeithöfler, 2002; Höhne, 2014) május vége és június közepe-vége közé esik. Hazai irodalmak szerint (Tóth és Kovács, 2001) azonban a fajták már május második dekádjának elején megkezdik a virágnyírájukat.

A 'Haschberg' virágzása 2017-ben május 10-én kezdődött és a virágzás utolsó napja június 10. volt, vagyis az első kinyírt virágzat és az utolsó elnyírt virágzat között 31 nap telt el. A fővirágzás időszaka 14 napot ölelt fel, május 19-től június 2-ig tartott, a fővirágzás napja pedig május 26-ra esett. 2018-ban a virágzás április 29-én indult és június 3-ig tartott (35 nap). A fővirágzás 18 napig tartott, május 8-tól május 26-ig, május 17-i fővirágzási nappal. 2019-ben a virágnyírási kezdete (május 12) és vége (június 8) között 27 nap telt el. A fővirágzás május 25-től június 4-ig tartott (10 nap), a fővirágzás napja június 1. volt.

A 'Haidegg 13' virágai 2017-ben május 14-én kezdtek el nyílni, az utolsó virágok elnyírást pedig június 14-én tapasztaltuk (31 nap). A fővirágzási időszak 10 napot ölelt fel (május 25-től, június 4-ig), a fővirágzás időpontja május 31-re esett. 2018-ban május 1-én kezdődött a virágzás és június 4-én fejeződött be (35 nap). A fővirágzási időszak május 5-től 31-ig tartott, május 20-i fővirágzási nappal. 2019-ben május 10-től június 6-ig tartott a virágzási időszak (27 nap), május 20-tól június 2-ig tartó fővirágzási időszakkal és május 26-i fővirágzási időponttal.



12. ábra: Bodzafajták virágzási ideje, fővirágzási időszaka és a fővirágzás napja (Soroksár, 2017-2019)

Jelmagyarázat: [sárga] virágzás hossza; [narancs] fővirágzás ideje; [vörös] fővirágzás időpontja

A 'Haidegg 17' virágzása 2017-ben 28 napot ölelt felt. A virágzás május 19-én kezdődött és június 16-án ért véget. A 12 napig tartó fővirágzás május 24-től június 5-ig tartott, május 31-i fővirágzási nappal. 2018-ban április 30-tól május 31-ig nyíltak a virágok (32 nap). A fővirágzás időszaka május 10. és 25. közé esett (15 nap), május 19-i fővirágzási nappal. 2019-ben május 10-

én kezdődött és június 7-én ért véget a virágzás (28 nap). A fővirágzás május 17-től június 1-ig tartott (15 nap), a fővirágzás időpontja pedig május 25-re esett.

A 'Korsör' virágzása 2017-ben május 17-én kezdődött és június 4-én ért véget (18 nap). Május 24-én kezdődött és június 5-én ért véget a fővirágzás időszaka (12 nap). A fővirágzás időpontja május 31-re esett. 2018-ban a virágzás 31 napig tartott, május 3-tól június 3-ig. A fővirágzás időszaka május 12-től május 30-ig tartott (18 nap), május 19-i fővirágzási időponttal. 2019-ben május 10-én kezdődött a virágzás, és az utolsó virágok elnyílását június 6-án jegyeztük fel (27 nap). A fővirágzási időszak május 18-tól június 3-ig tartott (16 nap). A fővirágzás időpontja május 27-e volt.

A 'Samocco' első virágai 2017-ben május 13-án nyíltak, az utolsók június 15-én virágoztak el (33 nap). A fővirágzás május 19. és június 2. közé volt tehető (14 nap), május 23-i fővirágzási nappal. 2018-ban április 26-án kezdődött és május 28-án ért véget a virágzás (32 nap). A teljes virágzás május 4. és 22. között volt (18 nap), a fővirágzás napja pedig május 10-re esett. 2019-ben a virágzás május 1-én kezdődött, vége pedig június 4-ére volt tehető (35 nap). A fővirágzás 15 napig, május 8-tól május 23-ig tartott, május 16-i fővirágzási nappal.

A 'Samdal' május 16-án kezdte és június 14-én fejezte be virágzását 2017-ben (29 nap). A fővirágzás időszaka május 21-től június 5-ig tartott (16 nap), a fővirágzás időpontja május 25-re esett. 2018-ban április 20-tól június 2-ig tartott a virágzási időszak (43 nap). A fővirágzási időszak 21 napot ölelt fel (április 27-től május 18-ig), május 11-ei fővirágzási időponttal. A virágzás 2019-ben május 10-től június 6-ig tartott (27 nap). A fővirágzási időszak május 19-én kezdődött és 31-én ért véget (12 nap), fővirágzás időpontja május 27-re esett.

A 'Samidan' virágzási időszaka 2017-ben május 14-től június 18-ig tartott (34 nap). A fővirágzás május 19-től június 6-ig tartott (18 nap), a fővirágzás időpontja május 15-én volt. 2018-ban április 20-án kezdődött és június 2-án ért véget a virágzás (43 nap). A fővirágzás időszaka április 26-tól május 24-ig tartott (28 nap), május 10-i fővirágzási nappal. 2019-ben a virágzás május 8-án kezdődött és június 3-án ért véget (26 nap). A fővirágzás időszaka május 13-tól 28-ig tartott (15 nap), a fővirágzás időpontja május 23-ra esett.

A 'Sampo' virágzása május 10-től június 10-ig tartott 2017-ben (31 nap). A teljes virágzás 15 napig tartott, május 18-tól június 2-ig, május 25-i fővirágzási nappal. 2018-ban az első virágzat nyílásának a napja április 28-ára, az utolsó virágzat elnyílása pedig május 31-re esett (33 nap). A fővirágzás időszaka május 5-től május 23-ig tartott (18 nap), a fővirágzás napja május 19-re esett. A 2019-es virágzás május 7-én kezdődött és június 5-én ért véget (29 nap). A teljes virágzás május 20-án kezdődött és június 3-án ért véget (14 nap), a fővirágzás időpontja május 25-re esett.

A 'Samyl' virágzása 2017-ben május 15-én kezdődött és június 19-én ért véget (35 nap). A fővirágzás május 26. és június 7. között (12 nap) zajlott, május 30-i fővirágzási nappal. 2018-ban a virágzás 36 napot ölelt fel, május 1-től június 5-ig tartott, ezen belül a fővirágzás időszaka május 8. és 26. közé volt tehető (18 nap). A fővirágzás napja pedig május 18-ra esett. 2019-ben május 12-től június 9-ig tartott a virágzás (28 nap). A fővirágzás május 21-től június 2-ig tartott (13 nap), május 30-ai fővirágzási időponttal.

A 'Weihenstephan' május 16-án kezdte és június 17-én fejezte be virágzását 2017-ben (32 nap). A fővirágzás időszaka május 24-én kezdődött és június 5-én ért véget (12 nap), május 31-i fővirágzási időponttal. 2018-ban május 3-án kezdődött el és június 2-án ért véget a virágzás (30 nap). A fővirágzás időszaka 17 napig, május 12-től május 29-ig tartott, május 18-i fővirágzási nappal. 2019-ben május 12-én kezdődött és június 8-án ért véget a virágzás (27 nap). A fővirágzás időszaka május 25-től tartott június 2-ig (8 nap), május 29-i fővirágzási időponttal.

A K3 fajtajelölt virágníllása 2017-ben május 13-án kezdődött el és június 9-én ért véget (27 nap). A május 17. és június 4. közötti fővirágzási időszak 18 napig tartott, a fővirágzás napja pedig május 24-re esett. 2018-ban a virágzási időszak április 24-től május 26-ig tartott (32 nap). A teljes virágzás május 2. és május 19. között 17 napot ölelt fel, a fővirágzás napja pedig május 10-én volt. A virágzáskezdet 2019-ben május 11-re a virágzás vége pedig június 9-re volt tehető (29 nap). A 12 napig tartó fővirágzás május 19-től 31-ig tartott május 4-i fővirágzási időponttal.

### **5.1.2. Bodzafajták virágzási sorrendje**

A gyümölcsfák virágzásának idejét és menetét a faj, fajta vagy klón is meghatározza, mivel ezek különböző hőösszeg- vagy hidegigénnyel rendelkezhetnek (Tóth, 2015). Eredményünk is jól szemlélteti, hogy a bodzafajták virágzásának kezdetében és menetében is különbségek vannak (12. ábra). A fajták virágzási sorrendje nagyobb mértékű azonosságot 2017-ben és 2018-ban mutatott, míg a másik két évhez képest, 2019-ben jelentős mértékű eltérést tapasztaltunk. Vannak fajták, melyek virágzási sorrendje többnyire állandó pl. a 'Samocco' középkorai és a 'Haidegg 17' középkései virágzása, mely két évben is tapasztalható tulajdonság volt. Több fajta virágzási ideje ('Samyl', 'Sampo') azonban labilisnak mondható, a modifikáló hatások befolyásoló hatása jobban érvényesül. Korábbi vizsgálati eredmények alapján azonosságot a fajták egymáshoz viszonyított virágzási sorrendjében a 'Haschberg', 'Korsör', 'Samocco' és a 'Sampo' fajtáknál és a K3 fajtajelölnél találtunk (Molnár, 2013; Mezősi, 2016).

A három év feljegyzett adatai alapján a fajtákat öt virágzási csoportba soroltuk. A virágzási sorrendek a fővirágzási időszakuk alapján kerültek meghatározásra. Korai virágzás jellemzi a 'Samidan'-t és a 'Sampo'-t, középkorai virágzású a 'Samocco' és a K3, középidéjű virágzási csoportba a 'Samdal' és a 'Samyl' tartoznak. A középkései virágzási csoportba tartozik



a 'Haschberg' a 'Haidegg 13' és a 'Haidegg 17' míg a 'Korsör' és a 'Weihenstephan' a kései virágzási időcsoportba sorolható (7. táblázat). Molnár (2013) dolgozatában a 'Haschberg' és a 'Samyl' kivételével valamennyi fajtát tőlünk eltérő virágzási időcsoportba sorolta. Mezősi (2016) a 'Samocco'-t a 'Sampo'-nál korábbi virágzással jellemzi, mely nincs összhangban tapasztalatainkkal. Adatainkat, miszerint a 'Sampo' a 'Haschberg'-nél korábbi virágzású fajta Möhler (2000) és Matejcek et al. (2015) megfigyelései megerősítik.

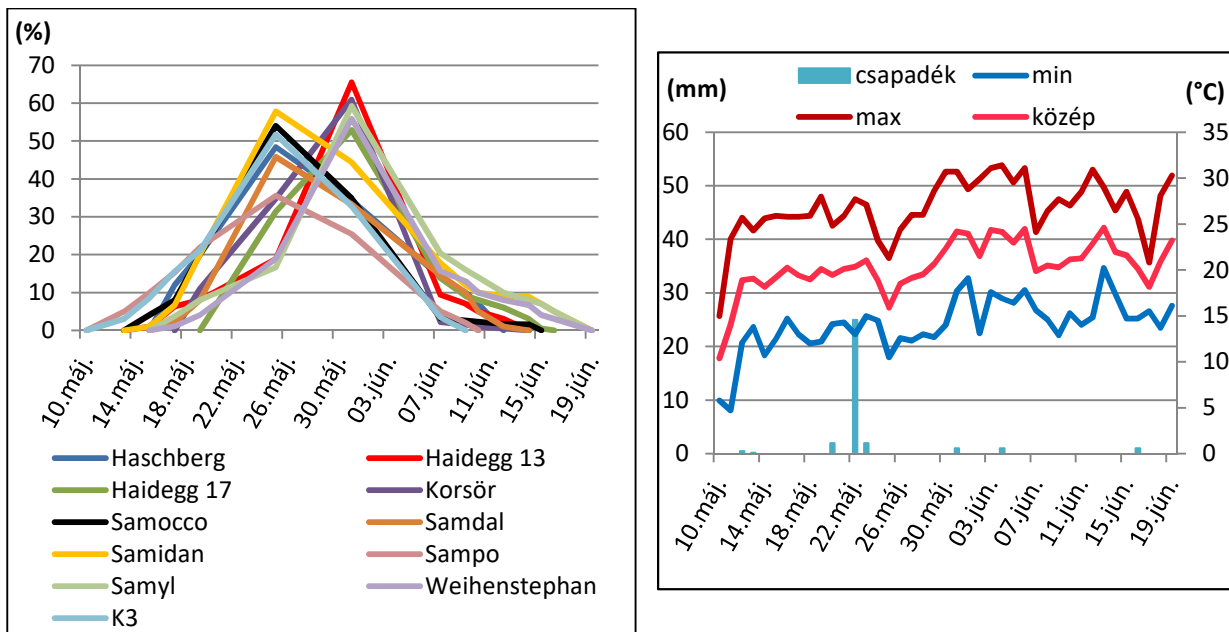
7. táblázat: Bodzafajták csoportosítása virágzási idejük szerint (Soroksár, 2017-2019)

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

### 5.1.3. Vizsgálati évek hatása a virágzás idejére, menetére

A virágzási időt a genotípus mellett számos más tényező, többek között a terület földrajzi és éghajlati adottsága, valamint a hőmérsékleti és csapadékviszonyok is befolyásolják, amit eredményeink is megerősítenek. A virágzatok nyílásának kezdetében, hosszában, dinamikájában is nagyobb mértékű eltérést tapasztaltunk a különböző vizsgálati években. Höhne (2014) bodzafajtákkal végzett németországi kutatásában hozzánk hasonlóan beszámol a hőmérsékletről, mint virágzást modifikáló tényezőről.

A fajták virágzása 2017-ben május második dekádjában kezdődött. A virágzaskori átlagos hőmérséklet a másik két évhez viszonyítva kiegyenlítettebbnek volt mondható (20,4°C). A hőmérséklet kisebb mértékű visszaesése a virágzási időszak elején, majd a végéhez közeledve volt megfigyelhető. A virágzási időszakban összesen 32,7 mm csapadékot mértek, melyből nagyobb mennyiség egy alkalommal, május 22-én hullott (25 mm). A csapadék és az azt követő időszak hőmérséklet visszaesése a korai virágzású fajták virágnyílásának ütemét kissé megállította, a később nyíló virágzáskezdetét pedig megnyújtotta. A virágzási időszak végén bekövetkezett hőmérsékletcsökkenés a virágzás ütemének lelassulását, ezáltal a virágzás elhúzódását okozta (13. ábra).



13. ábra: Bodzafajták virágnyílásának menete (balra), a hőmérséklet és a csapadék mennyiségének változása a virágzás alatt (jobbra) (Soroksár, 2017)

(Forrás: [www.metnet.hu](http://www.metnet.hu))

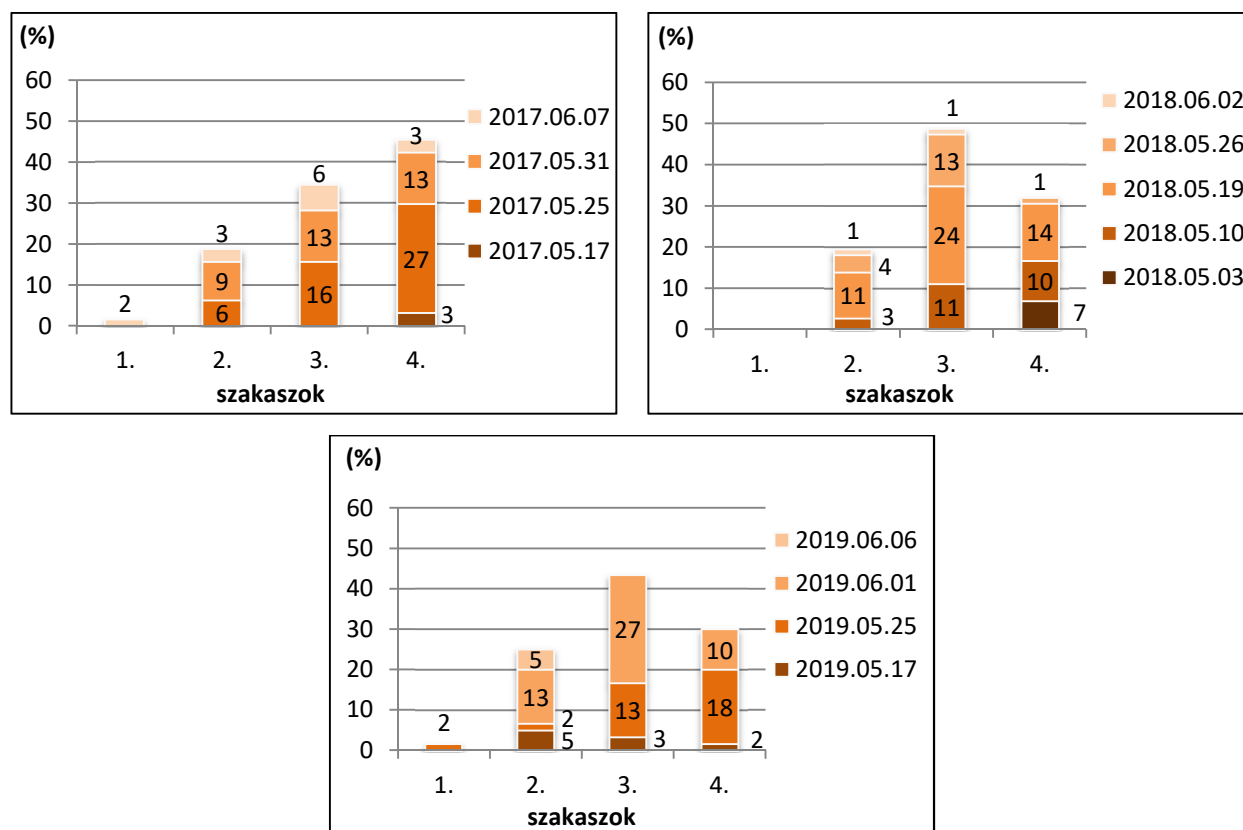
2018-ban nagyon korán, már április utolsó dekádjában elkezdődött a virágzás. Ebben az évben a virágzás idején az átlagnál jóval melegebb 20,7°C-os átlagos hőmérsékletet és mérsékelt mennyiségű (74 mm) csapadékot jegyeztek fel (1. melléklet). A tavaszi hónapokban tapasztalt szokatlanul meleg időjárás, valamint a soroksári Gyümölcsstermesztési Ágazat könnyen felmelegedő homoktalaja is hozzájárult a fajták igen korai virágnyílásához. A virágzás kezdetén uralkodó magas hőmérsékletre a fajták gyors kezdeti virágnyílással reagáltak. Az április végi átmeneti lehülés a virágzás dinamikáját kisebb mértékben visszavetette. Hasonló lassulás a május közepén többszöri alkalommal hullott kisebb mennyiségű csapadék és a hőmérséklet visszaesés hatására is megfigyelhető volt. A virágzás utolsó szakaszában, a május végi és június eleji hőmérséklet emelkedés miatt gyorsabb ütemű elvirágzást jegyeztünk fel.

2019-ben május második dekádjában kezdődött el a legtöbb fajta virágzása. A virágzási időszak alatt, májusban szélsőségesen sok csapadék (13 alkalommal összesen 212 mm) hullott, ami a többi évhez képest jóval alacsonyabb 16,4°C átlagos hőmérséklettel párosult. Ahogy a 2. mellékletben látható, a virágzás kezdetén bekövetkező nagyobb mennyiségű csapadék és lehülés hatására a virágzás kezdete elhúzódott. A május végi erős felmelegedés, valamint csapadékmentes időszak a fajták gyorsabb ütemű elvirágzását, szíromhullását eredményezte. A későbbi virágzáskezdet, majd a fővirágzást követően a virágzás ütemének felgyorsulása rövidebb és koncentráltabb lefolyású virágnyílást eredményezett.

### 5.1.4. Virágnyílás sorrendje a vesszők vizsgálati szakaszain

A virágzatok nyílásának sorrendét a kijelölt vesszőkön, mindhárom évből, hat fajta ('Haschberg', 'Haidegg 17', 'Samocco', 'Sampo', 'Samyl', K3) esetében mutatjuk be. A különböző fajták vesszőinek összehasonlíthatósága érdekében a vesszőket szakaszokra bontottuk (lásd 4.10.1. fejezet), és az adatokat a szakaszokon belül összegeztük. Az első szakasz a vesszők alapi részén, a negyedik szakasz a csúcsi részen helyezkedik el. A fajták megválasztása során arra törekedtünk, hogy a hazai termesztők körében legnagyobb arányban termesztett, illetve perspektivikusnak tűnő fajtákat vonjuk be kísérletünkbe.

A 'Haschberg'-nél tett megfigyeléseink alapján, a virágzatok nyílása a vesszők csúcsi része felől kezdődik (14. ábra). A virágnyílás kezdetét követő egy héten belül két évben (2017-ben és 2019-ben) kb. 45-51%-a, 2018-ban viszont ezen időtartam alatt a virágzatok csak kevesebb, 31%-a nyílt ki. Ezek a virágzatok főként a vesszők harmadik és negyedik vizsgálati szakaszain, vagyis a vesszők felső 1/2 részében nyíltak. A vesszők alapi részén az első és második szakaszban található virágokat későbbi nyílás jellemezte, az összes virágzathoz képest arányuk 19-27%-ra tehető. A későn nyíló virágzatok azonban nemcsak a vesszők alsó nóduszain, hanem a középső részen is megjelentek.



14. ábra: Virágnyílás sorrendje a 'Haschberg' kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017-2019)

(%: kinyílt virágok aránya)

A 'Haidegg 17' az első és második nódusznál csak ritkábban, főként a harmadik nódusztól hozta virágzatait. 2019-ben a második, harmadik és negyedik szakaszban is nyíltak az első virágzatok. Ezzel ellentétben, 2017-ben a harmadik és negyedik, 2018-ban pedig a negyedik vizsgálati szakaszban, tehát a vesszők felső harmadában kezdődött el a virágzás (3. melléklet). Míg 2017-ben és 2018-ban két hét alatt a virágzatok több mint 80%-a kinyílt, addig 2019-ben ez idő alatt csupán 66%-a nyílt ki. A vesszők első és második szakaszaiban található virágzatok aránya 12-27% volt, az utolsók is főként itt nyíltak, arányuk 2-8% volt.

A 'Samocco'-nál 2018-ban csak a második szakasztól, 2017-ben és 2019-ben az első szakaszon is megfigyeltünk virágzatokat. A fajta virágzása 2017-ben a vessző csúcsi részén kezdődött el, a másik két vizsgálati évben pedig a vessző teljes szakaszán tapasztaltunk kinyílt virágzatokat (4. melléklet). 2017-ben a virágzatok 61%-a, 2018-ban 60%-a 2019-ben pedig 72%-a nyílt ki az első két vizsgálati időpontban. A legkésőbb nyíló aránya 2-9% volt, melyek az első, második és a harmadik szakaszban fordultak elő.

A 'Sampo'-nál mindhárom vizsgálati évben csak a második szakaszban jelentek meg virágzatok (5. melléklet). Megfigyeléseink szerint 2017-ben a virágnyílás kezdetét követő 6-7 napon belül a virágzatok 69%-a nyílt ki, míg 2018-ban 46%-uk nyílt ki egy hét alatt. Ezzel ellentétben, 2019-ben két hét alatt a virágzatok csupán 56%-a nyílt ki. Az első virágzatok 2017-ben és 2018-ban a harmadik és negyedik szakaszban, 2019-ben a vesszők negyedik szakaszain nyíltak, tehát a vesszők felső 1/2-én. A legkésőbb nyíló virágzatok aránya 5-12%, melyek főként a második szakaszban a vesszők alapi részéhez közel eső részen találhatóak. A későn nyíló virágzatokat néhány %-os arányban a vesszők középső részén is feljegyeztünk.

A 'Samyl' vesszőin 2017-ben és 2019-ben már az első szakaszban is, 2018-ban pedig csak a második szakaszban jelentek meg virágzatok (6. melléklet). Virágnyílása 2017-ben és 2018-ban a negyedik szakaszban, 2019-ben pedig a harmadik és a negyedik szakaszban kezdődött el. Megfigyeléseink szerint mindhárom évben a virágnyílás kezdetét követő két héten belül a virágzatok több mint 70%-a kinyílt. A legkésőbb nyíló virágzatok jelenléte nem csak az első és a második, hanem a harmadik szakaszokban is jellemző volt, arányuk 5-9% közé tehető.

A K3 fajtajelölnél 2017-ben és 2018-ban csak a harmadik nódusztól jegyeztünk fel virágzatokat, melyek jellemzően a második szakaszba tartoztak és a legkésőbb nyíltak (7. melléklet). 2019-ben már az első és második nóduszon (első szakasz) is jegyeztünk fel virágzatot. 2018-ban és 2019-ben csaknem a vesszők teljes hosszán nyíltak az első virágzatok, míg 2017-ben a harmadik és negyedik szakaszban volt jellemző. Az első vizsgálati időpont után egy héttel, mindhárom évben a virágzatok 50-57%-a, az ezt követő másfél héten belül pedig további 19-33%-uk nyílt ki. Az utolsóként nyíló aránya 2-12%, melyek döntő mértékben a

vesszők alapi részéhez közeli első és második szakaszokon nyíltak, de néhány százalék a harmadik szakaszban is előfordult.

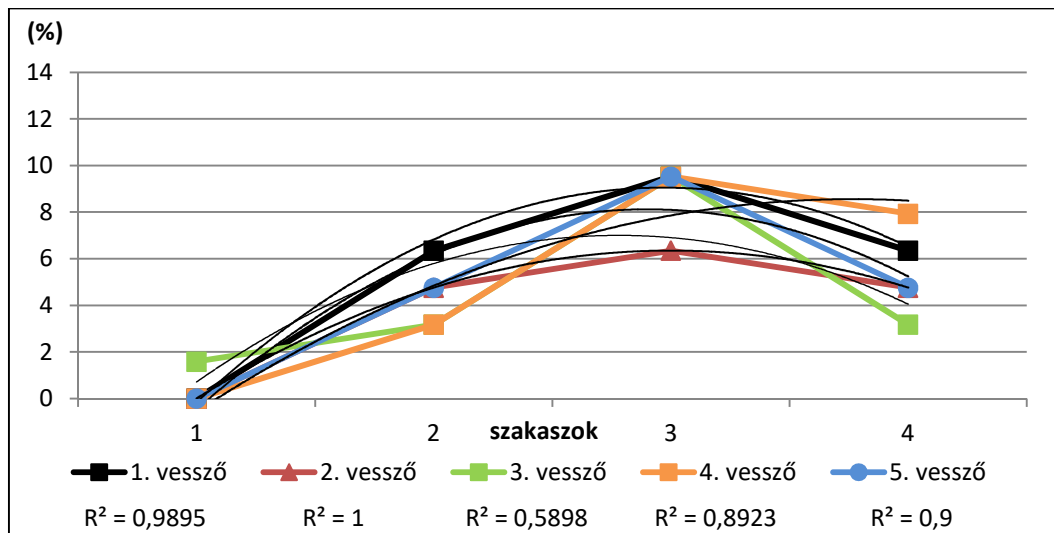
Mezősi (2016) korábbi vizsgálatai megfigyelésünket alátámasztják, miszerint a legtöbb esetben a virágnylás a csúcsi szakaszokban kezdődik el, a legkésőbb nyíló virágzatok pedig az alapi résznél helyezkednek el. Továbbá feljegyzéseinkhez hasonlóan arról is beszámol, hogy az első két vizsgálati időpontban a virágok nagyobb számú kinyílása tapasztalható, míg az utoljára nyíló virágzatok száma meglehetősen alacsony.

### **5.1.5. Virágzatok megoszlása a vesszők vizsgálati szakaszain**

Vizsgálatunk éveiben a vesszők nóduszain található virágzatok számát is feljegyeztük. Ezek az adatok jól szemléltetik, milyen arányú a virágzatok megoszlása a vesszők különböző szakaszain, vagyis megmutatják azt, hogy hol található a fajták vesszőinek legtermékenyebb szakaszai. Eredményeink közül a 2019-es évben tapasztaltakat emeltük ki részletes bemutatás céljából, az előző fejezetben feltüntetett hat fajta ('Haschberg', 'Haidegg 17', 'Samocco', 'Sampo', 'Samyl', K3) esetében. A feljegyzett adatokból diagramot létrehozva kezdetben növekvő, majd csökkenő tendenciájú görbét kaptunk, melyekre legjobban a polinomiális görbe illeszkedik (Mezősi, 2016). Az  $R^2$  érték, vagyis a determinációs együttható, két független változó közötti függvnyszerű kapcsolat erősségét mutatja meg, vagyis esetünkben a görbéink és a ráfektetett függvény közötti kapcsolat erősségét. A kapcsolat erősségét a 0 és 1 közé eső  $R^2$  értékek mutatják. A kapcsolat annál erősebbnek tekinthető, minél közelebb állnak az értékek 1-hez.

A 'Haschberg' öt vesszője közül csak egy esetében figyeltünk meg virágzatokat az első nóduszon (15. ábra). A diagramon jól látható, hogy a virágzatok száma kezdetben egy egyenes és lassú növekedéssel jellemezhető, mely a harmadik szakasznál éri el maximumát, majd ezután viszonylag gyorsabb ütemű csökkenés történik. A harmadik és negyedik szakaszban található meg a legtöbb virágzat (átlagosan 5-9 db), az alapi szakaszokon (1-2. szakasz) ezeknél jóval kevesebb (1-4 db) figyelhető meg. Az  $R^2$  értékek megoszlóak, jellemzően 0,59 és 1 körüliek.

A 'Haidegg 17'-nél a 'Haschberg'-hez hasonlóan csak egy esetben jegyeztünk fel virágzatot az első szakaszban, ami a második nóduszon volt megtalálható. A virágzatok számának növekedése az első és második, valamint a második és a harmadik szakaszok között is egy folytonos, egyenes, erőteljes növekedést mutat (8. melléklet). A görbe a harmadik szakaszban éri el maximumát, ahol átlagosan 10 db virágzat található. A negyedik szakaszban átlagosan hat, a harmadik szakaszban pedig öt virágzat a jellemző. Az  $R^2$  értékek egy kivétellel (első vessző) meglehetősen magasak, ezáltal szoros összefüggésre lehet következtetni.



15. ábra: A 'Haschberg' virágzatainak %-os megoszlása a vesszők vizsgálati szakaszain (Soroksár, 2019)

A 'Samocco'-nál két vessző esetében tudunk virágzatokat feljegyezni az első szakaszban, vagyis az első nóduszon. A diagramon (9. melléklet) alapvetően egy egyenletes ütemű növekedés majd csökkenés figyelhető meg, mely a harmadik szakaszban éri el csúcspontját, tehát itt lett a legtöbb virágzat (3-6 db). Egy vesszőnél tapasztaltuk, hogy a virágzatok száma a harmadik és negyedik szakaszban is megegyezett (5 db). Az  $R^2$  értékek 0,72 körüliek és 0,9 felettié voltak.

A 'Sampo' fajta az első szakaszrészben nem hozott virágzatokat, megjelenésüket csak második szakasztól (2-3. nódusztól) tapasztaltuk. E két szakasz között a görbe lassú ütemű növekedését láthatjuk (10. melléklet). A második és harmadik szakaszok között a görbe növekedés egyes esetekben gyorsabban, míg más esetekben lassabb ütemben következett be. Egy vessző esetében a második és harmadik szakaszokban található virágzatok száma megegyezett. A legtöbb virágzat a harmadik szakaszban volt számolható (3-6 db), a negyedikben 3-4 db, a másodikban pedig 1-3 db volt a jellemző. Az  $R^2$  értékek két vessző esetében alacsonyabb, viszont három vesszőnél meglehetősen magasnak volt mondhatók.

A 'Samyl' vizsgálatra jelölt vesszői közül csak egy nem hozott virágzatot az első nóduszon. A 11. mellékleten jól látható a görbék fokozatos növekedése a harmadik szakaszig, ahol a legtöbb virágzat is feljegyzésre került (7-11 db). A görbék negyedik szakaszig tartó csökkenésének meredeksége a különböző vesszők esetében nagymértékű eltérést mutat. A második és a negyedik szakaszban is ugyanannyi, vagyis átlagosan három db virágzat volt feljegyezhető. Az  $R^2$  értékek egy esetet leszámítva meglehetősen szoros kapcsolatra utalnak.

A K3 fajtajelölnél az első nóduszon csak egy kijelölt vessző esetében képződött virágzat (első szakasz). A 12. mellékletben látható, hogy a különböző vesszők görbéinek lefutása eltérő

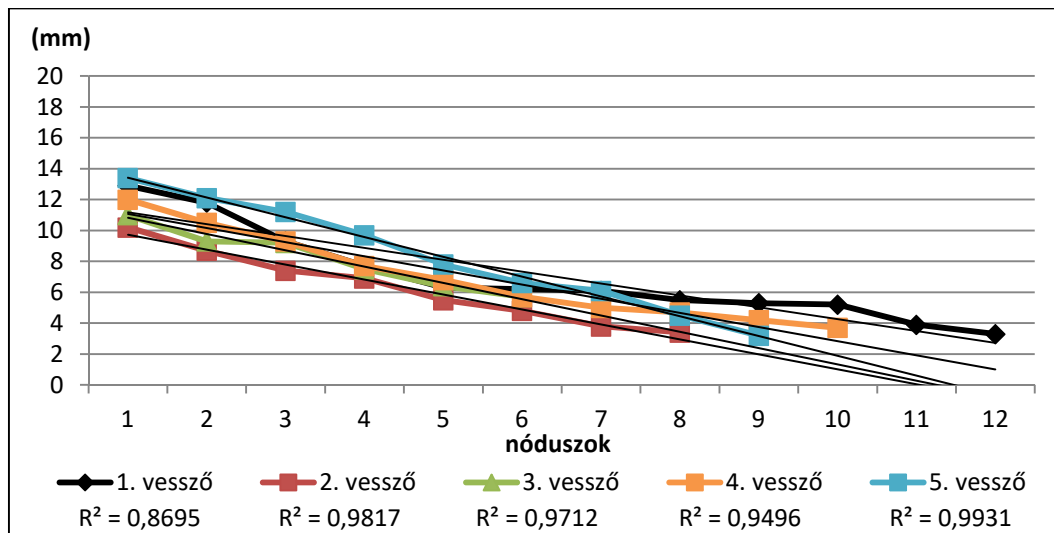
mértékű. Vannak vesszők, melyek görbéi kisebb, mások nagyobb meredekségben haladnak a harmadik szakaszig. A görbék egy kivétellel mind a harmadik szakaszban érik el maximumukat, ahol átlagosan kilenc db virágzat található. A második szakaszban is sok, átlagosan hat, a negyedik szakaszban ennél kevesebb átlagosan öt db virágzat helyezkedik el. Az  $R^2$  értékek az öt vizsgált esetből négyenél szoros kapcsolatra utalnak.

Mezősi (2016) előzetes vizsgálatait az általunk tapasztaltakkal megegyeznek, vagyis a görbék maximuma a fajták többségénél a csúcsi szakaszokban jelentkeznek. A K3-nál és a 'Haidegg 17'-nél hozzánk hasonlóan csak pár alkalommal figyelt meg virágzatokat az alapi részeken. A 'Haschberg' fajtánál tapasztaltakkal viszont ellentétben áll Mezősi megfigyelése, hiszen kutatásában minden vessző alapi szakaszán is feljegyzett virágzatokat. Sipos (2010) véleménye szerint a termesztés szempontjából azok a fajták perspektivikusak, melyeknek a vesszők alsóbb részén található rügyei is termőrügyek, ezáltal nagy termőképességűek.

#### **5.1.6. A vesszővastagság és az internódiumok hosszának alakulása**

A kijelölt vesszőkön az alapi és csúcsi rész között elhelyezkedő internódiumok átmérőit is feljegyeztük. A vesszők átmérő értékét mindig a nódusz felett mértük, az alapi résztől a csúcsi rész irányába. Eredményeinket a már előzőekben kiválasztott fajták esetében, szintén a 2019-ből származó adatok alapján mutatjuk be. A vesszőkön kijelölt szakaszokon elhelyezkedő nódusz átmérőket diagramon ábrázolva, csökkenő tendenciájú görbéket kaptunk. A görbékre tehát leginkább lineáris görbe volt illeszthető. A 16. ábrán is látható, hogy az  $R^2$  értéke viszonylag egységesnek tekinthető, értékük 0,9 körüli, vagy a fölötti volt.

A legkisebb átlagos átmérőket az első nóduszok esetében a 'Samyl' vesszőinél mértük (8,3-14,3 mm). A legnagyobb átmérőjű első nóduszokat pedig a K3 fajtajelölt vesszői mutatták (12,7-20,3 mm). E tekintetben a 'Haschberg' (10,2-13,4 mm), a 'Haidegg 17' (13-16,8 mm), a 'Samocco' (12,4-15 mm) és a 'Sampo' (12,1-19,6 mm) pedig közepes értékeket mutattak (13-17. melléklet). A legnagyobb átmérő értékek általában az alapi részen az első vagy a második és a harmadik nódusz felett mértünk. A legkisebb, 2 és 5 mm átmérő közötti adatokat a vesszők utolsó 2-3 csúcsi nóduszainál jegyeztük fel. Az átmérők változásában a vesszők középső részéig egy gyorsabb ütemű, nagyobb szélső értékeket mutató csökkenés figyelhető meg, majd ezután a görbe többnyire ráfekszik a lineáris vonalra. Az  $R^2$  értékek többsége 0,9 feletti, tehát szoros kapcsolat mutatható ki, kivétel ez alól a 'Haschberg' és a 'Samocco' egy-egy vesszője ahol alacsonyabb 0,8 körüli eredményt kaptunk.

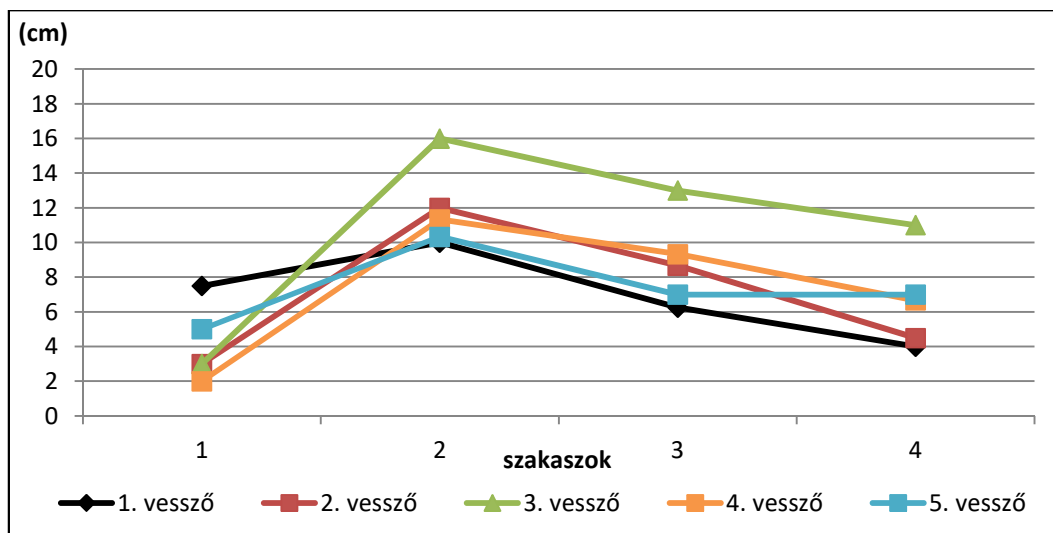


16. ábra: A ‘Haschberg’ vesszőátmérőjének csökkenése az alapi résztől a csúcsi rész felé (Soroksár, 2019)

A vesszőkön az internódiumok hosszának változását is felmértük a vesszők alapi részétől a csúcsi rész irányába. A második szakaszban erős emelkedés figyelhető meg az értékekben, a ‘Haschberg’, ‘Samocco’ és ‘Samyl’ fajtáknál, ahol a leghosszabb internódiumok helyezkednek el (17. ábra; 14. és 16. melléklet). E fajtáknál a vesszők végéig enyhébb lefolyású csökkenés ábrázolódik. A ‘Haidegg 17’, ‘Sampo’ és K3 legtöbb vesszőin a görbék növekedése a harmadik szakaszig volt tapasztalható, melyet a negyedik szakaszban erőteljes csökkenés követett (13., 15. és 17. melléklet). A legrövidebb internódiumok a vesszők csúcsi részén helyezkednek el minden fajta esetében. A leghosszabb átlagos internódiumokat a ‘Samocco’-nál a második szakaszban (18 cm) és a K3-nál a harmadik szakaszban (19 cm) mértük.

