



SZENT ISTVÁN EGYETEM

**KERTI BAZSALIKOM (*OCIMUM BASILICUM* L.) TAXONOK
BIOLÓGIAILAG AKTÍV ANYAGAINAK ÖSSZEHASONLÍTÓ
ÉRTÉKELÉSE**

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

BERNHARDT BOTOND

BUDAPEST

2016

A doktori iskola

megnevezése: Kertészettudományi Doktori Iskola

tudományága: Növénytermesztési és kertészeti tudományok

vezetője: Zámboriné Dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy és Aromanövények Tanszék

Témavezetők: Dr. Szabó Krisztina
egyetemi docens, PhD
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

Dr. Bernáth Jenő
egyetemi tanár, DSc
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezetők jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	7
1.1. A téma aktualitása, jelentősége	7
1.2. Célkitűzés	8
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	10
2.1. A kerti bazsalikom rendszertana, előfordulása és botanikai leírása	10
2.2. A kerti bazsalikom drogjai	11
2.3. A kerti bazsalikom hatóanyagai	11
2.3.1. A kerti bazsalikom főbb, antioxidáns hatással rendelkező vegyületeinek felhalmozódása	11
2.3.2. A kerti bazsalikom illóolajának főkomponensei, kemotípusokba való besorolásuk	13
2.4. A kerti bazsalikom hatóanyagainak felhalmozódásában szerepet játszó tényezők	15
2.5. Fenológiai fázisok szerepe a kerti bazsalikom illóolaj-, flavonoid- és összes polifenol-tartalmának felhalmozódásában	16
2.6. A kerti bazsalikom felhasználása	17
2.7. A kerti bazsalikom terápiás indikációi	19
2.8. Szabad gyökök és antioxidánsok	23
2.9. Antioxidáns hatáserősség meghatározása különböző módszerekkel	24
2.9.1. FRAP, DPPH, TPC antioxidáns módszerek jellemzése	24
2.10. A kísérletben szereplő antioxidáns hatású vegyületek bemutatása	26
2.10.1. Flavonoidok	27
2.10.2. C-vitamin	28
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	31
3.1. A kísérletekben vizsgált növényanyag	31
3.2. A termőhely területe	32
3.3. A termőhely hőmérséklet- és csapadékviszonyai	32
3.4. A kísérletekben vizsgált növényanyag előállítás	33
3.5. Laboratóriumi vizsgálatok	34
3.5.1. Illóolaj-tartalom meghatározása	34
3.5.2. Illóolaj-összetétel meghatározása	34
3.5.3. Összes antioxidáns kapacitás mérése FRAP-módszerrel	35
3.5.4. DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás meghatározása	35
3.5.5. Összes polifenol-tartalom meghatározása	36
3.5.6. Összes flavonoid-tartalom meghatározása	37
3.5.7. Szalvigenin és nevadenzin-tartalom meghatározása	38
3.5.8. C-vitamin-tartalom meghatározása	39
3.6. A vizsgálati eredmények értékelése	39
3.6.1. A vizsgált taxonok teljesítménymutatóinak komplex összevetése	39
3.6.2. Statisztikai kiértékelés	40
4. EREDMÉNYEK	42
4.1. A laboratóriumi vizsgálatok eredményei	42
4.1.1. Illóolaj-tartalom	42
4.1.2. Illóolaj-összetétel	45
4.1.3. Összes antioxidáns kapacitás (FRAP)	45
4.1.4. DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás	49
4.1.5. Összes polifenol-tartalom	49
4.1.6. Összes flavonoid-tartalom	53
4.1.7. Szalvigenin-tartalom	55
4.1.8. Nevadenzin-tartalom	57
4.1.9. C-vitamin-tartalom	59
4.2. A vizsgálati eredmények értékelése	60
4.2.1. Antioxidáns kapacitást jellemző paraméterek közötti összefüggések	60

4.2.2. A vizsgált taxonok teljesítménymutatóinak több szempontot egyszerre figyelembe vevő komplex értékelése	62
4.3. Új tudományos eredmények	68
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	70
6. ÖSSZEFOGLALÁS / SUMMARY	77
MELLÉKLETEK.....	81
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	111

AZ ÉRTEKEZÉSBEN HASZNÁLT JELÖLÉSEK, RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

- AAE – *Ascorbic Acid Equivalent* / aszkorbinsav egyenérték (ASE)
- ABTS – 2,2'-azino-bisz (3-etilbenzotiazolin-6-szulfonsav)
- CITES – *Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* / Egyezmény a veszélyeztetett vadon élő állat- és növényfajok nemzetközi kereskedelméről
- CL – *Chemiluminescence* / kemilumineszcencia
- CUPRAC – *CUPric ion Reducing Antioxidant Capacity* / rézion redukálóképesség
- DNS – dezoxiribonukleinsav
- DPPH – 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
- FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations* / Egyesült Nemzetek Szervezetének Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete
- felhalm. – felhalmozódás
- FRAP – *Ferric ion Reducing Antioxidant Power* / vasionredukáló antioxidáns kapacitás
- GAE – *Gallic acid equivalent* / galluszsav egyenérték (GSE)
- GC-MS – *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* / gázkromatográfia-tömegspektroszkópia
- HDL – *High Density Lipoprotein* / magas sűrűségű lipoprotein
- HPLC – *High Performance Liquid Chromatography* / nagyteljesítményű folyadékkromatográfia
- IBPGR – *International Board for Plant Genetic Resources* / Növénygenetikai Erőforrások Nemzetközi Testülete
- IC – *Inhibitory Concentration* / gátló koncentráció
- iNOS – nitrogén monoxid szintáz
- ISO – *International Organization for Standardization* / Nemzetközi Szabványügyi Szervezet
- LDL – *Low Density Lipoprotein* / alacsony sűrűségű lipoprotein
- LOO – *Leave-One-Out Cross-Validation* / egy elem kihagyásos keresztvalidáció
- Med – medián
- MIC – *Minimum Inhibitory Concentration* / minimális gátló koncentráció
- MSZ – Magyar Szabvány
- NÉBIH – Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal
- NIST – *National Institute of Standards and Technology* / Nemzeti Szabványügyi és Technológiai Intézet (USA)
- norm – normalizált
- ORAC – *Oxygen Radical Absorbance Capacity* / oxigéngyökfogó-kapacitás
- OS – *Oxidative Stress* / oxidatív stressz

PCL – *Photochemiluminescence* / fotokemilumineszcencia
RAPD – *Random Amplified Polymorphic DNA* / random amplifikált polimorf DNS
RNS – ribonukleinsav
ROS – *Reactive Oxygen Species* / reaktív oxigénformák
SH – kénhidrogén
SRD – *Sum of Ranking Difference* / rangszám-különbségek összege
sz. a. – szárazanyag
TE – Trolox egyenérték
TEAC – *Trolox Equivalent Antioxidant Capacity* / Trolox egyenértékű antioxidáns kapacitás
TFC – *Total Flavonoid Content* / összes flavonoid-tartalom
Th – *Therophyta* / terofita
TLC – *Thin-Layer Chromatography* / vékonyréteg kromatográfia
TPC – *Total Polyphenol Content* / összes polifenol-tartalom
TPTZ – 2,4,6-tripiridil-S-triazin
TRAP – *Total peroxil Radical Trapping Parameter* / összes peroxilgyökfogó-paraméter

1. BEVEZETÉS

1.1. A téma aktualitása, jelentősége

A szabad gyökök megismerése, a biokémiai folyamatokban játszott szerepük kutatása immár egy évszázados múltra tekint vissza. Mára kirajzolódott, hogy keletkezésük és semlegesítésük meghatározó az élő szervezetekben lejátszódó oxidációs folyamatokban. Amennyiben ezen mechanizmus egyensúlya felborul, nagyfokú reakcióképességük folytán súlyos károkat okozhatnak az élő szervezetek molekuláiban.

A szabad gyökök túlzott mennyiségének hatástalanításában, „megkötésükben”, a szervezet egészséges működésének biztosításában kiemelkedő szerep jut az antioxidánsoknak. Betegségmegelőző mechanizmusuk igen bonyolult, és bár számos tekintetben még korántsem tisztázott, az már igazolódott, hogy a szervezetbe juttatott egyszerű, szintetizált anyagok alkalmazása nem hozta meg a kívánt eredményt; a tapasztalatok egyes esetekben kifejezetten negatívak voltak. Világossá vált, hogy a különböző antioxidáns vegyületek együttesen, egymás hatását kiegészítve, fokozva gátolják a szabad gyökök okozta oxidatív stressz kialakulását.

Az antioxidánsok egy része csak növények fogyasztása révén kerülhet a szervezetbe, ezért forrásaik felkutatása, a hordozó növények biológiailag aktív anyagainak diagnosztizálása, azok mennyiségének összehasonlító vizsgálata alapfeltétele jövőbeli felhasználásuknak, termesztésüknek. Az eredményes fajtakiválasztáshoz elengedhetetlen az egyes taxonok antioxidáns-tartalmának több szempontot figyelembe vevő egzakt kutatása.

Kiválasztás természetesen csak a rendelkezésre álló biológiai alapokból végezhető. Ezek fogyatkozása, azaz a biodiverzitás csökkenése az ipari társadalmak területén azok kialakulásától megfigyelhető, azonban az utóbbi évtizedekben globálissá vált, fenyegető méreteket öltött, sebessége exponenciálisan megnövekedett. A környezetvédelmi szabályozás, a természetvédelmi területek létrehozása igyekszik a leginkább veszélyeztetett állat- és növényfajok számára védelmet nyújtani, azonban a mindent elárasztó antropogén tevékenység pusztító hatása miatt csak részleges eredményeket érhet el. A folyamat irreverzibilis; az evolúció során létrejött taxonok kihalása végleges eltűnésüket jelenti. Esetünkben hangsúlyozottan igaz: a növényi nemesítéshez kulcsfontosságú genetikai anyagok elvesztésének alternatívája csak a biológiai alapok szervezett és folyamatos megőrzése, génbankok létrehozása és működtetése lehet.

Az 1970-es évektől számos nemzetközi egyezmény (CITES, 1973; Barcelona Convention, 1976; Bern Convention, 1979; Alpine Convention, 1991; Convention on Biological Diversity, 1992; European Landscape Convention, 2000) született és a genetikai alapanyagforrás

megőrzésére is tettek lépéseket (IBPGR, 1974; FAO Commission on Plant Genetic Resources, International Undertaking, 1983) (Baričević és mtsai., 2002).

Hazánkban gyógynövények megőrzésével a budakalászi Gyógynövénykutató Intézet Kft.-ben, a tápiószelei Növényi Diverzitás Központban és a Szent István Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszékén foglalkoznak.

Az egyetemi génbank számos kerti bazsalikom (*Ocimum basilicum* L.) taxont őriz, amelyekből módomban állt a disszertációm kutatási témájában végzendő vizsgálatokhoz megfelelő kísérleti anyagot választani.

A kerti bazsalikom évezredek óta világszerte kedvelt fűszernövény. Elengedhetetlen tartozéka a zöldségekben gazdag, egészséges, egyre jobban terjedő mediterrán (olasz) konyhának, ezért keresettsége növekszik. Misztikus és gyógyító erejét is már a korai ókortól említik a feljegyzések. Sokféle pozitív hatást tulajdonítottak és a népi gyógyászatban ma is tulajdonítanak a bazsalikomnak az étvágygerjesztéstől a gyulladásgátláson át a rovarok távoltartásáig.

Az ezredforduló óta végzett élettani vizsgálatok publikációi – e megfigyeléseket alátámasztva – ugyancsak a növény széleskörű terápiás hatékonyságát jelzik: fájdalomcsillapítás, gyulladásgátlás-, koleszterin- és vércukorszint-csökkentés, antivirális, antifungális, májvédő, rákellenes, emésztést-elősegítő hatás. E kezdeti adatok sokrétűsége arra mindenképpen felhívja a figyelmet, hogy jelenleg a hatóanyagok és a hatásmechanizmus tisztázásának még a kezdetén tartunk.

A kerti bazsalikom hatóanyagainak két évtizede folyó vizsgálata a növényben többféle antioxidáns vegyületet (flavonoidok, fenolsavak, C-vitamin) mutattak ki. Feltűnő, hogy a különböző publikációkban mért mennyiségeik erősen szórnak. Ennek éppúgy lehet az oka a taxon megfigyelt nagyfokú variabilitása, mint a vizsgálati anyagok eltérő termesztési helye vagy a kutatási metodika különbözősége. A heterogenitások kiküszöbölését a különböző taxonokon, de azonos termőhelyen, megegyező kutatási metodikával végzett kísérletek és multikritériumos komplex értékelésük hozhatja meg.

1.2. Célkitűzés

Doktori munkám céljával a megelőző tanszéki kutatások szerves folytatásaként génbankban őrzött kerti bazsalikom (*Ocimum basilicum* L.) taxonok antioxidáns vegyületeinek összehasonlító vizsgálatát tűztem ki.

Gyakorlati cél a vizsgált taxonok teljesítménymutatóinak megismerése a hazai környezeti feltételek mellett. Ennek eredményei képezhetik a további nemesítési célok alapjait.

A kutatás a vizsgált taxonok általános jellemzését, antioxidáns hatású bioaktív anyagaik korrelációját, fenofázisok összehasonlítását és multikritériumos komplex értékelését foglalta magában.

A célkitűzések elérése az alábbi lépésekben történik:

1. A vizsgálatba vont taxonok **általános jellemzése**:
 - illóolaj-tartalom és -összetétel,
 - antioxidáns kapacitás (FRAP, DPPH),
 - összes polifenol-tartalom (TPC),
 - összes flavonoid-tartalom (TFC),
 - jellemző flavonoid-aglikonok (szalvigenin-, nevadenzin-tartalom),
 - C-vitamin-tartalom alapján.
2. A vizsgálatba vont taxonok **antioxidáns hatású bioaktív anyagainak összefüggés vizsgálata**:
 - illóolaj-tartalom,
 - antioxidáns kapacitás,
 - összes polifenol-tartalom,
 - összes flavonoid-tartalom,
 - jellemző flavonoid-aglikonok (szalvigenin-, nevadenzin-tartalom),
 - C-vitamin-tartalom alapján.
3. A vizsgálatba vont taxonok **fenofázisainak összehasonlítása**:
 - illóolaj-tartalom és -összetétel,
 - antioxidáns kapacitás,
 - összes polifenol-tartalom,
 - összes flavonoid-tartalom,
 - jellemző flavonoid-aglikonok (szalvigenin-, nevadenzin-tartalom),
 - C-vitamin-tartalom alapján.
4. A vizsgálatba vont taxonok teljesítményjellemzőinek több szempontot egyszerre figyelembe vevő, **multikritériumos komplex értékelése**.

Kutatási anyagként a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszék génbankjából származó 8 különböző kerti bazsalikom (*Ocimum basilicum* L.) taxont ('A-1', 'Arvada', 'Dark Opal', 'Genovese', 'Lengyel', 'Mittelgroßblättriger Grünes', 'Piros', 'Rit-Sat') vizsgáltam.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A kerti bazsalikom rendszertana, előfordulása és botanikai leírása

A kerti bazsalikom (*Ocimum basilicum* L.) rendszertanilag az ajakosvirágúak (*Lamiales*) rendjében, az ajakosok (*Lamiaceae*) családjának *Nepetoideae* alcsaládjában, az *Ocimeae* tribuszban, az *Ocimum* nemzetségben helyezkedik el (Paton és mtsai., 1999). A nemzetségbe számos termesztett faj tartozik, mint az *Ocimum americanum* L., *Ocimum* × *citriodorum* Vis., *Ocimum gratissimum* L., *Ocimum selloi* Benth., *Ocimum tenuiflorum* L. (Bernhardt és mtsai. 2015a). Hazánkban a kerti bazsalikomot termesztik (Radácsi, 2014).

Paton és mtsai. (1999) szerint mindösszesen 65 faj tartozik az *Ocimum* nemzetségbe. A taxonómiai vizsgálatokat megnehezíti az interspecifikus- (Hasegawa és mtsai., 1997; De Masi és mtsai., 2006; Telci és mtsai., 2006), és intraspecifikus hibridizáció (Carović-Stanko és mtsai., 2010a), a poliploidia (Vieira és mtsai., 2003; Carović-Stanko és mtsai., 2010b), és a szelekció (Grayer és mtsai., 2001; Labra és mtsai., 2004). További probléma, hogy nagy morfológiai és kémiai variabilitás jellemzi az *Ocimum* nemzetséget (Grayer és mtsai., 2002; Labra és mtsai., 2004; Carović-Stanko és mtsai., 2010a), melyet számos környezeti tényező befolyásol. Néhány publikáció rámutatott arra, hogy a molekuláris markerekkel - melyeket nem befolyásolnak a környezeti tényezők - végzett kísérletekkel kiegészítve átfogóbb képet alkothatunk a növény taxonómiai besorolására (Vieira és mtsai., 2003; Labra és mtsai., 2004; Carović-Stanko és mtsai., 2011). Azonban a jelenleg rendelkezésre álló molekuláris markerekkel sem lehet még egyértelműen elkülöníteni a kerti bazsalikom különböző taxonjait egymástól; minimális (egy bázispárnyi) különbség detektálható közöttük, így még mindig a kemotípus szerinti besorolás a célravezetőbb (Elansary és Mahmoud, 2015). Ezt támasztotta alá De Mattia és mtsai. (2011) munkája, amelyben szintén nem kódoló plasztid DNS régióból próbálták az elkülönítést. Eredményeik alapján az volt tapasztalható, hogy ez a módszer egyelőre nem alkalmas a kerti bazsalikom egyes taxonjainak megkülönböztetésére. Hasonló következtetést vontak le Vieira és mtsai. (2003) RAPD markerek vizsgálata során.

A növény őshazája Ázsia, jelenleg a természetben trópusi Ázsiában, Afrikában és Amerikában fordul elő. Európában, Délnyugat-Ázsiában és Észak-Afrikában termesztik (Paton és mtsai., 1999).

A hazánkban termesztett kerti bazsalikom egyéves, lágyszárú (Th) növény. Gyökere mélyre hatoló, karóyszerű, elágazó. Négyélű, tövétől elágazó, felálló egyenes szár jellemzi, magassága 40-60 cm. Nyeles levelei keresztben átellenesek, általában tojásdad alakúak, zöldek, esetenként bordó színűek, fűrészszélűek. Virágzata végálló, 17-18 álörvből álló laza álfüzér alkotja. Virágai aprók, 6-8 virág képezi az álörvöket. Pártája sárgásfehér, fehér vagy világos

rózsaszín. Virágzata alulról felfelé nyílik. A közepén és felső végén nyíló virágok mellett az alsó álvörökben már érett termések találhatóak. A *Lamiaceae* családra jellemző 4 makkoska termés fekete, világos- vagy sötétbarna színű, tojásdad alakú. Ezermagtömege 1,4-1,8 g között változik. (Hornok, 1990; Tóth, 1997, Bernáth, 2013)

2.2. A kerti bazsalikom drogjai

A növény drogja a virágzárkor levágott, megszáritott, morzsolt, tisztított levele és virága, a *Basilici herba* és az ebből kivont illóolaj, a *Basilici aetheroleum*. A drogok minőségi követelményeit hazai és nemzetközi szabvány tartalmazza (MSZ 20687:1985; ISO 11163:1995).

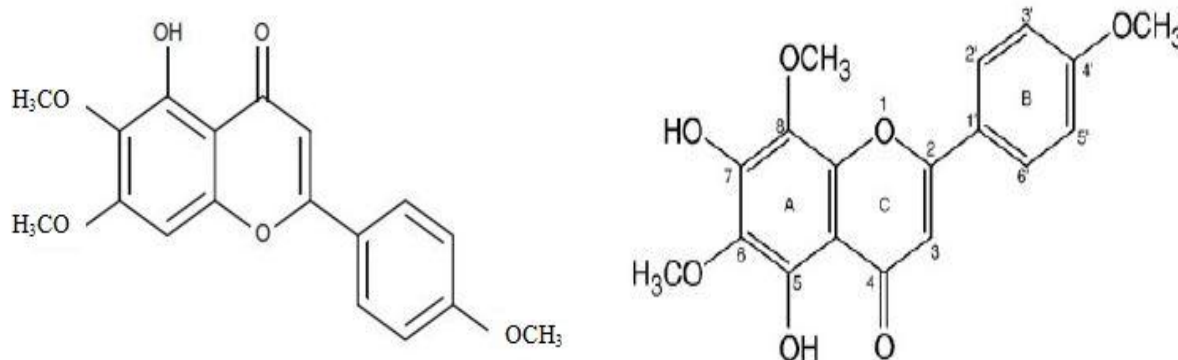
2.3. A kerti bazsalikom hatóanyagai

Fő hatóanyaga az illóolaj, mely a növény föld feletti részeiben halmozódik fel Szabó és Bernáth (2002) szerint 0,5-1,0 %-ban, azonban Runyuro és mtsai. (2010), ennél jelentősen magasabb illóolaj-tartalmat mértek egy vadon termő állományról (4,05 %) származó mintából, míg Zheljzkov és mtsai. (2008) szignifikánsan alacsonyabbat (0,07 %) az egyik általuk vizsgált kerti bazsalikom genotípusnál. A tág intervallum lehetséges magyarázata a faj nagyfokú morfológiai és kémiai variabilitása, illetőleg a vizsgált növényanyag eltérő származása.

A növény tartalmaz továbbá flavonoidokat, fenolsavakat, valamint triterpéneket (oleánsav, urzolsav), szteroidokat (β -szitoszterol), tanninokat, vitaminokat és ásványi anyagokat. Magja 21,4-26 % zsírosolajat (α -linolénsav, linolsav, olajsav, palmitinsav, sztearinsav), szacharidokat és nyálkát halmoz fel (Hiltunen, 1999; Mäkinen és Pääkkönen, 1999).

2.3.1. A kerti bazsalikom főbb, antioxidáns hatással rendelkező vegyületeinek felhalmozódása

Az *Ocimum* nemzetségben két **flavonoid** típust tudunk megkülönböztetni. Az első típusba tartoznak a gyakran erősen metiolált, zsírban jól oldódó flavonoid-aglikonok, melyek a virágok, szárok és levelek felületén található mirigyszőrökben találhatóak. A flavonoidok másik típusa a vízben jól oldódó (ún. poláros) flavonoid-glikozidok, amelyek a növény föld feletti részeiben, a vakuólumokban raktározódnak el (Grayer és mtsai., 2002). A növény herbája 0,6-1,1 %-ban tartalmaz flavonoid-glikozidokat (Hiltunen, 1999). A kerti bazsalikom leveleiben a legnagyobb mennyiségben előforduló flavonoid-glikozidok a rutin (kvercetin 3-*O*-rutinozid) és az izokvercitrin (kvercetin 3-*O*-glükózid) (Grayer és mtsai., 2002), valamint a kísérletünk során vizsgált szalvigenin és nevadenzin (**1. ábra**) (Grayer és mtsai., 1996a; Grayer és mtsai., 2001; Grayer és mtsai., 2004), melyek a flavonoid-aglikonok csoportjába sorolhatóak.



1. ábra. A szalvigenin (Rafatian és mtsai., 2012) és nevadenzin (Alhusainy és mtsai., 2010) szerkezeti képlete.

Egyes szerzők megemlítenek további jelentős komponenseket. Ilyen például a pedunkulin, melynek közvetlen prekuzora a szalvigenin. A pedunkulin a nevadenzin szintézis feltételezett útja során alakulhat ki. Ez a vegyület azonban elég instabil, így nehezen mutatható ki. A másik komponens az apigenin 7,4'-dimetil-éter, mely a szalvigenin egyik prekuzora (Grayer és mtsai., 2001; Grayer és mtsai., 2004).

Grayer és mtsai. (1996a) 28,0-70,1 % szalvigenin- és 5,6-53,0 % nevadenzin-tartalmat állapítottak meg fűtött üvegházban nevelt, fagyasztva szárított levelekből az összes flavonoid-aglikonra vetítve. Grayer és mtsai. (2001) 0,6 mg/g sz. a.-ra vonatkoztatott összes flavonoid-aglikon mennyiséget azonosítottak a teljes virágzás során betakarított friss és fagyasztva szárított levelekből, amelyben a szalvigenin 37 %-ot, a nevadenzin 19 %-ot és a pedunkulin 30 %-ot tett ki. Grayer és mtsai. (2004) megállapították a teljes virágzás során betakarított herba leveleinek szárazanyagra vonatkoztatott összes flavonoid-aglikon mennyiségét, mely 0,04-3,00 mg/g között változott, továbbá ennek szalvigenin és nevadenzin százalékos felhalmozódását is (8,90-80,88 % és 0,00-43,47 %).

Habár nem minden esetben lehetséges az *Ocimum* fajokat beazonosítani flavonoid-aglikonjai alapján, Grayer és mtsai. (2004) kutatása rávilágított arra, hogy a flavonoid-aglikonoknak a mintázata az egyes genotípusok jellemzésére igen alkalmas még az adott fajon belül is, annak ellenére, hogy az eltérések az egyes genotípusokon belül igen kicsik. Ezért ezen típusú flavonoidprofilok – a jellemző illóolaj-komponensekkel és morfológiai bélyegekkel együtt – komplexebb jellemzést adhatnak a különböző genotípusú *Ocimum* taxonokról.

A fontos élettani hatású (pl. antioxidáns) **fenolsavak** közül a rozmaringsav a kerti bazsalikom egyik legnagyobb mennyiségben felhalmozódó vegyülete (Lee és Scagel, 2009). Emellett tartalmaz a rozmaringsavval rokon kávéssavat, cikóriasavat és kaftársavat (Nguyen és mtsai., 1993; Lee és Scagel, 2009).

Lee és Scagel (2009) 35,2-128 mg/100g rozmaringsav-, 0,44-16,5 mg/100g kaftársav- és 11,42-88,5 mg/100g GSE/g sz. a. cikóriasav-tartalmat mértek 325-644 mg/100g összes polifenol-tartalomból, különböző kerti bazsalikom genotípusok friss, fagyasztott leveleiben. Ezzel ellentétben Juliani és Simon (2002) 35,6-126,2 mg/g GSE/g sz. a. összes polifenol-tartalmat detektáltak különböző taxonok friss levelei vizsgálatakor. Az antociános taxonoknál magasabb értékeket figyeltek meg (81,7-126,2 mg/g), mint a zöld levelű taxonoknál (35,6-62,9 mg/g). Javanmardi és mtsai. (2003) 23,0-65,5 mg/g GSE/g sz. a. összes polifenol-tartalmat mértek Iránból származó 23 különböző taxon herbái esetén. Ezek az értékek hasonlóságot mutatnak a Juliani és Simon, (2002) által mért értékekkel, viszont mindkettő jóval meghaladja a Lee és Scagel (2009) kutatása során kapott összes polifenol-tartalmat. Az említett publikációk eredményei azonban nehezen vethetők össze, ugyanis szerzőik eltérő taxonokat, növényi részeket vizsgáltak, valamint különbözött a méréshez használt oldószer típusa, továbbá a növények betakarítási ideje (**2. melléklet**).

Több kutatás tesz említést a kerti bazsalikom **C-vitamin**-tartalmáról. Az adatok főleg friss mintákra vonatkoznak (Mubarik és Samson, 2000; Maisuthisakul és mtsai., 2008; Gilingerne és mtsai., 2011; Dumbravă és mtsai., 2012; Bernhardt és mtsai., 2013), és a levelek aszkorbinsav-tartalmát 22,9 és 101,0±1,12 mg/100g között adják meg szárazanyagra vonatkoztatva. Ugyanakkor – eltekintve Bernhardt és mtsai. (2013) kísérletétől – nem kapunk pontos leírást, hogy mely taxonokkal, milyen fenofázisban érték el az adott eredményt. Ez a megállapítás igaz a száraz mintákra vonatkoztatva is. Bhattacharya és mtsai. (2014) három különböző bazsalikom faj szárított leveleit vizsgálva megállapították, hogy a kerti bazsalikom 7,55±0,03 mg/100g aszkorbinsavat tartalmaz.

2.3.2. A kerti bazsalikom illóolajának főkomponensei, kemotípusokba való besorolásuk

A növény különböző taxonjainak számos kemotípusa ismeretes, amelyek **illóolaj**-összetételükben különböznek egymástól. Habár az illóolajok nagy változatosságot mutatnak, főkomponenseik főleg a monoterpének oxigénezett származékai és a fenilpropán-származékok (Hiltunen és Holm, 1999) (**1. táblázat**), melyeket számos faktor befolyásol (pl. genetikai háttér, ontogenezis, morfogenezis, környezeti tényezők, illóolajkivonási-metodikák, szárítás, tárolás). A nagy variabilitás oka lehet még egyfelől az interspecifikus hibridizáció, másfelől, hogy a kísérletek növényanyaga különböző és nem egy termőhelyről származnak, így a kapott eredmények nehezen összevethetők (Bernhardt és mtsai., 2015a).

1. táblázat. A kerti bazsalikomban előforduló főbb illóolaj-komponensek (Grayer és mtsai. 1996b; Gupta 1996; Telci és mtsai. 2006; Hassanpouraghdam és mtsai. 2010)

Monoterpének oxigénezett származékai

geraniál+nerál (citrál)

geraniol

linalool

menton

kámfor

Fenilpropán származékok

metil-kavikol (= esztragon)

metil-cinnamát

metil-eugenol

eugenol

A csak egy komponens alapján történő kemotaxonómiai besorolásuk problematikus, mert a növény gyakran kettő vagy több főkomponenst tartalmaz közel azonos mennyiségben (**2. táblázat**).

2. táblázat. A kerti bazsalikom kemotípusos besorolása

Főkomponens(ek)	Irodalom
kámfor	Gupta 1996
geraniál+nerál (citrál)	Grayer és mtsai. 1996b; Telci és mtsai. 2006
linalool	Grayer és mtsai. 1996b; Telci és mtsai. 2006; Carović-Stanko és mtsai. 2011; Dambolena és mtsai. 2010; Nurzyńska-Wierdak és mtsai. 2012
metil-kavikol	Grayer és mtsai. 1996b; Telci és mtsai. 2006; Vani és mtsai. 2009; Carović-Stanko és mtsai. 2011
metil-cinnamát	Telci és mtsai. 2006
metil-eugenol	Özcan és Chalchat 2002; Telci és mtsai. 2006
linalool/kámfor	Dambolena és mtsai. 2010
linalool/metil-kavikol	Grayer és mtsai. 1996b; Sajjadi 2006; Carović-Stanko és mtsai. 2011
linalool/metil-eugenol	Nacar és Tansi 2000
linalool/eugenol	Grayer és mtsai. 1996b; Carović-Stanko és mtsai. 2011
linalool/metil-cinnamát	Fleisher és Fleisher 1992; Pérez Alonso és mtsai. 1995; Telci és mtsai. 2006; Carović-Stanko és mtsai. 2011
metil-kavikol/citrál	Sajjadi 2006; Telci és mtsai. 2006
metil-kavikol/menton	Hassanpouraghdam és mtsai. 2010
metil-kavikol/metil-eugenol	Grayer és mtsai. 1996b
metil-kavikol/linalool/geraniol	Grayer és mtsai. 1996b

Labra és mtsai. (2004) szerint a kemotípusokba való besorolást egy küszöbérték segítségével kellene meghatározni (például a teljes illóolaj-tartalom 20 %-át meghaladó

komponensek jöhetnének számításba, mint főkomponensek). Azonban mind a mai napig nincs egységesen elfogadott nézet arra vonatkozólag, hogy mekkora az a %-os érték, amitől főkomponensként lehet tekinteni egy adott vegyületre.

2.4. A kerti bazsalikom hatóanyagainak felhalmozódásában szerepet játszó tényezők

A növényekben a flavonoid-profilok genetikailag szabályozottak, mint ahogy a lúdfűvel (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh.) végzett korábbi kutatások rámutatnak. Az eredmények alapján bebizonyosodott, hogy a flavonoidmintázat kialakításáért egy lókuszt a felelős, amely inkább a minőségbeli eltérésekben játszik szerepet, mintsem a felhalmozódásban (Routaboul és mtsai., 2012). Adott növény flavonoidfelhalmozódásában azonban számos biotikus és abiotikus faktor is szerepet játszik. Ugyanez a megállapítás érvényes az illóolajok és komponenseik esetén is (Bernhardt és mtsai., 2015a). A növények hatóanyag-felhalmozódását számos egyéb tényező is befolyásolhatja. Ezek között említhetjük például a szervi differenciáltságot, a fenológiai fázisok közti különbségeket, valamint közvetetten a hatóanyagkivonási-módszerek közti eltéréseket, a szárítást vagy a tárolást.

Charles és Simon (1990) a szerves oldószeres kivonásról bebizonyították, hogy szignifikáns különbséget okoz bazsalikomok metil-kavikol-tartalmában (16,2 %), összehasonlítva a víz- és gőzdesztillációval, melyek nem mutattak számottevő különbséget egymástól (31,6 % és 28,3 %). Baritoux és mtsai. (1992) szárítás és tárolás során jelentős metil-kavikol és eugenol veszteségekről számoltak be. Venskutonis és mtsai. (1996) 10 hónapig tartó tárolási tanulmány során megállapították, hogy a bazsalikom metil-kavikol-tartalma 27 %-ot csökkent. Ezt az oxidációs folyamatokkal, egyéb kémiai változásokkal és az aromaanyagok polietilén zsákokon keresztül történő elillanásával magyarázták. Chang és mtsai. (2005) megállapították, hogy meleg hőmérsékleten (25 °C) több eugenol akkumulálódik bazsalikomokban, mint hidegebb körülmények (15 °C) között. Ugyanez a kutatócsoport bizonyította (Chang és mtsai., 2009), hogy kiegészítő UV-B fényes megvilágítás friss bazsalikom levelek esetén az illóolaj-összetételre nem, viszont az illóolaj-mennyiségre hatással van. A kísérletben eugenolszintézis-stimuláció zajlott le. A szikes talajok negatív hatással vannak a metil-kavikol bioszintézisére és felhalmozódására, ahogy azt Hassanpouraghdam és mtsai. (2011) leírták. Calín-Sánchez és mtsai. (2012) légáramú-, mikrohullámú vákuumos- és a kombinált, légárammal előszárított, mikrohullámú vákuumos szárítást teszteltek kutatásukban. Megállapították, hogy bár különböző mértékben, de egységesen mindegyik szárítási technika csökkentette a bazsalikom minták eugenol-tartalmát. A leghatásosabb módszernek a kombinált, légárammal előszárított, mikrohullámú vákuumos szárítást tekintették, melynél a legkisebb volt a veszteség.

2.5. Fenológiai fázisok szerepe a kerti bazsalikom illóolaj-, flavonoid- és összes polifenol-tartalmának felhalmozódásában

Lemberkovics és mtsai. (1993) az illóolaj-összetételt és az egyes komponensek mennyiségi változását, valamint ezek eloszlását vizsgálták a különböző szervekben (virág, levél, szár) a vegetációs periódus folyamán. Az illóolajban – melyet vízgőzdesztillációval állítottak elő – körülbelül 30 különböző komponenst izoláltak gázkromatográfias eljárás segítségével, melyben 11 mono-, 12 szeszkviterpént és 2 aromás vegyületet azonosítottak. A mennyiségi értékelés során azt állapították meg, hogy a monoterpének a virágzási stádiumban, míg a szeszkviterpének a virágzási-produktív stádiumban érték el a maximumukat az illóolajban. Eredményeik azt mutatták, hogy a teljes virágzási periódus folyamán a linalool maradt az illóolajnak a főkomponense (40-60 %), azonban a kései virágzási és elnyílt stádiumban azt tapasztalták, hogy a linalool mennyisége hirtelen és jelentősen 25-40 %-ra csökkent, ezzel egy időben a szeszkviterpén mennyiség elérte a maximumát. A különböző szervekben való illóolaj-felhalmozódásból azt a következtetést vonták le, hogy amíg az illóolaj-komponensek elsősorban a levelekben halmozódnak fel a korai virágzási stádium során, addig a virágokban koncentrálnak a teljes és kései virágzási stádiumokban.

Szintén a különböző fenológiai stádiumok hatását – főleg a virágzási (korai, teljes, kései) és produktív fázisokat – vizsgálták Lemberkovics és mtsai. (1996) kerti bazsalikom különböző hatóanyagai esetében. Az illóolaj-vizsgálatoknál vízgőzdesztillációt és gázkromatográfias technikát alkalmaztak. Azt tapasztalták, hogy az illóolaj-tartalom az ontogenezis folyamán nőtt, egészen a teljes virágzás stádiumáig. Az illóolaj-összetétel enyhén fluktuált. A korai és teljes virágzási szakaszokban a meghatározó komponensek a linalool monoterpén, az aromás metilkavicol és két szeszkviterpén (δ -kadinol és/vagy α -bulnezén) voltak, míg a kései virágzási fázisban a linalool mennyisége hirtelen lecsökkent és az illóolaj szeszkviterpén-tartalma ekkor érte el maximumát.

Szabó és Bernáth (2002) 11 taxont ('A-1', 'Fodros', 'Genovese', 'Keskenylevelű', 'Lengyel', 'OBRS', 'Opal', 'Piroslevelű', 'Rit-Sat', 'USA') hasonlítottak össze 8 különböző fenofázisban. Arra a megállapításra jutottak, hogy a 'Lengyel' és 'USA' taxonok a korai virágzás fenofázisában érték el az illóolaj mennyiségének maximumát, a 'Keskenylevelű', 'Opal' és 'Rit-Sat' taxonok a teljes virágzás stádiumában, míg az 'A-1', és 'Genovese' taxonok a virágzás végén. A többi taxon közvetlenül a teljes virágzás után produkálta a legnagyobb illóolaj-tartalmat.

Lemberkovics és mtsai. (1996) az illóolaj-vizsgálatokon kívül polifenol-, tannin- és flavonoid-tartalmat TLC- és HPLC-módszerekkel detektáltak valamint spektrofotometriásan

mérték. Arra a megállapításra jutottak, hogy a flavonoid-glikozidok felhalmozódása a virágok bimbós állapotától kezdődött és mennyiségük nőtt a virágzás folyamán. Ezzel ellentétben a flavonoid-aglikonok, a tanninok és a polifenolok képződése már a vetés után megindult és nőtt a vegetációs periódus folyamán. Sellami és mtsai. (2009) által végzett kísérletben – többek között – kerti majoránna (*Origanum majorana* L.) flavonoid-tartalmát vizsgálták korai vegetatív-, bimbós-, teljes virágzás- és kései stádiumban. Az eredmények itt is azt mutatták, hogy a fő flavonoidok (amentoflavon, apigenin, kvercetin, luteolin, kumarin és rutin) a növény kései fenológiai fázisában halmozódtak fel a legnagyobb mennyiségben.

Jelenlegi ismereteink szerint nem történt kutatás a kerti bazsalikom összes polifenol-tartalmára, különböző fenofázisok függvényében. A *Lamiaceae* családon belül már végeztek erre vonatkozó kísérleteket például rozmaring (*Rosmarinus officinalis* L.) és borsfű (*Satureja hortensis* L.) esetén (Ghotbabadi és mtsai., 2012; Yosr és mtsai., 2013).

2.6. A kerti bazsalikom felhasználása

A bazsalikom az egyik legkedveltebb és legtöbb célra használt fűszernövény. Termesztési módja változatos, annak függvényében, hogy a bazsalikom mely részét hasznosítják (friss vagy száraz levelek, illóolaj, makkocskas termés), valamint, hogy a növény milyen klimatikus feltételek között nő. A különböző bazsalikomok fő felhasználási formái: friss, fagyasztott, szárított, továbbá alkalmazzák illóolaj-kinyerés céljából és egyéb hasznosítása is ismeretes (Putievsky és Galambosi, 1999).

Kellemes, szegfűszegre emlékeztető illata miatt közismert ételízesítő; friss és szárított levelével szószokat (pl.: „*pesto alla genovese*”), paradicsomos és tojásos ételeket, pizzaféléket, leveseket, salátákat, húsételeket, hurka- és kolbászféléket fűszereznek vele. A konzerviparban egyes halkonzervek, az élelmiszeriparban üdítő- és likőritalok, valamint aromás szörpök ízesítésekor használják. A bazsalikom kivonatát és illóolaját az élelmiszeripar nagymértékben alkalmazza édességek, sütőipari termékek, húskészítmények és likőrök (pl.: *Chartreuse* likőr) készítése során. Illóolajának másik fő felhasználási területe az illatszeripar: parfümök, szappanok, samponok és fogászati termékek komponense. (Rácz és mtsai., 1992; Putievsky és Galambosi, 1999; Vermuelen, 2005; Bernáth, 2013).

A népgyógyászatban bélrenyheség, valamint puffadás gyógyítására használták. Napjainkban köhögéscsillapító, étvágyjavító, vizelet- és szélhajtó és tejelválasztást fokozó teakeverékekben találhatjuk meg. Teája alkalmas a torokgyulladás kezelésére. Szeszes kivonatát szájvízbe, valamint toroköblögető folyadékba cseppenthetjük (Bernáth, 2013).

