

BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
KERTÉSZETTUDOMÁNYI KAR
GYÓGY-ÉS AROMANÖVÉNYEK TANSZÉK

**A KÖZÖNSÉGES GYÍKFŰ (*PRUNELLA VULGARIS* L.) ÉS A KERTI KAKUKKFŰ
(*THYMUS VULGARIS* L.) ANTIOXIDÁNS HATÁSÚ VEGYÜLETEINEK
FELHALMOZÓDÁSÁT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK**

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

SÁROSI SZILVIA

TÉMAVEZETŐ: DR. BERNÁTH JENŐ
BIOLÓGIAI TUDOMÁNY DOKTORA

BUDAPEST, 2009

1. TARTALOMJEGYZÉK

1. TARTALOMJEGYZÉK.....	2
2. JELÖLÉSEK, RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE	4
3. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....	5
4. IRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	7
4.1. Fenoloidok és antioxidáns aktivitásuk.....	7
4.1.1. Az antioxidáns hatáserősség felmérése	7
4.1.2. Az antioxidáns hatáserősség meghatározására leggyakrabban használt módszerek	8
4.1.3. A fenoloid típusú hatóanyagok antioxidáns hatása	12
4.1.4. A fenoloidok felhalmozódását befolyásoló tényezők.....	14
4.2. A közönséges gyíkfű (<i>Prunella vulgaris</i> L.) rendszertani besorolása, származása és botanikája	16
4.3. A közönséges gyíkfű drogja, hatóanyagai és azok hatása	19
4.4. A közönséges gyíkfű hagyományos és tudományos alapokra épülő felhasználása.....	25
4.5 A közönséges gyíkfű ökológiai igényei, előfordulása és termesztése	30
4.6. A kerti kakukkfű (<i>Thymus vulgaris</i> L.) rendszertani besorolása, származása és botanikája ...	31
4.7. A kerti kakukkfű drogja, hatóanyagai és azok hatása.....	33
4.8 A kerti kakukkfű hagyományos és tudományos alapokra épülő felhasználása	35
4.9. A kerti kakukkfű fizio-ökológiája és nemesítése.....	36
5. ANYAG ÉS MÓDSZER	40
5.1. Vizsgálati anyagok.....	40
5.1.1. A közönséges gyíkfű kijelölt vadon termő állományai	40
5.1.2. Termesztett közönséges gyíkfű állományok létesítése Soroksáron	44
5.1.3. Termesztett kerti kakukkfű állományok	45
5.2. A kísérleti évek időjárási viszonyai	47
5.3. Kísérleti módszerek	49
5.3.1. Szabadföldi kísérletek.....	49
5.3.2. Laboratóriumi vizsgálatok.....	50
5.3.3. Statisztikai kiértékelés	52
6. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK.....	53
6.1. A közönséges gyíkfű morfológiai és beltartalmi tulajdonságait befolyásoló tényezők.....	53
6.1.1. Eltérő kivonási módok hatása a közönséges gyíkfű összes fenoltartalmára és összantioxidáns kapacitására	53
6.1.2. A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak morfológiai tulajdonságai.....	56
6.1.3. A közönséges gyíkfű termesztett állományainak morfológiai tulajdonságai	59
6.1.4. A közönséges gyíkfű morfológiai tulajdonságainak változása évelő állományban.....	62
6.1.5. A közönséges gyíkfű összes fenoltartalmának értékelése	64

6.1.5.1. A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak összes fenoltartalma a kísérleti években	64
6.1.5.2. A termesztés hatása a közönséges gyíkfű összes fenoltartalmára	67
6.1.5.3. Az évjárat és életkor hatása a közönséges gyíkfű összes fenoltartalmára	69
6.1.5.4. A fenológia fázis hatása a közönséges gyíkfű összes fenoltartalmára.....	70
6.1.6. A közönséges gyíkfű rozmaringsav-tartalma	72
6.1.6.1. A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak rozmaringsav-tartalma a kísérleti években	72
6.1.6.2. A termesztés hatása a közönséges gyíkfű rozmaringsav-tartalmára.....	74
6.1.6.3. Az évjárat és életkor hatása a közönséges gyíkfű rozmaringsav-tartalmára.....	75
6.1.6.4. A fenológia fázis hatása a közönséges gyíkfű rozmaringsav-tartalmára	77
6.1.7. A közönséges gyíkfű összantioxidáns kapacitásának értékelése	78
6.1.7.1. A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak összantioxidáns kapacitása a kísérleti években	78
6.1.7.2. A termesztés hatása a közönséges gyíkfű kivonatában mérhető összantioxidáns kapacitásra	81
6.1.7.3. Az évjárat és életkor hatása a közönséges gyíkfű összantioxidáns kapacitására.....	82
6.1.7.4. A fenológia fázis hatása a közönséges gyíkfű kivonatának összantioxidáns kapacitására	83
6.1.8. A közönséges gyíkfű populációk elkülönítése a vizsgált kémiai paraméterek alapján	84
6.2. A kerti kakukkfű beltartalmi tulajdonságait befolyásoló főbb tényezők vizsgálata	86
6.2.1. Különböző kerti kakukkfű fajták beltartalmi paramétereire és összantioxidáns kapacitásuk	86
6.2.2. Az életkor és évjárat hatása a kerti kakukkfű beltartalmi paramétereire és összantioxidáns kapacitására	89
6.2.3. A vágási idő hatása a kerti kakukkfű beltartalmi paramétereire és összantioxidáns kapacitására	91
6.2.4. A fenológiai fázis hatása a kerti kakukkfű nem illékony, fenolos komponenseire és összantioxidáns kapacitására	93
6.3. A két modellfaj összehasonlító értékelése az általuk felhalmozott fenolos jellegű komponensek és kivonataik összantioxidáns kapacitása alapján	94
6.4. Új tudományos eredmények	96
7. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	99
8. ÖSSZEFOGLALÁS	101
SUMMARY	104
M1. IRODALOMJEGYZÉK	107
M2. – TOVÁBBI MELLÉKLETEK.....	129
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	145

2. JELÖLÉSEK, RÖVIDÍTÉSEK JEGYZÉKE

- B – Börzsönyliget
- K – Katalinpuszta
- KR – Királyrét
- R – Recsk, Mátra
- G – Gödöllő, Grassalkovich kastélypark
- V – Vácrátóti Botanikus Kert
- SB – Soroksári Botanikus Kert
- MP – Monte Pisani hegység
- P – Pisai Botanikus Kert
- L – Luccai Botanikus Kert
- DW - 'Deutscher Winter' kerti kakukkfű fajta
- KA – Kalocsai köztermesztésű kerti kakukkfű populáció
- mg GSE/ml – mg galluszsav/ml egyenérték
- mg ASE/ml – mg aszkorbinsav/ml egyenérték
- TPTZ – 2,4,6-tripiridil-s-triazin
- Bterm – Börzsönyliget termesztett állomány
- Kterm – Katalinpuszta termesztett állomány
- Rterm – Recsk termesztett állomány
- Gterm – Gödöllő termesztett állomány
- Vterm – Vácrátót termesztett állomány
- VAR I - 'Varico I' kerti kakukkfű fajta
- VAR II - 'Varico II' kerti kakukkfű fajta

3. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

Az utóbbi időben számos kutatócsoport érdeklődését keltették fel azok a növényfajok, amelyek extraktuma úgynevezett antioxidáns hatást mutat. A humán kórfolyamatokban oly fontos szerepet játszó szabad gyökök semlegesítése mellett természetes, növényi eredetű tartósítószerként szerepük az élelmiszeripar területén is egyre fokozódik.

Az irodalmi adatokat áttekintve egyértelműnek látszik, hogy ez a kutatási terület az utóbbi években rendkívül dinamikus fejlődött. Ezt jól példázza, hogy 1993 és 2003 között több mint négyszeresére nőtt azon kísérletek száma, melyek az oxidatív stressz következményeit, illetve az antioxidáns vegyületek hatását mérték fel (1993: 1684 db tudományos cikk, 2003-ban: 6510 db tudományos cikk) (Huang et al., 2005). Jelenleg a Sciencedirect adatbázis mintegy 25161 cikket jelenít meg az antioxidáns szó beírásakor.

A növényi eredetű másodlagos anyagcseretermékek élelmiszertartósításra történő felhasználása nem újkeletű, sokkal inkább egy újra felfedezett lehetőség. Bizonyított tény ugyanis, hogy már az ókori egyiptomiak is használtak e célból fűszernövényeket (ánizs, kömény, kínai fahéj, mustár, sáfrány) (Wilson, 1993). Ma már azt is tudjuk, hogy a fűszernövények kiváló antioxidáns tulajdonságaikat a bennük található polifenolos alkotórészeknek köszönhetik, sőt teljes mértékben feltárt a gyökfogó hatás szerkezeti követelménye is (o-hidroxi-csoportok, a 4-oxo-csoportoknál konjugált helyzetben lévő 2,3 kettős kötés, a 3-OH és 5-OH csoportok megléte) (Bors et al., 1999). A fenoloidokról bebizonyították, hogy képesek megkötni az atomos oxigént és így csökkenteni a lokális oxigénkoncentrációt (Beutner et al., 2001). Bizonyítást nyert, hogy a fenoloidok a fém-kelát képződésben is aktívan részt vesznek, így megakadályozzák, hogy a fémionok további káros reakciókat katalizáljanak (Brown et al., 1998). Ezen komponensek képesek regenerálni az endogén α -tokoferolt a foszfolipidekből álló kettős membránban (Viana et al., 1996). Egyes, az oxidációban részt vevő enzimek működését is blokkolni képesek (Cos et al., 1998).

Mivel tehát bebizonyosodott, hogy a növényi fenoloidok egyfajta multifunkcionális antioxidánsoknak tekinthetők (Shahidi és Wanasundara, 1992), a tudományos figyelem középpontjába kerülő növényfajok köre lényegesen kibővült. Ezt alátámasztandó, az utóbbi években a fűszer- és gyógynövényeken kívül zöldség-, gyümölcs-, és héjas gyümölcsök vizsgálatát is megkezdték, hogy átfogóbb képet kapjunk arról, milyen mértékben képesek pozitív hatást gyakorolni egészségünkre (Lugasi et al., 1999; Dorman et al., 1995). E munka keretében nemcsak fenolsavak (rozmaringsav, kávésav, klorogénsav), diterpénsavak (karnozol, karnozolsav), triterpénsavak (oleanolsav, urzolsav) és flavonoidok (kvercetin, rutin, izokvercitrin) antioxidáns hatáserősségét vizsgálták, hanem különböző illóolajok (Dorman et al., 1995; Sacchetti et al., 2005) sőt az egyes illóolaj-komponensekét is (Dorman et al., 2000; Ruberto és Baratta, 2000).

Mind nagyobb érdeklődés irányul tehát az antioxidáns hatással rendelkező fenolos jellegű vegyületekre, hiszen nem csupán a humán gyógyászatban jelentenek új perspektívát, de az élelmiszerek tartósításának természetes eszközeiként a mesterséges tartósítószer kiváltására is lehetőséget nyújtanak a jövőben. Ezen szempontok figyelembevételével vizsgálatainkhoz két, fenoloid típusú anyagokat akkumuláló modellnövényt – *Prunella vulgaris* L., *Thymus vulgaris* L. - választottunk ki.

A *Lamiaceae* családba tartozó közönséges gyíkfű (*Prunella vulgaris* L.) Euráziában honos, a kínai és indiai gyógyászatban tradicionálisan használt gyógynövényfaj. Kivonatában számos olyan hatóanyag is előfordul, mely kémiai sajátosságainak köszönhetően rendelkezik antioxidáns hatással: urzol-, és oleanolsav, rozmaringsav, flavonoidok, a virágokban felhalmozódó antocián vegyületek (Sendra, 1963a). Mivel szinte teljesen íz- és illatmentes, felhasználása az élelmiszeripar területén igen perspektivikusnak tűnik.