Mezősi (2016) szerint a vesszők átmérője az alapi és a csúcsi rész között csökkenő tendenciát mutat, melyet kutatásunk is alátámaszt. Ellentétben eredményeinkkel azonban a ‘Haschberg’-nél kisebb, míg a ‘Haidegg 17’ esetében pedig az általunk tapasztaltaknál nagyobb átmérőről számol be. Vizsgálatai szerint a leghosszabb nóduszok minden fajta esetében azonos vizsgálati szakaszba tartoznak, mely azonban eltér az általunk megfigyeltektől. A ‘Haschberg’-nél jelentős nódusztávolságról számol be, kutatásunkban azonban a ‘Haschberg’ a legrövidebb nódusztávolságokat mutató fajtának bizonyult. Eredményeink egybeesnek a Kollányi et al. (2005) által meghatározottal, miszerint a K3 fajtajelölt erős növekedésű és vastag termővesszőkkel rendelkezik. Hozzánk hasonlóan a ‘Sampo’ és ‘Samocco’ vesszőinek erősségét is közepes értékekkel jellemezte.





17. ábra: Az internódiumok hosszának változása a 'Haschberg' vesszőin (Soroksár, 2019)

### 5.1.7. Bodzafajták érési ideje

A fajták kijelölt vesszőin nyomon követtük az ernyők érését, mely segítségével meghatároztuk egymáshoz viszonyított érési sorrendjüket és szüreti időszakukat. A bodzafajták éréskezdetében, hosszában és a szüreti alkalmak mennyiségében is eltérést tapasztaltunk a vizsgálati években. A fajták három évben feljegyzett érési időszakait a 18. ábrán tüntettük fel. A három év közül legkorábban 2018-ban, július 11-én és 2019-ben pedig 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 bizonyult a leghosszabbnak (60 nap), míg a legrövidebb 2017-ben volt tapasztalható (49 nap). 2019-ben 53 napig tartott a betakarítás. Megfigyelésünket Möhler et al. (2009) vizsgálatai is alátámasztják, miszerint a korai fajták július közepétől szüretelhetők, a legkésőbbiek érése pedig szeptember közepén fejeződik be.

A 'Haschberg' gyümölcsseinek érése 2017-ben augusztus 21-én kezdődött és szeptember 4-én ért véget, így a szüreti időszak 14 napot ölelt fel. 2018-ban is két hétig tartó érési periódust tapasztaltunk, mely a három év közül a leghamarabb, már augusztus 15-én elkezdődött és az utolsó szedésre augusztus 29-én került sor. 2019-ben 11 napig tartott a 'Haschberg' szürete, augusztus 21-től szeptember 1-ig. A 'Haidegg 13' szüretét augusztus 14-én kezdtük és 28-án fejeztük be 2017-ben, mely így két hétig tartott. 2018-ban 16 napig tartó szüreti időszaka volt, mely augusztus 15-én kezdődött és 31-én ért véget. 2019-ben hamarabb, már augusztus 12-én tapasztaltuk a gyümölcsök érését, mely 14 napig, augusztus 26-ig húzódtott el. A 'Haidegg 17' két hetes szüreti időszaka augusztus 14-től 28-ig tartott 2017-ben. 2018-ban is 14 napos hosszúságú volt a gyümölcsök érési folyamata, augusztus 7-től 21-ig. 2019-ben augusztus 5-től kezdődött és augusztus 19-ig tartott érési időszaka (14 nap).

		július		augusztus			szeptember
		2. dekád	3. dekád	1. dekád	2. dekád	3. dekád	1. dekád
2017	Haschberg					██████████	
	Haidegg 13				██████████	██████████	
	Haidegg 17				██████████	██████████	
	Korsör					██████████	██████████
	Samocco		██████████				
	Samdal		██████████				
	Samidan			██████████	██████████		
	Sampo	██████████	██████████				
	Samyl	██████████	██████████				
	Weihenstephan					██████████	██████████
	K3				██████████	██████████	
2018	Haschberg				██████████	██████████	
	Haidegg 13				██████████	██████████	
	Haidegg 17			██████████	██████████		
	Korsör				██████████		
	Samocco	██████████	██████████				
	Samdal	██████████					
	Samidan		██████████	██████████			
	Sampo	██████████	██████████				
	Samyl	██████████	██████████				
	Weihenstephan					██████████	██████████
	K3			██████████	██████████		
2019	Haschberg					██████████	██████████
	Haidegg 13				██████████	██████████	
	Haidegg 17			██████████	██████████		
	Korsör				██████████		
	Samocco	██████████	██████████				
	Samdal	██████████					
	Samidan		██████████	██████████			
	Sampo	██████████	██████████				
	Samyl	██████████	██████████				
	Weihenstephan					██████████	██████████
	K3				██████████	██████████	

18. ábra: Bodzafajták érési ideje (Soroksár, 2017-2019)

A ‘Korsör’ érése 2017-ben augusztus 21-én kezdődött és szeptember 4-én ért véget (14 nap). 2018-ban gyorsabban, mintegy hat nap alatt végbement az ernyők szürete, augusztus 15-től 21-ig. 2019-ben ennél hosszabb, kilenc napos érési időszakot jegyeztünk fel, mely augusztus 17-től 26-ig tartott. 2017-ben a ‘Samocco’ 12 napos érési időszaka július 21-től augusztus 2-ig tartott. A 13 nap hosszú érési időszak július 18-án kezdődött és 31-én ért véget 2018-ban. Szüretét július 17-én kezdtük és augusztus 1-én fejeztük be 2019-ben, mely így 15 napot foglalt magába. A ‘Samdal’ gyümölcsei 2017-ben július 21-től augusztus 2-ig értek, mely így

össességében 12 napig tartott. Az érés 2018-ban július 18-án kezdődött és 25-én ért véget (hét nap). 2019-ben is csak egy hetes, július 17-én kezdődő és július 24-én befejeződő érést tapasztaltunk.

A 'Samidan' két hetes érési időszaka 2017-ben kezdődött a legkésőbb, július 31-én, és augusztus 14-ig tartott. 2018-ban 13 napot ölelt fel a szüreti időszak, július 25-től augusztus 7-ig. 2019-ben a 14 napos szüreti időszaka, július 17-én kezdődött és július 31-én ért véget. A 'Sampo' és a 'Samyl' szüreti időszaka mindhárom évben ugyanakkor kezdődött és ért véget. A termések 2017-ben két hét alatt értek meg, a július 17-től 31-ig tartó időszakban. 2018-ban is 14 napos érési időszak volt a jellemző, július 11-től 25-ig. 2019-ben pedig július 10-től 24-ig, szintén 14 napig tartott érési periódusuk.

A 'Weihenstephan' első gyümölcsei 2017-ben augusztus 21-én, 2018-ban pedig egy nappal később augusztus 22-én váltak szüretelhetővé. 2017-ben szeptember 4-ig (14 nap), 2018-ban pedig szeptember 9-ig (18 nap) tartott az érése. 2019-ben hamarabb, augusztus 19-én kezdődött és szeptember 1-én ért véget szürete (13 nap). A K3-nak 2019-ben 16 napig, a másik két évben pedig 14 napig tartó volt az érési periódusa. 2017-ben augusztus 14-től 28-ig, 2018-ban pedig augusztus 1-től 15-ig tartott érési időszaka. 2019-ben augusztus 10-től 26-ig értek gyümölcsei.

### **5.1.8. Bodzafajták érési sorrendje**

A fajták érési sorrendje nagyobb mértékű azonosságot 2017-ben és 2019-ben mutatott, míg a másik két évhez képest, 2018-ban kisebb mértékű eltérést figyeltünk meg. Egyes fajták érési sorrendje többnyire állandó pl. a 'Sampo' és 'Samyl' korai vagy a 'Weihenstephan' kései érése. Vannak olyan fajták ('Haidegg 17', 'Korsör') melyek érése a különböző években változékonynak mondható. Korábbi vizsgálati eredmények alapján azonosságot a fajták egymáshoz viszonyított érési sorrendjében a 'Haschberg', 'Korsör', 'Sampo' és a 'Weihenstephan' fajtáknál találtunk (Molnár, 2013).

Adataink alapján a vizsgált fajták szüreti idejük szerint öt érési csoportba sorolhatók (8. táblázat). A legkorábban a 'Sampo' és 'Samyl' érése kezdődött, július közepén. A július utolsó dekádjában érő 'Samocco' és 'Samdal' a középkorai érési csoportba sorolható, míg a főként augusztus első dekádjában érő 'Haidegg 17', 'Samidan' és K3 középidejű kategóriába tartoznak. A 'Haschberg' mellett a 'Haidegg 13' és a 'Korsör' is középkései érésű, a 'Weihenstephan' pedig a legkésőbb érő fajtának mutatkozott. Kollányi et al. (2005) szerint a 'Sampo' és a 'Samyl' mellett a 'Samidan' is korai érésű fajtának tekinthető. Molnár (2013) megfigyelései alapján legkorábban augusztus első dekádjában a 'Sampo' és 'Samidan' érik, mely ellentétben áll megfigyelésünkkel. Höhne (2014) németországi feljegyzéseiben a 'Haidegg 17'-et a

‘Haschberg’-hez hasonló vagy még későbbi érési időszakkal jellemezte velünk ellentétben. Möhler et al. (2009) feljegyzése megfigyelésünket alátámasztja, miszerint a ‘Sampo’ és a ‘Samyl’ a legkorábban, a ‘Weihenstephan’ pedig a legkésőbb érő fajta.

8. táblázat: Bodzafajták érési sorrendje és periódusa (Soroksár, 2017-2019)

	Érési sorrend	Érési periódus
Haschberg	4.	középkései
Haidegg 13	4.	középkései
Haidegg 17	3.	középideljű
Korsör	4.	középkései
Samocco	2.	középkorai
Samdal	2.	középkorai
Samidan	3.	középideljű
Sampo	1.	korai
Samyl	1.	korai
Weihenstephan	5.	késői
K3	3.	középideljű

### 5.1.9. Bodzafajták érési idejét befolyásoló tényezők hatása

Az érés kezdetét és menetét alapvetően befolyásolják a különböző években tapasztalt időjárási feltételek is. A vizsgálati évek szüreti időszakának menetében, valamint kezdetében és végében is legalább 1-2 hét eltérést jegyeztünk fel. Az év hatása a szüret időpontjában is megmutatkozik, évente akár 7-14 napos eltérés is tapasztalható (Höhne, 2014).

2017-ben az érési időszak június második dekádjában kezdődött el (18. ábra). Az érési időszakot felölelő időtartam alatt a hőmérséklet nagymértékű ingadozása volt tapasztalható (átlagosan 22,9°C) (18. melléklet). A hőmérséklet visszaesését az érési periódus alatt több alkalommal hulló csapadék okozta, összességében 148,5 mm hullott, melyből három esetben nagyobb mennyiségű (20-30 mm), valamint többszöri kisebb (10 mm) csapadékmennyiség is megfigyelhető volt. A kisebb csapadékmennyiségek és az alacsonyabb hőmérséklet leginkább a középkorai fajták, a ‘Samocco’ és ‘Samdal’ érési idejét nyújtotta meg. Egy nagyobb mennyiségű csapadék hullott augusztus 20. környékén, a hőmérséklet újra visszaesett, és ez a ‘Korsör’ esetében eredményezett elhúzódóbb szüreti időszakot.

Hőmérséklet szempontjából a 2018-as év szüreti időszaka bizonyult a legkiegyenlítettebbnek és a legmelegebbnek (átlagosan 23,5°C). Az összes csapadék mennyisége 194 mm volt, melyből jelentősebb mennyiség augusztus utolsó dekádjában, ill. szeptember elején volt tapasztalható (52 mm) (18. melléklet). A július elején elkezdődött lassúbb ütemű hőmérséklet emelkedés augusztus végéig folytatódott. Augusztus végén két nap lefolyás alatt 8°C-ot hűlt a levegő, amely így a későn érő ‘Weihenstephan’ érésének kezdetét késleltette.

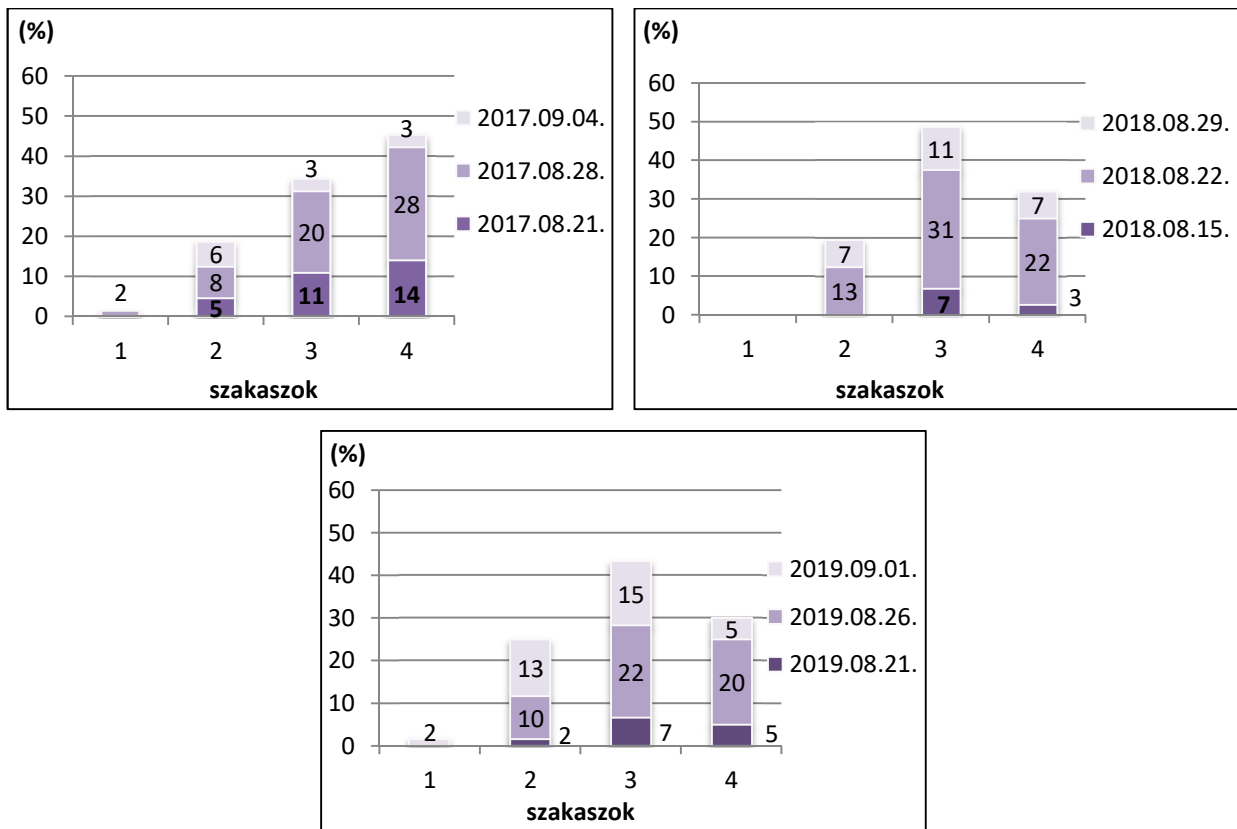
Szeptember első dekádjában a hőmérséklet további csökkenése szintén a ‘Weihenstephan’ érési időszakát befolyásolta, ezáltal elhúzódó érési időszaka 19 napig tartott.

2019-ben 2017-hez hasonlóan a hőmérséklet nagyobb mértékű ingadozása volt tapasztalható az érés során. Az átlagos középhőmérséklet 23,1°C volt, mely 160 mm csapadékmennyiséggel párosult. Július első dekádjában a hőmérséklet csökkenését kisebb mennyiségű csapadék hullása kísérte, melyet fokozatos hőmérsékletemelkedés követett. Ez a hőmérsékletváltozás a korai fajták érésmenetét nem zavarta meg (‘Sampo’, ‘Samyl’). Az augusztus közepén érkező kisebb mennyiségű csapadék azonban már jelentős 7°C-os visszaesést eredményezett, ami az ekkor érő fajták érésmenetét nyújtotta meg (pl. ‘Haidegg 17’, K3). Az ezután következő gyors ütemű felmelegedés a fajták zavartalan érését biztosította. Augusztus utolsó dekádjától a kiegyenlített hőmérséklet az érési periódus végéig megmaradt, mely a ‘Haschberg’ és ‘Weihenstephan’ egyenletesebb és koncentráltabb érésén is megmutatkozott.

#### **5.1.10. Bodzafajták ernyőinek érési ideje a kijelölt vesszők meghatározott szakaszain**

A virágnyílás sorrendjéhez hasonlóan a kijelölt hat fajtánál (‘Haschberg’, ‘Haidegg 17’, ‘Samocco’, ‘Sampo’, ‘Samyl’, K3) a termésérés sorrendjét is vizsgáltuk a vesszőkön, mindhárom évben. A fajtákat itt is a szakaszokra bontott vesszők összegzett adatai alapján értékeltük. A ‘Haschberg’ kijelölt vesszőinek gyümölcsét mindhárom évben három szüreti időpontban takarítottuk be (19. ábra). Az ernyők érése a vesszők teljes hosszán megfigyelhető volt, vagyis minden alkalommal minden vizsgálati szakaszból szedtünk gyümölcsöt. A legtöbb ernyőt 2017-ben (56%) és 2018-ban (69%) és 2019-ben is (52%) a második szüret időpontjában szedtük. 2017-ben már az első szüret alkalmával augusztus 21-én jelentősebb mennyiség (30%), 2018-ban és 2019-ben ennél kevesebb (10-14%) termés volt betakarítható. Az utolsó betakarítási napon az érett ernyők aránya 2019-ben volt a legjelentősebb (35%).

A ‘Haidegg 17’-nél megfigyeltek alapján elmondható, hogy termésérése általában a vessző felső 1/2-én kezdődik, vagyis a harmadik, negyedik szakaszokon (19. melléklet). 2017-ben az első szüretkor a termések 8%-át a csúcsi negyedik szakaszban szüreteltük. 2018-ban a második, harmadik és negyedik szakaszon (42%), 2019-ben (19%) pedig a vesszők harmadik és negyedik szakaszában kezdődött a gyümölcsök érése. A következő érési hullámban mindhárom évben már a termések nagyobb százaléka (74%; 55%; 71%) érett meg. Ebben az időpontban már az ernyők érése a vesszők teljes hosszában megfigyelhető volt. Az utolsó betakarításkor 2018-ban és 2019-ben csak a második szakaszból szedtük a gyümölcsöket, 2017-ben azonban a teljes vesszőhosszon értek termései.



19. ábra: Termésérés sorrendje a 'Haschberg' kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017- 2019)  
(%: érett ernyők aránya)

A 'Samocco' érése a harmadik és a negyedik szakaszokon kezdődött el 2017-ben és 2018-ban, 2019-ben pedig a második, harmadik és negyedik szakaszokon (20. melléklet). Az első szüretkor 2017-ben (26%) és 2019-ben (22%) a gyümölcsök kisebb, 2018-ban nagyobb (54%) százaléka érett meg. A második szüreti alkalommal 2017-ben már jelentősebb mennyisége, 72%-a érett meg a terméseknek. 2019-ben az utolsó két szüret alkalmával ugyanolyan arányban (39-39%) voltak szedhető termései. A harmadik szüreti alkalommal a másik két évben már jóval kevesebb ernyőt (8-13%) szedtünk. Az utolsó termések érése az alapi rész felőli első és második szakaszokon volt tapasztalható 2017-ben és 2018-ban. 2019-ben az utolsó termések érése a vesszők teljes hosszán megfigyelhető volt.

A 'Sampo' termésérése 2018-ban kezdődött a legkorábban (21. melléklet). 2018-ban és 2019-ben a vesszők teljes hosszán, 2017-ben csak a harmadik és negyedik szakaszokon kezdődött meg az érés. A gyümölcsökérésére mind a három évben jellemző volt az, hogy egy szüret alkalmával a termések jelentős mennyisége szedésre érett állapotban volt. 2017-ben 66%-a, 2018-ban pedig 50%-a érett meg a gyümölcsöknek a második szüret alkalmával. 2019-ben már az első szüretkor, július 10-én a termések 40%-a volt érett állapotban. 2017-ben 16%-os, 2018-ban 29%-os arányú terméséréssel kezdődött a szüreti időszak. Az utolsó szüret időpontjára

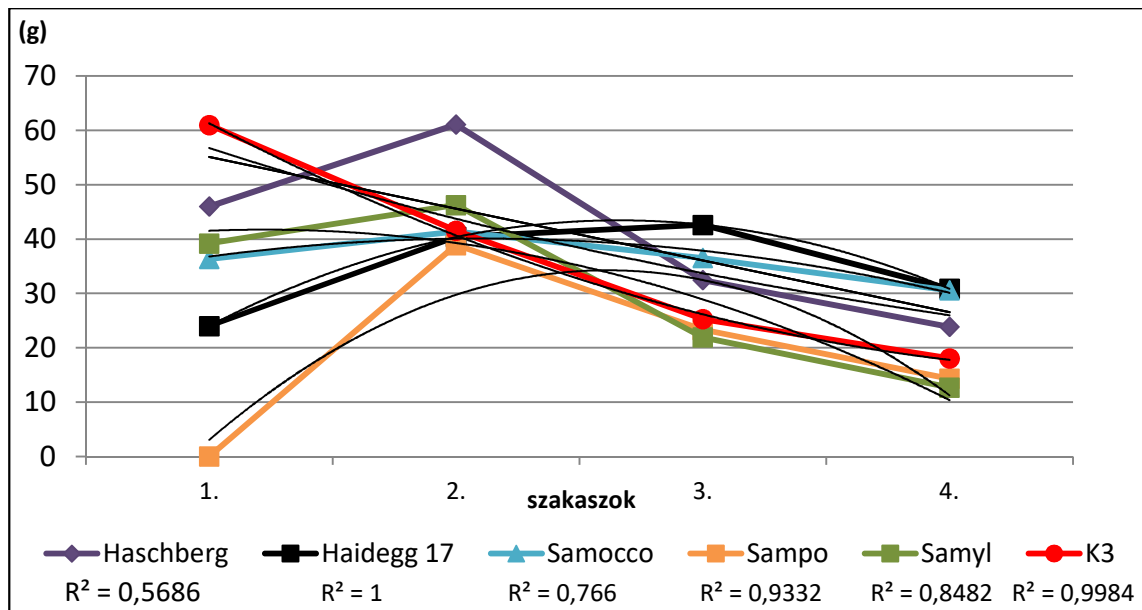
minden évben már kisebb (17%; 22%; 8%-os) arányú termés maradt hátra a vesszőkön, amik 2019-ben csak a második és harmadik szakaszokon, a másik két évben a második, harmadik és a negyedik szakaszokon is megtalálhatók voltak.

A 'Samyl' ernyői csak kisebb arányban voltak érettek az első szüret alkalmával. 2017-ben az ernyők csupán 4%-a, 2018-ban 6%-a 2019-ben pedig 11%-a volt szüretre érett állapotban az érési időszak elején (22. melléklet). A fajta érési időszakában minden vizsgált évben egy-egy hét eltéréssel két fő érési időszakot különböztettünk meg. 2017-ben 45-57%-a, 2018-ban 64-31%-a, 2019-ben pedig 48-39%-a érett meg az ernyőknek e két betakarítási időpont alkalmával. Az érés kezdete 2017-ben a csúcsi negyedik szakaszon, 2018-ban és 2019-ben pedig a harmadik és negyedik szakaszokon kezdődött. Az utolsó időpontban szüretelt termések 2017-ben és 2018-ban a vesszők teljes hosszában, 2019-ben pedig az első, második és harmadik szakaszokon voltak megfigyelhetők.

A K3 fajtajelölt érése a vizsgálat évek közül 2018-ban kezdődött a leghamarabb, azonban ekkor az ernyők csak kisebb aránya, azaz 4%-a érett meg (23. melléklet). A másik két évben az első szedési alkalommal a gyümölcsök nagyobb arányú (55-54%) termése volt szüretelhető. 2018-ban a második szüretkor szedtük a legnagyobb mennyiségű gyümölcsöket (69%). A többi évben a második szüret időpontjában az ernyők 43%, illetve 45%-át találtunk szüretre alkalmasnak. Az utolsó szedési alkalommal 2018-ban 27%-os, 2017-ben 5%-os 2019-ben pedig 2%-os arányú érettséget tapasztaltunk. 2017-ben és 2019-ben az utolsó érett ernyők az első és második szakaszból kerültek ki. 2018-ban pedig a vesszők teljes hosszában szedtünk még gyümölcsöket.

#### **5.1.11. Bodzafajták ernyőinek tömege a kijelölt vesszők meghatározott szakaszain**

A kijelölt hat fajta ('Haschberg', 'Haidegg 17', 'Samocco', 'Sampo', 'Samyl', K3) vizsgált vesszőin értékeltük továbbá azt is, mely szakaszokban milyen tömegű ernyők találhatók. A 20. ábrán a fajtánként kijelölt öt vesszőről leszüretelt ernyők tömegét átlagoltuk és szakaszonként ábrázoltuk. Eredményeinket a 2019-ben mért adatok alapján szemléltetjük. A szakaszokon elhelyezkedő ernyők átlagos tömegét diagramon ábrázolva, egy fajta (K3) kivételével kezdetben növekvő, majd csökkenő tendenciájú görbéket kaptunk. A 'Haschberg', 'Samocco', 'Sampo', és 'Samyl' fajtáknál a második, a 'Haidegg 17'-nél a harmadik, míg a K3-nál az első szakaszban mértük átlagosan a legnagyobb tömegű ernyőket. A diagramra a legjobban polinomiális görbe illeszkedik. Az  $R^2$  érték jól mutatja, hogy a legtöbb esetben a görbék és a ráfektetett függvény között nagyon erős, vagy markáns kapcsolat van, kivétel a 'Haschberg'-nél kimutatott közepes mértékű kapcsolat.

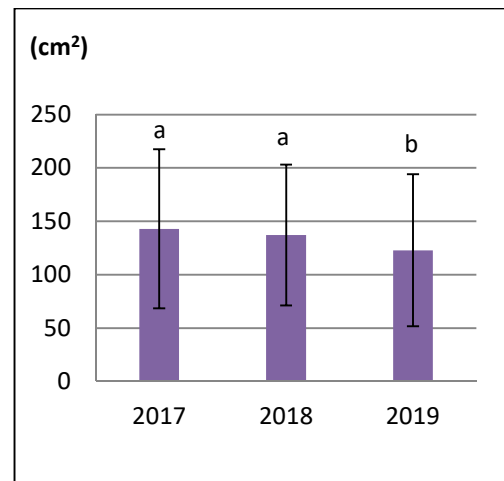
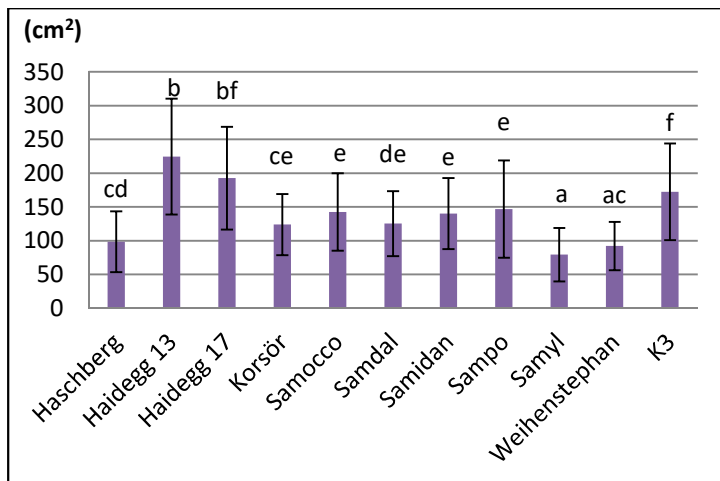


20. ábra: A kijelölt vesszőkön található ernyők átlagos tömege szakaszonként (Soroksár, 2019)

### 5.1.12. Bodzafajták termésének fizikai paraméterei

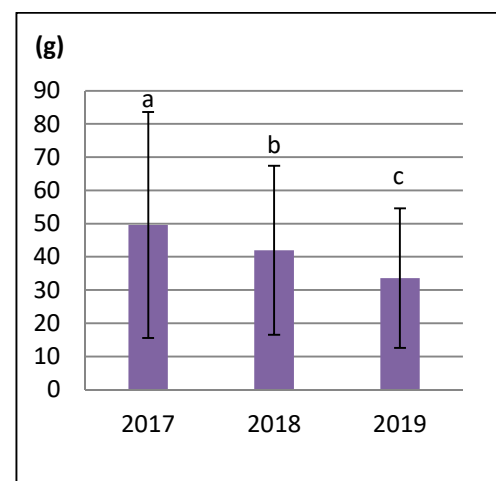
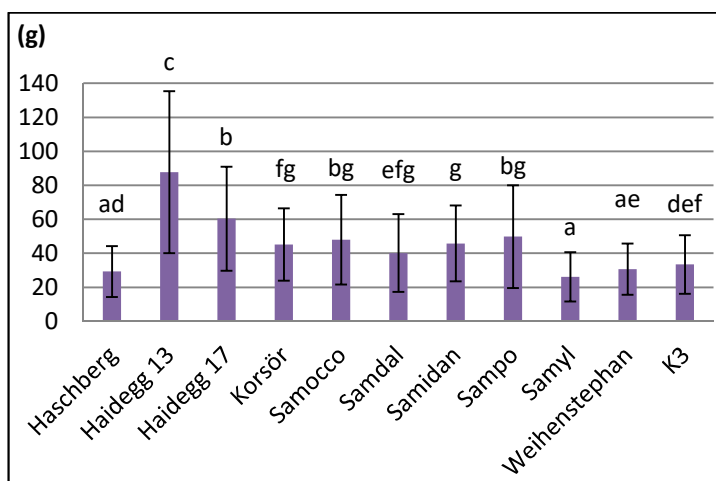
Az ernyők felületének ellipszis alakja miatt, méretük meghatározásához azok legkisebb és legnagyobb átmérőjét (mm) jegyeztük fel. A mért adatokból számoltuk ki az egyes ernyők méretét (cm<sup>2</sup>). A legnagyobb ernyőméretet három évben is a 'Haidegg 13'-nál mértünk. Megfigyeléseink alapján elmondható, hogy a legkisebb méretű ernyői a 'Samyl'-nak vannak, de a 'Weihenstephan' és a 'Haschberg' ernyői is a kisebb kategóriába tartoznak. A 21. ábrán látható, hogy a termesztők részére több, a 'Haschberg'-nél nagyobb ernyőméretű fajta ('Samidan', 'Sampo', 'Samyl') is rendelkezésre áll. Néhány fajta ('Haidegg 17', 'Weihenstephan') ernyőméretének alakulása nagyobb változatosságot mutat az egyes vizsgálati években. Az eltérő eredmények kialakulását okozhatja pl. időjárási körülmény, a metszés erőssége, valamint a tápanyagok utánpótlása is. Molnár (2013) megfigyelése alapján a K3 fajtajelöltnek van a legnagyobb ernyője, melyet vizsgálataink nem támasztanak alá. Statisztikai vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a vizsgált három évben az év és a fajta szignifikánsan hat 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.





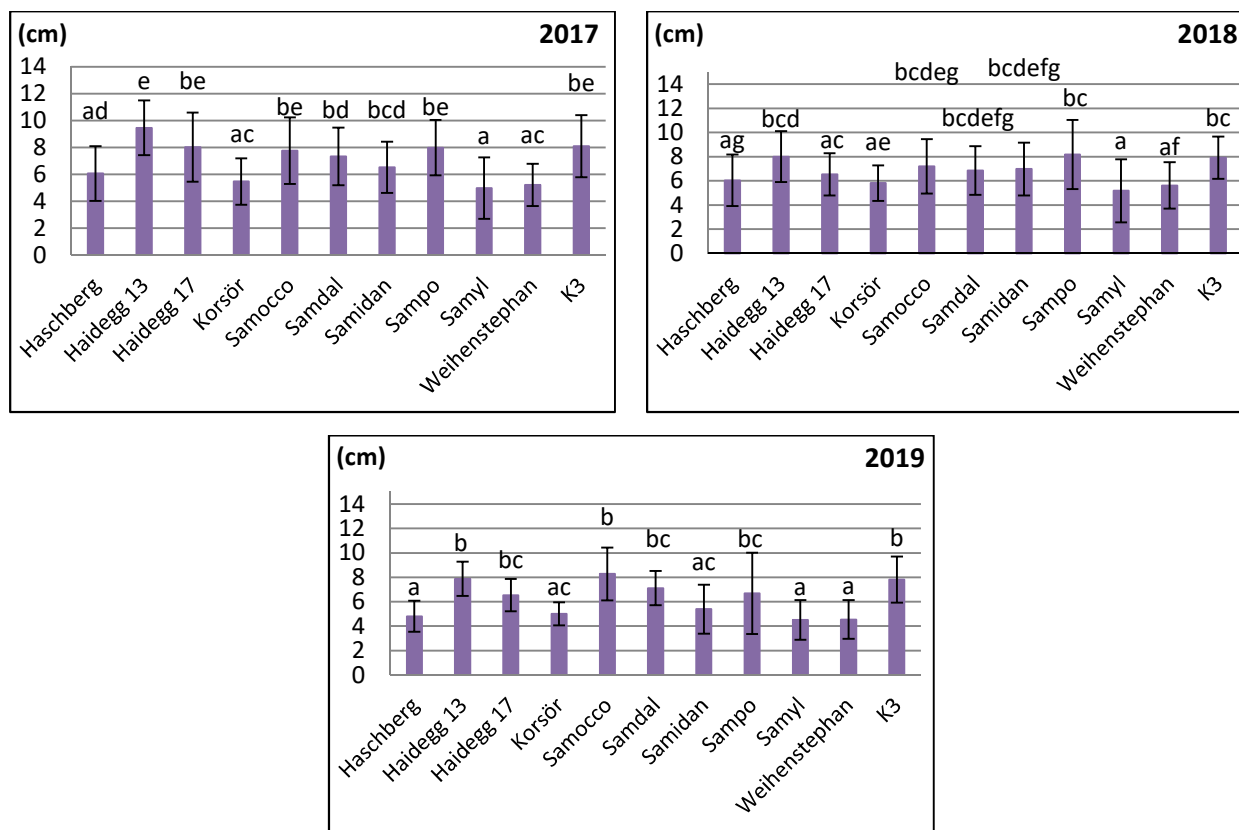
21. ábra: A fajta (balra) és az év (jobbra) hatása az átlagos ernyőmérete ( $\pm$  szórás) (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

Az átlagos ernyőtömegeket (22. ábra) a kijelölt vesszőkről leszedett termésmennyiségek és ernyők számának hányadosából számoltuk ki. Az átlagos ernyőtömeg tekintetében is minden vizsgálati évben a 'Haidegg 13' bizonyult a legkiemelkedőbbnek. E fajta a többihez képest kétszer (egyes fajták esetén háromszor) nagyobb átlagos ernyőtömeget produkált, melyet Möhler et al. (2009) vizsgálatai is alátámasztanak. A legkisebb átlagos ernyőtömeget a 'Haschberg' és a 'Samyl' fain mértünk, melyet Molnár (2013) feljegyzései is megerősítenek. Hozzánk hasonlóan Höhne (2014) és Mezősi (2016) is a 'Haschberg' kisebb tömegű ernyőiről számol be. Kaack és Knudsen (2015) velünk ellentétben a 'Samyl' nagyobb, 100 g feletti értékét jegyezte fel. 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.



22. ábra: A fajta (balra) és az év (jobbra) hatása az átlagos ernyőtömege ( $\pm$  szórás) (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

A bodzafajták kocsányhosszúságának meghatározása betakarítási, valamint élelmiszeripari szempontból fontos tulajdonság. Feldolgozóipari elvárás, hogy az ernyőket lehetőség szerint a lehető legrövidebb kocsányrésszel kell betakarítani. A szedést a rövid kocsányhossz nehezítheti, a túl hosszú kocsánnyal rendelkező ernyők pedig a szél által okozott kárnak jobban kitettek. Tapasztalatok alapján a kb. 6 cm-es kocsányhosszúságú fajták kedvezőek, mivel ezek kézzel, ill. metszőollóval is könnyen szüretelhetők. Leghosszabb kocsányú fajta a 'Haidegg 13' de a 'Haidegg 17' a 'Samocco' a 'Sampo' és a K3 is átlagosan 8 cm-es kocsánnyal rendelkeznek (23. ábra). A legrövidebb kocsányú fajta a 'Korsör', 'Samyl' és a 'Weihenstephan'. Közepes kocsányhosszúságú fajták, amelyek a feldolgozás és szüret szempontjából is megfelelnek, a 'Haschberg' és a 'Samidan'. A bodzafajták kocsányhosszúságára vonatkozóan az irodalmi adatok hiányosak, 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 ( $F(20;1263)=1,84; p=0,014$ ).

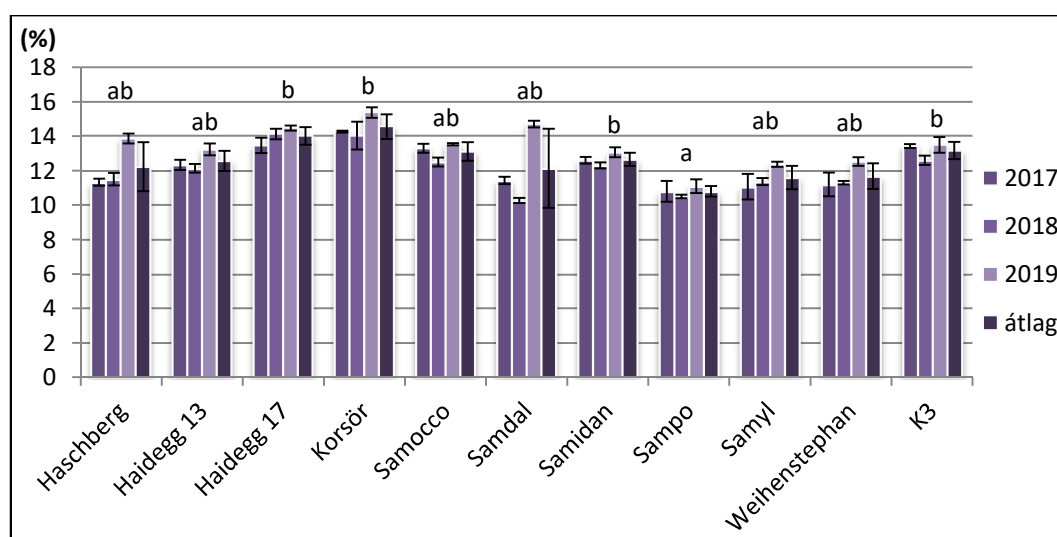


23. ábra: A fajta és az év hatása az átlagos kocsányhosszúságra ( $\pm$  szórás) (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

## 5.2. Bodzafajták gyümölcsminőségi tulajdonságai

### 5.2.1. Vízoldható szárazanyag-tartalom

A vízoldható szárazanyag-tartalom a gyümölcsök fontos minőségi, ezáltal piaci értékét alapvetően meghatározó tulajdonsága. 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 (24. ábra). Kutatásunkban, e tekintetben nemcsak a ‘Haidegg 17’ és a ‘Korsör’, hanem a magyar K3 fajtajelölt is ígéretesnek bizonyult. A szárazanyag-tartalom két vizsgálati évben a ‘Sampo’ esetén volt a legalacsonyabb, melyet Safránková (2011) feljegyzései is alátámasztanak. A ‘Haschberg’ esetében pedig Kaack (1997) eredményeitől tapasztaltunk eltérést, ugyanis nála e fajta szárazanyag-tartalma lényegesen elmarad a többi fajtától. Három év adatai alapján elvégzett statisztikai vizsgálatunk igazolta a fajta hatását a vízoldható szárazanyag-tartalomra ( $F(10;8,74)=9,71; p=0,001$ ).