Különböző színű (fehér, rózsaszín, lila) és illatú, ehető virágaival sajtokat, halételeket, vajakat, olajokat és zöldségeket stb. ízesítenek. A virágokat vallási célokra szintén felhasználják (Putievsky és Galambosi, 1999).

A Közel-Kelettől a Távol-Keletig fogyasztják az üdítőitalok egyik speciális változatát, melyet a bazsalikom makkocska terméséből készítenek (Bernhardt és mtsai., 2015b) (**2. ábra**).



2. ábra. Mézzel ízesített, bazsalikom makkocska terméséből készített üdítőital. Lahore, Pakisztán, 2013. A szerző felvétele.

Domokos és Péredi (1993) szerint a bazsalikom magjából nyerhető zsírosolaj alkalmas kozmetikai ipari felhasználásra. Zsírosolaja perspektívikus lehet festékipari célokra is (Angers és mtsai., 1996).

Dube és mtsai. (1989) bizonyították az illóolaj repellens hatását *Aulacophora foveicollis* (az ún. piros tök bogár) esetében. Leírták, hogy sokkal effektívebb, mint számos kereskedelmi forgalomban lévő gombaölő vagy növényvédő szer. Murugan és mtsai. (2007) a növény larvicid tulajdonságát figyelték meg a dengue-lázért felelős *Aedes aegypti* szúnyognál.

Magyarországon a hazai nemesítésű 'Zöldgömb', 'Bíborgömb', 'Bíborfelhő' fajtákat ültetik, valamint az 'Eugénia', 'Keskenylevelű' és 'Olympos' fajták szerepelnek a NÉBIH (Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal) fakultatív módon elismert gyógy- és fűszernövény fajták 2015-ös jegyzékében.

Újabban egyényári dísznövényként is forgalomba kerül.

2.7. A kerti bazsalikom terápiás indikációi

A kerti bazsalikom számos élettani hatással rendelkezik, melyekért elsősorban a fenoloidok és terpenoidok hatóanyagostályba tartozó vegyületek a felelősek.

Choudhury és mtsai. (2010) svájci egereken végzett kísérletben bizonyították, hogy a kerti bazsalikom metanolos kivonata 200 mg/kg koncentrációban **fájdalomcsillapító** hatással bír, mely jól összehasonlítható az aszpirin hatásával.

Selvakkumar és mtsai. (2007) kerti bazsalikom nyers kivonatának **gyulladáscsökkentő** hatását vizsgálták egészséges egyedektől származó perifériás vér mononukleáris sejtjeiben. Azt tapasztalták, hogy a metanolos kivonat jó gátló hatással volt a perifériás vér mononukleáris sejtjeinek proliferációs¹ válaszára a *lymphocyták*² sejtburjánzásának vizsgálata során. A génexpressziót tanulmányozva megállapították, hogy a kerti bazsalikom metanolos kivonata gyulladáscsökkentő hatást gyakorol az emberi perifériás vér mononukleáris sejtjeiben azáltal, hogy gátlás lép fel a lipopoliszacharid indukált gyulladást serkentő citokineknek (tumor nekrozis faktor- α , interleukin-1 β , interleukin-2) és mediátor (jelátvivő) anyagoknál, mint a nitrogén-monoxid (NO) és nitrogén-monoxid szintáz (iNOS). Szintén gyulladáscsökkentő hatásról számoltak be Benedec és mtsai. (2007). Kutatásukban kerti bazsalikom tinktúrájának hatását vizsgálták terpentinolajjal (0,6 ml/100g testsúlyra vonatkoztatva) indukált akut gyulladásban szenvedő, ún. "Wistar" patkányok hím egyedeinél. Az eredményeiket a pozitív kontrol csoporttal és diklofenákkal (30 mg/100g testsúlyra vonatkoztatva) kezelt csoporttal hasonlították össze. Eredményük szerint a növényi tinktúra gyulladáscsökkentő hatásának bizonyult, mivel csökkentette az immunvédelemben szerepet játszó falósejtek aktivitását, melyet a gyulladásért felelős citokinek indukáltak. Ez a gyulladáscsökkentő hatás erősebbnek bizonyult, mint a diklofenákkal kezelt csoport esetén. Ezenkívül azt figyelték meg, hogy a tinktúrának csak enyhe gátló hatása van a nitrogén-monoxid szintézisére.

Chiang és mtsai. (2005) kerti bazsalikom vizes és etanolos kivonatát, valamint számos tisztított komponens tesztelték DNS vírusok (herpeszvírusok, adenovírusok, hepatitisz B vírus) és RNS vírusok (coxsackievírus B1, enterovírus 71) ellen. Az eredményeik széles **antivirális** spektrumot mutattak a vizes és etanolos kivonatnál és néhány vegyületnél. A kémiai komponensek közül a legnagyobb antivirális aktivitással az urzolsav rendelkezett herpesz-1 vírus, adenovírus-8, coxsackievírus B1 és enterovírus 71 esetén. Az apigenin a herpesz-2, adenovírus-3, hepatitisz B surface antigén és hepatitisz B e antigén ellen bizonyult a

¹ sejt proliferáció: sejtburjánzás

² A limfociták – másnéven nyiroksejtek – a gerincesek immunrendszerében előforduló fehérvérsejtek egyik altípusa. Ezek közé tartoznak a nem specifikus immunválaszért felelős NK (*Natural Killer*) sejtek és a specifikus immunválaszért felelős T és B sejtek. A limfociták a mitózis folyamatába lépnek, amikor mitogének vagy antigének aktiválják őket.

leghatásosabbnak, míg a linalool az adenovírus-II kórokozó ellen. A karvon, cineol, β -kariofillén, farnezol, fenkon, gerániol, β -mircén és α -thujon nem rendelkezett antivirális aktivitással. Megállapították emellett, hogy az urzolsav antivirális aktivitását a fertőzési folyamat, valamint a replikációs fázis során fejt ki. Opalchenova és Obreshkova (2003) kerti bazsalikom herbájából nyert – linalool (54,95 %), metil-kavikol (11,98 %), metil-cinnamát (7,24 %) és linolén (0,14 %) tartalmú – illóolaj **antibakteriális** hatását vizsgálták *Staphylococcus*, *Enterococcus* és *Pseudomonas* terápiarezisztens baktériumtörzsekre. Ennek céljából standard és módosított, ún. leveshígítós makrodilúciós-módszert (broth macrodilution method) alkalmaztak és a bazsalikom idő-ölési (time-kill) kinetikáját vizsgálták. A minimális gátló koncentrációk (MIC³ - Minimum Inhibitory Concentration) értékét 0,0030 % és 0,0007 % (v/v) között határozták meg. Összevetve a gátló koncentrációkkal (IC) és a baktériumok számának logaritmikus csökkenésével azt állapították meg, hogy a bazsalikomnak erős antibakteriális hatása van az említett kórokozókra.

Dube és mtsai. (1989) a növény fungicid hatásáról számoltak be. Az illóolaja 1,5 ml/l dózisban teljes mértékben gátolta 22 gombafaj – beleértve a mikotoxinokat termelő raktári penészgomba (*Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus*) törzseket is – miceliális növekedését. Oxenham és mtsai. (2005) metil-kavikolos és linaloolos kerti bazsalikom kemotípusok **antifungális** hatását vizsgálták *in vitro* és *in vivo* körülmények között. Megállapították, hogy mindkét kemotípus olaja szignifikánsan csökkentette a lóbablevél veres-foltosság gomba (*Botrytis fabae*) micéliumainak⁴ növekedését, továbbá, hogy a két kemotípusban nagyobb mennyiségben felhalmozódó eugenol és 1,8-cineol – a metil-kavikkollal és linaloollal egyetemben – szintén szignifikáns növekedésgátló tulajdonsággal bír a *Botrytis fabae* esetén. Megfigyelték, hogy folyékony közegben az illóolaj gombára gyakorolt növekedésgátló hatása jelentősen kisebb volt, mint a Petri-csészés kísérletek esetén. *In vivo* kísérleteikben azt állapították meg, hogy mindkét kemotípus illóolaja, valamint külön-külön a metil-kavikol és linalool is jelentősen gátolta a lóbab levelének gombás fertőzöttségét (veresfoltosság – *Botrytis fabae*, lóbabrozsa – *Uromyces fabae*).

Yacout és mtsai. (2012) kerti bazsalikom etanolos kivonatának **májvédő** hatását vizsgálták májfibrozis (hegesedés) során, melyet ún. "Sprague Dawley" hím patkányokban indukáltak szén-tetraklorid (CCl₄) segítségével. Kimutatták, hogy a növényi kivonat stimulálja a máj szuperoxid-dizmutáz aktivitását, valamint jelentősen **csökkenti a lipidperoxidációt**. A szén-tetraklorid szignifikánsan növelte a transzaminázok (aszpartát aminotranszferáz, alanin

³ MIC érték: az adott antibakteriális szer azon legkisebb koncentrációja, mely a baktériumkontrollhoz képest prominens (50 %-os) csökkenést mutat.

⁴ micélium: a gomba tenyésztését felépítő sejtfonalak szövedéke

aminotranszferáz) és az alkalikus foszfatáz aktivitását, melyet a bazsalikomos kivonat jelentősen csökkentett. Hasonló eredményre jutott Marzouk (2009) is, aki kerti bazsalikom baktériummal (*Agrobacterium rhizogenes*) transzformált ún. hairy root kultúrából izolált triterpénjeinek májvédő tulajdonságait vizsgálta.

Amrani és mtsai. (2006) a kerti bazsalikom vizes kivonatának **koleszterinszintet csökkentő** hatását vizsgálták Triton WR-1339-el kezelt patkányoknál. A hasüregbe fecskendezett injekció (200 mg/kg testtömegindexre számítva) lipidek és lipoproteinek megemelkedett vérszintjét eredményezte az állatokban. A vizsgálatok során Tritonnal, Tritonnal és növényi kivonattal (0,5 g/100g testtömegindexre számítva), valamint Tritonnal és fenofibráttal kezelt csoportokat hasonlítottak össze. Azt tapasztalták, hogy az összkoleszterinszint, a trigliceridek mennyisége és az LDL-koleszterinszint csökkent, míg a HDL-koleszterinszint magasabb volt a növényi kivonattal kezelt csoport esetén, mint a kontroll csoportnál. Megfigyelték azt is, hogy a növényi kivonat sokkal hatásosabb volt, mint a fenofibrátos kezelés.

A kutatások feltárták a növény **gyomorfekély elleni** hatását is. Akhtar és mtsai. (1992) fekélyellenes hatását vizsgálták kerti bazsalikom leveléből kivont extraktumoknak, illóolajoknak és flavonoid-glikozidoknak egészséges, valamint aspirin, ecetsav és stressz által indukált fekélyben szenvedő patkányok esetén, továbbá feltárták ezek hatásait a gyomorsavra, pepszinre és hexózaminra. A növény vizes, metanolos és vizes-metanolos kivonata, valamint a flavonoid-glikozidjai csökkentették a fekély-index számot, gátolták a gyomorsav- és a pepszin szekrécióját és fokozták a hexózamin aktivitást az aspirinnel kezelt patkányok esetén. A vizes kivonat növelte a glükózamin mennyiségét, de nem volt hatással a gyomorsav- és pepszintermelésre. Ezzel ellentétben a metanolos kivonat csökkentette a gyomorsav- és pepszintermelést, azonban nem növelte a glükózamin szintet. A vizes-metanolos kivonat pedig csökkentette a gyomorsavat, növelte a glükózaminszintet és nem volt hatással a pepszintermelésre. A flavonoid glikozidok szerepe a fekély-indexszám- valamint a gyomorsav- és pepszintermelés csökkenésében és a glükózamin mennyiségi növekedésében mutatkozott meg. Az illóolajok hatástalannak bizonyultak a stressz-indukálta fekélyeknél. Megfigyelték azonban, hogy a vizes kivonat nagy fekélyellenes hatással bírt az ecetsav-indukált fekélyes patkányok között. Azt a következtetést vonták le, hogy a flavonoid-glikozidok olyan szerepet játszhatnak, hogy fokozzák a gyomor ellenálló képességét a fekélyes betegségekkel szemben.

Alhusainy és mtsai. (2010) a kerti bazsalikomban található nevadenzin vegyület metil-kavikol bioaktivációra gyakorolt lehetséges *in vivo* hatását vizsgálták embereknek és hím patkányoknak máj frakciójában. Azt tapasztalták, hogy a nevadenzin gátló hatással van a szulfotranszferáz enzimre, mely szerepet játszik a metil-kavikol bioaktivációjában, melynek következménye a DNS oxidatív károsodása, egyben a májrák kialakulása. Eredményeik arra

mutattak rá, hogy azok az élelmiszerek, melyek a metil-kavicol mellett szulfotranszferáz enzimet gátló anyagokat tartalmaznak, potenciálisan növelhetik a **rákellenes** hatást, ellenben azokkal az élelmiszerekkel, melyek nem tartalmaznak.

Rafatian és mtsai. (2012) szerint a – bazsalikomban is megtalálható – szalvigenin **neuroprotektív** potenciállal rendelkezik, csökkenti az intracelluláris reaktív oxigénformákat, így hasznos lehet az olyan idegrendszeri megbetegedések kezelésében, mint például az Alzheimer-kór.

Juliani és Simon (2002) a növény etanolos kivonatának és illóolajának **antioxidáns** hatását vizsgálták. Megfigyelték, hogy ennek erőssége nagyobb volt a lila levelű taxonoknál, mint a zöld levelűeknél. Határozott korreláció mutatkozott az összes polifenol-tartalommal, amiből arra következtettek, hogy az antioxidáns hatás fő hordozói a fenolos komponensek, nevezetesen a flavonoidok és az antocianinok és csak kevésbé az illóolajok. Javanmardi és mtsai. (2003) 23 iráni bazsalikom tétel acetonos kivonatát vizsgálták. Kísérletükből azt a következtetést vonták le, hogy a növény értékes antioxidáns értékkel bír, így kulináris és gyógyászati felhasználása perspektívikus lehet. A különböző taxonok antioxidáns hatását a **3. melléklet** tartalmazza.

El-Beshbishy és Bahashwan (2012) kerti bazsalikom vizes kivonatának **vércukorszintet csökkentő** hatását vizsgálták *in vitro* körülmények között. Azt figyelték meg, hogy a vizes kivonat dózisfüggő, szignifikáns gátló hatást mutatott a patkányok belében található cukráz és maltáz, valamint a sertés eredetű hasnyálmirigyben található α -amiláz enzim ellen. Azt feltételezték, hogy ez a hatás a magas összes polifenol- és flavonoid-tartalommal van összefüggésben. Szignifikáns összefüggés mutatkozott a DPPH gyök megkötés és egyes gátló hatások között. Az egyes gátló hatások között is ugyanilyen korrelációt találtak. Ezekből azt a következtetést vonták le, hogy a bazsalikom vizes kivonata az antioxidáns hatásnak és lehetséges α -glükozidáz és α -amiláz gátló hatásnak köszönhetően perspektívikus lehet a diabetes ellen folytatott küzdelem során. Az eredmények tükrében a bazsalikom vizes kivonata feltételezhetően úgy fejt ki a vércukorszintet csökkentő hatását, hogy a poliszacharidokat bontó enzimek működését gátolja.

Egyes szerzők a növény **nyugtató, étvágyjavító, emésztést-elősegítő és szélhajtó hatását** is leírták (Boskabady és mtsai., 2005; Bernáth, 2013).

A fent említett hatásokból látható, hogy számos esetben összefüggnek egymással (pl. az antioxidáns hatás a szabadgyökfogó-képességgel; a szabadgyökmegkötő-képesség a májvédő funkcióval vagy a lipidperoxidáció csökkenésével).

2.8. Szabad gyökök és antioxidánsok

Az oxigén Földünkön az egyik leggyakrabban előforduló kémiai elem. Az oxigén redoxireakciója a legfontosabb folyamata a biológiai légzésnek és az energia előállításának (Song és Zhang, 2008), azonban paradox módon oxidatív stresszt (OS - oxidative stress) is indukálhat (Limón-Pacheco és Gonsebatt, 2009). Az oxigén vízzé történő redukciója során szuperoxid gyök anion ($O_2^{\bullet-}$), hidrogénperoxid (H_2O_2), hidroxil gyök (OH^{\bullet}), vagy szinglet oxigén (1O_2) alakul ki, amelyek reaktív oxigénformák (ROS – reactive oxygen species), más néven szabad gyökök. Közös jellemzőjük, hogy elektrontranszport útján keletkeznek (Erdei, 2004), valamint igen reakcióképes vegyületek.

Az emberi szervezet megfelelő fiziológiai működéséhez elengedhetetlen a szabad gyökök és a védelmi mechanizmusért felelős antioxidáns vegyületek egyensúlya. Abban az esetben, amikor a szabad gyökök kerülnek túlsúlyba, kialakul az oxidatív stressz (Lobo és mtsai., 2010), amelyet belső metabolikus folyamatok és külső biotikus és abiotikus tényezők indukálhatnak, így a cigarettafüst, a környezetszennyező anyagok, a radioaktív- és ultraibolya sugárzás, vegyi anyagok, növényvédő szerek, ózon, stb. vehet részt a szabad gyökök képződésében (Bagchi és Puri, 1998). A reaktív oxigénformák káros hatást idézhetnek elő a biomolekulák (pl. fehérjék, nukleinsavak, szénhidrátok, lipidek, stb.) szerkezeti felépítésében (Sárosi, 2009; Hegedűs, 2013).

A szabad gyökök ellen kétféle védelmi rendszer (intra- és extracelluláris) létezik. Az első csoport elemei közé sorolhatóak az enzimatis folyamatokban részt vevő vegyületek (szuperoxid-dizmutáz, kataláz, glutation-peroxidáz, stb.). Nem enzimatis védőrendszert alkotnak a fehérjék és a kis molekulatömegű vegyületek (pl. cöruoplazmin, transzferrin, ferritin, piruvát, húgysav, glükóz). A kis molekulatömegű vegyületek közé sorolhatjuk a vitaminokat (pl. A, C, E, K), a tioltartalmú vegyületeket (pl. cisztein, ciszteamin, glutation, metionin), a nyomelemeket (pl. szelén), az ubikinont, a galluszsavat, a flavonoidokat, a fenolsavakat és származékaikat (Hegedűs, 2013). Bizonyos elemeket (pl. C-vitamin, karotinoidok, flavonoidok) az emberi szervezet nem képes előállítani, így táplálékbevitellel juttathatjuk be őket, ugyanakkor a túlzott mértékű-, illetve a nem megfelelő antioxidáns-tartalmú táplálékbevitel egyaránt az egyensúlyi állapot zavarát okozza (Balogh, 2010).

Az oxidatív stressz számos betegség kialakulásáért tehető felelőssé. Általánosan elfogadott, hogy ennek megelőzésében fontos szerepet játszik az antioxidáns vegyületeket tartalmazó zöldségek és gyümölcsök fokozott mértékű fogyasztása, ami csökkenti a különböző neuralgikus-, kardiovaszkuláris- és daganatos megbetegedések kockázatát.

Azonban bizonyos vegyületek (pl. flavonoidok) nem csak antioxidáns tulajdonsággal rendelkezhetnek, bizonyos feltételek mellett prooxidáns hatást is kiválthatnak, fémionokat redukálhatnak a reakció során (Procházková és mtsai., 2011). Ez az ún. Fenton-reakció (pl. Fe^{2+}

+ $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{OH}^\bullet + \text{OH}^-$ – Halliwell és Gutteridge, 1984) adhat magyarázatot arra, hogy *in vivo* körülmények között néhány flavonoid esetén toxicitás volt megfigyelhető. A prooxidáns hatás ennek ellenére hasznos lehet enyhe mértékű oxidációs stressz esetén, mivel növelheti a sejtek védelmi szintjét (Procházková és mtsai., 2011).

2.9. Antioxidáns hatásereőség meghatározása különböző módszerekkel

Az antioxidáns hatás jellemzésére számos módszert fejlesztettek ki. A módszerek segítségével meghatározható különböző antioxidáns hatású vegyületek pontos mennyisége (pl. C-vitamin-tartalom, összes polifenol-tartalom), valamint az eredményekben szemléltethetjük ezen vegyületek együttes kapcsolatrendszerét (additív-, szinergista-, antagonista hatás), antioxidáns kapacitását is (szabadgyökfogó-hatás, redukálóképesség). Jelenlegi tudásunk szerint még nincs kidolgozott standard metodika az optimális antioxidáns kapacitás jellemzésére, mivel a módszerek bizonyos antioxidáns és reakcióspecifikusak. Így célszerű több módszert együttesen vizsgálni annak érdekében, hogy egy pontosabb, átfogóbb képet kapjunk a vizsgált mintákról. (Hegedűs, 2013)

A reakciók, hatásmechanizmusuk függvényében két csoportra bonthatóak. A leggyakrabban alkalmazott hidrogénatom-átvitelen alapuló módszerek közé sorolható az ORAC (oxigényökfogó-kapacitás), a TRAP (összes peroxilgyökfogó-paraméter), kemi- (CL) és fotokemilumineszcencián (PCL) alapuló módszerek, krocinn és β -karotin elszíntelenedésén alapuló módszerek. A legelterjedtebb elektrontranszporton alapuló módszerek között említhetjük a FRAP (vasionredukción-alapuló), a DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil gyök megkötő), a TPC (összes polifenol-tartalom-meghatározó), a CUPRAC (rézionredukción-alapuló), a TEAC (troloxra vonatkoztatott antioxidánskapacitást-meghatározó) módszereket (Balogh, 2010).

Az alábbiakban a kísérleteink során alkalmazott módszereket, azoknak elméleti hátterét, előnyeit és hátrányait ismertetjük.

2.9.1. FRAP, DPPH, TPC antioxidáns módszerek jellemzése

2.9.1.1. Ferric ion Reducing Antioxidant Power (FRAP-módszer)

A FRAP-módszer kifejlesztése Benzie és Strain (1996) nevéhez fűződik. A módszer vasredukálóképességen alapul, TPTZ-vel (2,4,6-tripiridil-S-tirazin) komplexet képző vas(III)-ionok alacsony pH-n az antioxidánsok hatására vas(II)-ionokká alakulnak át, ami intenzív kék színű elváltozással jár. A színváltozás mértéke szorosan összefügg a minta antioxidáns-tartalmával és spektrofotometriásan mérhető $\lambda=593$ nm-en (Benzie és Strain, 1996; Huang és mtsai., 2005; Prior és mtsai., 2005). A FRAP-módszer egyszerűen kivitelezhető, gyors, precíz, olcsó, reprodukálható és nem igényel speciális eszközöket (Cao és Prior, 1998; Benzie és Strain,

1999; Prior és mtsai., 2005). Hátránya, hogy a karotinoidek nem rendelkeznek vasredukáló képességgel, továbbá hogy bizonyos vegyületek (kávéssav, ferulasav, csersav, kvercetin) nem stabilizálódnak a FRAP-protokoll reakcióidején belül (Pulido és mtsai., 2000; Apak és mtsai., 2007). A tioltípusú (SH-csoportot-tartalmazó) antioxidánsok (pl. glutation) sem detektálhatóak ezzel a módszerrel, mert ezeknek a pH értéke az enyhén savas - közel semleges tartományba esik (Apak és mtsai., 2007). A vas(II)-ionokhoz viszonyított mérés esetenként problémát okozhat, egyes antioxidánsok (pl. C-vitamin) nem csak a vas(III)-ionokat redukálják vas(II)-ionokká, hanem reakcióba léphetnek a vas(II)-ionokkal és újabb szabad gyököket képezhetnek (Cao és Prior, 1998).

2.9.1.2. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás jellemzése

A DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitást jellemző módszer kidolgozása Blois (1958) nevéhez fűződik. A reakció színváltozással megy végbe, a sötétlila színű gyök halványsárga színűvé változik az antioxidánsoknak köszönhetően (Garcia és mtsai., 2012). A módszer egyszerű, gyors és csak egy UV-látható abszorpciós spektrofotométerre van szükségünk hozzá (Prior és mtsai., 2005). A színváltozást spektrofotometriásan követhetjük nyomon $\lambda=517$ nm-en (Apak és mtsai., 2007), azonban a DPPH-protokoll reakcióidején túl számolni kell azzal, hogy a fény, az oxigén, a pH és az oldószer típusa jelentősen csökkentheti az antioxidáns kapacitást (Özçelik és mtsai., 2003), továbbá bizonyos vegyületek (pl. karotinoidek) spektrálisan átfedhetnek a DPPH-val (Prior és mtsai., 2005). Problémát jelent még, hogy a kis molekulák jobban odaférnek a DPPH gyökhöz, ezzel növelik az antioxidáns kapacitás értékét.

2.9.1.3. Összes polifenol-tartalom meghatározása (TPC-módszer) Folin-Ciocalteu reagenssel

Az összes polifenol-tartalom meghatározásának módszerét Singleton és Rossi (1965) dolgozták ki. A reakció elektronátmeneten alapszik és színváltozással jár, a Folin-Ciocalteu reagens sárga színű Mo(VI) ionja az antioxidánsok hatására kék színű Mo(V) ionná redukálódik, amely spektrofotométerrel detektálható $\lambda=765$ nm-en (Prior és mtsai., 2005; Hegedűs, 2013). A mérés egyszerű, reprodukálható, olcsó, nem igényel drága laboratóriumi eszközöket (Huang és mtsai., 2005; Balogh, 2010). Hátránya, hogy nem specifikus a polifenolokra, mivel számos más vegyület is képes redukálni a reagenst (pl. C-vitamin, Cu(I), stb.) (Huang és mtsai., 2005).

2.10. A kísérletben szereplő antioxidáns hatású vegyületek bemutatása

A fenolos komponensek a növényi másodlagos anyagcsere termékei. A fenolos vegyületek aromás gyűrűt tartalmaznak kiegészítve egy hidroxil (–OH) csoporttal. Számuk jelentős, eddig több, mint 8000, természetben előforduló fenolos vegyületet azonosítottak, melyek lehetnek egyszerű szerkezetűek egy aromás gyűrűvel, vagy komplex formák (polifenolok) több aromás gyűrűvel (pl. tannin) (Blazics, 2010). Bioszintézisük háromféle úton megy végbe (Bhattacharya és mtsai., 2010):

1. Sikimisav-úton, melynek során fenilpropanoid-származékok keletkeznek (C₆-C₃).
2. Poliketid-úton, melynek során a fenilpropanoidok meghosszabbított oldallánca keletkezik (pl.: flavonoidok (C₆-C₃-C₆) és néhány kinon).
3. Mevalonsav-úton, melyben az aromás terpenoidok (főleg monoterpének) keletkeznek dehidrogenizációs (hidrogén-kilépéses) reakciók során.

A fenoloid anyagosztályba tartozó vegyületeknek számos élettani hatását igazolták: antivirális, májvédő, antioxidáns, gyulladáscsökkentő, antimikrobiális, rákellenes, trombocitaaggregáció-gátló, stb. (Kaul és mtsai., 1985; Middleton és mtsai., 2000; Lee és mtsai., 2003; Konczak és Zhang, 2004; Okuda, 2005).

Antioxidáns hatást a fenoloidok közül a fenoloknál, az egyszerű fenolos savaknál, a kumarinoknál, a lignánoknál, a neolignánoknál, a flavonoidoknál, az antociánoknál, a tanninoknál és a kinonoknál sikerült kimutatni (Blazics, 2010).

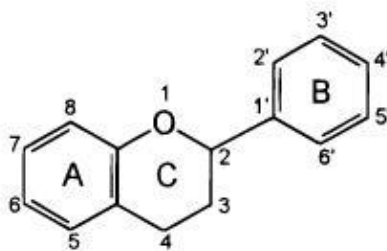
A fenolos vegyületek kemoprotektív hatása főleg a komponensek szabadgyökfogó-képességéből és fémkelátképző tulajdonságából, valamint azoknak a sejt jelátviteli utakra és génexpresszióra gyakorolt hatásából ered. A fenolos komponensek antioxidáns hatásának kimutatása függhet az adott módszer antioxidáns reakciómechanizmusától. Eltérő metodikák között adódhatnak különbségek (Soobrattee és mtsai., 2005), így az eredmények megbízhatóbb kiértékeléséhez – a lehetőségekhez mérten – célszerű több módszert is alkalmazni. Az antioxidáns hatás nemcsak az adott módszertől függ, ugyanazon metodika alkalmazása során is lehetnek eltérések, különböző oldószer használata egymástól eltérő eredményt adhat. Fenolos jellegű vegyületek a terpenoid hatóanyagosztályba tartozó illóolaj-komponensek között is megtalálhatóak, melyek antioxidáns hatással rendelkeznek. Ezek közé tartoznak az olyan fenolszármazékok, mint az eugenol, a metil-kavikol (esztragol) és metil-cinnamát, melyek például a kerti bazsalikomban halmozódnak fel nagyobb mennyiségben (Carović-Stanko és mtsai., 2011). Fontos megemlíteni, hogy nemfenolos jellegű illóolaj-komponenseknek – például

a linaloolnak – is van antioxidáns hatása bazsalikom esetén, melyek főkomponensként fordulnak elő a növényben (Berić és mtsai., 2008).

2.10.1. Flavonoidok

A 30-as években Rusznyák és Szent-Györgyi citrom héjából olyan vegyületet izoláltak, amely csökkentette a hajszálerek permeabilitását, valamint hatásosnak bizonyult a *purpura*-ban (allergiás bőrvérzés) szenvedő betegek kezelésében, akik rezisztenciát mutattak a C-vitamin terápiára. Ezt a komponenst P-vitaminnak (P – permeabilitás) nevezték el. Később, Bruckner és Szent-Györgyi kimutatták, hogy a "P-vitamin" (más néven citrin) nem egyedi alkotóelem, hanem a heszperidin és eriodiktiol-glikozid flavonoidok keverékéből áll. A flavonoidok az 50-es években elvesztették vitamin besorolásukat. A 70-es években rákkeltő hatást feltételeztek róla, azonban a 80-as években helyreállították reputációját és rákellenes hatásának ismerték el (Geleijnse és Hollman, 2008). A flavonoidok szerepéről, antioxidáns hatásáról számos publikáció jelent meg a közelmúltban, azonban a flavonoidok antioxidáns hatása kevésbé dokumentált *in vivo* körülmények között, mivel farmakokinetikájukról mind a mai napig korlátozott ismeretekkel rendelkezünk.

A flavonoidok alapszerkezetét a flaván váz alkotja, mely 15 szénatomból épül fel. Ezek 3 gyűrűn kapcsolódnak egymáshoz, melynek szerkezeti képlete ($C_6-C_3-C_6$) (Pietta, 2000) (**3. ábra**).



3. ábra. A flavonoidok alapváza (Pietta, 2000).

A flavonoidok gyakorlatilag minden magasabb rendű növényben előfordulnak. Számos osztályt lehet elkülöníteni, azonban közös jellemzőjük, hogy a vegyületek egyik fele poliketid-úton, míg a másik fele sikimisav-úton keletkezik. Fontosabb csoportjait a flavanonok, flavonok, flavonolok, flavanonolok, izoflavonok, katechinek, kalkanok, antocianidinek, leukoantocianidinek, auronok, pterokarpánok és rotenoidok alkotják. Mindegyik csoport számos vegyületet tartalmaz, a növények esetén a flavonok és flavonolok a legelterjedtebbek. Rendkívül változatosak, melyet a különböző szénatomokhoz kapcsolódó hidroxil-, metoxil-csoportok, a hidroxilokhoz glikozidikusan kötődő különböző cukrok vagy cukorláncok, esetleg észteresen

kapcsolódó savak, valamint egyes nem szubsztituált szénatomhoz közvetlenül kötődő cukrok (C-glikozid) és prenil-csoportok (dimetilallil-PP) biztosítanak. Jól oldódnak etilacetátban (szabad állapotban előfordulók), dietiléterben és kloroformban (apolárosak), metil- és etilalkoholban (glikozidok), valamint meleg vizes kivonatokban (növényi drogok). Leggyakrabban sárga (latinul: *flavus*) szín jellemzi őket. A növény összes részében megtalálhatóak, legnagyobb mennyiségben egyes sárga színű virágoknál halmozódnak fel (Tóth, 2005). A flavonoidok számos egészségvédő tulajdonsággal rendelkeznek (**3. táblázat**).

3. táblázat. *A flavonoidok élettani hatásai*

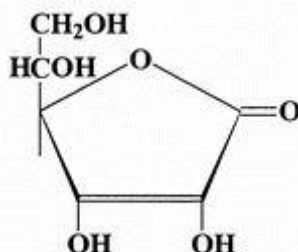
Élettani hatás	Irodalom
antioxidáns és/vagy szabadgyökfogó	<i>Masuoka és mtsai. 2012; Kamiyama és Shibamoto 2012</i>
antibakteriális	<i>Basile és mtsai. 1999; Sato és mtsai. 2000; Gautam és mtsai. 2012</i>
antivirális	<i>Kaul és mtsai. 1985; Johari és mtsai. 2012; Coulerie és mtsai. 2014</i>
szív- és érrendszeri betegségek kialakulásának gátlása	<i>Keli és mtsai. 1996</i>
hepatoprotektív	<i>Oh és mtsai. 2004; Jin és mtsai. 2011; Douhri és mtsai. 2014</i>
gyulladáscsökkentő és immunmoduláns	<i>Middleton és mtsai. 2000</i>
antikarcinogén	<i>Seelinger és mtsai. 2008; Lai és mtsai. 2013; Pathak és mtsai. 2014</i>
allergiaellenes	<i>Inoue és mtsai. 2002; Tanaka és mtsai. 2003; Kawai és mtsai. 2007</i>
asztmaellenes	<i>Neszmélyi és mtsai. 1993; Kumar és mtsai. 2009</i>
enzimgátló (RNA és DNA polimeráz, HIV-1 proteináz)	<i>Middleton és mtsai. 2000</i>
lipidperoxidáció-gátló	<i>Middleton és mtsai. 2000</i>
fémkelátképző	<i>Pietta 2000; Procházková és mtsai. 2011</i>
UV-sugárzás ellen védő	<i>Kootstra 1994</i>
neuroprotektív	<i>Vauzour és mtsai. 2008; Rafatian és mtsai. 2012</i>

2.10.2. C-vitamin

A skorbut tüneteit már az ókorban is megfigyelték. Az első szisztematikus tanulmány James Lind hajóorvos nevéhez fűződik, aki az 1750-es években felismerte, hogy a betegség citrus-félék friss gyümölcseinek napi bevitelével megelőzhető és gyógyítható. 1907-ig nem volt bizonyított, hogy a betegséget vitaminhiány okozza, ekkor Holst és Frølich⁵ tengerimalacon elvégzett tudományos kísérlete igazolta ennek tényét (Davey és mtsai., 2000). A skorbut kialakulását megakadályozó vegyületet, a hexuronsavat (későbbi nevén aszkorbinsav – C-vitamin) Szent-Györgyi Albert fedezte fel 1927-ben, majd növényekből és a mellékvese kérégből izolálta a cambridge-i Biokémiai Laboratóriumban 1928-ban. Az aszkorbinsavból

⁵ Axel Holst (1860-1931) és Theodor Frølich (1870-1947) norvég orvosok, akik elsőként bizonyították a *Journal of Hygiene*-ben, hogy a skorbut egy táplálkozási hiánybetegség.

nagyobb mennyiséget szegedi fűszerpaprikából (*Capsicum annuum* helyi változatai) sikerült izolálnia, miután a paradicsomból, káposztából és narancsból történő kivonás nem vezetett megfelelő eredményre (Svirbely és Szent-Györgyi, 1933). A vegyület szerkezetének meghatározása Haworth⁶ és kutatócsoportja munkásságához fűződik (4. ábra), szintézisét Reichstein⁷ és munkatársai oldották meg (Davey és mtsai., 2000).



4. ábra. A C-vitamin szerkezeti képlete (Wheeler és mtsai., 1998).

A C-vitamin vízben oldódó antioxidáns (Padayatty és mtsai., 2003). Képes megkötni a reaktív oxigénformákat, illetve megszakítani a szabad gyökök láncreakcióit (Davey és mtsai., 2000).

Bevitele szükségszerű a skorbut megelőzésében. Nélkülözhetetlen az egészséges bőr, fogíny és véredények számára. Szerepe van a kollagén képződésében, a szerves vas abszorpciójában, csökkenti a vérplazma koleszterinszintjét, gátolja a nitrózamin képződését, erősíti az immunrendszert. Igazoltan csökkenti az érlemezésedet, a szív- és érrendszeri betegségek és bizonyos daganattípusok kialakulásának kockázatát (Lee és Kader, 2000). Naseer és mtsai. (2010) kimutatták neuroprotektív hatását.

A C-vitamin redukálhatja az átmeneti fémionokat, ami káros prooxidációhoz vezethet, azonban Chen és mtsai. (2000) bebizonyították az aszkorbinsav lipidek oxidatív károsodása ellen védő szerepét túlzott mennyiségű vas jelenlétében, *in vivo* körülmények között.

Néhány gyümölcs nagyon nagy mennyiségben tartalmazza, azonban a nem megfelelő kezelés és tárolás következtében a C-vitamin-tartalom jelentős veszteséget szenved, a hosszú tárolási idő, magas hőmérséklet, alacsony relatív páratartalom, fizikai sérülés és fagyáskár negatívan befolyásolja az aszkorbinsav mennyiségét (Lee és Kader, 2000).

A C-vitamin szintézisére a növények és állatok többsége képes, azonban néhány állatfaj és az ember elvesztették ezt a képességüket (Wheeler és mtsai., 1998). Azoknál az állatoknál, melyek képesek az aszkorbinsavat szintetizálni, májban vagy vesében történik a C-vitamin

⁶ Sir (Walter) Norman Haworth (1883-1950) brit kémikus, kémiai Nobel-díjas.

⁷ Tadeusz Reichstein (1897-1996) lengyel kémikus, fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjas.

szintézise D-glükózból. Növényeknél a folyamat összetettebb, több molekulából, többféle alternatív úton is szintetizálódhat (Davey és mtsai., 2000).

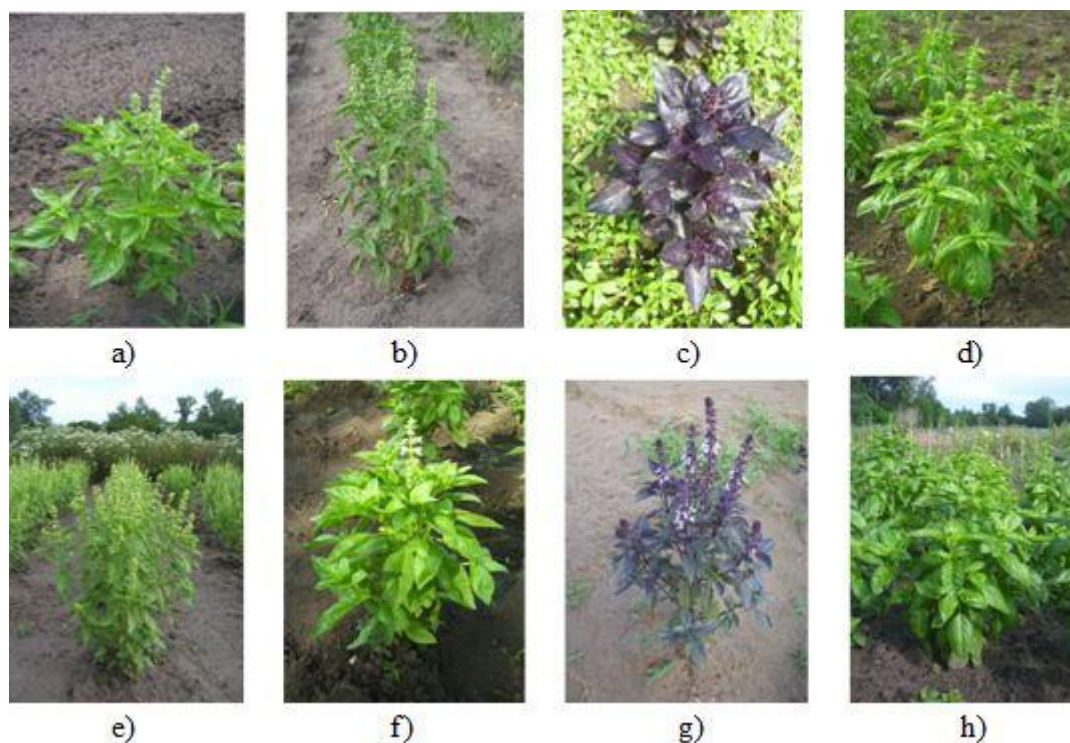
3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A kísérletekben vizsgált növényanyag

Kutatásaim során a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszék génbankjában őrzött kerti bazsalikomok 8 taxonját vettem vizsgálat alá (4. táblázat, 5. ábra).