A szintén a *Lamiaceae* családba tartozó kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.) az egyik legerősebb antioxidáns hatású növény. Különlegessége abban rejlik, hogy mind az illékony (illóolaj-komponensek: timol, karvakrol), mind a nem illékony (rozmaringsav, karnozol, karnozolsav, flavonoidok) összetevői rendelkeznek szabadgyökfogó és lipidperoxidációt gátló hatással (Deans et al., 1993). Számos kísérletben igazolták erős antioxidáns hatását (Mantle et al., 1998; Dorman et al., 2000; Katalinic et al., 2006). Ezen kutatások eredménye alapján választottuk ki a kakukkfűvet, mint viszonyítási alapot.

Célkitűzéseink a következők voltak:

- a választott gyógynövényfajok alkoholos és vizes kivonatában mérhető összes fenoltartalom és összantioxidáns kapacitás megállapítása, ez által az optimális kivonási mód meghatározása,
- a hazai, korábban még nem vizsgált közönséges gyíkfű vadon termő állományainak morfológia és beltartalmi jellemzése,
- eltérő ökológiai és éghajlati adottságok hatásának felmérése a közönséges gyíkfű morfológiai és beltartalmi tulajdonságaira,
- a termesztésbevonás hatásainak felmérése a közönséges gyíkfű morfológiai és beltartalmi tulajdonságaira,
- az életkor és évjáráthatás felmérése a vizsgált fajok összes fenoltartalmára, összantioxidáns kapacitására és rozmaringsav-tartalmára,
- a fajok azon fenológiai fázisának meghatározása, mely az összes fenoltartalom, összantioxidáns kapacitás és rozmaringsav-tartalom szempontjából optimálisnak tekinthető.

4. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

4.1. Fenoloidok és antioxidáns aktivitásuk

4.1.1. Az antioxidáns hatáserősség felmérése

Az aerob élőlények (növények és állatok) életfeltételeinek biztosítására nélkülözhetetlen az oxigén. Ám bizonyos körülmények között a légköri oxigén káros hatást gyakorolhat a biomolekulákra, melyekben szerkezeti elváltozásokat idézhetnek elő (Cadenas, 1989). A fotoszintézisben részt vevő növényi sejtekben a káros UV-B sugárzás hatására szuperoxid-gyökök képződnek (Halliwell és Gutteridge, 1984). A földi élőlények légzése során az oxigén redukciója gyakran nem tökéletes, s így ez esetben is káros oxigén intermedierek, úgynevezett szabad gyökök keletkeznek (Elstner, 1982).

A szabad gyökök első leírója Denham Harman volt, aki 1954-ben fedezte fel ezt a vegyületcsoportot (Passwater, 1999). Minden olyan molekula gyöknek nevezhető, mely párosítatlan elektronnal rendelkezik. Mivel ez az egymagában álló elektron az energetikai szempontból sokkal előnyösebb páros állapotra törekszik, az effajta vegyületek rendkívül reaktívak. Ezek a vegyületek, megindítva a lipid-peroxidációs folyamatokat, sejthalált, vagy daganatos sejtek kialakulását idézhetik elő (Cheeseman és Slater, 1993). Az élő szervezetek fő védekezési mechanizmusa a szabad gyökök képződésével szemben az alacsony szöveti oxigéntenzió fenntartása (Kéry és Blázovics, 1995). E mellett mind a növényi, mind az állati szervezetek olyan hatékony enzimes és nem enzimes elemekből álló antioxidáns védelmi rendszereket fejlesztettek ki, melyek a képződő káros szabad gyököket képesek megkötni, illetve a lipidperoxidációs láncreakciót megszakítani.

Az antioxidáns szó általánosságban egy olyan vegyületcsoportot takar, mely elektron donorként viselkedve képes a párosítatlan elektronnal rendelkező gyököt semlegesíteni (Fodor et al., 1997). Egy másik megfogalmazás szerint *„az a molekula, amely az oxidálандó szubsztráthoz képest kis koncentrációban van jelen a rendszerben, és szignifikánsan lassítja vagy teljesen meggátolja annak oxidációját”* (ford. Lugasi et al., 1999; Halliwell és Gutteridge, 1990 nyomán).

A helytelen táplálkozási szokások, a stresszes életmód, a dohányzás, az alkohol-fogyasztás, az ózonhatás, a levegő-szennyezés és bizonyos gyógyszerek, peszticidek lebomlási termékei tehetők felelőssé az úgynevezett oxidatív stressz kialakulásáért (Tulok és Matkovics, 1997). Ez az állapot akkor alakul ki, amikor a képződő szabadgyökök mennyisége meghaladja az őket eliminálni képes védőmechanizmusok kapacitását. Bizonyított tény, hogy számos betegség (szív- és érrendszeri megbetegedések, daganatok kialakulása, idő előtti öregedési folyamatok, Parkinson- és Alzheimer-kór, májbetegségek) kialakulásának közvetlen kiváltó oka az oxidatív stressz állapota (Halliwell és Gutteridge, 1990; Harman, 1993; Blázovics et al., 1996; Nakachi et al, 1996).

A szintetikumok előállításának fejlődése kezdetben lehetőséget adott arra, hogy mesterséges adalékanyagokkal gátolják meg a húskészítmények romlásnak indulását. A legismertebb ilyen típusú antioxidánsok közé tartozik a butilezett-hidroxianizol (BHA) és a butilezett-hidroxitoluol (BHT). A 70'-es évektől kezdődően azonban egyre több adat utal arra, hogy ezen vegyületek tartós fogyasztása káros az emberi egészségre (Branen, 1975; Madhavi és Shalunke, 1995). Ennek köszönhetően felhasználásuk bizonyos országokban erősen korlátozottá vált. Az orvostudomány területén is sikerült előállítani olyan szintetikumokat, melyek hatásosnak bizonyultak a szabadgyökös vegyületek megkötésében, ám az alkalmazásuk során fellépő mellékhatások (hányinger, májbántalmak) miatt használatuk nem javasolható hosszú távon (Burns és Levy, 1994).

A káros mellékhatások, de talán még inkább a mesterséges anyagokkal szemben fokozódó ellenérzések miatt a kutatók az utóbbi években igen nagy erőfeszítéseket tesznek annak érdekében, hogy biztonságos, ugyanakkor kellően hatékony antioxidáns vegyületeket kutassanak fel a növényvilágban. Napjainkban a zöld tea polifenoltartalmának humán egészségügyi vonatkozásaira hívják fel a figyelmet a kutatók, hisz egy minden nap fogyasztható élvezeti cikkről van szó, mely tökéletesen megfelel a „funkcionális ételmiszer” meghatározásnak is (Buetler, 2002). Az ételmiszerek tartósításának területén pedig leggyakrabban rozmaringból, kakukkfűből és zsályából készített illat és ízmentes kivonatokat kezdtek el alkalmazni (Lacroix et al., 1997; Karpinska et al., 2000; Zupko et al., 2001). Két új, magyar fejlesztésű természetes antioxidáns termék is megjelent az utóbbi években, a Rosmol, illetve a Rosmol P, melyek hatékonyságát *in vitro* körülmények között igazolták a Semmelweis Orvostudományi Egyetem kutatói 2006-ban. A két termék a rozmaring, citromfű és izzóp mellett tartalmazza a közönséges gyíkfű kivonatát is. A kozmetikai ipar szintén egyre erősödő érdeklődést mutat a természetes eredetű növényi hatóanyagok iránt. Leginkább bőröregeedést gátló és fényvédő készítményekben kezdték meg felhasználásukat (Katiyar és Elmets, 2001).

Mint ahogyan a bevezetésben utaltunk rá az utóbbi években az e témakörben folyó kutatások száma mintegy megnégyszereződött (Huang et al., 2005). Az eredmények összehasonlíthatóságát és kiértékelését azonban igen megnehezíti az eltérő mérési metodikák alkalmazása, továbbá a kisszámú *in vivo* kísérleti eredmény.

4.1.2. Az antioxidáns hatáserősség meghatározására leggyakrabban használt módszerek

Az antioxidáns hatáserősség felmérésére jelenleg számos módszer létezik. A növényi kivonatok teljes antioxidáns kapacitásának meghatározásához azonban a mai napig nem dolgoztak ki egy standard módszert, így a mérésekhez több metodika együttes alkalmazása ajánlható. Hogy mely módszerek az általánosan elfogadottak, arról megoszlanak a vélemények, ez elsősorban az antioxidáns vegyületek hatásmechanizmusának komplexitásából következik. A nemzetközileg

elfogadott és kellőképpen reprodukálható metodika hiányban a kísérleti eredményeket lehetetlen összehasonlítani. Ennek következtében a kutatók saját eredményeiket jól ismert mesterséges antioxidánsokkal (BHA, BHT, aszkorbinsav), vagy pedig korábbi kísérleti eredmények alapján kiválasztott, igazoltan erős hatású növényi kivonatokkal (pl: rozmaring, kakukkfű) vetik össze (Huang et al., 2005).

A probléma megoldásának céljából hívták össze 2004-ben ez első, antioxidáns módszerek értékelésével foglalkozó nemzetközi konferenciát (First International Congress on Antioxidant Methods, Orlando, 2004). A konferencia végkövetkeztése szerint legalább két teszt elvégzése ajánlott, melyekkel az antioxidáns vegyületek hidrogén- illetve elektrondonáló kapacitása egyaránt jellemezhető. Ezen feltételeket szem előtt tartva a kutatók választása az ORAC és TEAC módszerekre esett, kiegészítve az összfenol-tartalom felmérésre leginkább alkalmasnak tartott, Folin-Ciocalteu reagenssel végzett metodikával (Prior et al., 2005). A továbbiakban a fentiekben kiemelt módszerek mellett még bemutatásra kerülnek a kísérletekben legelterjedtebben használt egyéb tesztrendszerek is.

1. 1,1-difenil-2-pikrinhidrazil (DPPH) módszer

A vizsgálatok során a DPPH módszert alkalmazzák a leggyakrabban, mert gyorsan és egyszerűen elvégezhető. A módszer első leírója Blois (1958). A DPPH gyök a kevés stabil szabad gyökök egyike, sötétlila színű, kereskedelemben kapható vegyület. A legújabb szakirodalmi adatok alapján a módszer nem H-donor aktivitást mér (Huang et al., 2005; Prior et al., 2005). A metanolban feloldott DPPH oldathoz általában 0,1 ml növényi extraktumot adnak. A DPPH redukciója során az eredetileg sötétlila keverék színe folyamatosan halványodik, ez jól mérhető spektrofotometriásan, 515 nm-en. A mérés addig tart, míg a szín nem stabilizálódik, általában maximum 30 percig. Egy képlet segítségével könnyedén meghatározható az oldatban maradt DPPH mennyisége, mely egyenesen arányos a kivonat antioxidáns hatáserősségével. A végeredményt egy olyan kontrollhoz viszonyítva adjuk meg, mely nem tartalmazott hozzáadott mintaoldatot (Lugasi et al., 1999; Huang et al., 2005; Prior et al., 2005).

A módszernek azonban számos hátránya van. A DPPH színe nem csak a fent említett módon 'veszhet el', hanem számos egyéb reakcióúton is, mely pontatlan antioxidáns hatáserősség meghatározásához vezethet. További probléma, hogy a DPPH gyök szinte semmilyen hasonlóságot sem mutat a nagy reakcióképességű peroxil gyökökkel, melyek fiziológias körülmények között a lipid peroxidációban vesznek részt. Előfordulhat, hogy sok antioxidáns, mely gyorsan reagál a peroxil gyökökkel, csak igen lassan vagy egyáltalán nem reagál a DPPH gyökkel (Bondet et al., 1997).

2. Ferric Reducing Antioxidant Power Ability of Plasma (FRAP) módszer

Szintén igen elterjedten alkalmazott antioxidáns hatáserősség mérésére alkalmas módszer. A FRAP módszert Benzie és Strain (1996) fejlesztették ki a vérplazma redukáló kapacitásának meghatározására. Végül növényi eredetű termékekre is adaptálták a módszert (Benzie és Szeto, 1999).

Az úgynevezett másodrendű antioxidánsok mennyiségi meghatározására alkalmas. Az ilyen típusú vegyületek képesek önmaguk oxidálódni a szubsztrát helyett, vagy átalakítani az oxidált vegyületet nem toxikus terméké. A redukálóképesség nyomon követése a Fe (III)→Fe (II) átalakulás alapján, spektrofotometriásan történik. Minél magasabb a 700 nm-en mért abszorbancia, annál erősebb az elegyhez adott minta redukálóképessége (Lugasi et al., 1999).