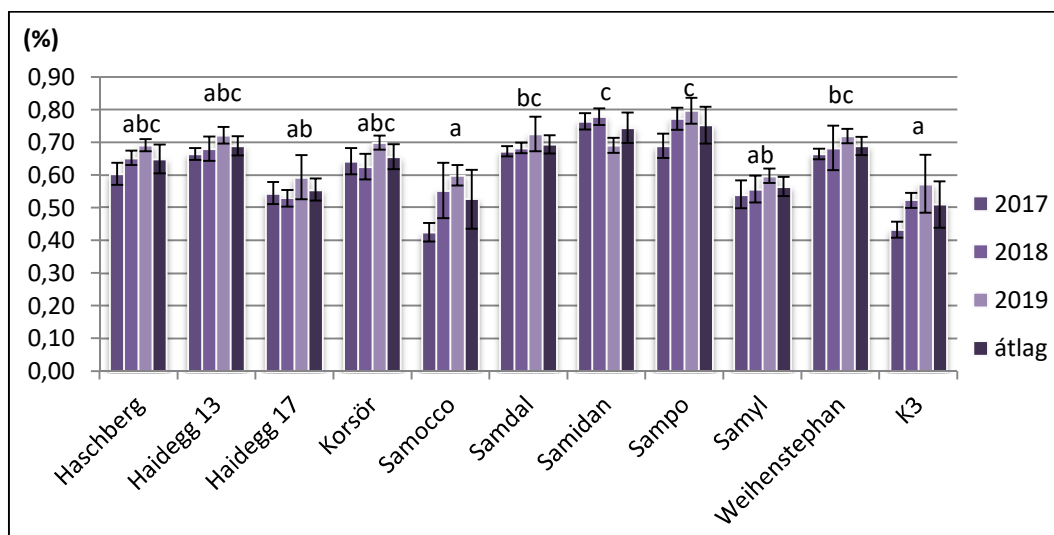


24. ábra: Bodzafajták gyümölcsének vízoldható szárazanyag-tartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

### 5.2.2. Titrálható savtartalom

A savak mennyiségi változásai, főleg azok cukortartalomhoz viszonyított aránya a gyümölcsök ízét befolyásoló tényező. A három év összesített adatai alapján legalacsonyabb titrálható savtartalmat a ‘Samocco’ és a K3 mutatta, a legmagasabbat két évben a ‘Samidan’ és egy évben a ‘Sampo’ esetében mértünk (25. ábra). A ‘Samocco’ és ‘Sampo’ fajtaánál mért adataink egybeesnek Kaack (1997) eredményeivel. Adatainkkal ellentétben Kaack és Knudsen (2015) a ‘Samyl’-t a ‘Samdal’-nál alacsonyabb titrálható savtartalommal jellemezték. Szalóki-Dorkó (2016) szerint a

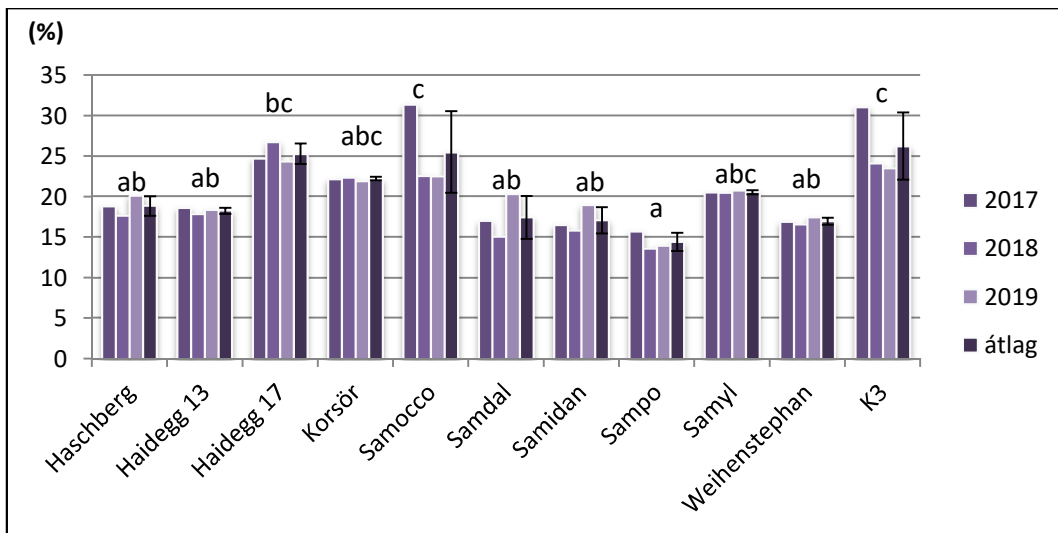
‘Samocco’ a ‘Haschberg’-nél nagyobb savtartalmú fajta, melyet a mi vizsgálati eredményeink nem támasztottak alá. Safránková (2011) által vizsgált fajták közül a ‘Haschberg’ savtartalma bizonyult a legkisebbnek, melyet a mi eredményeink szintén nem igazoltak. Az adatok statisztikai értékelése során itt is beigazolódott a fajta szignifikáns hatása az átlagos titrálható savtartalomra ( $F(10;22)=7,91$ ;  $p<0,001$ ).



25. ábra: Bodzafajták gyümölcseinek titrálható savtartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p<0,05$ )

### 5.2.3. Cukor-sav arány

A gyümölcsök cukor- és savtartalmának hányadosa nem csak a fogyasztók általi megítélését, hanem a feldolgozás lehetőségét is befolyásolja. A vizsgált bodzafajták cukor-sav arányát a gyümölcsök refrakciós értékéből és titrálható savtartalmából számítottuk ki (26. ábra). A legnagyobb arányt két évben a K3-nál, egy évben pedig a ‘Samocco’-nál mértük. E fajták esetében jellemzően a közepes refrakciós értékhez alacsony savtartalom párosult. A legkisebb arányokat mindhárom évben a ‘Sampo’ esetén tapasztaltunk, 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. A ‘Samdal’-nál azonban az általunk mértnél nagyobb arányra következtettünk. Három év adatai alapján elvégzett statisztikai vizsgálatunk igazolta a fajta hatását a cukor-sav arányára is ( $F(10;22)=9,361$ ;  $p<0,001$ ).

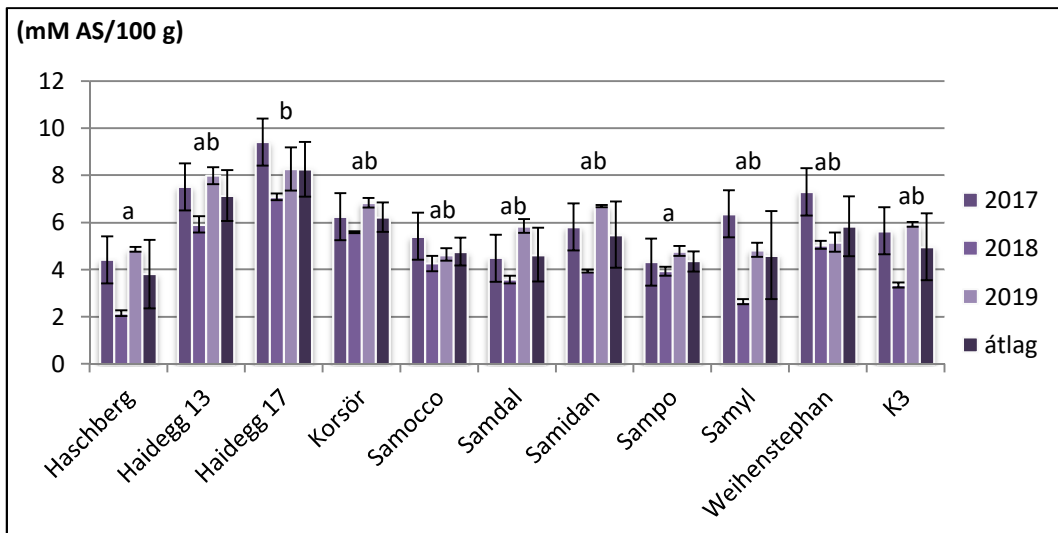


26. ábra: Bodzafajták cukor-sav aránya (Soroksár, 2017-2019)

az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

#### 5.2.4. Antioxidáns kapacitás

A gyümölcsökben felhalmozódó antioxidáns hatású vegyületek mennyiségére számos tényező hatással van, és jelentős mértékben befolyásolja a genotípus (Scalzo et al., 2005), melyet a mi statisztikai vizsgálataink is alátámasztanak ( $F(10;22)=3,61$ ;  $p=0,006$ ). Ezt a tényt más bogyós gyümölcsök esetében Hegedűs et al. (2008) eredményei is igazolták. A vizsgálatba vont 11 fajta átlagos FRAP értékei a 27. ábrán láthatók.



27. ábra: Bodzafajták gyümölcsének antioxidáns kapacitása és szórása (Soroksár, 2017-2019)

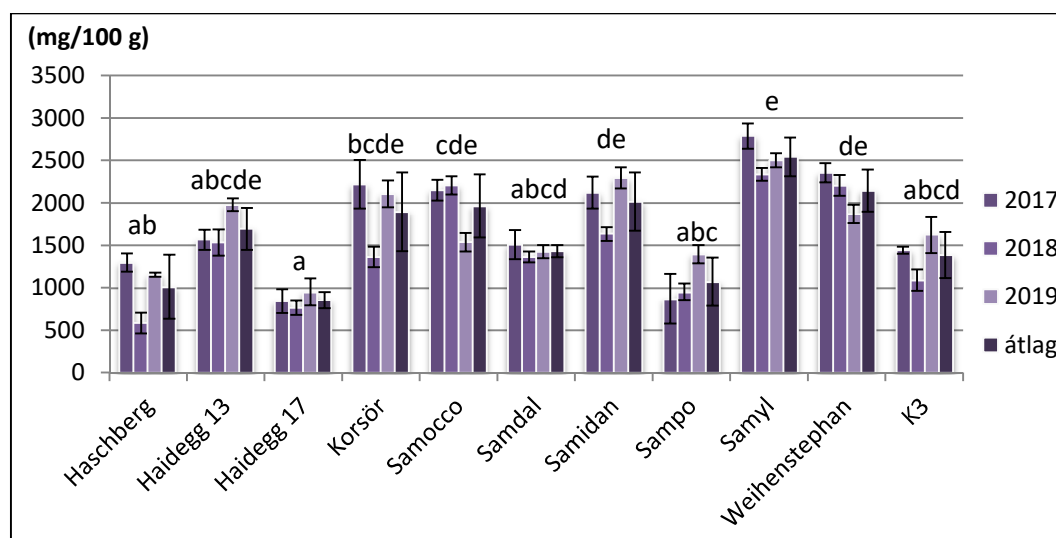
az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják

(Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

A fajták közül a legnagyobb FRAP eredményeket mindhárom évben a ‘Haidegg 17’-nél mértünk, melyet a ‘Haidegg 13’ és ‘Weihestephan’ követtek. Mlynarczyk et al. (2020) az ABTS módszerrel meghatározottak alapján, a ‘Haschberg’ antioxidáns kapacitását a ‘Sampo’-nál és ‘Samyl’-nál is jelentősebbnek írta le, ezt azonban vizsgálataink 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.

### 5.2.5. Polifenol-tartalom

A 28. ábrán is jól látható, hogy a vizsgálatba vont 11 bodzafajta átlagos polifenol-tartalma nagy változékonyságot mutatott. Mérési eredményeink az irodalomban közölt adatokkal nem minden esetben voltak összhangban. Lee és Finn (2007) mindkét vizsgálati évében kisebb értékeket kapott mind a ‘Haschberg’ (364 és 510 mg GAE/100 g), mind pedig a ‘Korsör’ (387 és 582 mg GAE/100 g) esetében. Ferreria et al. (2020) portugál fajtáknál (‘Sabugueiro’, ‘Sabugueira’, ‘Bastardeira’) már magasabb eredményekről számol be (820 és 1476 mg GAE/100 g), bár az értékek nemcsak a fajta, hanem az év függvényében is változtak. Wu et al. (2004) a bodza gyümölcsének polifenol-tartalmát hozzánk hasonlóan jelentősnek (1950 mg GAE/100 g), a többi bogyós gyümölcsfaj (piros és fekete ribiszke, köszméte) viszonylatában is kimagaslónak tekinti.



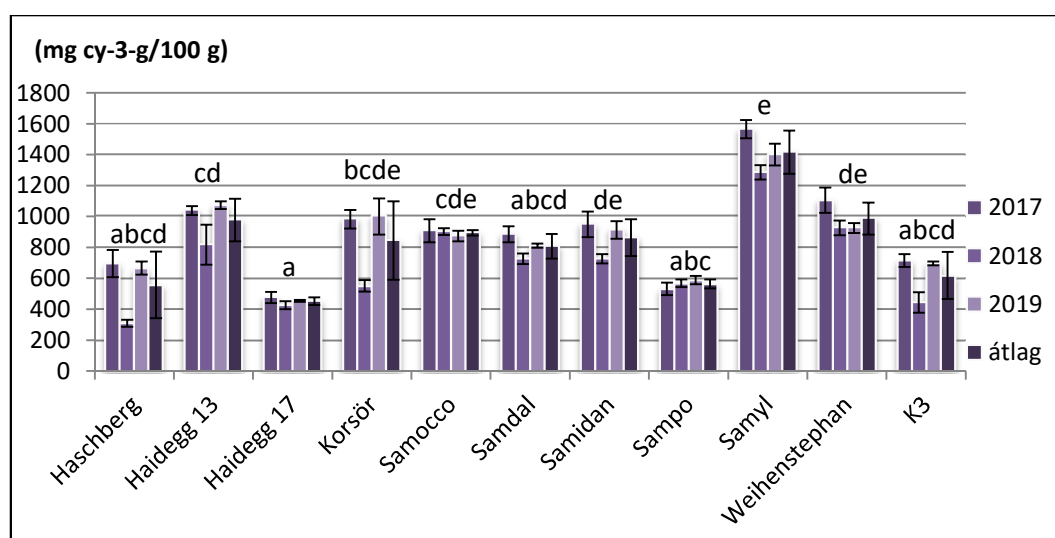
28. ábra: Bodzafajták gyümölcsének polifenol-tartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

Az elvégzett egytényezős ANOVA teszttel a genotípusok szignifikáns hatását az átlagos polifenol-tartalomra egyaránt sikerült bizonyítanunk ( $F(10;22)=9,77$ ,  $p < 0,001$ ). A ‘Haidegg 17’ kivételével minden fajta polifenol-tartalma magasabb volt a ‘Haschberg’-nél. Kimagasló

eredményt a ‘Samyl’ és a ‘Weihenstephan’ mutatott, de a ‘Korsör’, ‘Samocco’ és ‘Samidan’ is számottevő polifenol-tartalommal jellemezhető. 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 polifenol-tartalmára vonatkozó tanulmányok száma csekély, a kutatások legtöbbször az Amerikában őshonos *Sambucus canadensis* L.-ből származó fajták, valamint vadon gyűjtött egyedek polifenol-tartalmáról számolnak be (Özgen et al., 2010; Thomas et al., 2013; Duymus et al., 2014; Wu et al., 2015).

### 5.2.6. Antocianin-tartalom

A vízzoldható szárazanyag-tartalom mellett a gyümölcsökben található antocianinok mennyisége is fontos értékmérő tulajdonság, ugyanis a betakarított termések 90%-át az élelmiszeripar színanyagsűrítmény előállítására hasznosítja (Kaack, 1990; Charlebois et al., 2010). Ahogy a 29. ábrán is látható, az antocianin-tartalom, a polifenol-tartalomhoz hasonlóan jelentős eltérést mutat a vizsgált fajták között. Mért értékeink egyes irodalmaktól eltérnek, míg Lee és Finn (2007) a termesztési évtől és fajtától függően kisebb (364 és 582 mg CGE/100 g), addig a mi eredményeinkhez hasonlóan Veberic et al. (2009) (126,3 mg CGE/100 g) és Wu et al. (2004) (1373,4 mg CGE/100 g) a bodza gyümölcsének jelentősebb antocianin-tartalmáról számol be.



29. ábra: Bodzafajták gyümölcsének antocianin-tartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

Az alkalmazott statisztikai vizsgálattal a fajták szignifikáns hatását az átlagos antocianin-tartalom szempontjából is sikerült bizonyítanunk ( $F(10; 8,52)=36,18; p < 0,001$ ). Kutatásunk szerint a ‘Haidegg 17’ és ‘Sampo’ kivételével minden vizsgált fajta magasabb antocianin-

tartalommal rendelkezik a ‘Haschberg’-nél, amit Kaack és Knudsen (2015) is igazol. Ezzel ellentétben Mlynarczyk et al. (2020) a ‘Haschberg’-et a ‘Saml’-nál és ‘Sampo’-nál magasabb antocianin-tartalommal jellemezte. A legnagyobb értékeket a ‘Saml’-nál mértünk, melyet Möhler et al. (2009) és Kaack (1989) is megerősít. Megfigyelésünkkel ellentétben Szalóki-Dorkó et al. (2015) a ‘Samocco’-t, Kaack et al. (2008) és Kaack és Austed (1998) pedig a ‘Sampo’-t emelte ki e tulajdonsága alapján.

### 5.2.7. A kémiai paraméterek közötti kapcsolat

A beltartalmi paraméterek közötti statisztikai kapcsolat értékeléséhez Pearson féle korrelációs elemzést használtunk, melyben az egyes években mért eredményeket egy adathalmaznak tekintettük (n=33). Özgen et al. (2010) eredményeihez hasonlóan kimutattuk, hogy a polifenol- és antocianin-tartalom között szoros lineáris kapcsolat áll fenn (r=0,91, p<0,001). A kémiai paraméterek között további statisztikai kapcsolat nem volt kimutatható, annak ellenére, hogy a fenolos vegyületek, köztük az antocianinok is erős antioxidáns aktivitást mutatnak, és számos tanulmány a polifenolok, antocianinok és az antioxidáns kapacitás közötti erős korrelációról számol be (Moyer et al., 2002; Özgen et al., 2006), eredményeinkből ez az összefüggés nem volt kimutatható. A polifenol- és antocianin-tartalom, valamint a FRAP paraméter közötti korrelációt hozzánk hasonlóan Ramaiya et al. (2012) sem tudta bizonyítani.

9. táblázat: Bodzafajták gyümölcsének átlagos polifenol- és antocianin-tartalma ( $\pm$  szórás), valamint az antocianinok és polifenolok aránya

Fajta	Átlagos tartalom $\pm$ szórás (mg/100 g)		TAC/TPC
	Polifenol-tartalom (TPC)	Antocianin-tartalom (TAC)	
Haschberg	1011 $\pm$ 85,1 ab	556,8 $\pm$ 50,8 abcd	0,55
Haidegg 13	1692 $\pm$ 117,3 abcde	976,5 $\pm$ 61,3 cd	0,58
Haidegg 17	853 $\pm$ 127,5 a	451,9 $\pm$ 22,4 a	0,53
Korsör	1895 $\pm$ 189,4 bcde	844,4 $\pm$ 71,6 abcd	0,45
Samocco	1964 $\pm$ 112,5 cde	894,1 $\pm$ 43,8 cd	0,46
Samdal	1431 $\pm$ 104,1 abcd	807,6 $\pm$ 33,1 bcd	0,56
Samidan	2016 $\pm$ 131,1 de	862,5 $\pm$ 56,4 abcd	0,43
Sampo	1072 $\pm$ 165,9 abc	562,8 $\pm$ 31,1 ab	0,53
Saml	2541 $\pm$ 103,2 e	1417 $\pm$ 58,7 d	0,56
Weihenstephan	2143 $\pm$ 114,6 de	985,8 $\pm$ 53,6 bd	0,46
K3	1383 $\pm$ 127,5 abcd	618,0 $\pm$ 39,8 abc	0,45

Megjegyzés: a különböző betűk a fajták közötti szignifikáns különbségeket mutatják (Sidak teszt, p<0,05)



Vizsgálatunkban a polifenol- és az antocianin-tartalom aránya (TAC/TPC hányados) 0,4-0,66 között változott (9. táblázat), mely értékek megegyeznek Wu et al. (2015) és Jakobek et al. (2007) által közölt eredményekkel. Szalóki-Dorkó (2016) ezzel ellentétben jóval kisebb (0,18-0,77) TAC/TPC arányról számol be. A legnagyobb arányban a 'Haidegg 13', a legkisebb pedig a 'Samdal' fajtában található. Lee és Finn (2007) a 'Haschberg' és 'Korsör' fajták során mért TAC/TPC aránya is összhangban van eredményeinkkel.

### **5.2.8. Az év hatása a kémiai paraméterekre**

Az évek hatásának vizsgálata során, a fajták beltartalmi tulajdonságaiból mért átlagos adatokat évenként külön-külön értékeltük (n=11). A statisztikai elemzésünkkel az év szignifikáns hatását az elvégzett ANOVA vizsgálattal a vízdoldható szárazanyag-tartalom ( $F(2,30)=4,02$ ;  $p=0,028$ ) és a FRAP ( $F(2;30)=5,21$ ;  $p=0,011$ ) esetében tudtuk bizonyítani (10. táblázat). A többi vizsgált paraméternél az év hatása nem volt igazolható [titrálható savtartalom:  $F(2,30)=1,69$ ;  $p=0,202$ ; polifenol-tartalom:  $F(2,30)=0,82$ ;  $p=0,452$ ; antocianin-tartalom:  $F(2,30)=1,32$ ;  $p=0,283$ ]. A gyümölcsök kémiai tulajdonságainak változását a különböző években Lee és Finn (2007), Thomas et al. (2013) és Ferreria et al. (2020) tapasztalatai is megerősítik.

A gyümölcsök szárazanyag-tartalmának változását az eltérő klimatikus tényezők hatására Tolic et al. (2017) kutatásai is igazolják. Az érési időszak (július és augusztus) idején hulló csapadék eloszlása és mennyisége egyik évben sem volt egyenletes (18. melléklet), míg 2017-ben és 2019-ben többször, addig 2018-ban pár alkalommal hullott le a havi csapadékmennyiség legnagyobb része. Szabó et al. (2010) meggy esetében megfigyelte, hogy a szárazanyag-tartalom mennyiségét az éréskor megnövekvő csapadékmennyiség szignifikánsan csökkenti. Eredményeink ezt nem támasztják alá, hiszen a legcsapadékosabb, 2019-es évben tapasztaltuk a fajták legmagasabb szárazanyag-tartalmát. Az éréskor lehulló csapadékmennyiség a savtartalomra is hatással lehet. Nagyobb mennyiségű csapadék hatására fokozódik, míg kisebb mennyiség esetében csökkenő tendenciát mutat, melyet a 2019-ben mért adataink is megerősítenek (Mills et al., 1996).

Az érés kori átlagos középhőmérséklet 2018-ban volt a legmagasabb ( $23,5^{\circ}\text{C}$ ), míg 2017-ben ( $23^{\circ}\text{C}$ ) és 2019-ben ( $23,1^{\circ}\text{C}$ ) hasonló középhőmérsékleti értékeket tapasztaltunk. A vízdoldható szárazanyag-tartalomra Szabó et al. (2010) szerint leginkább a nappali és az éjszakai hőmérséklet közötti ingadozás mértéke van hatással, jelentős hőmérsékletkülönbség magasabb, kisebb hőmérsékletkülönbség pedig alacsonyabb szárazanyag-tartalmat eredményez. Ezt a feltevést kutatásunk is igazolja, hiszen 2019-ben, a legnagyobb hőingadozás mellett ebben az évben mértük a legmagasabb átlagos szárazanyag-tartalmakat.

A gyümölcsök antioxidáns vegyületeit a betakarítás előtti körülmények, az éghajlat, hőmérséklet, fényerősség, talaj típus, műtrágyázás alkalmazása mind befolyásolhatja (Wang, 2006). Egyes szerzők kutatásai megállapításunkkal egyetértenek, vagyis az antioxidáns kapacitás változását a különböző években megfigyelték (Connor et al., 2002; Hosu et al., 2011), míg mások ilyen hatást nem tudtak kimutatni (van der Sluis et al., 2001; Bolling et al., 2010). Wang és Zheng (2001) szamóca esetében arra a következtetésre jutott, hogy míg a magasabb (25-30°C) hőmérséklet jelentősen növelte a gyümölcsminőségi tulajdonságokat, addig a hűvösebb körülményekben termesztett növények gyümölcsei alacsonyabb antioxidáns aktivitást, valamint antocianin- és polifenol-tartalmat mutattak. Ez a megállapítás ellentétben áll eredményeinkkel, ugyanis a két leghűvösebb szüreti időszakban (2017, 2019) mértük a legnagyobb polifenol- és antocianin-tartalmat, valamint antioxidáns kapacitást.

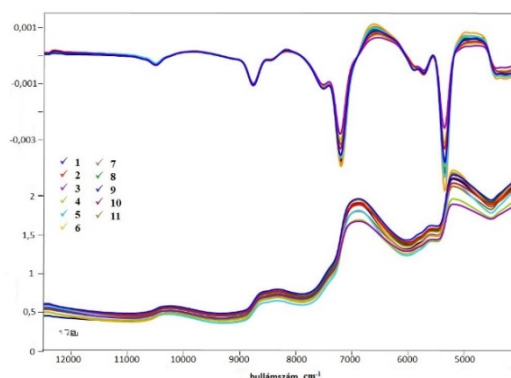
10. táblázat: Az év hatása a bodza gyümölcsének kémiai összetételére ( $\pm$  szórás)

Év/ kémiai paraméter	Vízoldható szárazanyag- tartalom (%)	Titrálható savtartalom (%)	Antioxidáns kapacitás (mmol AAE/100 g)	Polifenol-tartalom (mg GAE/100 g)	Antocianin- tartalom (mg Cy3G/100 g)
2017	12,3 $\pm$ 1,19 ab	0,60 $\pm$ 0,10 a	60,8 $\pm$ 1,47 b	1740,8 $\pm$ 628,3 a	895,4 $\pm$ 300,5 a
2018	12,1 $\pm$ 1,26 a	0,63 $\pm$ 0,09 a	43,2 $\pm$ 14,74 a	1456,9 $\pm$ 598,3 a	710,5 $\pm$ 281,7 a
2019	13,4 $\pm$ 1,19 b	0,67 $\pm$ 0,07 a	59,9 $\pm$ 13,03 b	1711,5 $\pm$ 482,3 a	854,6 $\pm$ 258,6 a

Megjegyzés: a különböző betűk a fajták közötti szignifikáns különbségeket mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

### 5.3. Spektrális mérési eredmények, FT-NIR spektrumok vizsgálata

A 2016-ban begyűjtött 11 bodzafajta gyümölcsmintáinak FT-NIR készülékkel végzett vizsgálata során rögzített alapspektrumokat és első deriváltjait a 30. ábra mutatja. A legfontosabb komponensek jellegzetes rezgési területeit a 11. táblázatban foglaltuk össze.



30. ábra: Vizsgált minták FT-NIR transzflexiós spektruma és a spektrumok első deriváltja

11. táblázat: Jellegzetes rezgési területek azonosítása Workman and Weyer (2012) alapján

Komponens, funkciós csoport	Hullámszám (cm-1)
Víz	10526 – 10204, 6944 – 6803, 5208 – 5155
Aromás szénhidrogének	8754 – 8749
Alkoholok	9386, 7300–7170, 7090–6090
Szénhidrátok	6896, 4760, 4390–4283, 4000
Karbonsavak	8260–7600, 6920, 5290, 4950–4800, 4695, 4630, 4500–4000
Rost	8547, 7057–6944, 7092–7042,
Cellulóz	6897, 5618, 5495, 4785, 4405, 4283–4386, 4260–4250, 4020–4000
Fehérje	6756–6451, 6173–5882, 4926–4877, 4655–4545

### 5.3.1. Vízoldható szárazanyag-tartalom

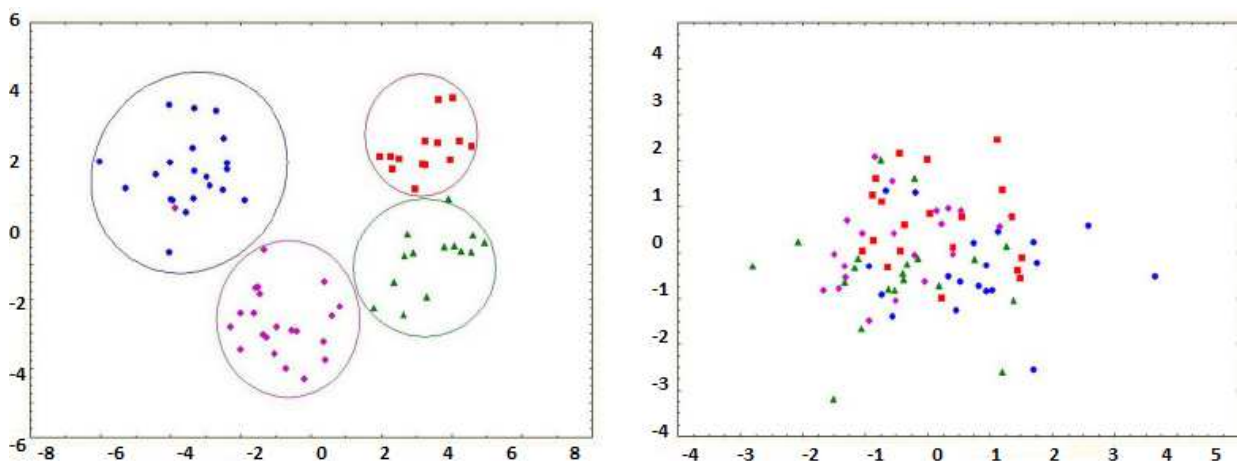
A 2016-ban elvégzett vizsgálatok alapján (12. táblázat) meghatároztuk a fajták oldható szárazanyag-tartalmának határértékeit (13. táblázat) és a fajtákat ez alapján négy csoportba soroltuk: A = 1, 6, 8; B = 3, 5, 10, C = 2, 4, 7; D = 9, 11 (13. táblázat). Adatelőkezelés nélkül kapott mintázatfelismerés során 95%-os konfidencia szinten 97,2%-os besorolási valószínűséget értünk el. A 31. ábrán jól látható, hogy négy csoport egymástól elkülönül, vagyis az általunk mért vízoldható 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. Az LDA vizsgálat mindössze egy C kategóriájú mintát sorolt hibásan az A csoportba, továbbá egy D kategóriájú minta besorolása kétséges. A véletlenszerű csoportosítással történt ellenőrzés összekeveredett képet eredményezett, ami egyértelműen azt bizonyítja, hogy az eredeti mintázatfelismerés nem volt véletlen.

12. táblázat: A vízdoldható szárazanyag-tartalom és a titrálható savtartalom mért értékei (2016)

Sorszám	Fajta	Vízdoldható szárazanyag-tartalom (%)	Titrálható savtartalom (%)
1.	Haschberg	10,40	0,52
2.	Haidegg 13	12,67	0,44
3.	Haidegg 17	11,84	0,55
4.	Korsör	12,67	0,44
5.	Samocco	12,23	0,56
6.	Samdal	11,37	0,53
7.	Samidan	12,73	0,51
8.	Sampo	11,10	0,59
9.	Samyl	13,05	0,38
10.	Weihenstephan	12,07	0,36
11.	K3	13,07	0,39
	Szórás	0,86	0,08

13. táblázat: Az oldható szárazanyag-tartalom és a titrálható savtartalom alapján képezhető mintacsoportok határértékei

Mintacsoportok	Vízdoldható szárazanyag-tartalom (%)	Titrálható savtartalom (%)
A	11,5>	0,4>
B	11,5–12,5	0,4–0,5
C	12,5–13,0	0,5–0,55
D	13,0<	0,55<

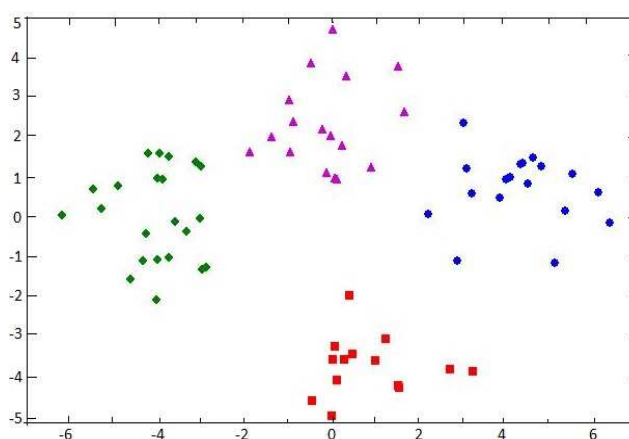


31. ábra: Mintázatfelismerés és elkülönítés vízdoldható szárazanyag-tartalom alapján LDA analízissel, adatelőkezelés nélkül (balra) és véletlenszerű csoportosítással (jobbra)

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

### 5.3.2. Titrálható savtartalom

Titrálható savtartalom alapján a minták a 12. táblázatban közölt határértékek alapján a következő csoportba tartoznak: A= 9, 10, 11; B= 2, 4; C= 1, 6, 7; D= 3, 5, 8 (13. táblázat). Ebben az esetben is a már előzőekben leírtaknak megfelelően végeztük el a mintázatfelismerést: adatelőkezelés nélkül, SNV majd MSC előkezeléssel. Mindhárom esetben 20 főkomponenst állítottunk elő a PCA adatredukció segítségével az eredeti 1100 változóból. A csoportok megkülönböztetése mindhárom esetben sikeres, amelyet az elvégzett ellenőrzések is bizonyítanak. Megjegyzendő, hogy az SNV és az MSC előkezelés gyakorlatilag nem eredményezett eltérő mintázatot. Az ellenőrzés minden esetben alátámasztotta, hogy a csoportbesorolás nem a véletlen műve volt. Az LDA mintázatfelismerés (32. ábra) jól mutatja az egyes csoportok egyértelmű különválását, mely a vizsgálatok közötti összefüggést bizonyítja.



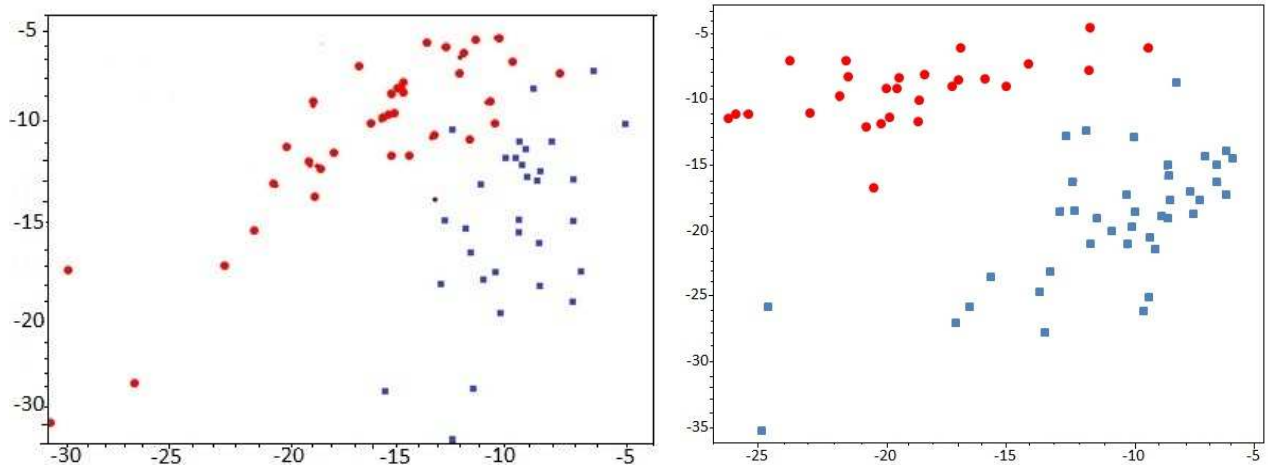
32. ábra: Titrálható savtartalom LDA analízise, adatelőkezelés nélkül

● - 0.36–0.39; ■ - 0.44; ◆ - 0.51–0.53; ▲ - 0.55–0.59 (%).

### 5.3.3. Származási hely

A fajták földrajzi eredetük szerint két kategóriába sorolhatók (14. táblázat). A PCA elemzéssel ebben az esetben is 20 főkomponensre történő adatredukciót végeztünk, majd az eddigiekhez hasonlóan először adatelőkezelés nélkül (33. ábra), majd SNV és MSC előkezelést követően végeztük el az LDA műveletét. Mindhárom esetben ugyanaz a két közép-európai minta egy-egy spektruma került hibás besorolással az észak-európai csoportba, a 10-es ('Weihenstephan') és a 11-es (K3). Az előbbit Németország déli részén, az utóbbit Magyarország nyugati határán nemesítették vadon termő populációból történő szelekcióval. Tudvalévő, hogy ugyanazon földrajzi helyről származó mintákról több spektrumot vettünk fel, s közülük mintánként mindössze egy-egy spektrum alapján észleltük a hibás besorolást. A tévesen besorolásra került egy-egy spektrum vélhetően nem volt teljesen homogén (pl. magrész, zúzalék, héj előfordulása), bár a PCA nem jelezte ezt spektrális kiesőként, az LDA-nál mégis jelentkezett

hibaként. Ugyanakkor mindhárom LDA esetén 97,06%-os megbízhatósággal történt a származási hely felismerése. Az ellenőrzés során kapott eredmények tehát alátámasztják a sikeres mintázatfelismerést, azaz az egyes fajták földrajzi eredet szerinti besorolása helyesnek mondható.



33. ábra: A fajták nemesítési eljárás szerinti elkülönítése LDA analízissel, SNV előkezeléssel  
 ● – hibrid; ■ – szelektált (balra), származási helyen alapuló mintázatfelismerés LDA módszerével,  
 adatelőkezelés nélkül ● – Közép-Európa; ■ – Észak-Európa (jobbra)

14. táblázat: Bodzafajták csoportosítása származási hely és a nemesítés módszere alapján

Jelölés	Fajta	Ország	Származási hely <sup>1</sup>	Nemesítés módszere <sup>2</sup>
1.	Haschberg	Ausztria	K	Sz
2.	Haidegg 13	Ausztria	K	Sz
3.	Haidegg 17	Ausztria	K	Sz
4.	Korsör	Dánia	É	Sz
5.	Samocco	Dánia	É	H
6.	Samdal	Dánia	É	H
7.	Samidan	Dánia	É	H
8.	Sampo	Dánia	É	H
9.	Samyl	Dánia	É	H
10.	Weihenstephan	Németország	K	H
11.	K3	Magyarország	K	Sz

<sup>1</sup>Földrajzi csoportok: É = Észak Európa (az 50° szélesség feletti területek), K = Közép Európa (az 50° szélesség alatti területek).

<sup>2</sup>Nemesítési módszer csoportjai: H = hibridizáció, Sz = vad populációból szelektált.

### 5.3.4. Nemesítési eljárás

A vizsgálat fajták közül hat, keresztezéses nemesítésből előállított hibrid, öt pedig szelekcióból származik (14. táblázat). Az elemzésünk során előkezelés nélkül, valamint SNV, s MSC

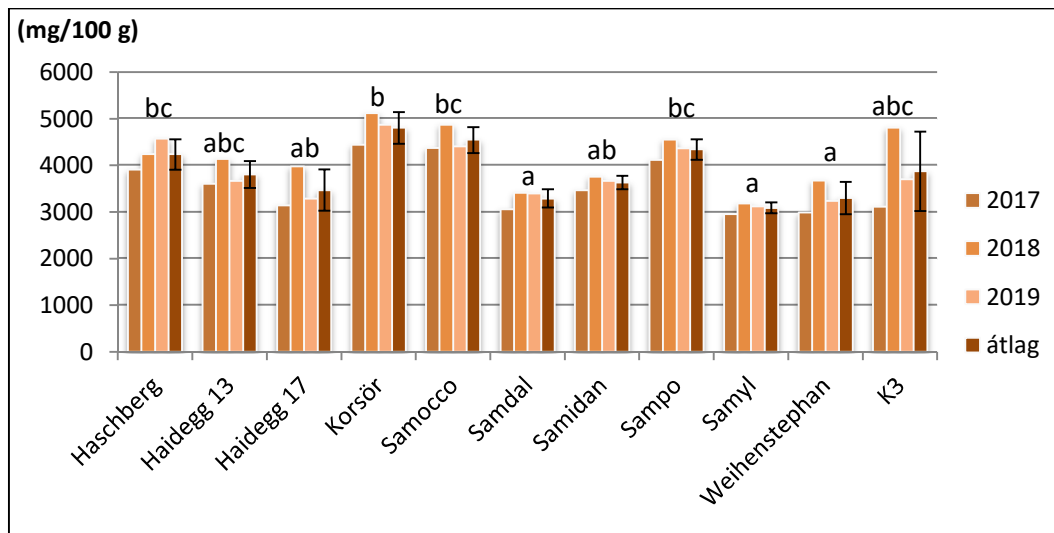
adatelőkezeléseket követően is lefuttattuk az LDA-t. Minden esetben a mintázatfelismerés lehetőségét vizsgáltuk. Az előkezelés nélküli spektrum adatokat első lépésben PCA segítségével vetettük alá az adatredukciónak. 20 főkomponenst hoztunk létre az eredeti változókból. A 20 főkomponens felhasználásával 95,6%-os megbízhatósággal szét lehetett választani a két csoportot (33. ábra). Ellenőrzésként random csoportosítást választottunk, amely esetében 64,7% megbízhatósággal történik a mintázatfelismerés, így az eredeti besorolást sikeresnek minősítettük. A spektrumokkal különbséget tudtunk kimutatni a hibridek és a szelekcióval előállított fajták között, tehát csoportosításunk a mért spektrumadatok alapján helyesnek mondható. Ebben az esetben az 1. ('Haschberg') és a 11. (K3) szelekcióból származó fajta egy-egy spektrumát tévesen hibridnek, illetve 7. ('Samidan') hibrid fajta egy spektrumát tévesen szelekcióból származónak osztályozott a statisztikai program. Ugyanakkor a nemesített mintákról itt is több spektrumot vettünk fel és használtunk fel a kiértékelés során, ezen párhuzamos felvételekből egy-egy besorolás mutatkozott tévesnek. Okként ebben az esetben is azt feltételezzük, hogy a párhuzamos spektrumfelvételek közötti homogenizálási lépésben történhetett hiba. Így bár látunk téves besorolást, a mintázat-felismerést nyugodtan mondható sikeresnek.