4. táblázat. A kísérlet során felhasznált taxonok/genotípusok

Tétel azonosítószám	Faj	Taxon/genotípus
LAMIOCI9	<i>O. basilicum</i>	'A-1' (magyar fajtajelölt)
LAMIOCI11	<i>O. basilicum</i>	'Arvada' (amerikai (USA) termesztett populáció)
LAMIOCI20	<i>O. basilicum</i>	'Dark Opal' (amerikai (USA) fajta)
LAMIOCI13	<i>O. basilicum</i>	'Genovese' (olasz fajta)
LAMIOCI18	<i>O. basilicum</i>	'Lengyel' (lengyel termesztett populáció)
LAMIOCI19	<i>O. basilicum</i>	'Mittelgroßblättriger Grünes' (német fajta)
LAMIOCI22	<i>O. basilicum</i>	'Piros' (magyar termesztett populáció)
LAMIOCI23	<i>O. basilicum</i>	'Rit-Sat' (magyar termesztett populáció)



5. ábra. A kísérletben szereplő, génbankban tárolt 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon. a) 'A-1', b) 'Arvada', c) 'Dark Opal', d) 'Genovese', e) 'Lengyel', f) 'Mittelgroßblättriger Grünes', g) 'Piros', h) 'Rit-Sat'.

A kísérletben vizsgált kerti bazsalikomok közül az 'A-1', 'Arvada', 'Genovese', 'Lengyel', 'Mittelgroßblättriger Grünes' (továbbiakban 'M. Grünes') és 'Rit-Sat' zöldlevelű taxonok, míg a 'Dark Opal' és 'Piros' lila levelű, antociános taxonok.

3.2. A termőhely területe

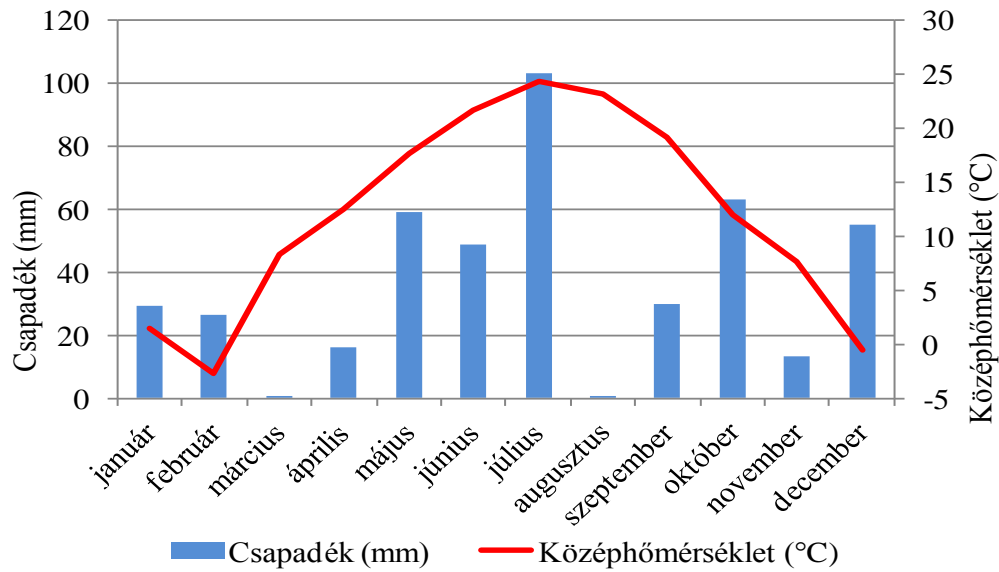
A vizsgálat tárgyát képező növények termesztését 2012 és 2013 folyamán a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszék Kísérleti Telepén végeztem Soroksáron (**6. ábra**). A földrajzi koordináták: é. sz. 47° 24' 07.60", k. h. 19° 09' 05.33", tengerszint feletti magasság: 110 m. A termőhely a Duna egykori hordalékán képződött humuszos homoktalaj.



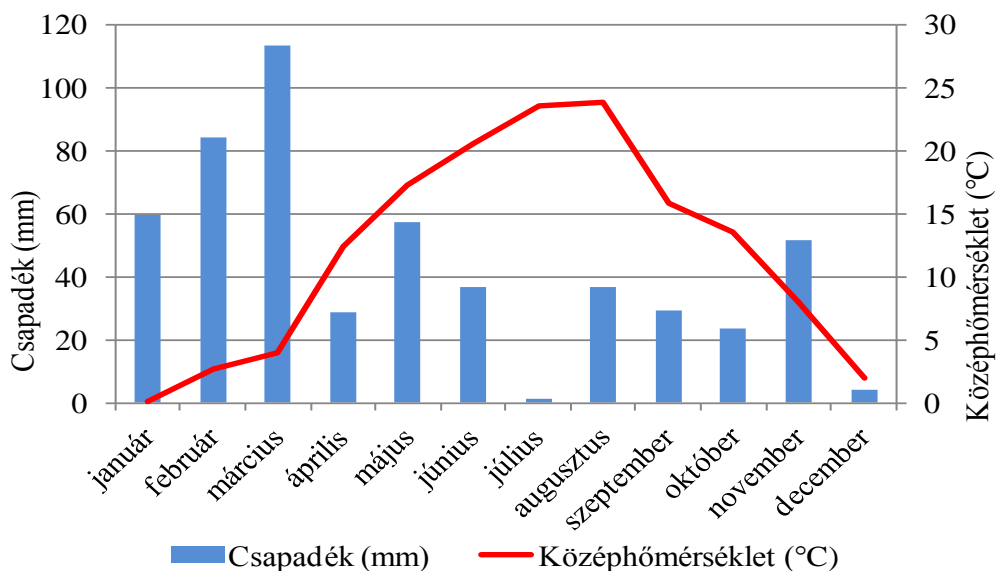
6. ábra. A kísérletben szereplő, génbankban tárolt 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon a Budapesti Corvinus Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaságának Gyógynövénytermesztési Telepén, (2013), fotó: Bernhardt.

3.3. A termőhely hőmérséklet- és csapadékviszonyai

A terület kifejezetten napos, jelentős napi és évi hőmérsékleti ingadozással, évi 500 mm körüli egyenlőtlen eloszlású csapadékmennyiséggel. Rendszeres meteorológiai mérés a közeli Pestszentimre mérőállomáson történik. A tárgyidőszak aktuális adatait a **7. és 8. ábra** mutatja. A növényállományok a természetes csapadékelátástól függően mesterséges vízutánpótlásban részesültek a tenyészidőszak során.



7. ábra. Havi középhőmérséklet- és csapadékeloszlás (Pestszentimre, 2012).



8. ábra. Havi középhőmérséklet- és csapadékeloszlás (Pestszentimre 2013).

3.4. A kísérletekben vizsgált növényanyag előállítása

2012-ben a vizsgált taxonok maganyagát szaporítóládákba vettem, üvegházban neveltem. A tűzdelőtálcába való tűzdelésre 1-2 lomblevelés állapotban került sor. A palántákat május utolsó dekádjában, egy hétig tartó edzés után ültettem ki szabadföldre 50 x 30 cm térállással, tételenként 60-60 növényt. A betakarításig öntözéssel biztosítottam az állomány megfelelő vízellátottságát, továbbá mechanikai gyomirtást végeztem. Az értékeléshez taxononként 30-30 egyedet használtam. Valamennyi taxont egységesen, teljes virágzásuk időpontjában takarítottam be.

A friss növényi anyagot természetes úton szárítottam, napfénytől védett, zárt helyiségben, szárítókereteket használva. A laboratóriumi vizsgálatokhoz a szárrészt eltávolítottam. A mérésekhez 2012-ben csak a lefosztott leveleket használtam fel.

2013-ban a növényeket az előző évben alkalmazott módszerek szerint neveltem, azonban 120-120 palántát ültettem ki, mivel a betakarítás három különböző (virágzás kezdete, teljes virágzás, elnyílt stádium) fenofázisban történt, taxononként 30-30 egyeddel.

A növények szárítása megegyezett az előző évi módszerrel. A laboratóriumi vizsgálatokhoz a szárrészt itt is eltávolítottam. A mérésekhez - a korábbi évvel ellentétben - a lefosztott leveleket és virágokat együttesen használtam fel. Ez alól csak a Semmelweis Egyetemen végzett mérések (DPPH, C-vitamin-tartalom) voltak kivételek, ahol mindkét évben kizárólag a lefosztott leveleket használtam fel.

A beltartalmi vizsgálatok mindkét évben tömegmintából történtek.

3.5. Laboratóriumi vizsgálatok

3.5.1. Illóolaj-tartalom meghatározása

Az illóolaj-tartalom meghatározása a VII. Magyar Gyógyszerkönyv (*Pharmacopoea Hungarica*, 1986) által előírt módon történt a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszék laboratóriumában. Az illóolajat minden esetben 20 g szárított növényi részből (30 db-os tömegminta/tétel) nyertem vízgőzdesztilláció útján (500 ml víz) Clevenger-típusú berendezés segítségével. A lepárlás időtartalma a forrástól számított 2 óra volt. Minden tétel esetében 3 ismétlést alkalmaztam. Az illóolaj-tartalom meghatározása után az egyes mintákat hűtőszekrényben tároltam a későbbi illóolaj-komponensek analitikai vizsgálatáig. Az illóolaj-tartalmat ml/100g sz. a.-ra vonatkoztatva adtam meg.

3.5.2. Illóolaj-összetétel meghatározása

Az illóolaj minták összetételének meghatározása GC-MS-módszerrel történt a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszék laboratóriumában.

GC-MS

- *GC készülék:* 6890N típusú gázkromatográfiás készülék (Agilent Technologies, USA)
- *MS detektor:* MS5975 típusú inert mass selective detector (Agilent Technologies, USA)
- *Oszlop:* HP-5MS (5 % fenil-metil-sziloxán, hossza: 30 m, belső átmérője: 250 µm, részecskeméret: 0,25 µm) típusú kolonna (Agilent Technologies, USA)
- *Injektor és detektor hőmérséklete:* 230 °C, split arány: 30:1, transfer line: 240 °C

- *Hőmérsékleti program:* 60-240 °C, percnként 3 °C emelkedés (véghőmérsékleten tartás: 5 perc)
- *Vivőgáz:* hélium (konstans áramlási sebesség: 1 ml/perc)
- *Injektálás:* 7683B típusú automata injektor (Agilent Technologies, USA)
- *Injektált mennyiség:* 0,2 ml (10 %-os hexános oldat)
- *Ionizációs energia:* 70 eV
- *Azonosítás:* tömegspektrum alapján, spektrumkönyvtárak (NIST, Wiley és saját illóolajos könyvtár), illetve a lineáris retenciós indexek segítségével (Van den Dool és Kratz, 1963) történt.

3.5.3. Összes antioxidáns kapacitás mérése FRAP-módszerrel

Az összes antioxidáns kapacitás meghatározása Benzie és Strain (1996) módosított módszere alapján történt szárított növényi részből a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszék laboratóriumában. A FRAP oldathoz szükséges alapoldatokat a következő módon állítottam össze:

- *Acetát-puffer:* 3,1 g Na-acetát + 16 ml ecetsav + 1 l desztillált víz
- *TPTZ oldat:* 0,312 g TPTZ + 100 ml desztillált víz + 336 µl HCl
- *Vas-klorid oldat:* 0,54 g FeCl₃ + 100 ml desztillált víz

A FRAP oldatot a következőképpen készítettem el: 25 ml acetát-puffer + 2,5 ml TPTZ + 2,5 ml vas-klorid oldat. A kalibrációt FRAP oldattal, desztillált vízzel és 0,000; 1,056; 2,272; 3,346; 4,544; 5,689 µg/ml koncentrációjú aszkorbinsavval végeztem. A mérés során a kémcsövekbe 3 ml FRAP oldatot pipettáztam, amihez – a bemért minta függvényében – desztillált vizet adtam. A desztillált víz és a minta mennyisége minden esetben 50 µl volt. Az abszorbanciát minden esetben a minta hozzáadásától számított 5 perc elteltével mértem. A lilás elszíneződést spektrofotométerrel detektáltam $\lambda=593$ nm-en. A koncentrációkat mg ASE/g sz. a.-ban adtam meg, melyet az aszkorbinsavval készített kalibrációs illesztés segítségével számoltam. A méréseket mindkét évben 5 ismétlésben végeztem.

3.5.4. DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás meghatározása

A DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás vizsgálat a Semmelweis Egyetem Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék kutatólaboratóriumában történt. Az antioxidáns kapacitás értékeléséhez a klasszikus DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)-módszert

alkalmaztam (Lugasi és Blázsovcics, 2004). A H-donor aktivitást I50 értékben adtam meg (50 %-os gátlás), ami azt jelzi, hogy milyen mennyiségű minta okozott volna a szabad gyök komplexekben 50 %-os színredukciót standard körülmények között. A kutatás során a vizsgálandó, szárított növényanyagot desztillált vízzel turmixoltam össze 1:4 arányban, majd az adott elegyből 5g-ot mértem be lombikba és 20 cm³ kénsavas etanolt adtam hozzá. Ezután az oldatot 70 °C-os vízfürdőben tartottam 30 percen keresztül. Ez idő alatt a színanyag kioldódik az elroncsolt növényi szövetekből. A 30 perc elteltével kivettem a mintát és lehűtöttem, majd átszűrtem egy 50 cm³-es normál lombikba és az összes festéket átmostam a szűrletbe tömény etanollal, amit utána jelig töltöttem fel etanollal. Főzőpoharakba pipettáztam 3,9 cm³ 1mM DPPH oldatokat majd ezekhez hozzámértem a 0,1 cm³ mintákat (alkoholos kivonatokat). A mintákat 2012-ben 3 ismétlésben, 2013-ban ezt a számot 5 ismétlésben vizsgáltam. 30 perc elteltével – ezalatt a reagens lila színe elhalványult – spektrofotometriásan mértem őket, amelynél metanolt használtam vak-ként. Ezután kiszámoltam a reagens színének veszteségét, a H-donor-komponensek okozta gátlás (inhibíció) arányát %-ban:

$$I (\%) = [(A_0 - A) / A_0] \times 100 \%$$

ahol "A₀" az üres DPPH oldat abszorbanciája és "A" a minta mért abszorbanciája

Végül kiszámoltam, hogy mennyi minta okozott volna 50 %-os gátlást (50 % inhibíció, I50 érték, $I50 = 50 / I \%$). Ez az érték az aktuális hígításban a reagenshez adott 0,1 cm³ oldatban lévő mintára vonatkozik, amit a hígítások figyelembe vételével számíthatunk vissza az eredeti mintára. Ezzel az I50 értéket okozó minta mennyiségét adtam meg mg-ban (I50 mg).

A mérések 2012-ben 3, 2013-ban 5 ismétlésben történtek.

3.5.5. Összes polifenol-tartalom meghatározása

Az összes polifenol-tartalom meghatározására a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszék laboratóriumában került sor. A szárított és ledarált kerti bazsalikom mintákból vizes kivonatokat (1 g porított drogot leforráztam 100 ml 100 °C-os desztillált vízzel, majd 24 órán át áztattam) készítettem. A minták szűrése vattával történt. Ezt követően 3 ml-es műanyag csövekbe pipettáztam az extraktumokat, majd -18 °C-on tároltam a kísérletek elvégzéséig. A vizsgálatokhoz mindkét évben 5 ismétlést alkalmaztam.

Az összes polifenol-tartalom meghatározásához Singleton és Rossi (1965) módosított módszerét alkalmaztam. A kalibrációt 20 V/V %-os metanollal, 10 V/V %-os Folin-Ciocalteu reagenssel, 0,7 M-os nátrium-karbonáttal és 0,00; 1,02; 2,04; 3,06; 4,08; 5,10 µg/ml

koncentrációjú galluszsavval végeztem. A kísérlet során a kémcsövekbe 2,5 ml 10 V/V %-os Folin-Ciocalteu reagenst és 0,5 ml mintát, majd 1 perc elteltével 2 ml 0,7 M-os Na₂CO₃-ot adtam. A reakciót jelző kék szín megjelenéséig a kémcsöveket 50 °C-os vízfürdőbe helyeztem. A színintenzitás fotometriásan meghatározható, így spektrofotométerrel mértem $\lambda=760$ nm-en. A kiértékelésben a galluszsavra kalibrált egyenest használtam, így az eredményeket mg GSE/g sz. a.-ban adtam meg.

3.5.6. Összes flavonoid-tartalom meghatározása

A flavonoid-tartalom meghatározásához – a bazsalikom flavonoid-tartalmára vonatkozó leirat hiányában – a VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben (*Pharmacopoea Hungarica*, 2003) szereplő mezei zsurló meddő hajtására vonatkozó, izokvercitraozidban kifejezett összes flavonoid-tartalom vizsgálatot végeztem el. A vizsgálatra a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszék laboratóriumában került sor. A vizsgálatokhoz törzsoldatot készítettem. 0,800 g porított drogot 100 ml-es gömblombikban R hexametilentetramin 5 g/l töménységű oldatának 1 ml-ével, 20 ml R acetonnal és 2 ml R1 sósavval, visszafolyóhűtőt alkalmazva, 30 percen át forraltam. A folyadékot vattapamaton keresztül megsűrtem. A vattapamatot a rajta lévő maradékkal visszatettük a gömblombikban lévő maradékhoz és a kivonást 20 ml R acetonnal, visszafolyóhűtőt alkalmazva, 10 perces forralással még kétszer megismételtem. A lehűtött kivonatot vattapamaton keresztül megsűrtem. A lehűtött, egyesített acetonos kivonatot szűrőpapíron 100 ml-es mérőlombikba szűrtem és a szüredéket – a lombikot és a szűrőt átöblítve – R acetonnal 100,0 ml-re hígítottam. Az oldat 20,0 ml-ét választótölcsérben, 20 ml R víz hozzáadása után, 1 x 15 ml, majd 3 x 10 ml R etil-acetáttal összeráztam. Az egyesített etil-acetátos kivonatot egy másik választótölcsérben 2 x 50 ml R vízzel mostam, majd 10 g R vízmentes nátrium-szulfáton keresztül 50 ml-es mérőlombikba szűrtem és R etil-acetáttal 50,0 ml-re hígítottam.

A vizsgálati oldatot úgy készítettem el, hogy a törzsoldat 10,0 ml-éhez 1 ml R alumínium-klorid reagenst adtam, és az elegyet R tömény ecetsav R metanollal készült 5 % V/V-os oldatával 25,0 ml-re hígítottam.

A kompenzáló oldathoz 10,0 ml törzsoldatot R tömény ecetsav R metanollal készült 5 % V/V-os oldatával 25,0 ml-re hígítottam. 30 perc után spektrofotometriásan (425 nm-en) mértem a vizsgálati oldat abszorbanciáját a kompenzáló oldattal szemben. A százalékos flavonoid-tartalmat a következő egyenlet segítségével számoltam ki:

$$1,25 \times A / m$$

ahol

A = a 425 nm-en mért abszorbancia,

m = a vizsgálandó anyag tömege (g)

A méréseket 3 ismétlésben végeztem a 2013-as év folyamán.

3.5.7. Szalvigenin és nevadenzin-tartalom meghatározása

A szalvigenin és nevadenzin mennyiségi meghatározását a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Arománövények Tanszék, valamint az Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék által közösen működtetett Corvinus Fitolaborban végeztem. A szalvigenin és nevadenzin standardokat a TransMIT GmbH (Gießen, Németország) biztosította. A szalvigenin és nevadenzin standard oldatokat külön-külön készítettem el (a komponensek megfelelő mennyiségét oldottam fel 80 %-os metanolban). A kalibrációs standard minták 0,85-170 µg/ml szalvigenint és nevadenzint tartalmaztak. Az összes reagens HPLC vizsgálatokra alkalmas tisztaságú volt.

A minták előkészítése Grayer és mtsai. (2004) módszere alapján történt. 200 g szárított, őrölt növényi anyagot (levél+virág) 50 ml-es centrifugacsövekbe helyeztem, melyekhez 10 ml dietil-étert adtam hozzá, ezután a centrifugacsöveket lezártam. A mintákat 24 órán keresztül állni hagytam, majd leszűrtem őket. A szűrleteket kis mennyiségű dietil-éterrel mostam le. Az extraktumokat vízmentessé párologtattam BÜCHI rotavapor (RE 111 típus) bepárló készülék segítségével. A száraz szerves növényi maradványokat 3 ml 80 %-os metanolban oldottam fel. Végül a mintaoldatokat 0,45 µm-es fecskendőszűrőkön szűrtem át a HPLC-s mérés előkészítése végett. Ebből a HPLC-s rendszerbe 10 µl lett beinyektálva. Az összes minta háromszoros ismétlésben lett mérve.

A HPLC-s rendszer egy Waters LC 1525 pumpából és egy 2998 PDA detektorból állt, melyet az Empower2 szoftver kezel. A HPLC-s mérés során Thermo Hypurity BDS RP-18-as oszlopot használtunk (hossza: 250 mm, belső átmérője: 4,6 mm, részecskeméret: 5 µm). Az összes oldószer HPLC tisztaságú volt. Az elúciós program ugyanaz volt, mint amit Grayer és mtsai. (2004) használt a kísérletük során: A lineáris grádiens elválasztás egy gyenge ("A": 2 %-os vizes ecetsav) és egy erős ("B": 18:1:1 arányú metanol-ecetsav-víz keverék) oldószerrel történt. A program 60 %-os "B" oldószerrel kezdődött, mely 15 perc alatt változott 100 %-osra. Ezután a program 5 perces izokratikus (a mozgófázis/eluens-összetétele az elválasztás ideje alatt állandó) elúcióval folytatódott (100 %-os "B" oldószer), mielőtt visszatért 20 perc alatt a kiindulási feltételekhez (40 %-os "A" és 60 %-os "B" oldószer). Az autosamplerrel történő következő injektálás 30 percen át zajlott, melynek során lehetőség adódott, hogy egy 10 perces

egyensúlyi helyzet álljon fenn a kiindulási feltételekkel. Az oszlop hőmérsékletét 30 °C-on tartottam.

A komponensek azonosítása a retenciók időn és a spektrális adatokon alapult, melyeket hiteles standardokkal vetettem össze. A minták mennyiségi meghatározása a kalibrációs görbék segítségével történt. A vizsgálat az összes flavonoid-tartalomhoz hasonlóan 3 ismétlésben lett elvégezve 2013-ban.

3.5.8. C-vitamin-tartalom meghatározása

A vizsgálatot a Semmelweis Egyetem Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék kutatólaboratóriumában végeztem. A szárított minták C-vitamin-tartalmát tradicionális spektrofotometriás módszerrel határoztam meg módosított Spanyol-módszer segítségével (Gilingerné és Varga, 2005). Az aszkorbinsav a Fe(III) iont Fe(II)-vé redukálja, amely a dipiridil reagenssel vörös színű komplexet képez, ennek mennyisége egyenesen arányos a C-vitamin-tartalommal. A vizsgálathoz standardsort készítettem, hogy a spektrofotométer a mintákban képződő vörös komplex mennyiségét ismert koncentrációjú oldatokban kialakult komplex mennyiségéhez tudja viszonyítani. A vizsgálandó növénymintát desztillált vízzel turmixoltam össze 1:4 arányban (50 g turmix), majd az adott elegyből 10 g-ot mértem 100 cm³-es Stift lombikba, majd ehhez 2 csepp cc. H₃PO₄-et adtam, alaposan összeráztam majd desztillált vízzel jelig töltöttem és leszűrtem. A szűrletből 100cm³-es normál lombikba 10 cm³-t pipettáztam, majd 2 cm³ 1 %-os FeCl₃-ot, 2 csepp cc. H₃PO₄-t és 2,5 cm³ 1 %-os alkoholos dipiridilt adtam hozzá, ezután jelig töltöttem és 5 órán keresztül sötétben tároltam, majd fotometrálтам őket, minden mintát a saját vakjával, melyben nincs dipiridil reagens. A kapott értékeket mg/100g sz. a.-tartalomban definiáltam. A kísérletet 3 ismétlésben végeztem mindkét évben.

A vizsgálatokhoz szükséges vegyszereket, reagenseket a Sigma-Aldrich (Budapest, Magyarország) cég biztosította.

3.6. A vizsgálati eredmények értékelése

3.6.1. A vizsgált taxonok teljesítménymutatóinak komplex összevetése

A vizsgált taxonok teljesítménymutatóinak több szempontot egyszerre figyelembe vevő komplex értékelését a Budapesti Corvinus Egyetem Érzékszervi Laboratóriumában végeztem. A vizsgált taxonok összevetése az *SRD*-módszer (*Sum of Ranking Difference* – rangszám-különbségek összege) segítségével történt, mely adott területen és adott környezeti feltételek között a legjobban teljesítő taxont tudja kiválasztani. A módszer elvét Héberger (2010) dolgozta ki, validálását és szoftveres implementálását Héberger és Kollár-Hunek (2011) valósították meg.

Ez a módszer különböző tulajdonságok eltérő dimenziójú értékeit egy skálára vetíti, ezzel komparábilissá és így a tulajdonságok hordozói közti kummulált fontossági sorrend kialakítására alkalmassá teszi. Esetünkben ez azt jelenti, hogy a mért beltartalmi paramétereket (% , mg/100g, stb.) transzformálva felállítható a vizsgált taxonok valamennyi szempontot (azaz tulajdonságot) figyelembe vevő rangsora.

Az *SRD*-módszer első lépésben az egyes tulajdonságok vizsgálati eredményeit táblázatban összegezve a legjobb adatokból referencia oszlopot képez. Ezután ennek az elméleti taxonnak optimális értékeit hasonlítja össze az egyes taxonok értékeivel. Így rangsor differenciákat állít fel minden tulajdonság esetében (adott taxon adott tulajdonságának rangsorkülönbsége), utána ezek abszolút értékeit összegzi (taxononkénti *SRD*-érték). Ez az érték megadja, hogy összességében mennyire tér el az adott taxon a legjobb taxontól (zérus pont), így egyértelmű rangsort lehet felállítani a zérus ponttól való távolság alapján (Gere és mtsai., 2016).

Az eredeti adatokon futtatott *SRD*-elemzés eredményeként taxononként egy *SRD*-értéket kapunk. Ahhoz, hogy az *SRD*-értékek bizonytalanságát (*SRD*-értékek szórása) jellemezni lehessen, úgy egy elem kihagyásos keresztvalidációt (Leave-One-Out Cross-Validation – *LOO*) képezünk. Az így létrejött *LOO SRD*-értékeket újra alá kell vetni az *SRD*-elemzésnek, hogy az *SRD*-értékek bizonytalanságát is figyelembe lehessen venni.

Egy génbanki taxon rangsorban elfoglalt valódi helye egyértelműen csak statisztikai próbák segítségével határozható meg, ezért a *LOO SRD*norm-értékek rangsoron belül páronkénti összehasonlítását Wilcoxon Matched Pairs Test és Sign-teszt alkalmazásával végeztem el. Az *SRD*-értékek jellemzően nem követik a normál eloszlást.

3.6.2. Statisztikai kiértékelés

A kísérlet során kapott végeredményeket a Microsoft Office Excel 2007-es programmal dolgoztam fel. A statisztikai kiértékeléshez az SPSS 22.0. (IBM Corp., Armonk, NY, USA) programcsomagot használtam. Az adatok kiértékeléséhez 95 %-os megbízhatósági szintet választottam ($p \leq 0,05$). Feltétevizsgálatkor az adatok normalitását és szóráshomogenitását vizsgáltam. A szóráshomogenitás vizsgálatához a Levenne-tesztet, míg a normalitás vizsgálatához a Shapiro-Wilk-tesztet használtam. Az eredmények összevetése során – normalitás és szóráshomogenitás vizsgálatot követően – egytényezős varianciaanalízist (ANOVA) használtam. Szóráshomogenitás esetén – a kezelések páronkénti összehasonlításánál – Tukey HSD post hoc-tesztet futtattam, szórásinhomogenitás esetén pedig Games-Howell-tesztet. Az ábrákon az eltérő betűk szignifikánsan eltérő átlagot jelölnek.

A "4. Eredmények" fejezet egyes alfejezeteiben a különböző fenofázisokra vonatkozó statisztikai értékelés két külön ábrán történt. Ennek oka, hogy az első ábrán az adott fenofázisra jellemző, míg a második ábrán az adott taxont leíró szignifikáns különbségeket jelöltem meg.

Az antioxidáns- és szabadgyökfogó-kapacitást jellemző módszerek (FRAP, DPPH), továbbá bizonyos antioxidáns hatással rendelkező vegyületek/vegyületcsoportok (C-vitamin, összes polifenol és összes flavonoid, szalvigenin, nevadenzin, illóolaj) közötti összefüggés-jellemzés a Pearson-féle korrelációs együttható értékkel történt.

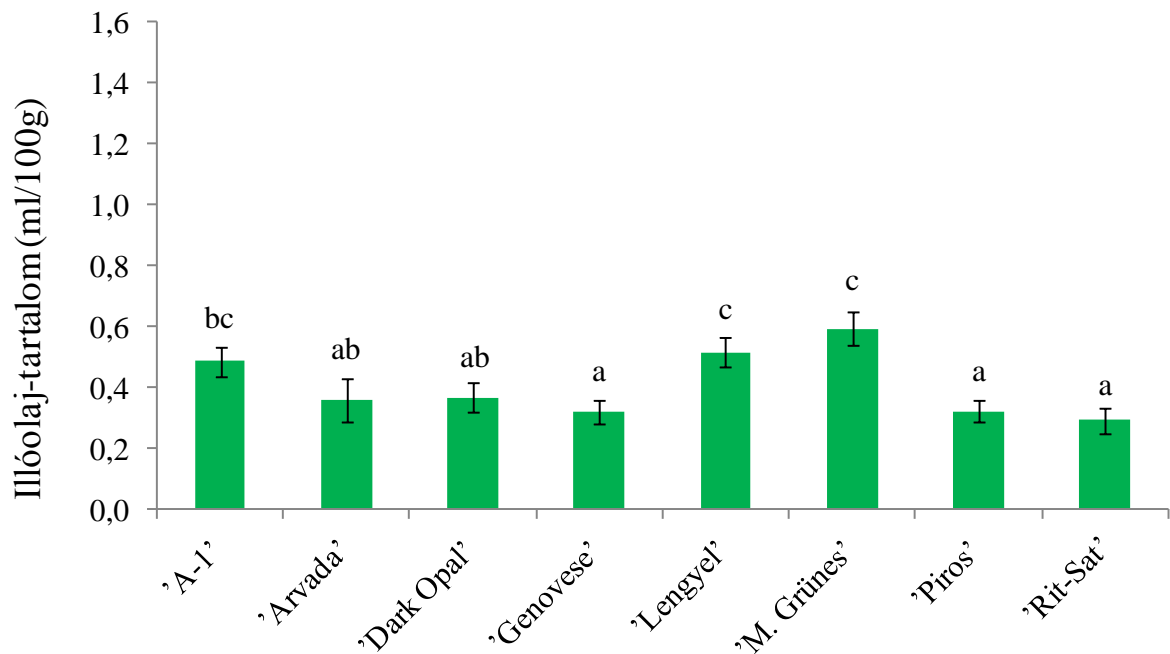
A vizsgált taxonok teljesítménymutatóinak több szempontot egyszerre figyelembe vevő komplex statisztikai kiértékeléséhez az *SRD* szoftvert (letölthető innen: <http://knight.kit.bme.hu/CRRN/>) és a Statistica 12.0 (Statsoft Inc. Tulsa, OK, USA) programcsomagot használtam.

4. EREDMÉNYEK

4.1. A laboratóriumi vizsgálatok eredményei

4.1.1. Illóolaj-tartalom

2012-ben az illóolaj-tartalomban jelentős különbséget tapasztaltam (taxon: $F(7;16)=14,962$; $p\leq 0,001$) a taxonok között a teljes virágzás során. A páronkénti vizsgálat eredményeit a **9. ábra** szemlélteti. A legnagyobb illóolaj-tartalmúnak az 'M. Grűnes' ($0,59\pm 0,05$ ml/100g) és a 'Lengyel' ($0,52\pm 0,05$ ml/100g) taxon bizonyult, a legkevesebb illóolajat a 'Rit-Sat' ($0,29\pm 0,04$ ml/100g), a 'Piros' ($0,32\pm 0,04$ ml/100g) és a 'Genovese' ($0,32\pm 0,04$ ml/100g) taxon halmozta fel.



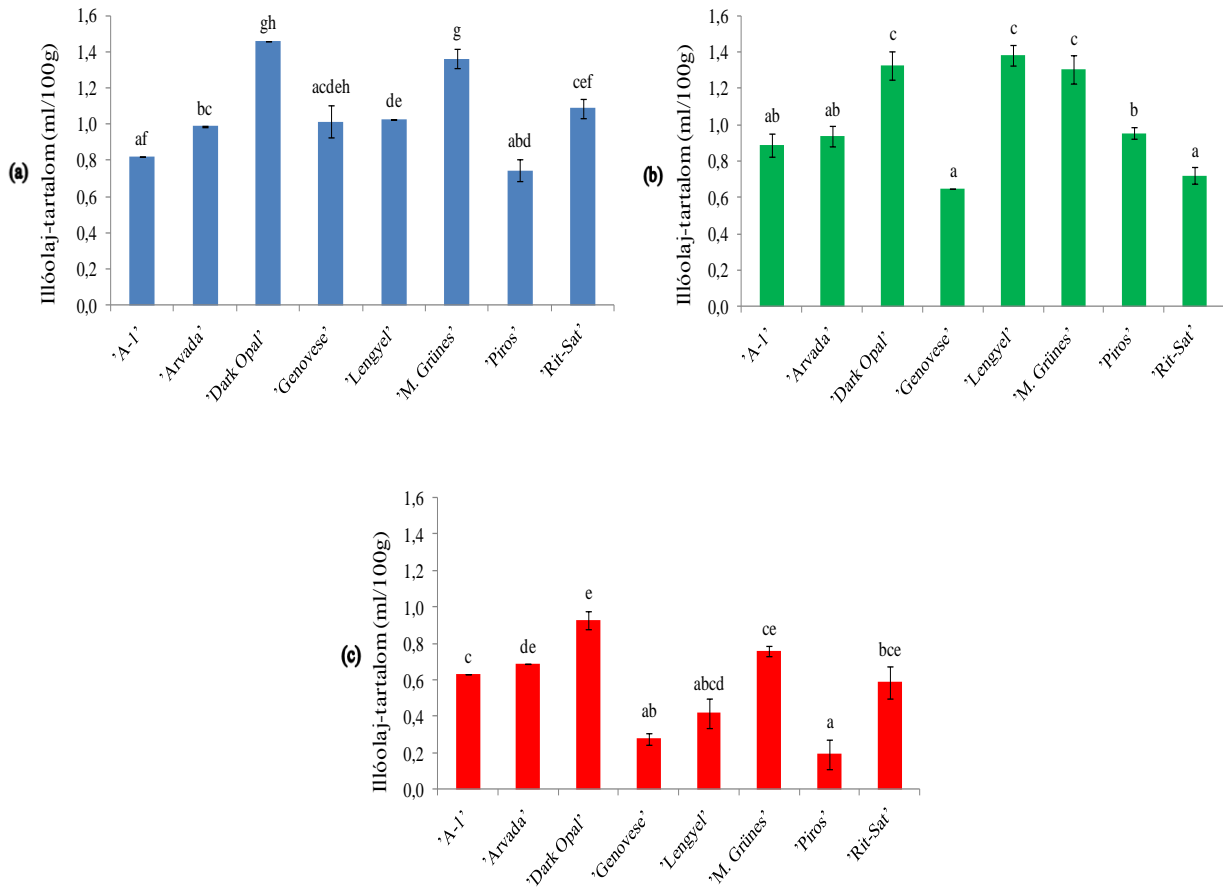
9. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon illóolaj-tartalmának átlaga (ml/100g) és szórása a teljes virágzás fenofázisában, száraz levelekre vonatkoztatva (Soroksár, 2012). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Tukey post hoc teszt alapján ($p\leq 0,05$).

A 2013. évi kísérletek során az illóolaj-tartalomban a vizsgált taxonok és a három fenofázis (virágzás kezdete, teljes virágzás, elnyílt stádium) között is szignifikáns eltérés volt kimutatható (taxon: $F(7;48)=151,024$; $p\leq 0,001$) (fenofázis: $F(2;48)=657,844$; $p\leq 0,001$). A különböző fenofázisok páronként vizsgált illóolaj-tartalmi eredményei a **10. ábráról** olvashatók le.

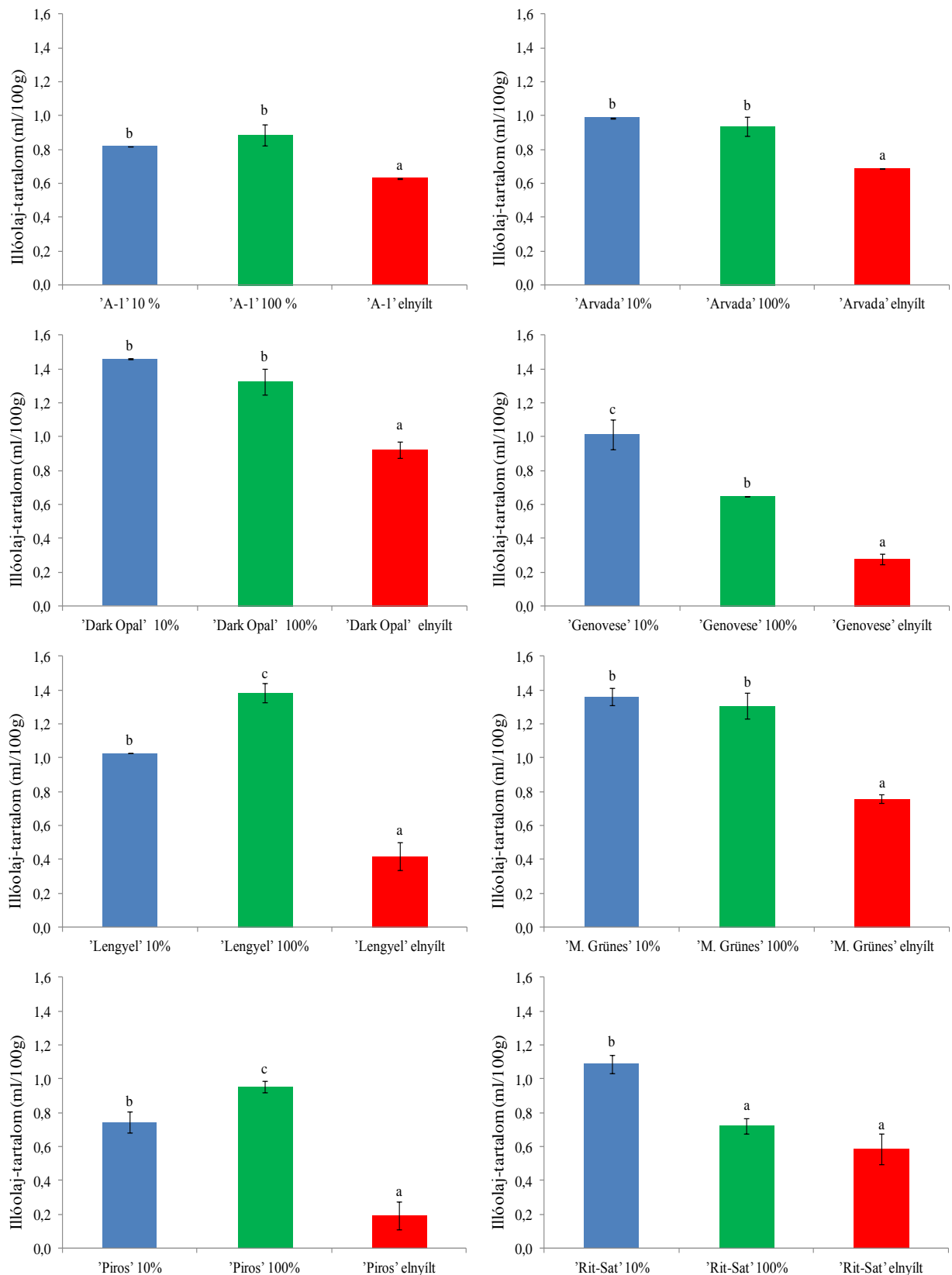
A virágzás kezdetén a legnagyobb illóolaj hozam a 'Dark Opal' taxonhoz ($1,46\pm 0,00$ ml/100g), míg a legalacsonyabb a 'Piros' taxonhoz ($0,74\pm 0,06$ ml/100g) tartozott.