A FRAP módszer könnyen és gyorsan elvégezhető, az előkészítés és kivitelezés nem igényel különösebb szakértelmet. Ennek köszönheti széleskörű alkalmazását, de természetesen, az előző metodikához hasonlóan ez esetben is számos probléma merülhet fel. A FRAP például, nem érzékeli azokat az összetevőket – a tiolokat és proteineket – amelyek H átadással szüntetik meg a gyök állapotot (Ou et al., 2002). Ezáltal a növényi extraktum antioxidáns hatáserőssége könnyedén alábecsülhető. A FRAP módszer gyorsasága arra a felvetésre alapul, hogy a redox-reakciók nem több mint 4-6 perc alatt befejeződnek. Ez azonban számos esetben nem felel meg a valóságnak. Az idő függvényében ugyanis igen nagy mértékben változhat az FRAP mérés eredménye. A fenolok, melyek megkötik a vas ionokat, vagy lebomlanak alacsonyabb vagy eltérő reakció kapacitású összetevőkre, megközelítőleg 4 perces reakcióidő után mérhetők. Léteznek azonban olyan polifenolok, melyek reakciója lassabb és kimutatásuk több időt vesz igénybe, akár 30 percet is (Pulido et al., 2000). Ennek értelmében az eredeti módszert többször is módosították (például az oldat kémhatását savassá tették), a mérendő hatóanyagok függvényében.

3. ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) módszer

Az ORAC módszert Glazer (1990) munkásságára alapozva Cao és munkatársai dolgozták ki 1993-ban. A módszer továbbfejlesztése Huang és munkatársai nevéhez fűződik (2002), melynek köszönhetően az ORAC metodika alkalmassá vált mind a hidrofil, mind a lipofil antioxidáns hatóanyagok vizsgálatára. Olyan vegyületek esetén használható, melyek láncmegszakító antioxidánsként viselkednek, mérve a peroxil gyökök által elindított lipidperoxidációs folyamat akadályozását H-atom transzfer segítségével (Ou et al., 2001). Az eljárás során a vizsgálandó anyaghoz egy fluoreszcens anyagot adnak, mely a reakció során, reagálva a peroxil gyökökkel, egy nem fluoreszcens végterméket ad. Az antioxidáns kapacitás a létrejövő termék időarányos mennyiségi csökkenésével írható le (Prior et al., 2005). Az eredményeket Trolox egyenértékben adják meg (Ou et al., 2001).

Ennek a módszernek az alkalmazása leginkább az élelmiszeripar területén jelentős, hisz jól modellezi a lipidperoxidációs folyamatokat, és teljes mértékben automatizálható (Ou et al., 2005; Prior et al., 2005). Sok gyártó feltünteti a termék csomagolásán annak ORAC értékét is (Prior et al., 2003).

4. TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) módszer

A TEAC első leírói Miller és munkatársai voltak (1993). A vizsgált növényi kivonat gyökfogó aktivitását méri, stabil gyök kationok (ABTS^{•+}) alkalmazásával, melyek élénk színt adnak. A reakció során a színintenzitás gyengül, így az antioxidáns hatáserősség könnyen mérhető. Az előző módszerhez hasonlóan ez esetben is Trolox egyenértékben adják meg az eredményeket.

A problémát korábban a stabil gyök kationok előállítására jelentette. Sokan elkövették ugyanis azt a hibát, hogy még a gyök keletkezése előtt hozzáadták az elegyhez a vizsgálandó oldatot. Ez gyakran az antioxidáns hatáserősség túlbecsüléséhez vezetett (Strube et al., 1997). Fontos megemlíteni Re és munkatársai eredményeit (1999), melynek köszönhetően késleltetett minta-hozzáadási protokoll alakult ki. A generált gyök mennyiségét a mai napig gyakran változtatják az egyes kutatócsoportok, s ez megnehezíti az eredmények összehasonlíthatóságát. Sok esetben már nem is tüntetik fel egyértelműen, hogy TEAC módszert alkalmaztak (Prior et al., 2005).

A módszer viszonylagos egyszerűsége miatt gyakran alkalmazzák a kutatólaboratóriumokban. Mivel az ABTS^{•+} szerves és vizes oldatokban egyaránt jól oldódik, többféle közegben is használható. Alkalmasságát zsír és vízdékony vegyületek antioxidáns hatáserősségének meghatározására mind a humán gyógyászatban, mind növényi kivonatokban. A TEAC reakció könnyen automatizálható, az ORAC-hoz hasonlóan az élelmiszeripar területén szintén igen elterjedten alkalmazzák (Prior et al., 2005). A kapott eredmények azonban gyakran ellentmondásosak, illetve nehezen értelmezhetők. A TEAC sokszor nem mutat ki különbséget az eltérő elektronátadási képességgel rendelkező vegyületek között (aszorbinsav: 1,05 mmol Trolox/L; α -tokoferol: 0,97 mmol Trolox/L; glutation: 1,28 mmol Trolox/L; húgysav: 1,01 mmol Trolox/L) (Huang et al., 2005). Van den Berg és munkatársai (1999) arra a következtetésre jutottak, hogy az antioxidáns kapacitás kvantitatív meghatározása TEAC alkalmazásával nagyon bonyolult, sőt megvalósíthatatlan feladat, egy antioxidáns sorrend kialakítására azonban felhasználható.

5. Összes fenoltartalom mérése Folin-Ciocalteu reagenssel

Az eredeti módszert (Folin és Ciocalteu, 1927) Singleton és Rossi dolgozta át fenolos vegyületek kimutatására 1965-ben. A mérés során a fenolok oxidációja egy színes végterméket ad, melynek színintenzitása 765 nm-en mérhető. Az eredeti leírás alapján a vizsgálandó, megfelelően hígított kivonatot 60 ml desztillált vízzel és 5 ml Folin-Ciocalteu reagenssel keverjük össze 30 másodperces eltéréssel. 8 perccel később hozzáadunk az elegyhez 15 ml Na₂CO₃-t, majd az oldatot desztillált vízzel kiegészítjük 100 ml-re. A reakcióelegyet 2 órán át, 24 °C-on tartjuk, majd mérjük

a fényelnyelést a megfelelő hullámhosszon. A kapott eredményeket galluszsav egyenértékben adjuk meg (Singleton és Rossi, 1965). Természetesen az évek során a kutatók többsége szinte az összes mérési paraméteren változtatott kisebb-nagyobb mértékben. A változtatásokat alapvetően idő és energiatakarékossági szempontok vezérelték. Standardizált módszer hiányában azonban ez esetben is igaz, hogy a kapott eredmények nem összehasonlíthatók (Prior et al., 2005).

4.1.3. A fenoloid típusú hatóanyagok antioxidáns hatása

A korábban, antioxidáns hatásérősség szempontjából kiemelten kezelt C- és E-vitaminok, továbbá a β -karotin mellett felmerült a lehetősége annak, hogy a növényi fenoloid típusú vegyületeknek szintén fontos szerepük lehet (Soobrattee et al., 2005). A fenoloidok, illetve polifenolok csoportja az egyik legnagyobb hatóanyagosztályt képezi a növényi másodlagos anyagcseretermékeken belül, mintegy 8000 ismert vegyülettel (Bravo, 1998). Fenolos komponenseket széles körben állítanak elő növényi szervezetek, legnagyobb mennyiségben különböző zöldség és gyümölcsfélésekben halmozódnak fel. A fenoloid típusú vegyületekről igazolták antibakteriális, gyulladáscsökkentő, antiallergén, májvédő, antivirális, rákellenes és értágító hatásukat (Lee et al., 1988; Middleton et al., 2000; Skottová et al., 2004; Psoťová et al., 2006), melyek mindegyike a vegyületek gyökfogó és lipidperoxidációt gátló hatásával függ össze (Soobrattee et al., 2005). Bizonyított tény, hogy elsősorban a H donorként viselkedő hidroxil csoportok száma és elhelyezkedése fokozhatja a vegyületek antioxidáns hatását (Cao et al., 1997; Shekher Pannala et al., 2001). Mivel számos módszer alkalmazható az antioxidáns hatás felmérésére, egyetlen metodika alkalmazása sok esetben megtévesztő, félrevezető eredményeket adhat.

Soobrattee és munkatársai (2005) kísérletükben mintegy 30, jól ismert fenolos vegyület antioxidáns hatásérősségét hasonlították össze ötféle mérési módszert alkalmazva. A vizsgált anyagokat szerkezeti felépítésük alapján különböző csoportokba sorolták – hidroxil-fahéjsav származékok, kumarinok, flavonok, flavanonok, flavonolok, flaván-3-ol származékok – eredményeiket jól ismert szintetikus antioxidánsokkal (BHA, BHT, Trolox) is összevetették. A TEAC és FRAP mérési módszerek esetében procianidin vegyületek adták egységesen a legjobb eredményeket (6,55-7,58 mmol Trolox/L, illetve 8,63-11,85 mmol Fe (II)/L). A flaván-3-ol származékok között a következő sorrendet állították fel: epigallokatechin gallát>epikatechin gallát>epigallokatechin>epikatechin>katechin. TEAC (3,16-4,39 mmol Trolox/L) és FRAP (2,47-8,04 mmol Fe(II)/L) aktivitásuk alacsonyabb volt a procianidinekhez képest, hidroxil-gyökfogó aktivitásuk viszont magasabbnak bizonyult (26,11-67,44 mmol). A flavonol csoporton belül a legerősebb aktivitást mutató vegyületek sorrendben a kvercetin és miricetin voltak, míg a leggyengébb eredményeket a kempferol produkálta. TEAC és FRAP értékük elmaradt az előző két

csoporttól, hidroxil-gyökfogó képességük azonban többszörösen meghaladta a korábban bemutatott eredményeket (77,88-864,29 mmol). Az egyszerű fenolsavak erősebb aktivitást mutattak, mint a hidroxil-fahéjsav származékok. A legmagasabb értékeket a galluszsav esetében mérték, ezt követte a rozmaringsav, klorogénsav, kávésav, ferulasav végül pedig a kumarinsav. TEAC és FRAP értékeik kissé elmaradtak a procianidinektől (0,17-4,50 mmol Trolox/L; 1,33-6,21 mmol Fe (II)/L), gyökfogó aktivitásuk azonban magasabb volt (23,55-1878 mmol). A rozmaringsav gyökfogó aktivitása volt a legkisebb. Összességében megállapítható hogy, összehasonlítva a szintetikus antioxidánsokkal, a vizsgált vegyületek magasabb értékeket értek el a TEAC és FRAP mérési körülmények között, a BHT hidroxil-gyökfogó aktivitását (1705 mmol) azonban csak a kumarinok vegyületcsoportja haladta meg (2750,44 mmol).

Fenolos jellegű komponensek azonban terpenoid típusú vegyületeken belül is előfordulhatnak. Az illóolaj-komponensek közül fontos kiemelni két fenolos monoterpént, a timolt és a karvakrolt. Ruberto és Baratta (2000) kísérletükben mintegy 90 db illóolaj-komponens antioxidáns hatáserősségét mérték fel úgynevezett TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Species) módszerrel, Wong és munkatársai által 1995-ben átdolgozott metodika alapján. Mind a timol, mind pedig a karvakrolt kiemelkedő antioxidáns hatáserősséggel volt jellemezhető. A rozmaring és zsálya kivonatok erős antioxidáns aktivitásáért egyértelműen felelőssé tehető karnozolsav (Ninomiya et al., 2004) TEAC értéke Soobrattee (2005) eredményeihez viszonyítva magasnak tekinthető (5,6 mmol Trolox/L). DPPH teszt alkalmazása során azonban hatáserőssége (33,1 IC₅₀ (μmol)) elmaradt a rozmaringsav mögött (72,3 IC₅₀ (μmol)) (Erkan et al., 2008). A szerkezeti felépítésükben egymáshoz igen hasonló triterpénsavak – urzolsav és oleanolsav – szintén rendelkeznek gyökfogó aktivitással. Jól ismert enzimatis (szuperoxid-dizmutáz, kataláz, glutation-peroxidáz, glutation-S-transzferáz és glutation-reduktáz) és nem enzimatis (C- és E-vitamin) antioxidáns védelmi rendszerek és anyagok hatáserősségéhez mérve az oleanolsav mintegy 92 %-os hatékonysággal kötötte meg a szabad gyököket, míg a kontroll enzimek és vitaminok csupán 46-66 %-ban (Senthil et al., 2007).