#### **5.4. Elemtartalom vizsgálat**

A 11 fajta begyűjtött mintáinak elemtartalmát az összesített adatok (n=33) alapján egyszempontos ANOVA modellel értékeltük. Eredményeinket mg/100 g egységben, a virágzatok és levelek esetében száraz, a gyümölcsöknél friss tömegre vonatkoztatva adtuk meg.

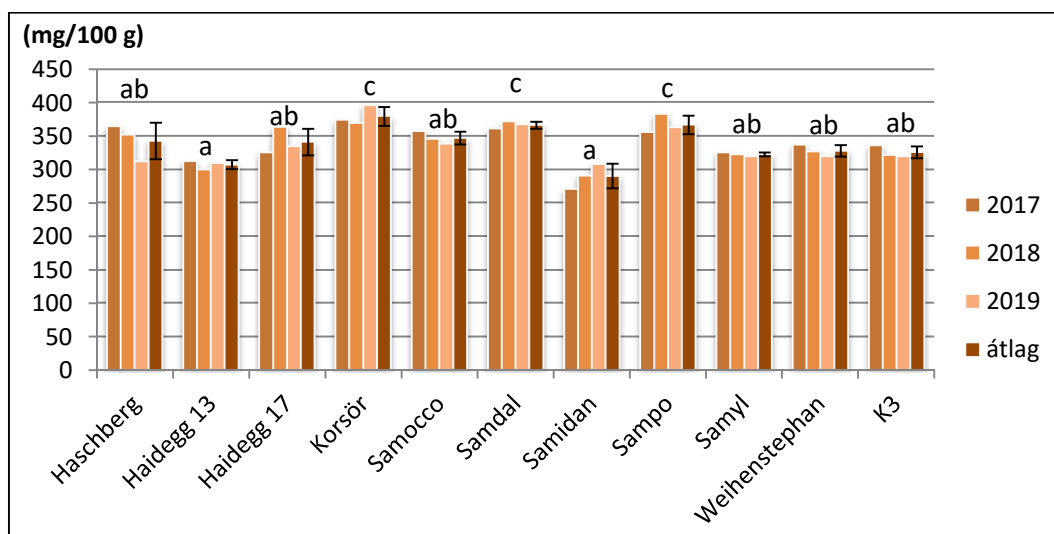
##### **5.4.1. Virágzatok elemtartalma**

A bodza virágzatai Blumenthal et al. (2000) szerint jelentős mennyiségben tartalmaznak káliumot, mely eredményeinkből is jól látható (34. ábra). A virágzatok káliumtartalma átlagosan 2960-5110 mg/100 g közötti intervallumban változott a vizsgálati években. A legkisebb mennyiségű káliumot mindhárom évben a 'Samyl' virágzatai mutatták, de a 'Samdal' és a 'Weihenstephan' virágzatai is kisebb mennyiségben tartalmazták ezt az elemet. A legtöbb káliumot minden esetben a 'Korsör' virágzatainál mértünk. Eredményeink a Kolodziej et al. (2012) által leírtaknál kisebb mértékben eltérnek (3240-7130 mg/100 g), míg a Barbes et al. (2020) által meghatározottal nagyobb mértékben korrelálnak (4014-4552 mg/100 g). Az adatok statisztikai értékelése során a fajta szignifikáns hatását is sikerült bizonyítanunk az átlagos káliumtartalomra ( $F(10,22)=6,723$   $p<0,001$ ).



34. ábra: Bodzafajták virágzatának káliumtartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

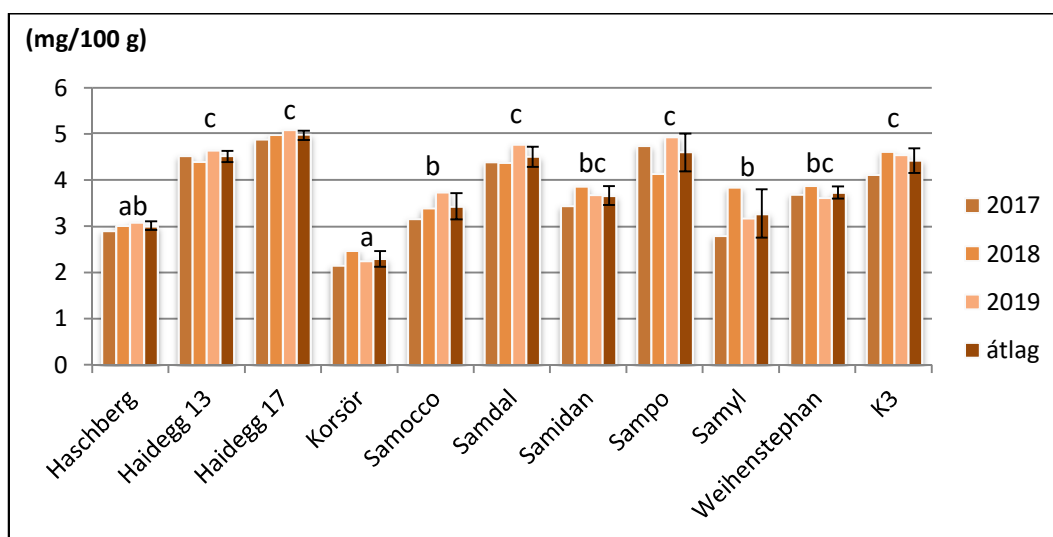
A három év alatt mért adatok alapján a 'Samidan' virágzatai tartalmaznak a legkisebb mennyiségben kalciumot (átlagosan 271 mg/100 g), de a 'Haidegg 13' fajta virágzatai is átlagosan kisebb koncentrációval jellemezhetők (átlagosan 307,3 mg/100 g) (35. ábra). A legnagyobb értékeket a 'Korsör', 'Samdal' és a 'Sampo' virágzatai mutatták. Eredményeink az irodalomban közölt adatokkal egybeesnek (Kolodziej et al., 2012). Mérésünket Mlynarczyk et al. (2020) megfigyelése is alátámasztja, miszerint a 'Haschberg' virágzatai a 'Sampo'-nál kisebb mennyiségben tartalmaznak kalciumot. Elvégzett statisztikai vizsgálatunkkal megerősíthetjük, hogy a fajta szignifikánsan befolyásolja a virágzatok kalciumtartalmának alakulását ( $F(10,22)=10,84$   $p < 0,001$ ).



35. ábra: Bodzafajták virágzatának kalciumtartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

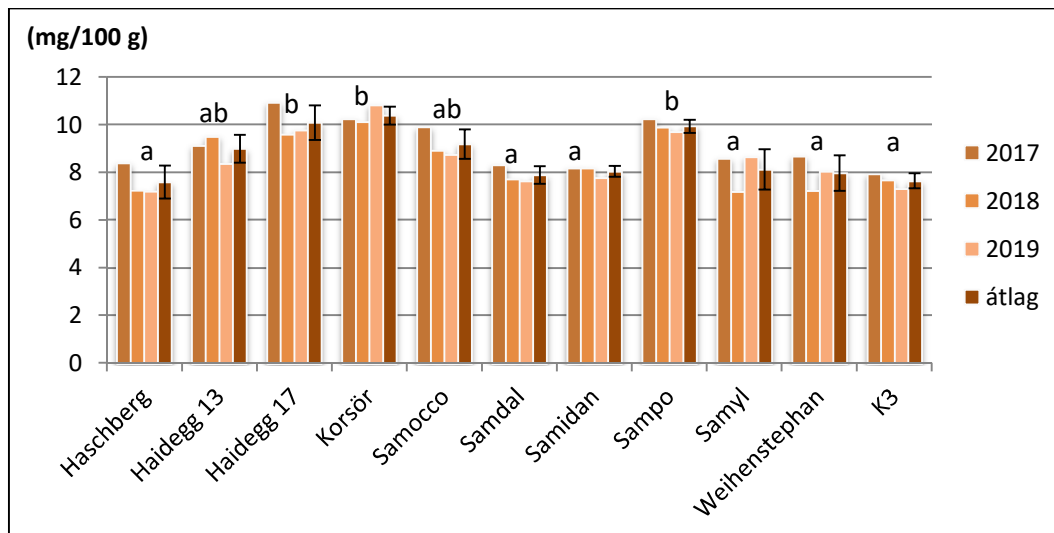


A nátriumtartalmat tekintve a ‘Haidegg 17’ bizonyult a legkiemelkedőbbnek, átlagosan 4,97 mg/100 g mennyiséget tartalmaztak virágzatai. Jelentős nátriumtartalommal azonban több fajta is jellemezhető, mint pl. a ‘Haidegg 13’, ‘Samdal’, ‘Sampo’ és K3. A ‘Korsör’ virágzatában átlagosan 2,3 mg/100 g nátrium volt mérhető, mely fele mennyiségnek számít a ‘Haidegg 17’ virágzatában mért eredményekhez képest (36. ábra). Barbes et al. (2020) kutatásában, a mi adatainknál nagyobb mennyiségben határozta meg a bodza virágzataiban fellelhető nátriumtartalmat (7,2-9,8 mg/100 g). Az elvégzett egytényezős ANOVA vizsgálattal kijelenthetjük, hogy fajta a virágzatokban mérhető nátrium mennyiségét szignifikánsan befolyásolja ( $F(10,22)=28,838$   $p<0,001$ ).



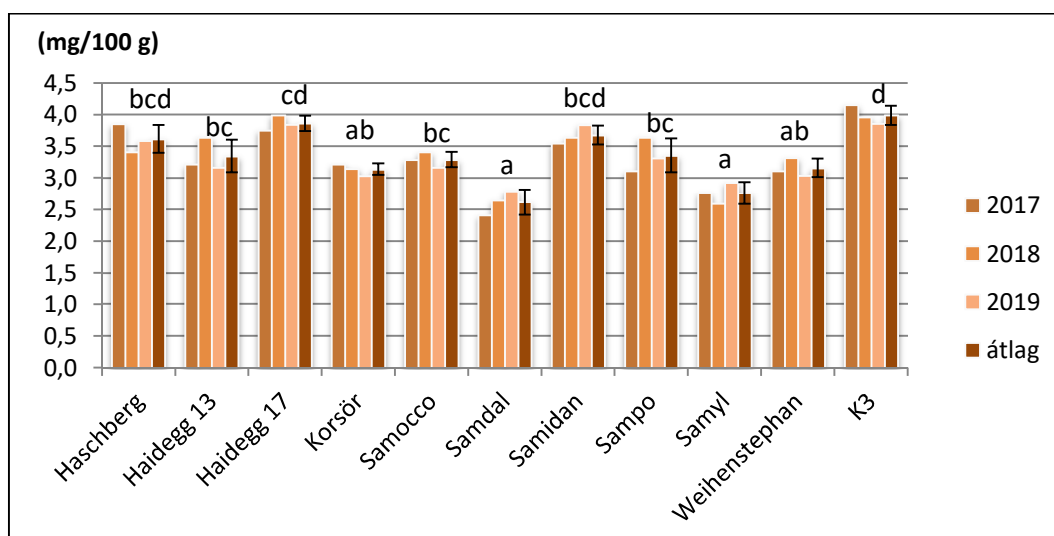
36. ábra: Bodzafajták virágzatának nátriumtartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p<0,05$ )

A vizsgált mikroelemek közül a virágzatok legnagyobb mennyiségben vasat tartalmaztak. Vastartalom tekintetében a fajták között csak kisebb mértékű eltérés volt tapasztalható a virágzatokban (37. ábra). A legjelentősebb vastartama a ‘Haidegg 17’-nek és a ‘Korsör’-nek volt. E tulajdonságuk alapján a ‘Sampo’, ‘Haidegg 13’ és a ‘Samocco’ virágzatai is kiemelkedőnek tekinthetők, míg a többi fajtánál átlagosan kisebb vaskoncentráció volt mérhető. A Kolodziej et al. (2012) által közölt vasmennyiséghez képest (5,28-21,4 mg/100 g) eredményeink kisebbnek mondhatók. Mlynarczyk et al. (2020) szerint a ‘Sampo’ és a ‘Samyl’ virágzata a ‘Haschberg’-nél nagyobb mennyiségű vasat tartalmaz, melyet megfigyelésünk is igazol. Elvégzett egytényezős ANOVA vizsgálatunkkal a fajta szignifikáns hatását a virágzatok vastartalmára bizonyítottuk ( $F(10,22)=10,301$   $p<0,001$ ).



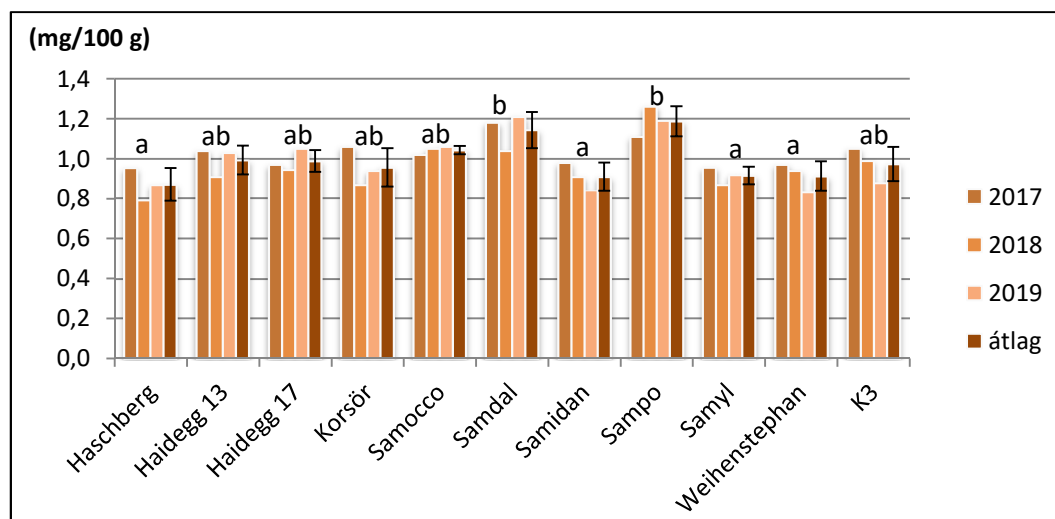
37. ábra: Bodzafajták virágzatának vastartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

A virágzatok cinktartalmában a fajták között nagyobb mértékű változatosságot figyelhettünk meg (38. ábra). A ‘Samdal’ virágzatainak kis cinktartalma minden évben tapasztalható tulajdonság volt, akárcsak a K3 fajtajelölt kimagasló értékei. A virágzatok általunk mért cinktartalma az irodalomban is közölt intervallumon belül helyezkednek el (2,39-3,85 mg/100 g) (Kolodziej et al., 2012). Mlynarczk et al. (2020) a ‘Sampo’ és a ‘Samyl’ fajta virágzatainak vastartalmát a ‘Haschberg’-nél is jelentősebbnek ítélte meg, mely ellentétben áll megfigyelésünkkel. A fajta statisztikai hatását a virágzatok cinktartalmára elvégzett elemzésünk is igazolja ( $F(10,22)=16,85$   $p < 0,001$ ).



38. ábra: Bodzafajták virágzatának cinktartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

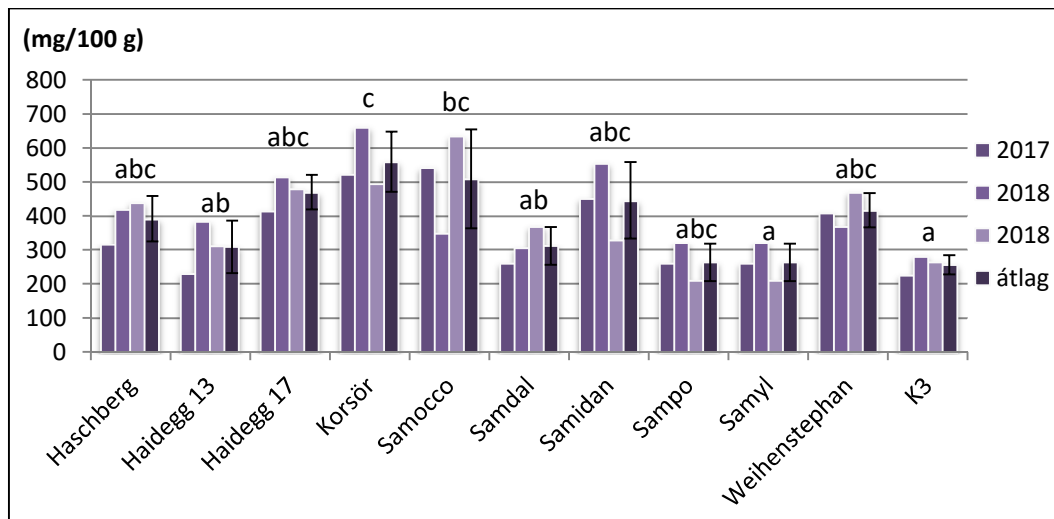
Réztartalom szempontjából a fajták között csak kisebb mértékű variabilitást tapasztaltunk (0,79-1,26 mg/100 g). Legnagyobb koncentrációban rezes a ‘Sampo’ és a ‘Samdal’ virágzatai tartalmaztak. A ‘Haschberg’, ‘Samidan’, ‘Samyl’ és ‘Weihenstephan’ virágzatai pedig kisebb rézkoncentrációval jellemezhetők (39. ábra). Mlynarczyk et al. (2020) szerint a ‘Haschberg’ virágzata a jelentős réztartalmú, a ‘Sampo’ pedig a kisebb mennyiséget tartalmazó fajták közé sorolható, mely eredményünkkel nincs összhangban. A virágzatok réztartalmának fajták általi statisztikai befolyását ANOVA vizsgálatunk egyaránt alátámasztja ( $F(10,22)=5,574$   $p<0,001$ ).



39. ábra: Bodzafajták virágzatának réztartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p<0,05$ )

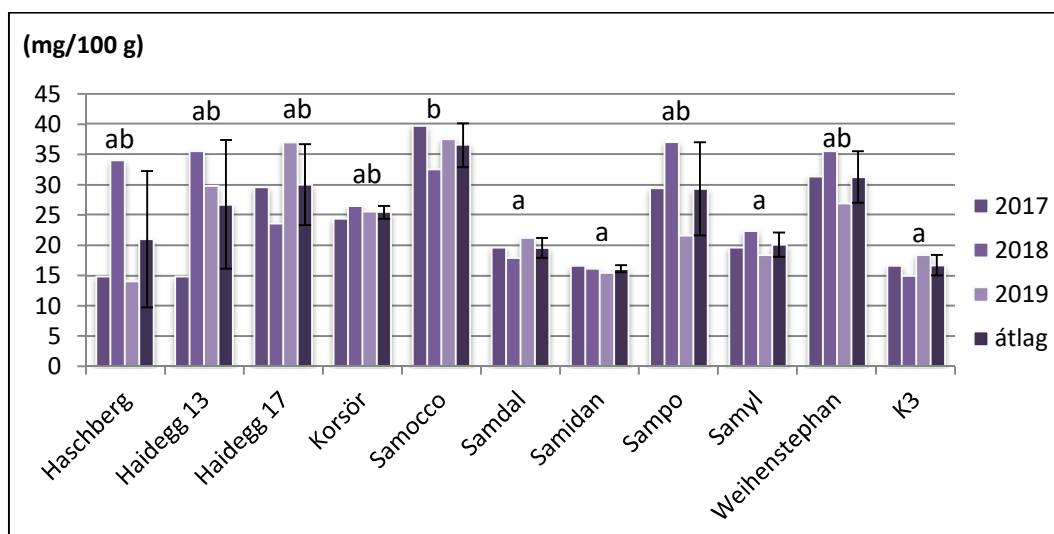
#### 5.4.2. Gyümölcsök elem tartalma

A makroelemek közül a bodza gyümölcssei legnagyobb mennyiségben káliumot tartalmaztak, melyet Wazbinska et al. (2007) kutatásai is alátámasztanak. Legkiemelkedőbb káliumtartalma mindhárom évben a ‘Korsör’ gyümölcsének volt (átlagosan 559,3 mg/100 g), amely eredmény csaknem kétszer nagyobb, mint a legkisebb értéket képviselő K3 fajtajelöltté (átlagosan 256,3 mg/100 g). Jelentős káliumtartalmat mértünk még a ‘Samocco’-nál, kisebb mennyiség pedig a ‘Sampo’ és ‘Samyl’ esetében (40. ábra). Eredményeink némileg magasabbnak mutatkoznak, mint a Vulic et al. (2008) által közöltek (391,3 mg/100 g). Divis et al. (2015) ‘Haidegg 13’-nál tett megfigyelése nincs összhangban mérési eredményünkkel, miszerint a gyümölcsök legalább 467,3 mg/100 g káliumot tartalmaznak. A három év adatai alapján elvégzett statisztikai vizsgálatunk igazolta a fajta hatását a gyümölcsök káliumtartalmára ( $F(10;22)=5,075$   $p=0,001$ ).



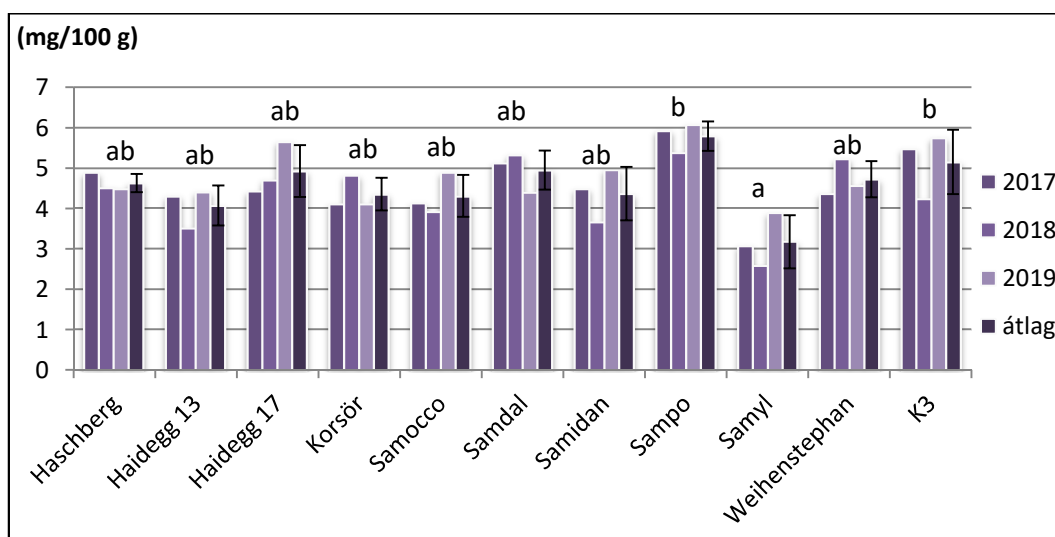
40. ábra: Bodzafajták gyümölcsének káliumtartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

A legtöbb kalciumot a 'Weihenstephan', és a 'Samocco' gyümölcsében mértünk (41. ábra). A 'Samidan' és a K3, valamint a 'Samdal' termései kisebb mennyiségben tartalmazzák ezt az elemet. Adatainkat Lim (2012) feljegyzései alátámasztják, azonban Divis et al. (2015) az általunk mértnél nagyobb (88,5-152,8 mg/100 g) kalciumtartalomról számol be. Eredményeinket nem támasztják alá Mlynarczyk et al. (2020) vizsgálatait, miszerint a 'Samyl' és a 'Haschberg' gyümölcse a 'Sampo'-nál majdnem háromszor nagyobb mennyiségű kalciumot tartalmaz. Pliszka (2020) megfigyelése, hogy a 'Korsör' gyümölcse a 'Samyl'-nél jelentősebb kalciumtartalmú egybeesik véleményünkkel. A szignifikáns fajtahaszt statisztikai vizsgálatunk is megerősíti ( $F(10;8,51)=17,48$   $p < 0,001$ ).



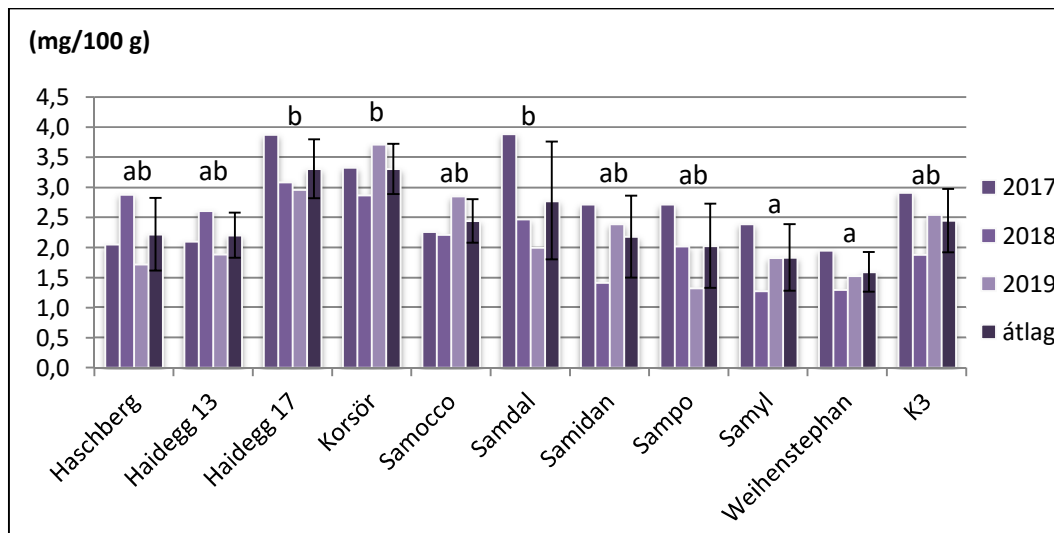
41. ábra: Bodzafajták gyümölcsének kalciumtartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

A fajták nátriumtartalma között nagyobb mértékű azonosságot tapasztaltunk, mint a kálium- és a kalciumtartalmak esetében. A három évben mért eredményeink 2,58 mg/100 g és 6,07 mg/100 g között változtak. Adataink a Divis et al. (2015) (1,3-3,5 mg/100 g) és Vulic et al. (2008) (2,17 mg/100 g) által mérteknél nagyobbak bizonyultak (42. ábra), míg Lim (2012) eredményeinél kisebbnek mutatkoztak (6 mg/100 g). A legnagyobb átlagos értékeket képviselő fajta a ‘Sampo’ volt, a legkisebbet pedig a ‘Samyl’. Jesková (2014) szerint a ‘Samdal’ gyümölcsének nátriumtartalma a legkiemelkedőbb, melyet kutatásunk nem igazol. Az elvégzett statisztikai vizsgálattal megállapítottuk, hogy a fajta szignifikánsan hat a gyümölcsök nátriumtartalmára ( $F(10,22)=4,604$   $p=0,001$ ).



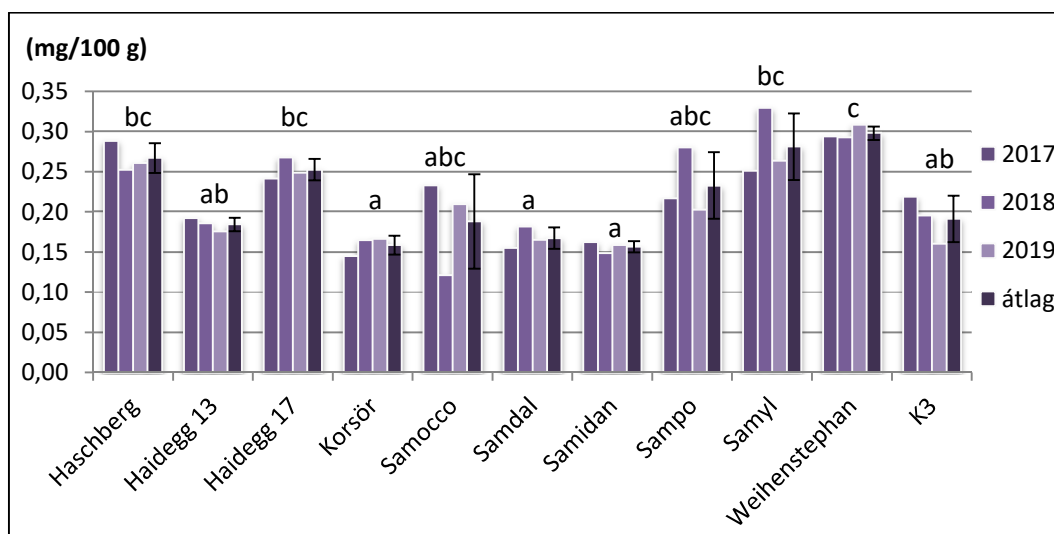
42. ábra: Bodzafajták gyümölcsének nátriumtartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p<0,05$ )

A mikroelemek közül a gyümölcsök legnagyobb mennyiségben vasat tartalmaztak. A fajták közül a ‘Samdal’ és a ‘Haidegg 17’ gyümölcsének vastartalma volt a legjelentősebb (43. ábra). A legtöbb fajta közepes vastartalmat mutatott minden vizsgálati évben, ez alól alacsonyabb értékeivel kivétel a ‘Weihenstephan’ és a ‘Samyl’ (43. ábra). Divis et al. (2015) velünk ellentétben a fajták vastartalma közötti nagyobb mértékű változatosságról számol be (1,24-8,47 mg/100 g). Adataink közelebb állnak a Lim (2012) által meghatározottakhoz (1,6 mg/100 g). Eredményeink megegyeznek Mlynarczyk et al. (2020) tapasztalataival, vagyis azzal, hogy a ‘Haschberg’ gyümölcse a ‘Sampo’-nál és a ‘Samyl’-nél is több vasat tartalmaz. Az elvégzett ANOVA vizsgálattal a fajták hatását a gyümölcsök vastartalmára is sikerült igazolnunk ( $F(10,22)=2,741$   $p=0,023$ ).



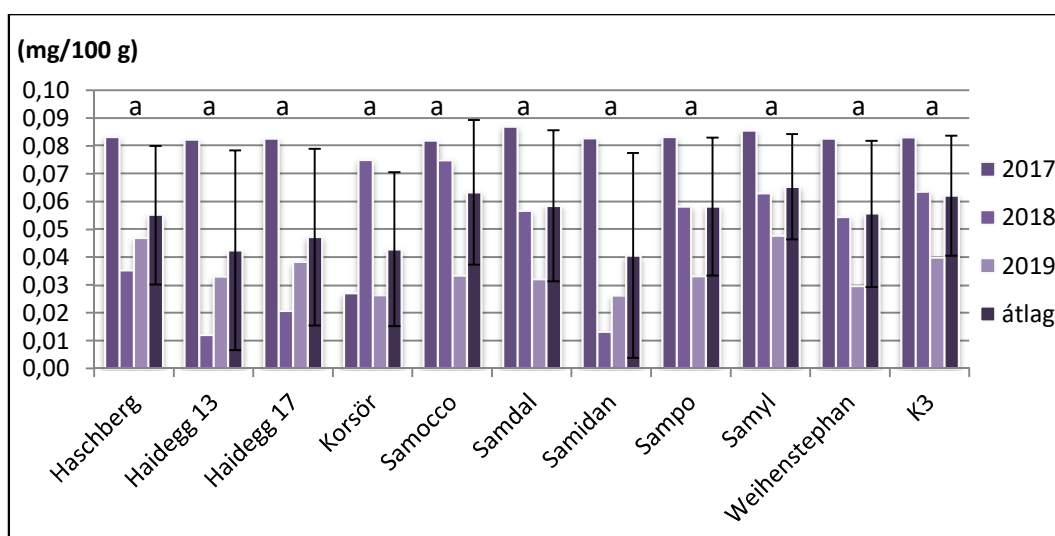
43. ábra: Bodzafajták gyümölcsének vastartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

A fajták gyümölcseinek cinktartalma 0,122 mg/100 g ('Samocco') és 0,329 mg/100 g ('Samyl') között változott (44. ábra). Jesková (2014) megfigyelésünkkel ellentétben a fajták nagyobb cinktartalmáról (0,32-1,07 mg/100 g) számol be. A Divis et al. (2015) által meghatározott tartomány (0,19-0,34 mg/100 g) már közelebb áll az általunk mértékhez. Mlynarczyk et al. (2020) véleménye szerint a 'Haschberg' terméseinek cinktartalma elmarad a 'Sampo' fajtaétól, mely ellentétben áll adatainkkal. Pliszka (2020) vizsgálatában a 'Sampo'-t és 'Samyl'-t a 'Korsör'-nél jelentősebb cinktartalommal jellemezte, melyet eredményeink is igazoltak. Statisztikai vizsgálattal a fajták hatását a gyümölcsök cinktartalmára bizonyítottuk ( $F(10,22)=15,58$   $p < 0,001$ ).



44. ábra: Bodzafajták gyümölcsének cinktartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

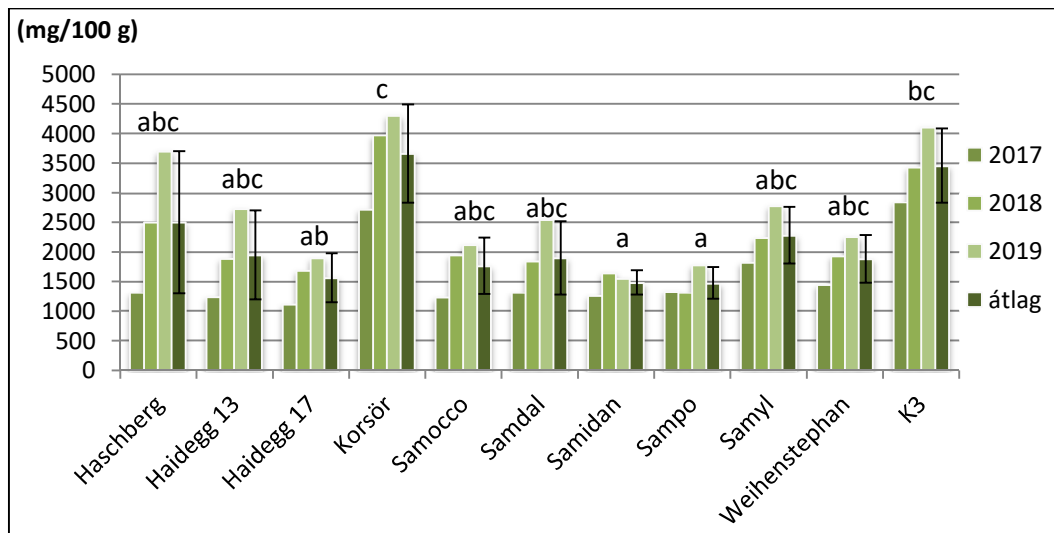
Réztartalom szempontjából a fajták között kisebb mértékű variabilitás volt kimutatható (45. ábra). Ez a megállapítás statisztikai vizsgálatunkban is megmutatkozik, ugyanis a fajták hatását a gyümölcsök réztartalmára nem tudtuk bizonyítani ( $F(10;22)=0,268$   $p=0,982$ ). A legtöbb rezet átlagosan a ‘Samyl’ (0,07 mg/100 g), a legkevesebb pedig a ‘Samidan’ (0,041 m/100 g) gyümölcsében tudtunk kimutatni. Jesková (2014) feljegyzései ezzel ellentétben jelentős mértékben meghaladták az általunk mért eredményeket (0,33 mg/100 g), akárcsak a Divis et al. (2015) által közölt értékek (0,17-0,24 mg/100 g). Lim (2012) kutatásában a bodza gyümölcsének réztartalmát már hozzánk hasonlóan kisebb, 0,061 mg/100 g értékben határozta meg. Mlynarczyk et al. (2020) szerint a ‘Samyl’ gyümölcse tartalmazza a legnagyobb mennyiségű rezet, melyet megfigyelésünk is alátámaszt.



45. ábra: Bodzafajták gyümölcsének réztartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p<0,05$ )

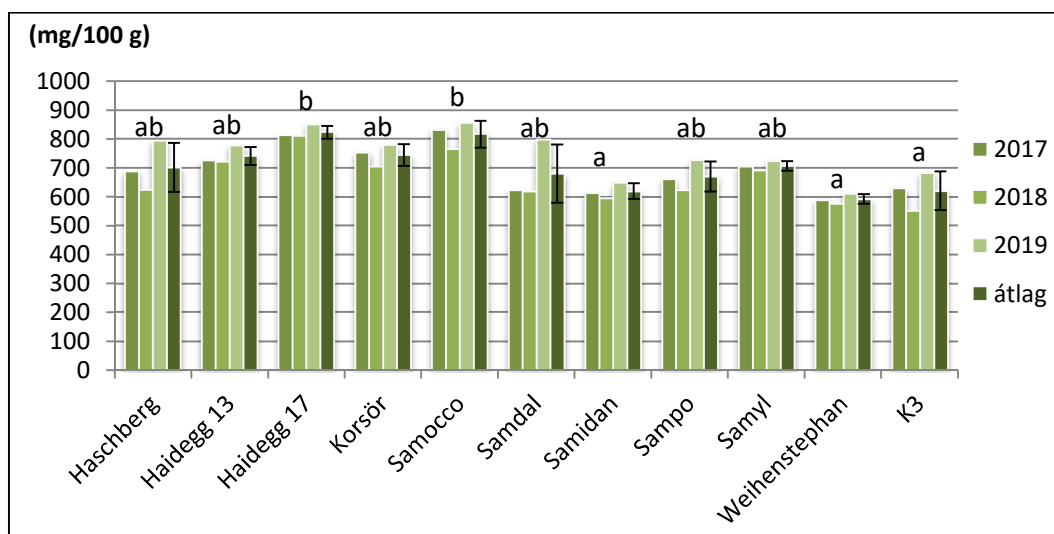
### 5.4.3. Levelek elem tartalma

A fajták három évben begyűjtött leveleinek átlagos káliumtartalma a 46. ábrán látható. Az átlagos káliumtartalom szempontjából a ‘Korsör’ fajta emelhető ki, de a K3 fajtajelölnél is jelentős káliumtartalmat jegyeztünk fel. A ‘Sampo’ és ‘Samidan’ fajták levelei a vizsgált években kisebb mennyiségben tartalmazták ezt az elemet. Byers et al. (2015) amerikai bodzafajtákkal végzett kísérletet, eredményeik az általunk mértnél kisebb mértékben alacsonyabbnak mondhatók (2520-2660 mg/100 g), hasonlóan a Barbes et al. (2020) cikkében (1864-2481 mg/100 g) közöltekhez. A fajták hatását a levelek káliumtartalmára statisztikai vizsgálatunk is alátámasztották ( $F(10;22)=4,347$   $p=0,002$ ).