A teljes virágzásban a legnagyobb illóolaj-tartalommal a 'Lengyel' ($1,38 \pm 0,06$ ml/100g), a 'Dark Opal' ($1,33 \pm 0,08$ ml/100g) és az 'M. Grűnes' taxon ($1,31 \pm 0,08$ ml/100g), a legkisebbel pedig a 'Genovese' taxon ($0,65 \pm 0,00$ ml/100g) szerepelt.

Az elnyílt stádiumban a virágzás kezdetéhez hasonlóan ismét a 'Dark Opal' taxon ($0,92 \pm 0,05$ ml/100g) rendelkezett a legmagasabb illóolaj-tartalommal és a 'Piros' taxon ($0,19 \pm 0,08$ ml/100g) a legalacsonyabbal.



10. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának illóolaj-tartalom átlaga (ml/100g) és szórása különböző fenofázisokban ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium) (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).



10 % : virágzás kezdete

100 % : teljes virágzás

ebnlyilt : ebnlyilt stádium

11. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának illóolaj-tartalom átlaga (ml/100g) és szórása különböző fenofázisokban ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) ebnlyilt stádium), taxonokra lebontva (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).

4.1.2. Illóolaj-összetétel

Az illóolaj-összetétel alapján a 8 vizsgált taxon két kemotípusba – linaloolos, illetőleg linalool-metil-kavikolos – sorolható be. A 2012. évi mérések szerint az első csoportba az 'Arvada', 'Dark Opal', 'Genovese', 'Lengyel' és 'Rit-Sat', a másodikba az 'A-1', 'M. Grünes' és 'Piros' taxonok tartoznak. A 2013-ban végzett vizsgálatok megerősítették ezt a besorolást (5. és 6. táblázat). Az egyes illóolaj-komponensek szerinti részletezés a 4. és 5. mellékletben található.

5. táblázat. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon száraz leveleinek relatív %-os illóolaj-összetétele a főkomponensekre vonatkozóan a teljes virágzás fenofázisában (Soroksár, 2012)

Komponensek	'A-1'	'Arvada'	'Dark Opal'	'Genovese'	'Lengyel'	'M. Grünes'	'Piros'	'Rit-Sat'
linalool	59,34	64,64	75,39	58,71	81,74	33,83	19,5	69,67
metil-kavikol	22,21	—	—	—	—	59,49	70,2	—

—: nem volt detektálható a komponens

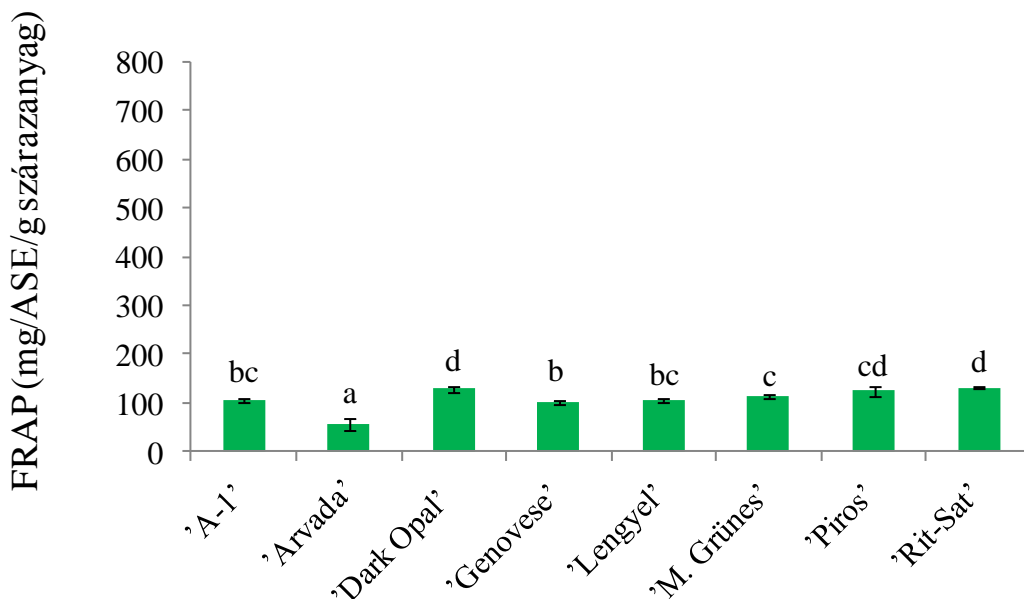
6. táblázat. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának relatív %-os illóolaj-összetétele a főkomponensekre vonatkozóan a teljes virágzás fenofázisában (Soroksár, 2013)

Komponensek	'A-1'	'Arvada'	'Dark Opal'	'Genovese'	'Lengyel'	'M. Grünes'	'Piros'	'Rit-Sat'
linalool	55,07	65,14	77,47	63,82	79,59	43,43	18,53	60,76
metil-kavikol	15,74	—	—	—	0,78	39,56	62,62	0,53

—: nem volt detektálható a komponens

4.1.3. Összes antioxidáns kapacitás (FRAP)

2012-ben a teljes virágzás stádiumában végzett vizsgálatok során a taxonok között szignifikáns különbséget tapasztaltam (taxon: $F(7;28)=52,161$; $p \leq 0,001$). A páronkénti vizsgálat eredményeit a 12. ábra szemlélteti. A legnagyobb antioxidáns kapacitással a 'Rit-Sat' taxon ($131,90 \pm 2,15$ mg/ASE/g sz. a.) és a 'Dark Opal' taxon ($129,38 \pm 5,77$ mg/ASE/g sz. a.), a legkisebbel pedig az 'Arvada' taxon ($56,56 \pm 13,46$ mg/ASE/g sz. a.) rendelkezett.



12. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon összes antioxidáns kapacitásának átlaga (FRAP) (mg ASE/g sz. a.) és szórása a teljes virágzás folyamán, száraz levelekre vonatkoztatva (Soroksár, 2012). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).

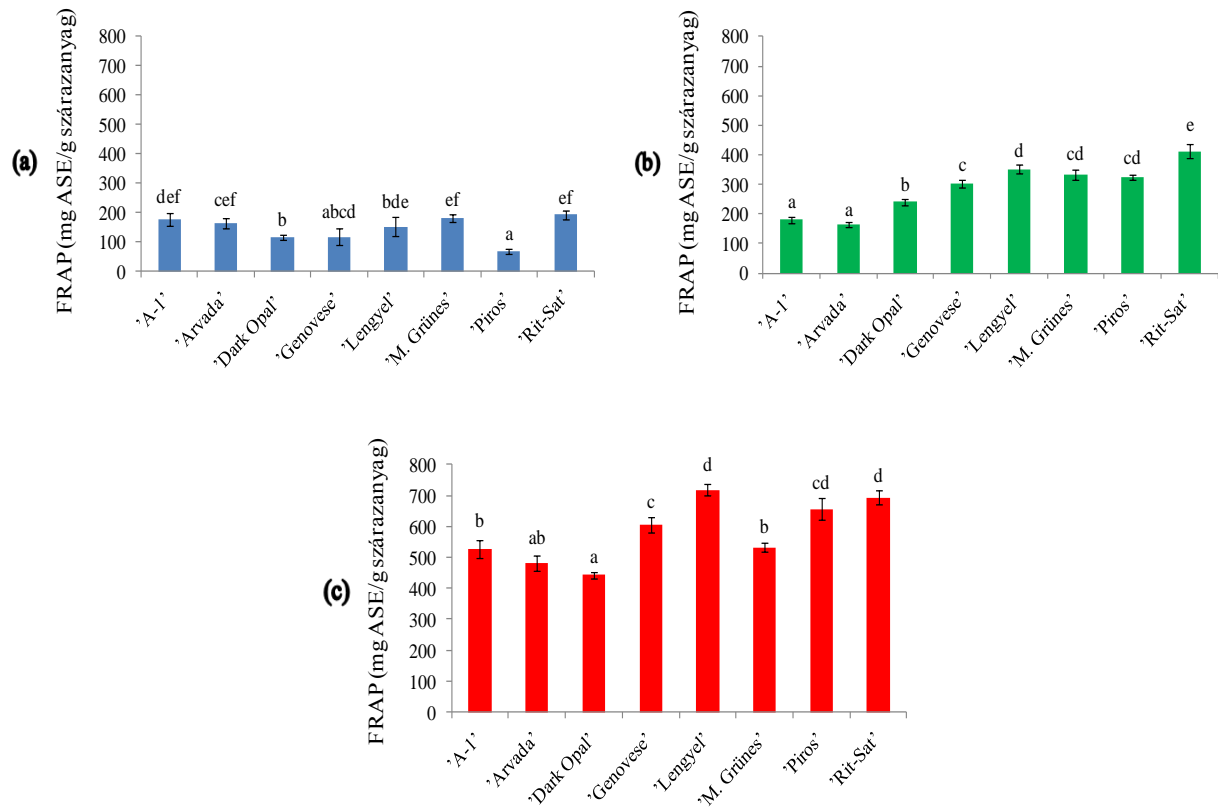
2013-ban mind a taxonok mind a különböző fenofázisok ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium) között szignifikáns különbség volt megfigyelhető (taxon: $F(7;92)=134,230$; $p \leq 0,001$) (fenofázis: $F(2;92)=4824,545$; $p \leq 0,001$).

A virágzás kezdete, a teljes virágzás és az elnyílt stádium során az összes antioxidáns kapacitás esetében a páronkénti vizsgálat eredményeit a **13. ábra** szemlélteti.

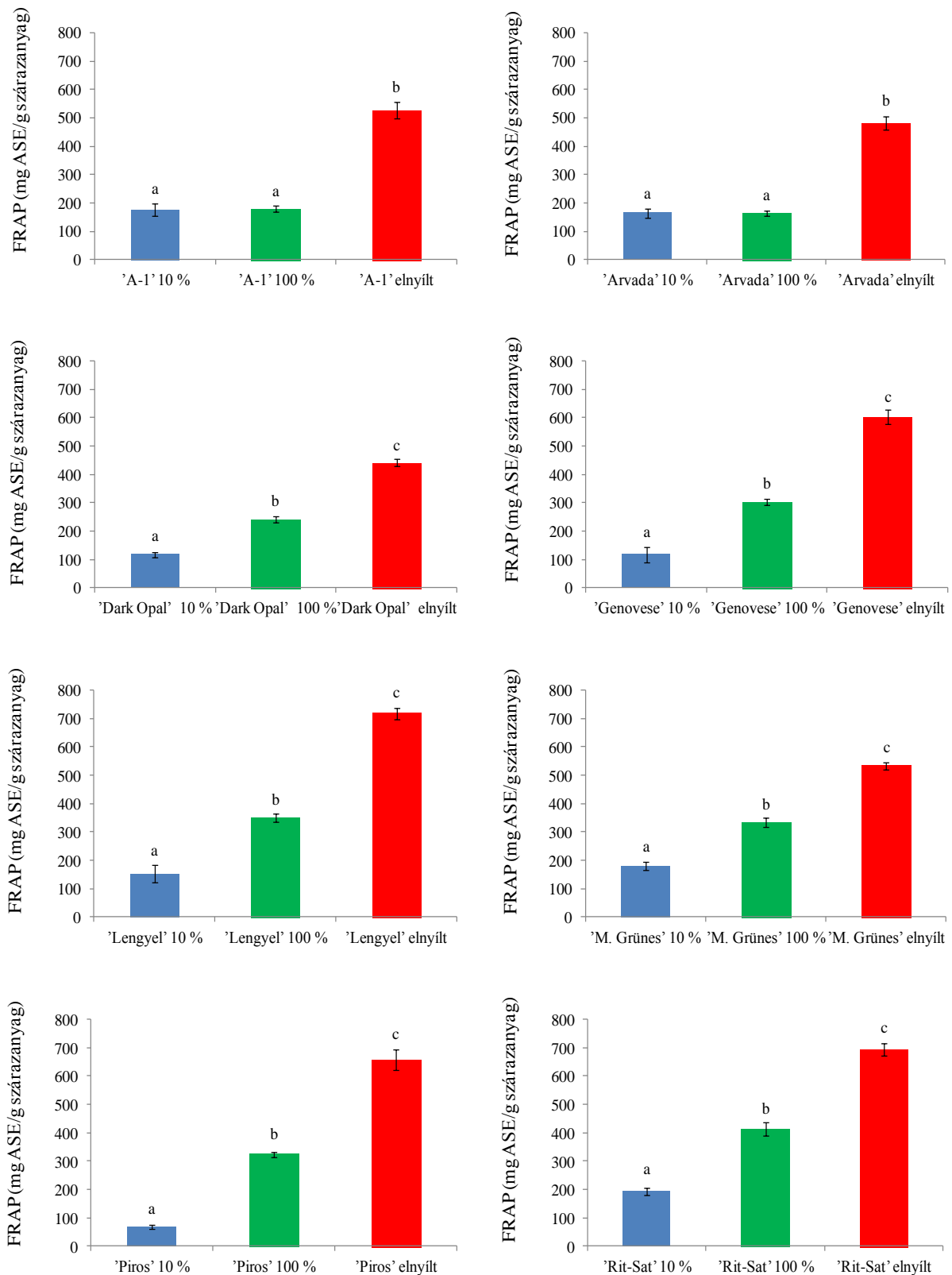
A virágzás kezdetén a legnagyobb antioxidáns kapacitást a 'Rit-Sat' ($192,93 \pm 13,98$ mg/ASE/g sz. a.) és az 'M. Grűnes' ($180,18 \pm 13,69$ mg/ASE/g sz. a.) taxon produkálta, a legkisebbet a 'Piros' taxon ($67,94 \pm 8,00$ mg/ASE/g sz. a.).

Teljes virágzásban a legnagyobb antioxidáns kapacitás a 'Rit-Sat' taxonhoz ($412,56 \pm 23,73$ mg/ASE/g sz. a.), a legkisebb FRAP-érték pedig az azonos csoportba tartozó 'Arvada' ($164,18 \pm 8,84$ mg/ASE/g sz. a.) és 'A-1' taxonhoz ($181,32 \pm 10,86$ mg/ASE/g sz. a.) volt köthető.

Az elnyílt stádium során a legnagyobb antioxidáns kapacitást a 'Lengyel' ($718,43 \pm 19,60$ mg/ASE/g sz. a.) és 'Rit-Sat' taxonok ($692,81 \pm 22,22$ mg/ASE/g sz. a.) mutatták, a legkisebbet pedig a 'Dark Opal' taxon ($442,12 \pm 11,49$ mg/ASE/g sz. a.).



13. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon összes antioxidáns kapacitásának átlaga (FRAP) (mg ASE/g sz. a.) és szórása különböző fenofázisok során ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium), herbára vonatkoztatva (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).



10 % : virágzás kezdete

100 % : teljes virágzás

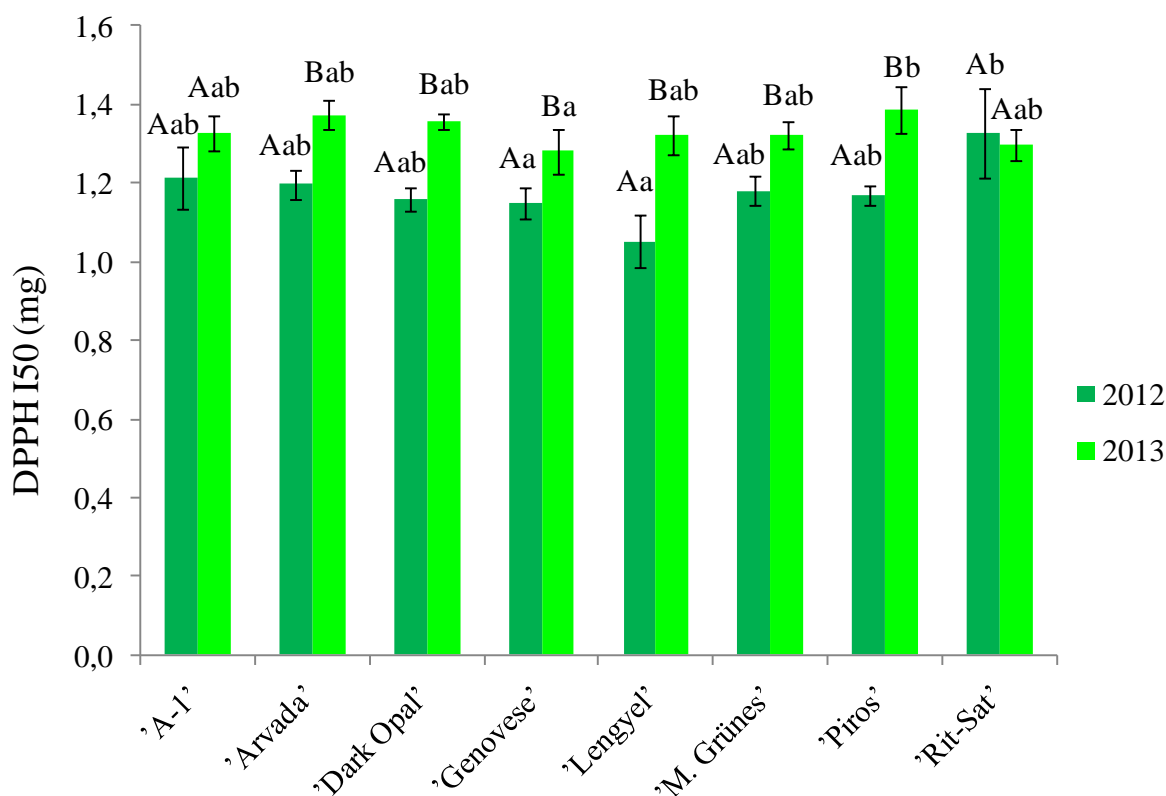
elnyílt : elnyílt stádium

14. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon összes antioxidáns kapacitásának átlaga (FRAP) (mg ASE/g sz. a.) és szórása különböző fenofázisok során ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium), taxonokra lebontva és herbára vonatkoztatva (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).

4.1.4. DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás

Kutatásaim eredményeként mind az évjáráthatás tekintetében, mind a vizsgált taxonok között szignifikáns különbség volt kimutatható (év: $F(1;46)=132,972$; $p \leq 0,001$) (taxon: $F(7;46)=4,550$; $p \leq 0,001$) a DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitásra vonatkozólag. Ezenkívül a taxon és az év interakciója is szignifikáns különbséget mutatott (taxon*év: $F(7;46)=5,550$; $p \leq 0,001$).

A teljes virágzás fenofázisában a 2012-es és 2013-as évekre vonatkozó páronkénti vizsgálat eredményeit a **15. ábra** szemlélteti. 2012-ben a legnagyobb antioxidáns kapacitásúnak a 'Lengyel' ($1,05 \pm 0,07$ mg) és a 'Genovese' taxon ($1,15 \pm 0,04$ mg), a legkisebbnek pedig a 'Rit-Sat' taxon ($1,33 \pm 0,11$ mg) bizonyult. 2013-ban az antioxidáns kapacitás maximális értékét a 'Genovese' taxon ($1,28 \pm 0,06$ mg), minimumát a 'Piros' taxon ($1,39 \pm 0,06$ mg) mutatta.

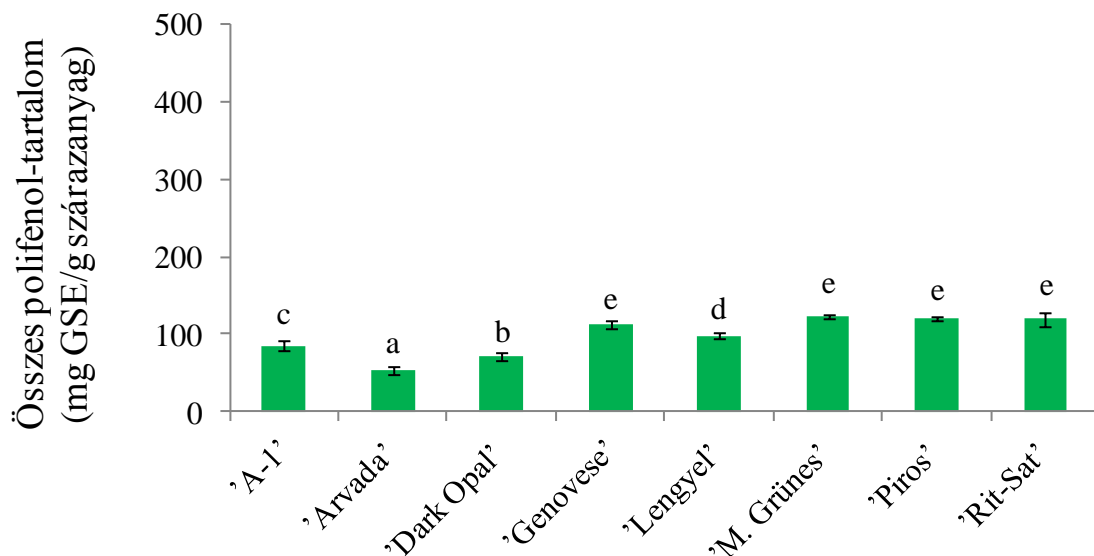


15. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon gyökfogó kapacitásának átlaga (DPPH I50) (mg) és szórása a teljes virágzás stádiumában, száraz levelekre vonatkoztatva (Soroksár, 2012 és 2013). A különböző betűk szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek. Kisbetűk: rögzített évekre a taxonok összehasonlítása; nagybetűk: rögzített taxonokra az évek összehasonlítása (Tukey post hoc teszt; $p \leq 0,05$).

4.1.5. Összes polifenol-tartalom

Az összes polifenol-tartalmat vizsgálva a 2012-es év során a taxonok között szignifikáns különbség volt detektálható (taxon: $F(7;29)=107,235$; $p \leq 0,001$). A páronkénti vizsgálat

eredményeit a **16. ábra** mutatja. Legnagyobb összes polifenol-tartalommal az 'M. Grűnes' taxon ($123,77 \pm 3,15$ mg/GSE/g sz. a.) bír, a legkisebbel pedig az 'Arvada' taxon ($53,61 \pm 4,68$ mg/GSE/g sz. a.). A 'Genovese' ($113,01 \pm 4,30$ mg/GSE/g sz. a.), a 'Piros' ($120,81 \pm 3,30$ mg/GSE/g sz. a.) és a 'Rit-Sat' taxon ($119,83 \pm 9,02$ mg/GSE/g sz. a.) nem különbözött szignifikánsan az 'M. Grűnes' taxontól.



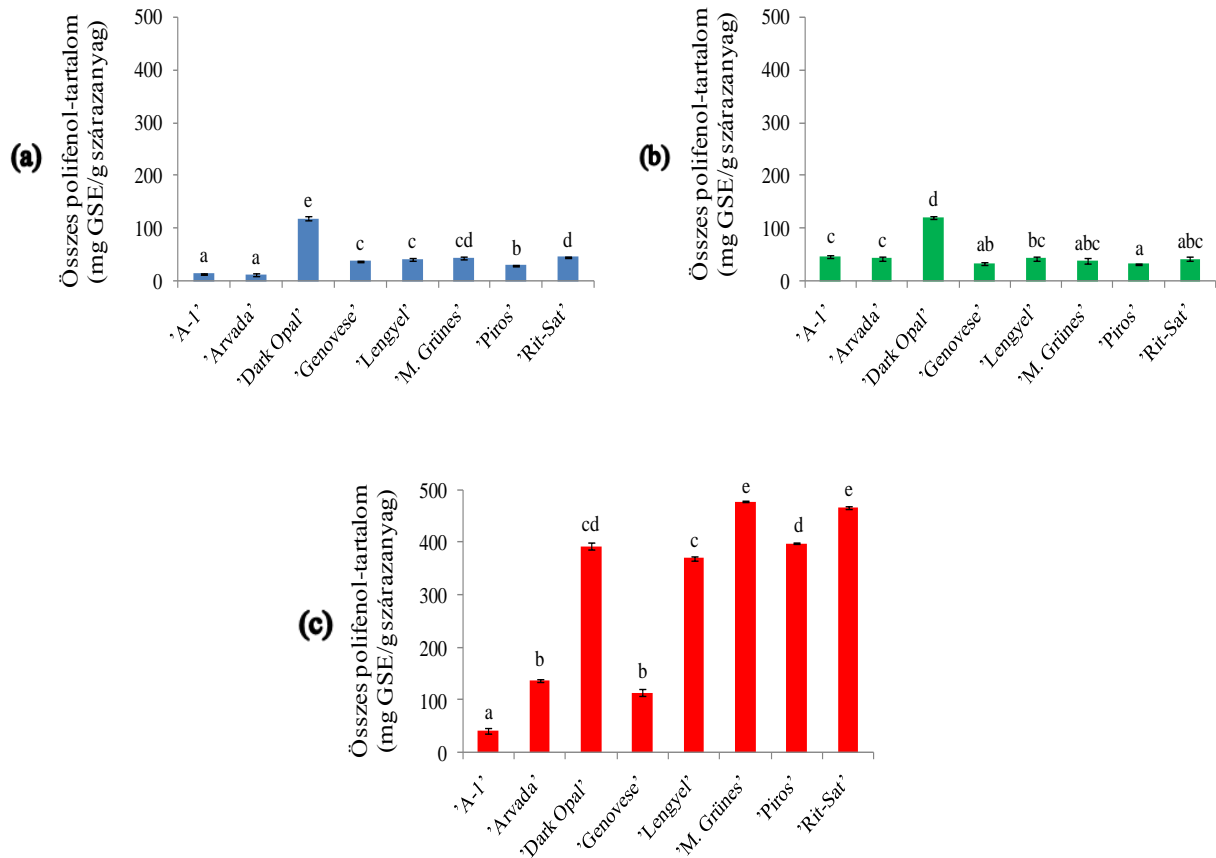
16. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon összes polifenol-tartalmának átlaga (TPC) (mg GSE/g sz. a.) és szórása a teljes virágzás fenofázisában, száraz levelekre vonatkoztatva (Soroksár, 2012). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Tukey post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).

2013-ban a taxonok és a különböző fenofázisok ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium) között szignifikáns különbség jelentkezett az összes polifenol-tartalomban (taxon: $F(7;80)=4875,886$; $p \leq 0,001$) (fenofázis: $F(2;80)=46366,391$; $p \leq 0,001$). A különböző fenofázisokban kapott, összes polifenol-tartalomra vonatkozó páronkénti vizsgálat értékeit a **17. ábrán** láthatjuk.

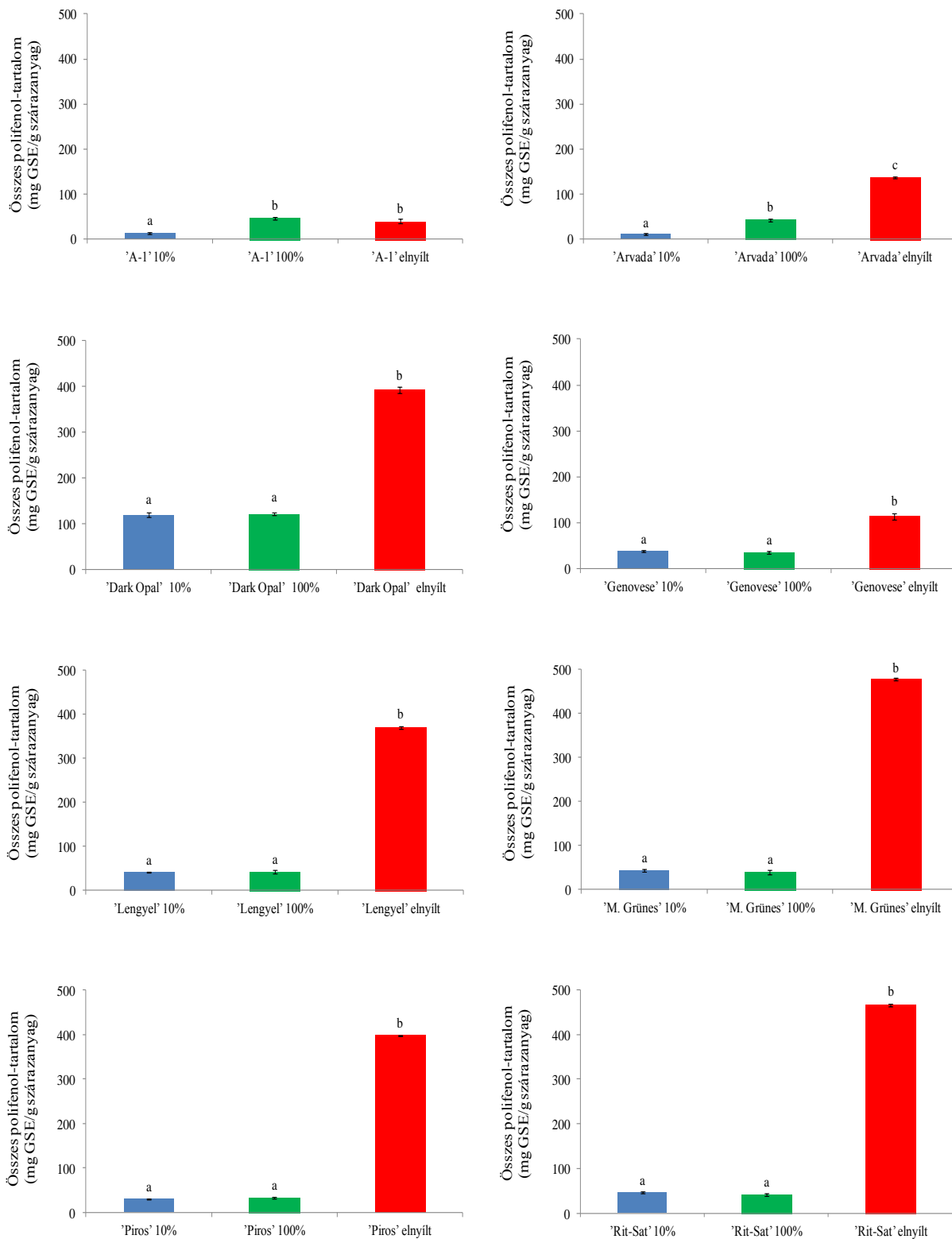
Virágzás kezdetén a legnagyobb összes polifenol-tartalmat a 'Dark Opal' taxonban ($119,05 \pm 4,83$ mg/GSE/g sz. a.) mértem, míg a legkisebbet az egymástól jelentősen nem különböző 'Arvada' ($12,23 \pm 1,88$ mg/GSE/g sz. a.) és 'A-1' taxonokban ($14,16 \pm 1,96$ mg/GSE/g sz. a.).

A legnagyobb összes polifenol-tartalmat teljes virágzásban a 'Dark Opal' taxon ($121,23 \pm 2,85$ mg/GSE/g sz. a.), a legkisebbet a 'Piros' taxon ($33,25 \pm 1,46$ mg/GSE/g sz. a.) szolgáltatta.

Az elnyílt stádiumban a legmagasabb összes polifenol-tartalma az 'M. Grünes' (477,33±2,25 mg/GSE/g sz. a.) és a 'Rit-Sat' taxonnak (465,80±2,74 mg/GSE/g sz. a.), a legalacsonyabb az 'A-1' taxonnak (40,38±5,25 mg/GSE/g sz. a.) volt.



17. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának összes polifenol-tartalom átlaga (TPC) (mg GSE/g sz. a.) és szórása különböző fenofázisokban ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium) (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).



10 % : virágzás kezdete

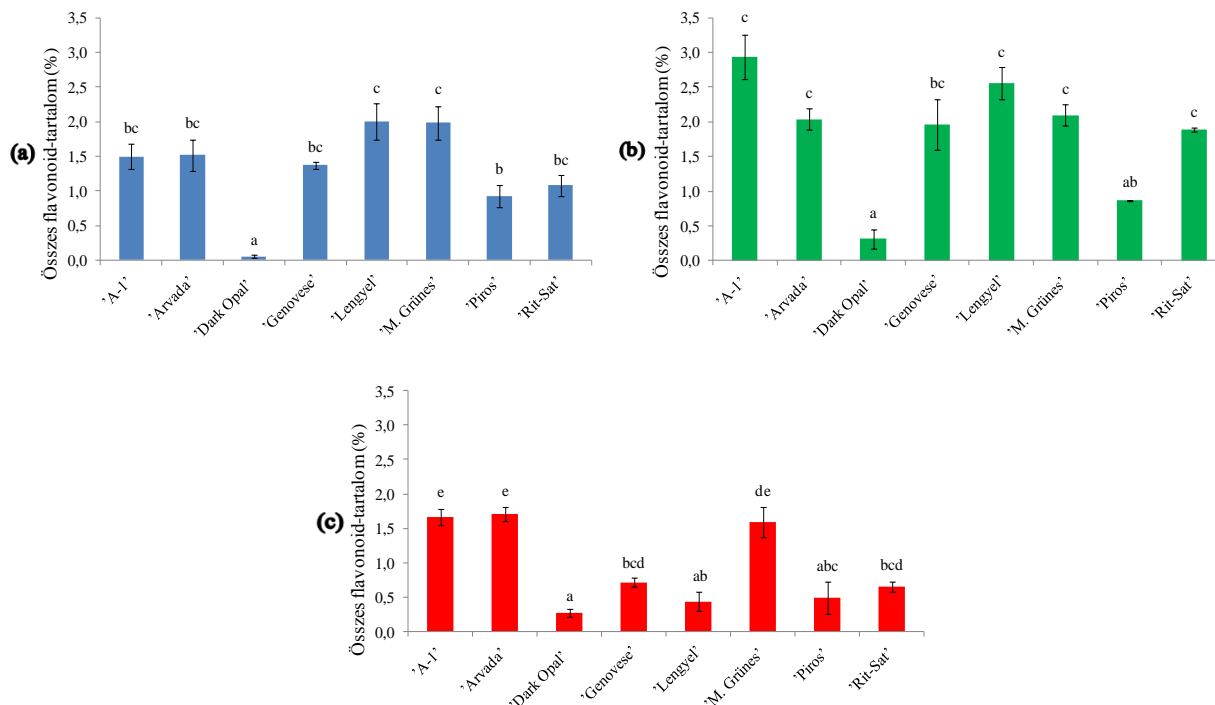
100 % : teljes virágzás

elnyílt : elnyílt stádium

18. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának összes polifenol-tartalom átlaga (TPC) (mg GSE/g sz. a.) és szórása különböző fenofázisokban ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium), taxonokra lebontva (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).

4.1.6. Összes flavonoid-tartalom

2013-ban kísérletünket kiegészítettem az összes flavonoid-tartalom %-os meghatározásával, valamint meghatároztam a szalvigenin és nevadenzin flavonoid-aglikonok mennyiségi felhalmozódását.



19. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának összes flavonoid-tartalom átlaga (TFC) (%) és szórása különböző fenofázisok során ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium) (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).

2013-ban mind a taxonok, mind a különböző fenofázisok ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium) között szignifikáns különbség volt megfigyelhető (taxon: $F(7;24)=51,232$; $p \leq 0,001$) (fenofázis: $F(2;24)=73,695$; $p \leq 0,001$) az összes flavonoid-tartalomra vonatkozólag.

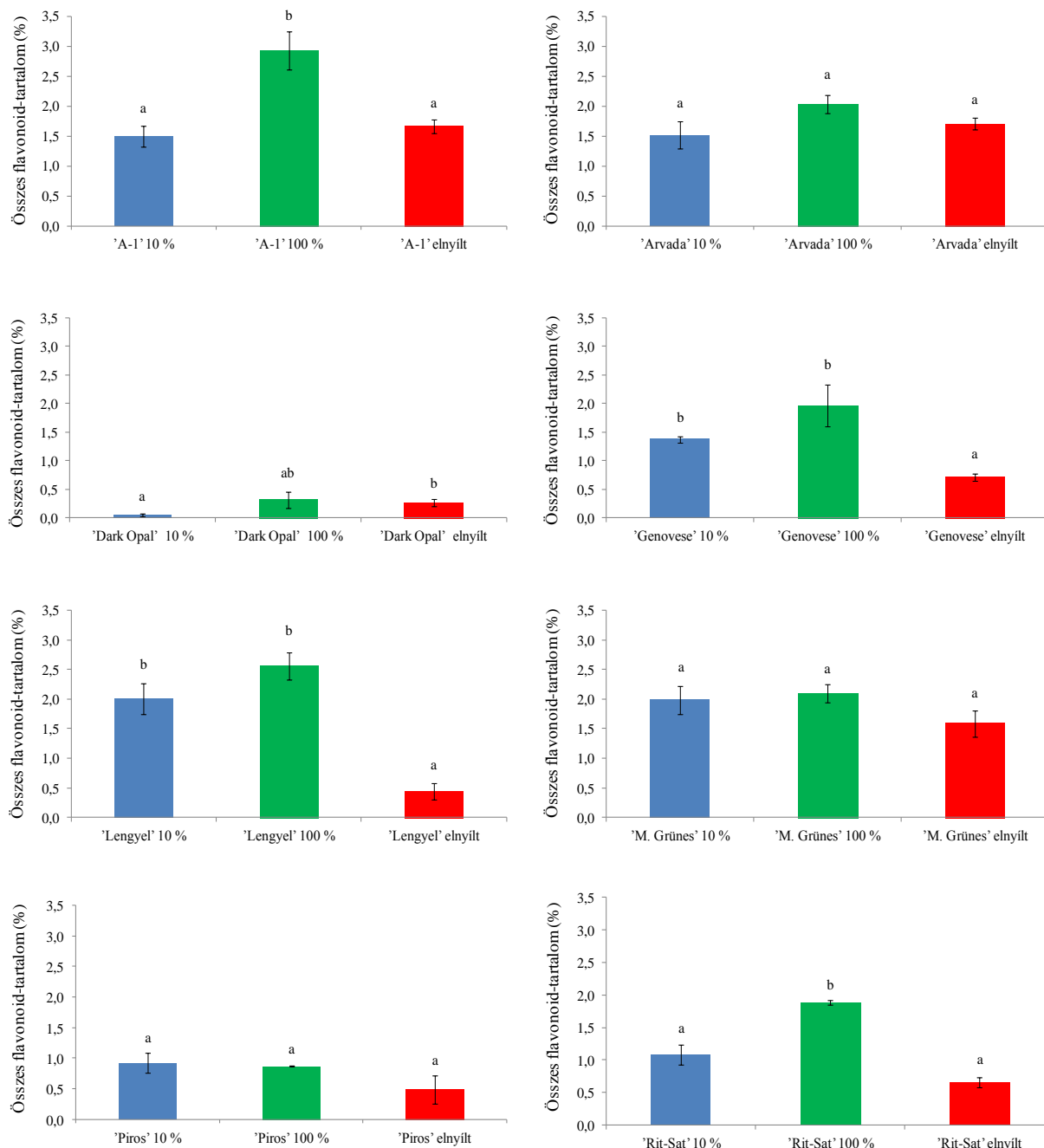
Az eltérő fenofázisokra lebontott összes flavonoid-tartalom páronkénti vizsgálati eredményeit a **19. ábra** szemlélteti.

A virágzás kezdete során a legnagyobb összes flavonoid-tartalom a 'Lengyel' ($2,00 \pm 0,26$ %) és az 'M. Grűnes' taxonhoz ($1,98 \pm 0,24$ %) tartozott, míg a legkisebb a 'Dark Opal' taxonhoz ($0,05 \pm 0,02$ %).

Teljes virágzásban a legmagasabb összes flavonoid-tartalom az 'A-1' taxonhoz ($2,93 \pm 0,32$ %) volt párosítható. Az 'Arvada' ($2,04 \pm 0,15$ %), 'Lengyel' ($2,56 \pm 0,23$ %), 'Rit-Sat' ($1,88 \pm 0,03$ %) és az 'M. Grűnes' ($2,10 \pm 0,15$ %) taxonok is a legnagyobb csoportba tartoztak

összes flavonoid-tartalmuk alapján. A legalacsonyabb összes flavonoid-tartalmat pedig ismét a 'Dark Opal' taxon ($0,31 \pm 0,14$ %) produkálta.

Az elnyílt fenofázisban a legnagyobb összes flavonoid-tartalom az azonos csoportba tartozó 'Arvada'- ($1,71 \pm 0,10$ %) és 'A-1' taxonokhoz ($1,66 \pm 0,11$ %), a legkisebb pedig szintén a 'Dark Opal' taxonhoz ($0,27 \pm 0,06$ %) volt köthető.