Természetesen az eredmények értékelésénél felvetődik a kérdés, vajon a mért antioxidáns aktivitás mennyiben érvényesül *in vivo*, illetve a természetes eredetű antioxidánsok alkalmazása mennyire tekinthető biztonságosnak (Halliwell et al., 1995; Soobrattee et al., 2005). Az eddig elvégzett vizsgálatok igazolták, hogy ezen vegyületek a szervezetben belül hamar elbomlanak az emésztés, illetve a máj méregtelenítő tevékenysége során (Day és Williamson, 2003; Donovan és Waterhouse, 2003). A rutin esetében bebizonyosodott, hogy szájon át történő adagolás után néhány órával a vérben már csak bomlástermékei (például kvercetin) voltak megtalálhatók (Yang et al., 2008). Az is előfordulhat, hogy a vegyület egy adott vizsgálati rendszerben antioxidáns hatást mutat, míg egy másikban hatástalan, sőt káros folyamatok elindítója (Halliwell et al., 1995). Ennek

a ténynek *in vivo* van nagyobb jelentősége. Az élelmiszertartósítás során erős, lipidperoxidációt gátló hatású BHA a szervezetbe kerülve épp ellentétes hatást fejt ki, patkányokban igazoltan gyomorrákot okozhat, illetve nagyban hozzájárul a DNS oxidatív károsodásához (Schildermann et al., 1995). A megfelelő dózisértékek sincsenek megállapítva, a nagy mennyiségben forgalmazott étrend-kiegészítő tabletták együttes alkalmazása pedig súlyos veszélyekkel járhat. Számos, antioxidáns hatással rendelkező vitaminról bebizonyosodott, hogy nagy mennyiségben a szervezetbe juttatva egészségünk védelme helyett nagyban hozzájárulnak bizonyos krónikus betegségek kialakulásához (Blejakovic et al., 2004).

Az alap kutatások, növényi hatóanyagok vizsgálatának folytatása továbbra is hangsúlyos, hisz amennyiben egy vegyület *in vitro* sem rendelkezik kimutatható aktivitással hatása *in vivo* sem lesz erősebb (Halliwell et al., 1995). Így a jóval költségesebb *in vivo* kísérleteket már csak olyan esetekben célszerű elvégezni, melynél korábban, egy vagy többféle *in vitro* antioxidáns hatáserősséget tesztelő rendszerben a vegyület bizonyos szintű aktivitást mutatott.

4.1.4. A fenoloidok felhalmozódását befolyásoló tényezők

A korábbi évek során a *Lamiaceae* növény családon belül elsősorban az illóolaj mennyiségi és minőségi változásait követték nyomon. A kísérletben szereplő kerti kakukkfű esetében a vegetációs idő során többször is vizsgálták a növények illóolajának minőségi változásait (Hudaib et al., 2002; Atti-Santos, 2004). A legnagyobb mennyiségbeli eltérések a fenolos komponenseket (timol, karvakrol) és azok prekursorait (γ -terpinén, p-cimol) érintették. Dienes (2003) tavasz végén, az első vágási időpontban mért magasabb illóolajtartalmat és azon belül magasabb timol %-os arányt a herbában. Hasonló eredményt kaptak Hudaib és munkatársai (2002), az antioxidáns hatáserősség szempontjából fontos timol százalékos aránya a nyári időszakban (június-júliusban) volt a legmagasabb (35,83-51,17 %), míg decemberben a legalacsonyabb (19,38 %). A téli időszakban a prekursorok százalékos aránya megnőtt. A későbbiek során egy teljesen eltérő éghajlati adottságokkal rendelkező termőhelyen, Brazíliában, szintén hasonló eredményeket kaptak (Atti-Santos et al., 2004). A p-cimol százalékos mennyisége a 'téli' időszakban volt a legalacsonyabb (6,9-8 %), a nyári időszakban mennyisége 13-14 %-ra nőtt. A timol és karvakrol közvetlen prekursorának tartott γ -terpinén esetében a bioszintézis út következtében éppen ellentétes tendenciát mutatott, mennyisége nyáron kevesebb (17,8-23 %), míg a hűvösebb, csapadékosabb hónapokban több volt (33-34 %). A karvakrol mennyiségében szignifikáns különbségek nem mutatkoztak a vizsgált időpontokban, míg a timol (összhangban a p-cimol mennyiségi változásaival) legmagasabb százalékos arányát a nyári időszakban érte el (52,41 %). Kamondy és munkatársai (2005) szintén igazolták a timol százalékos arányának csökkenését az őszi időszakban. A magasabb illóolaj akkumulációt a szerzők a késő tavaszi-kora nyári időszakhoz kötik (Hornok et

al., 1975; McGimpsey et al., 1994; Pluhár és Dienes, 2002). A május végén – június elején betakarított virágzó hajtás tehát magasabb illóolaj-tartalommal és azon belül magasabb timol százalékos aránnyal jellemezhető.

Különböző vágási időpontokban gyűjtött kerti kakukkfű minták illóolaj mennyiségét és minőségét szintén vizsgálták (Hornok et al., 1975; McGimpsey et al., 1994; Jordán et al., 2006). Hazánkban Hornok és munkatársai (1975) mintegy 11 vágási időpontban mérték a levágott friss virágzó hajtások illóolajtartalmát. Eredményeik alapján a virágzás végén volt a legmagasabb az illóolaj mennyisége (57 ml/100 g). Az ősszel megjelenő sarjhajtásokban ismét növekvő tendenciát mutatott az illóolaj-tartalom. Mivel hazánkban az őszi virágzás általában elmarad, az augusztus végi-szeptember eleji második vágást ajánlották, ekkor mintegy 49 ml/100 g illóolaj-mennyiséget állapítottak meg. Az illóolajon belül a timol százalékos aránya McGimpsey és munkatársai (1994) szerint a termésérés kezdetén a legnagyobb. Jordán és munkatársai mérési eredményei alapján összhangban a vegetációs idővel a timol legnagyobb százalékos aránya teljes virágzás és a termésérés kezdetén volt megfigyelhető. Piccaglia és Maroti (1991) eredményei – a teljes virágzási stádiumban begyűjtött herba illóolajában a timol aránya évről évre változik – azonban arra hívják fel a figyelmet, hogy a fő befolyásoló tényezők ez esetben is az adott év környezeti feltételei.

Természetesen bizonyos agrotechnológia eszközökkel szintén befolyásolhatók az eredmények, közvetetten (Badi et al., 2004). A magasabb droghozam magasabb timol hozamot is jelenthet területegységre vonatkoztatva, így a szerzők arra a megállapításra jutottak, hogy a kisebb tenyészterület (15 cm-es tő- és 50 cm-es sortáv) ebből a szempontból nézve előnyösebbnek tekinthető, mint a nagyobb tőtávolságok.

Az esetleges életkorhatást a kerti kakukkfű illó komponenseire Dienes vizsgálta (2003). Konzulensével megállapították, hogy az idősödő tövek egyre kevesebb illóolajat halmoznak fel. A timol %-os aránya szintén csökkenő tendenciát mutatott, igaz nem szignifikáns szinten.

A nem illékony fenoloidok felhalmozódását befolyásoló tényezők már jóval kevésbé kutatottak. Az esetek többségében bizonyítottá vált, hogy a fenoloidok legnagyobb mennyiségben a fiatal hajtásvégekben halmozódnak fel (del Baño et al., 2003). Bizonyos patogén gombák fertőzésekor szintén megemelkedik a rozmaringsav mennyisége (Szabo et al., 1999). Ezen eredmények megerősíteni látszanak azt a feltételezést, miszerint a fenolos vegyületek megjelenése alapvetően a növények védekezési mechanizmusával függhet össze (Petersen és Simmonds, 2003). A fenolos komponensek mennyiségi változásait a vegetációs idő alatt leginkább a rozmaring (*Rosmarinus officinalis* L.) esetében vizsgálták. Két kísérletben is bizonyítást nyert, hogy a karnozol (fenolos diterpén vegyület) mennyisége a nyári-kora őszi periódusban magasabb (júniusi és szeptemberi felhalmozódási csúccsal – 9,9-11,1 mg/g), míg a téli időszakban egészen márciusig jellemzően kisebb koncentrációban halmozódik fel (7,7-9,3 mg/g) a rozmaring hajtásaiban (del

Baño et al. 2003; Celiktas et al., 2007). Celiktas és munkatársai (2007) a karnozolsav esetében hasonló eredményeket kaptak. A legalacsonyabb értéket márciusban mérték (12,3-12,7 mg/g), a vegetációs idő során pedig a karnozolsav mennyisége folyamatosan emelkedett (június: 20,8-65,6 mg/g, szeptember: 29,4-111,1 mg/g). Az élőhely éghajlati adottságainak erős befolyásoló hatását mutatja, hogy a különböző törökországi területekről, decemberben begyűjtött rozmaringminták karnozolsav tartalma szignifikánsan eltért egymástól. A Canakkale és Mersin térségéből származó növények ekkor halmozták fel a legtöbb karnozolsavat (41,2-115,5 mg/g), míg az izmiri állományokban egyértelmű mennyiségbeli csökkenés volt tapasztalható (23,4 mg/g). Az eredmények alapján a szerzők arra a megállapításra jutottak, hogy a melegebb, szárazabb időjárási feltételek kedveznek inkább a fenolos komponensek felhalmozódásának. Mivel a vegetációs időn belül élőhelytől függően változik a karnozolsav felhalmozódási csúcsa (a törökországi kísérletekkel szemben D-Spanyolországban egy szeptemberi visszaesést figyeltek meg (Hidalgo et al., 1998), míg Barcelona környékén októbertől februárig mértek nagyobb koncentrációt, májustól augusztusig pedig kisebbet (Munne-Bosch et al., 2000), egyértelműnek látszik, hogy a növényanyag genetikai adottságai és fenológiai fázisa mellett a legmeghatározóbb tényezők az időjárási feltételek. A globális felmelegedés tükrében pedig fontos tudnunk, hogy a prognosztizált éghajlati változások milyen hatással lesznek a növényi szervezetre. Elképzelhető ugyanis, hogy a növényi biomassza produkciója csökkeni fog, míg a gyógyászati és élelmiszeripari szempontból oly fontos fenoloidok nagyobb mennyiségben fognak akkumulálódni a növényekben.

4.2. A közönséges gyíkfű (*Prunella vulgaris* L.) rendszertani besorolása, származása és botanikája

A közönséges gyíkfű (1. ábra) a zárvatermők (*Angiospermatophyta*) törzsébe, a kétszikűek (*Dicotyledonopsida*) osztályába, az árvacsalán alakúak (*Lamiidae*) alosztályába, az árvacsalán virágúak (*Lamiales*) rendjébe és az árvacsalánfélék (*Lamiaceae*) családjába tartozik. Lágyszárú, évelő (H) növényfaj (Simon, 2000). Eurázsiaiából származik, később azonban az amerikai kontinens, illetve Ausztrália mérsékelt éghajlatú területein is meghonosodott (Kirtikar et al., 1935; Keville, 1991). Ökológiailag a faj természetes zavarástűrő (TZ), őshonos génkészletű, de a természetőséget elősegítő jellegű. Hőklíma és talajreakció szempontjából közömbös, mégis a mérsékelt nedves élőhelyen fordul elő. Cirkumpoláris faj, azonban kezd kozmopolitává válni. Magyarországon kaszálóréteken, legelőkön, nyílt, üde erdőkben mindenütt gyakori (Simon, 2000).