46. ábra: Bodzafajták levelének káliumtartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

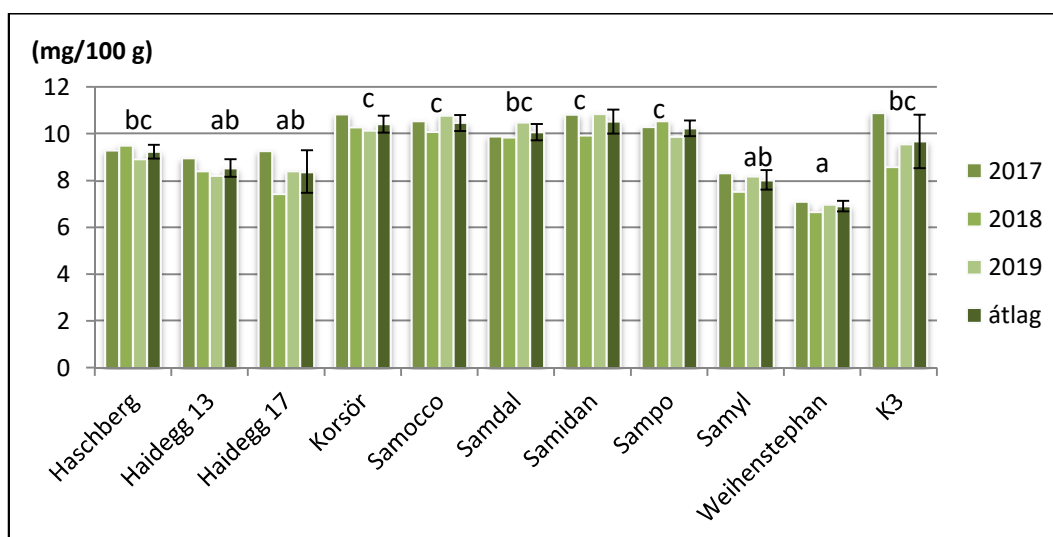
A három évben átlagosan 592,6 mg/100 g ('Weihenstephan') és 816,12 mg/100 g ('Samocco') között változott a levelek kalciumtartalma (47. ábra). A legtöbb fajta közepes értékekkel jellemezhető, és a fajták közül a 'Haidegg 17' jelentős, a 'Samidan' pedig kisebb kalciumtartalma miatt emelhető ki. Barbes et al. (2020) szerint a levelek kalciumtartalma 857-1044 mg/100 g között változik, míg Byers et al. (2015) kutatásában 1118-1296 mg/100 g kalciumtartalomról számol be. Eredményeink legjobban Dekock és Hall (1955) adataival korrelálnak, miszerint a bodza levelei átlagosan 740 mg/100 g kalciumot tartalmaznak. Az elvégzett ANOVA elemzéssel a fajták hatását a levelek kalciumtartalmára is bizonyítottuk ( $F(10;22)=6,189$   $p < 0,001$ ).



47. ábra: Bodzafajták levelének kalciumtartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

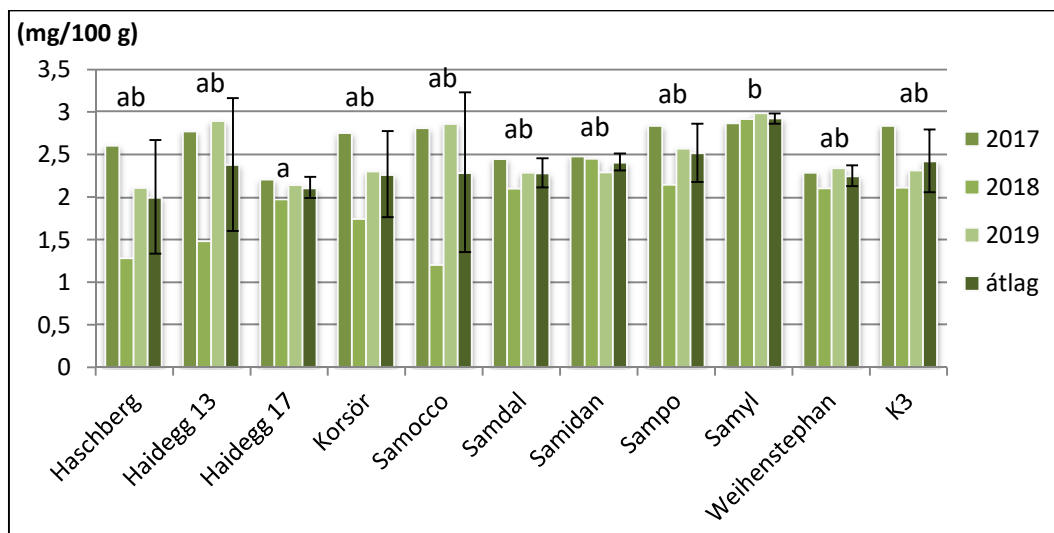


A levelek vastartalma 6,9-10,5 mg/100 g között változott. A vas mennyisége több fajtánál is kiemelkedőnek bizonyult, mint pl. a ‘Korsör’, ‘Samocco’, ‘Samidan’ és a ‘Sampo’ levelében (48. ábra). A legkisebb koncentrációban a ‘Weihenstephan’ levelei tartalmaztak vasat (6,9 mg/100 g). Divis et al. (2015) kísérletében a bodza leveleinek vastartalmát 6,2-6,8 mg/100 g-ban határozta meg, mely a legtöbb esetben elmaradt mérési eredményeinktől. Barbes et al. (2020) pedig adatainknál jóval nagyobb (27-28 mg/100 g) vastartalmat jegyzett fel. Eredményeink legnagyobb mértékben a Parmar et al. (1993) által feljegyzett adatokkal korrelálnak (9 mg/100 g). Elvégzett statisztikai vizsgálatainkkal a fajták hatását a levelek vastartalmára bizonyítottuk ( $F(10;22)=14,246$   $p<0,001$ ).



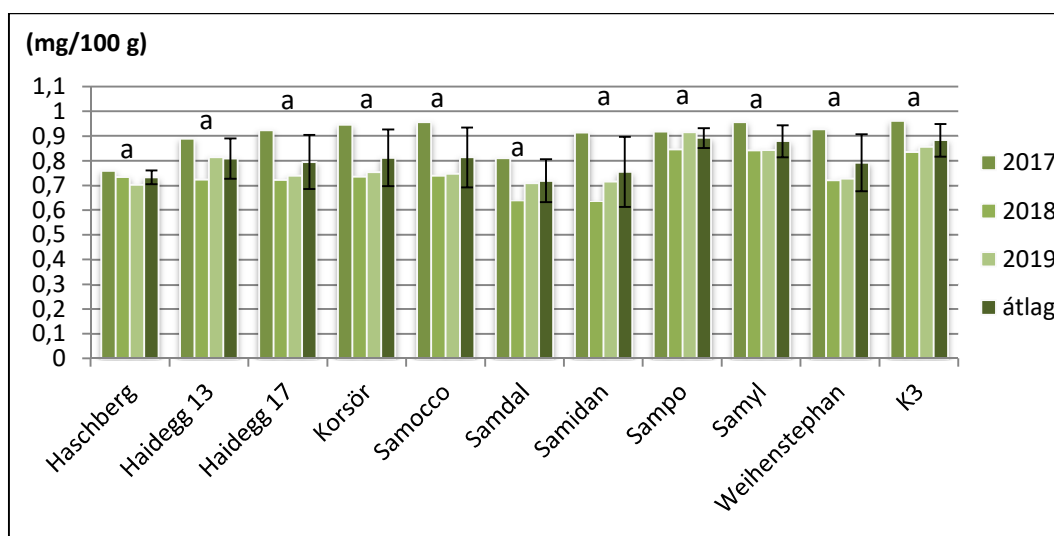
48. ábra: Bodzafajták levelének vastartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p<0,05$ )

A levelek cinktartalma 1,21 mg/100 g és 2,98 mg/100 g között változott (49. ábra). A fajták közül átlagosan a ‘Haidegg 17’ levele a legkisebb, a ‘Samyl’ pedig a legnagyobb koncentrációban tartalmazott cinket. A ‘Samdal’, ‘Samidan’ és ‘Weihenstephan’ levelei közepes cinktartalommal jellemezhetők, mely mindhárom évben megfigyelhető tulajdonság volt. A ‘Haschberg’, ‘Haidegg 13’, ‘Korsör’ és a K3 levelének cinktartalma is közepesnek mondható, azonban értékeik a vizsgálati években nagyobb mértékű változatosságot mutattak. Mért adataink egybeesnek a Byers et al. (2015) által kutatásában meghatározottakkal (1,86-2,49 mg/100 g). Az elvégzett egytényezős ANOVA vizsgálattal szignifikáns korrelációt tudunk kimutatni a levelek cinktartalma és a genotípus között ( $F(10;22)=2,946$   $p=0,017$ ).



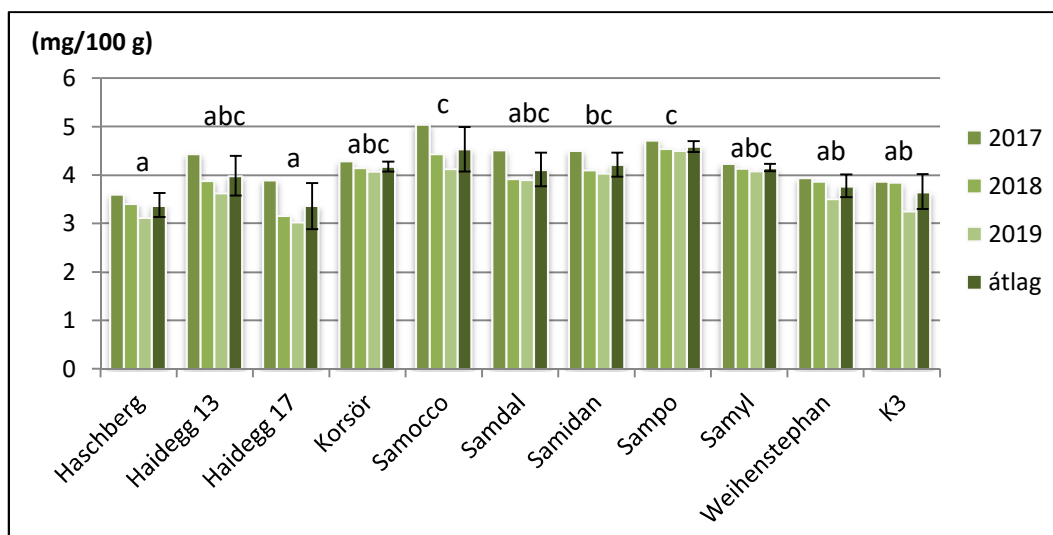
49. ábra: Bodzafajták levelének cinktartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

A réztartalom 0,64 mg/100 g ('Samdal') és 0,96 mg/100 g ('Sampo') közötti intervallumban változott a különböző években (50. ábra). A 'Samdal' mellett a 'Haschberg' és a 'Samidan' levele is kisebb, még a K3 és a 'Samyl' leveleiben átlagosan nagyobb koncentrációban volt jelen a réz. Molnárová et al. (2018) 0,4-0,7 mg/100 g-ban, míg Byers et al. (2015) 0,69-0,78 mg/100 g-ban határozta meg a levelek réztartalmát. Mérési eredményeink leginkább a Byers et al. (2015) által közöltekkel vannak összhangban. Statisztikai vizsgálatunkkal nem találtunk összefüggést a fajták és leveleik réztartalma között ( $F(10;22)=1,15$   $p=0,373$ ).



50. ábra: Bodzafajták levelének réztartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

A bór mennyiségének alakulását az 51. ábrán szemléltetjük, melyen látható, hogy a legnagyobb bórkoncentrációt a ‘Samocco’ és a ‘Sampo’ mutatta. Míg a ‘Haschberg’ és a ‘Haidegg 17’ leveleiben volt a bór a legkisebb koncentrációban kimutatható. Byers et al. (2015) szerint, a *Sambucus canadensis*-ből származó fajták levelében, 3,9-5,1 mg/100 g között változik a bórtartalom, melytől eredményeink csak kisebb mértékben mutatkoznak nagyobbak. A fajtahatás az elvégzett statisztikai vizsgálattal a levelek bórtartalmára igazolható volt ( $F(10;22)=5,310$   $p=0,001$ ).



51. ábra: Bodzafajták levelének bórtartalma és szórása (Soroksár, 2017-2019) az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p<0,05$ )

#### 5.4.4. Növényi részek elemtartalma közötti összefüggés

Szűcs (1999) szerint a tápanyag-ellátottság tényleges állapotát legpontosabban a levelek jelzik, hiszen a levelek az anyagcsere-folyamatok legfontosabb szervei. Arról is beszámol, hogy a levelekben és más növényi részekben mérhető ásványianyag-tartalmak között összefüggés mutatható ki. A levelek tápanyag-ellátásban betöltött alapvető fontosságából kiindulva a levelek és virágzatok, valamint a levelek és gyümölcsök elemtartalma közötti kapcsolatot vizsgáltuk. Az értékeléshez Pearson féle korrelációs elemzést használtunk, melyben a három év adatait tekintettük egy adathalmaznak ( $n=33$ ). Értékelésünk során először a növényi részek azonos elemei közötti összefüggéseket vizsgáltuk meg.

Montanes és Sanz (1994) úgy véli, hogy a virágok elemtartalmának meghatározásával - mivel a legtöbb gyümölcsfajnál a levélanálízishez történő mintavétel optimális időpontja a szüreti időszakhoz közel van - a hiánybetegségek korábban kimutathatók és még az adott évben könnyebben orvosolhatók. A virágzatok és levelek esetében lineáris kapcsolatot a levelek kálium- és a virágzatok kálium-, valamint a levelek bór- és a virágzatok bórtartalma tekintetében

tudtunk kimutatni (15. táblázat). Nagy (2009) almával végzett kísérlete során hozzánk hasonlóan arra a következtetésre jutott, hogy a virágzatok és a levelek kálium-, valamint a bórtartalma között pozitív összefüggés van. A többi vizsgált elem esetében statisztikai kapcsolatot nem tudtunk kimutatni. Sanz et al. (1994) ezzel ellentétben körténél azt a megfigyelést tette, hogy a levelek és virágzatok vastartalma között is összefüggés áll fenn. Kísérletünket viszont Sanz és Montanes (1995) őszibaracknál tett megfigyelése alátámasztja, hiszen sem a vas-, sem a réz- sem a cinktartalom tekintetében nem mutatott statisztikai kapcsolatot a levelek és a virágzatok között.

A gyümölcssterhelés változása befolyásolja a levelek tápanyag-koncentrációját, mivel az asszimilátumok nagy részét a termések hasznosítják. A gyümölcsök minőségi tulajdonságai ezáltal nagymértékben függenek a fák tápanyagellátásától is. A korrelációs együttható azt mutatja, hogy a levelek és a gyümölcsök két elem, a réz- és a vasmennyiségek esetében mutatnak összefüggést, a többi elem koncentrációja azonban nem korrelál egymással (15. táblázat). A kálium esetében talált összefüggésünket Dris és Niskanen (1998) almánál végzett kutatása is megerősíti. A kalciumtartalmak között hozzánk hasonlóan más szerző (Dris et al., 1999) sem talált összefüggést a levelekben és a gyümölcsökben. A gyümölcsök és levelek kalcium-állapotának ez az ellentmondása összefüggésben lehet az elem növényen belüli lassú mozgásával, a gyümölcsökbe történő korlátozott szállításával (Kirkby és Pilbeam, 1984).

15. táblázat: A virágzatok és levelek, valamint a levelek és gyümölcsök elemtartalma közötti összefüggés

	K	Ca	Fe	Zn	Cu	B
Virágzat/ levél	0,4*	0,2	0,25	0,28	0,29	0,49*
Levél/ gyümölcs	0,07	0,3	0,41*	0,03	0,66**	0,21

\* szignifikancia  $p < 0,05$

\*\* szignifikancia  $p < 0,01$

Statisztikai vizsgálatunkban értékeltük továbbá külön-külön a virágzatokban, gyümölcsökben és levelekben mért elemek egymás közötti kapcsolatát is. A kapott eredmények alapján úgy tűnik, hogy a virágzatokban a kálium és a kalcium, a réz és a kalcium, valamint a vas és a kalcium mennyisége között van lineáris kapcsolat (16. táblázat). Nagy (2009) hozzánk hasonlóan erős korrelációt figyelt meg a virágzatokban fellelhető kálium- és kalciummennyiségek között. Sanz és Montanes (1995) a kalcium és a vas, valamint a kalcium és a cink esetében számol be összefüggésről, melyet kutatásunk azonban nem igazol.

A gyümölcsök vizsgálata során hasonlóan a virágzatokhoz a kalcium- és a káliumtartalom összefüggését jegyeztük fel (16. táblázat). Emellett a vas és cink, valamint a bór

és réz mennyisége közötti kapcsolat is kimutatható volt a gyümölcsökben. A kalcium- és a káliumtartalom összefüggését Casero et al. (2006) is megfigyelte az alma terméseiben, viszont a többi elem esetében ilyen jellegű kapcsolatot nem tudott kimutatni.

A levelek tanulmányozása során megállapítottuk, hogy vas-bór, cink-réz és réz-bór mennyisége mutatnak összefüggést. Nagy (2009) almafák levelének tanulmányozása során, velünk ellentétben egyik elem összefüggését sem bizonyította. Sanz és Montanes (1995) őszibaracknál a levelek kalcium- és vastartalmának kapcsolatára hívja fel a figyelmet, melyet eredményünk szintén nem támaszt alá.

Statisztikai vizsgálatunkból jól látható, hogy a növényi részek különböző tápelemei között kisebb- vagy nagyobb mértékű kölcsönhatás mutatható ki. Az agrokémiában ezt a jelenséget, ionantagonizmus vagy tápanyag-szinergizmus okozhatja. Ionantagonizmusról akkor beszélünk, ha az egyik elem túlsúlya a másik felvételét lassítja vagy akadályozza. Ezzel ellentétben a tápanyag-szinergizmus során az elemek egymás felvételét segítik elő. Az elemek közül egymás felvételét zavarják a nem megfelelő pl. K/Ca, Zn/Cu, Fe/B arányok, míg a Ca/Cu elemek egymás segítői, szinergistái (Kabata-Pendias és Pendias, 2001).

16. táblázat: A növényi részek elemtartalma közötti összefüggés

	virágzatok					
	K	Ca	Fe	Zn	Cu	B
K	-	0,375*	0,32	0,23	0,03	-0,29
Ca		-	0,426*	-0,24	0,437*	-0,14
Fe			-	0,06	0,32	-0,23
Zn				-	-0,18	-0,11
Cu					-	0,24
B						-
	gyümölcsök					
K	-	0,47**	0,15	-0,11	-0,25	-0,27
Ca		-	0,13	0,28	-0,01	-0,12
Fe			-	-0,39*	0,21	0,3
Zn				-	0,11	0,05
Cu					-	0,65**
B						-
	levelek					
K	-	0,11	0,03	-0,13	-0,16	-0,39
Ca		-	0,14	0,1	0,01	-0,11
Fe			-	0,06	0,12	0,47**
Zn				-	0,53**	0,13
Cu					-	0,47**
B	-	0,11	0,03	-0,13	-0,16	-0,39

\* szignifikancia  $p < 0,05$

\*\* szignifikancia  $p < 0,01$

## 5.5. Nehézfém-szennyezettség vizsgálata

### 5.5.1. Vadon gyűjtött virágzatok és gyümölcsök nehézfém-szennyezettségének vizsgálata

Két egymást követő évben, 2018-ban és 2019-ben útszéli gyűjtésből származó bodzavirágok nehézfémekkel való szennyezettségének mértékét is vizsgáltuk. Mindkét évben a virágzatokat ugyanazon helyről gyűjtöttük, ezért statisztikai vizsgálatunkban ezen eredmények átlagával dolgoztunk (n=2). A virágzatok mellett mindkét évben vadon gyűjtött gyümölcsök nehézfém-tartalmát is vizsgáltuk (n=2). A 17. táblázatban megjelöltük a virágzatok mintavételi helyét, melyek közül három a 4., 8., és a 9. gyümölcsmintáink gyűjtési helyeül is szolgált. Eredményeinket mg/kg egységben, a virágzatok esetében száraz tömegre, míg a gyümölcsöknél friss tömegre vonatkoztatva adtuk meg. A nehézfémek közül a kadmium- és ólomtartalom, az esszenciálisnak számító fémek közül pedig a cink- és réztartalom mennyiségét értékeltük. A kilenc gyűjtési hely adatai, illetve a hozzájuk tartozó további információkat az 17. táblázatban tüntettük fel.

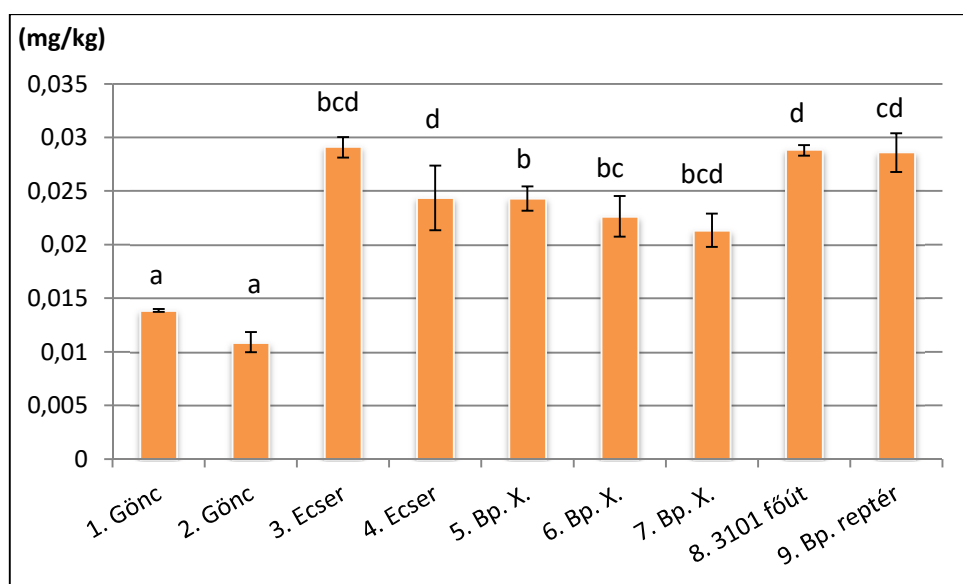
17. táblázat: Vadon gyűjtött növénymintáink gyűjtési helye, közutaktól mért távolsága és a forgalom intenzitása

	Gyűjtési hely/ GPS koordináták	Közút távolsága (m)	Forgalom intenzitása
1.	Gönc, Kossuth L. utca 48° 28' 35.3" N; 21° 16' 53.8" E	2	*
2.	Gönc, Károlyi Gáspár utca 48° 28' 31.6" N; 21° 16' 49.4" E	5	*
3.	Ecser, Andrásy utca 47° 26' 25.5" N; 19° 18' 53.1" E	5	*
4.	Ecser, Rákóczi utca 47° 26' 40.2" N; 19° 19' 11.8" E	1	**
5.	Bp. X. Előd utca 47° 29' 11.2" N; 19° 8' 12.3" E	20	**
6.	Bp. X. 2. Bebek utca 47° 29' 14.4" N; 19° 8' 18.3" E	40	***
7.	Bp. X. Harmat utca 47° 27' 51.1" N; 19° 10' 11.7" E	100	***
8.	3101 főút 47° 24' 47" N; 19° 18' 28.5" E	300	****
9.	Liszt Ferenc repülőtér 47° 25' 55.3" N; 19° 19' 3.6" E	20	****

Forgalom intenzitása: \*kicsi, \*\*közepes, \*\*\*nagy, \*\*\*\*nagyon nagy

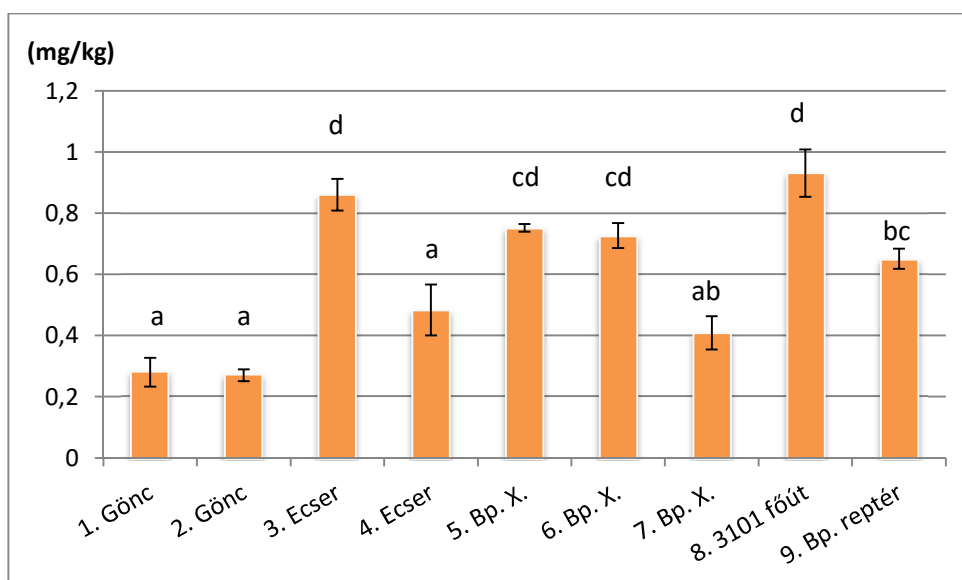
A kadmium az élelmiszerek és a természetes vizek nem esszenciális eleme, az emberi szervezet szempontjából elsősorban a májban és a vesében halmozódik fel (Divrikli et al., 2006). Az általunk elemzett vadon termő virágminták kadmiumtartalma nem haladta meg a WHO

(1988) által meghatározott emberi fogyasztásra alkalmas gyógynövényekre vonatkozó megengedett határértéket (0,3 mg/kg). A legkevesebb kadmiumot a Gönc határában gyűjtött minták (0,011 mg/kg), a legtöbbet pedig a 3. számú ecseri virágzatok mutatták (0,029 mg/kg) (52. ábra). A kadmium-koncentráció azonban a 8. és a 9. számú mintákban is nagyobbak mondható. Adataink egybeesnek a Salamon et al. (2015) által (0,014 mg/kg) és a Georgieva et al. (2020) által (0,027 mg/kg) városi régióban gyűjtött bodzavirágok eredményeivel. Statisztikai vizsgálatunk alátámasztott, hogy a gyűjtési hely szignifikáns befolyásolja a virágzati minták kadmiumtartalmát ( $F(8;9)=34,912$   $p<0,001$ ).



52. ábra: Vadon gyűjtött virágminták átlagos kadmiumtartalma és szórása, az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p<0,05$ )

Az ólom közismert az emberi egészségre gyakorolt mérgező és káros hatásairól, ezáltal a szervezetbe való felszívódása komoly kockázatot jelenthet a közegészségre (Demayo et al. 1982). A begyűjtött virágzatok közül a legnagyobb koncentrációban a 8. számú, 3101 főút mellől gyűjtött mintában volt mérhető, de a 3. számú ecseri minták is jelentősebb mennyiségben tartalmazták ezt az elemet (53. ábra). A legkisebb koncentrációban ólmot az 1. és a 2. számú minta tartalmazott. Mérési eredményeink a WHO (1998) által szántott gyógynövényekben megengedett határérték alatt maradtak, amely határérték 10 mg/kg-ban lett meghatározva. Georgieva et al. (2020) eredményeinktől eltérően átlagosan kevesebb, 0,364 mg/kg ólmot jegyzett fel, hasonlóan Salamon et al. (2015) megfigyeléséhez, melyben 0,242 mg/kg határozta meg a bodza virágzatainak ólomtartalmát. Az elvégzett ANOVA vizsgálat feltevésünket megerősítette, miszerint a virágzatok ólomtartalmát a gyűjtési hely szignifikánsan befolyásolja ( $F(8;9)=44,945$   $p<0,001$ ).



53. ábra: Vadon gyűjtött virágminták átlagos ólomtartalma és szórása, az eltérő betűvel jelölt értékek a szignifikáns különbséget mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

A cink nélkülözhetetlen elem a növények és állatok számára, szintjének enyhe mértékű növekedése azonban könnyen a fiziológiai folyamatok zavarát okozhatja (Fosmire, 1990). Kutatásunkban a virágzatok cinktartalma 30,3 mg/kg (5. számú minta) és 42,6 mg/kg (8. számú minta) között változott (18. táblázat). A WHO/FAO szabályozása, a gyógynövények cinktartalmának határértéke esetében nem került meghatározásra (Jabeen et al., 2010). Bhatnagar és Awasthi (2000) szerint 50 mg/kg a limit, melyet Kabata-Pendias (2002) véleménye is alátámaszt, szerinte ugyanis a növények normális cinktartalma fajtától függően 10-50 mg/kg között változik. Georgieva et al. (2020) bodza virágzatában mért eredményei (30,09 mg/kg), valamint Barbes et al. (2020) megfigyelése (28,22-38,6 mg/kg) is összefüggésben állnak eredményeinkkel. Statisztikai vizsgálatunkkal a gyűjtési hely cinktartalomra gyakorolt hatását nem igazoltuk ( $F(8;9)=0,374$   $p=0,909$ ).

18. táblázat: A vadon gyűjtött virágzatok átlagos cink- valamint réztartalma és szórása (mg/kg)

	Zn	Cu
1. Gönc	35,10 ± 1,18 a	2,46 ± 0,10 a
2. Gönc	35,20 ± 0,49 a	6,73 ± 0,50 b
3. Ecser	33,40 ± 1,09 a	10,13 ± 1,01 c
4. Ecser	42,10 ± 0,54 a	7,58 ± 0,10 b
5. Bp. X.	30,30 ± 1,14 a	7,45 ± 0,70 b
6. Bp. X.	35,00 ± 1,72 a	8,67 ± 0,60 b
7. Bp. X.	32,30 ± 0,86 a	8,01 ± 1,01 b
8. 3101 főút	42,60 ± 0,80 a	8,86 ± 0,90 b
9. Bp. reptér	36,00 ± 0,30 a	8,38 ± 0,21 b

Megjegyzés: a különböző betűk a fajták között szignifikáns különbségeket mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )



A növényfaj és a genotípus toleranciájától függően a réz erősen mérgező hatású fémnek tekinthető (Kabata-Pendias és Pendias, 2001). A virágzatok réztartalma 2,46 mg/kg és 8,86 mg/kg között változott (18. táblázat). A legnagyobb koncentrációban a 3. mintában, még a legkisebb mennyiségben az 1. számú mintában volt mérhető a réz mennyisége. A gyógynövényekben megengedett határértéke, a cinkhez hasonlóan, a WHO/FAO által kiadott szabályozásban nem került meghatározásra. Kádár (1995) szerint a szennyezett talajokon fejlődő növények átlagos réztartalma 5-20 mg/kg között változik, míg Bhatnagar és Awasthi (2000) úgy véli a 30 mg/kg tekinthető káros mennyiségnek. Városi környezetben gyűjtött bodzavirágok esetében Topolska et al. (2019) a réztartalmat nálunk nagyobb mennyiségben 11,6-17,4 mg/kg határozta meg. Georgieva et al. (2020) a nem városi régióból származó virágzatok esetében is nagyobb mennyiségű rezet jegyzett fel (12,87 mg/kg), mint az általunk mért eredmények. A gyűjtési hely szignifikáns hatását a virágzatok réztartalmára statisztikai vizsgálatunk is megerősíti ( $F(8;9)=10,857$   $p=0,001$ ).

A gyümölcsök kadmiumtartalma átlagosan 0,015-0,03 mg/kg között változott (19. táblázat). Jelentősebb mennyiségű kadmium a 9., kisebb pedig a 8. és 4. gyűjtési helyen volt tapasztalható. Az Európai Unió bizottsága 1881/2006/EK rendeletében meghatározta, hogy a kadmiumtartalom az élelmiszerként felhasznált bogyós gyümölcsökben nem haladhatja meg a 0,05 mg/kg-os mennyiséget. Az általunk begyűjtött gyümölcsminták nem érték el egyik esetben sem a rendelet által megadott mennyiségi határt. Hozzánk hasonlóan Kolodziej et al. (2012) vadon gyűjtött bodzaminták kisebb (0,04 mg/kg), néhol a kimutathatósági határ alatti értékéről számol be. Ognik et al. (2006) adatainktól eltérően már nagyobb mennyiségű kadmiumot figyelt meg a gyümölcsökben (0,028-0,06 mg/kg). Statisztikai vizsgálattal alátámasztottuk, hogy a kadmiumtartalom szignifikánsan összefügg a minták gyűjtési helyével ( $F(2;3)=130,51$   $p=0,001$ ).

19. táblázat: Vadon gyűjtött gyümölcsök átlagos nehézfém-tartalma és szórása (mg/kg)

	Cd	Pb	Zn	Cu
4. Ecser	$0,018 \pm 0,1 \cdot 10^{-2}$ a	$0,020 \pm 0,021$ a	$2,40 \pm 0,51$ a	$0,40 \pm 0,06$ a
8. 3101 főút	$0,015 \pm 0,8 \cdot 10^{-3}$ a	$0,013 \pm 0,006$ a	$3,00 \pm 1,30$ a	$0,45 \pm 0,07$ a
9. Bp. reptér	$0,030 \pm 0,3 \cdot 10^{-3}$ b	$0,014 \pm 0,017$ a	$2,90 \pm 0,28$ a	$0,43 \pm 0,08$ a

Megjegyzés: a különböző betűk a fajták között szignifikáns különbségeket mutatják (Sidak teszt,  $p<0,05$ )

A gyümölcsminták átlagos ólomtartalmát a 19. táblázatban tüntettük fel, melyben látható, hogy az értékek 0,013-0,020 mg/kg közötti intervallumban változtak. Az Európai Unió (2006) az élelmiszerek kadmiumtartalmához hasonlóan a bogyós gyümölcsökre vonatkozóan, az ólom

megengedett mennyiségét is meghatározta, 0,2 mg/kg-ban. Ezt az értéket egyik gyűjtési helyről származó minták ólomkoncentrációja sem haladta meg. Samsoe-Petersen et al. (2002) a bodza vadon gyűjtött gyümölcsének ólomkoncentrációját hozzák hasonló mennyiségben állapította meg, míg Ognik et al. (2006) lengyelországi kísérletében ennél nagyobb mennyiséget jegyzett fel (0,03-0,17 mg/kg). A minták ólomtartalma között nem találtunk szignifikáns különbséget a három gyűjtési hely esetében ( $F(2;3)=4,82$   $p=0,116$ ).

Vadon gyűjtött gyümölcsmintáink a mért nehézfémek közül a legnagyobb mennyiségben cinket tartalmaztak, bennük átlagosan 2,4-2,9 mg/kg cink halmozódott fel (19. táblázat). Az ehető növényekben megengedhető cink mennyiségét a FAO/WHO 10 mg/kg-ban határozta meg (Codex Alimentarius, 1984), amitől mintáink jóval alább maradtak. Hamurcu et al. (2010) többféle gyümölcsfaj útszéléről származó mintáiban talált cink koncentrációja (0,21-4,26 mg/kg) közel áll mérési eredményeinkhez. Az irodalomban fellelhető eredmények, főként ültetvényben termesztett bodzagyümölcsre vonatkoznak, melyekből arra következtethetünk, hogy az útszéli mintáink cinktartalma elmarad a termesztett növényekhez képest (Vulic et al., 2008; Jesková, 2014; Divis et al., 2015). ANOVA vizsgálatainkkal összefüggést a minták gyűjtési helye, valamint a virágzatok cinktartalma között nem tudtuk kimutatni ( $F(2;3)=0,31$   $p=0,76$ ).

A legnagyobb rézmennyiség a 8. mintában volt mérhető. A 19. táblázatban jól látható azonban, hogy a minták között nagyobb változékonyságot nem jegyeztünk fel. A gyümölcsök réztartalma viszonylag kicsi volt, és nem jelent kockázatot a toxicitás szempontjából, hiszen a mennyiségek messze elmaradtak a megengedett határértékhez képest (4,0 mg/100 g) (Codex Alimentarius, 1984). Eredményeink más gyűjtött gyümölcsfajhoz képest nagyobbak (Hamurcu et al., 2010), míg utak mellől gyűjtött áfonyához képest kisebbnek tekinthető (Rodushkin et al., 1999). A gyümölcsökben mért eredményeink csak kisebb mértékben haladják meg az ültetvényből származó minták réztartalmát (Jesková, 2014, Divis et al., 2015). A gyümölcsminták esetében nem találtunk szignifikáns különbséget a gyűjtési hely és az átlagos réztartalom között ( $F(2;3)=0,127$   $p=0,886$ ).

### **5.5.2. Nehézfém tartalom összefüggése az utak távolsága, a forgalom intenzitása alapján**

A begyűjtött növényminták és az utak távolsága, valamint a forgalom intenzitása közötti kapcsolatot is értékeltük, melyhez Pearson féle korrelációs elemzést használtunk. Az értékelés során az egyes években mért eredményeket tekintettük egy adathalmaznak (virágzatok:  $n=18$ ; gyümölcsök:  $n=6$ ). Az értékelés során felhasznált paramétereket a 13. táblázatban található adatok alapján végeztük el. Az utak távolsága esetében összefüggést a virágzatok, valamint a gyümölcsök ólomtartalma között mutattunk ki. A gyümölcsök esetében gyengébb, a virágzatok vizsgálata során pedig erős statisztikai kapcsolat volt kimutatható. A többi vizsgált nehézfém

menyisége és az utak távolsága között lineáris összefüggés nem volt igazolható (20. táblázat). A forgalom intenzitásának vizsgálatakor összefüggést a virágzatok és a gyümölcsök esetében a kadmiumtartalomra és az ólomtartalomra is igazoltuk.

20. táblázat: A közút távolságának, forgalom intenzitásának hatása a növényi részek nehézfém tartalmára

	Forgalmi út távolságának hatása		Forgalom intenzitásának hatása	
	Virágzat	Gyümölcs	Virágzat	Gyümölcs
Cd	0,147	0,221	0,013*	0,034*
Pb	0,008**	0,034*	0,038*	0,041*
Zn	0,333	0,915	0,564	0,814
Cu	0,275	0,05	0,116	0,123

\* szignifikancia  $p < 0,05$

\*\* szignifikancia  $p < 0,01$

Megfigyelésünket irodalmi adatok is alátámasztják. Von Hoffen és Säumel (2014) németországi feljegyzéseiben belvárosi gyümölcsmintákban jelentős különbségeket jegyzett fel a kadmium- és ólomtartalom szempontjából a mintavételi hely forgalmától, valamint szomszédos utaktól való távolság függvényében. Vadon termő bodzavirágzatok szennyeződésével Topolska et al. (2019) foglalkozott. Eredményeik összefüggést mutattak az utcai forgalom és a cinktartalom között, melyet a mi kutatásunk nem igazol. Hozzánk hasonlóan azonban a réztartalom és a forgalom paraméterei között sem tudott kapcsolatot kimutatni. Bodza esetében Kolodziej et al. (2012) végzett megfigyelést Lengyelországban virágzat- és gyümölcsmintákkal. 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.

## 6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az elvégzett fenológiai vizsgálataink során arra a következtetésre jutottunk, hogy a bodzafajták virágzási idejük alapján öt csoportba sorolhatók (7. táblázat). 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 (8. táblázat). 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 fajták érési ideje mellett a gyümölcsök érésének egyöntetűsége is fontos tényező a fajtaválasztás szempontjából. A kiválasztott hat fajtánál ('Haschberg', 'Haidegg 17', 'Samocco', 'Sampo', 'Samyl', K3) minden esetben három-három szüreti időpontban szedtük a gyümölcsöket. A 'Haschberg', 'Samyl' és a K3 szürete leginkább két fő szüreti időszakra koncentrálódott, ezért ezeknél legalább két szüreti időpont ajánlott. A 'Haidegg 17', 'Samocco' és a 'Sampo' érése során pedig kutatásunk szerint egy fő szüreti időpont határozható meg, tehát éréslefutásuk alapján e fajták esetében egy szüreti alkalom javasolható.

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 szerint a 'Haidegg 13', de kiemelhető még a 'Haidegg 17' és 'Sampo'. 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 fajtahasználát 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 (virágzatok, gyümölcsök, levelek) elemtartalmának statisztikai vizsgálata során megállapítottuk, hogy mennyiségüket a genotípus nagymértékben befolyásolja. A virágzatokban mért elemek mindegyikében (K, Ca, Na, Fe, Zn, Cu) szignifikáns fajtahaszt tudtunk kimutatni. A gyümölcsök és a levelek esetében pedig a fajtahaszt csak egy elem, a réz esetében nem volt bizonyítható. A fajták közül a virágzatoknál mért ásványianyag-tartalom tekintetében, kálium-, kalcium- és vastartalma tekintetében a 'Korsör' és a 'Sampo', nátrium- és vastartalma alapján pedig a 'Haidegg 17' emelhető ki (24. melléklet). A gyümölcsök esetében a 'Samocco' kálium- és kalciumtartalma, a 'Sampo' pedig kalcium- és nátriumtartalma szerint mondható értékesnek (25. melléklet). A levelek elemtartalmából arra következtethetünk, hogy a többi fajtánál a 'Samocco' a vasat, a kalciumot, és a bórt, a 'Korsör' pedig a vasat és a káliumot képes nagyobb mennyiségben akkumulálni (26. melléklet).