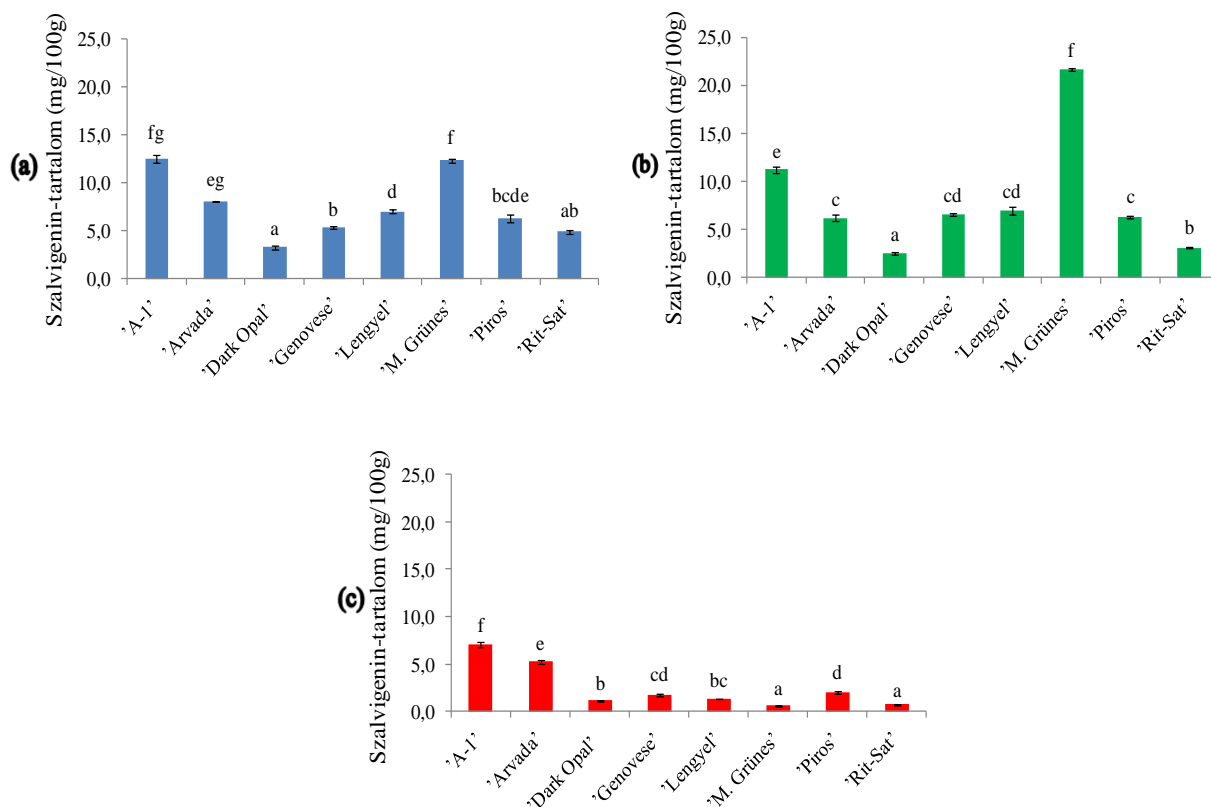
10 % : virágzás kezdete

100 % : teljes virágzás

elnyílt : elnyílt stádium

20. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának összes flavonoid-tartalom átlaga (TFC) (%) és szórása különböző fenofázisok során ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium), taxonokra lebontva (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).

4.1.7. Szalvigenin-tartalom



21. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának szalvigenin-tartalom átlaga (mg/100g) és szórása különböző fenofázisokban ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium) (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).

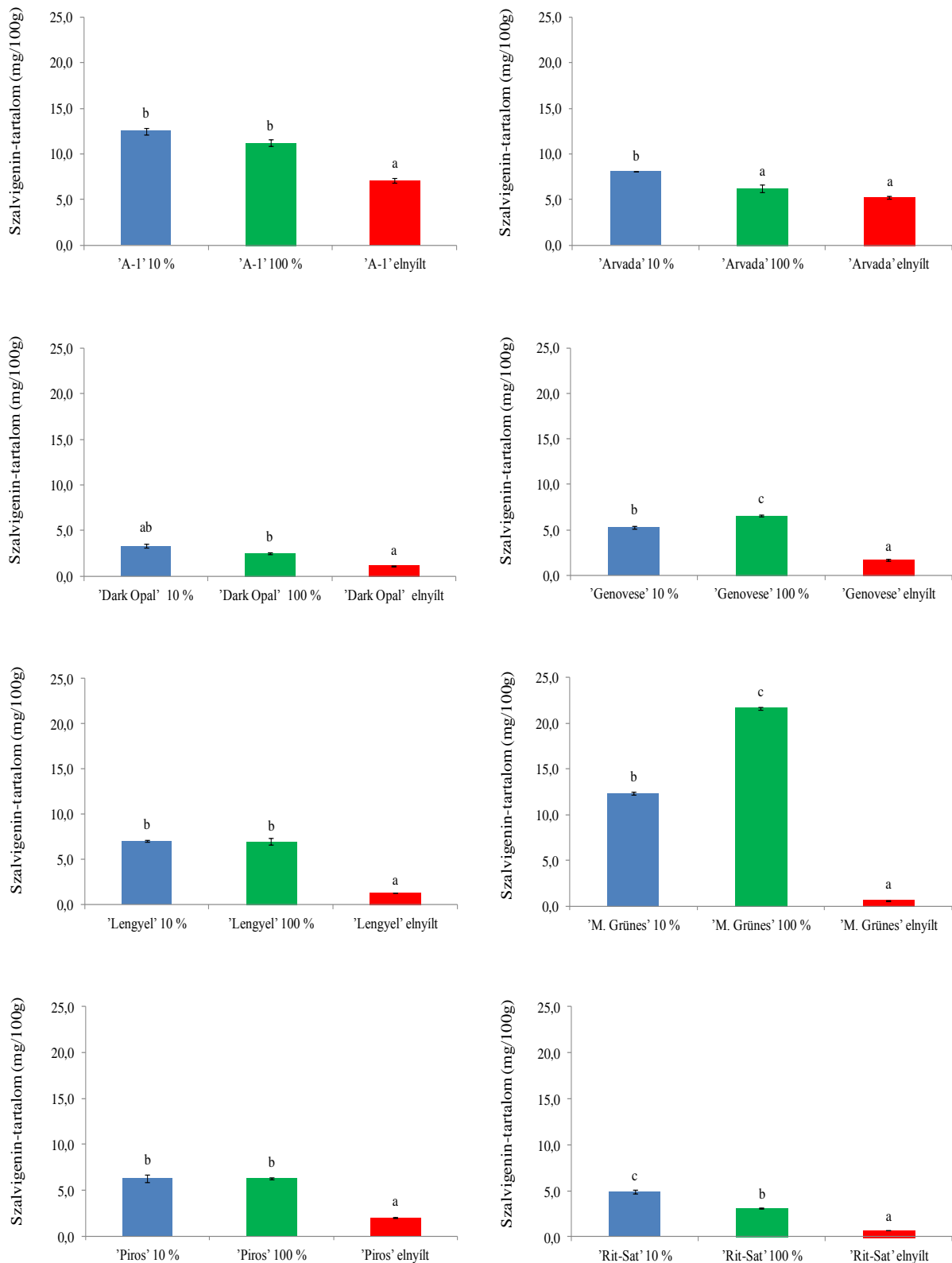
2013-ban a szalvigenin-tartalomban a taxonok és a különböző fenofázisok ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium) között jelentős különbség volt tapasztalható (taxon: $F(7;44)=2018,910$; $p \leq 0,001$) (fenofázis: $F(2;44)=5129,605$; $p \leq 0,001$).

A szalvigenin-tartalom mennyiségi felhalmozódását – az eltérő fenofázisokra lebontva – a páronkénti vizsgálatok szemléltetik (**21. ábra**).

Virágzás kezdetén a legmagasabb hatóanyag-tartalom az 'A-1' taxonhoz ($12,49 \pm 0,40$ mg/100g), míg a legalacsonyabb a 'Dark Opal' taxonhoz ($3,31 \pm 0,21$ mg/100g) volt köthető.

A teljes virágzás fenofázisában a legnagyobb szalvigenin-tartalmi érték az 'M. Grünes' taxonhoz ($21,64 \pm 0,14$ mg/100g), míg a legkisebb ismét a 'Dark Opal' taxonhoz ($2,50 \pm 0,09$ mg/100g) tartozott.

Az elnyílt stádiumban a legmagasabb értéket az 'A-1' taxon ($7,10 \pm 0,27$ mg/100g) produkálta, a legalacsonyabb értékek az 'M. Grünes' ($0,60 \pm 0,07$ mg/100g) és a 'Rit-Sat' ($0,72 \pm 0,02$ mg/100g) taxonokhoz tartoztak.



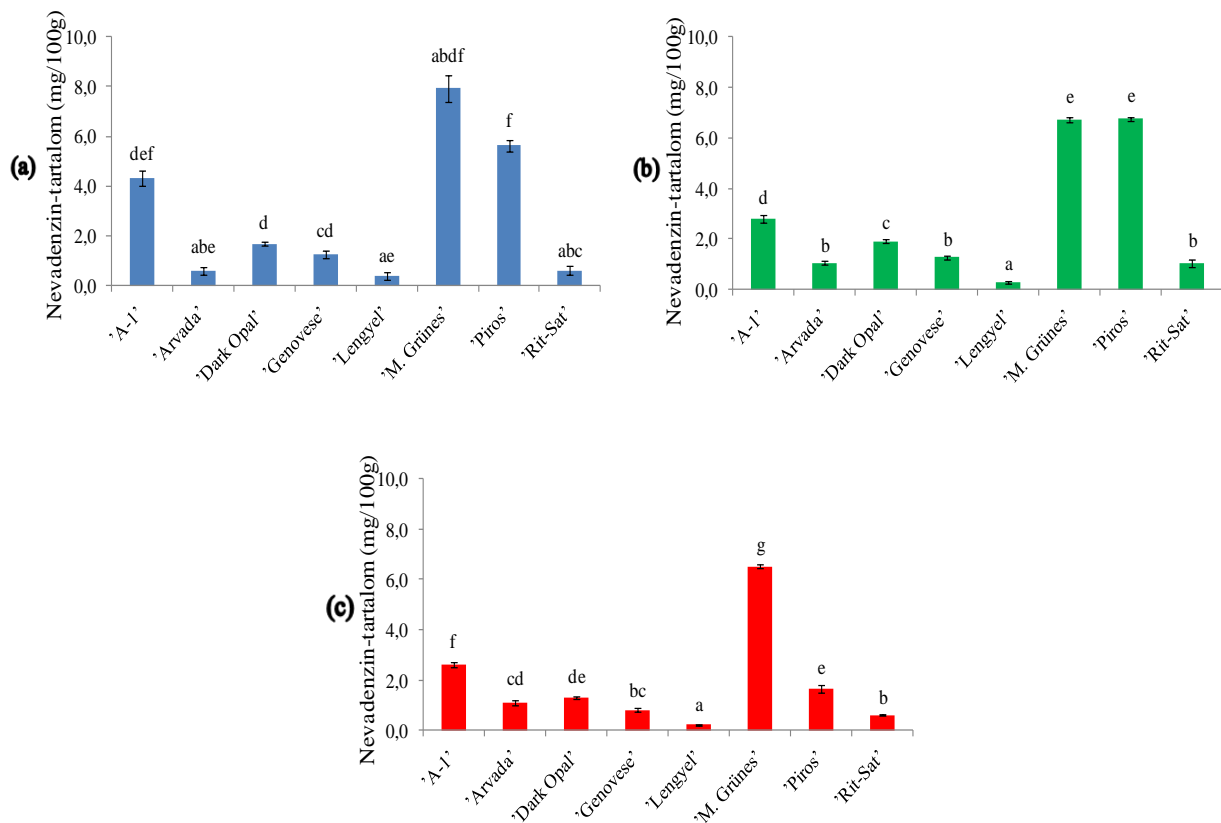
10 % : virágzás kezdete

100 % : teljes virágzás

elnyílt : elnyílt stádium

22. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának szalvigenin-tartalom átlaga (mg/100g) és szórása különböző fenofázisokban ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium), taxonokra lebontva (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).

4.1.8. Nevadenzin-tartalom



23. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának nevadenzin-tartalom átlaga (mg/100g) és szórása különböző fenofázisok vizsgálatokor ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium) (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).

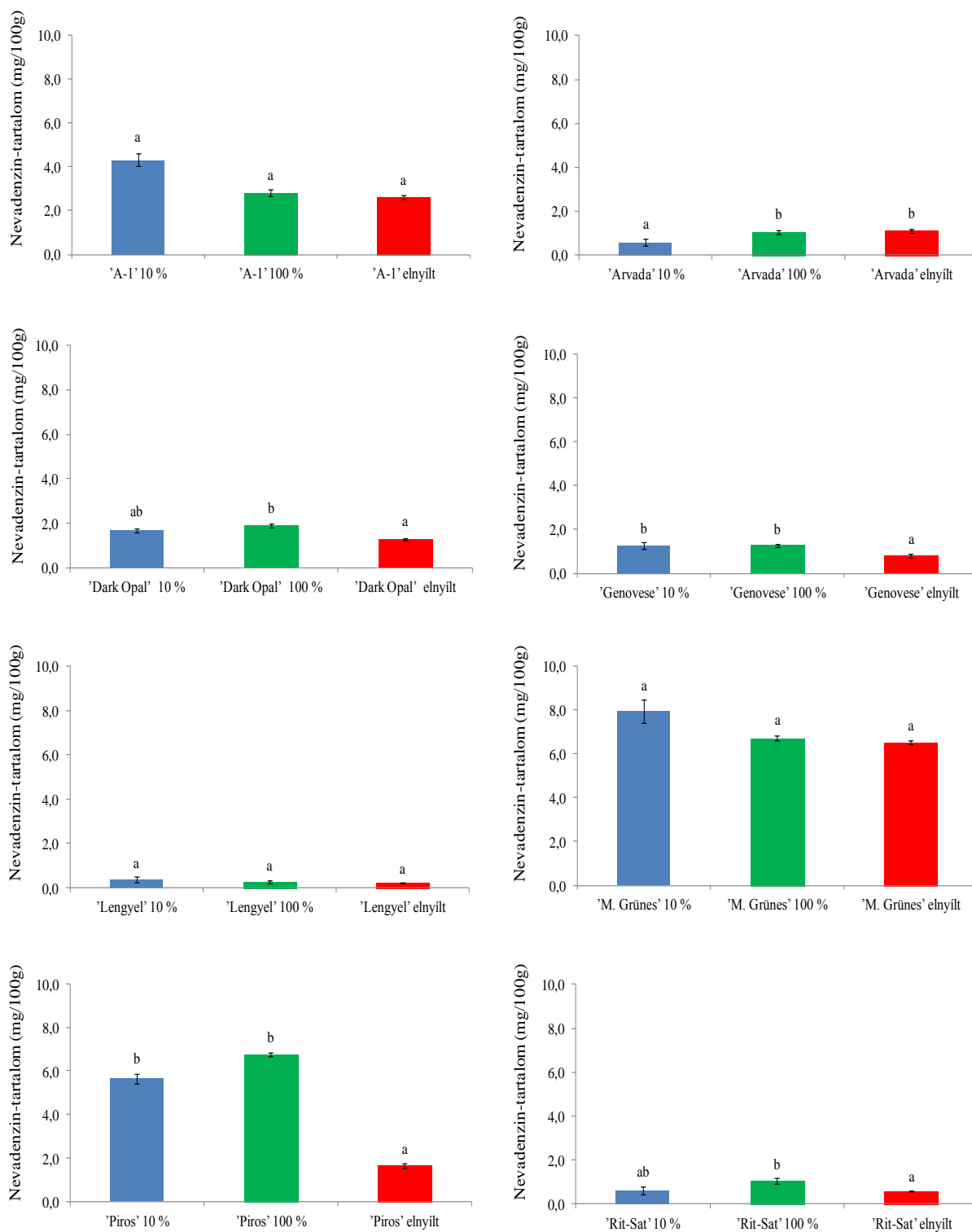
A nevadenzin-tartalmat kielemezve 2013-ban a taxonok és a különböző fenofázisok ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium) között szignifikáns különbség volt megfigyelhető (taxon: $F(7;42)=1906,634$; $p \leq 0,001$) (fenofázis: $F(2;42)=285,329$; $p \leq 0,001$).

A nevadenzin-tartalom mennyiségi felhalmozódását – az eltérő fenofázisokra lebontva – a **23. ábrán** található páronkénti vizsgálatok szemléltetik.

Virágzás kezdetén a legmagasabb nevadenzin-tartalom az 'M. Grűnes' taxonhoz ($7,94 \pm 0,54$ mg/100g), míg a legalacsonyabb a 'Lengyel' taxonhoz ($0,38 \pm 0,14$ mg/100g) tartozott.

A teljes virágzás fenofázisában a legnagyobb nevadenzin-tartalmat a 'Piros' taxon ($6,76 \pm 0,09$ mg/100g) és a tőle jelentősen nem különböző 'M. Grűnes' taxon ($6,72 \pm 0,11$ mg/100g) produkálta. A legkisebb nevadenzin-tartalmi értékkel ismét a 'Lengyel' taxon ($0,27 \pm 0,05$ mg/100g) rendelkezett.

Az elnyílt stádiumban a legtöbb nevadenzint az 'M. Grűnes' taxon ($6,52 \pm 0,08$ mg/100g) halmozta fel, a legkevesebbet pedig újra a 'Lengyel' taxon ($0,22 \pm 0,02$ mg/100g).



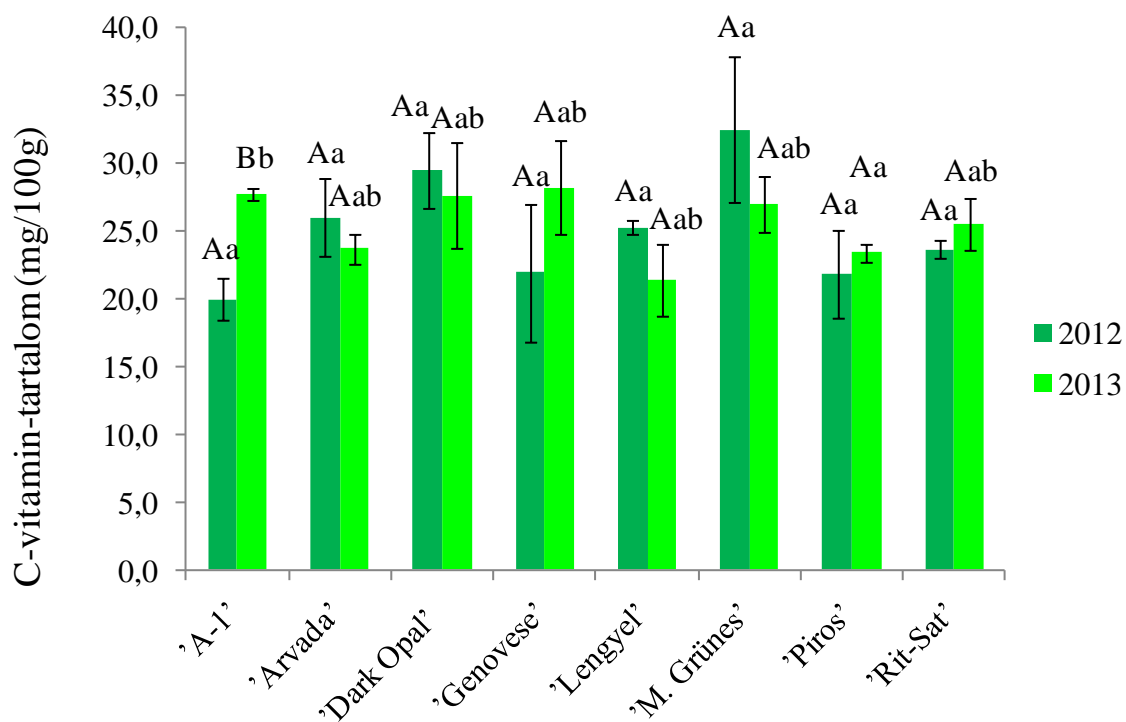
10 % : virágzás kezdete

100 % : teljes virágzás

elnyilt : elnyílt stádium

24. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának neoflavanon-tartalom átlaga (mg/100g) és szórása különböző fenofázisok vizsgálatakor ((a) virágzás kezdete, (b) teljes virágzás, (c) elnyílt stádium), taxonokra lebontva (Soroksár, 2013). Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a Games-Howell post hoc teszt alapján ($p \leq 0,05$).

4.1.9. C-vitamin-tartalom



25. ábra. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon száraz leveleinek C-vitamin-tartalom átlaga (mg/100g) és szórása a teljes virágzás stádiumában (Soroksár, 2012 és 2013). A különböző betűk szignifikánsan különböző csoportokat jelölnek. Kisbetűk: rögzített évekre a taxonok összehasonlítása; nagybetűk: rögzített taxonokra az évek összehasonlítása (Games-Howell post hoc teszt; $p \leq 0,05$).

Az évek között nem (év: $F(1;32)=0,344$; $p=0,562$), a taxonok között viszont szignifikáns különbség volt kimutatható (taxon: $F(7;32)=4,702$; $p \leq 0,01$), valamint a taxon és az év interakciója is jelentős különbséget mutatott (taxon*év: $F(7;32)=4,227$; $p \leq 0,01$) a C-vitamin-tartalomban.

A páronkénti vizsgálat eredményeit a 2012-es és 2013-as évben a **25. ábra** szemlélteti, mindkettőt a teljes virágzás stádiumában.

2012-ben a taxonok között nem volt jelentős különbség detektálható. A legmagasabb C-vitamin-tartalmat az 'M. Grűnes' taxon ($32,46 \pm 5,33$ mg/100g), a legalacsonyabbat pedig az 'A-1' taxon ($19,94 \pm 1,58$ mg/100g) esetében tapasztaltuk.

2013-ban az 'A-1' és 'Piros' taxon C-vitamin-tartalma jelentősen eltért egymástól és a többi taxontól is, melyek között nem volt szignifikáns különbség kimutatható. A legmagasabb C-vitamin-tartalommal a 'Genovese' taxon ($28,21 \pm 3,47$ mg/100g), míg a legalacsonyabbal a 'Lengyel' taxon ($21,35 \pm 2,69$ mg/100g) rendelkezett.

4.2. A vizsgálati eredmények értékelése

4.2.1. Antioxidáns kapacitást jellemző paraméterek közötti összefüggések

Az antioxidáns- és szabadgyökfogó-kapacitást jellemző módszerek (FRAP, DPPH) és bizonyos antioxidáns hatással rendelkező vegyületek/vegyületcsoportok (C-vitamin, összes polifenol, illóolaj, összes flavonoid, szalvigenin, nevadenzin) közötti összefüggés-jellemzés a Pearson-féle korrelációs együttható értékkel történt.

A 2012-es év kísérlete során a teljes virágzás fenofázisában egyedül a levelek FRAP-értékei és az összes polifenol-tartalma között mutatkozott jelentős korreláció ($r=0,601$) (**7. táblázat**).

7. táblázat. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum L.* taxon száraz leveleinek antioxidáns kapacitását jellemző értékek páronkénti kapcsolata (Pearson-féle korrelációs együtthatók) 2012-ben, a teljes virágzás stádiumában

teljes virágzás	FRAP	DPPH	TPC	C-vitamin	illóolaj
FRAP	—	-0,134	0,601*	0,006	-0,034
DPPH	0,542	—	-0,184	-0,030	0,378
TPC	0,000	0,425	—	-0,029	0,115
C-vitamin	0,978	0,891	0,901	—	0,398
illóolaj	0,878	0,069	0,621	0,054	—

* Az összefüggés ($p \leq 0,05$) szignifikáns.

2013-ban további antioxidáns hatással rendelkező vegyületeket/vegyületcsoportot is bevontam a kísérletbe. Mivel ebben az évben már egységesen a növényi herbákat vizsgáltam, a DPPH és C-vitamin-adatok nem kerültek bele a kiértékelésbe, ugyanis azok csak tisztán a leveles részt tartalmazzák, továbbá csak a teljes virágzás során voltak mérve.

A különböző fenofázisok részletes elemzése után meghatároztam az egyes fenofázisokban az antioxidáns kapacitást jellemző értékek közötti korrelációt.

A virágzás kezdetén a legerősebb szignifikáns összefüggés az összes polifenol-tartalom és az illóolaj-tartalom között volt ($r=0,759$). Ennél gyengébb szignifikáns korrelációt mutatott az összes polifenol-tartalom és az összes flavonoid-tartalom ($r=-0,698$), az összes flavonoid-tartalom és a szalvigenin-tartalom ($r=0,590$), valamint a szalvigenin-tartalom és a nevadenzin-tartalom kapcsolata ($r=0,552$), csökkenő sorrendben. A leggyengébb, de még jelentős összefüggés a FRAP és összes flavonoid-tartalom között volt látható (**8. táblázat**).

8. táblázat. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának antioxidáns kapacitását jellemző értékek páronkénti kapcsolata (Pearson-féle korrelációs együtthatók) 2013-ban, a virágzás kezdetén

virágzás kezdete	FRAP	TPC	Illóolaj	TFC	szalvigenin	nevadenzin
FRAP	—	-0,216	0,210	0,518*	0,378	-0,225
TPC	0,180	—	0,759*	-0,698*	-0,549	-0,083
illóolaj	0,324	0,000	—	-0,234	-0,157	0,078
TFC	0,010	0,000	0,270	—	0,590*	0,143
szalvigenin	0,100	0,012	0,508	0,006	—	0,552*
nevadenzin	0,341	0,727	0,744	0,547	0,018	—

* Az összefüggés ($p \leq 0,05$) szignifikáns.

A teljes virágzást vizsgálva azt tapasztaltam, hogy a legszorosabb jelentős összefüggés a bazsalikom két fő flavonoid-aglikonja (szalvigenin, nevadenzin) között mutatkozott ($r=0,683$). Hasonló mértékű szignifikáns összefüggést találtam az összes polifenol-tartalom és az összes flavonoid-tartalom páronkénti vizsgálata során is ($r=-0,618$). Az összes polifenol-tartalom és az illóolaj-tartalom között ennél gyengébb, de még szignifikáns kapcsolatot detektáltam ($r=0,447$), míg a legkisebb jelentős korreláció ($r=0,419$) az összes flavonoid-tartalom és a szalvigenin-tartalom páronkénti vizsgálatához volt köthető (**9. táblázat**).

9. táblázat. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának antioxidáns kapacitását jellemző értékek páronkénti kapcsolata (Pearson-féle korrelációs együtthatók) 2013-ban, a teljes virágzás során

teljes virágzás	FRAP	TPC	Illóolaj	TFC	szalvigenin	nevadenzin
FRAP	—	-0,278	0,060	-0,064	0,056	0,149
TPC	0,082	—	0,447*	-0,618*	-0,384	-0,177
illóolaj	0,779	0,029	—	-0,162	0,297	0,211
TFC	0,766	0,001	0,449	—	0,419*	-0,176
szalvigenin	0,795	0,064	0,158	0,041	—	0,683*
nevadenzin	0,498	0,419	0,335	0,421	0,000	—

* Az összefüggés ($p \leq 0,05$) szignifikáns.

Az elnyílt stádiumban a leghatározottabb korreláció az összes polifenol-tartalom és a szalvigenin-tartalom között volt ($r=-0,802$). Ezt követte a FRAP és az illóolaj-tartalom közötti jelentős korreláció ($r=-0,774$). Ennél gyengébb, de szignifikáns kapcsolat az összes polifenol-tartalom és az összes flavonoid-tartalom ($r=-0,647$) és az összes flavonoid-tartalom és szalvigenin-tartalom ($r=0,643$) között jelentkezett, melyek korrelációs értékei hasonlóan volt mondható. Ugyanilyen hasonlóság jellemezte a nevadenzin-tartalom és az összes polifenol-tartalom ($r=-0,553$), valamint a nevadenzin-tartalom és az összes flavonoid-tartalom kapcsolatát

($r=0,551$), melyek gyengébb szignifikáns összefüggést mutattak, mint az előzőek. A legalacsonyabb szignifikáns korrelációs értékkel bíró kapcsolat a FRAP és az összes flavonoid-tartalom között volt (**10. táblázat**).

10. táblázat. Génbankból származó 8 különböző *Ocimum basilicum* L. taxon herbájának antioxidáns kapacitását jellemző értékek páronkénti kapcsolata (Pearson-féle korrelációs együtthatók) 2013-ban, az elnyílt stádiumában

elnyílt stádium	FRAP	TPC	Illóolaj	TFC	szalvigenin	nevadenzin
FRAP	—	0,299	-0,774*	-0,423*	-0,288	-0,298
TPC	0,165	—	0,115	-0,647*	-0,802*	-0,553*
illóolaj	0,000	0,661	—	0,295	0,074	0,315
TFC	0,049	0,005	0,162	—	0,643*	0,551*
szalvigenin	0,193	0,000	0,731	0,001	—	0,056
nevadenzin	0,190	0,026	0,143	0,006	0,801	—

* Az összefüggés ($p \leq 0,05$) szignifikáns.

4.2.2. A vizsgált taxonok teljesítménymutatóinak több szempontot egyszerre figyelembe vevő komplex értékelése

A kapott adatokat táblázatban összesítve kiválasztható közülük az egyes vizsgálatok során mért legjobb eredmény, ennek értéke kerül az utolsó, referencia oszlopba (Read). Ez jellemzően a legnagyobb szám, kivéve a DPPH vizsgálatot, amelyben a legkisebb numerikus adat jelenti a legjobb tulajdonságot. Ily módon létrehoztunk egy elméleti, ideális taxont, ennek számsora képezi az összehasonlítás alapját (**11. táblázat**).

11. táblázat. Az SRD-hez szükséges bemenő adatok (az adott génbanki taxonjaink 2013. évi, teljes virágzás fenofázisában betakarított száraz leveleiből és herbájából kapott értékek) mátrixa a normalizáció után (négyzetgyökös transzformáció). A referencia oszlop a Read értékeket (a mért legjobb értékeket) tartalmazza

	'A-1'	'Arvada'	'Dark Opal'	'Genovese'	'Lengyel'	'M. Grünes'	'Piros'	'Rit-Sat'	Read
C-vitamin	5,262	4,865	5,254	5,311	4,621	5,192	4,837	5,053	5,311
DPPH	1,154	1,172	1,165	1,132	1,150	1,150	1,178	1,168	1,132
összes fenol	6,874	6,545	11,011	5,887	6,538	6,293	5,766	6,450	11,011
FRAP	13,466	12,813	15,538	17,403	18,733	18,258	18,013	20,312	20,312
összes flavonoid	1,711	1,428	0,560	1,401	1,599	1,447	0,932	1,373	1,711
szalvigenin	3,352	2,495	1,582	2,561	2,641	4,652	2,504	1,760	4,652
nevadenzin	1,675	1,030	1,381	1,127	0,516	2,592	2,636	1,025	2,636
illóolaj felhalm.	0,941	0,968	1,151	0,804	1,176	1,143	0,976	0,849	1,176

A vizsgált taxonok teljesítménye alapján az elméletileg legjobban teljesítő taxon értékei kerültek a referencia oszlopba félkövér betűtípussal kiemelve (Read).

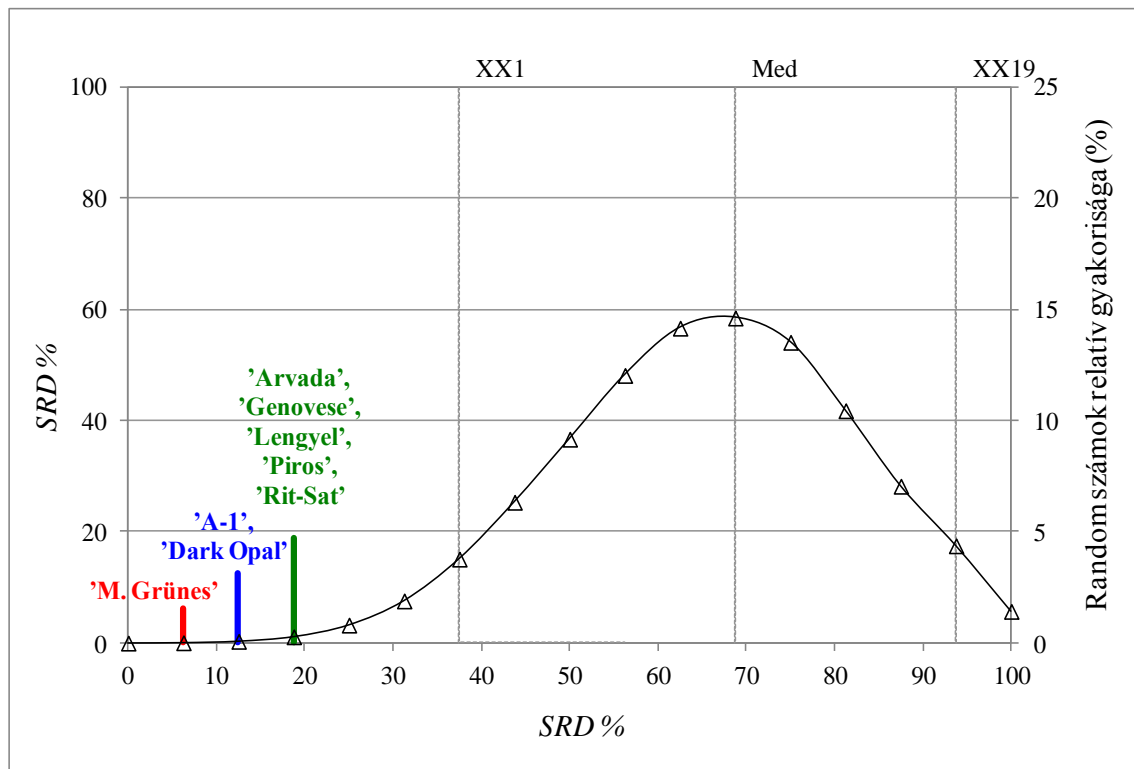
Erre az adattáblára futtattam az SRD-módszert. A transzformált adatokból létrejött taxonrangsor azt adja meg, hogy az egyes taxonok teljesítménye mennyiben tér el az egyes taxonok legjobb teljesítménye alapján létrehozott elméleti legjobb teljesítményű taxontól. Egy

taxon minél közelebb van a legjobb taxonhoz (zérus ponthoz), annál jobb a teljesítménye. Az eredmények alapján jellegzetes csoportosulásokat azonosítottam. A legjobb taxonnak az 'M. Grünes' adódott. Utána következett egy csoportot alkotva az 'A-1' és 'Dark Opal' taxon. A harmadik helyen a leggyengébben teljesítő csoport, az 'Arvada', 'Genovese', 'Lengyel', 'Piros' és a 'Rit-Sat' helyezkedik el (**12. táblázat**).

12. táblázat. A klaszterekbe sorolt taxonok SRD-rangsora (a félkövérrel jelölt betűtípus a módszer szignifikánságát jelöli / $p=0,05$ /)

Taxon	Sorrend eredmény	p %		MaxSRD=32
	SRD	$x < SRD > =x$		SRDnorm
'M. Grünes'	2	2,48E-03	1,98E-02	6,25
'A-1'	4	1,98E-02	0,10	12,50
'Dark Opal'	4	1,98E-02	0,10	12,50
'Arvada'	6	0,10	0,39	18,75
'Genovese'	6	0,10	0,39	18,75
'Lengyel'	6	0,10	0,39	18,75
'Piros'	6	0,10	0,39	18,75
'Rit-Sat'	6	0,10	0,39	18,75
XX1	12	3,10	6,87	
Q1	18	22,37	34,40	
Med	22	48,56	63,17	
Q3	24	63,17	76,70	
XX19	30	94,20	98,57	

A **12. táblázat** soraiban szereplő XX1 az 5 %-os, a Q1 az 25 %-os, a Med az 50 %-os, a Q3 a 75 %-os, míg az XX19 a 95 %-os percentilist jelöli. Mivel a génbanki taxonokhoz tartozó számított SRDnorm-érték kisebb mint a véletlen értékelés eloszlásához tartozó (5 %-os percentilishez (XX1) tartozó) elméleti valószínűségi sáv, így szignifikánsnak tekintjük minden taxon ezen teljesítménymutatói alapján történő rangsorolását 5 %-os szignifikancia szinten. Az SRD oszlopa tartalmazza az összegzett abszolút ragszámkülönbségeket (SRD-értékeket) taxonokra vonatkoztatva. A p % oszlop két valószínűségi értéket tartalmaz, az eloszlás diszkrét jellege miatt, az egyik biztosan az 5 %-os érték alatt, a másik biztosan felette van. A grafikus megjelenítését a **26. ábra** mutatja be.

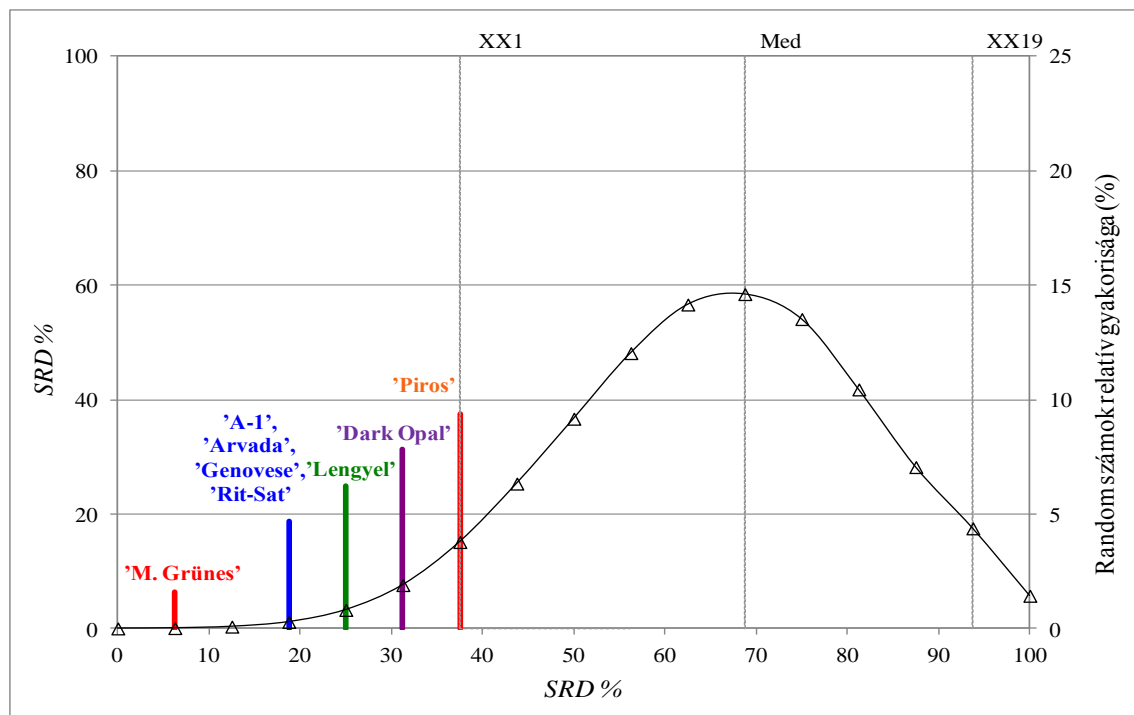


26. ábra. Az *SRD*norm-értékek alapján megállapított 'legjobban teljesítő taxonok' rangsora.

Célszerű a továbbiakban az *SRD*-értékek bizonytalanságát (szórását) az egy elem kihagyásos keresztvalidáció módszerével (Leave-One-Out Cross-Validation – *LOO*) meghatározni. Ehhez a taxonok alapján kiszámított *SRD*-értékek újbóli *SRD*-s futtatásával jutottam. A sorokban levő CV utáni számok azt mutatják, hogy az eredeti adattáblából melyik sorokat (tulajdonságokat) hagytam ki (a tulajdonságlistát lásd a **11. táblázat** 1. oszlopában). A referencia oszlopba a minimum érték került, mert minél kisebb egy génbanki taxon *SRD*-értéke, annál közelebb van az elméleti legjobb taxonhoz (zérus ponthoz) (**13. táblázat, 14. táblázat, 27. ábra**).