1. ábra: Közöséges gyíkfű (*Prunella vulgaris* L.) Fotó: Radácsi és Kutta (2007)

A növény latin neve (*Prunella*) valószínűleg az eredeti német elnevezés, a „*Brunella*” finomított, könnyebben kiejthető változata. A „die Braüne” eredetileg torokfájást jelent, s mivel a gyíkfüvet gyakran használták a száj és garat gyulladós tüneteinek kezelésére, így kapta a „*Brunella*” nevet (Keville, 1991). Más szerzők szerint a növény régebbi elnevezése esetleg a már érésben lévő, barna színű füzérekre utal (*Braun*). A jelenlegi *Prunella* névben felfedezhető egy latin szó, a *prunun* (jelentése lila), mely viszont a lila virágszínre vezethető vissza (Rogers, 2000).

A *Lamiaceae* családba tartozó növényfajok többsége évelő lágyszárú, kisebb számban egyéves fajok, félcserjék, cserjék, illetve fák is előfordulnak. Száruk jól láthatóan négyszögletes. A levelek minden esetben keresztben átellenesen állnak, egyszerűek és általában nem vagy mérsékelten tagoltak. Ajakos virágaik a hajtások végén murvákkal övezve vagy a felsőbb levelek hónaljában helyezkednek el. A virágok 4 vagy 5 tagúak, 4 körösek. Virágképletük: $K_{(5)maradó}[C_{(5)}A_{2+2}]G_{(2)}$, termésük 4 makkocská. A porzótáj 4 porzóból áll, melyből 2 hosszabb, 2 rövidebb szálú, az ötödik porzószal redukált. Csupán 2 porzó fertilis (Dános, 1997).

Simon (2000) szerint a *Prunella* nemzetség egyik megkülönböztető bélyege a lapos csésze, a benne található szélesebb, felfelé hajló felső ajak, és a 2 lándzsás cimpájú alsó ajak. A pártában a felső ajak sisakszerűen kidomborodik, így a virágzat fejecskeszerű.

A *Prunella* nemzetségen belül 5 faj különíthető el: *P. grandiflora* (L.) Scholler – nagyvirágú gyíkfű, *P. laciniata* (L.) Nath. – fehér gyíkfű, *P. vulgaris* L. – közöséges gyíkfű, *P. x intermedia* és a *P. x bicolor* fajok, melyek pártájuk, a porzószáluken lévő szarvacská és a levelek morfológiai bélyegei alapján könnyen elkülöníthetőek. A nagyvirágú gyíkfű pártája viszonylag nagy (25-30 mm), és sötét ibolyaszínű. A porzószáli csúcsán lévő szarvacská igen rövid. Elliptikus-lándzsás alakú levelei ép szélűek, a legfelső levélpár a virágzattól távol áll. A fehér gyíkfű pártája sárgásfehér és mindösszesen 15-17 mm hosszú, a hosszabb porzószálak csúcsán kb. 1 mm-es szarvacskát lehet megfigyelni. Levelei hasogatottak, szeldeltek, a legfelső levélpár közvetlenül a virágzat alatt helyezkedik el. A *P. x intermedia* a *P. vulgaris* L. és a *P. laciniata* (L.) Nath. fajok

kereszteződéséből jött létre, míg a *P. x bicolor* a *P. grandiflora* (L.) Scholler és a *P. laciniata* (L.) Nath. fajhibridje. E két faj pártája lila-fehér tarka színnel jellemezhető (Simon, 2000).

A közönséges gyíkfű gyökere elágazó, földön futó száraival gyorsan terjed (Culpeper, 1640). Culpeper (1640), Keville (1991) és Grieve (1992) is mentaszerűnek írja le. Alacsony termetű (Culpeper, 1640), megközelítőleg 30 cm magas (Keville, 1991). Szögletes szára ritkásan szőrözött (2. ábra) (Culpeper, 1640; Grieve, 1992). Habár Simon (2000) a leveleket ép szélűnek, tojásdadnak, vagy lándzsás-elliptikus alakúnak írja le, Grieve (1992) szerint a levélszél helyenként enyhén fogazott is lehet (3. ábra). Az utolsó levélpár, a fehér gyíkfűhöz hasonlóan, közel helyezkedik el a virágzathoz (Simon, 2000).



2. ábra: A közönséges gyíkfű szára
(Fotó: Sárosi, 2006)



3. ábra: A közönséges gyíkfű levele
(Fotó: Sárosi, 2006)

Culpeper (1640) a közönséges gyíkfű virágait liláskéknek, halványkéknek írja le. Keville (1991) a virágokat egyszerűen lilának nevezi, de esetenként rózsaszínek is lehetnek, míg Simon (2000) szerint a szíromlevelek színe mély ibolyakék, a párta hossza 10-15 mm. Az egyes virágok, melyek szoros körökbe rendeződnek, barnás színű murvalevelekkel állnak össze virágzattá (4. ábra) (Culpeper, 1640; Grieve, 1992). Az egyes körök 6 nyél nélküli virágot tartalmaznak. Egy virágzatban 6-12 kör van, bennük a virágok nyílása nem egy időben zajlik (Grieve, 1992). A porzósálak csúcsán, a fehér gyíkfűhöz hasonlóan, itt is megfigyelhető egy 1 mm hosszúságú szarvacska (Grieve, 1992; Simon, 2000). A nektár a pártacső alján helyezkedik el, a virágokat méhek porozzák. Megtermékenyítés után a párta lehullik, míg a csésze és a murvalevek a helyükön maradnak (Grieve, 1992). A virágnyílás ideje termőhelyenként változó. Culpeper (1640) szerint a közönséges gyíkfű májusban virágzik, de esetenként már áprilisban is, míg Keville (1991) megfigyelései szerint a növény virágai májustól júniusig nyílnak. Grieve (1992) csak annyit említ, hogy a közönséges gyíkfű hosszú ideig virágzik és folyamatosan magot is érlel. Simon (2000) a virágzási időt június és október közé teszi. Termése négy makkocskára (Grieve, 1992; Simon, 2000).



4. ábra: A közönséges gyíkfű virágzata és virága (Fotó: Sárosi, 2006)

4.3. A közönséges gyíkfű drogja, hatóanyagai és azok hatása

A növény drogja – a *Prunellae herba* – nem hivatalos az Európai Gyógyszerkönyvben, így a VIII. Magyar Gyógyszerkönyvben (Ph.Hg. VIII.) sem. A szakirodalom rendkívül ellentmondásos a gyűjtött növényi rész tekintetében. Így például, míg Kínában a már terméseket hordozó füzérek gyűjtését javasolják (Tien, 1979), addig Japánban csak a nyílásban lévő virágzatot tekintik drognak (Tabba et al., 1989). Európában hagyományosan a virágzó föld feletti hajtást alkalmazzák (Grieve, 1992; Psotová et. al, 2005; Bomme et al., 2006). Néhány esetben azonban a virágzás kezdete előtt gyűjtött levelek képezték a vizsgálatok tárgyát (Laurent, 1986; Kojima et al., 1990). A kísérletek többségénél nem ismert a növényi alapanyag eredete, s általánosságban megállapítható, hogy a kutatók nem szentelnek elegendő figyelmet a drog minőségi jellemzőinek megadására.

A közönséges gyíkfű igen eltérő típusú hatóanyagok szintetizálására képes. Ritka jelenség az illóolaj és nitrogéntartalmú vegyületek együttes előfordulása a növényvilágban, a közönséges gyíkfű azon kevés növényfajok egyike, melyben mind az öt hatóanyagosztály képviselteti magát felhalmozott komponensek alapján. A hatóanyagok eme sokszínűsége egyértelmű magyarázattal szolgál a növény számos felhasználási lehetőségére, mely külön fejezetben kerül bemutatásra. A közönséges gyíkfű eddig leírt hatóanyagait az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A közönséges gyíkfű hatóanyagai

Hatóanyag csoport	Hatóanyag mennyisége	Irodalmi hivatkozás
<i>Szacharidok</i>		
<u>Monoszacharidok</u>		
	Galaktóz	
	Glükóz	
	Fruktóz	
	Raffinóz	
	Arabinóz	
	Xilóz	
	Ramnóz	Natherova és Rezacova, 1972

Poliszacharidok

Prunellin
Lignin-szénhidrát

Xu et al., 1999
Chiu et al., 2004
Tabba et al., 1989
Zhang et al., 2007

Fenoloidok

Depszidek

Rozmaringsav 6,1 %
9 %
3 %
0,37-1,32 %

Lamaison et al., 1991
Psotová et al., 2006
Jirovsky et al., 2007
Sárosi és Bernáth, 2008

Nem illékony fenil-propán származékok

Kávésav
Cisz-kávésav
Transz-kávésav

Tian et al., 2000
Sendra, 1963 a

Cserzőanyagok

Tanninok 4,56-10,58 %
3,95-11,52 %

Natherova et al., 1962
Natherova és Rezacova, 1972

Flavonoidok

Kvercetin

Dmitruk et al., 1985
Saxena és Archana, 1984
Zhang és Yang, 1995
Wang et al., 1999

Kempferol

Saxena és Archana, 1984

Rutin

Sendra, 1963a

Kvercetin-3-O-β-D-galaktozid

Dmitruk et al., 1985

Kvercetin-3-glükózid

Wang et al., 1999

Kempferol-3-O-glükózid

Zhang és Yang, 1995

Luteolin

Homoorientin (luteolin-6-C-glükózid)

Cinarozid (luteolin-7-O-glükózid)

Dmitruk et al., 1987

Hiperin

Izokvercitrin

Dmitruk et al., 1985

Hiperozid

Sendra, 1963a

Antociánok

Hirszutidin 3,5-diglükózid

Malvidin 3,5-diglükózid

Peonidin 3,5-diglükózid

Saxena és Archana, 1984

<u>Kumarinok</u>	0,26-0,4 %	Dmitruk et al., 1985
Umbelliferon		
Szkoletin		
Eszkuletin		Dmitruk, 1986

Terpenoidok

Monoterpének

d-kámfor		
d-fenkon		Gildemeister és Hoffmann, 1965
Fenkil-alkohol		Baslas és Agra, 1955
1,8-cineol		
β-pinén		
Mircén		
Linalil-acetát		Yang et al., 1988

Szeszkviterpének

Szelin-11-én-4-α-ol		
Cisz-eudezma-6,11-dién		
1,10-di-epi-kubenol		
Spatulenol		
Germakrén D		Katayoun et al., 2006

Triterpének

Urzolsav		Shimano et al., 1956 Sendra, 1963b He et al., 1985 Lee et al., 1988 Wang et al., 1993 Wang et al., 1999 Ryu et al., 2000
Oleanolsav	Sendra, 1963b	He et al., 1985 Meng és He, 1995 Wang et al., 1993
Betulinsav		Ryu et al., 1992 Ryu et al., 2000
3β, 4β, 16α-17-karboxi-16,24-dihidroxi-28-noroleán-12-én-3-il-4-O-β-D-xilopiranozil-β-D-glükopiranoziduronsav		
(3β, 4β, 16α)-17-karboxi-16,24-dihidroxi-28-noroleán-12-én-3-il-β-D-glükopiranoziduronsav metanol észter		
(3β, 4β)-24-hidroxi-16-oxo-28-noroleán-12-én-3-il-4-O-β-D-xilopiranozil-β-D-glükopiranoziduronsav		Gu et al., 2007

2 α ,3 α ,24-trihidroxiurza-12,20(30)-dién-28-oénsav	
2 α ,3 α ,24-trihidroxioléán-12-én-28-oénsav	
2 α ,3 α ,24-trihidroxiurza-12-én-28-oénsav	
2 α ,3 β -dihidroxioléán-12-én-28-oénsav	Wang et al., 2000
2 α ,3 α -dihidroxiurzo-12-én-28-oénsav	
2 α -hidroxiurzolsav	Ryu et al., 2000
α -szpinaszterol	
sztigmaszterol	
sztigmaszt-7-én-3 β -ol	Kojima et al., 1990
	Tian et al., 2000
vulgarszaponin A	Tian et al., 2000
béta-szitoszterol	Meng és He, 1995
3 β ,16 α ,24-trihidroxioléano-12-én-28-oénsav	
Vulgarszaponin B	
2 α ,3 α -dihidroxiurzo-12-én-28-oénsav	Wang et al., 1999
Pruvulozid A	
Pruvulozid B	
Szerikozid	Zhang és Yang, 1995
(12R,13S)-2 α ,3 α ,24-trihidroxi-12,13-ciklotaraxer-14-én-28-oénsav	
(13S,14R)-2 α ,3 α ,24-trihidroxi-13,14-ciklo-oléán-11-én-28-oénsav	
	Kojima et al., 1988
2 α ,3 α ,24-dihidroxiurza-12,20(30)-dién-28-oénsav	
2 α ,3 α ,24-trihidroxiurza-12,20(30)-dién-28-oénsav	
2 α ,3 α ,24-trihidroxioléán-11,13(18)-dién-28-oénsav	Kojima et al., 1987
2 α ,3 α ,24-trihidroxioléán-12-én-18-oénsav	Kojima és Ogura, 1986