A természetes társulásból gyűjtött virágzatok és gyümölcsök egyik esetben sem érték el a nehézfémeknél megengedett határérték maradékokat (52-53. ábra, 18. táblázat). Bizonyítást nyert a forgalmi utak távolságának, valamint a forgalom intenzitásának hatása a minták kadmium- és ólomtartalmára (20. táblázat). Kutatásunkban nem került sor azonban minden potenciálisan toxikus elem mennyiségének vizsgálatára, többek között pl. az arzén, króm és nikkal 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.

## 7. 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-, vízdoldható 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.

## 8. ÖSSZEFOGLALÁS

A bodza (*Sambucus nigra* L.) gyógynövényként való felhasználása több száz éve ismert már, azonban termesztése csak pár évtizede vált nagyobb jelentőségűvé, melyet sokrétű felhasználhatóságának és könnyű termesztetőségének köszönhet. A bodza termését legnagyobb mennyiségben az élelmiszeripar hasznosítja, leginkább színyanyag-sűrítmény előállításra használja. A kereslet növekedésének köszönhetően Magyarországon és a környező országokban is egyre nagyobb területen termesztik. A fajtahasználat meglehetősen egysíkú, gyakorlatilag az osztrák 'Haschberg'-re korlátozódik. A fajta számos negatív tulajdonsága miatt a termesztők megkezdték az új fajták telepítését és tesztelését. A különböző fajták termesztési értékének meghatározása során a fenológiai sajátosságok, a gyümölcsök fizikai tulajdonságai, valamint a főbb kémiai paraméterek ismerete is elengedhetetlen.

A fentiek tükrében célul tűztük ki a termesztés számára ígéretesnek tűnő bodzafajták fenológiai- és terméshozási sajátosságainak, a gyümölcsök fizikai és kémiai tulajdonságainak, egészségvédő értékeinek vizsgálatát. Továbbá tisztázni kívántuk az útszéli gyűjtésből származó növényminták nehézfém-szennyezettségének potenciálját, valamint a közeli infravörös spektroszkópia bodzagyümölcsök esetében történő alkalmazásának lehetőségét. Kutatómunkánk bázisát a Soroksári Üzem és Tangazdaság génbanki fajtagyűjteménye, valamint a Gyümölcstermő Növények Tanszék és az Agrárkörnyezettani Tanszék laboratóriumai képezték.

A 11 bodzafajta komplex értékelése során megállapítottuk, hogy a fenológiai, fizikai és kémiai jellemzőiket főként a genotípus határozza meg, de kisebb-nagyobb mértékben a környezeti tényezők befolyása is érvényesül. A fajták egymáshoz viszonyított érési sorrendjéből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy számos fajta érési ideje a 'Haschberg'-et megelőző. Fizikai gyümölcstulajdonságok alapján a 'Haidegg 13', 'Haidegg 17' és a 'Sampo', kémiai jellemzőik szerint pedig 'Haidegg 17', 'Samyl' és a 'Weihenstephan' fajták tűnnek értékesnek. A fajták hatása a virágzatok, gyümölcsök és levelek elemtartalmára statisztikai vizsgálataink során bizonyítást nyert. Ásványianyag-tartalmuk alapján a virágzatoknál a 'Korsör' és a 'Sampo', a gyümölcsök esetében a 'Samocco' és a 'Sampo', a leveleknél a 'Korsör', 'Sampo' és a 'Haidegg 17' emelhetők ki. A természetes állományban gyűjtött növényminták nehézfém-szennyezettségének vizsgálata alapján elmondható, hogy a minták a megengedett határérték alatt tartalmazzák a vizsgált elemeket. A forgalmi utak távolságának, valamint a forgalom intenzitásának hatását a minták kadmium- és ólomtartalmára statisztikai elemzésünkkel alátámasztottuk. FT-NIR spektrális méréseinkkel elsőként bizonyítottuk a technika alkalmazásának lehetőségét bodzagyümölcsök esetében a referenciaadatok alapján történő elkülönítésének használatára.

## 9. SUMMARY

Elderberry (*Sambucus nigra* L.) has been used as a medicinal herb for hundreds of years, but it has only been cultivated on a large scale for the last few decades. This upsurge is due to its multiple uses and easy cultivation. Most of the elderberry yield is utilised by the food industry, primarily for the production of pigment concentrations.

Thanks to the rising demand, it is now cultivated on increasingly large areas in Hungary and neighbouring countries. The range of varieties, however, is narrow, being limited in practice to the Austrian cultivar 'Haschberg'. This cultivar has many negative properties, so growers have begun to plant and test new cultivars. In order to determine the cultivation value of these cultivars it is essential to obtain information on phenological traits, the physical properties of the fruit and major chemical parameters.

In the light of the above, the aim of the present work was to examine the phenological traits and yielding ability of promising elder cultivars, together with the physical and chemical characteristics of the fruit and their health benefits. A further aim was to clarify the potential heavy metal pollution of plant samples collected by roadsides and the suitability of near infrared spectroscopy for the differentiation of elderberries on the basis of their reference data. The research was performed on samples from the gene bank collection maintained at the Soroksár Experimental Farm, which were analysed at the Departments of Fruit-Bearing Plants and Agricultural Environmental Studies.

The complex evaluation of 11 elder cultivars revealed that the phenological, physical and chemical traits were determined primarily by the genotype, though the influence of environmental factors was also manifested to a greater or lesser extent. The relative ripening order indicated that many of the cultivars matured earlier than 'Haschberg'. The cultivars 'Haidegg 13', 'Haidegg 17' and 'Sampo' appeared to be valuable on the basis of physical fruit characteristics and 'Haidegg 17', 'Samyl' and 'Weihenstephan' on the basis of chemical traits. Statistical analysis of the element contents of flowers, fruit and leaves also proved the effect of the cultivar. 'Korsör' and 'Sampo' had the best mineral contents in the flowers, 'Samocco' and 'Sampo' in the fruit and 'Korsör', 'Sampo' and 'Haidegg 17' in the leaves. Studies on the heavy metal contamination of plant samples collected from wild-growing plants indicated that the contents of the elements examined were below the threshold values. The effect of the distance from main roads and of the traffic intensity was proved by the statistical analysis of the cadmium and lead contents of the samples. Spectral measurements with FT-NIR confirmed the suitability of the technology for differentiating between elderberries on the basis of reference data.



## 10. MELLÉKLETEK

### M.1. IRODALOMJEGYZÉK

1. ABRANKÓ L. (2018): Élelmi polifenolok. *Magyar kémikusok lapja*, 73: (11) 346–350. p.
2. AHERNE S. A., O'BRIEN N. M. (2002): Dietary flavonols: Chemistry, food content, and metabolism. *Nutrition*, 18: (1) 75–81. p.
3. ALBASEL N., COTTENIE A. (1985): Heavy metal contamination near major highways, industrial and urban areas in Belgian grassland. *Water, Air and Soil Pollution*, 24: (1) 103–109. p.
4. ALBRECHT H. J. (2010): Wildobstarten. In: FISCHER M. (Szerk.). *Farbatlas Obstsorten*. 3. kötet. Stuttgart: Ulmer Verlag. 221–241. p.
5. ARCEUSZ A., WESOŁOWSKI M., RADECKA I. (2011): Macro- and micro- elements in some herbal drug raw materials and their water extracts consumed in Poland. *Central European Journal of Chemistry*, 9: (5) 917–924. p.
6. ARENA M. E. (2008): Fruit growth and composition of two *Ribes rubrum* varieties growing in Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6: (1) 114–118. p.
7. AUGUSTIN C. (2000): Ertrag und Ausbeute sind nicht immer gleich. *Deutsche Baumschule*, 7: 33–35. p.
8. AZARI B. , SIAMI A., EBRAHIMZADEH M. A., KHAN B. A. (2015): Antioxidants activity of extracts from *Sambucus nigra*, efficiency of different extraction methods. *Latin American Applied Research*, 45: 139–144. p.
9. BARBES L., BARBULESCU A., STANCIU G. (2020): Statistical analysis of mineral elements content in different melliferous plants from the Dobrogea region, Romania. *Romanian Reports in Physics*, 72: (705) 1–14. p.
10. BELLINI E., GIORDANI E., GIANELLI G., PICARDI E. (2008): Le specie legnose da frutto. Firenze, Stampa Press Service. 803–817. p.
11. 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.
12. BERGMANN W. (1993): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena, Gustav Fischer Verlag. 835 p.

13. BERMUDEZ-SOTO M. J., TOMAS-BARBERAN F. A. (2004): Evaluation of commercial red fruit juice concentrates as ingredients for antioxidant functional juices. *European Food Research and Technology*, 219: 133–141. p.
14. BERNÁTH J., NÉMETH É. (2007): Gyógy- és fűszernövények gyűjtése, termesztése és felhasználása. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 82. p
15. BHATNAGAR J. P., AWASHTHI S. K. (2000): Prevention of Food Adulteration Act (Act no. 37 of 1954) alongwith Central & State Rules (as amended for 1999). New Delhi, Ashoka Law House.
16. BIALE J. B. (1960): Fruit respiration and ethylene production. In: RUHLANDN W. (szerk.): *Encyclopedia of Plant Physiology*. Berlin, Springer Verlag. p. 168–174.
17. BIRTH G. S., DULL G. G., RENFROE W. T., KAYS S. J. (1983): Nondestructive spectrophotometric determination of dry matter in onions. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 110: 297–303. p.
18. BLUMENTHAL M., GOLDBER A., BRINCKMANN J. (2000): Herbal medicine, Expanded Commission E Monographs, Austin, American Botanical Council. 103. p.
19. BODOR P. (2009): Betegség-ellenálló almafajták és fajtajelöltek virágzás-fenológiai és termékenyülés-biológiai sajátosságai. Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyümölcsstermő Növények Tanszék. Doktori értekezés.
20. BOLLING B. W., MCKAY D. L., BLUMBERG J. B. (2010): The phytochemical composition and antioxidant actions of tree nuts. *Asian Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 19: (1) 117–123. p.
21. BOULD C., BARDFIELD E., CLARKE G. M. (1960): Leaf analysis as a guide to the nutrition of fruit crops. I.—general principles, sampling techniques and analytical methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 11 (5): 229–242. p.
22. BOULD C. (1966): Leaf analysis of deciduous fruits In: CHILDERS N. F. (Szerk.) *Temperate to tropical fruit nutrition*. New Jerse, Horticultural Publications, Rutgers University. 651–684. p.
23. BOX G. E. P., COX D. R. (1964): An analysis of transformations recisited, rebutted. *Journal of the Royal Statistical Society*, 26: 211–2527
24. BOX G. E. P., COX D. R. (1982): An analysis of transformations recisited, rebutted. *Journal of American Statistical Association*, 77: 209–210
25. BRADY C. J. (1987): Fruit Ripening. *Annual Review of Plant Physiology*, 38: (1) 155–178. p.
26. BRINDZA J. B., STEHLIKOVA D., SEDLACKOVA V., KOLISNIK L., GRYGORIEVA O., KOCHANOVA Z. (2007): Characteristics of selected ecotypes

- from prevalently natural populations black elderberry (*Sambucus nigra* L.) in Slovakia. In: Congress Centre of the Slovak University of Agriculture (Szerk.). *1st International Scientific Conference on Medicinal, Aromatic and Spice Plants*. Nitra, Slovak Republic.
27. BUJDOSÓ G. (1999): A fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) koronaformáinak és metszsmódjának vizsgálata. Budapest, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Kertészeti Kar. Szakdolgozat.
  28. BUREAU S., RENARD C. M. G. C., REICH M., GINIES C., AUDERGON J. M. (2009): Change in anthocyanin concentrations in red apricot fruits during ripening. *Food Science and Technology*, 42: (1) 372–377. p.
  29. BYERS P. L., THOMAS A. L., NATHAN M. (2015): Effect of genotype, environment, growth stage, and foliage type on American elderberry leaf elemental status. *Acta Horticulturae*, 1061: 183–189. p.
  30. CAMPEANU G., GABRIELA N., DARJANSCHI G. (2009): Chemical composition of the fruits of several apple cultivars growth as biological crop. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37: (2) 161–264. p.
  31. CANTÍN C. M., MORENO M. A., GOGORCENA Y. (2009): Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 57: 4586–4592. p.
  32. CARLINI P., MASSANTINI R., MENCARELLI F. (2000): Vis-NIR measurement of soluble solids in cherry and apricot by PLS regression and wavelength selection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 5236–5242. p.
  33. CASERO T., BENAVIDES A. PUY J., RECASENS I. (2006): Relationships Between Leaf and Fruit Nutrients and Fruit Quality Attributes in Golden Smoothie Apples Using Multivariate Regression Techniques. *Journal of Plant Nutrition*, 27: (2) 313–324. p.
  34. CASTANEDA-OVANDO A., PACHECO-HERNÁNDEZ M. L., PÁEZ-HERNÁNDEZ M. E., RODRÍGUEZ J. A., GALÁN-VIDAL C. A. (2009): Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113: 859–871. p.
  35. CEJPEK K., MALOUŠKOVÁ I., KONEČNÝ M., VELÍŠEK J. (2009): Antioxidant Activity in Various Prepared Elderberry Foods and Supplements. *Czech Journal of Food Sciences*, 27: 45–48. p.
  36. CHARLEBOIS D., BYERS P. L., FINN C. E., THOMAS A. L. (2010): Elderberry: botany, horticulture, potential. *Horticultural Reviews*, 37: 213–280. p.

37. CHENG L., RABA R. (2009): Accumulation of macro- and micronutrients and nitrogen demand-supply relationship of 'Gala'/'Malling 26' apple trees grown in sand culture. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134: 3–13. p.
38. CHO M. J., HOWARD L. R., PRIOR R. L., CLARK J. R. (2004): Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 1771–1782. p.
39. CLARA D., PEZZEI C. K., SCHÖNBICHLER S. A., POPP M., KROLITZEK J., BONN G. K., HUCK C. W. (2016): Comparison of near-infrared diffuse reflectance (NIR) and attenuated-total-reflectance mid-infrared (ATR-IR) spectroscopic determination of the antioxidant capacity of *Sambuci flos* with classic wet chemical methods (assays). *Analytical Methods*, 8: 97–104. p.
40. CLIFFORD M. N. (2000): Anthocyanins – nature occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: (7) 1063–1072. p.
41. CONNOR A. M., LUBY J. J., FINN C. E., HANCOCK J. F. (2002): Genotypic and environmental variation in antioxidant activity among blueberry cultivars. *Acta Horticulturae*, 574: 209–213. p.
42. CORNETTI U. (2009): Antioxidant use in nutraceuticals. *Clinics in Dermatology*, 27: 175–194. p.
43. CSORBA V. (2019): Hogyan állunk ma a bodzával? *Agrofórum* 30: (10) 180–184.
44. DAUGAARD H. (2006): Nutritional status of strawberry cultivars in organic production. *Journal of Plant Nutrition*, 24 (9): 1337–1346. p.
45. DAWIDOWICZ A. L., WIANOWSKA D., BARANIAK B. (2006): The antioxidant properties of alcoholic extracts from *Sambucus nigra* L. (antioxidant properties of extracts). *Food Science and Technology*, 39: (3) 0–315. p.
46. DAVIES A. M. C. (2000): William Herschel and the Discovery of near Infrared Energy. *NIR News*, 11: (2) 3–5. p.
47. DEBRECZENI B.-NÉ, SÁRDI K. (1999): A tápelemek és a víz szerepe a növények életében. In: Fülekgy Gy. (szerk): *Tápanyag-gazdálkodás*. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 30–89. p.
48. DEKOCK P. C., HALL A. (1955): The phosphorus-iron ratio in relation to genetical chlorosis. *Plant Physiology*, 30: 293–295. p.
49. DEMAYO A., TAYLOR M. C., TAYLOR K. W.; HODSON P. V., HAMMOND P. B. (1982): Toxic effects of lead and lead compounds on human health, aquatic life, wildlife plants, and livestock. *Critical Reviews in Environmental Control*, 12: (4) 257–305. p.

50. DEMIR F., KALYONCU I. H. (2003): Some nutritional, pomological and physical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.). *Journal of Food Engineering*, 60: 335–341. p.
51. DILLARD C. J., GERMAN, J. B. (2000): Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 1744–1756. p.
52. DIVIS P., PORÍZKA J., VESPALCOVÁ M., MATĚJÍČEK A., KAPLAN J. (2015): Elemental composition of fruits from different Black Elder (*Sambucus nigra* L.) cultivars grown in the Czech Republic. *Journal of Elementology*, 20: (3) 549–557. p.
53. DIVRIKLI U., HORZUM N., SOYLAK M., ELCI L. (2006): Trace heavy metal contents of some spices and herbal plants from western Anatolia, Turkey. *International Journal of Food Science and Technology*, 41: 712–716. p.
54. DOBSON A. J. (2002): An introduction to generalized linear models. (2nd ed). Chapman & Hall/CRC
55. DRIS R., NISKANEN R. (1998): Nutritional status of commercial apple orchards in the Åland Islands. *Acta Agriculturae Scandinavica*, Section B - Plant Soil Science, 48: (2) 100–106.p.
56. DRIS R., NISKANEN R., FALLAHI E. (1999): Relationships between leaf and fruit minerals and fruit quality attributes of apples grown under northern conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 22: (12) 1839–1851. p.
57. DUTHIE G., CROZIER A. (2000): Plant-derived phenolic antioxidants. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 3: 447–451. p.
58. DUYMUS H.G., GÖGER F., BASER K.H.C. (2014): In vitro antioxidant properties and anthocyanin compositions of elderberry extracts. *Food Chemistry*, 155:112–119. p.
59. EL GHARRAS H. (2009): Polyphenols: food sources, properties and applications – a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 44: (12) 2512–2518. p.
60. FERRERES F., GOMES D., VALENTÁO P., GONCALVES R., PIO R., ALVES E., SEABRA R. M., ANDRADE P. B. (2009): Improved loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars: variation of phenolics and antioxidative potential. *Food Chemistry*, 114: (3) 1019–1027. p.
61. FERRERIA S. S., SILVA P., SILVA A. M., NUNES F. M. (2020): Effect of harvesting year and elderberry cultivar on total chemical composition and potential bioactivity: A three-year study. *Food Chemistry*, 302:125366.
62. FINN C. E., THOMAS A. L., BYERS P. L., SERCE S. (2008): Evaluation of American (*Sambucus canadensis*) and European (*S. nigra*) Elderberry Genotypes Grown in

- Diverse Environments and Implications for Cultivar Development. *Horticultural Science*, 43: 1385–139. p.
63. FODOR M., WOLLER A., TURZA S., SZIGEDI T. (2011): Development of a rapid, non-destructive method for egg content determination in dry pasta using FT-NIR technique. *Journal of Food Engineering*, 107: 195–199. p.
  64. FOSMIRE G. J. (1990): Zinc toxicity. *American Journal of Clinical Nutrition*, 51: (2) 225–227. p.
  65. FÖLDESI D. (2000): Fekete bodza. In. BERNÁTH J. (Szerk.). *Gyógy- és aromanövények*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 520. p.
  66. FRANKEL E. N., MEYER A. S. (2000): The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: (13) 1925–1941. p.
  67. FRIEDRICH G., SCHURICHT, W. (1985): Seltenes Kern,-Stein- und Beerenobst. Leipzig, Neumann Verlag. 98–211. p.
  68. 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.
  69. GELADI P., DABAKK E. (1995): An overview of chemometrics applications in near infrared spectrometry. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 3: 119–132. p.
  70. GELLER N. (2010): Chancen von wildobst als niche für den erwerbsanbau. Erfurt, Fachhochschule Erfurt, Diplomamunka.
  71. GEORGIEVA S. K., GEORGIEVA A., PETEVA Z., DIMOVA D. (2020): Trace elements in commonly used medicinal plants from Varna. *Environmental Science and Pollution Research*, (-) - p.
  72. GIL M. I., TOMAS-BARBERA, F. A., HESS-PIERC, B., KADER A. A. (2002): Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50: 4976–4982. p.
  73. GROVEN I., KAACK K. (1977): Sortsforsøg med storfrugtet hyld II. *Statens Planteavlss forsg Meddelelse*, 1316: (79) 1–3. p.
  74. GUPTA U. C., GUPTA S. C. (2014): Sources and Deficiency Diseases of Mineral Nutrients in Human Health and Nutrition: A Review. *Pedosphere*, 24: (1) 13–38. p.
  75. GUYOT S., MARNET N., SANONER P., DRILLEAU J. F. (2003): Variability of the polyphenolic composition of cider apple (*Malus domestica*) fruits and juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 6240–6247 p.

76. HALL J. L. (2002): Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 53: (366) 1-11. p.
77. HAMINIUK C. W. I., MACIEL G. M., PLATA-OVIEDO M. S. V., PERALTA R. M. (2012): Phenolic compounds in fruits – an overview. *International Journal of Food Science and Technology*, 47: (10) 2023–2044. p.
78. HÁMORINÉ SZABÓ J. (1974): A gyümölcs fejlődése és érése. In: GYURÓ F. (Szerk.): *A gyümölcstermesztés alapjai*. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 369–396. p.
79. HANG L. (2014): Foundations of applied statistical methods. Springer International Publishing. Switzerland.
80. HECKE K., HERBINGER K., VEBERIC R., STEFANCIC M., TOPLAK H., STAMPAR F., KEPPEL H., GRILL D. (2006): Sugar-, acid- and phenol contents in apple cultivars from organic and integrated fruit cultivation. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60: (9) 1136–1140. p.
81. 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. *American Society of Horticultural Science*, 43:1711–1715. p.
82. HELMERS E., WILK G., WIPPLER K. (1995): Lead in the urban environment - Studying the strong decline in Germany. *Chemosphere*, 30: (1) 89–99. p.
83. HEMGESBERG H. (2004): A bodza, mint természetes gyógyszer. München. M-érték Kiadó Kft.
84. 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.
85. HORVÁTH CS. (2013): Értékes alapanyag. *Kertészet és Szőlészet*, 62: (28) 16–17. p.
86. HORVÁTH D.-NÉ (2007): A gyümölcsfeldolgozás adalékanyagai. In: BARTA, J. (Szerk.): *A gyümölcsfeldolgozás technológiái*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 203–208. p.
87. HOSU D. A., CIMPOUI C., POP N., MICLAUS V., BOLBOACA S. D., JANTSCHI L. (2011): The analysis of different factors affecting metals wines antioxidant content. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39: (1) 159–164. p.
88. HOWARD L. R., CLARK J. R., BROWNMILLER C. (2003): Antioxidant capacity and phenolic content in blueberries as affected by genotype and growing season. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 83: 1238–1247.

89. HÖHNE F. (2014): Holunderanbau – was kann wie erreicht werden. Ergebnisse aus Gülzow. Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes. *Beerenobst*, 69:(8) 219-227.
90. IACOBUCCI G. A., SWENNY J. (1983): The chemistry of anthocyanins, anhocyanidins and related flavylium salts. *Tetrahedron*, 39: (19) 3005–3038.
91. JABEEN S., SHAH M. T., KHAN S., HAYAT M. Q. (2010): Determination of major and trace elements in ten important folk therapeutic plants of Haripur basin, Pakistan. *Journal of Medicinal Plant Research*, 4: (7) 559–566. p.
92. JABLONSKA-RYS E., ZALEWSKA-KORONA M., KALBARCZYK J. (2009): Antioxidant capacity, ascorbic acid and phenolics content in wild edible fruits. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17: (2) 115-120. p.
93. JAKOBEK L., SERUGA M., NOVAK I., MEDVIDOVI-KOSA M. (2007): Flavonols, Phenolic Acids and Antioxidant Activity of Some Red Fruits. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 103: (8) 1–10. p.
94. JENNINGS A., WELCH A. A., FAIRWEATHER-TAIT S. J., KAY C., MINIHANE A. M., CHOWIENCZYK P., JIANG B., CECELJA M., SPECTOR T., MACGREGOR A. CASSIDY A. (2012): Higher anthocyanin intake is associated with lower arterial stiffness and central blood pressure in women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96: 781–788. p.
95. JESKOVÁ K. (2014): Elemental analysis of the different varieties of elderberry. Brno, Brno University of Technology. Diplomamunka.
96. JIMENEZ S., GARIN A., BETRAN J. A., GOGORCENA Y., MORENO M. A. (2004): Flower and leaf analysis for nutritional prognosis of sweet cherry tree, influence of different rootstocks. *Journal of Plant Nutrition*, 27: (4) 701–712. p.
97. JOHN M. K., HUGH A. D., HONG H. C. (1967): Factors Affecting Elemental Composition of Red Raspberry Leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 27: 877–882. p.
98. KAACK K. (1989): New varieties of elderberry (*Sambucus nigra* L.). *Tidsskrift for Planteavl*, 93:59–65.
99. KAACK K (1990): Ripening of elderberry (*Sambucus nigra* L.). *Tidsskrift for Planteavl*, 94: (1) 127–129. p.
100. KAACK K (1997): 'Sampo' and 'Samdal', elderberry cultivars for juice concentrates. *Fruit Varieties Journal*, 51: (1) 28–31. p.



101. KAACK K., AUSTED T. (1998): Interaction of vitamin C and flavonoids in elderberry (*Sambucus nigra* L.) during juice processing. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52: 187–198. p.
102. KAACK K., FRETTE X. C., CHRISTENSEN L. P., LANDBO A. K., MEYER A. S. (2008): Selection of elderberry (*Sambucus nigra* L.) genotypes best suited for the preparation of juice. *European Food Research and Technology*, 226: 843–855. p.
103. KAACK K., KNUDSEN B.F. (2015): Horticultural production of flowers and berries of elder (*Sambucus nigra*) as raw material for processing of foods and pharmaceuticals. *Acta Horticulturae*, 1061: 201–208. p.
104. KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. (2001): Trace elements in soils and plants. 3. ed. London, CRC Press.
105. KABATA-PENDIAS A. (2002): Biogeochemistry of zinc. Zinc the environment ecological and analytical problems. *Scientific Committee Humans and the Environment*, 33: 11–18. p.
106. KÁDÁR I. (1995): A talaj - növény - ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. Budapest, Környezet- és Természetvédelmi Kutatások. 388 p.
107. KADER A. A. (2008): Flavor quality of fruits and vegetables. *Journal of Science Food and Agriculture*, 88: 1863–1868. p.
108. KAMM K. (1985): Prognose künftiger Schwermetallgehalte in Boden und verzehrbaren Pflanzen. *Wasser, Luft und Betrieb*, 7-8: 36-39. p.
109. KÁTAI J. (2011): Talajökológia. Debreceni Egyetem, Nyugat- Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem.
110. KHAZAEI J., MANN D. D. (2004): Effects of temperature and loading characteristics on mechanical and stress-relaxation properties of sea buckthorn berries. Part 1. Compression tests. *Agricultural Engineering International: The CIGR Journal of Scientific Research and Development*, 6: 3–11. p.
111. KIM J., MOWAT A., POOLE P., KASABOV N. (2000): Linear and non-linear pattern recognition models for classification of fruit from visible–near infrared spectra. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 51: (2) 201–216. p.
112. KIRKBY E. A., PILBEAM D. J. (1984): Calcium as a plant nutrient. *Plant Cell Environment*, 7:397–405.
113. KNUDSEN B. F., KAACK K. (2015): A review of human health and disease claims for elderberry (*Sambucus nigra*) fruit. *Acta Horticulturae*, 1061: 121–134. p.

114. KOLLÁNYI L., KOLLÁNYI G., HAJDÚ B. (2005): A fekete bodza fajtaválasztékának bővítésére alkalmas fajták és fajtajelöltek. *Kertgazdaság*. Különkiadás.
115. KOLODZIEJ 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.
116. KONG J. M., CHIA L. S., GOH N. K., CHIA T. F., BROUILLARD R. (2003): Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64: 923–933. p.
117. KOVÁCS H. (2013): Nehézfémekkel szennyezett bányaterületről származó fás szárú biomassza égetéssel történő ártalmatlanítási feltételeinek vizsgálata. Miskolc, Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar. Doktori értekezés.
118. KOVÁCS SZ. (2009): Fekete bodza. In: TÓTH M. (Szerk.). Gyümölcsfaj- és fajtaismeret. Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem Gyümölcstermő Növények Tanszék. 228. p.
119. KOVÁCS SZ. (2015): Külföldi bodzafajták, hazai tapasztalatok. *Agrofórum.*, 26: (8) 138-141. p.
120. KOVÁCS SZ., TÓTH M. (2015): Fekete bodza. In: TÓTH M. (Szerk.). *Gyümölcsismeret*. Budapesti Corvinus Egyetem Gyümölcstermő Növények Tanszék. Digitális tananyag.
121. KÖLES P. (1999): A közúti közlekedés során keletkező nehézfém-terhelések hatása a környezetre. Gödöllő, Szent István Egyetem. Doktori értekezés.
122. KRÜGER E., DIETRICH H., SCHÖPPLEIN E., RASIM S., KÜRBEL P. (2011): Cultivar, storage conditions and ripening effects on physical and chemical qualities of red raspberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 60: (1) 31–37. p.
123. KSH (2014): Agrár idősorok és censzusok. Bogyós gyümölcsűek termőterülete.
124. KSH (2018): Gyümölcstüvelvények összeírása.
125. KUMAR A., PRASAD M. N. V. (2018): Plant-lead interactions: transport, toxicity, tolerance, and detoxification mechanisms. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 166: 401–418. p.
126. LÁSZTITY R. (1981): Az élelmiszer-biokémia alapjai. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó. 234–236. p.
127. LEE S. K., KADER A. A. (2000): Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20: 207–220. p.

128. LEE J., FINN C. E. (2007): Anthocyanins and other polyphenolics in American elderberry (*Sambucus canadensis*) and European elderberry (*S. nigra*) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 2665–2675. p.
129. LIM T. K. (2012): *Sambucus nigra*. Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants Volume 1, Fruits. Springer Science+Business Media B.V. 30–44. p.
130. LINTON R. W., NATUSCH D. F. S., SOLOMON R. L., EVANS C. A. (1980): Physicochemical characterization of lead in the urban dusts. A microanalytical approach to lead tracing. *Environmental Science and Technology*, 14: 158–164. p.
131. LU R. (2001): Predicting firmness and sugar content of sweet cherries using near-infrared diffuse reflectance spectroscopy. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 44: 1265–1271. p.
132. LIU Z., SCHWIMMER J., LIU D., GREENWAY F. L., ANTHONY C. T. WOLTERING E. A. (2005): Black raspberry extract and fractions contain angiogenesis inhibitors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: (10) 3909–3915. p.
133. LOCH J., NOSTICZIUS Á. (1992): Agrokémia és növényvédelmi kémia. Budapest, Mezőgazda Kiadó.
134. MADRAU M. A., PISCOPO A., SANGUINETTI A. M., DEL CARO A., POIANA M., ROMEO F. V., PIGA A. (2009): Effect of drying temperature on polyphenolic content and antioxidant activity of apricots. *European Food Research and Technology*, 228: (3) 441–448. p.
135. MANACH C., WILLIAMSON G., MORAND C., SCALBERT A., RÉMÉSY C. (2005): Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81: (1) 230S–242S. p.
136. MARTINEZ-BALLESTA M. C., DOMINGUEZ-PERLES R., MORENO D. A., MURIES B., C. ALCARAZ-LOPEZ C., BASTIAS E., GARCIA-VIGUERA C., CARVAJAL M. (2010): Minerals in plant food: effect of agricultural practices and role in human health. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30: (2) 295–309. p.
137. MASCOLO N., CAPASSO F., MENGHINI A., FASULO M. P. (1987): Biological screening of Italian medicinal plants for anti-inflammatory activity. *Phytotherapy Research*, 1: (1) 28–31. p.
138. 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.

- 139.MCCULLOUGH M. L., PETERSON J. J., PATEL R., JACQUES P. F., SHAH R., DWYER J. T. (2012): Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality in a prospective cohort of US adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 95: 454–464. p.
- 140.MENGEL K. (1976): A növények táplálkozása és anyagcseréje. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó.
- 141.MEZŐSI N. (2016): Fekete bodza fajták virágzás és érésdinamikájának, valamint terméshozási sajátosságainak vizsgálata. Budapest, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyümölcsstermő Növények Tanszék. Szakdolgozat.
- 142.MILLS TM., BEHBOUDIAN MH., CLOTHIER BE. (1996): Preharvest and storage quality of ‘Braeburn’ apple fruit grown under water deficit conditions. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 24: 159–166. p.
- 143.MLYNARCZYK K., WALKOWIAK-TOMCZAK D., STANIEK H., KIDON M., LYSIAK 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.
- 144.MOLNÁR T. (2013): Fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) fajták összehasonlító vizsgálata. Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Gyümölcsstermő növények Tanszék. Szakdolgozat.
- 145.MOLNÁROVÁ M., RUŽIČKOVÁ J., LEHOTSKÁ B., TAKÁČOVÁ A., FARGAŠOVÁ A. (2018): Determining As, Cd, Cu, Pb, Sb, and Zn in Leaves of Trees Collected near Mining Locations of Malé Karpaty Mts. in the Slovak Republic. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27: (5) 2179–2191. p.
- 146.MONTANES L., SANZ M. (1994): Prediction of Reference Values for Peach Trees. *Journal of Plant Nutrition*, 17: (10) 1647–1657. p.
- 147.MOONS E., SINNAEVE G., DARDENNE P. (1998): Non destructive visible and nir spectroscopy measurement for the determination of apple internal quality. *Acta Horticulturae*, 517: 441–448. p.
- 148.MOYER RA., HUMMER KE., FINN CE., FREI B., WROLSTAD RE. (2002): Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: (3) 519–525. p.
- 149.MÖHLER, M. (2000): ‘Haschberg’ die beste Sorte für die Farbstoffproduktion – neue Erkenntnisse aus der LVG Erfurt. *Obstbau*, 25: 401–404. p.

- 150.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.
- 151.MULABAGAL V., LANG G. A., DEWITT D. L., DALAVOY S. S., NAIR M. G. (2009): Anthocyanin Content, Lipid Peroxidation and Cyclooxygenase Enzyme Inhibitory Activities of Sweet and Sour Cherries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: (4) 1239–1246. p.
- 152.NAGY P. T. (2009): Floral analysis can be use as an early plant analitical tool to diagnose nutritional status of fruit trees? *International Journal of Horticultural Science*, 15: (1-2) 23–27. p.
- 153.NAKAJIMA J., TANAKA I., SEO S., YAMAZAKI M., SAITO K. (2004): LC/PDA/ESI-MS Profiling and Radical Scavenging Activity of Anthocyanins in Various Berries. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, (5): 241–247. p.
- 154.NETZEL M, STRASS G, HERBST M, DIETRICH H, BITSCH R, BITSCH I, FRANK T (2005): The excretion and biological antioxidant activity of elderberry antioxidants in healthy humans. *Food Research International*, 38: 905-910.
- 155.NICOLI M. C., ANESE M., PARPINEL M. (1999): Influence of processing ont he antioxidant properties of fruits and vegetables. *Food Science Technology*, 10: 94–100. p.
- 156.NICOLAI B. M., LÖTZE E., PEIRS A., SCHEERLINCK N., THERON K. I. (2006): Non-destructive measurement of bitter pit in apple fruit using NIR hyperspectral imaging. *Postharvest Biology and Technology*, 40: 1–6. p.
- 157.NICOLAI B. M., BEULLENS K., BOBELYN E., PEIRS A., SAEYS W., THERON K. I., LAMMERTYNA J. (2007): Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A review. *Postharvest Biology and Technology*, 46: 99–188. p.
- 158.NORRIS K. H. (1964): Design and development of a new moisture meter. *Agricultural Engineering*, 45: (7) 370-372. p.
- 159.NYÉKI J. (1980): Termékenyülés és gyümölcskötődés. In: NYÉKI J. (Szerk.). *Gyümölcsfajták virágzásbiológiája és termékenyülése*. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó. 47-74. p.
- 160.NYÉKI J. (2003): Virágzás és termékenyülés. In: PAPP J. (Szerk.). *Gyümölcstermesztési alapismeretek*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 158-202 p.
- 161.OGNIK K., RUSINEK E., SEMBRATOWICZ I., TRUCHLIŃSKI J. (2006): Zawartość metali ciężkich oraz azotanów (V) i azotanów (III) w owocach bzu czarnego i aronii

- czarnoowocowej w zależności od miejsca pozyskania i okresu wegetacyjnego. *Rocz Państwowego Zakładu Higieny*, 57: (3) 235–241.
162. OLIVER M. A. (1997): Soil and human health: a review. *European Journal of Soil Science*, 48: 573–592. p.
163. ORAK H. H. (2007): Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. *Scientia Horticulturae*, 111: (3) 235–241. p.
164. OSBORNE B. G. (1981): Principles and practice of near infra-red (NIR) reflectance analysis. *International Journal of Food Science and Technology*, 16: (1) 13–19. p.
165. ÖZGEN M., TULIO AZ., CHANON AM., JANAKIRAMAN N., REESE RN., MILLER AR., SCHEERENS JC. (2006): Phytonutrient accumulation and antioxidant capacity at eight developmental stages of black raspberry fruit. *American Society for Horticultural Science*, 41: (4) 1013–1082. p.
166. 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.
167. PANTELIDIS G., VASILAKAKIS M., MANGANARIS G., DIAMANTIDIS G. (2007): Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*, 102: (3) 777–783. p.
168. PAPP J. (2003): Talajerő gazdálkodás. In: PAPP J. (Szerk.) *Gyümölcstermesztési alapismeretek*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 329–345. p.
169. PAPP J., BLÁZOVICS A., HEGEDŰS A., LELIK L., MÁTHÉ Á., NAGYNÉ SÁRDI É., PORPÁCZY A., SIPOS B. Z. (2009): Bogyósgyümölcsök antioxidáns anyagainak vizsgálata, összefüggésben a fajtahasználattal, termőhelyi adottságokkal és a nitrogénellátottsággal = Studying antioxidants in small fruits in relation to cultivars, locations and nitrogen status. Munkabeszámoló. OTKA.
170. PARMAR V. S., GUPTA A. K., JHA H N., VARMA P. N., LOHAR D. R. (1993): Note: Metal Content of the Medicinal Plants *Agave americana*, *Sambucus nigra* and *Silybum marianum*. *International Journal of Pharmacognosy*, 31: (4) 324–326. p.
171. PEIRIS K. H. S., DULL G. G., LEFFLER R. G., KAYS S. J. (1998): Near-infrared (NIR) Spectrometric Technique for Nondestructive Determination of Soluble Solids Content in Processing Tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123: (6) 1089–1093. p.

172. PÉREZ-ILZARBE J., HERNANDEZ T., ESTRELLA I. (1991): Phenolic compounds in apples: varietal differences. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 192: 551–554. p.
173. PIETTA P. MINOGGIO M., BRAMATI L. (2003): Plant Polyphenols: Structure, Occurrence and Bioactivity. *Studies in Natural Products Chemistry*. 28: 257–312. p.
174. PINELI L. D. D., MORETTI C. L., DOS SANTOS M. S., COMPOS A. B., BRASILEIRO A. V., CORDOVA A. C. (2011): Antioxidants and other chemical and physical characteristics of two strawberry cultivars at different ripeness stages. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: (1) 11–16. p.
175. PLISZKA B. (2020): Content and correlation of polyphenolic compounds, bioelements and antiradical activity in black elder berries (*Sambucus nigra* L.). *Journal of Elementology*, 25: (2) 596–605. p.
176. PORPÁČZY A., PORPÁČZY A.-NÉ. (1999): A bodza termesztése. In. PAPP, J., PORPÁČZY, A. (Szerk.) *Szeder, ribiszke, köszméte, különleges gyümölcsök*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 193–200. p.
177. PORPÁČZY A. (2004): Fekete bodza. In. PAPP J. (Szerk.) *A gyümölcsök termesztése*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 393–397. p.
178. PORPÁČZY A. (2014): Fekete bodza. In. KÁLLAY T.-NÉ (Szerk.). *Gyümölcsösök termőhelye*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 166–168. p.
179. PRIOR R. L., CAO G., MARTIN A., SOFIC E., MCEWEN J., O'BRIEN C., LISCHNER N., EHLENFELDT M., KALT W., KREWER G., MAINLAND C. M. (1998): Antioxidant Capacity As Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of Vaccinium Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: (7) 2686–2693. p.
180. PRIOR R. L., CAO G. (2000): Antioxidant phytochemicals in fruits and vegetables: diet and health implications. *Horticulture Science*, 35: 588–592. p.
181. PRIOR X.L., WU X. (2006): Anthocyanins: Structural characteristics that result in unique metabolic patterns and biological activities. *Free Radical Research*, 40: 1014–1028. p.
182. RAMAIYA D. S., BUJANG J. S., ZAKARIA M. H., KING W. S., SHAFFIQ SAHRIR M. A. (2012): Sugars, ascorbic acid, total phenolic content and total antioxidant activity in passion fruit (*Passiflora*) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: (5) 1198–1205. p.