13. táblázat. A bemenő adatok mátrixa az eredeti *SRD*-adatokon újbóli, egy elem kihagyásos keresztvalidációval (*LOO*) futtatott *SRD*-értékeket tartalmazza. A referencia oszlopban a minimum *SRD*-értékek szerepelnek

	'A-I'	'Arvada'	'Dark Opal'	'Genovese'	'Lengyel'	'M. Grűnes'	'Piros'	'Rit-Sat'	Min
CV1	4	6	4	6	6	2	6	6	2
CV2	2	2	2	2	4	0	4	2	0
CV3	4	6	4	6	6	2	6	6	2
CV4	4	6	4	6	6	2	6	6	2
CV5	2	4	2	4	4	2	4	4	2
CV6	4	6	4	6	6	2	4	6	2
CV7	2	2	4	2	0	2	4	2	0
CV8	2	4	2	4	4	0	4	4	0



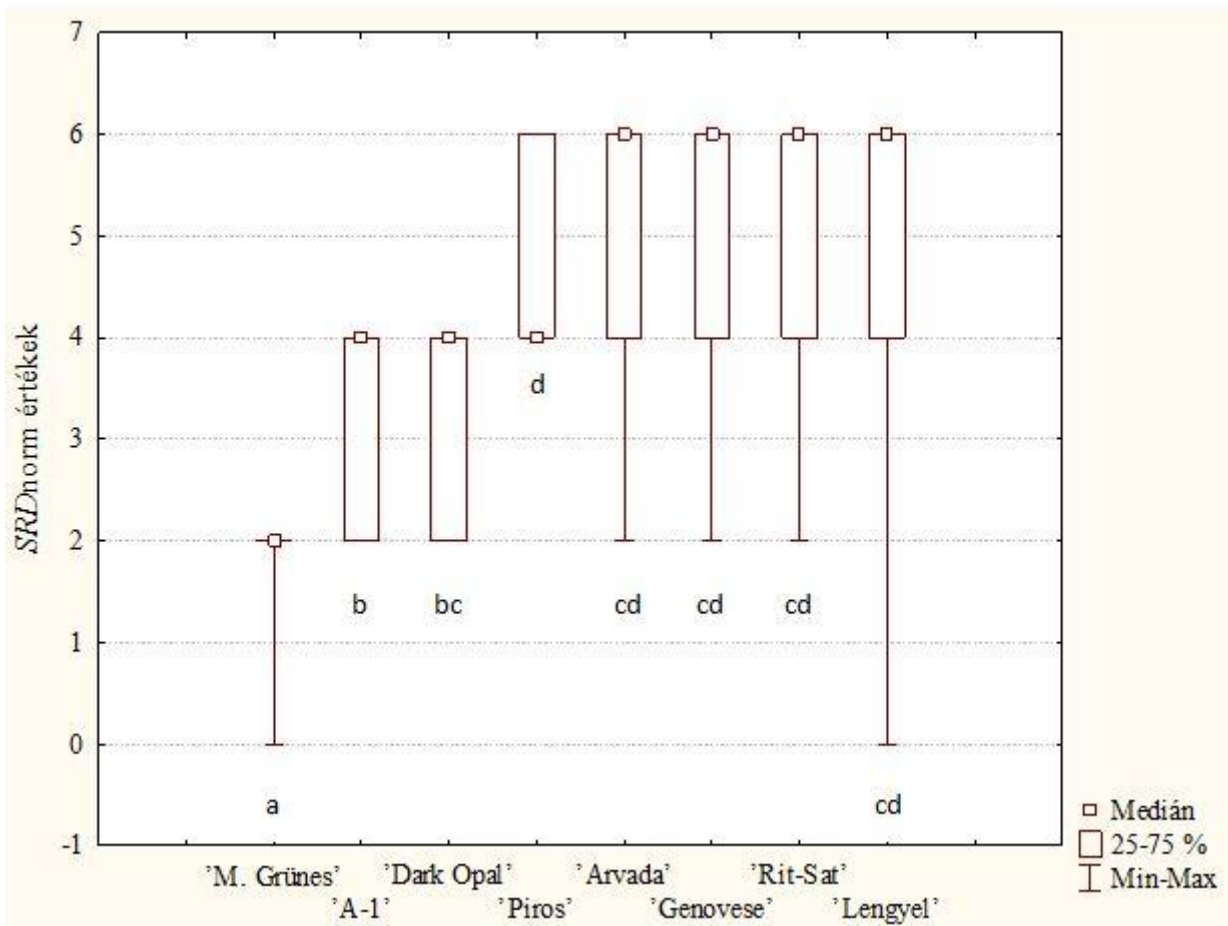
27. ábra. Az SRDnorm-értékek alapján megállapított 'legjobban teljesítő taxonok' rangsora az egy elem kihagyásos validáció után.

Az SRD-értékek újbóli SRD-elemzése révén a legjobb taxonnak ismét az 'M. Grünes' bizonyult. Ezt követték az egy csoportot alkotó 'A-1', 'Arvada', 'Genovese' és 'Rit-Sat' taxonok, majd az ezektől és egymástól is különböző 'Lengyel' és 'Dark Opal'. A leggyengébben teljesítő 'Piros' taxon az XX1 valószínűségi szintet jelentő egyenesen fekszik. Az SRD-számítás részletes eredményeit a 14. táblázat részletezi.

14. táblázat. A klaszterekbe sorolt taxonok SRD-rangsora az egy elem kihagyásos kereszvalidáció (LOO) után (a félkövérrel jelölt betűtípus a módszer szignifikánságát jelöli / $p=0,05$ /)

Sorrend eredmény		p %		MaxSRD=32
Taxon	SRD	x < SRD	> =x	SRDnorm
'M. Grünes'	2	2,48E-03	1,98E-02	6,25
'A-1'	6	0,10	0,39	18,75
'Arvada'	6	0,10	0,39	18,75
'Genovese'	6	0,10	0,39	18,75
'Rit-Sat'	6	0,10	0,39	18,75
'Lengyel'	8	0,39	1,20	25,00
'Dark Opal'	10	1,20	3,10	31,25
'Piros'	12	3,10	6,87	37,50
XX1	12	3,10	6,87	
Q1	18	22,37	34,40	
Med	22	48,56	63,17	
Q3	24	63,17	76,70	
XX19	30	94,20	98,57	

A Box és Whisker ábra bemutatja a taxonok *SRD*norm-értékeinek alsó kvartilisát, mediánját és felső kvartilisét, valamint a minimum és maximum értékeket is. A mediánok alapján történő sorrend a **28. ábrán** látható.



28. ábra. Az *SRD*-értékek Box és Whisker ábrája az egy elem kihagyásos validáció után, növekvő sorrendben. Az eltérő betűk szignifikáns különbségeket jelölnek a különböző taxonoknál a Sign és Wilcoxon párosított próba alapján ($p \leq 0,05$).

A taxonok rangsorának páronkénti összehasonlítását Sign és Wilcoxon párosított próbával végeztem, amelyek eredménye azonosnak adódott. A Box és Whisker ábra és a statisztikai elemzések alapján szignifikánsan a legjobb az 'M. Grűnes' taxon lett. Leggyengébbnek az 'Arvada', 'Genovese', 'Rit Sat' és 'Lengyel' taxonok mutatkoztak, melyek nem különböztek egymástól szignifikánsan (**15. táblázat**).

15. táblázat. Az ismeretlen rangsor páronkénti szignifikáns differenciáinak összevetése Wilcoxon párosított próbával az SRD LOO-értékek alapján (p-értékek és Z-értékek)

	'A-1'	'Arvada'	'Dark Opal'	'Genovese'	'Lengyel'	'M. Grünes'	'Piros'	'Rit-Sat'
'A-1'	-	2,366432	0,000000	2,366432	2,073221	2,366432	2,520504	2,366432
'Arvada'	0,017961	-	1,890378	0,000000	0,000000	2,520504	0,534522	0,000000
'Dark Opal'	1,000000	0,058708	-	1,890378	1,599342	2,520504	2,366432	1,890378
'Genovese'	0,017961	1,000000	0,058708	-	0,000000	2,520504	0,534522	0,000000
'Lengyel'	0,038153	1,000000	0,109746	1,000000	-	2,487865	0,000000	0,000000
'M. Grünes'	0,017961	0,011719	0,011719	0,011719	0,012852	-	2,665570	2,520504
'Piros'	0,011719	0,592980	0,017961	0,592980	1,000000	0,007686	-	0,534522
'Rit-Sat'	0,017961	1,000000	0,058708	1,000000	1,000000	0,011719	0,592980	-

A táblázatban félkövérrel jelöltük a szignifikáns különbségeket ($p \leq 0,05$) (p-értékek). A Z-érték (a mintaelem standardizáltja) megadja, hogy a mintaelem eltérése a minta átlagától a standard deviáció hányszorosa.

4.3. Új tudományos eredmények

1. Kimutattam, hogy a vizsgált kerti bazsalikomok illóolajának összetétele genetikailag rögzített tulajdonság és a taxonok két kemotípusba sorolhatóak. Az 'Arvada', 'Dark Opal', 'Genovese', 'Lengyel' és 'Rit-Sat' taxonok linaloolos, míg az 'A-1', 'M. Grünes' és 'Piros' taxonok linalool–metil-kavikolos kemotípusúak.
2. A fenofázisok kiértékelésekor bizonyítottam, hogy míg az illóolaj-tartalom a virágzás fázisában, addig az összes polifenol-tartalom az elnyílt stádiumban a legmagasabb. Ezzel összefüggésben a FRAP-módszerrel jellemzett antioxidáns kapacitás is az elnyílt stádiumban kulminál. A legnagyobb antioxidáns kapacitásúnak a 'Lengyel' ($718,43 \pm 19,60$ mg/ASE/g sz. a.) és 'Rit-Sat' ($692,81 \pm 22,22$ mg/ASE/g sz. a.) taxonok bizonyultak.
3. Igazoltam, hogy az összes flavonoid-tartalom a virágzás fázisában a legmagasabb. Az összes flavonoid-tartalom az 'A-1', 'Arvada', 'Lengyel', 'Rit-Sat', 'M. Grünes' taxoncsoportban elérte az $1,88 \pm 0,03$ - $2,93 \pm 0,32$ % közötti értékszintet.
4. Kimutattam, hogy a növény két jellemző flavonoid-aglikonjának, a szalvigeninnek és a nevadenzinnek felhalmozódása a virágzás fázisaiban a legnagyobb mértékű.
5. Megállapítottam, hogy a mért paraméterek közül genetikailag rögzítettnek tekinthető az illóolaj mennyiségének fenológiai fázishoz köthető változása. A polifenol-tartalom és a flavonoidok felhalmozódásának szintje fenofázisfüggő, felhalmozódásuk mértéke taxonfüggő.
6. Kimutattam, hogy a felhasználás céljától függően eltérő fenofázisban kell a növényeket betakarítani. A legmagasabb illóolaj-, szalvigenin- és nevadenzin-tartalom kinyeréséhez a virágzás időpontja, míg a maximális antioxidáns aktivitás elérésére az elnyílt stádium az optimális.
7. Erős, részben fenofázistól függő pozitív korrelációt mutattam ki az összes flavonoid-tartalom és a szalvigenin-tartalom között, míg az összes polifenol-tartalom és az összes flavonoid-tartalom között negatív korreláció áll fenn.

8. A vizsgált taxonokat biológiailag aktív anyagaik teljesítménymutatói szerint rangsoroltam. Több szempontot egyszerre figyelembe vevő komplex értékelésük (*SRD*-módszer) alapján a vizsgált taxonok közül az 'M. Grünes' taxon teljesített a legjobban.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A 2012-ben mért illóolaj-tartalmi értékek némileg elmaradtak a Szabó (2000) és Telci és mtsai. (2006) által mért adatoktól, azonban az eredményeket jelentősen befolyásolja többek között a taxonok megválasztása és az évjáráthatás, így számszerű összevetésük csak feltételesen végezhető el.

2013-ban a különböző fenofázisokat vizsgálva a taxonokról megállapítottam, hogy a legnagyobb illóolaj-felhalmozódás a teljes virágzásban ('A-1', 'Lengyel' és 'Piros' taxonok), valamint a virágzás kezdetén volt ('Arvada', 'Dark Opal', 'Genovese', 'M. Grünes' és 'Rit-Sat' taxonok) (**11. ábra**). Ez az eredmény némileg ellentmond a Szabó és Bernáth (2002) által végzett kísérlet adatainak, ahol a 'Lengyel' taxon a virágzás kezdetén, a 'Dark Opal' és 'Rit-Sat' taxonok a teljes virágzás stádiumában, míg az 'A-1' és 'Genovese' taxonok az általunk nem vizsgált virágzás végi fenofázisban érték el illóolajuknak maximumát. Az 'A-1', 'Arvada', 'Dark Opal' és 'M. Grünes' taxonok esetén azonban nem jelentkezett szignifikáns eltérés a két különböző virágzási stádium között. Hangsúlyozottan kijelenthető, hogy minden esetben az elnyílt stádiumban volt a legalacsonyabb az illóolajnak a mennyisége, így fenofázishatás érvényesült. A csökkenés mértéke viszont már taxonfüggő volt. Az elnyílt stádiumban a maximumhoz mért illóolaj-tartalom a kétharmadára ('A-1', 'Arvada' és 'Dark Opal' taxonok), felére ('M. Grünes' és 'Rit-Sat' taxonok), harmadára ('Lengyel' taxon), negyedére ('Genovese' taxon), ötödére ('Piros' taxon) csökkent. A teljes virágzásban és a virágzás kezdetén kapott értékek megfeleltek a Magyar Szabványban (MSZ 20687:1985) támasztott minimum illóolaj-tartalom követelményeinek (0,50-2,00 ml/100g). A 2012-es és 2013-as évi teljes virágzás során tapasztalható jelentős illóolaj-tartalmi eltérést az okozta, hogy a 2012-es évben kizárólag a száraz leveleket vizsgáltam, így kiküszöbölve a szervi arányok különbözősége okozta inhomogenitás lehetőségét, mivel az csekély mértékben ugyan, de befolyásolhatja a mérés eredményét. Így a leveleknél magasabb illóolaj-tartalmú virágzati rész (Lemberkovics és mtsai, 1993) nem szerepelt a vizsgálati anyagban, ennek következtében a megfigyelt értékek alacsonyabbak voltak, mint 2013-ban. Több publikáció a teljes virágzás fenofázisára teszi a maximális illóolaj-tartalom kinyerését célzó optimális betakarítás idejét (Lemberkovics és mtsai., 1996; Nurzyńska-Wierdak és mtsai., 2012; Verma és mtsai., 2012), azonban néhány taxon esetében a kulmináció nem erre a fázisra esik. (Szabó, 2000). 2013 évi méréseim is ez utóbbi megfigyelést támasztják alá. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy amennyiben az illóolaj-tartalom maximalizálása a felhasználás célja, az 'Arvada', 'Dark Opal', 'Genovese', 'M. Grünes' és 'Rit-Sat' taxonokat a virágzás kezdetén, az 'A-1', 'Lengyel' és 'Piros' taxonokat a teljes virágzás fenofázisában célszerű betakarítani. Végső konklúzió levonásához természetesen még huzamosabb ideig folytatott

kísérletek szükségesek, mert csak több év együttes adatait elemezve lehet egzakt képet alkotni például arról, hogy a taxonkiválasztás és az évjáráthatás milyen súllyal befolyásolja az eredményeket.

A vizsgált taxonok illóolaj-összetétele összességében egyezik Szabó (2000) besorolásával (linaloolos és linalool-metil-kavikolos kemotípusúak), azzal a különbséggel, hogy a 'Genovese' és az 'Arvada' taxonok linaloolos típusúnak bizonyultak. A 'Dark Opal' taxon linaloolos kemotípusa eltér Grayer és mtsai. (1996b) ugyanerre a taxonra vonatkozó linalool-eugenolos (30,5-38,6 % linalool, 38,9-48,0 % eugenol) besorolásától. Ennek egyik magyarázata a génbanki anyagok eltérő származása lehet. A nemzetközi irodalomban nem egységesen elfogadott, hogy mekkora értéktől tekintünk egy komponenst főkomponensnek. Grayer és mtsai. (1996b) szerint a kemotípusos besorolást a legalább egy genotípus esetén a 20 %-ot (a teljes illóolaj-tartalom %-ára vonatkoztatva) meghaladó komponensek alapján kellene megállapítani. A főkomponensek pontos százalékos határértékére azonban nem érdemes nagyobb hangsúlyt fektetni, mivel a vizsgálat során bebizonyosodott, hogy a fenilpropanoidok mennyisége (metil-kavikol és eugenol) a szárítás és tárolás során kisebb-nagyobb változáson megy keresztül. Így kisebb mennyiségben felhalmozódó vegyületeket is tekinthetünk főkomponensnek adott esetben (**5. és 6. táblázat**). A kapott eredményekből azt a következtetést vontam le, hogy a vizsgált taxonok illóolajának összetétele genetikailag rögzített tulajdonság.

Az antioxidáns kapacitás mérése során a vizsgált taxonokról általánosságban elmondható, hogy a FRAP 67,94±8,00 és 192,93±13,98 mg/ASE/g sz. a. határértékek között mozgott a virágzás kezdetén, míg a teljes virágzás során 164,18±8,84 és 412,56±23,73 mg/ASE/g sz. a. szélsőértékek között változott. Az elnyílt stádiumban ezek az értékek 442,12±11,49 és 718,43±19,60 mg/ASE/g sz. a. intervallumban realizálódtak. Tehát a virágzás kezdetétől az elnyílásig 3-5-szörös, sőt a 'Piros' taxon esetében csaknem 10-szeres növekedés volt tapasztalható, vagyis szignifikáns fenofázishatás érvényesült, minimális taxonhatás mellett (**14. ábra**). Ennek az lehet a magyarázata, hogy az elnyílt fenofázisban a növény magasabb összes polifenol-tartalommal rendelkezett (lásd az 4.1.5. fejezetben), mely vegyületekről bizonyított, hogy antioxidáns hatásúak (Zheng és Wang, 2001; Cai és mtsai., 2004; Balasundram és mtsai., 2006). A bizonyítottan erős antioxidáns kapacitással rendelkező, szintén a *Lamiaceae* családba tartozó kerti kakukkfűvel (*Thymus vulgaris* L.) és közönséges szurokfűvel (*Origanum vulgare* L.) összehasonlítva megállapítható, hogy a kerti bazsalikom is jelentős antioxidáns kapacitással rendelkezik. Az egyaránt vizes kivonatokkal végzett kísérletek során a kerti kakukkfűnél 85,5-236,0 mg ASE/g sz. a.-ra, míg a közönséges szurokfű esetében 124,45-348,26 mg ASE/g sz. a.-ra vonatkoztatott összes antioxidáns kapacitást mérték (Novák, 2011; Cserhádi, 2015). Az

eredmények tükrében elmondhatjuk, hogy az elnyílt stádiumban érdemes betakarítani a növényt, amennyiben a legnagyobb összes antioxidáns kapacitás a célunk.

A DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitásról – a 2012-es és 2013-as évet összehasonlítva – megállapítható, hogy az 'A-1' és 'Rit-Sat' taxonok esetében nem volt markáns különbség kimutatható. A többi taxon esetében a 2013-as évben szignifikánsan magasabb értékeket kaptam, mint 2012-ben, ami azt jelentette, hogy a 2013-as év során a taxonok rosszabbul teljesítettek, így 2013-ban több mg szárazanyag minta okozott volna 50 %-os gátlást az egyes taxonoknál. Ezt az eredményt magyarázhatja az a tény, hogy 2012-ben a palánták kiültetésétől a vizsgálathoz való betakarításig (május, június, július) a havi középhőmérsékletek melegebbek voltak, mint 2013-ban (**7. és 8. ábra**), így a taxonok 2013-as gyengébb teljesítménye a 2013-as antioxidáns vegyületek felhalmozódását befolyásoló alacsonyabb hőmérsékleti értékekre vezethető vissza. Ezzel egy időben, mivel a havi csapadékmennyiségek 2013-ban hónapról-hónapra jelentősen csökkentek a két év viszonylatában, a kísérletben szereplő növények rendszeresen kiegészítő öntözést kaptak, így a szárazság hatása kevésbé érvényesülhetett. Mindkét évben a 'Genovese' taxon tartozott a legnagyobb antioxidáns kapacitással bíró csoportba. A mért értékeim nehezen hasonlíthatók össze más irodalmi adatokkal, mivel a különböző kutatásokban az extrahálás rendre másképp történt. Az összevetés azért is problematikus, mivel eltérő dimenziót adtak meg a végeredményben (Juliani és Simon, 2002; Koşar és mtsai., 2005; Maisuthisakul és mtsai., 2005; Trevisan és mtsai., 2006; Bunrathep és mtsai., 2007; Nguyen és Niemeyer, 2008; Zakaria és mtsai., 2008; Kwee és Niemeyer, 2011), a kapott értékek már ezért is különböznek egymástól. A kísérlet során a Lugasi és Blázsovcics által közölt módszert választottam (Lugasi és Blázsovcics, 2004), mivel az 150 mg érték egyszerűen kifejezi, hogy hány mg szárazanyag minta okozott volna standard (50 %-os) DPPH gátlást. A kisebb érték nagyobb antioxidáns hatást jelöl, mivel kevesebb növényminta kell az 50 %-os inhibíció eléréséhez.

Juliani és Simon (2002) összes polifenol-tartalomra vonatkoztatva 35,6-126,2 mg/GSE/g sz. a.-tartalmat mértek kerti bazsalikomok friss leveleinek alkoholos extrakciójának vizsgálatakor. 2012. évi mintáim esetében közel hasonló értékeket kaptam, mivel a friss mintáknak ugyan magasabb az összes polifenol-tartalma, mint a szárított mintáké (a tárolás során jelentősen csökken a növények összes polifenol-tartalma (Chan és mtsai., 2009)), azonban az alkoholos extrakcióval kisebb értékeket kapunk az összes polifenol-tartalomra, mintha a kísérletet vizes kivonatolással végeznénk. Az extrakciók közötti különbséget – a vizes kivonatolás javára – bizonyítottam a 2012-es év során történt összes polifenol-tartalmi méréseknél (nem publikált adatok). Más publikációkban hasonló következtetést vontak le (Sárosi, 2009; Cserhádi, 2015).

2013-ban fenofázisonként eltérő volt a taxonok összes polifenol-felhalmozása, a genetikai variabilitás egyértelműen bizonyított. A vizsgált mintákról általánosságban elmondható, hogy míg az összes polifenol-tartalom (TPC) $12,23 \pm 1,88$ - $119,05 \pm 4,83$ mg/GSE/g sz. a. határértékek között halmozódott fel a virágzás kezdetén, addig a teljes virágzás folyamán $33,25 \pm 1,46$ - $121,23 \pm 2,85$ mg/GSE/g sz. a. intervallumban mozgott. Elnyílt stádiumban $40,38 \pm 5,25$ - $477,33 \pm 2,25$ mg/GSE/g sz. a. volt mérhető. A teljes virágzásban kapott értékek megfelelnek az irodalomban közölt nagyságrendnek (Javanmardi és mtsai., 2003 /23,0-65,5 mg/GSE/g sz. a./), mivel az alkoholos extrakció során a vizsgált növényi anyagból nehezebben oldódnak ki a polifenolos vegyületek, így alacsonyabb értékeket kapunk. Mintáink alkoholos kivonása során hasonló eredményre jutottam (nem publikált adatok). Összehasonlításképpen a közismerten magas összes polifenol-tartalommal rendelkező kerti kakukkfűben és közönséges szurokfűben a szintén vizes kivonatokkal történt mérések eredményei a következőképpen alakultak: kerti kakukkfűnél $185,5 \pm 16,0$ mg GSE/g sz. a.-tartalom, a közönséges szurokfűnél pedig $120,89$ - $380,87$ mg GSE/g sz. a.-tartalom (Novák, 2011; Cserhádi, 2015). A taxonok többségénél az összes polifenol-tartalomra nézve nem volt szignifikáns különbség a virágzás kezdete és a teljes virágzás között. Ez alól csak az 'A-1' és 'Arvada' taxon volt kivétel, ahol a virágzás kezdetén felhalmozott összes-polifenol lényegesen alacsonyabb volt, mint a teljes virágzás során (**18. ábra**). A fenofázisok értékelésekor elmondhatjuk, hogy a taxonok a legnagyobb összes polifenol-tartalommal az elnyílt stádiumban rendelkeztek (fenofázishatás). A növekedés mértéke már taxonjellemező. A TPC-tartalom a virágzás kezdetétől az elnyílásig a háromszorosára nőtt az 'A-1', 'Dark Opal' és 'Genovese' taxonoknál, míg 9-13-szoros növekedést tapasztaltunk az összpolicenol-tartalomban az 'Arvada', 'Lengyel', 'M. Grunes', 'Piros' és 'Rit-Sat' taxonoknál. Ez alól csak az 'A-1' taxon volt kivétel, ahol az elnyílt stádiumban kevesebb volt az összes polifenol-tartalom, mint a teljes virágzás fenofázisában, azonban köztük nem volt kimutatható jelentős eltérés. Az elnyílt fenofázisban szignifikánsan megnőtt összpolicenol-tartalom élettani háttere, hogy a növényt különböző stresszek érik (biotikus és abiotikus) a tenyésztési folyamán (pl.: magas UV-besugárzás) (Dixon és Paiva, 1995). Így védekezési mechanizmusa miatt több antioxidáns tulajdonságú fenilpropanoid-hatóanyag halmozódik fel benne, aminek eredményét az elnyílt stádiumban mért ugrásszerűen megnőtt értékek is bizonyították. Ezt támasztotta alá az általam mért antioxidáns kapacitás (FRAP) eredménye is (lásd az 4.1.3. fejezetben). Ennek gyakorlati következménye, hogy a hatóanyag-központú tenyésztés figyelembe vételekor – a felhasználás céljától is függően – az elnyílt stádiumaiban érdemes felhasználni a növényi herbát, amennyiben a TPC-tartalom a felhasználás alapja.

A maximális összes flavonoid-tartalom – összhangban Papageorgiou és mtsai. (2008), valamint Bruni és Sacchetti (2009) adataival – csaknem minden taxonnál a teljes virágzás stádiumában volt megfigyelhető, így fenofázishatás érvényesült (**20. ábra**). Az egyetlen kivétel a 'Piros' taxon volt, amelynél a virágzás kezdete kissé magasabb értéket produkált. A legalacsonyabb összes flavonoid-tartalmak a virágzás kezdetén vagy az elnyílt stádiumban jelentkeztek. Az 'Arvada', 'M. Grünes' és 'Piros' taxonok esetében nem volt szignifikáns különbség a 3 fenofázis között. A különböző fenofázisokat vizsgálva meghatároztam a taxonok összes flavonoid-tartalmát. A virágzás kezdetén $0,05 \pm 0,02$ és $2,00 \pm 0,26$ % között, teljes virágzásban $0,31 \pm 0,14$ és $2,93 \pm 0,32$ % között, míg az elnyílt stádiumban $0,27 \pm 0,06$ és $1,71 \pm 0,10$ % között mozogtak az értékek. A kapott értékek az esetek többségében jóval meghaladják az irodalomban közölt nagyságrendeket (Lemberkovics és mtsai., 1996 /0,28-0,61 %/). Az ontogenezis során a flavonoid-glikozidok mennyiségi felhalmozódása a bimbós állapottól kezdődik és a virágzás folyamán folyamatosan növekszik, ezzel ellentétben a flavonoid-aglikonok akkumulációja már a vetéstől elkezdődik és a vegetációs periódus alatt növekszik (Lemberkovics és mtsai., 1996). Ennek tükrében a teljes virágzás stádiumában magasabb hatóanyag-tartalom volt várható, mint a virágzás kezdetén, amit igazoltunk az összes flavonoid-tartalom vizsgálata során. Az elnyílt stádiumban az összes flavonoid-tartalom lecsökkent. A csökkenés mértéke viszont már taxonfüggő, ami azt igazolja, hogy a vizsgált taxonok genetikailag különböznek. Az elnyílt stádiumban lecsökkent összes flavonoid-tartalom, ugyanakkor megnövekedett összes polifenol-tartalom összefüggéséből arra lehet következtetni, hogy ebben a fenofázisban ugrásszerűen megemelkedett a növényben a fenolos savak mennyisége, ugyanis az összes polifenol-tartalom mérési eredményébe a flavonoidok és a fenolos savak egyaránt beletartoznak. Abban az esetben, amennyiben az összes flavonoid-tartalom a felhasználás alapja, a taxonokat a teljes virágzás stádiumában célszerű betakarítani.

A szalvigenin-tartalom fenofázisonkénti változásának tendenciája párhuzamot mutat az összes flavonoid-tartalommal, azaz fenofázishatás érvényesül. A teljes virágzás stádiumában kapott mennyiségi értékeim a Grayer és mtsai. (2004) által csak a herba leveléből becsült, a mi taxonjainktól eltérő 6 kerti bazsalikom taxon szalvigenin-tartalom intervallumába (0,73-149,49 mg/100g sz. a.-ra vonatkoztatott hatóanyag-tartalom) esnek. A legmagasabb szalvigenin értékek a virágzás kezdetén ('A-1', 'Arvada', 'Dark Opal', 'Lengyel' és 'Rit-Sat'), valamint a teljes virágzás során ('Genovese', 'M. Grünes' és 'Piros' taxon) jelentkeztek. Ez az eredmény ellentmond annak, hogy a flavonoid-aglikonok felhalmozódása már a vetéstől elkezdődik és a vegetációs periódus alatt növekszik (Lemberkovics és mtsai., 1996). Az összes vizsgált taxonnál az elnyílt stádium produkálta a legalacsonyabb szalvigenin-tartalmat (**22. ábra**), a mért értékek a maximum értékekhez képest a kétharmadára ('Arvada'), felére ('A-1'), harmadára ('Dark Opal',

'Genovese', 'Piros'), ötödére ('Lengyel'), hetedére ('Rit-Sat'), harminchatodára ('M. Grünes') estek vissza. A kapott eredményeket vizsgálva egyrészt megállapítható, hogy a szalvigenin felhalmozás-csökkenés mértéke taxonfüggő, másrészt hogy az optimális hatóanyag-mennyiség kinyerése céljából taxontól függően a virágzás kezdete vagy a teljes virágzás időszaka ajánlott.

A nevadenzin-tartalom változása vizsgálatokor is fenofázishatás jelentkezett, bár kisebb mértékben, mint a szalvigenin esetében. A legmagasabb nevadenzin értékek a virágzás kezdetén ('A-1', 'Lengyel' és 'M. Grünes') és a teljes virágzásban ('Dark Opal', 'Genovese', 'Piros' és 'Rit-Sat') voltak mérhetőek. A teljes virágzásban mért nevadenzin mennyiségi értékeim – ahogy a szalvigenin-tartalom esetében is – a Grayer és mtsai. (2004) által csak a herba leveléből becsült, a mi taxonjainktól eltérő 6 kerti bazsalikom taxon nevadenzin-tartalom intervallumba (0,00-97,02mg/100g sz. a.-ra vonatkoztatott hatóanyag-tartalom) illeszkedtek. Csaknem az összes taxonnál az elnyílt stádium produkálta a legalacsonyabb nevadenzin-tartalmat (**24. ábra**). Ez a tendencia is párhuzamot mutat az összes flavonoid-tartalommal, habár a csökkenés mértéke nem annyira számottevő, mint a szalvigenin-tartalomnál. Az elnyílt stádiumban kapott nevadenzin mennyiségi értékek a maximum értékekhez képest a négyötödére ('M. Grünes'), kétharmadára ('Dark Opal', 'Genovese'), háromötödére ('A-1', 'Lengyel', 'Rit-Sat') és negyedére ('Piros') csökkentek. Egyedül az 'Arvada' volt kivétel, amelynél a virágzás kezdetére esett a legalacsonyabb hatóanyag-tartalom, az elnyílt stádiumra pedig a legmagasabb – viszonylag alacsony mért mennyiségek mellett. A nevadenzin-tartalom esetében is megjelenik a szalvigenin eredményeknél már említett, a flavonoid-aglikonok akkumulációjával kapcsolatos ellentmondás. Ugyancsak megállapítható, hogy a nevadenzin felhalmozás-csökkenés is taxonfüggő, továbbá, hogyha a nevadenzin maximális mennyiségének kinyerése a cél, akkor betakarításra a virágzás kezdete vagy a teljes virágzás időszaka ajánlott.

A vizsgált kerti bazsalikom tételek 2012. és 2013. évi C-vitamin-tartalmát összehasonlítva sem jelentős, sem tendenciózus eltérés a két év között nem állapítható meg, leszámítva az 'A-1' taxont, amelynél a 2013. évi érték szignifikánsan magasabb volt. Feltűnő, hogy kapott eredményeim közel 3-5-ször magasabbak, mint a Bhattacharya és mtsai. (2014) által mért aszkorbinsav-tartalom. A jelentős eltérés oka az lehet, hogy a kísérletek kivitelezése más taxonokkal, illetve más fenofázisban történt.

A hatóanyag nagyságrendjének érzékeltetésére összevetve például a Nigériában termesztett citrus-félék gyümölcslevével (19,36-61,60 mg/100g - Okwu és Emenike, 2006), a vizsgált minták aszkorbinsav-tartalma jelentősnek mondható, ez azonban pusztán számbeli összehasonlítás, mivel a C-vitamin megfelelő mennyiségű bevitele a bazsalikomból az emberi szervezetbe nem annyira hatékony, mint például a citrus-félék esetében.

Az antioxidáns- és szabadgyökfogyó-kapacitást jellemző módszerek, továbbá bizonyos antioxidáns hatással rendelkező vegyületek/vegyületcsoportok közötti összefüggés-jellemzés alapján mindhárom vizsgált fenofázis esetében erős pozitív korreláció állapítható meg az összes flavonoid-tartalom és a szalvigenin-tartalom között. Az összes polifenol-tartalom és az összes flavonoid-tartalom között negatív korreláció áll fenn.

Munkám felhívja a figyelmet arra, hogy a taxonok kiválasztását több szempont együttes figyelembevételével célszerű kiválasztani, mert a biológiai potenciáljukat a leginkább így tudjuk jellemezni. A teljesítménymutatók alapján az *SRD*-módszerrel összehasonlítást végeztem, mely gyorsan és hatékonyan állít fel sorrendet a taxonok között. A grafikus eredmények megmutatták, hogy az egyes taxonok teljesítménye mennyire van közel az egyes taxonok legjobb értékei alapján létrehozott elméleti legjobb teljesítményű taxontól. Az *LOO* segítségével a taxonok *SRD*-értékei mediánnal és min-max értékkel jellemezhetők (Box and Whiskers plot). A Wilcoxon párosított teszt tovább pontosítja a taxonok közötti különbségeket, ezért a grafikus értékelés mellett a próbastatisztikák elvégzése nélkülözhetetlen, így megalapozottabb döntést hozhatunk. Ennek tükrében alátámasztottam, hogy biológiailag aktív anyagaik alapján az 'M. Grünes' adódott a legjobb taxonnak, így a vizsgált viszonyok között ez a taxon teljesített a legjobban.

A vizsgált taxonok műszeres és érzékszervi együttes értékelésével további eredményekre juthatunk az érzékszervi jellemzőikkel és fogyasztói kedveltségükkel kapcsolatban. Számos kutatás irányult ilyen komplex fajtaértékelésre: almafajták és fajtajelöltek (Sipos és mtsai., 2011b; Sipos és mtsai., 2013), génbanki kerti bazsalikomok (Bernhardt és mtsai., 2015b; Bernhardt és mtsai., 2015c), csemegekukorica-fajták (Gere és mtsai., 2013), koktélpáricsom táj- és kereskedelmi fajták (Divéky-Ertsey és mtsai., 2012; Csambalik és mtsai., 2014), kakukkfű-fajták (Sárosi és mtsai., 2013), kétspórás csiperkegombák (Geösel és mtsai., 2011) vonatkozásában. A műszeres és érzékszervi adatok együttes értékelésének alapja a megbízható szakértői érzékszervi eredmény, amely a vizsgálatot végzők teljesítményének nyomonkövetésével, szoftveres támogatás mellett megvalósítható (ISO 6658:2005; Sipos és mtsai., 2011a; Gere és mtsai., 2012).

Az adatok feldolgozásánál a szakirodalom többváltozós statisztikai módszereket javasol: *principle component analysis* (PCA) (Várvölgyi és mtsai., 2015), *linear discriminant analysis* (LDA) (Sipos és mtsai., 2012), *detrended fluctuation analysis* (DFA) (Radványi és mtsai., 2016), *parallel factor analysis* (PARAFAC) (Gere és mtsai., 2014), *multiple factor analysis* (MFA) (Bernhardt és mtsai., 2015b), *partial least square regression* (PLS-R) (Kovács és mtsai., 2010).

6. ÖSSZEFOGLALÁS / SUMMARY

A biodiverzitás fokozódó mértékű csökkenése miatt a genetikai anyagok és a génmegőrzés egyre fontosabbá válnak, mivel ezen biológiai alapok megőrzése kulcsfontosságú világszerte a gyógy- és aromanövények nemesítése során. Hazánkban gyógynövények megőrzésével a budakalászi Gyógynövénykutató Intézet Kft.-ben, a tápiószelei Növényi Diverzitás Központban és a Szent István Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszékén foglalkoznak.

Kutatásaim folyamán a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszék génbankjából származó 8 különböző kerti bazsalikom (*Ocimum basilicum* L.) taxont ('A-1', 'Arvada', 'Dark Opal', 'Genovese', 'Lengyel', 'Mittelgroßblättriger Grünes', 'Piros', 'Rit-Sat') vizsgáltam. Magyarországi termesztési körülmények között ezen taxonok teljesítményjellemzőivel kapcsolatban lényegében nem rendelkezünk ismeretekkel. Ezzel összefüggésben a kutatás a vizsgált taxonok általános jellemzését, antioxidáns hatású bioaktív anyagaik korrelációját, fenofázisok összehasonlítását és multikritériumos komplex értékelését foglalta magában. A doktori dolgozat gyakorlati célja a további nemesítés alapjainak megteremtése.

A vizsgált taxonok illóolaj-tartalomban jelentős különbséget mutattak. Míg teljes virágzásban 2012-ben a legnagyobb mennyiséget az 'M. Grünes' és 'Lengyel', addig 2013-ban a 'Lengyel' taxon halmozta fel. Az illóolaj-tartalomban 2013-ban a taxonok és a különböző fenofázisok – virágzás kezdete, teljes virágzás, elnyílt stádium – között is kimutatható volt szignifikáns eltérés. Jellemzően a vizsgált taxonok a virágzás kezdetén vagy a teljes virágzás során halmozták fel a legnagyobb mennyiséget, az elnyílt stádium hozama a korábbiaknál szignifikánsan alacsonyabb volt.

Kimutattam, hogy a vizsgált taxonok illóolajának összetétele genetikailag rögzített tulajdonság és két kemotípusba sorolható. Az 'Arvada', 'Dark Opal', 'Genovese', 'Lengyel' és 'Rit-Sat' taxonok linaloolos, míg az 'A-1', 'M. Grünes' és 'Piros' taxonok linalool–metil-kavikolos kemotípusúak.

A fenofázisok kiértékelésekor bizonyítottam, hogy míg az illóolaj-tartalom a virágzás fázisában, addig az összes polifenol-tartalom az elnyílt stádiumban a legmagasabb. Ezzel összefüggésben a FRAP-módszerrel jellemzett antioxidáns kapacitás is az elnyílt stádiumban kulminál. A legnagyobb antioxidáns kapacitásúnak a 'Lengyel' ($718,43 \pm 19,60$ mg/ASE/g sz. a.) és 'Rit-Sat' ($692,81 \pm 22,22$ mg/ASE/g sz. a.) taxonok bizonyultak.

A DPPH gyök megkötésén alapuló antioxidáns kapacitás elemzésével az évek a taxonok valamint ezek interakciója is szignifikánsnak adódott. A taxonok a 2012-es – szárazabb és

melegebb évek is köszönhetően – magasabb antioxidáns kapacitást értek el. Ebben az évben a legnagyobb antioxidáns kapacitással a 'Lengyel' ($1,05 \pm 0,07$ mg) és a 'Genovese' taxon ($1,15 \pm 0,04$ mg) míg 2013-ban a 'Genovese' taxon ($1,28 \pm 0,06$ mg) rendelkezett.

Igazoltam, hogy az összes flavonoid-tartalom a virágzás fázisában a legmagasabb. Az összes flavonoid-tartalom az 'A-1', 'Arvada', 'Lengyel', 'Rit-Sat', 'M. Grünes' taxoncsoportban elérte az $1,88 \pm 0,03$ - $2,93 \pm 0,32$ % közötti értékszintet.

Kimutattam, hogy a növény két jellemző flavonoid-aglikonjának, a szalvigeninnek és a nevadenzinnek felhalmozódása a virágzás fenofázisaiban a legnagyobb mértékű.

A C-vitamin-tartalomban az évek között nem, viszont a taxonok között szignifikáns különbség volt kimutatható. Míg 2012-ben a legmagasabb C-vitamin-tartalmat az 'M. Grünes' taxon ($32,46 \pm 5,33$ mg/100g), addig 2013-ban a legmagasabb C-vitamin-tartalommal a 'Genovese' taxon ($28,21 \pm 3,47$ mg/100g) rendelkezett.

Megállapítottam, hogy a mért paraméterek közül genetikailag rögzítettnek tekinthető az illóolaj-mennyiségének fenológiai fázishoz köthető változása. A polifenol-tartalom és a flavonoidok felhalmozódásának szintje fenofázisfüggő, felhalmozódásuk mértéke taxonfüggő.

Kimutattam, hogy a felhasználás céljától függően eltérő fenofázisban kell a növényeket betakarítani. A legmagasabb illóolaj-, szalvigenin- és nevadenzin-tartalom kinyeréséhez a virágzás időpontja, míg a maximális antioxidáns aktivitás elérésére az elnyílt stádium az optimális.