Poliketidek

Olajsav	
Linolénsav	
Miriszticinsav	
Palmitinsav	
Sztearinsav	
Laurilsav	Jain és Saxena, 1984
Hexadekánsav	Wang et al., 1994b

N-tartalmú vegyületek

Aminosavak	Wang et al., 1994a
------------	--------------------

Ásványi elemek

Mg, Ca, Zn, Mn, Co, Ni, Pb, Cd, Fe, Cu	Ma et al., 2004
Zn, As, Sr	Wang et al., 1994a

Vitaminok

C-vitamin	
K-vitamin	Dorosh és Domaratskaya, 1954

A közönséges gyíkfű monoszacharid (Natherova és Rezacova, 1972) és poliszacharid (Xu et al., 1999; Chiu et al., 2004) tartalma igen fontos terápiás jelentőséggel bír. A növényből izolált 8500 g móltömegű lignin-szénhidrát komplex képes meggátolni az 1-es és 2-es típusú herpesz szimplex vírus terjedését (Zhang et al., 2007). A vírust közvetlenül is képes elpusztítani, és annak sejtről sejtre történő tovaterjedését is gátolja. Xu és munkatársai (1999) már korábban beszámoltak a közönséges gyíkfűből izolált anionos poliszacharid vegyület herpesz vírus elleni hatásáról. A pontos hatásmechanizmust nem ismerték, de megállapították, hogy eltér más, ismert anionos szénhidrátokétól (például a heparintól). Feng és kutatócsoportja 2007-ben 4 poliszacharid vegyületet izolált a növényből, melyek molekulatömege 20-30, 130-140, 5-6, 8-2,2 és 7-2 kDa között váltakozott. A vegyületek immunstimuláns hatásúnak bizonyultak. A Tabba és munkatársai által elsőként, 1989-ben leírt, részben ként és nitrogént is tartalmazó, 10000 g móltömegű poliszacharid – ismert nevén prunellin – igen hatékony HIV vírus ellenes hatással rendelkezik. Ez a terápiás alkalmazási lehetőség számos, későbbi kutatás során is bizonyítást nyert (Yao et al., 1992; Kageyama et al., 2000; Lam et al., 2000; Au et al., 2001; Liu et al., 2002).

A közönséges gyíkfű egyik legfontosabb hatóanyaga a fenoloid anyagosztályba tartozó rozmaringsav. Lamaison és munkatársai (1991) írták le először a rozmaringsav jelenlétét a növényben, mennyiségét 6,1 v/v %-ban meghatározva. A későbbi kutatások során Psotová és munkacsoportja (2006) 9 v/v %-os, Jirovsky és munkatársai (2007) 3 v/v %-os mennyiségben mutattak ki rozmaringsavat a közönséges gyíkfű kivonatában. Saját kísérletünk első évében kisebb százalékos mennyiségben, mintegy 0,37-1,32 %-ban mutattuk ki a vegyületet. A rozmaringsav a fenoloid anyagosztályba tartozó depszid, azaz cukor rész nélküli tannin vegyület, a kávéssav és a 3,4-dihidroxi-fenilallaktonsav észtere. A rozmaring kivonatának vizsgálata közben olasz kémikusok írták le először a vegyületet, mely a növény neve után a rozmaringsav elnevezést kapta (Scarpati és Oriente, 1958). Ezt követően 1970-ben mentafajokon végzett kísérletek során Ellis és Towers feltárta a vegyület bioszintézisének folyamatát is. A két kiindulás vegyület a fenil-alanin és a tirozin, ez előbbi vegyület kizárólag a kávéssav, míg ez utóbbi csak a 3,4-dihidroxi-fenilallaktonsav képződésében játszik szerepet. Felfedezésüket egy másik növényfajon (*Coleus blumeii*) végzett kísérlet is megerősítette (Razzaque és Ellis, 1977).

A rozmaringsav rendkívül sokszínű biológiai aktivitással rendelkezik. Antioxidáns (Soobrattee et al., 2005), összehúzó, gyulladáscsökkentő, antimutagén, antibakteriális és antivirális hatásának (Parnham és Kesserling, 1985) köszönhetően befolyásolja a szív működést (Yang és Zhang, 2007), májvédő (Osakabe et al., 2002), antidepresszáns (Takeda et al., 2002) és a daganatos sejtek kialakulásának esélyét is csökkenti (Psotová et al., 2006). Lipidperoxidációt gátló hatásának köszönhetően ételmiszeripari célokra is felhasználható mint természetes eredetű antioxidáns (Lacroix et al., 1997; Lugasi et al., 2006; Lugasi et al., 2007).

A növény kivonatában kávésav, illetve cisz- és transz-kávésav jelenlétét is kimutatták (Sendra, 1963a).

A közönséges gyíkfű erős összehúzó és sebgyógyító hatását, melyre már a középkorban felhívta a figyelmet Culpeper (1640), magas tannin, azaz hidrolizálható cserzőanyag tartalmának köszönheti. A tanninok mennyiségét Natherova és munkatársai (1962) 4,56-10,58 v/v %-ban, míg Natherova és Rezakova (1972) 3,95-11,52 v/v %-ban határozták meg.

A kalkan származékok csoportján belül mind flavonoidok, mind pedig a virágok lila színét adó antociánok megtalálhatók a növényben. A vizsgálatok során számos flavonoid vegyületet írtak le, összmennyiségük azonban nem tekinthető jelentősnek, 0,14-0,19 v/v % (Dmitruk et al., 1985). A flavonvázis csoportból kimutatták a luteolin és két glükozidjának (luteolin-6-C-glükozid – homoorinetin; luteolin-7-O-glükozid – cinarozid) jelenlétét (Dmitruk et al., 1987). A flavonolvázis vegyületek közül a kvercetin, kempferol és e vegyületek glükozidjai, mint például a rutin, hiperin és hiperozid rendelkezik nagyobb jelentőséggel (Sendra, 1963a; Saxena és Archana, 1984; Dmitruk et al., 1985; Zhang és Yang, 1995; Wang et al., 1999). Az antociánok közül a hirszutidin 3,5-diglükozid, malvidin 3,5-diglükozid és peonidin 3,5-diglükozid vegyületeket írták le (Saxena és Archana, 1984).

A vegyületcsoport teljes hatásspektrumának feltérképezése több ezer tudományos értekezés témáját képezte eddig, és a megjelent cikkek száma minden nap tovább növekszik. Fontos felfedezésnek számított, mikor a flavonoidok antioxidáns hatását már *in vivo* kísérletekben is bizonyították (Gálvez et al., 1995a, b), sikeresen alkalmazhatók a rákterápiában (Liesveld et al., 2003) és erős gyulladáscsökkentők (Nakatsuka et al., 2004). Az érrendszerre gyakorolt terápiás hatásuk napjainkban még mindig erősen kutatott (Chaudhuri et al., 2007), de az egyértelműen megállapítható, hogy a vegyületcsoport antioxidáns hatása az összes, korábbról jól ismert terápiás alkalmazási területtel szoros összefüggést mutat.

A közönséges gyíkfű az előbb említett fenolos vegyületek mellett kis mennyiségben (0,26-0,4 %) kumarinokat is felhalmoz. A vegyületek – umbelliferon, szkopoletin és eszkuletin – eddigi egyetlen leírója Dmitruk (1986).

A következő anyagosztály a terpenoidok csoportja. A közönséges gyíkfű a *Lamiaceae* család tagjaként illóolajat is felhalmoz, de csak nagyon kis mennyiségben (0,4-0,6 %) (Gildemeister és Hoffmann, 1961). Eme szerzőpáros eredményei szerint az illóolaj fő komponensei a d-kámfor és a d-fenkon oxidált monoterpének. Korábban Baslas és Agra (1955) ugyanezen komponensek jelenlétét mutatták ki, továbbá leírták a fenkil-alkoholt is. Yang és kutatócsoportja 1988-ban további monoterpén származékokat azonosítottak, két nem oxidált – β -pinén, mircén – és két oxidált – 1,8-cineol, linalil-acetát – illóolaj-komponenst. A korábbi kutatásokkal teljesen ellentétes eredményt hozott Katayoun és munkatársainak 2006-ban publikált kísérlete. Az illóolajban kizárólag

szeszkviterpének – szelin-11-én-4- α -ol; cisz-eudezma-6,11-dién; 1,10-di-epi-kubenol; spatulenol és germakrén D – voltak kimutathatók.

A gyíkfű fajok hatóanyagainak leginkább kutatott területe egyértelműen a triterpének csoportja. Több mint 29 ilyen típusú vegyületet írtak le a növényben. Legfontosabb közülük két triterpénsav, az urzol- és oleanolsav, mely szerkezetében és hatásában is sok hasonlóságot mutat.

Az urzolsavat 1956-ben Shimano és munkatársai írták le először, az oleanolsav meghatározására még várni kellett további 4 évet, a vegyület felfedezése a növényben Sendra (1963b) nevéhez fűződik. Mindkét vegyület rendelkezik gyulladáscsökkentő (Jeong et al., 1999; Baricevic et al., 2001) és rákellenes hatással (Li et al., 1999). Az oleanolsav ezeken kívül még bizonyítottan antifungális (Tang et al., 2000), anti-HIV (Ma et al., 2000), vizelethajtó (Alvarez et al., 2002), vércukorszint csökkentő (Yoshikawa és Matsuda, 2000). Mindkét vegyület májvédő, de a hatásmechanizmusuk eltérő (Saraswat et al., 1996; Jeong, 1999). A már korábban bemutatásra került poliszacharid vegyület, a prunellin az urzolsav glikozidja (Tabba et al., 1989).

A közönséges gyíkfű a poliketid anyagosztályon belül zsírsavak szintetizálására is képes. Jain és Saxena (1984) elsőként tárta fel a gyűjtött levelek linolénsav, miriszticinsav, palmitinsav, sztearinsav és laurilsav tartalmát a pontos mennyiségek megadása nélkül.

A nitrogéntartalmú prunellin előfordulásán kívül, mely esetben a N forrása bizonyítottan a galaktózamin (Tabba et al., 1989) a gyíkfű kivonatában Wang és munkatársai szabad aminosav tartalmat is kimutattak (Wang et al., 1994a).

A közönséges gyíkfű mindezen vegyületeken felül tartalmaz még ásványi elemeket (Wang et al., 1994a; Ma et al., 2004), illetve K- és C-vitamint (Dorosh és Domaratskaya, 1954).

4. 4. A közönséges gyíkfű hagyományos és tudományos alapokra épülő felhasználása

A közönséges gyíkfű terápiás alkalmazása az ókorra nyúlik vissza. A kínai tradicionális gyógyászat két fő hatásterületet jelöl meg. A növény kivonata eredményesen alkalmazható a máj és a szem különféle gyulladással járó tüneteinek kezelésekor, ezenkívül csillapítja a lázat és különböző nyirokrendszeri duzzanatok ellen is hatásos (Bensky és Gamble, 1986; Keville, 1991). Rogers (2000) szerint a kínaiak a növény magját szorongás, fejfájás, májgyulladás, magas vérnyomás, szemgyulladás és fülzúgás ellen használták. Föld feletti hajtásait köszvény, tumor és kelések ellen javallották. Nehézfémmergezés esetén csak a virágfejeket alkalmazták.

Az indiai tradicionális gyógyászat szintén alkalmazza a növényt. Leginkább lázcsillapító és vizelethajtó hatását emelik ki, ezenkívül alkalmazható különböző gyulladással, szívpanaszokkal, nehéz légzés, tüdőbaj, izomfájdalom és májbántalmak esetén (Kirtikar et al., 1935).