183. REBELE F., SURMA A., CH K., BORNKAMM R., BREJ T. (1993): Heavy metal contamination of spontaneous vegetation and soil around the copper smelter "Legnica". *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 62: (1–2) 53–57. p.
184. ROCK E., ASTIER C., LAB C., VIGNON X., GUEUX E., MOTTA C., RAYSSIGUIER Y. (1995): Dietary magnesium deficiency in rats enhance free radical production in skeletal muscle. *Journal of Nutrition*, 125: (5) 1205–10. p.
185. RODUSHKIN I., ÖDMAN F., HOLMSTRÖM H. (1999): Multi-element analysis of wild berries from northern Sweden by ICP techniques. *The Science of the Total Environment*, 231: (1) 53–65. p.
186. SAFRÁNKOVÁ P. (2011): Chemical composition of berries juices from some cultivars of European elder. Brno, Brno University of Technology. Diplomamunka.
187. SÁJER I. (2016): A zöldség- gyümölcságazat helyzetét és külkereskedelmét befolyásoló tényezők vizsgálata. Göndöllő, Szent István Egyetem. Doktori értekezés.
188. SALAMON I., LABUN P., PETRUSKA P. (2015): Occurrence of heavy metals, radioactivity, and pesticide residues in raw materials of elderberry and other herbs and fruits in Slovak Republic. *Acta Horticulturae*, 1061: 259–269. p.
189. SAMSOE-PETERSEN L., LARSEN E. H., LARSEN P. B., BRUNN P. (2002): Uptake of Trace Elements and PAHs by Fruit and Vegetables from Contaminated Soils. *Environmental Science and Technology*, 36: (14) 3057–3063. p.
190. SANZ M., MONTANES L., CARRERA M. (1994): The possibility of using floral analysis to diagnose the nutritional status of pear trees. *Acta Horticulturae*, 367: 290–295. p.
191. SANZ M., MONTANES L. (1995): Flower analysis as a new approach to diagnosing the nutritional status of the peach tree. *Journal of Plant Nutrition*, 18: (8) 1667–1675. p.
192. SCALZO J., POLITI A., PELLEGRINI N., MEZZETTI B., BATTINO M. (2005): Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition*, 21: (2) 207–213. p.
193. SCHMIDT K. (2005): Möglichkeiten der Kultivierung von *Sambucus nigra* in norddeutschen Obstbaubetrieben. Hannover, Leibniz Universität Hannover, Szakdolgozat.
194. SIDOR A., GRAMZA- MICHALOWSKA A. (2015): Advances research in metal antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food – a review. *Journal of Functional Foods*, 18: 941–958. p.



195. 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.
196. SIPOS B. Z. (2002): Alakító és termőkori metszés. *Kertészet és Szőlészet*, 51: (5) 8–11. p.
197. SIPOS B. Z. (2010): A fekete bodza termesztése. Budapest, Mezőgazda Kiadó.
198. SOETAN K. O., OLAIYA C. O., OYEWOLE O. E. (2010): The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *African Journal of Food Science*, 4: (5) 200–222. p.
199. SOLTÉSZ M. (2002): Gyümölc sültetvények fajtatársítása. In: NYÉKI J., SOLTÉSZ M., SZABÓ Z. (Szerk.): *Fajtatársítás a gyümölc sültetvényekben*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 13–22. p.
200. SORTSFORSØG MED STORFRUGTET HYLD (1968): Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. *Meddelelse*, 844: 70.
201. SOUCI S.W., FACHMANN W., KRAUT H. (2008): Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen. Stuttgart, MedPharm Scientific Publishers. 1090–1091. p.
202. STRAUSS E., NOVAK R. (1982): 24 Jahre Anbauversuche mit Elderholunder in Klosterneuburg. *Erwerbsobstbau*, 24: 289–294. p.
203. STRIK B. C., VANCE A. J. (2015): Seasonal variation in leaf nutrient concentration of northern highbush blueberry cultivars grown in conventional and organic production systems. *Horticultural Science*, 50 (10): 1453–1466. p.
204. SUN T., HUANG K., XU H., YING Y. (2010): Research advances in nondestructive determination of internal quality in watermelon/melon: A review. *Journal of Food Engineering*, 100: 569–577. p.
205. SZABÓ Z., LAKATOS L., NYÉKI J., RACSKÓ J., SOLTÉSZ M. (2010): A gyümölc minőséget befolyásoló fajt tulajdonságok, fízológiai és klimatológiai tényezők vizsgálata. [http://real.mtak.hu/2645/1/63065\\_ZJ1.pdf](http://real.mtak.hu/2645/1/63065_ZJ1.pdf)
206. SZALAI L. (2003): Gyümölc fejlődés és érés. In: PAPP J. (Szerk.). *Gyümölcstermesztési alapismeretek I*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 203–209 p.
207. SZALÓKI-DORKÓ L., CSIZMADIA GY., ABRANKÓ L., STÉGER-MÁTÉ M. (2015): Examination of anthocyanin content of some elderberry cultivars grown in Hungary. *Acta Horticulturae*, 1061: 79–88. p.

- 208.SZALÓKI-DORKÓ L. (2016): Fekete bodza színanyagok átfogó analitikai vizsgálata élelmiszertechológiai eljárások során. Gödöllő, Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Doktori Iskola. Doktori dolgozat.
- 209.SZIGEDI T., LÉNÁRT J., DERNOVICS M., TURZA S., FODOR M. (2012): Protein content determination in Brassica oleracea species using FT-NIR technique and PLS regression. *International Journal of Food Science & Technology*, 47: 436–440. p.
- 210.SZIGEDI T. (2013): Módszerfejlesztés, Fourier-transzformációs közeli infravörös technika (FT-NIR) alkalmazási körének kibővítésére élelmiszeripari. Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Doktori Iskola. Doktori dolgozat.
- 211.SZŰCS I. (1999): A gyümölcsösök talaj- és tápanyagigénye, trágyázása. In: Füleky Gy. (szerk): *Tápanyag-gazdálkodás*. Budapest, Mezőgazda Kiadó. 462–501. p.
- 212.SZYNKOWSKA M. I., PAWLACZYK A., LEŚNIEWSKA E., PARYJCZAK T. (2009): Toxic Metal Distribution in Rural and Urban Soil Samples Affected by Industry and Traffic. *Polish Journal of Environmental Studies*, 18: (6) 1141–1150. p.
- 213.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.
- 214.TALL J. M., SEERAM N. P., ZHAO C., NAIR M. G., MEYER R. A., RAJA S. N. (2004): Tart cherry anthocyanins suppress inflammation-induced pain behavior in rat. *Behavioural Brain Research*, 153: 181–188. p.
- 215.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.
- 216.THORNTON I. (1981): Geochemical aspects of the distribution and forms of heavy metals in Soils. In: LEPP N. W. (Szerk.): *Effect of Heavy Metal Pollution on Plants. Vol. 2*. London and New Jersey, Applied Science Publishers. 1–33. p.
- 217.TOLIC MT., KRBAVCIC IP., VUJEVIC P., MILINOVIC B., JURCEVIC IL., VAHCIC N. (2017): Effects of weather conditions on phenolic content and antioxidant capacity in juice of chokeberries (*Aronia melanocarpa* L.) *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 67: (1) 67–74. p.
- 218.TOPOLSKA J., KOSTECKA-GUGAŁA A., OSTACHOWICZ B., LATOWSKI D. (2019): Selected metal content and antioxidant capacity of *Sambucus nigra* flowers from the urban areas versus soil parameters and traffic intensity. *Environmental Science and Pollution Research*, 27: 668–677. p.

219. TÓTH M., KOVÁCS SZ. (2001): Fekete bodza. In: TÓTH M. (Szerk.). *Gyümölcsészet*. Nyíregyháza, Primom Kiadó. 417–425. p.
220. TÓTH M., BÉKEFI ZS. (2009): Virágzás, megporzás termékenyülés és terméskötődés. In: TÓTH M. (szerk.). *Gyümölcs faj- és fajtaismeret*. Budapest. Budapesti Corvinus Egyetem. p. 25-27
221. TÓTH M. (2015): Virágzás, megporzás, termékenyülés és terméskötődés. In: TÓTH M. (Szerk.). *Gyümölcsismeret*. Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem, Gyümölcstermő Növények Tanszék. Digitális tananyag, 25–32. p.
222. TRAPP S. A. J., CHRISTIANSEN H. (2003): Phytoremediation of Cyanide-Polluted Soils. In: MCCUTCHEON S. C., SCHNOOR J. L. (Szerk.) *A Wiley-Interscience Series of Texts and Monographs] Phytoremediation*. New Jersey, John Wiley & Sons Inc. 829-862. p.
223. TUBA Z., SZERDAHELYI T., ENGLONER T., NAGY J. (2013): Botanika II. Budapest, Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó. 511 p.
224. VAN DEN BERGHE W. (2012): Epigenetic impact of dietary polyphenols in cancer chemoprevention: Lifelong remodeling of our epigenomes. *Pharmacological Research*, 65: (6) 565–576. p.
225. VAN DEN DRIESSCHE R. (1974): Prediction of mineral nutrient status of trees by foliar analysis. *The Botanical Review*, 40: 347–394. p.
226. VAN DER SLUIS A. A., DEKKER M., DE JAGER A., JONGEN W. M. F. (2001): Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 3606–3613. p.
227. VEBERIC R., JAKOPIC J., STAMPAR F., SCHMITZER V. (2009): European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols. *Food Chemistry*, 114: (2) 511–515. p.
228. VIZZOTTO M., CISNEROS-ZEVALLOS L., BYRNE D. H., RAMMING D. W., OKIE W. R. (2006): Total phenolic, carotenoid, and anthocyanin content and antioxidant activity of peach and plum genotypes. *Acta Horticulturae*, 713: 453–456. p.
229. VON HOFFEN L. P., SÄUMEL I. (2014): Orchards for edible cities: Cadmium and lead content in nuts, berries, pome and stone fruits harvested within the inner city neighbourhoods in Berlin, Germany. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 101: 233–239. p.
230. VULIC J. J., VRACAR L. O., SUMIC Z. M. (2008): Chemical characteristics of cultivated elderberry fruit. *Acta periodica technologica*, 39: 85–90. p.

231. WANG H., NAIR M. G., IEZZONI A., STRASBURG G. M., BOOREN A. M., GRAY J. I. (1997): Quantification and characterization of anthocyanins in Balaton tart cherries. *J Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45: 2556–2560. p.
232. WANG S. Y., ZHENG W. (2001): Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: (10) 4977–4982. p.
233. WANG S. Y. (2006): Effect of pre-harvest conditions on antioxidant capacity in fruits. *Acta Horticulturae*, 712: 299–306. p.
234. WARGOVICH M. J. (2000): Anticancer properties of fruits and vegetables. *Horticulture Science*, 35: 573–575. p.
235. WAZBINSKA J., PŁOSZAJ B., PLISZKA B. (2007): Fruit yield and content of macroelements in fruits of selected ecotypes of wild european elderberry (*Sambucus nigra* L.) in the lake district of Warmia and Mazury, Poland. Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. *Sodininkystė Ir Daržininkystė*, 26: (3) 57–63. p.
236. WORKMAN J., WEYER L. (2012): Practical Guide and Spectral Atlas for Interpretive Near-Infrared Spectroscopy. USA, CRC Press. 309. p.
237. WU X., GU L., PRIOR RL., MCKAY S. (2004): Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of *Ribes*, *Aronia*, and *Sambucus* and their antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: (26) 7846–7856. p.
238. WU H., JOHNSON M. C., LU C. H., FRITSCHKE K. L., THOMAS A. L., CAI Z., GREENLIEF C. M. (2015): Determination of Anthocyanins and Total Polyphenols in a Variety of Elderberry Juices by UPLC-MS/MS and Other Methods. *Acta Horticulturae*, 1061: 43–52. p.
239. WURM L. (2010): Holunder In: WURM L., LAFER G., KICKENWEIZ M., RÜHMER T., STEINBAUER L. (Szerk.) *Erfolgreicher Obstbau*. Wien, Österreichischer Agrarverlag. 347–354. p.
240. YABANLI M., YOKUMAZ A., SAL F. (2014): Heavy metal accumulation in the leaves, stem and root of the invasive submerged macrophyte *Myriophyllum spicatum* L. (Haloragaceae): an example of Kadin Creek (Mugla, Turkey). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 57: (3) 434–440. p.
241. YASSIN G. H., GRUN C., KOEK J. H., ASSAF K. I., KUHNERT N. (2014): Investigation of isomeric flavanol structures in black tea thearubigins using

- ultraperformance liquid chromatography coupled to hybrid quadrupole/ion mobility/time of flight mass spectrometry. *Journal of Mass Spectrometry*, 49: (11) 1086–1095. p.
242. ZEITHÖFLER A. (2002): Die obstbauliche Nutzung von Wildobstgehölzen. Diplomamunka. [http://www.kuegler-textoris.de/Wildobst\\_Diplomarbeit\\_Zeitlhoefler\\_2002.pdf](http://www.kuegler-textoris.de/Wildobst_Diplomarbeit_Zeitlhoefler_2002.pdf)

### **TESTÜLETI SZERZŐS HIVATKOZÁSOK**

1. AZ EURÓPAI UNIÓ BIZOTTSÁG 1881/2006/EK rendelete az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról. (2006): Az *Európai Unió Hivatalos Lapja*. L354, 5–24. p.
2. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (1984): Contaminants, Joint FAO/WHO Food Standards Program, Codex Alimentarius, Vol. XVII (1st edn).
3. USDA, United States Department of Agriculture. (2016): <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171727/nutrients> Lekérdezés időpontja: 2021. 03. 11.

### **INTERNETES HIVATKOZÁSOK**

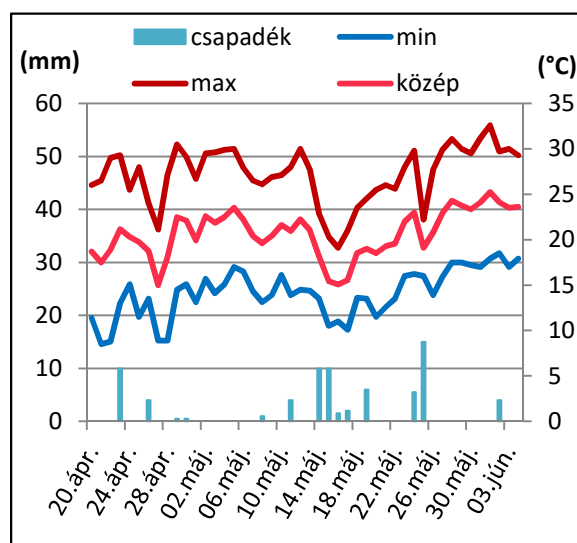
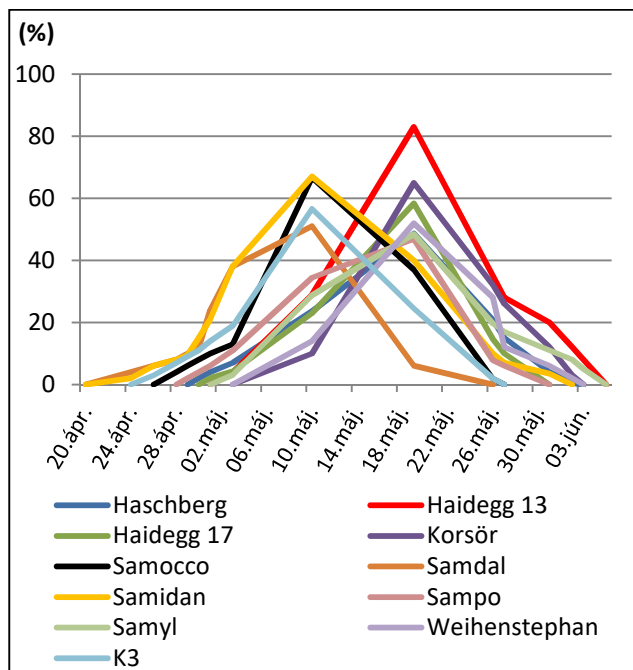
[www.metnet.hu](http://www.metnet.hu)

[www.google.maps.hu](http://www.google.maps.hu)

### **SZABVÁNY**

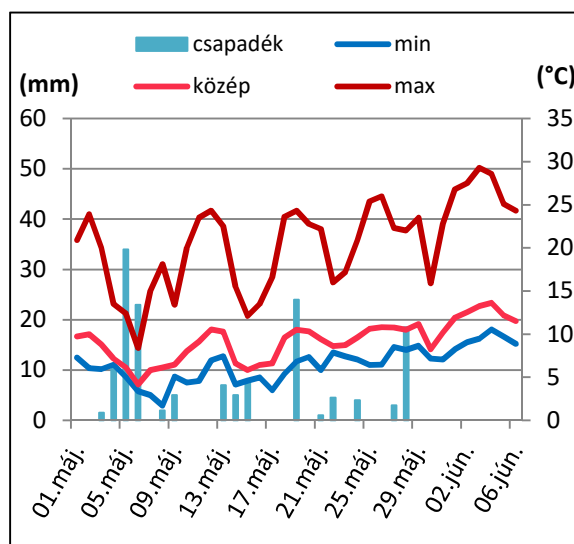
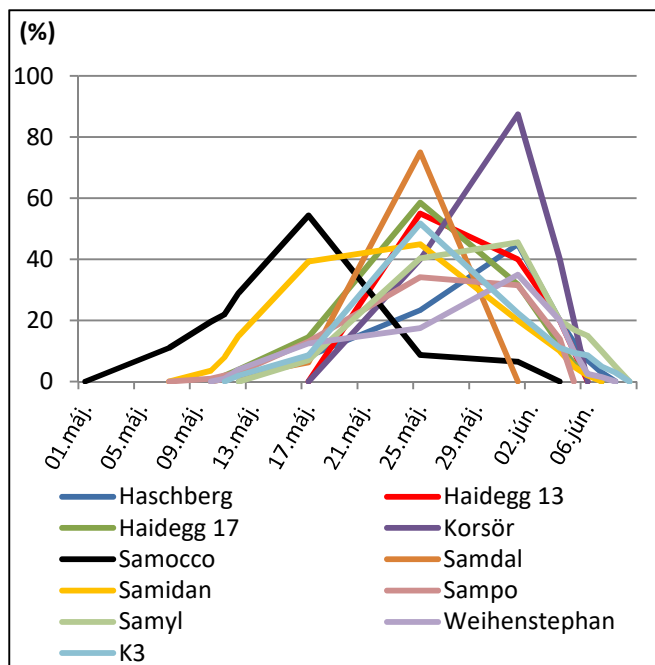
1. MSZ EN 12147:1998. Gyümölcs- és zöldséglevék. A titrálható savasság meghatározása.

## M2 További mellékletek



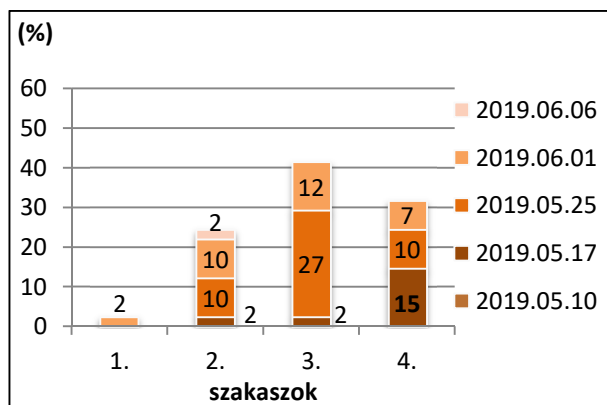
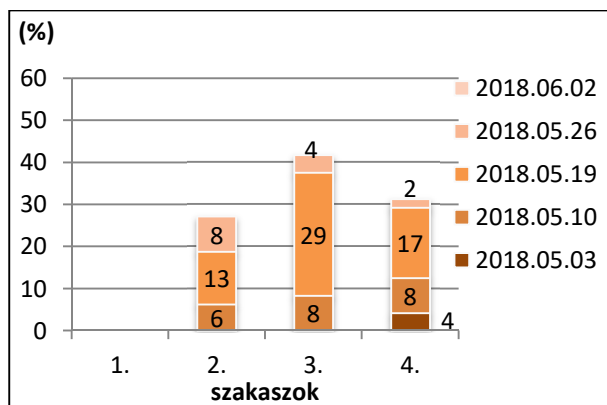
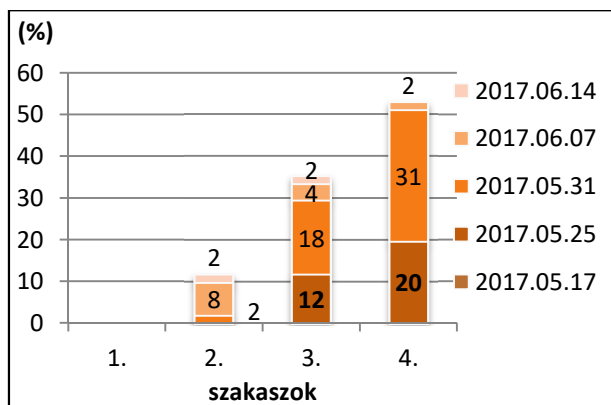
1. melléklet: Bodzafajták virágnyílásának menete (balra), a hőmérséklet és a csapadék mennyiségének változása a virágzás alatt (jobbra) (Soroksár, 2018)

(Forrás: [www.metnet.hu](http://www.metnet.hu))



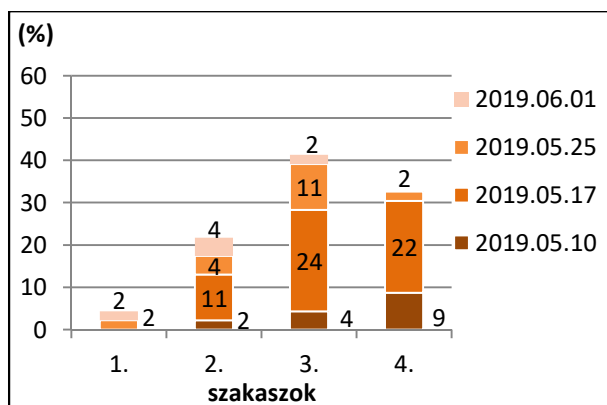
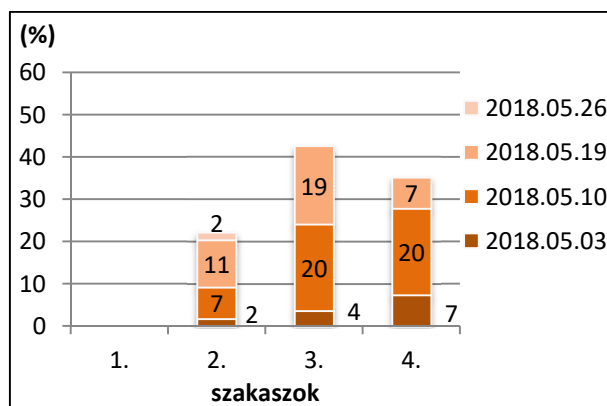
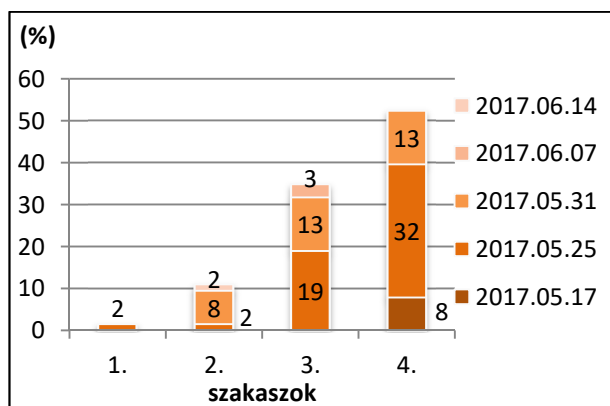
2. melléklet: Bodzafajták virágnyílásának menete (balra), a hőmérséklet és a csapadék mennyiségének változása a virágzás alatt (jobbra) (Soroksár, 2019)

(Forrás: [www.metnet.hu](http://www.metnet.hu))



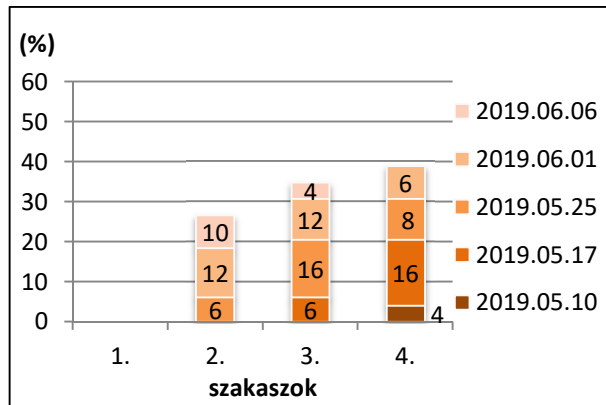
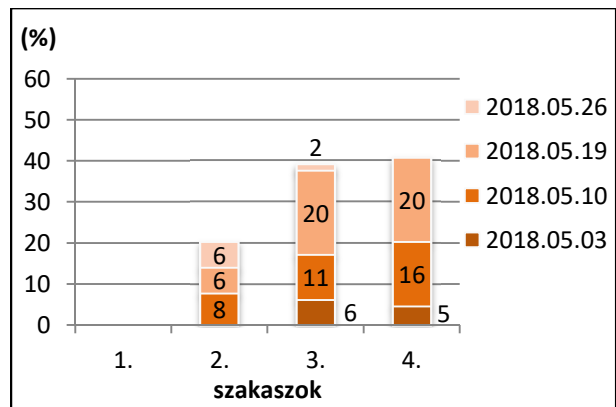
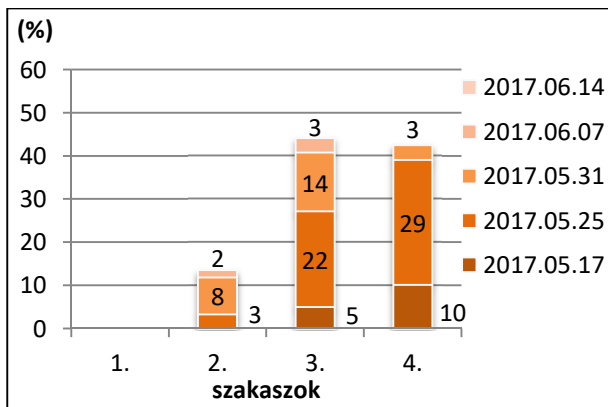
3. melléklet: Virágnylás sorrendje a 'Haidegg 17' kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017-2019)

(%: kinyílt virágok aránya)



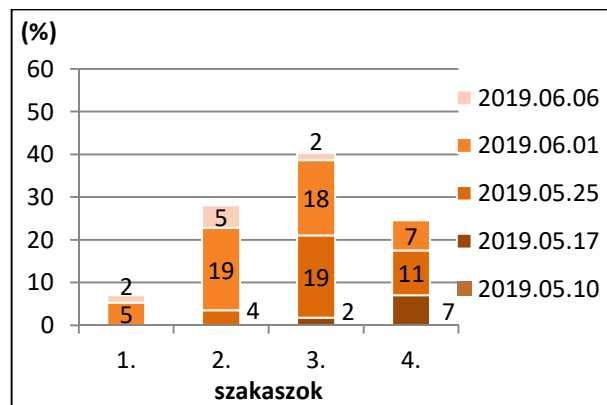
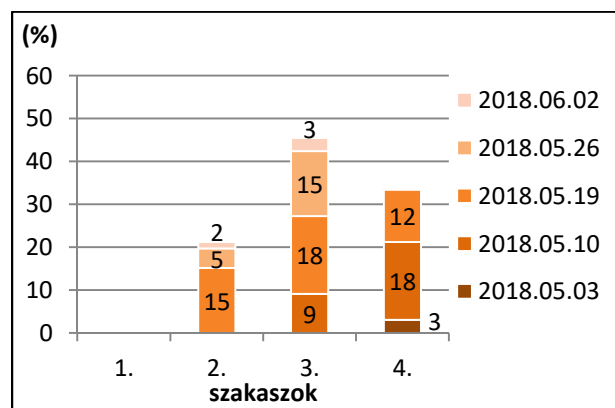
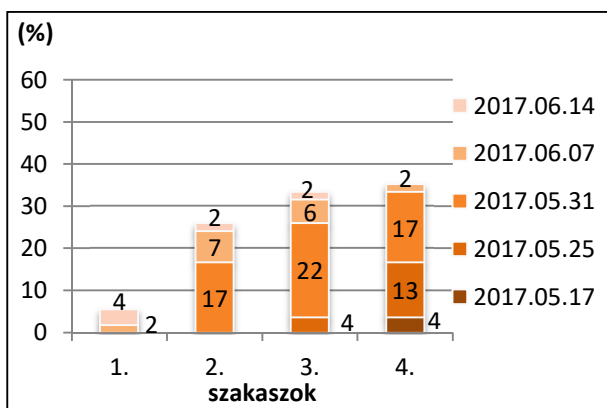
4. melléklet: Virágnylás sorrendje a 'Samocco' kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017-2019)

(%: kinyílt virágok aránya)



5. melléklet: Virágnylás sorrendje a ‘Sampo’ kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017-2019)

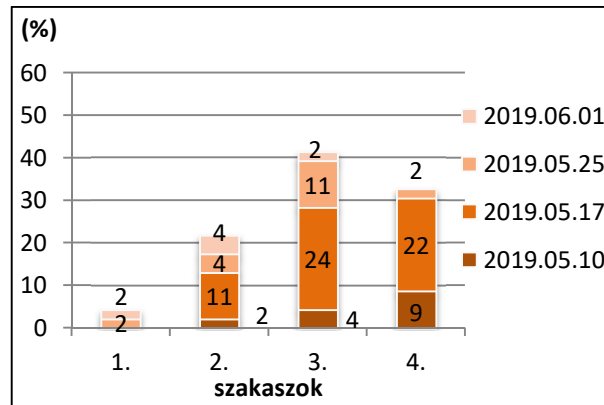
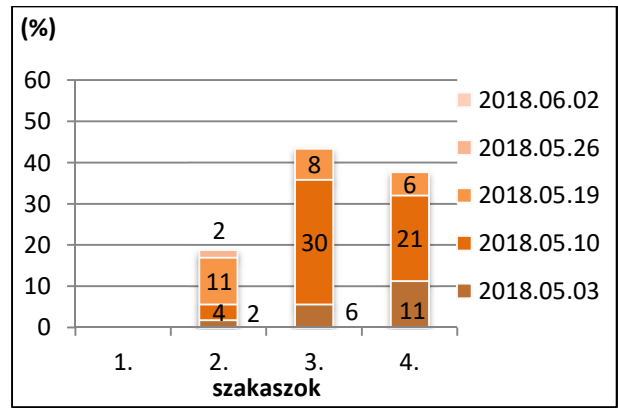
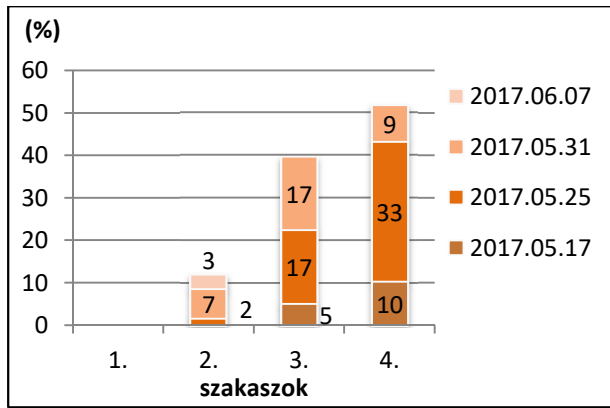
(%: kinyílt virágok aránya)



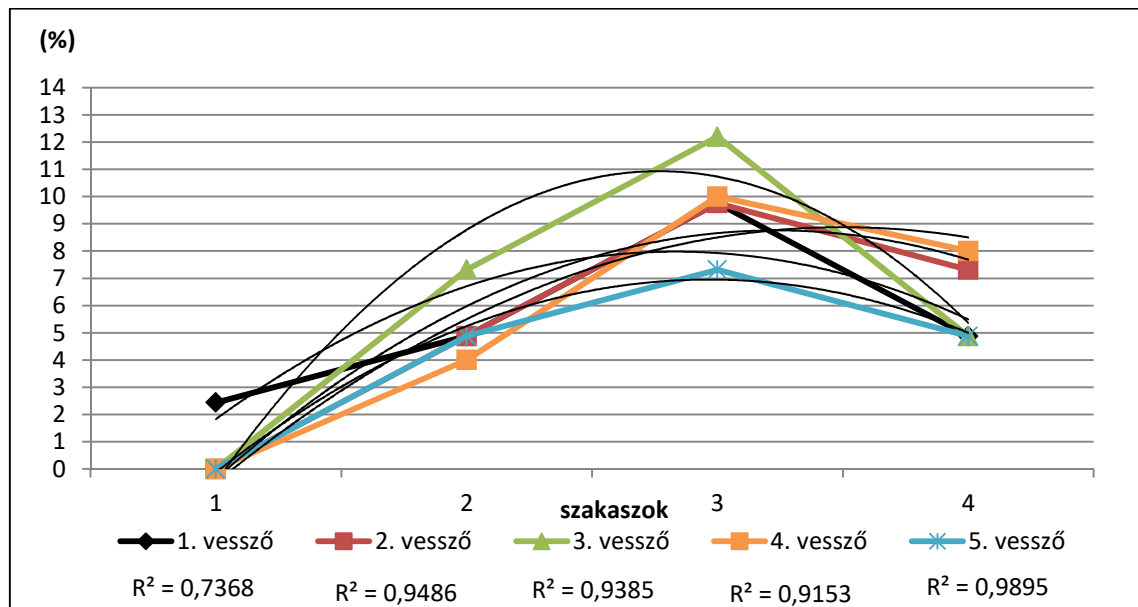
6. melléklet: Virágnylás sorrendje a ‘Samyl’ kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017-2019)

(%: kinyílt virágok aránya)

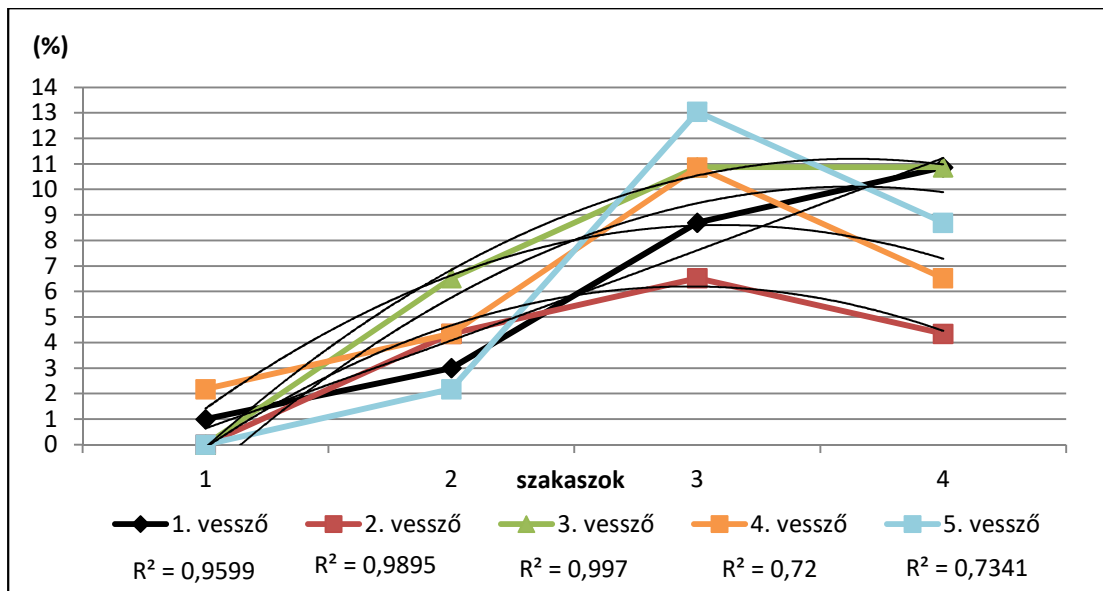




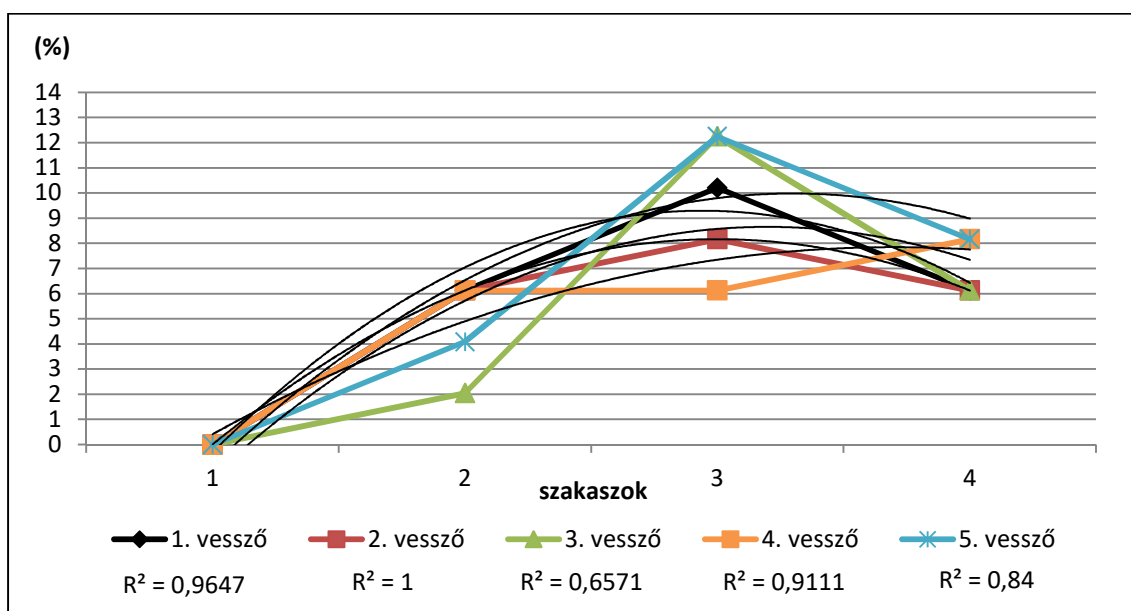
7. melléklet: Virágnylás sorrendje a K3 kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017-2019)  
(%: kinyílt virágok aránya)



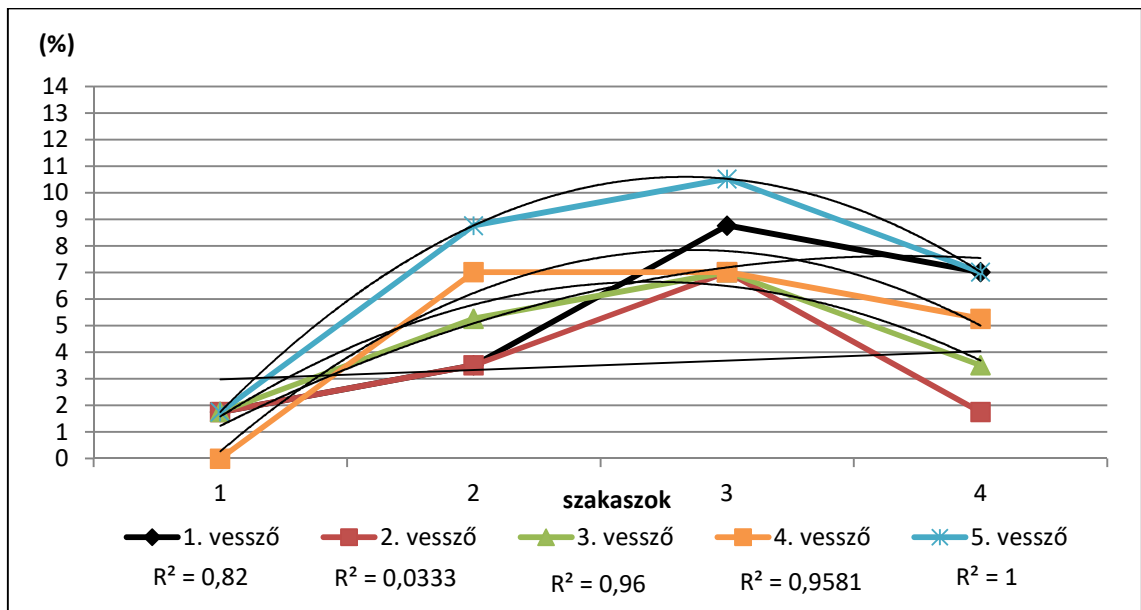
8. melléklet: A 'Haidegg 17' virágzatainak %-os megoszlása a vesszők vizsgálati szakaszain  
(Soroksár, 2019)