Erős, részben fenofázistól függő pozitív ($r_{\text{virágzás kezdete}}=0,590$; $r_{\text{teljes virágzás}}=0,419$; $r_{\text{elnyílt stádium}}=0,643$) korrelációt mutattam ki az összes flavonoid-tartalom és a szalvigenin-tartalom között, míg az összes polifenol-tartalom és az összes flavonoid-tartalom között negatív korreláció áll fenn ($r_{\text{virágzás kezdete}}=-0,698$; $r_{\text{teljes virágzás}}=-0,618$; $r_{\text{elnyílt stádium}}=-0,647$).

A vizsgált taxonokat biológiailag aktív anyagaik szerint rangsoroltam teljesítménymutatóik multikritériumos komplex értékelésével, *SRD*-módszerrel. Ezek alapján egyértelműen meghatároztam a taxonok sorrendjét. Eredményeimmel bizonyítottam, hogy adott körülmények között, adott teljesítménymutatók alapján, adott taxonok közül az 'M. Grünes' taxon teljesített a legjobban. Ez a multikritériumos taxonoptimalizációs megközelítés segítséget nyújthat a későbbi nemesítések során. Az elemzéseket célszerű megismételni minden évben, vagy több évet jellemezni egy-egy teljesítménymutató átlagával. A módszerből adódóan súlyozás is megoldható, az természetesen nemesítési/termesztési kérdés, hogy melyik tényező milyen súllyal szerepeljen a modellben.

Due to the increasing rate of loss of biodiversity genetic materials and genetic conservation are becoming increasingly important as the conservation of these biological

resources is key in breeding medicinal and aromatic plants worldwide. In Hungary, the gene bank conservation of herb is carried out by the Center of Plant Diversity of Tápíószele, the Research Institute for Medicinal Plants of Budakalász and the Department of Medicinal- and Aromatic Plants of Szent István University of Gödöllő.

During my research, eight different (*Ocimum basilicum* L.) gene bank accessions ('A-1', 'Arvada', 'Dark Opal', 'Genovese', 'Lengyel', 'Mittelgroßblättriger Grünes', 'Piros', 'Rit-Sat') of the Department of Medicinal- and Aromatic Plants of the Corvinus University of Budapest were examined. Basically we have no knowledge about the performance characteristics of these genotypes which are represented in the growing conditions of Hungary. In this context, the main objective of my doctoral thesis was a general characterization of some gene bank stored basil taxa, the comparing study of bioactive compounds with antioxidant power of these basil accessions, the comparison of phenophases and the multicriterial complex evaluation of these genotypes. The practical aim of the thesis that the results should be the basis of the further breeding purposes.

The tested taxa showed a significant difference in their essential oil content. While at the full flowering period in 2012 the largest quantities of essential oil content were measured in the taxa of 'M. Grünes' and 'Lengyel', 'Lengyel' accession accumulated the highest one in 2013 until then. Significant difference were represented between taxa also phenophases (early-, full flowering and overblown phenophase) in the essential oil content of the examined plant material in the year of 2013. Typically, the tested taxa accumulated the biggest amount of essential oil content at the beginning of flowering or during full bloom, however, at the stage of overblown period essential oil content was significantly lower than in previous phenophases.

I revealed that the composition of essential oil of the studied taxa is a genetically fixed property and it can be classified into two chemotypes. 'Arvada', 'Dark Opal', 'Genovese', 'Lengyel' and 'Rit-Sat' taxa have linaloolic, while 'A-1', 'M. Grünes' and 'Piros' taxa have linalool-methyl-chavicol character.

I proved with the evaluation of phenophases that while the essential oil content at the flowering stage, the total polyphenol content is the highest at the overblown stage. Correlate with this, antioxidant capacity characterized by FRAP method culminates in the overblown stage too. 'Lengyel' (718.43±19.60 mg/AAE/g dry weight) and 'Rit-Sat' (692.81±22.22 mg/AAE/g dry weight) taxa proved to have the highest antioxidant capacity.

The analysis has shown that the DPPH radical scavenging based antioxidant capacity was significant in all of cases (years, taxa, and their interaction). The taxa have been reached higher antioxidant capacity in 2012 thanks to the drier and warmer condition. The highest antioxidant

capacity were connected to 'Lengyel' (1.05 ± 0.07 mg) and 'Genovese' genotypes (1.15 ± 0.04 mg), while 'Genovese' taxon (1.28 ± 0.06 mg) reached the highest value in 2013.

I have verified that the total flavonoid content is the highest at the flowering stage. The total flavonoid content in the group of 'A-1', 'Arvada', 'Lengyel', 'Rit-Sat', 'M. Grünes' taxa amounted to 1.88 ± 0.03 - 2.93 ± 0.32 %.

I revealed that the amount of the two characteristic flavonoid aglycone (salvigenin, nevadensin) of the plant reached its maximum at the flowering stages.

In the vitamin C content there was a significant difference between taxa but it was not detected in the different years. In 2012 the highest vitamin C content was produced by 'M. Grünes' taxon (32.46 ± 5.33 mg/100g), in 2013 the highest vitamin C content was represented by 'Genovese' taxon (28.21 ± 3.47 mg/100g).

I found that within the measured parameters the phenological phase associated change of the amount of essential oil is considered to be genetically fixed. The polyphenol content and the level of accumulation of flavonoids are phenological phase dependent, the scale of the accumulation is taxon dependent.

I detected that depending on the purpose of use, the plants should be harvested in different phenophases. The optimal time to extract the highest content of essential oil, salvigenin and nevadensin is at the time of flowering, while to achieve the maximum antioxidant activity the overblown stage is recommended.

I detected strong, partly phenological phase dependent positive ($r_{\text{early flowering}}=0.590$; $r_{\text{full bloom}}=0.419$; $r_{\text{overblown stage}}=0.643$) correlation between total flavonoid content and salvigenin content, while negative correlation was detected among total polyphenol content and total flavonoid content ($r_{\text{early flowering}}=-0.698$; $r_{\text{full bloom}}=-0.618$; $r_{\text{overblown stage}}=-0.647$).

I ranked the studied basil taxa according to its biologically active materials with multicriterial complex evaluation of performance indicators, using *SRD*-method. Based on this I clearly defined the order of the taxa. My results have proved that the best accession was the 'M. Grünes' at given circumstances, at given performance indicators and between given taxa. This approach of multicriterial optimization of taxa may assist during future breeding program. The analysis should be repeated in every year or several years should be characterized by the average of given performance indicators. Based on the *SRD*-method weighting can be solved, however it is a breeding/production task which factor is to be taken into account and to what extent.

MELLÉKLETEK

M1. Irodalomjegyzék

- [1] AKHTAR M. S., AKHTAR A. H., KHAN M. A. (1992): Antiulcerogenic effects of *Ocimum basilicum* extracts, volatile oils and flavonoid glycosides in albino rats. *Pharmaceutical Biology*, 30 (2), 97–104. p.
DOI:10.3109/13880209209053966
- [2] ALHUSAINY W., PAINI A., PUNT A., LOUISSE J., SPENKELINK A., VERVOORT J., DELATOUR T., SCHOLZ G., SCHILTER B., ADAMS T., VAN BLADEREN P. J., RIETJENS I. M. C. M. (2010): Identification of nevadensin as an important herb-based constituent inhibiting estragole bioactivation and physiology-based biokinetic modelling of its possible *in vivo* effect. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 245 (2), 179–190. p.
DOI:10.1016/j.taap.2010.02.017
- [3] AMRANI S., HARNAFI H., BOUANANI N. H., AZIZ M., CAID H. S., MANFREDINI S., BESCO E., NAPOLITANO M., BRAVO E. (2006): Hypolipidaemic activity of aqueous *Ocimum basilicum* extract in acute hyperlipidaemia induced by triton WR-1339 in rats and its antioxidant property. *Phytotherapy Research*, 20 (12), 1040–1045. p.
DOI:10.1002/ptr.1961
- [4] ANGERS P., MORALES M. R., SIMON J. E. (1996): Basil seed oils. In: JANICK J. (Szerk.). *Progress in new crops*. Arlington, VA.: ASHS Press, 598-601. p.
- [5] APAK R., GÜÇLÜ K., DEMIRATA B., ÖZYÜREK M., ÇELİK S. E., BEKTAŞOĞLU B., BERKER K. I., ÖZYURT D. (2007): Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12 (7), 1496–1547. p.
DOI:10.3390/12071496
- [6] BAGCHI K., PURI S. (1998): Free radicals and antioxidants in health and disease. *Eastern Mediterranean Health Journal*, 4 (2), 350–360. p.
- [7] BALASUNDRAM N., SUNDRAM K., SAMMAN S. (2006): Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence and potential uses. *Food Chemistry*, 99 (1), 191–203. p.
DOI:10.1016/j.foodchem.2005.07.042
- [8] BALOGH E. (2010): *Antioxidáns kapacitás meghatározása és ennek kialakításában szerepet játszó vegyületek vizsgálata bogyós gyümölcsök esetében*, Ph.D. értekezés, Alkalmazott Kémia Tanszék, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.

- [9] BARIČEVIĆ D., BERNÁTH J., MAGGIONI L., LIPMAN E. (2002): IPGRI, ECPGR. Report of a Working Group on Medicinal and Aromatic Plants. First Meeting, 12-14 September 2002, Gozd Martuljek, Slovenia. 146-149. p.
- [10] BARITAUX O., RICHARD H., TOUCHE J., DERBESY M. (1992): Effects of drying and storage of herbs and spices on the essential oil. Part I. Basil, *Ocimum basilicum* L.. *Flavour and Fragrance Journal*, 7 (5), 267–271. p.
DOI:10.1002/ffj.2730070507
- [11] BASILE A., GIORDANO S., LÓPEZ-SÁEZ J. A., COBIANCHI R. C. (1999): Antibacterial activity of pure flavonoids isolated from mosses. *Phytochemistry*, 52 (8), 1479–1482. p.
DOI:10.1016/S0031-9422(99)00286-1
- [12] BENEDEC D., PÂRVU A. E., ONIGA I., TOIU A., TIPERCIUC B. (2007): Effects of *Ocimum basilicum* L. extract on experimental acute inflammation. *Revista medico-chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi*, 111 (4), 1065–1069. p.
- [13] BENZIE I. F. 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.
DOI:10.1006/abio.1996.0292
- [14] BENZIE I. F. F., STRAIN J. J. (1999): Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*, 299, 15–27. p.
DOI:10.1016/S0076-6879(99)99005-5
- [15] BERIĆ T., NIKOLIĆ B., STANOJEVIĆ J., VUKOVIĆ-GAČIĆ B., KNEŽEVIĆ-VUKČEVIĆ J. (2008): Protective effect of basil (*Ocimum basilicum* L.) against oxidative DNA damage and mutagenesis. *Food and Chemical Toxicology*, 46 (2), 724–732. p.
DOI:10.1016/j.fct.2007.09.102
- [16] BERNÁTH J. (2013): Vadon termő és termesztett gyógynövények. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 367–370. p.
- [17] BERNHARDT B., GILINGERNÉ PANKOTAI M., KOMSA I., LADÁNYI M., ORBÁN CS., RUTTNER K., SZABÓ K., BERNÁTH J. (2013): Különböző eredetű *Ocimum basilicum* L. fajták produkciójának és beltartalmának összehasonlító elemzése. *Kertgazdaság*, 45 (2), 66–74. p.

- [18] BERNHARDT B., SZABÓ K., BERNÁTH J. (2015a): Sources of variability in essential oil composition of *Ocimum americanum* and *Ocimum tenuiflorum*. *Acta Alimentaria*, 44 (1), 111–118. p.
DOI:10.1556/AAlim.44.2015.1.11
- [19] BERNHARDT B., SIPOS L., KÓKAI Z., GERE A., SZABÓ K., BERNÁTH J., SÁROSI SZ. (2015b): Comparison of different *Ocimum basilicum* L. gene bank accessions analyzed by GC–MS and sensory profile. *Industrial Crops and Products*, 67, 498–508. p.
DOI:10.1016/j.indcrop.2015.01.013
- [20] BERNHARDT B., BERNÁTH J., GERE A., KÓKAI Z., KOMÁROMI B., TAVASZI-SÁROSI SZ., VARGA L., SIPOS L., SZABÓ K. (2015c): The influence of cultivars and phenological phases on the accumulation of nevadensin and salvigenin in basil (*Ocimum Basilicum* L.). *Natural Product Communications*, 10 (10), 1699–1702. p.
- [21] BHATTACHARYA A., SOOD P., CITOVSKY V. (2010): The roles of plant phenolics in defence and communication during *Agrobacterium* and *Rhizobium* infection. *Molecular Plant Pathology*, 11 (5), 705–719. p.
DOI:10.1111/j.1364-3703.2010.00625.x
- [22] BLAZICS B. (2010): *Analysis of medicinal plant phenoloids by coupled tandem mass spectrometry*, Ph.D. thesis, Department of Pharmacognosy, Semmelweis University, Budapest.
- [23] BLOIS M. S. (1958): Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199–1200. p.
DOI:10.1038/1811199a0
- [24] BOSKABADY M. H., KIANI S., HAGHIRI B. (2005): Relaxant effects of *Ocimum basilicum* on guinea pig tracheal chains and its possible mechanism(s). *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 13 (1), 28–33. p.
- [25] BRUNI R., SACCHETTI G. (2009): Factors affecting polyphenol biosynthesis in wild and field grown St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L. *Hypericaceae/Guttiferae*). *Molecules*, 14 (2), 682–725. p.
DOI:10.3390/molecules14020682
- [26] BUNRATHEP S., PALANUVEJ C., RUANGRUNGSI N. (2007): Chemical compositions and antioxidative activities of essential oils from four *Ocimum* species endemic to Thailand. *Journal of Health Research*, 21 (3), 201–206. p.

- [27] CAI Y., LUO Q., SUN M., CORKE H. (2004): Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*, 74 (17), 2157–2184. p.
DOI:10.1016/j.lfs.2003.09.047
- [28] CALÍN-SÁNCHEZ Á., LECH K., SZUMNY A., FIGIEL A., CARBONELL-BARRACHINA Á. A. (2012): Volatile composition of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil as affected by drying method. *Food Research International*, 48 (1), 217–225. p.
DOI:10.1016/j.foodres.2012.03.015
- [29] CAO G., PRIOR L. R. (1998): Comparison of different analytical methods for assessing total antioxidant capacity of human serum. *Clinical Chemistry*, 44 (6), 1309–1315. p.
- [30] CAROVIĆ-STANKO K., LIBER Z., GRDIŠA M., KOLAK I., ŠATOVIĆ Z. (2010a): Synergistic effects of combining morphological and molecular data in resolving the intraspecific classification in *Ocimum basilicum* L.. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 75 (1), 33–37. p.
- [31] CAROVIĆ-STANKO K., LIBER Z., BESENDORFER V., JAVORIK B., BOHANEK B., KOLAK I., ŠATOVIĆ Z. (2010b): Genetic relations among basil taxa (*Ocimum* L.) based on molecular markers, nuclear DNA content, and chromosome number. *Plant Systematics and Evolution*, 285 (1), 13–22. p.
DOI:10.1007/s00606-009-0251-z
- [32] CAROVIĆ-STANKO K., LIBER Z., POLITEO O., STRIKIĆ F., KOLAK I., MILOS M., ŠATOVIĆ Z. (2011): Molecular and chemical characterization of the most widespread *Ocimum* species. *Plant Systematics and Evolution*, 294 (3), 253–262. p.
DOI:10.1007/s00606-011-0471-x
- [33] CHAN E. W. C., LIM Y. Y., WONG S. K., LIM K. K., TAN S. P., LIANTO F. S., YONG M. Y. (2009): Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry*, 113 (1), 166–172. p.
DOI:10.1016/j.foodchem.2008.07.090
- [34] CHANG X., ALDERSON P. G., WRIGHT C. J. (2005): Effect of temperature integration on the growth and volatile oil content of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80 (5), 593–598. p.
DOI:10.1080/14620316.2005.11511983
- [35] CHANG X., ALDERSON P. G., WRIGHT C. J. (2009): Enhanced UV-B radiation alters basil (*Ocimum basilicum* L.) growth and stimulates the synthesis of volatile oils. *Journal of Horticulture and Forestry*. 1 (2), 27–31. p.

- [36] CHARLES D. J., SIMON J. E. (1990): Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115 (3), 458–462. p.
- [37] CHEN K., SUH J., CARR A. C., MORROW J. D., ZEIND J., FREI B. (2000): Vitamin C suppresses oxidative lipid damage in vivo, even in the presence of iron overload. *American Journal of Physiology and Endocrinology Metabolism*, 279 (6), E1406–E1412. p.
- [38] CHIANG L.-C., NG L.-T., CHENG P.-W., CHIANG W., LIN C.-C. (2005): Antiviral activities of extracts and selected pure constituents of *Ocimum basilicum*. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 32 (10), 811–816. p.
DOI:10.1111/j.1440-1681.2005.04270.x
- [39] CHOUDHURY G. B., PRABHAT K. J., NAYAK B. S., PANDA S. K., TRIPATHY S. K. (2010): Phytochemical investigation and evaluation of analgesic activity of leafy extracts of various *Ocimum* (tulsi) species. *The Indian Pharmacist*, 8 (12), 67–70. p.
- [40] COULERIE P., MACIUK A., EYDOUX C., HNAWIA E., LEBOUVIER N., FIGADÈRE B., GUILLEMOT J.-C., NOUR M. (2014): New inhibitors of the DENV-NS5 RdRp from *Carpolepis laurifolia* as potential antiviral drugs for dengue treatment. *Records of Natural Products*, 8 (3), 286–289. p.
- [41] CSAMBALIK L., DIVÉKY-ERTSEY A., PAP Z., ORBÁN CS., STÉGERNÉ MÁTÉ M., GERE A., STEFANOVITS-BÁNYAI É., SIPOS L. (2014): Coherences of instrumental and sensory characteristics: case study on cherry tomatoes. *Journal of Food Science*, 79 (11), C2192–C2202. p.
DOI:10.1111/1750-3841.12685.
- [42] CSERHÁTI B. (2015): *Hazai vadon termő közönséges szurokfű (Origanum vulgare L.) populációk morfológiai és kémiai diverzitásának feltárása*, Ph.D. értekezés, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
DOI:10.14267/phd.2015057
- [43] DAMBOLENA J. S., ZUNINO M. P., LÓPEZ A. G., RUBINSTEIN H. R., ZYGADLO J. A., MWANGI J. W., THOITHI G. N., KIBWAGE I. O., MWALUKUMBI J. M., KARIUKI S. T. (2010): Essential oils composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum gratissimum* L. from Kenya and their inhibitory effects on growth and fumonisin production by *Fusarium verticillioides*. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11 (2), 410–414. p.
DOI:10.1016/j.ifset.2009.08.005

- [44] DAVEY M. W., VAN MONTAGU M., INZÉ D., SANMARTIN M., KANELIS A., SMIRNOFF N., BENIZE I. J. J., STRAIN J. J., FAVELL D., FLETCHER J. (2000): Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 80 (7), 825–860. p.
DOI:10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<825::AID-JSFA598>3.0.CO;2-6
- [45] DE MASI L., SIVIERO P., ESPOSITO C., CASTALDO D., SIANO F., LARATTA B. (2006): Assessment of agronomic, chemical and genetic variability in common basil (*Ocimum basilicum* L.). *European Food Research and Technology*, 223, 273–281. p.
DOI:10.1007/s00217-005-0201-0
- [46] DE MATTIA F., BRUNI I., GALIMBERTI A., CATTANEO F., CASIRAGHI M., LABRA M. (2011): A comparative study of different DNA barcoding markers for the identification of some members of *Lamiaceae*. *Food Research International*, 44 (3), 693–702. p.
DOI:10.1016/j.foodres.2010.12.032
- [47] DIVÉKY-ERTSEY A., CSAMBALIK L., KÓKAI Z., STEFANOVITS-BÁNYAI É., PAP Z., KRISZTIÁNNÉ KIS M., SIPOS L. (2012): Antioxidant, polyphenol and sensory analysis of cherry tomato varieties and landraces. *International Journal of Horticultural Sciences*, 18 (1), 75–80. p.
- [48] DIXON R. A., PAIVA N. L. (1995): Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The Plant Cell*, 7 (7), 1085–1097. p.
DOI:10.1105/tpc.7.7.1085
- [49] DOMOKOS J., PÉREDI J. (1993): Studies on the seed oil of basil (*Ocimum basilicum* L.) and summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Acta Horticulturae*, 344, 312–314. p.
DOI:10.17660/ActaHortic.1993.344.35
- [50] DOUHRI B., IDAOMAR M., SENHAI N. S., ENNABILI A., ABRINI J. (2014): Hepatoprotective effect of *Origanum elongatum* against carbon tetrachloride (CCl₄) induced toxicity in rats. *European Journal of Medicinal Plants*, 4 (1), 14–28. p.
DOI:10.9734/EJMP/2014/5132
- [51] DUBE S., UPADHYAY P. D., TRIPATHI S. C. (1989): Antifungal, physicochemical, and insect-repelling activity of the essential oil of *Ocimum basilicum*. *Canadian Journal of Botany*, 67 (7), 2085–2087. p.
DOI:10.1139/b89-264

- [52] DUMBRAVĂ G. D., MOLDOVAN C., RABA N. D., POPA V. M. (2012): Vitamin C, chlorophylls, carotenoids and xanthophylls content in some basil (*Ocimum basilicum* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) leaves extracts. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 18 (3), 253–258. p.
- [53] ELANSARY H. O., MAHMOUD E. A. (2015): Basil cultivar identification using chemotyping still favored over genotyping using core barcodes and possible resources of antioxidants. *Journal of Essential Oil Research*, 27 (1), 82–87. p.
DOI:10.1080/10412905.2014.982874
- [54] EL-BESHBISHY H. A., BAHASHWAN S. A. (2012): Hypoglycemic effect of basil (*Ocimum basilicum*) aqueous extract is mediated through inhibition of α -glucosidase and α -amylase activities: an *in vitro* study. *Toxicology and Industrial Health*, 28 (1), 42–50. p.
DOI:10.1177/0748233711403193
- [55] ERDEI L. (2004): Növényélettan: Növekedés- és fejlődésélettan. Szeged: JATEPress.
- [56] FLEISHER Z, FLEISHER A. (1992): Volatiles of *Ocimum basilicum* traditionally grown in Israel. Aromatic plants of the Holy Land and the Sinai, Part VIII. *Journal of Essential Oil Research*, 4 (1), 97–99. p.
DOI:10.1080/10412905.1992.9698023
- [57] GARCIA E. J., OLDONI T. L. C., DE ALENCAR S. M., REIS A., LOGUERCIO A. D., GRANDE R. H. M. (2012): Antioxidant activity by DPPH assay of potential solutions to be applied on bleached teeth. *Brazilian Dental Journal*, 23 (1), 22–27. p.
DOI:10.1590/S0103-64402012000100004
- [58] GAUTAM M. K., GANGWAR M., NATH G., RAO C. V., GOEL R. K. (2012): *In-vitro* antibacterial activity on human pathogenes and total phenolic, flavonoid contents of *Murraya paniculata* Linn. leaves. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2 (3), S1660–S1663. p.
DOI:10.1016/S2221-1691(12)60472-9
- [59] GELEIJNSE J. M., HOLLMAN P. C. H. (2008): Flavonoids and cardiovascular health: which compounds, what mechanism? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 88, 12–13. p.
- [60] GEÖSEL A., SIPOS L., STEFANOVITS-BÁNYAI É., KÓKAI Z., GYÖRFI J. (2011): Antioxidant, polyphenol and sensory analysis of *Agaricus Bisporus* and *Agaricus Subrufescens* cultivars. *Acta Alimentaria*, 40 (Suppl. 1.), 33–40. p.
DOI:10.1556/AAlim.40.2011.Suppl.4

- [61] GERE A., LOSÓ V., TÓTH A., KÓKAI Z., SIPOS L. (2012): Kukoricafajták preferenciatérképezése szoftveres támogatással. *Élelmiszervizsgálati közlemények*, 58 (3-4), 118–130. p.
- [62] GERE A., LOSÓ V., RADVÁNYI D., JUHÁSZ R., KÓKAI Z., SIPOS L. (2013): Csemegekukorica-fajták komplex értékelése. *Élelmiszervizsgálati közlemények*, 59 (3), 120–134. p.
- [63] GERE A., LOSÓ V., GYÖREY A., KOVÁCS S., HUZSVAI L., NÁBRÁDI A., KÓKAI Z., SIPOS L. (2014): Applying parallel factor analysis and Tucker-3 methods on sensory and instrumental data to establish preference maps: case study on sweet corn varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (15), 3213–3225. p.
DOI:10.1002/jsfa.6673.
- [64] GERE A., DANNER L., ANTONI N. DE, KOVÁCS S., DÜRRSCHMID K., SIPOS L. (2016): Visual attention accompanying food decision process: an alternative approach to choose the best model. *Food Quality and Preference*, 51, 1–7. p.
DOI:10.1016/j.foodqual.2016.01.009
- [65] GHOTBABADI F. S., ALIZADEH A., ZADEHBAGHERI M., KAMELMANESH M. M., SHAABANI M. (2012): Phytochemical composition of the essential oil, total phenolic content, antioxidant and antimicrobial activity in Iranian *Satureja sahendica* Bornm. at different ontogenesis conditions. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6 (19), 3525–3534. p.
DOI:10.5897/JMPR11.374
- [66] GILINGERNÉ P. M.; VARGA ZS. (2005): Élelmiszerkémiai gyakorlatok. Budapest: Semmelweis Egyetem EFK jegyzet.
- [67] GILINGERNÉ P. M., ORBÁN CS., CSAJBÓKNÉ CS. É. (2011): Antioxidant activity of fresh cut greed and dried spices. FreshCut 2011 II. International Conference on Quality Management of Fresh Cut Produce, ISBN 978-88-902754-6-3 Torino, Italy July 16-23, 2011, abstract 111.
- [68] GRAYER R. J., BRYAN S. E., VEITCH N. C., GOLDSTONE F. J., PATON A., WOLLENWEBER E. (1996a): External flavones in sweet basil, *Ocimum basilicum* and related taxa. *Phytochemistry*, 43 (5), 1041–1047. p.
DOI:10.1016/S0031-9422(96)00430-X
- [69] GRAYER R. J., KITE G. C., GOLDSTONE F. J., BRYAN S. E., PATON A., PUTIEVSKY E. (1996b): Intraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. *Phytochemistry*, 43 (5), 1033–1039. p.
DOI:10.1016/S0031-9422(96)00429-3

- [70] GRAYER R. J., VEITCH N. C., KITE G. C., PRICE A. M., KOKUBUN T. (2001): Distribution of 8-oxygenated leaf-surface flavones in the genus *Ocimum*. *Phytochemistry*, 56 (6), 559–567. p.
DOI:10.1016/S0031-9422(00)00439-8
- [71] GRAYER R. J., KITE G. C., VEITCH N. C., ECKERT M. R., MARIN P. D., SENANAYAKE P., PATON A. J. (2002): Leaf flavonoid glycosides as chemosystematic characters in *Ocimum*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 30 (4), 327–342. p.
DOI:10.1016/S0305-1978(01)00103-X
- [72] GRAYER R. J., VIEIRA R. F., PRICE A. M., KITE G. C., SIMON J. E., PATON A. J. (2004): Characterization of cultivars within species of *Ocimum* by exudates flavonoid profiles. *Biochemical Systematics and Ecology*, 32 (10), 901–913. p.
DOI:10.1016/j.bse.2004.04.002
- [73] GUPTA S. C. (1996): Variation in herbage yield, oil yield and major component of various *Ocimum* species/varieties (chemotypes) harvested at different stages of maturity. *Journal of Essential Oil Research*, 8 (3), 275–279. p.
DOI:10.1080/10412905.1996.9700613
- [74] HALLIWELL B., GUTTERIDGE J. M. C. (1984): Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. *Biochemical Journal*, 219 (1), 1–14. p.
DOI:10.1042/bj2190001
- [75] HASEGAWA Y., TAJIMA K., TOI N., SUGIMURA Y. (1997): Characteristic components found in the essential oil of *Ocimum basilicum* L. *Flavour and Fragrance Journal*, 12 (3), 195–200. p.
DOI:10.1002/(SICI)1099-1026(199705)12:3<195::AID-FFJ632>3.0.CO;2-O
- [76] HASSANPOURAGHDAM M. B., HASSANI A., SHALAMZARI M. S. (2010): Menthone- and estragole-rich essential oil of cultivated *Ocimum basilicum* L. from Northwest Iran. *Chemija*, 21 (1), 59–62. p.
- [77] HASSANPOURAGHDAM M. B., GOHARI G. R., TABATABAEI S. J., DADPOUR M. R., SHIRDEL M. (2011): NaCl salinity and Zn foliar application influence essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Acta Agriculturae Slovenica*, 97 (2), 93–98. p.
DOI:10.2478/v10014-011-0004-x
- [78] HÉBERGER K. (2010): Sum of ranking differences compares methods or models fairly. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 29 (1), 101–109. p.
DOI:10.1016/j.trac.2009.09.009

- [79] HÉBERGER K., KOLLÁR-HUNEK K. (2011): Sum of ranking differences for method discrimination and its validation: comparison of ranks with random numbers. *Journal of Chemometrics*, 25 (4), 151–158. p.
DOI:10.1002/cem.1320
- [80] HEGEDŰS A. (2013): *A csonthéjas gyümölcsök antioxidáns hatásában megnyilvánuló genetikai variabilitás jellemzése*, MTA doktori értekezés, Genetika és Növénynevelés Tanszék, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
- [81] HILTUNEN R. (1999): Chemical composition of *Ocimum* species. In: HILTUNEN R., HOLM Y. (Szerk.). *Basil: The Genus Ocimum*. Amsterdam: Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles. Harwood Academic Publishers, 10, 67–75. p.
- [82] HILTUNEN R., HOLM Y. (1999): Essential oil of *Ocimum*. In: HILTUNEN R., HOLM Y. (Szerk.): *Basil: The genus Ocimum*. Amsterdam: Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles. Harwood Academic Publishers, 10, 77–111. p.
- [83] HORNOK L. (1990): Gyógynövények termesztése és feldolgozása. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó, 211 p.
- [84] HUANG D., OU B., PRIOR R. L. (2005): The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (6), 1841–1856. p.
DOI:10.1021/jf030723c
- [85] IBM CORP. RELEASED (2013): IBM SPSS Statistics for Windows, Version, 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- [86] INOUE T., SUGIMOTO Y., MASUDA H., KAMEI C. (2002): Antiallergic effect of flavonoid glycosides obtained from *Mentha x piperita* L.. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 25 (2), 256–259. p.
DOI:10.1248/bpb.25.256
- [87] ISO 11163:1995. Dried sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) – Specification.
- [88] ISO 6658:2005. Sensory analysis – Methodology – General guidance.
- [89] JAVANMARDI J., STUSHNOFF C., LOCKE E., VIVANCO J. M. (2003): Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chemistry*, 83 (4), 547–550. p.
DOI:10.1016/S0308-8146(03)00151-1
- [90] JIN X.-F., QIAN J., LU Y.-H. (2011): The role of hepatoprotective effect of flavonoid-rich extract of *Salvia plebeia* R. Br. on carbon tetrachloride-induced acute hepatic injury in mice. *Journal of Medicinal Plant Research*, 5 (9), 1558–1563. p.

- [91] JOHARI J., KIANMEHR A., MUSTAFA M. R., ABUBAKAR S., ZANDI K. (2012): Antiviral activity of baicalein and quercetin against the *Japanese encephalitis* virus. *International Journal of Molecular Sciences*, 13 (12), 16785–16795. p.
DOI:10.3390/ijms131216785
- [92] JULIANI R. H., SIMON E. J. (2002): Antioxidant activity of basil. In: JANICK J., WHIPKEY A. (Szerk.). *Trends in new crops and new uses*. Alexandria, VA.: ASHS Press, 575-579. p.
- [93] KAMIYAMA M., SHIBAMOTO T. (2012): Flavonoids with potent antioxidant activity found in young green barley leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (25), 6260–6267. p.
DOI:10.1021/jf301700j
- [94] KAUL T. M., MIDDLETON E. JR., OGRA P. L. (1985): Antiviral effect of flavonoids on human viruses. *Journal of Medicinal Virology*, 15 (1), 71–79. p.
DOI:10.1002/jmv.1890150110
- [95] KAWAI M., HIRANO T., HIGA S., ARIMITSU J., MARUTA M., KUWAHARA Y., OHKAWARA T., HAGIHARA K., YAMADORI T., SHIMA Y., OGATA A., KAWASE I., TANAKA T. (2007): Flavonoids and related compounds as anti-allergic substances. *Allergology International*, 56 (2), 113–123. p.
DOI:10.2332/allergolint.R-06-135
- [96] KELI S. O., HERTOOG M. G. L., FESKENS E. J. M., KROMHOUT D. (1996): Dietary flavonoids, antioxidant vitamins and incidence of stroke: The Zutphen study. *Archives of Internal Medicine*, 156 (6), 637–642. p.
DOI:10.1001/archinte.1996.00440060059007
- [97] KONCZAK I., ZHANG W. (2004): Anthocyanins-more than nature's colours. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5, 239–240. p.
DOI:10.1155/S1110724304407013
- [98] KOOTSTRA A. (1994): Protection from UV-B-induced DNA damage by flavonoids. *Plant Molecular Biology*, 26 (2), 771–774. p.
DOI:10.1007/BF00013762
- [99] KOŞAR M., DORMAN D. J. H., HILTUNEN R. (2005): Effect of an acid treatment on the phytochemical and antioxidant characteristics of extracts from selected *Lamiaceae* species. *Food Chemistry*, 91 (3), 525–533. p.
DOI:10.1016/j.foodchem.2004.06.029

- [100] KOVÁCS Z., DALMADI I., LUKÁCS L., SIPOS L., SZÁNTAI-KŐHEGYI K., KÓKAI Z., FEKETE A. (2010): Geographical origin identification of pure Sri Lanka tea infusions with electronic nose, electronic tongue and sensory profile analysis. *Journal of Chemometrics*, 24 (3-4), 121–130. p.
DOI:10.1002/cem.1280
- [101] KUMAR D., PRASAD D. N., PARKSH J., BHATNAGAR S. P., KUMAR D. (2009): Antiasthmatic activity of ethanolic extract of *Aerva lanata* Linn.. *Pharmacologyonline*, 2, 1075–1081. p.
- [102] KWEE M. E., NIEMEYER D. E. (2011): Variations in phenolic composition and antioxidant properties among 15 basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 128 (4), 1044–1050. p.
DOI:10.1016/j.foodchem.2011.04.011
- [103] LABRA M., MIELE M., LEDDA B., GRASSI F., MAZZEI M., SALA F. (2004): Morphological characterization, essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilicum* L. cultivars. *Plant Science*, 167 (4), 725–731. p.
DOI:10.1016/j.plantsci.2004.04.026
- [104] LAI C.-S., LI S., MIYAUCHI Y., SUZAWA M., HO C.-T., PAN M.-H. (2013): Potent anti-cancer effects of citrus peel flavonoids in human prostate xenograft tumors. *Food & Function*, 4 (6), 944–949. p.
DOI:10.1039/C3FO60037H
- [105] LEE J., SCAGEL C. F. (2009): Chicoric acid found in basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Food Chemistry*, 115 (2), 650–656. p.
DOI:10.1016/j.foodchem.2008.12.075
- [106] LEE S. K., KADER A. A. (2000): Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20 (3), 207–220. p.
DOI:10.1016/S0925-5214(00)00133-2
- [107] LEE Y. Y., LEE S., JIN J. L., YUN-CHOI H. S. (2003): Platelet anti-aggregatory effects of coumarins from the roots of *Angelica genuflexa* and *A. gigas*. *Archives of Pharmacal Research*, 26 (9), 723–726. p.
DOI:10.1007/BF02976681
- [108] LEMBERKOVICS É., NGUYEN H., TARR K., MÁTHÉ I., PETRI G., VITÁNYI GY. (1993): Formation of biologically active substances of *Ocimum basilicum* L. during the vegetation period. *Acta Horticulturae*, 344, 334–346. p.
DOI:10.17660/ActaHortic.1993.344.39

- [109] LEMBERKOVICS É., PETRI G., NGUYEN H., MÁTHÉ I. (1996): Relationships between essential oil and flavonoid biosynthesis in sweet basil. *Acta Horticulturae*, 426, 647–656. p.
DOI:10.17660/ActaHortic.1996.426.71
- [110] LIMÓN-PACHECO J., GONSEBATT M. E. (2009): The role of antioxidants and antioxidant-related enzymes in protective responses to environmentally induced oxidative stress. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 674 (1–2), 137–147. p.
DOI:10.1016/j.mrgentox.2008.09.015
- [111] LOBO V., PATIL A., PHATAK A., CHANDRA N. (2010): Free radicals, antioxidants and functional foods: impact on human health. *Pharmacognosy Review*, 4 (8), 118–126. p.
DOI:10.4103/0973-7847.70902
- [112] LUGASI A., BLÁZSOVICS A. (2004): Az egészséges táplálkozás tudományos alapjai. Budapest: Fodor József OKK-OÉTI.
- [113] MAISUTHISAKUL P., PASUK S., RITTHIRUANGDEJ P. (2008): Relationship between antioxidant properties and chemical composition of some Thai plants. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21 (3), 229–240. p.
DOI:10.1016/j.jfca.2007.11.005
- [114] MÄKINEN S. M., PÄÄKKÖNEN K. K. (1999): Processing and use of basil in foodstuffs, beverages and in food preparation. In: *Basil: The genus Ocimum*. HILTUNEN R., HOLM Y. (Szerk.). Amsterdam: Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles. Harwood Academic Publishers, 10, 137–152. p.
- [115] MARZOUK, A. M. (2009): Hepatoprotective triterpenes from hairy root cultures of *Ocimum basilicum* L.. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 64 (3–4), 201–209. p.
DOI:10.1505//znc-2009-3-409
- [116] MASUOKA N., MATSUDA M., KUBO I. (2012): Characterisation of the antioxidant activity of flavonoids. *Food Chemistry*, 131 (2), 541–545. p.
DOI:10.1016/j.foodchem.2011.09.020
- [117] MIDDLETON E. JR., KANDASWAMI C., THEOHARIDES T. C. (2000): The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. *Pharmalogical Review*, 52 (4), 673–751. p.
- [118] MSZ 20687:1985. Bazsalikom.