Az észak-amerikai indiánok sebek tisztításakor, illetve torokgyulladás esetén használták a növényt, ezen kívül úgy tartották, hogy a közönséges gyíkfű kitűnő gyomorerősítő (Rogers, 2000).

A középkorban sok más gyógynövénnyel együtt "mindent gyógyítónak" tartották, Culpeper (1640) leginkább sebgyógyító és összehúzó hatását emelte ki.

A közönséges gyíkfű jelenlegi felhasználási lehetőségeit a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat: A közönséges gyíkfű jelenlegi felhasználási lehetőségei

Terápiás alkalmazás	Irodalmi hivatkozás
<u>Anti allergén hatás</u>	Ryu et al., 2000 Shin et al., 2001 Kim et al., 2007
<u>Antibakteriális hatás</u>	Dmitruk, 2001
<u>Antifungális hatás</u>	Dmitruk, 2001
<u>Antioxidáns hatás</u>	Lamaison et al., 1991 Liu és Ng, 2000 Skottová et al., 2004 Maryassiova, 2006 Sárosi és Bernáth, 2006
<u>Antivirális hatás</u>	
Herpesz vírusellenes hatás	Ryu et al., 1992 Xu et al., 1999 Nolkemper et al., 2006 Zhang et al., 2007
Anti-HIV hatás	Tabba et al., 1989 Yao et al., 1992 Kageyama, 2000 Lam et al., 2000 Au et al., 2001 Liu et al., 2002
<u>Gyulladáscsökkentő hatás</u>	Ryu et al., 2000 Dmitruk, 2001 Harput et al., 2006
<u>Immunrendszerre gyakorolt hatás</u>	
Immunstimuláns hatás	Fang et al., 2005 Harput et al., 2006
Immunrendszert gyengítő hatás	Sun et al., 2005
<u>Rákellenes hatás</u>	
Tumor képződést, fejlődést gátló hatás	Lee et al., 1988 KyungSoo és YunHee, 2004 Meng et al., 2007

Bőrrák kialakulását megelőző hatás	Psotová et al., 2006
<u>Szívvédő hatás</u>	Psotová et al., 2005
<u>Tüdőbaj ellenes hatás</u>	Chen et al., 2007
<u>Vércukorszint csökkentő hatás</u>	Xu et al., 1989
<u>Vérnyomáscsökkentő hatás</u>	Wang et al., 1994c

Élelmiszeripari felhasználás

Irodalmi hivatkozás

Fagyasztott termékek minőségének megőrzése	Lugasi et al., 2007
Magas zsírtartalmú élelmiszerek tartósítása	Lugasi et al., 2006

A közönséges gyíkfű által felhalmozott számos hatóanyagának köszönhetően a növény felhasználása igen sokrétű. Az alkalmazási lehetőségek – gyulladáscsökkentő, rákellenes és szívvédő – egy része a *Prunella vulgaris* antioxidáns hatásával magyarázható.

A növényi kivonat szabadgyökfogó hatását Lamaison és munkatársai (1991) DPPH módszerrel vizsgálták. A közönséges gyíkfű vizes-alkoholos kivonata szignifikánsan erős szabadgyökfogó képességgel volt jellemezhető, mely hatást leginkább magas rozmaringsav tartalmának köszönhetette (6,1 v/v %).

Liu és Ng (2000) a közönséges gyíkfű vizes kivonatának hidroxil-, és szuperoxidgyök-fogó képességét igazolták. Kísérletükben a növény kivonata eredményesen gátolta patkányokból vett vörösvértestek hemolízisét, továbbá a patkány vese- és agysejtekben lejátszódó lipidperoxidációs folyamatokat. A vizsgálatok során csak igen enyhe prooxidáns hatást észleltek.

Skottová és munkatársai (2004) szintén igazolták a növény metanolos kivonatának antioxidáns hatását patkány májsejteken végzett kísérletükben. Az extraktum pozitív irányban befolyásolta a vérplazma lipoprotein összetételét.

A növény bizonyítottan antiallergén hatású (Ryu et al., 2000; Shin et al., 2001; Kim et al., 2007), Dmitruk 2001-ben antibakteriális és antivirális hatásáról is beszámol.

A növény antivirális hatását a herpesz simplex vírusok és a HIV vírus által okozott megbetegedések terápiás kezelésekor alkalmazzák. A herpesz simplex 1-es típusú vírus (HSV-1) elleni alkalmazási lehetőségéről számolnak be Ryu és munkatársai (1992), míg Xu és munkatársai, Nolkemper és munkatársai, illetve Zhang és munkatársai (2006) az 1-es és 2-es típusú herpesz simplex vírusok (HSV-1, HSV-2) ellen is igazolta a növényi kivonat hatékonyságát.

A közönséges gyíkfű poliszacharid tartalmának AIDS ellenes hatását először 1989-ben bizonyították (Tabba et al., 1989). A kutatócsoport sikeresen izolálta a hatásért felelős poliszacharid vegyületet, melyet prunellinek neveztek el. 1992-ben Yao és munkatársai a növényi kivonat poliszacharid tartalmát (6, 12,5, illetve 30 mikrogramm/ml koncentrációban) hatásosnak találták a HIV vírus replikációjának megakadályozásában. Érdekesség, hogy a gyíkfű kivonattal előre kezelt sejtek HIV vírus iránti fogékonysága nem csökkent, a vírus sejtről sejtre történő tovaterjedését azonban igen alacsony citotoxicitás mellett már meggátolta. A hatásmechanizmust a későbbiekben több kutatócsoport is pontosította (Kageyama, 2000; Lam et al., 2000; Au et al., 2001). Ám nem csupán poliszacharid típusú vegyületek esetében igazolták az anti-HIV hatást. Liu és munkatársai 2002-ben a növény vizes kivonatát, azon belül pedig leginkább annak magas tannin tartalmát eredményesen alkalmazták a sejtek védelmében a vírus tovaterjedésével szemben.

A növény gyulladáscsökkentő hatásáról 3 alkalommal számoltak be (Ryu et al., 2000; Dmitruk, 2001; Harput et al., 2006). A sebek gyógyulását a növény gomba és baktériumölő, továbbá az erős összehúzó hatású cserzőanyagok is segítik.

A közönséges gyíkfű immunrendszerre gyakorolt hatását több alkalommal is bizonyították, az eredmények azonban ellentmondásosak. Fang et al. (2005), illetve Harput et al. (2006) a növény kivonatának, és az abban előforduló poliszacharid típusú vegyületek immunrendszert erősítő hatásáról számoltak be. Sun és munkatársai (2005) azonban éppen ezzel ellenkezően, az immunrendszert elnyomó aktivitást bizonyították klinikai tesztek során. Ennek megfelelően a *Prunella vulgaris* alkalmasnak tekinthető auto-immun betegségek kezelésekor, továbbá a szervátültetésen átesett betegek esetében a szervkilökődés megakadályozásakor. A növény kivonatának alkalmazása során mellékhatások nem léptek fel. A kísérletek során még nem sikerült meghatározni, hogy melyik vegyülettípus felelős az immunoszuppresszív hatásért.

A közönséges gyíkfű, antioxidáns hatásának köszönhetően, sikerrel alkalmazható a rákos megbetegedések megelőzésében, illetve a már kialakult daganatos elváltozások kezelésekor. Lee és munkatársai (1988) klinikai tesztek során igazolta, hogy a növény kivonatának urzolsav tartalma citotoxikus hatást fejt ki a leukémiát okozó P-388 és L-1210 típusú fehérvérsejtekre, illetve a bőrrák kialakulásáért felelős A-549-es karcinóma sejtekre. Részlegesen elpusztítja a vastagbélrákot kiváltó HCT-8, illetve a mellrákot okozó MCF-7 típusú rákos sejteket is. A későbbiek során KyungSoo és YunHee (2004), illetve Meng és munkatársai (2007) is igazolták a növény kivonatának rákellenes hatását. A közönséges gyíkfű magas rozmaringtartalmú kivonata védelmet nyújt a sejtek számára a káros UV-A sugárzás ellen, így felhasználását javasolták Psotová és munkatársai (2006) a fényvédő készítményekben. Az így kapott termékek alkalmasak a bőrrák kialakulásának megakadályozására.

Számos, a rákterápiában használt, mesterségesen előállított készítmény toxikus hatású a szívizomsejtekre. A káros mellékhatás a készítmények (például Doxorubicin) szedésekor fellépő

megnövekedett szabadgyöktartalom és az abból fakadó oxidatív stressznek tulajdonítható, mely legkorábban a szívben indít meg káros elváltozásokat. Psotová és munkatársai 2005-ben vizsgálták a közönséges gyíkfű etilacetátos kivonatának, és az abból kinyert rozmaringsavnak szívvédő hatását. Kísérletükben bizonyították, hogy mind a kivonat, mind pedig az izolált rozmaringsav szignifikánsan hatékonyabban csökkentette a szabadgyökök mennyiségét a szívizomzatban, mint az általánosan használt Dexrazoxan.

A *Prunella vulgaris* prunellin tartalma tüdőbetegségek kezelésére is alkalmas. Az ilyen célú terápiás felhasználásra hívták fel a figyelmet Chen és munkatársai 2007-ben. Bizonyították, hogy a növényből készített gyógyhatású termékek a tüdőtuberkulózis mellett a csonttuberkulózis és skrofula ellen is alkalmazhatók.

A fent említett terápiás alkalmazási lehetőségeken kívül bizonyított még a növényi kivonat vércukorszint-csökkentő (Xu et al., 1989) és vérnyomáscsökkentő (Wang et al., 1994c) hatása is.

A közönséges gyíkfű terápiás felhasználási lehetősége mellett egyre nagyon jelentőséggel bír az élelmiszeripar területén is. A magas zsírtartalmú termékek romlásának, avasodásának gátlására korábban mesterségesen előállított antioxidánsokat, mint például butilezett-hidroxianizolt (BHA) vagy butilezett-hidroxitoluolt (BHT) alkalmaztak. Az utóbbi évek kutatómunkájának köszönhetően, azonban fény derült arra, hogy a fent nevezett vegyületek tartós fogyasztása káros az emberi egészségre (Madhavi és Shalunke, 1995). Ezen okból kifolyólag a természetes eredetű antioxidánsok felkutatására irányuló kísérletekben megjelent a közönséges gyíkfű is. Mivel kivonata szinte teljesen íz és illatmentes (mely a fenoloid típusú vegyületeket szintén nagy mennyiségben felhalmozó rozmaring, kakukkfű és zsálya fajok esetében nem áll fenn), így közvetlenül is alkalmas az élelmiszerekben oxigén jelenlétében lezajló romlási folyamatok késleltetésére. Lugasi és munkatársai (2006) két természetes eredetű, antioxidáns hatású készítmény – a Rosmol és Rosmol-P – élelmiszeripari felhasználási lehetőségét vizsgálták kísérleteikben. A termékek a közönséges gyíkfű mellett tartalmazzák még a rozmaring (*Rosmarinus officinalis* L.), citromfű (*Melissa officinalis* L.) és kerti izsó (*Hyssopus officinalis* L.) kivonatát is. A kutatócsoport igazolta a termékek alkalmazhatóságát a jól ismert szintetikus antioxidánsok kiváltására.

Lugasi és munkatársai (2007) egy későbbi kísérletükben fagyasztott hal termékek minőségromlását kísérték figyelemmel. Kísérletükben bizonyították, hogy a közönséges gyíkfű vizes kivonatában történő előáztatás a tárolást követően jobb szín és illatparamétereket eredményezett a kontroll mintákhoz képest, mely hosszabb pulton tarthatóságot tesz lehetővé.