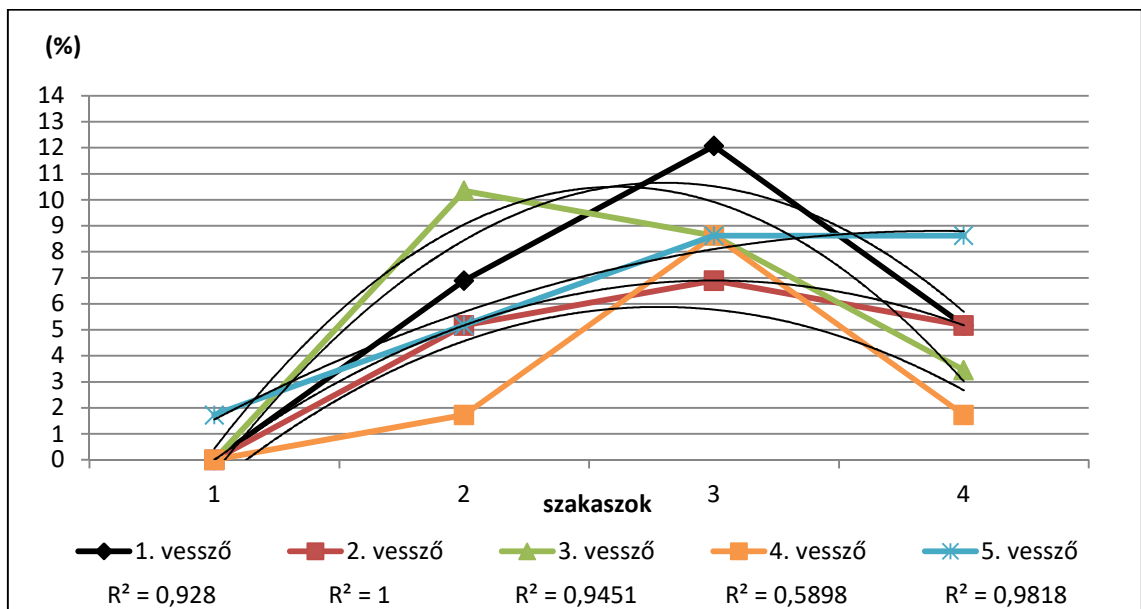
9. melléklet: A 'Samocco' virágzatainak %-os megoszlása a vesszők vizsgálati szakaszain (Soroksár, 2019)



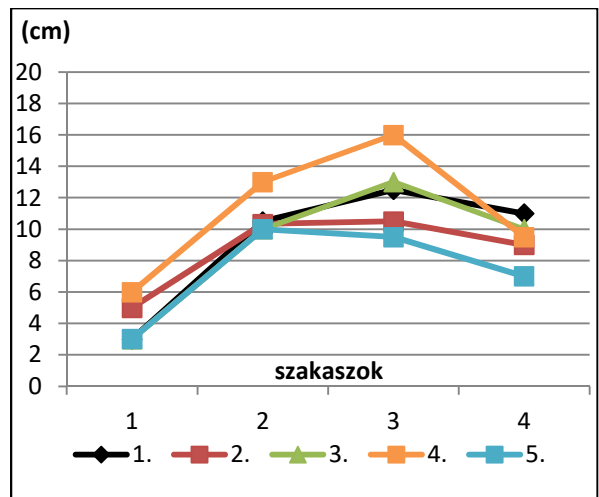
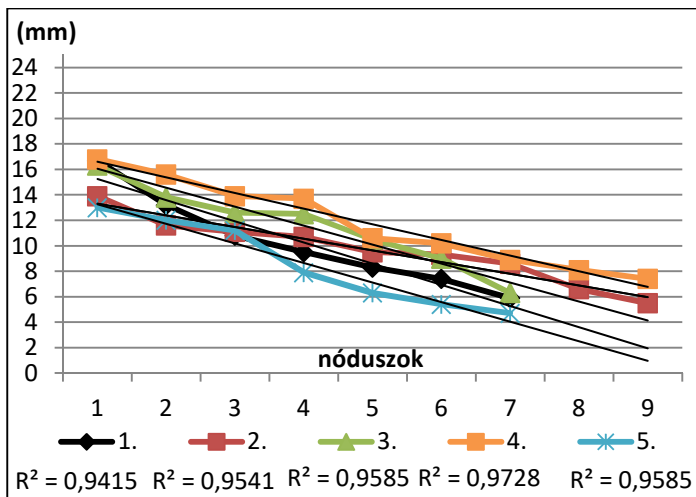
10. melléklet: A 'Sampo' virágzatainak %-os megoszlása a vesszők vizsgálati szakaszain (Soroksár, 2019)



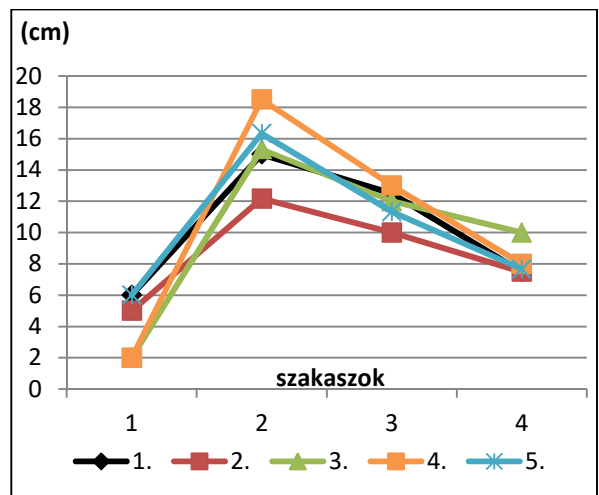
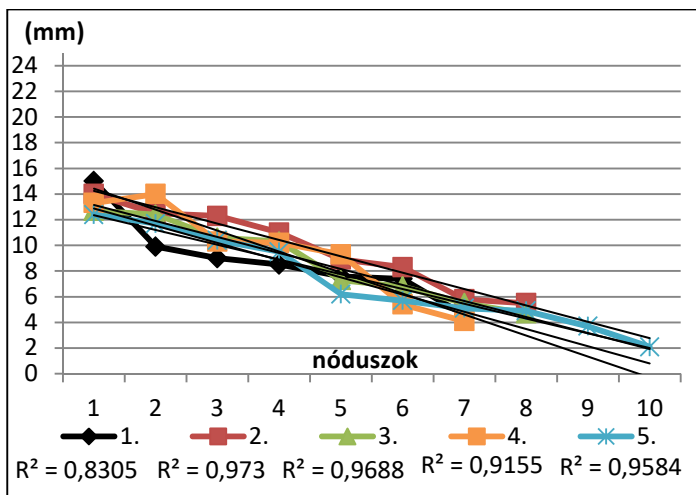
11. melléklet: A 'Samyl' virágzatainak %-os megoszlása a vészők vizsgálati szakaszain (Soroksár, 2019)



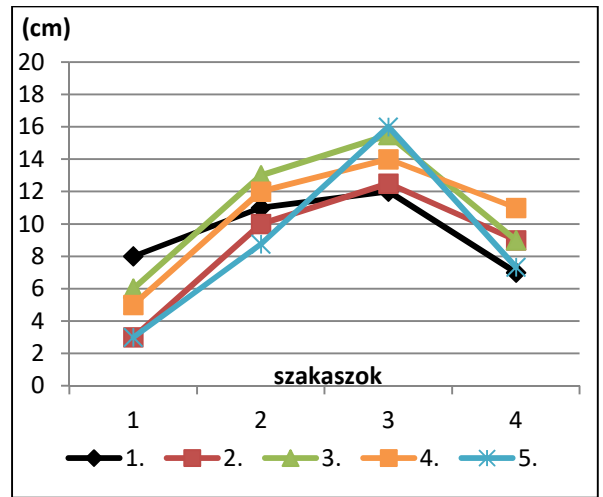
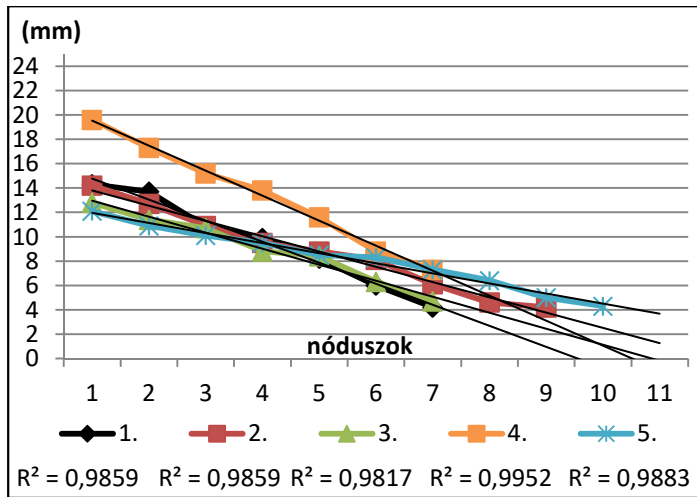
12. melléklet: A K3 virágzatainak %-os megoszlása a vészők vizsgálati szakaszain (Soroksár, 2019)



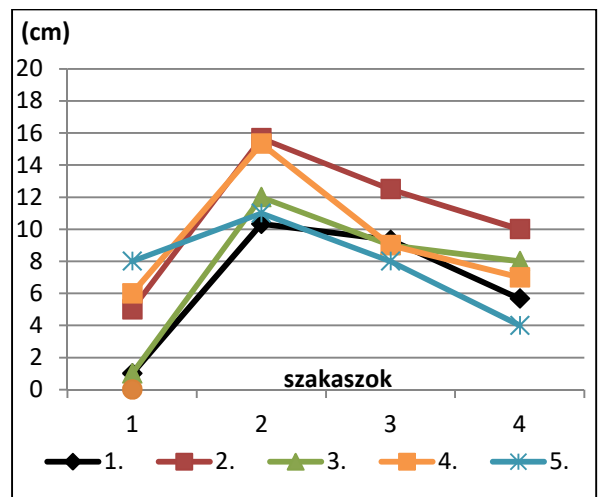
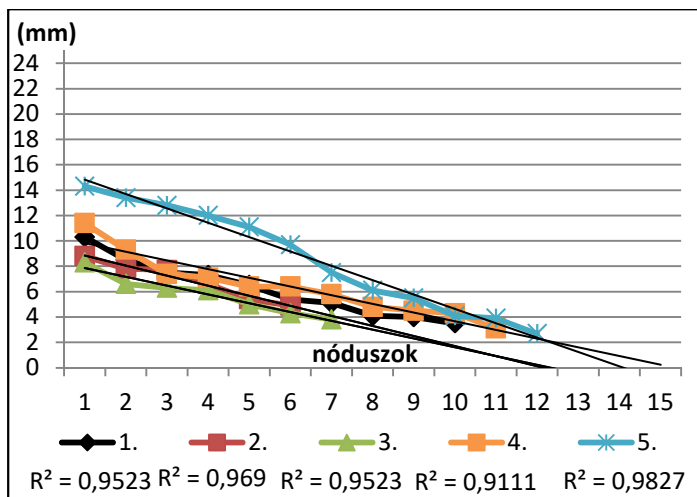
13. melléklet: Az internódiumok hosszának változása a ‘Haidegg 17’ kijelölt vesszőin (balra), a ‘Haidegg 17’ vesszőátmérőjének csökkenése az alapi résztől a csúcsi rész felé (jobbra) (Soroksár, 2019)



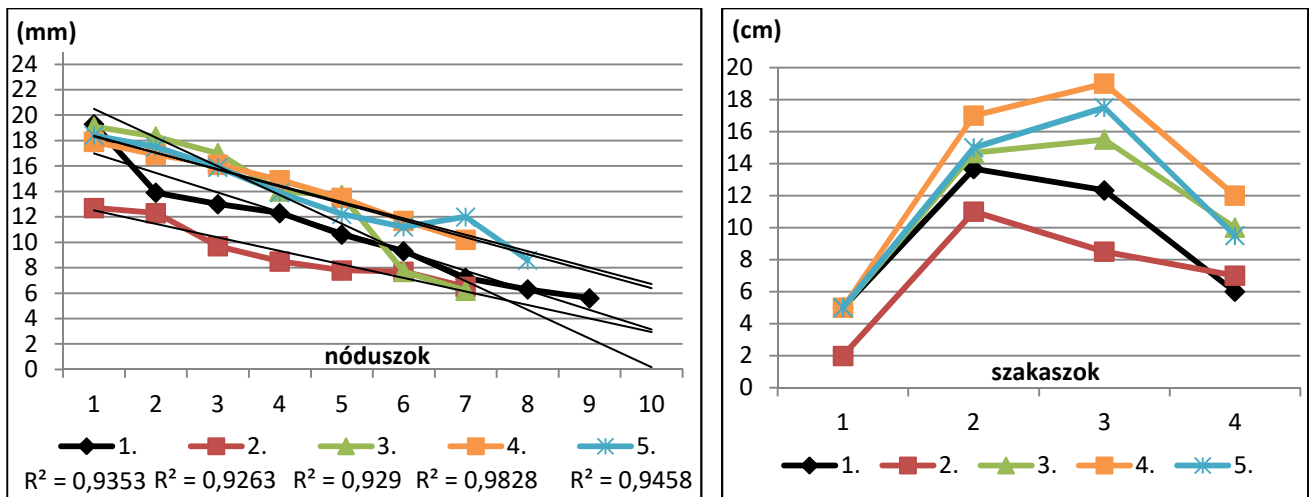
14. melléklet: Az internódiumok hosszának változása a ‘Samocco’ kijelölt vesszőin (balra), a ‘Samocco’ vesszőátmérőjének csökkenése az alapi résztől a csúcsi rész felé (jobbra) (Soroksár, 2019)



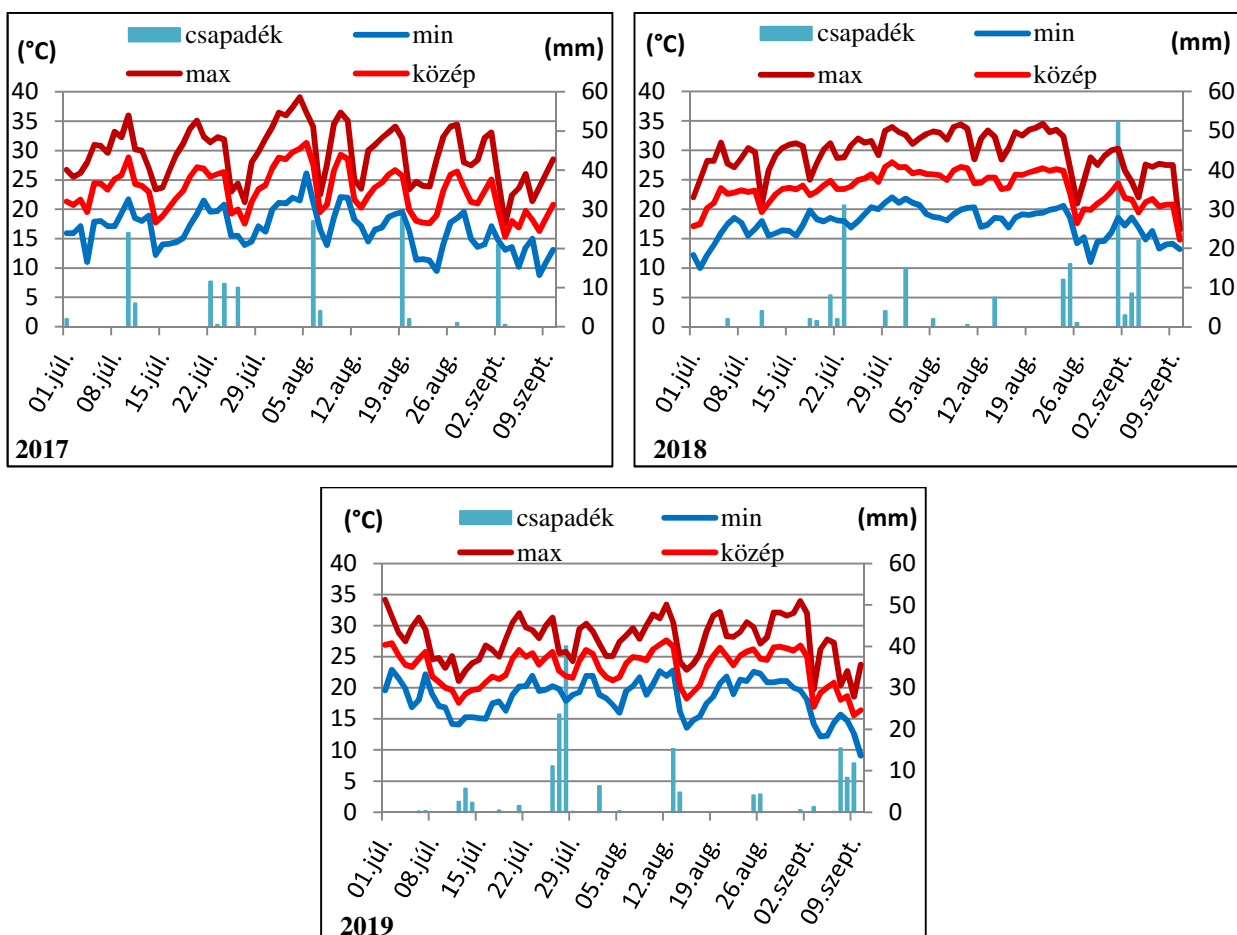
15. melléklet: Az internódiumok hosszának változása a ‘Sampo’ kijelölt vesszőin (balra), a ‘Sampo’ vesszőátmérőjének csökkenése az alapi résztől a csúcsi rész felé (jobbra)  
(Soroksár, 2019)



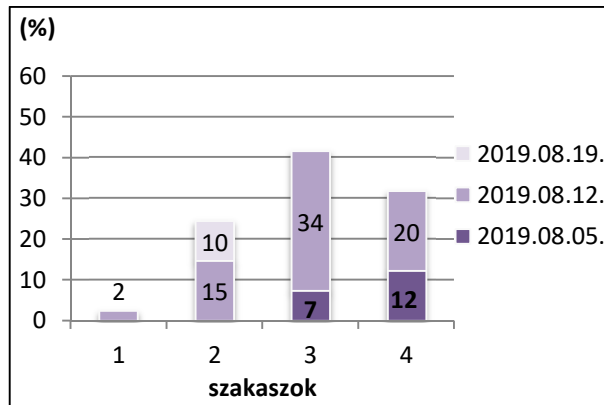
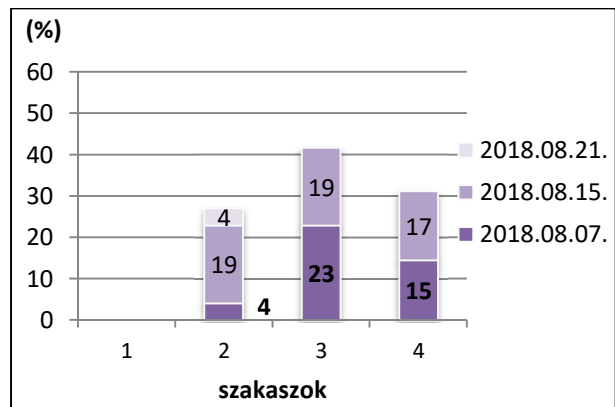
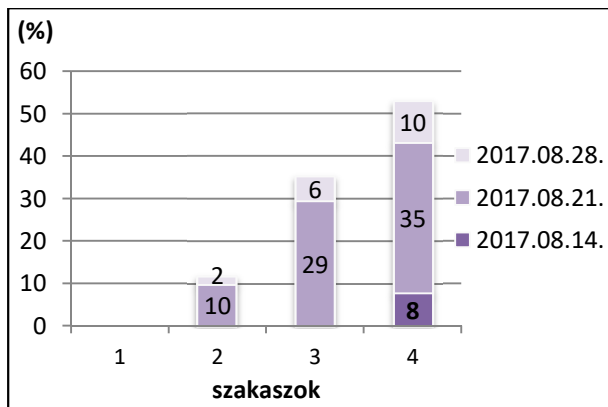
16. melléklet: Az internódiumok hosszának változása a ‘Samyl’ kijelölt vesszőin (balra), a ‘Samyl’ vesszőátmérőjének csökkenése az alapi résztől a csúcsi rész felé (jobbra)  
(Soroksár, 2019)



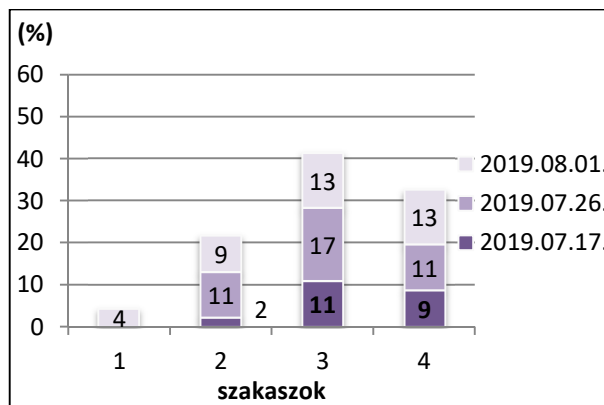
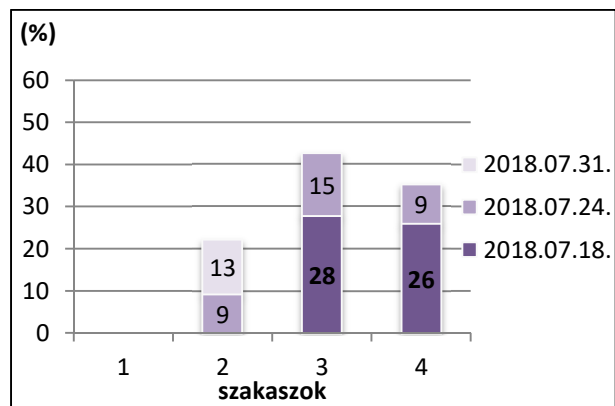
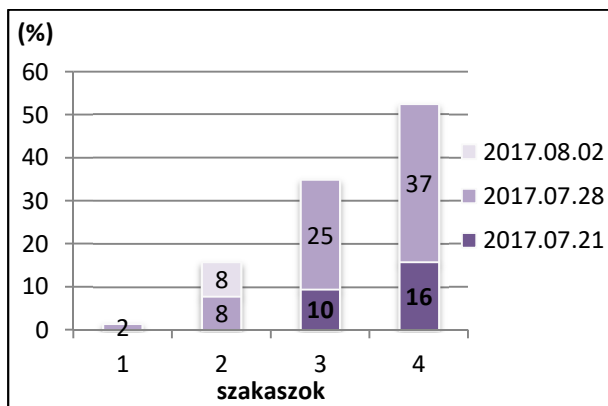
17. melléklet: Az internódiumok hosszának változása a K3 kijelölt vesszőin (balra), a K3 vesszőátmérőjének csökkenése az alapi résztől a csúcsi rész felé (jobbra)  
(Soroksár, 2019)



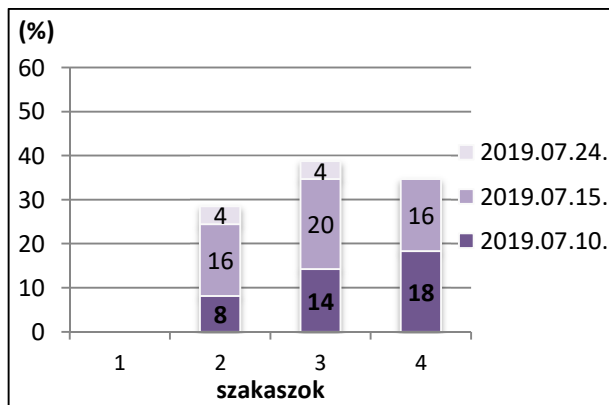
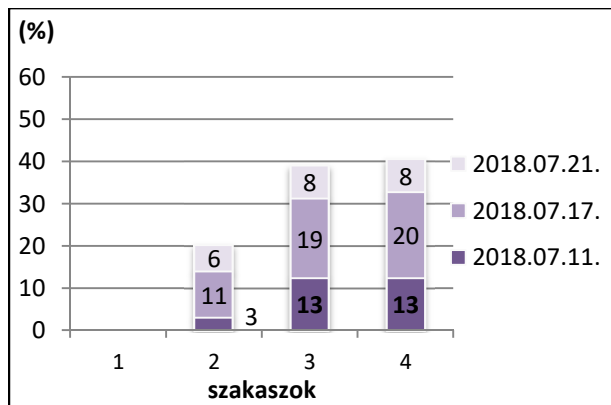
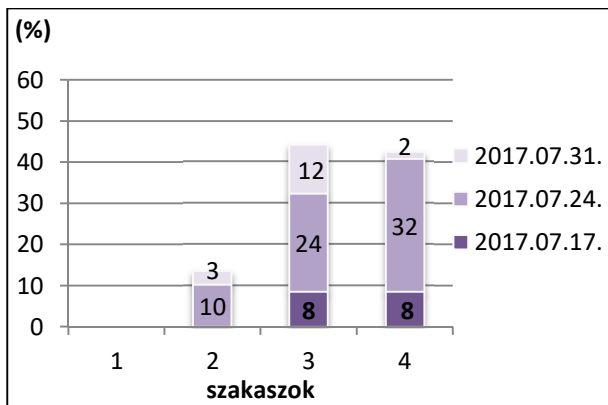
18. melléklet: A hőmérséklet és a csapadék mennyiségének változása az érés folyamán  
(Soroksár, 2017-2019)  
(Forrás: [www.metnet.hu](http://www.metnet.hu))



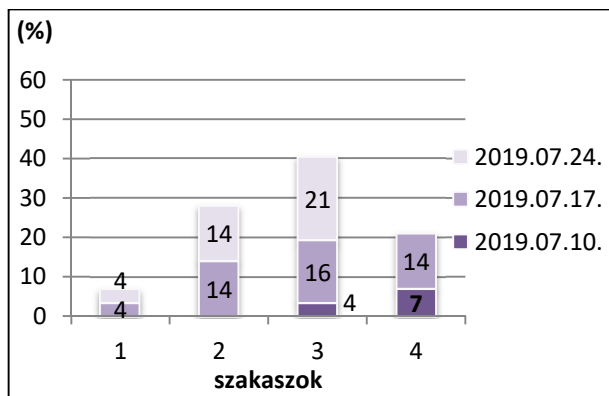
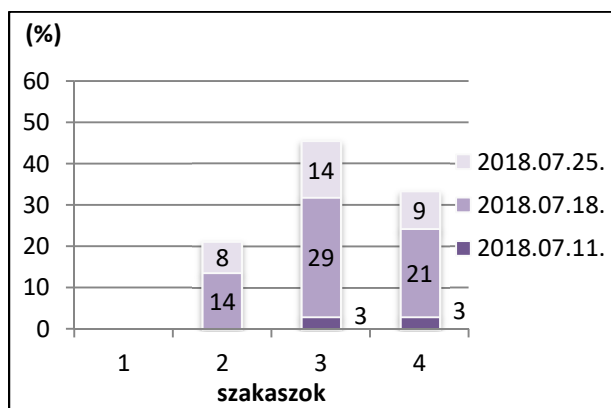
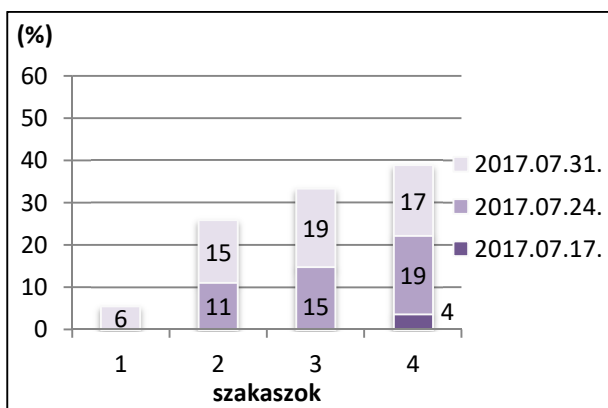
19. melléklet: Termésérés sorrendje a 'Haidegg 17' kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017- 2019)  
(%: érett ernyők aránya)



20. melléklet: Termésérés sorrendje a 'Samocco' kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017-2019)  
(%: érett ernyők aránya)

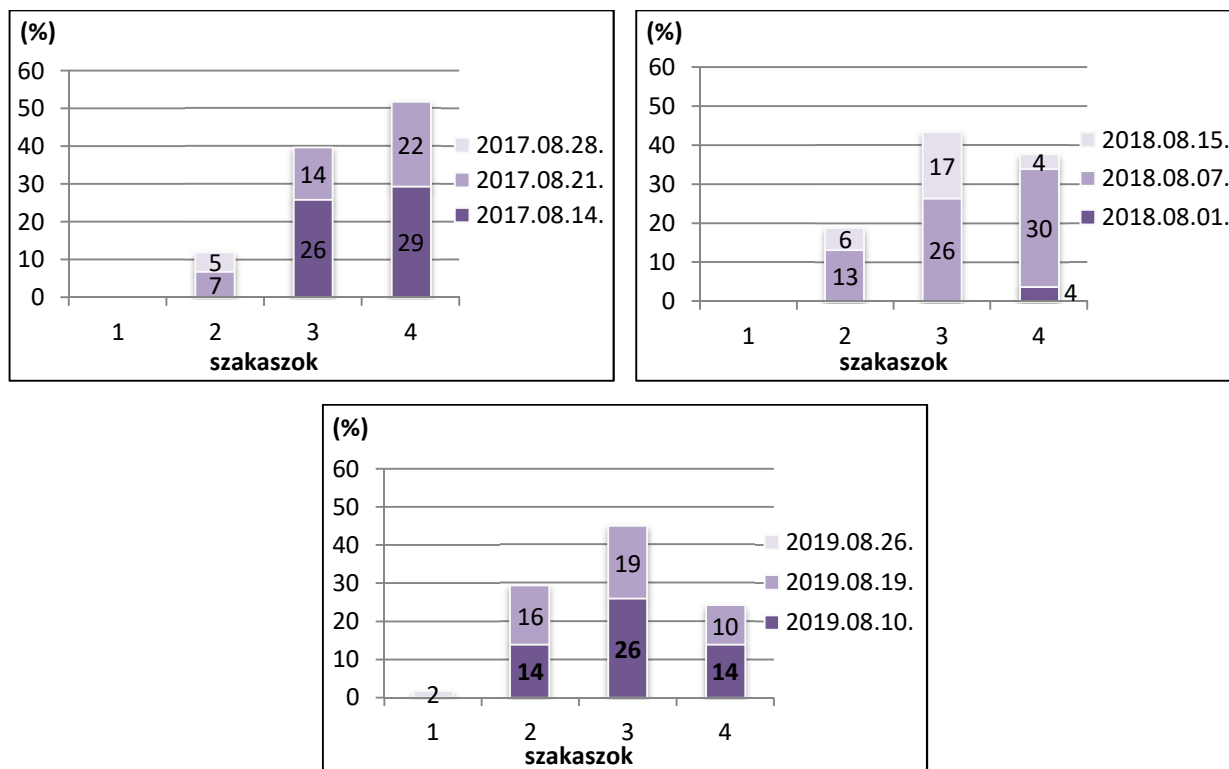


21. melléklet: Termésérés sorrendje a 'Sampo' kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017-2019)  
(%: érett ernyők aránya)



22. melléklet: Termésérés sorrendje a 'Samyl' kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017-2019)  
(%: érett ernyők aránya)





23. melléklet: Termésérés sorrendje a K3 kijelölt vesszőin (Soroksár, 2017-2019)

(%: érett ernyők aránya)

24. melléklet: Bodzafajták virágzatainak átlagos elemtartalma és szórása (mg/100 g)

	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>
<b>Haschberg</b>	4236 ± 327 bc	343 ± 27,1 ab	3,0 ± 0,1 ab	7,6 ± 0,7 a	3,6 ± 0,2 bcd	0,9 ± 0,1 a
<b>Haidegg 13</b>	3803 ± 289 abc	307 ± 6,6 a	4,5 ± 0,1 c	9,0 ± 0,6 ab	3,3 ± 0,3 bc	1,0 ± 0,1 ab
<b>Haidegg 17</b>	3470 ± 443 ab	341 ± 19,8 ab	5,0 ± 0,1 c	10,1 ± 0,7 b	3,9 ± 0,1 cd	1,0 ± 0,1 ab
<b>Korsör</b>	4802 ± 341 b	380 ± 14,1 c	2,3 ± 0,2 a	10,4 ± 0,4 b	3,1 ± 0,1 ab	1,0 ± 0,1 ab
<b>Samocco</b>	4543 ± 279 bc	347 ± 9,5 ab	3,4 ± 0,3 b	9,2 ± 0,6 ab	3,3 ± 0,1 bc	1,0 ± 0,1 ab
<b>Samdal</b>	3291 ± 196 a	366 ± 5,2 c	4,5 ± 0,2 c	7,9 ± 0,4 a	2,6 ± 0,2 a	1,1 ± 0,1 b
<b>Samidan</b>	3632 ± 146 ab	290 ± 18,5 a	3,7 ± 0,2 bc	8,0 ± 0,2 a	3,7 ± 0,1 bcd	0,9 ± 0,1 a
<b>Sampo</b>	4338 ± 218 bc	367 ± 13,9 c	4,6 ± 0,4 c	9,9 ± 0,3 b	3,4 ± 0,3 bc	1,2 ± 0,1 b
<b>Samyl</b>	3090 ± 116 a	323 ± 3 ab	3,3 ± 0,5 b	8,1 ± 0,8 a	2,8 ± 0,2 a	0,9 ± 0,1 a
<b>Weihenstephan</b>	3302 ± 346 a	328 ± 8,5 ab	3,7 ± 0,1 bc	8,0 ± 0,7 a	3,2 ± 0,1 ab	0,9 ± 0,1 a
<b>K3</b>	3873 ± 853 abc	326 ± 8,9 ab	4,4 ± 0,3 c	7,6 ± 0,3 a	4 ± 0,1 d	1,0 ± 0,1 ab

Megjegyzés: a különböző betűk a szignifikáns különbségeket mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

25. melléklet: Bodzafajták gyümölcsseinek átlagos elemtartalma és szórása (mg/100 g)

	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>
<b>Haschberg</b>	392 ± 67,1 abc	21,0 ± 11,3 ab	4,6 ± 0,2 ab	2,2 ± 0,6 ab	0,3 ± 0,02 bc	0,06 ± 0,02 a
<b>Haidegg 13</b>	309 ± 77,5 ab	26,8 ± 10,6 ab	4,1 ± 0,5 ab	2,2 ± 0,4 ab	0,2 ± 0,01 ab	0,04 ± 0,03 a
<b>Haidegg 17</b>	470 ± 50,7 abc	30,0 ± 6,7 ab	4,9 ± 0,6 ab	3,3 ± 0,5 b	0,3 ± 0,01 bc	0,05 ± 0,03 a
<b>Korsör</b>	560 ± 88,3 c	25,4 ± 1,1 ab	4,4 ± 0,4 ab	3,3 ± 0,4 b	0,2 ± 0,01 a	0,04 ± 0,03 a
<b>Samocco</b>	509 ± 145,3 bc	36,5 ± 3,6 b	4,3 ± 0,5 ab	2,4 ± 0,4 ab	0,2 ± 0,06 abc	0,06 ± 0,03 a
<b>Samdal</b>	312 ± 55,3 ab	19,6 ± 1,7 a	4,9 ± 0,5 ab	2,8 ± 1 b	0,2 ± 0,01 a	0,06 ± 0,03 a
<b>Samidan</b>	446 ± 112,6 abc	16,1 ± 0,6 a	4,4 ± 0,7 ab	2,2 ± 0,7 ab	0,2 ± 0,01 a	0,04 ± 0,03 a
<b>Sampo</b>	443 ± 95,1 abc	29,3 ± 7,7 ab	5,8 ± 0,4 b	2 ± 0,7 ab	0,2 ± 0,04 abc	0,06 ± 0,02 a
<b>Samyl</b>	264 ± 55,1 a	20,1 ± 2 a	3,2 ± 0,7 a	1,8 ± 0,6 a	0,3 ± 0,04 bc	0,07 ± 0,02 a
<b>Weihenstephan</b>	417 ± 50,3 abc	31,3 ± 4,3 ab	4,7 ± 0,5 ab	1,6 ± 0,3 a	0,3 ± 0,01 c	0,06 ± 0,03 a
<b>K3</b>	256 ± 28,3 űa	16,7 ± 1,7 a	5,2 ± 0,8 b	2,4 ± 0,5 ab	0,2 ± 0,03 ab	0,06 ± 0,02 a

Megjegyzés: a különböző betűk a szignifikáns különbségeket mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

26. melléklet: Bodzafajták leveleinek átlagos elemtartalma és szórása (mg/100 g)

	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Fe</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>B</b>
<b>Haschberg</b>	2501 ± 1197,5 abc	702 ± 84,7 ab	9,2 ± 0,3 bc	2,0 ± 0,7 ab	0,73 ± 0,03 a	3,4 ± 0,2 a
<b>Haidegg 13</b>	1950 ± 751,8 abc	741 ± 30,7 ab	8,5 ± 0,4 ab	2,4 ± 0,8 ab	0,81 ± 0,08 a	4 ± 0,4 abc
<b>Haidegg 17</b>	1565 ± 412 ab	824 ± 22,2 b	8,4 ± 0,9 ab	2,1 ± 0,1 a	0,8 ± 0,11 a	3,4 ± 0,5 a
<b>Korsör</b>	3662 ± 832 c	745 ± 37,6 ab	10,4 ± 0,4 c	2,3 ± 0,5 ab	0,81 ± 0,11 a	4,2 ± 0,1 abc
<b>Samocco</b>	1767 ± 477 abc	816 ± 46,5 b	10,5 ± 0,3 c	2,3 ± 0,9 ab	0,81 ± 0,12 a	4,5 ± 0,5 c
<b>Samdal</b>	1902 ± 620 abc	680 ± 101 ab	10,1 ± 0,3 bc	2,3 ± 0,2 ab	0,72 ± 0,09 a	4,1 ± 0,3 abc
<b>Samidan</b>	1487 ± 206 a	620 ± 27,4 ab	10,5 ± 0,5 c	2,4 ± 0,1 ab	0,75 ± 0,14 a	4,2 ± 0,2 bc
<b>Sampo</b>	1477 ± 267 a	670 ± 52,2 ab	10,2 ± 0,3 c	2,5 ± 0,3 a	0,89 ± 0,04 a	4,6 ± 0,1 c
<b>Samyl</b>	2282 ± 479 abc	707 ± 16,4 ab	8,0 ± 0,4 ab	2,9 ± 0,1 ab	0,88 ± 0,06 a	4,2 ± 0,1 abc
<b>Weihenstephan</b>	1883 ± 405 abc	593 ± 17,1 a	6,9 ± 0,2 a	2,3 ± 0,1 ab	0,79 ± 0,12 a	3,8 ± 0,2 ab
<b>K3</b>	3460 ± 628 bc	621 ± 67,4 a	9,7 ± 1,1 bc	2,4 ± 0,4 ab	0,88 ± 0,07 a	3,7 ± 0,4 ab

Megjegyzés: a különböző betűk a szignifikáns különbségeket mutatják (Sidak teszt,  $p < 0,05$ )

## 11. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek Dr. Tóth Magdolnának és Dr. Kardos Leventének, hogy kiemelkedő szakmai tudásukkal és szemléletformáló támogatásukkal segítették fejlődésemet és dolgozatom elkészítését.

Köszönet illeti Dr. Kovács Szilviát, aki hasznos tanácsaival ellátott, végig támogatta, és segítette munkánkat és publikációink megjelenését.

Hálás vagyok, hogy együtt dolgozhattam az Alkalmazott Kémia Tanszéken Dr. Fodor Mariettával, aki bevezetett a NIR spektroszkópia alkalmazásának rejtelmeibe és szakmai tanácsaival segítette munkámat.

Külön köszönet illeti Dr. László Annát a statisztikai elemzésekben nyújtott önzetlen segítségéért.

Köszönettel tartozom Szabados Györgyinek és Kovács Jánosnénak a laboratóriumi mérésekben nyújtott asszisztenciáért. Hálás vagyok a Gyümölcsstermő Növények Tanszék és az Agrárkörnyezettani Tanszék minden volt és jelenlegi munkatársának, akik támogattak munkám elkészítésében.

Végül, de nem utolsó sorban köszönettel tartozom családomnak, szüleimnek, férjemnek és gyermekemnek szeretetükért, folyamatos biztatásukért, támogatásukért és türelmükért.