- [119] MUBARIK A., SAMSON T. (2000): The integrated research approach of the Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) to enhance micronutrient availability. *Food and Nutrition Bulletin*, 21 (4), 472–481. p.
DOI:10.1177/156482650002100425
- [120] MURUGAN K., MURUGAN P., NOORTHEEN A. (2007): Larvicidal and repellent potential of *Albizzia amara* Boivin and *Ocimum basilicum* Linn against dengue vector, *Aedes aegypti* (Insecta:Diptera:Culicidae). *Bioresource Technology*, 98 (1), 198–201. p.
DOI:10.1016/j.biortech.2005.12.009
- [121] NACAR S., TANSI, S. (2000): Chemical components of different basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown in Mediterranean regions in Turkey. *Israel Journal of Plant Sciences*, 48 (2), 109–112. p.
DOI:10.1560/3TKC-W098-BGBU-4358
- [122] NASEER M. I., LEE H. Y., KIM M. O. (2010): Neuroprotective effect of vitamin C against the ethanol and nicotine modulation of GABAB receptor and PKA- α expression in prenatal rat brain. *Synapse*, 64 (6), 467–477. p.
DOI:10.1002/syn.20752
- [123] NÉBIH (2015): Nemzeti fajtajegyzék. Nemzeti Élelmiszerlánc Biztonsági Hivatal, Budapest.
http://portal.nebih.gov.hu/documents/10182/364149/zoldseg_NF_2015.pdf/4f5cfc46-0a81-446b-96b1-35726398ea50. Keresőprogram: Google. Kulcsszavak: NÉBIH fajtajegyzék.
- [124] NESZMÉLYI A., KREHER B., MÜLLER A., DORSCH W., WAGNER H. (1993): Tetragalloylquinic acid, the major antiasthmatic principle of *Galphimia glauca*. *Planta Medica*, 59 (2), 164–167. p.
DOI:10.1055/s-2006-959635
- [125] NGUYEN H., LEMBERKOVICS É., TARR K., MÁTHÉ I. JR., PETRI G. (1993): A comparative study on formation of flavonoid, tannin, polyphenol contents in ontogenesis of *Ocimum basilicum* L.. *Acta Agronomica Hungarica*, 42(1–2), 41–50. p.
- [126] NGUYEN, M. P., NIEMEYER, D. E. (2008): Effects of nitrogen fertilization on the phenolic composition and antioxidant properties of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (18), 8685–8691. p.
DOI:10.1021/jf801485u

- [127] NOVÁK I. (2011): Illó- és nem-illó komponensek minőségi és mennyiségi változásainak nyomkövetése korszerű analitikai és érzékszervi módszerekkel az *Origanum* és a *Thymus* genus fajainak esetében. OTKA Kutatási Projekt. <http://nyilvanos.otka-palyazat.hu/index.php?menuid=930&num=73290&keyword=ill%C3%B3+%C3%A9s+nem+ill%C3%B3>
- [128] NURZYŃSKA-WIERDAK R., BOGUĆKA-KOCKA A., KOWALSKI R., BOROWSKI B. (2012): Changes in the chemical composition of the essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) depending on the growth stage. *Chemija*, 23(3), 216–222. p.
- [129] OH H., KIM D.-H., CHO J.-H., KIM Y.-C. (2004): Hepatoprotective and free radical scavenging activities of phenolic petrosins and flavonoids isolated from *Equisetum arvense*. *Journal of Ethnopharmacology*, 95 (2–3), 421–424. p.
DOI:10.1016/j.jep.2004.08.015
- [130] OKUDA T. (2005): Systematics and health effects of chemically distinct tannins in medicinal plants. *Phytochemistry*, 66 (17), 2012–2031. p.
DOI:10.1016/j.phytochem.2005.04.023
- [131] OKWU E. D., EMENIKE N. I. (2006): Evaluation of the phytonutrients and vitamins content of citrus fruit. *International Journal of Molecular Medicine and Advance Sciences*, 2 (1), 1–6. p.
- [132] OPALCHENOVA G., OBRESHKOVA D. (2003): Comparative studies on the activity of basil – an essential oil from *Ocimum basilicum* L. – against multidrug resistant clinical isolates of the genera *Staphylococcus*, *Enterococcus* and *Pseudomonas* by using different test methods. *Journal of Microbiological Methods*, 54 (1), 105–110. p.
DOI:10.1016/S0167-7012(03)00012-5
- [133] OXENHAM S. K., SVOBODA K. P., WALTERS D. R. (2005): Antifungal activity of the essential oil of basil (*Ocimum basilicum*). *Journal of Phytopathology*, 153 (3), 174–180. p.
DOI:10.1111/j.1439-0434.2005.00952.x
- [134] ÖZÇELİK B., LEE J. H., MIN D. B. (2003): Effects of light, oxygen and pH on the absorbance of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil. *Journal of Food Science*, 68 (2), 487–490. p.
DOI:10.1111/j.1365-2621.2003.tb05699.x

- [135] PADAYATTY S. J., KATZ A., WANG Y., ECK P., KWON O., LEE J-H., CHEN S., CORPE C., DUTTA A., DUTTA S. K., LEVINE K. (2003): Vitamin C as an antioxidant: Evaluation of its role in disease prevention. *Journal of the American College of Nutrition*, 22 (1), 18–35. p.
DOI:10.1080/07315724.2003.10719272
- [136] PAPAGEORGIU V., MALLOUCHOS A., KOMAITIS M. (2008): Investigation of the antioxidant behaviour of air- and freeze-dried aromatic plant materials in relation to their phenolic content and vegetative cycle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (14), 5743–5752. p.
DOI:10.1021/jf8009393
- [137] PATHAK N., KHAN S., BHARGAVA A., RAGHURAM G. V., JAIN D., PANWAR H., SAMARTH R. M., JAIN S. K., MAUDAR K. K., MISHRA D. K., MISHRA P. K. (2014): Cancer chemopreventive effects of the flavonoid-rich fraction isolated from papaya seeds. *Nutrition and Cancer*, 66 (5), 857–871. p.
DOI:10.1080/01635581.2014.904912
- [138] PATON A., HARLEY R. M., HARLEY M. M. (1999): *Ocimum*: An overview of classification and relationship. In: HILTUNEN R., HOLM Y. (Szerk.). *Basil: The Genus Ocimum*. Amsterdam: Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles. Harwood Academic Publishers, 10, 1–38. p.
- [139] PÉREZ-ALONSO M. J., VELASCO-NEGUERUELA A., DURU M. E., HARMANDAR M., ESTEBAN J. L. (1995): Composition of the essential oils of *Ocimum basilicum* var. *glabratum* and *Rosmarinus officinalis* from Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, 7 (1), 73–75. p.
DOI:10.1080/10412905.1995.9698467
- [140] PHARMACOPOEA HUNGARICA (1986): VII. Kiadás. I. Kötet. Budapest: Medicina Könyvkiadó, 395–398. p.
- [141] PHARMACOPOEA HUNGARICA (2003): VIII. Kiadás. I. Kötet. Budapest: Medicina Kiadó, 1788–1789. p.
- [142] PIETTA P.-G. (2000): Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63 (7), 1035–1042. p.
DOI:10.1021/np9904509
- [143] PRIOR L. R., WU X., SCHAICH K. (2005): Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (10), 4290–4302. p.
DOI:10.1021/jf0502698

- [144] PROCHÁZKOVÁ D., BOUŠOVÁ I., WILHELMOVÁ N. (2011): Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. *Fitoterapia*, 82 (4), 513–523. p.
DOI:10.1016/j.fitote.2011.01.018
- [145] PULIDO R., BRAVO L., SAURA-CALIXTO F. (2000): Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by modified ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (8), 3396–3402. p.
DOI:10.1021/jf9913458
- [146] PUTIEVSKY E., GALAMBOSI B. (1999): Production systems of sweet basil. In: HILTUNEN R., HOLM Y. (Szerk.). *Basil: The genus Ocimum*. Amsterdam: Medicinal and Aromatic Plants - Industrial Profiles. Harwood Academic Publishers, 10, 39–65. p.
- [147] RÁCZ G., RÁCZ-KOTILLA E., SZABÓ L. GY. (1992): Gyógynövényismeret, a fitoterápia alapjai. Budapest: Sanitas Kiadó, 258. p.
- [148] RADÁCSI P. (2014): *Az eltérő vízellátás hatása a kerti bazsalikom (Ocimum basilicum L.) és az egyéves borsfű (Satureja hortensis L.) élettani, produkcióbiológiai és beltartalmi jellemzőire*, Ph.D. értekezés, Gyógy- és Arománövények Tanszék, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
DOI:10.14267/phd.2014052
- [149] RADVÁNYI D., GERE A., SIPOS L., KOVÁCS S., JÓKAI ZS., FODOR P. (2016): Discrimination of mushroom disease-related mould species based solely on unprocessed chromatograms. *Journal of Chemometrics*, 30 (4), 197–202. p.
DOI:10.1002/cem.2777
- [150] RAFATIAN G., KHODAGHOLI F., FARIMANI M. M., ABRÁKI S. B., GARDANEH M. (2012): Increase of autophagy and attenuation of apoptosis by salvigenin promote survival of SH-SY5Y cells following treatment with H₂O₂. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 371 (1), 9–22. p.
DOI:10.1007/s11010-012-1416-6
- [151] ROUTABOUL J.-M., DUBOS C., BECK G., MARQUIS C., BIDZINSKI P., LOUDET O., LEPINIEC L. (2012): Metabolite profiling and quantitative genetics of natural variation of flavonoids in *Arabidopsis*. *Journal of Experimental Botany*, 63 (10), 3749–3764. p.
DOI:10.1093/jxb/ers067
- [152] RUNYURO D., NGASSAPA O., VAGIONAS K., ALIGIANNIS N., GRAIKOU K., CHINOI I. (2010): Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of four *Ocimum* species growing in Tanzania. *Food Chemistry*, 119 (1), 311–316. p.
DOI:10.1016/j.foodchem.2009.06.028

- [153] SAJJADI S. E. (2006): Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 14 (3), 128–130. p.
- [154] SATO Y., SUZAKI S., NISHIKAWA T., KIHARA M., SHIBATA H., HIGUTI T. (2000): Phytochemical flavones isolated from *Scutellaria barbata* and antibacterial activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Ethnopharmacology*, 72 (3), 483–488. p.
DOI:10.1016/S0378-8741(00)00265-8
- [155] SÁROSI SZ. (2009): *A közönsége gyíkfű (Prunella vulgaris L.) és a kerti kakukkfű (Thymus vulgaris L.) antioxidáns hatású vegyületeinek felhalmozódását befolyásoló tényezők*, Ph.D. értekezés, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
- [156] SÁROSI SZ., SIPOS L., KÓKAI Z., PLUHÁR ZS., SZILVÁSSY B., NOVÁK I. (2013): Effect of different drying techniques on the aroma profile of *Thymus vulgaris* analyzed by GC-MS and sensory profile methods. *Industrial Crops and Products*, 46, 210–216. p.
DOI:10.1016/j.indcrop.2013.01.028
- [157] SEELINGER G., MERFORT I., WÖLFE U., SCHEMP C. M. (2008): Anti-carcinogenic effects of the flavonoid luteolin. *Molecules*, 13 (10), 2628–2651. p.
DOI:10.3390/molecules13102628
- [158] SELAMI I. H., MAAMOURI A., CHAED T., WANNES W. A., KCHOUK M. E., MARZOUK B. (2009): Effect of growth stage on the content and composition of the essential oil and phenolic fraction of sweet marjoram (*Origanum majorana* L.). *Industrial Crops and Products*, 30 (3), 395–402. p.
DOI:10.1016/j.indcrop.2009.07.010
- [159] SELVAKKUMAR C., GAYATHRI B., VINAYKUMAR K. S., LAKSHMI B. S., BALAKRISHNAN A. (2007): Potential anti-inflammatory properties of crude alcoholic extract of *Ocimum basilicum* L. in human peripheral blood mononuclear cells. *Journal of Health Science*, 53 (4), 500–505.p.
DOI:10.1248/jhs.53.500
- [160] SINGLETON V. L., ROSSI J. A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16 (3), 144–158. p.
- [161] SIPOS L., KOVÁCS Z., SZÖLLÖSI D., KÓKAI Z., DALMADI I., FEKETE A. (2011a): Comparison of novel sensory panel performance evaluation techniques with e-nose analysis integration, *Journal of Chemometrics*, 25 (5), 275–286. p.
DOI:10.1002/cem.1391

- [162] SIPOS L., KIRÁLY I., BÁBEL L., KÓKAI Z., TÓTH M. (2011b): Role of sight in flavour perception: Sensory assessment of apple varieties by sighted and blind panels. *Acta Alimentaria*, 40 (Suppl. 1.), 198–213. p.
DOI:10.1556/AAlim.40.2011.Suppl.19
- [163] SIPOS L., KOVÁCS Z., SÁGI-KISS V., CSIKI T., KÓKAI Z., FEKETE A., HÉBERGER K. (2012): Discrimination of mineral waters by electronic tongue, sensory evaluation and chemical analysis. *Food Chemistry*, 135 (4) 2947–2953. p.
DOI:10.1016/j.foodchem.2012.06.021
- [164] SIPOS L., FICZEK G., KÓKAI Z., TÓTH M. (2013): New multiresistant apple cultivars - Complex assessment of sensory and some instrumental attributes. *Acta Alimentaria*, 42 (2), 264–274. p.
DOI:10.1556/AAlim.42.2013.2.14
- [165] SONG C., ZHANG J. (2008): Electrocatalytic oxygen reduction reaction. In: *PEM Fuel Cell Electrocatalysts and Catalyst Layers: Fundamental and Applications*. London: Springer, 89–134. p.
DOI:10.1007/978-1-84800-936-3_2
- [166] SOOBRAATTEE M. A., NEERGHEEN V. S., LUXIMON-RAMMA A., ARUOMA O. I., BAHORUN T. (2005): Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanism of Mutagenesis*, 579 (1–2), 200–213. p.
DOI:10.1016/j.mrfmmm.2005.03.023
- [167] STATSOFT INC. RELEASED (2012): STATSOFT STATISTICA Statistics for Windows, Version, 12.0. Tulsa, OK: STATSOFT Inc.
- [168] SVIRBELY J. L., SZENT-GYÖRGYI A. (1933): The chemical nature of vitamin C. *Biochemical Journal*, 27 (1), 279–285. p.
- [169] SZABÓ K. (2000): *A kerti bazsalikom (Ocimum basilicum L.) és a szurokfű (Origanum vulgare L. subsp. hirtum (Link) Ietswaart) kémiai, morfológiai és produkciobiológiai differenciáltságának feltárása*, Ph.D. értekezés, Gyógy- és Aromanövények Tanszék, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
- [170] SZABÓ K., BERNÁTH J. (2002): Investigation of flowering dynamics of the basil (*Ocimum basilicum* L.) and its consequences in production. *Acta Horticulturae*, 576, 105–112. p.
DOI:10.17660/ActaHortic.2002.576.18

- [171] TANAKA T., HIGA S., HIRANO T., KOTANI M., MATSUMOTO M., FUJITA A., KAWASE I. (2003): Flavonoids as potential anti-allergic substances. *Current Medicinal Chemistry – Anti-Inflammatory & Anti-Allergy Agents*, 2 (1), 57–65. p.
DOI:10.2174/1568014033355790
- [172] TELCI I., BAYRAM E., YILMAZ G., AVCI B. (2006): Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). *Biochemical Systematics and Ecology*, 34 (6), 489–497. p.
DOI:10.1016/j.bse.2006.01.009
- [173] TÓTH L. (1997): Gyógynövény- és Drogismeret. (Farmakognózia) I. Debrecen: Kossuth Egyetemi Kiadó, 66. p.
- [174] TÓTH L. (2005): Gyógynövények, Drogok, Fitoterápia. Debrecen: Kossuth Egyetemi Kiadó, 9. p., 380. p., 399–400. pp.
- [175] TREVISAN S. T. M., SILVA V. G. M., PFUNDSTEIN B., SPIEGELHALDER B., OWEN W. R. (2006): Characterization of the volatile pattern and antioxidant capacity of essential oils from different species of the genus *Ocimum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (12), 4378–4382. p.
DOI:10.1021/jf060181+
- [176] VAN DEN DOOL H., KRATZ P., (1963): A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *Journal of Chromatography A*, 11, 463–471. p.
DOI:10.1016/S0021-9673(01)80947-X
- [177] VANI S. R., CHENG S. F., CHUAH C. H. (2009): Comparative study of volatile compounds from genus *Ocimum*. *American Journal of Applied Sciences*, 6 (3), 523–528. p.
DOI:10.3844/ajas.2009.523.528
- [178] VAUZOUR D., VAFEIADOU K., RODRIGUEZ-MATEOS A., RENDEIRO C., SPENCER J. P. E. (2008): The neuroprotective potencial of flavonoids: a multiplicity of effects. *Genes & Nutrition*, 3 (3), 115–126. p.
DOI:10.1007/s12263-008-0091-4
- [179] VÁRVÖLGYI E., GERE A., SZÖLLŐSI D., SIPOS L., KOVÁCS Z., KÓKAI Z., CSÓKA M., MEDNYÁNSZKY ZS., FEKETE A., KORÁNY K. (2015): Application of sensory assessment, electronic tongue and GC-MS to characterize coffee samples. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 40 (1), 125–133. p.
DOI:10.1007/s13369-014-1489-5

- [180] VENSKUTONIS R., POLL L., LARSEN M. (1996): Effect of irradiation and storage on the composition of volatile compounds in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Flavour and Fragrance Journal*, 11 (2), 117–121. p.
DOI:10.1002/(SICI)1099-1026(199603)11:2<117::AID-FFJ556>3.0.CO;2-O
- [181] VERMA R. S., PADALIA R. C., CHAUHAN A. (2012): Variation in the volatile terpenoids of two industrially important basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars during plant ontogeny in two different cropping seasons from India. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 92 (3), 626–631. p.
DOI:10.1002/jsfa.4620
- [182] VERMUELEN N. (2005): Gyógynövények enciklopédiája. Budapest: Ventus Libro Kiadó, 205. p.
- [183] VIEIRA R. F., GOLDSBROUGH P., SIMON J. E. (2003): Genetic diversity of basil (*Ocimum* spp.) based on RAPD markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128 (1), 94–99. p.
- [184] WHEELER G. L., JONES M. A., SMIRNOFF N. (1998): The biosynthetic pathway of vitamin C in higher plants. *Nature*, 393, 365–369. p.
DOI:10.1038/30728
- [185] YACOUT G. A., ELGUINDY N. M., EL AZAB E. F. (2012): Hepatoprotective effect of basil (*Ocimum basilicum* L.) on CCl₄-induced liver fibrosis in rats. *African Journal of Biotechnology*, 11 (90), 15702–15711. p.
DOI:10.5897/AJB12.2048
- [186] YOSR Z., HNIA C., RIM T., MOHAMED B. (2013): Changes in essential oil composition and phenolic fraction in *Rosmarinus officinalis* L. var. *typicus* Batt. organs during growth and incidence on the antioxidant activity. *Industrial Crops and Products*, 43, 412–419. p.
DOI:10.1016/j.indcrop.2012.07.044
- [187] ZAKARIA Z., AZIZ R., LACHIMANAN L. Y., SREENIVASAN S, RATHINAM X. (2008): Antioxidant activity of *Coleus blumei*, *Orthosiphon stamineus*, *Ocimum basilicum* and *Mentha arvensis* from *Lamiaceae* family. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 2 (1), 93–95. p.
- [188] ZHELJAZKOV V. D., CALLAHAN A., CANTRELL C. L. (2008): Yield and oil composition of 38 basil (*Ocimum basilicum* L.) accessions grown in Mississippi. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (1), 241–245. p.
DOI:10.1021/jf072447y

- [189] ZHENG W., WANG S. Y. (2001): Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (11), 5165–5170. p.
DOI:10.1021/jf010697n

M2. A kerti bazsalikom összes polifenol-tartalma irodalmi adatok alapján

Faj	Taxon/genotípus	Növényi rész	Betakarítás ideje	Irodalom	Oldószer	Eredmények
<i>O. b. L.</i>		herba	teljes virágzásban	Javanmardi és mtsai. 2003	80 % acetone	23,0-65,5 mg GSE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Cinnamon'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	35,6 mg GSE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Dark Opal'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	126,2 mg GSE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Holy'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	51,1 mg GSE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Italian Large Leaf'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	62,9 mg GSE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Sweet Dany Lemon'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	55,8 mg GSE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Osmin Purple'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	81,7 mg GSE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Purple Ruffles'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	92,6 mg GSE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Red Rubin'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	95,1 mg GSE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Sweet'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	55,7 mg GSE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>		friss, fagy. lev.	csírázás + 16 hét	Lee és Scagel 2009	savazott metanol	523 mg GSE/100g sz. a.
<i>O. b. L.</i>		friss, fagy. szár	csírázás + 16 hét	Lee és Scagel 2009	savazott metanol	244 mg GSE/100g sz. a.
<i>O. b. L.</i>		friss, fagy. lev.	csírázás + 16 hét	Lee és Scagel 2009	savazott metanol	605 mg GSE/100g sz. a.
<i>O. b. L.</i>		friss, fagy. szár	csírázás + 16 hét	Lee és Scagel 2009	savazott metanol	231 mg GSE/100g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Genovese Italian'	friss, fagy. lev.	csírázás + 16 hét	Lee és Scagel 2009	savazott metanol	644 mg GSE/100g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Genovese Italian'	friss, fagy. szár	csírázás + 16 hét	Lee és Scagel 2009	savazott metanol	376 mg GSE/100g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Purple Petra'	friss, fagy. lev.	csírázás + 16 hét	Lee és Scagel 2009	savazott metanol	325 mg GSE/100g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Purple Petra'	friss, fagy. szár	csírázás + 16 hét	Lee és Scagel 2009	savazott metanol	172 mg GSE/100g sz. a.

M3. A kerti bazsalikom antioxidáns kapacitása irodalmi adatok alapján

Faj	Taxon/genotípus	Növényi rész	Betakarítás ideje	Irodalom	Oldószer	Módszer	Eredmények
<i>O. b. L.</i>		herba	teljes virágzásban	Javanmardi és mtsai. 2003	80 % acetón	TEAC	10,8-35,7 μ mol TE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Cinnamon'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	TEAC	199 mmol TE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Dark Opal'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	TEAC	547 mmol TE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Holy'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	TEAC	297 mmol TE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Italian Large Leaf'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	TEAC	354 mmol TE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Sweet Dany Lemon'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	TEAC	206 mmol TE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Osmin Purple'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	TEAC	440 mmol TE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Purple Ruffles'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	TEAC	497 mmol TE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Red Rubin'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	TEAC	562 mmol TE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Sweet'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	TEAC	296 mmol TE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Cinnamon'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	FRAP	282 mmol ASE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Dark Opal'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	FRAP	726 mmol ASE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Holy'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	FRAP	420 mmol ASE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Italian Large Leaf'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	FRAP	459 mmol ASE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Sweet Dany Lemon'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	FRAP	254 mmol ASE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Osmin Purple'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	FRAP	582 mmol ASE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Purple Ruffles'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	FRAP	694 mmol ASE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Red Rubin'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	FRAP	803 mmol ASE/g sz. a.
<i>O. b. L.</i>	'Sweet'	friss levél		Juliani és Simon 2002	80 % ethanol	FRAP	401 mmol ASE/g sz. a.

M4. Génbankból származó 8 különböző kerti bazsalikom száraz leveleinek relatív %-os illóolaj-összetétele a teljes virágzás fenofázisában (Soroksár, 2012)

Komponens/taxon	'A-1'	'Arvada'	'Dark Opal'	'Genovese'	'Lengyel'	'M. Grünes'	'Piros'	'Rit-Sat'
β-pinén	0,13	—	0,32	—	0,08	—	—	—
β-mircén	0,16	0,73	0,63	—	0,13	—	—	0,24
limonén	—	—	0,29	—	—	—	—	—
β-fellandrén	—	—	—	—	0,11	—	—	—
1,8-cineol	8,00	17,78	11,61	4,01	5,10	4,86	—	11,69
<i>transz</i> -β-ocimén	0,22	—	—	—	0,16	—	—	—
fenkon	—	—	1,16	—	—	—	—	—
linalool	59,34	64,64	75,39	58,71	81,74	33,83	19,50	69,67
<i>cisz</i> -szabinén-hidrát	0,41	—	—	—	0,28	—	—	—
kámfor	—	—	—	—	—	—	1,16	—
terpinén-4-ol	—	—	—	—	0,70	—	—	—
α-terpineol	0,42	—	0,35	0,71	0,43	—	0,11	—
metil-kavikol	22,21	—	—	—	—	59,49	70,20	—
linalil-acetát	—	—	—	—	0,70	—	—	—
izobornil-acetát	0,34	1,72	—	3,20	1,44	—	—	0,95
eugenol	0,94	2,94	0,30	0,26	0,50	—	—	1,28
β-elemén	—	—	—	0,11	—	—	—	—
metil-eugenol	—	—	0,58	—	—	—	—	—
β-kariofillén	—	—	0,87	—	—	—	0,16	—
<i>transz</i> -α-bergamotén	0,86	5,19	0,19	7,14	3,32	0,68	1,67	6,13
aromadendrén	—	—	0,14	0,40	—	—	—	—
α-humulén	—	—	—	0,27	—	—	—	—
alloaromadendrén	—	—	—	0,23	—	—	—	—
germakrén-D	0,30	—	1,30	1,05	0,40	—	0,26	0,37
biciklogermakrén	—	—	0,22	0,34	0,19	—	0,09	—
δ-guajén	0,19	—	1,68	1,43	—	—	0,11	—
<i>cisz</i> -γ-kadinén	1,33	1,08	1,07	4,98	0,62	—	0,87	2,39
δ-kadinén	—	—	—	0,41	—	—	—	—
spatulenol	—	—	—	1,03	—	—	—	—
kariofillén-oxid	—	—	—	—	—	—	0,13	—
1,10-di-epi-kubenol	0,16	—	—	0,92	0,14	—	0,21	—
τ-kadinol	4,98	5,92	3,91	14,57	3,96	1,14	5,53	7,27
α-kadinol	—	—	—	0,22	—	—	—	—

—: nem volt detektálható a komponens

M5. Génbankból származó 8 különböző kerti bazsalikom herbájának relatív %-os illóolaj-összetétele a virágzás kezdetén, teljes virágzásban, valamint az elnyílt stádiumban (Soroksár, 2013)

Komponens/taxon	'A-1'			'Arvada'			'Dark Opal'		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
α -tujén	—	—	—	—	—	—	—	—	—
α -pinén	0,10	—	0,09	—	—	0,11	0,09	0,11	—
szabinén	0,10	0,09	0,10	0,11	—	0,21	0,12	0,11	—
β -pinén	0,30	0,17	0,24	0,30	0,13	0,44	0,33	0,33	0,25
β -mircén	0,18	0,10	0,28	0,45	0,22	0,69	0,52	0,40	0,24
p-cimén	—	—	—	—	—	—	—	—	—
limonén	0,13	0,10	0,23	0,22	0,13	0,33	0,22	0,17	0,09
1,8-cineol	4,97	4,87	4,37	9,21	5,84	12,03	8,38	6,21	4,03
<i>transz</i> - β -ocimén	0,12	—	—	—	0,11	0,39	—	—	—
γ -terpinén	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>transz</i> -szabinén-hidrát	—	—	—	—	—	0,15	—	—	—
α -terpinolén	—	—	0,09	—	—	—	—	—	—
fenkon	—	—	—	—	—	—	0,49	0,20	—
linalool	56,74	55,07	48,94	66,64	65,14	55,30	77,49	77,47	68,97
dehidro-linalool	—	—	0,11	—	—	—	—	—	—
kámfor	0,20	0,26	0,35	0,43	0,43	0,51	—	—	—
izoborneol	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>cisz</i> - α -terpineol	—	—	—	—	—	0,14	—	—	—
terpinén-4-ol	0,16	—	—	—	—	0,32	—	—	—
α -terpineol	0,50	0,44	0,59	0,91	0,69	1,38	0,61	0,46	0,26
metil-kavikol	21,31	15,74	1,15	—	—	—	—	—	0,32
oktanol-acetát	—	—	0,14	—	—	0,28	—	—	—
nerol	—	—	—	—	—	—	—	—	—
linalil-acetát	—	—	—	—	—	—	0,08	0,19	—
izobornil-acetát	0,38	—	5,26	0,99	1,16	2,33	—	—	—
lavandulil-acetát	—	0,27	—	—	—	—	—	—	—
eugenol	1,36	0,81	1,09	2,91	4,41	2,28	0,37	0,38	0,72
linalil-izobutanoát	—	—	—	—	—	—	—	—	0,14
β -bourbonén	—	—	0,20	—	—	—	—	—	0,14
geranil-acetát	—	—	—	—	—	—	—	—	—
β -elemén	0,14	0,38	0,52	0,21	0,31	0,28	0,38	0,70	1,28
metil-eugenol	0,11	—	—	—	—	—	—	—	—
β -kariofillén	—	—	0,26	—	—	—	0,91	0,99	1,73
β -gurjunén	—	—	0,61	—	—	—	—	—	—
<i>cisz</i> - β -farnézén	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>transz</i> - α -bergamotén	1,73	2,51	2,90	3,03	3,84	4,32	0,39	0,37	0,49
α -guajén	—	—	—	—	—	—	—	—	1,49
aromadendrén	0,18	0,64	0,86	0,30	0,48	0,43	0,45	0,74	—
α -humulén	0,18	0,39	1,26	0,24	0,33	0,34	0,22	0,29	1,02
neril-propanát	—	—	—	—	—	—	—	—	—
alloaromadendrén	0,19	0,29	0,45	0,21	0,28	0,30	—	—	0,16
germakrén-D	1,00	2,45	4,03	1,42	2,23	1,89	1,95	3,10	4,86
β -szelinén	—	—	0,07	—	—	0,19	—	—	—

neril-izobutanoát	—	0,13	—	—	0,16	—	—	—	—
α -szelinén	—	—	—	—	—	—	—	—	—
biciklogermakrén	0,36	0,54	0,72	0,32	0,41	0,38	0,34	0,48	0,80
<i>transz</i> - β -guajén	—	—	0,10	—	—	—	—	—	0,20
germakrén-A	—	—	—	—	—	—	—	—	6,45
δ -guajén	0,95	2,74	3,87	1,31	2,07	2,05	2,41	3,82	—
<i>cisz</i> - γ -kadinén	1,54	2,37	3,47	2,19	2,45	2,27	0,92	0,71	1,35
δ -kadinén	0,19	0,28	0,28	0,25	0,28	0,27	—	—	0,18
10- <i>epi</i> -kubenol	—	—	0,13	—	—	—	—	—	—
<i>cisz</i> -muurola-5-én-4- α -ol	—	0,24	2,55	—	—	—	—	—	—
nerolidol	—	—	—	—	—	—	—	—	—
spatulénol	0,16	0,19	0,40	0,27	0,24	0,28	—	—	—
kariofillén-oxid	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,10- <i>di-epi</i> -kubenol	0,48	0,70	1,29	0,55	0,61	0,82	0,16	0,15	0,32
τ -kadinol	6,09	7,99	12,48	7,53	7,86	8,91	3,15	2,62	4,31
α -kadinol	0,13	0,23	0,34	—	0,19	0,22	—	—	0,18

—: nem volt detektálható a komponens

1 : virágzás kezdete

2 : teljes virágzás

3 : elnyílt stádium

Komponens/taxon	'Genovese'			'Lengyel'			'M. Grünes'		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
α -tujén	—	0,02	—	—	—	—	—	—	—
α -pinén	0,19	—	0,07	—	—	—	0,20	—	—
szabinén	0,21	0,10	0,06	—	—	—	0,17	0,07	—
β -pinén	0,52	0,22	0,19	—	—	—	0,40	0,19	0,06
β -mircén	0,66	0,33	0,15	0,10	—	—	0,38	0,23	0,11
p-cimén	—	—	—	—	—	—	—	—	—
limonén	0,27	0,21	0,11	—	—	0,10	0,19	0,10	0,08
1,8-cineol	10,34	8,16	3,30	1,75	1,17	0,77	6,23	5,14	2,70
<i>transz</i> - β -ocimén	0,14	0,11	0,10	0,14	0,11	—	0,56	0,20	0,16
γ -terpinén	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>transz</i> -szabinén-hidrát	—	—	—	—	—	—	—	—	—
α -terpinolén	—	—	—	—	—	—	—	—	—
fenkon	—	—	—	—	—	—	—	—	—
linalool	56,12	63,82	44,85	81,97	79,59	63,81	37,71	43,43	38,76
dehidro-linalool	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kámfor	0,31	0,26	0,29	—	0,31	0,35	0,23	0,26	0,43
izoborneol	—	0,10	—	—	0,27	—	—	—	—
<i>cisz</i> - α -terpineol	—	0,13	—	—	—	—	—	—	—
terpinén-4-ol	0,26	—	—	0,25	0,52	0,30	0,28	0,24	0,33
α -terpineol	0,99	0,96	0,32	0,25	0,22	—	0,54	0,60	0,34
metil-kavikol	2,73	—	22,22	0,73	0,78	—	45,22	39,56	35,18
oktanol-acetát	—	0,19	—	—	—	—	—	—	—
nerol	—	—	—	—	0,55	—	—	—	—

linalil-acetát	—	—	—	2,44	—	0,38	—	—	—
izobornil-acetát	1,14	1,74	1,04	0,68	0,62	4,09	0,41	0,34	1,23
lavandulil-acetát	—	—	—	—	—	—	—	—	—
eugenol	1,61	1,56	0,35	0,31	0,65	—	0,17	0,53	—
linalil-izobutanoát	—	—	—	—	—	—	—	—	—
β -bourbonén	—	—	—	—	—	0,90	—	—	—
geranil-acetát	—	—	—	—	—	—	—	—	—
β -elemén	0,31	0,25	0,34	—	0,25	0,32	—	—	0,20
metil-eugenol	—	—	—	—	—	—	—	—	—
β -kariofillén	—	—	0,21	—	0,10	0,25	—	—	—
β -gurjunén	—	—	0,47	—	—	0,91	—	—	0,17
<i>cisz</i> - β -farnezen	—	—	—	—	—	—	—	—	1,23
<i>transz</i> - α -bergamotén	6,52	5,96	1,81	1,45	0,87	0,38	1,57	1,33	—
α -guajén	—	—	—	—	0,23	—	—	0,09	—
aromadendrén	0,39	0,45	0,47	—	—	0,26	—	—	0,31
α -humulén	0,33	0,35	0,86	0,13	0,23	0,57	0,13	0,15	0,57
neril-propanát	—	—	—	—	—	—	—	—	—
alloaromadendrén	0,28	0,26	0,35	—	0,15	0,29	0,09	0,12	0,27
germakrén-D	1,70	1,46	2,87	2,77	4,32	5,19	0,58	0,80	2,69
β -szelinén	—	—	—	—	—	—	—	—	—
neril-izobutanoát	0,30	0,28	—	—	—	—	—	—	—
α -szelinén	—	—	—	—	—	—	—	—	—
biciklogermakrén	0,38	0,21	0,51	0,54	0,42	0,62	0,19	0,25	0,45
<i>transz</i> - β -guajén	—	—	—	—	—	—	—	—	—
germakrén-A	—	—	—	—	—	—	—	0,58	1,86
δ -guajén	1,72	1,75	2,52	0,48	1,32	1,49	0,38	—	—
<i>cisz</i> - γ -kadinén	2,52	2,09	2,72	1,00	1,15	2,94	0,82	1,13	2,19
δ -kadinén	0,44	0,34	0,18	—	0,09	0,15	0,09	0,12	0,13
10-epi-kubenol	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>cisz</i> -muurola-5-én-4- α -ol	—	0,12	1,89	—	0,21	3,58	—	—	0,83
nerolidol	—	—	—	0,15	0,20	0,22	—	—	—
spatulenol	0,27	0,30	—	—	—	0,23	—	—	—
kariofillén-oxid	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,10- <i>di</i> -epi-kubenol	0,72	0,66	0,97	0,34	0,40	1,16	0,23	0,31	0,73
τ -kadinol	8,40	7,41	10,49	4,52	5,13	10,45	3,20	4,23	8,80
α -kadinol	0,23	0,20	0,29	—	0,14	0,29	—	—	0,18

—: nem volt detektálható a komponens

1 : virágzás kezdete

2 : teljes virágzás

3 : elnyílt stádium

Komponens/taxon	'Piros'			'Rit-Sat'		
	1	2	3	1	2	3
α -tujén	—	—	—	—	—	—
α -pinén	—	—	0,10	0,19	—	—
szabinén	—	—	0,10	0,20	—	—
β -pinén	—	—	—	0,51	—	0,12
β -mircén	0,17	0,08	0,15	0,48	0,09	0,19
p-cimén	—	—	0,30	—	—	—
limonén	0,13	0,11	0,26	0,22	—	0,12
1,8-cineol	2,20	1,76	2,73	8,43	4,00	4,97
<i>transz</i> - β -ocimén	0,28	0,13	0,12	0,11	—	0,11
γ -terpinén	—	—	0,14	—	—	—
<i>transz</i> -szabinén-hidrát	—	—	0,17	—	—	—
α -terpinolén	—	—	—	—	—	—
fenkon	0,23	0,17	—	—	—	—
linalool	19,42	18,53	71,34	67,46	60,76	55,36
dehidro-linalool	—	—	—	—	—	—
kámfor	1,39	1,64	0,38	—	0,16	0,28
izoborneol	—	0,15	—	—	0,16	—
<i>cisz</i> - α -terpineol	—	—	—	—	0,62	—
terpinén-4-ol	—	—	2,62	—	—	—
α -terpineol	0,23	0,26	0,33	0,77	—	0,62
metil-kavikol	64,89	62,62	0,15	—	0,53	—
oktanol-acetát	—	—	0,17	—	—	—
nerol	—	—	—	—	—	—
linalil-acetát	—	—	—	—	—	—
izobornil-acetát	—	—	1,23	0,93	1,50	3,09
lavandulil-acetát	—	—	—	—	—	—
eugenol	—	—	1,91	2,70	2,83	3,39
linalil-izobutanoát	—	—	—	—	—	—
β -bourbonén	—	—	—	—	—	0,16
geranil-acetát	0,07	—	—	—	—	—
β -elemén	—	0,32	0,22	0,14	0,60	0,31
metil-eugenol	0,18	0,13	—	—	—	—
β -kariofillén	0,46	0,72	—	—	0,12	—
β -gurjunén	—	—	—	—	—	0,27
<i>cisz</i> - β -farnézén	—	—	—	—	—	—
<i>transz</i> - α -bergamotén	1,28	1,32	2,06	5,06	6,06	5,68
α -guajén	—	—	0,36	—	0,78	—
aromadendrén	—	0,25	—	0,21	—	0,60
α -humulén	0,12	0,16	0,34	0,16	0,53	0,69
neril-propanát	0,40	0,49	—	—	—	—
alloaromadendrén	0,12	0,15	0,20	0,18	0,40	0,37
germakrén-D	0,91	1,69	1,51	0,97	3,04	2,80
β -szelinén	—	—	—	—	0,31	0,21
neril-izobutanoát	—	—	—	0,18	—	—
α -szelinén	—	—	—	—	0,38	—

biciklogermakrén	0,54	0,72	0,29	0,14	—	0,25
<i>transz</i> - β -guajén	—	—	—	—	—	—
germakrén-A	—	—	—	—	—	—
δ -guajén	0,60	1,30	1,89	1,07	3,08	2,60
<i>cisz</i> - γ -kadinén	1,15	1,38	1,77	1,85	3,19	3,26
δ -kadinén	—	0,11	0,16	0,26	0,42	0,30
10- <i>epi</i> -kubenol	—	—	—	—	—	—
<i>cisz</i> -muurola-5-én-4- α -ol	—	—	—	—	0,32	1,25
nerolidol	—	—	—	—	—	—
spatulenol	0,14	0,19	0,29	0,18	0,18	—
kariofillén-oxid	0,10	0,12	—	—	—	—
1,10- <i>di-epi</i> -kubenol	0,33	0,41	0,63	0,50	0,75	0,98
τ -kadinol	4,63	4,92	7,94	6,96	8,96	11,75
α -kadinol	—	0,14	0,13	0,14	0,23	0,26

—: nem volt detektálható a komponens

1 : virágzás kezdete

2 : teljes virágzás

3 : elnyílt stádium

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Mindenekelőtt szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek, Dr. Szabó Krisztinának, a Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Gyógy- és Aromanövények Tanszék egyetemi docensének és Dr. Bernáth Jenőnek, a Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Gyógy- és Aromanövények Tanszék egyetemi tanárának, akik széleskörű szakmai tudásukkal, észrevételeikkel, tanácsaikkal támogatták munkámat.

Külön köszönettel tartozom tanszékvezetőmnek Zámboriné Dr. Németh Évának, a Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Gyógy- és Aromanövények Tanszék egyetemi tanárának, aki ideális feltételeket teremtett kutatásaimhoz és mindvégig biztosított támogatásáról.

Köszönet illeti Ruttner Klárát, a Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Gyógy- és Aromanövények Tanszék vegyésztechnikusát és Dr. Tavaszi-Sárosi Szilviát, a Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Gyógy- és Aromanövények Tanszék egyetemi adjunktusát az illóolaj-tartalom és -összetétel meghatározásában nyújtott önzetlen segítségükért.

Köszönettel tartozom néhai Gilingerné Dr. Pankotai Máriának a Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék egyetemi docensének, Orbán Csabának a Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék tanársegédjének, valamint Sütő Ágnesnek a Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kar Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék laborasszisztensének az antioxidáns mérésekben nyújtott önzetlen segítségért, szakmai támogatásért, kritikai észrevételért és tanácsokért, valamint a műszerek és vegyszerek rendelkezésemre bocsátásáért.

Köszönöm Komáromi Bonifácnak, a Richter Gedeon Nyrt. jelenlegi munkatársának a szalvigenin- és nevadenzin-tartalom mérésében nyújtott segítségét és Bányai Lászlónak, a Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar Gyógy- és Aromanövények Tanszék, Élelmiszertudományi Kar Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék Corvinus-Fitolabor vezetőjének támogatását, aki biztosította a kísérletekhez szükséges feltételeket.

Hálásan köszönöm Dr. Ladányi Mártának, a Szent István Egyetem Kertészettudományi Kar, Biometria és Agrárinformatika Tanszék tanszékvezető egyetemi docensének a statisztikai elemzésekben nyújtott önzetlen segítségét, tanácsait, aki szabadidejének egy részét rám áldozta. Köszönöm továbbá Dr. Sipos Lászlónak, a Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kar Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék docensének, valamint Gere Attilának, a Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kar Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék egyetemi tanársegédjének az *SRD*-módszer szoftveres értékelésben nyújtott segítségét.

Hálás vagyok továbbá a Soroksári Kísérleti Üzem és Tangazdaság Gyógynövénytermesztési Telep dolgozóinak munkájukért és segítségükért, mely biztosította a szabadföldi kísérlet sikeres kivitelezését.

Végül, de nem utolsó sorban nagy hálával tartozom szüleimnek, barátaimnak és kollégáimnak, akik mindvégig támogattak.

A doktori értekezést a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0023 számú pályázat támogatta.