4.5 A közönséges gyíkfű ökológiai igényei, előfordulása és termesztése

A korai leírások szerint a közönséges gyíkfű szinte minden erdei tisztáson megtalálható (Culpeper, 1640). Hazánkban Simon (2000) szintén sűrűn előforduló fajként írja le, mely főként kaszálóréteken, legelőkön gyakori. Grieve (1992) a műveletlen területek egyik meghatározó fajának tekinti megemlítve, hogy napfénynek kitett helyeken kis növésű marad, míg árnyasabb foltokban a növény hosszabbra nyúlik. Általában humuszban gazdag vályogtalajokon nő, a talaj nedvességtartalmára nem kifejezetten igényes. Európában, Észak-Afrikában és Ázsiában őshonos, Észak-Amerikába és Ausztráliába behurcolták (Simon, 2000). Grieve (1992) leírásában nem tesz említést arra vonatkozólag, hogy a közönséges gyíkfű Észak-Afrikában is honos lenne, viszont kiemeli, hogy a közönséges gyíkfű azon kozmopolita növényfajok egyike, mely Észak-Amerikában is megjelent, elhódítva számos őshonos növény élőhelyét.

A közönséges gyíkfű magvetéssel, dugványozással vagy tőosztással szaporítható. Még megfelelő talajhőmérséklet (15-21°C) esetén is elhúzódhat a magok csírázása 1-3 hétig. Az állomány létesítésekor 20 x 30 cm-es sor- és tőtávolságot javasolt. A jó vízgazdálkodású talaj pH-ja 6-7 között megfelelő a növény számára. Napos helyet igényel, ellenkező esetben jelentős növekedésbeli különbségek jelenhetnek meg. Mivel hajtásai könnyen legyökeresednek és magjait a szél könnyen terjeszti, hamar elgyomosítja a területet (Keville, 1991).

A közönséges gyíkfű magjainak csírázását és a növények biomassza termelését vizsgálták Miller és munkatársai (1994) a tenyésztési terület függvényében. A növekvő állománysűrűség csökkentette a megtermelt biomassza mennyiségét, viszont elősegítette a magok korai kelését.

Blaszczyk (1999) különböző kínai gyógynövények termesztetőségi lehetőségét vizsgálta Németországban. Kísérletében megállapította, hogy a közép-európai éghajlati feltételek kiválóan alkalmasak a *Prunella vulgaris* L. termesztéséhez.

Ugyanezen évben Neitzke (1999) a *Prunella* és *Phleum* nemzetségek nitrogénigényét vizsgálta. A kísérlet során a közönséges gyíkfű erősebben fejlődött a nitrogénben gazdagabb talajokon, a szerző így azt feltételezi, hogy a növény nagy hatékonysággal képes hasznosítani a talaj nitrogéntartalmát.

A termesztett állományok vegyszeres gyomirtási lehetőségeit Neugebauerova és Petrikova (2004) vizsgálta. Kísérletükben a gyomirtószerek hatását vizsgálták a gyíkfű növekedési erélyére. Az eredmények szerint az állomány gyomszabályozására az izoproturon bizonyult leghatásosabbnak 3 l/ha-os dózisban (500 g/l hatóanyag-koncentrációban). A kultúrában megjelenő *Elymus repens* L. – közönséges tarackbúza ellen azonban a posztemergensen helyileg alkalmazott glifozát-IPA 50%-os oldata volt a leghatékonyabb. A herbicidek nem gyakoroltak káros hatást a gyíkfű magjainak csírázására. Kloridazon alkalmazásakor a növény levelei kissé sárgultak, szélük visszakunkorodóvá vált.

A *Prunella* fajok esetében bizonyították, hogy gyakran válnak az almamozaik vírus (ApMV) hordozójává (Sokmen et al., 2005).

A növény termesztésbe vonásának lehetőségeit vizsgáló leginkább átfogó jellegű kísérletet Bomme és munkatársai (2006) végezték 1999 és 2004 között. Két, eltérő talaj és éghajlati adottságú területen állították be a kísérleteket. Az első élőhely humuszos homoktalajjal rendelkezett (pH: 4,7-6,5; humusztartalom: 2,5-4,0 %), átlaghőmérséklete 8,9 °C, az átlagos csapadékmennyiség pedig 822 mm volt. A második élőhelyen a talaj agyagos volt (pH: 6,1-6,7; humusztartalom: 1,5-2,2 %), a terület átlaghőmérséklete 8,6 °C, az átlagos csapadékmennyiség pedig 859 mm volt.

A kísérleti időszak végén a szerzők kiszámították a közönséges gyíkfű tápanyagigényét (megközelítőleg 30 t/ha virágzó hajtáshozam eléréséhez), mely átlagosan N: 103 kg/ha, P: 49 kg/ha, K: 242 kg/ha és Mg: 32 kg/ha.

A palántákat április végén ültették szabadföldre 42 x 25 cm-es sor- és tőtávolságra. Az ápolási munkák közül leginkább a mechanikai gyomirtásra fektettek hangsúlyt. A telepítés évében az állomány június végén virágzott, ekkorra 70 cm-es magasságot ért el. Különböző fenológiai fázisokban gyűjtöttek mintákat, a betakarítást minden esetben géppel végezték. Az átlagos hozam friss virágzat esetében 2-6 t/ha, friss virágzó hajtásvég esetében 6-15 t/ha volt, a beszáradási arány 2-4:1. Megállapították, hogy a gépi betakarítás egyik hátrányaként a túl magasan levágott növények már nem képesek megfelelően újra kihajtani, s ez egyértelműen csökkentette a későbbi betakarítások hozamát. A kézi szedés költsége azonban túlságosan magas.

Az eredményekből kiderül, hogy a közönséges gyíkfű termesztése a második év után nem gazdaságos, mert a sűrű állományban betegségek jelennek meg. Az idősebb tövek közepe általában kipusztul, az indákról megújuló növények pedig már nem adnak megfelelő hozamokat. Egy évben mindösszesen egy vágás tekinthető gazdaságosnak, a már fent említett okok miatt. A sorközök tisztántartása kiemelten fontosnak tekinthető.

Pontos termesztéstechnológia még nincs kidolgozva, a szerzők ajánlása szerint azonban a növényt 2 éves termesztési ciklusban érdemes fenntartani, a prognosztizálható droghozam pedig 2-4 t/ha.

4.6. A kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.) rendszertani besorolása, származása és botanikája

A kerti kakukkfű rendszertani besorolása megegyezik a közönséges gyíkfűnél leírtakkal, a növény szintén a *Lamiaceae* család tagja, évelő, örökzöld félcserje (Ch). Alul fásodó, felemelkedő szára 25-40 cm. Keresztben átellenesen álló levelei lándzsa alakúak, a fonákukon molyhos levelek széle a fonák irányába visszagöngyölt (5. ábra). Virágzata szaggatott álfüzér, a virágok színe lilás-rózsaszín (6. ábra). Termése sötétbarna makkocská (Simon, 2000; Dános, 2006).



5. ábra: A kerti kakukkfű levele (Fotó: Sárosi, 2006)



6. ábra: A kerti kakukkfű virágzata (Fotó: Sárosi, 2008)

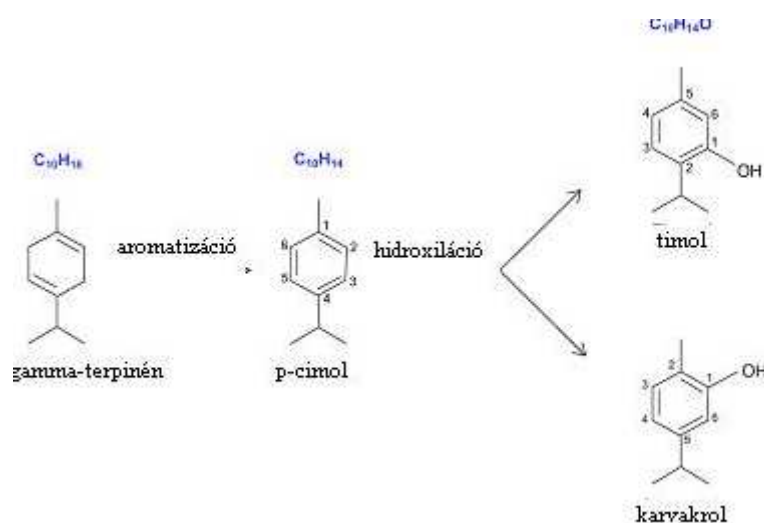
Már Darwin (1877) is beszámolt arról, hogy a *Thymus* nemzetségben belül két fajta virágtípus figyelhető meg: hímnős és az ezeknél kisebb méretű redukált, vagy hiányzó porzókkal rendelkező hímsteril virágok. A nőivarú egyedek száma egy populáción belül általában meghaladja a hímnős virágokkal rendelkezőket (arányuk körülbelül 63 %). A növény nemének kialakulása egy komplex kölcsönhatás eredménye, a sejtmagban és a citoplazmában lévő gének által befolyásolt. Az anyai ágon öröklődő citoplazma gének gátolják a hím funkciókat, így a virág hímsteril lesz. Ezeket a citoplazma géneket azonban a sejtmagi DNS-en található allélok blokkolni képesek, s a virág hímnössé válik. Így a virág típusa tulajdonképpen a sejtmagi és citoplazmabeli genomok kölcsönhatásának eredménye. Amennyiben tehát egy olyan populációban, ahol a hímsterilitást gátló allélok teljes mértékben hiányoznak, a populáció utódnemzedékei is egyöntetűen hímsterilek lesznek (Thompson, 2002). Kérdéses, hogy mi befolyásolja azt, hogy mikor aktívak és mikor inaktívak ezek a gének. Többször megfigyelték, hogy egy új terület benépesítésekor, segítve a gyors elszaporodást, a gátló allélok inaktívvá váltak, vagyis szinte 100%-os volt a hímsteril egyedek aránya. Miután a kolónia megtelepedett és elterjedt, a nőivarú növények száma csökkenni kezdett és újra megközelítette az egyensúlyi állapotot (Belhassen et al., 1987). Mivel a hímsteril egyedek bizonyítottan több életképes magot hoznak (Dommeé et al., 1978), illetve utódnemzedékeik növekedési erélye is jóval nagyobb, mint hímnős társaiké, egyértelmű, hogy miért ezt a formát választja a növény a megtelepedés kezdeti szakaszán. Nem beszélve arról, hogy a hímsteril növények obligát idegentermékenyülők. Így az új feltételekhez a heterozigóta állapot fenntartásával rugalmasabban tudnak alkalmazkodni. Amint az állomány stabillá válik, megtalálja a számára előnyös, az alkalmazkodáshoz legmegfelelőbb formákat mind a beltartalmi mind a morfológiai tulajdonságok tekintetében. Így már nincs szüksége a heterozigóta állapot fenntartására, a hímnős egyedek aránya megnő és a növények, az öntermékenyülésnek köszönhetően, immáron homozigóta állapotban őrzik a kialakult, számukra legmegfelelőbb tulajdonságokat.

A kerti kakukkfű a Mediterrán térségből származik, a Földközi-tenger nyugati területein, sziklagyepekben és a mediterrán macchiákban őshonos (Heeger, 1989). Hazánkban csak termesztésben fordul elő, néha kivadul.

4.7. A kerti kakukkfű drogja, hatóanyagai és azok hatása

A jelenleg hivatalos drog a kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris*) és a spanyol kakukkfű (*Thymus zygis*) előzetesen megszártított hajtásáról lemorzsolts levél és virág, a *Thymi herba*. Legalább 12 ml/kg illóolajat kell tartalmaznia (száraz drogra vonatkoztatva), aminek legalább 40 %-a timol és karvakrol (Ph.Hg. VIII, 2004). A kísérletek megkezdésekor még hivatalban lévő VII. Magyar Gyógyszerkönyvben a *Thymi herba* még tartalmazhatta a virágzati szár el nem fásodó részét is, a minimum meghatározott illóolaj-mennyisége ez esetben is 1,20 ml/100 g száraz anyag (Ph.Hg. VII, 1986). A VIII. Magyar Gyógyszerkönyv hivatalos drognak jelöli meg a kerti kakukkfű illóolaját is *Thymi aetheroleum* néven.

A növény leginkább kutatott és legnagyobb gazdasági jelentőséggel bíró hatanyaga az illóolaj. A *Thymus* nemzetség illóolaját elsőként Gildemeister és Hoffmann vizsgálták (1961), az ezt követő évtizedekben pedig még számos további tudományos eredményt publikáltak a növény által felhalmozott illóolaj mennyiségi és minőségi változásairól (Stahl-Biskup, 1991). Az illóolajban a monoterpének aránya magas, megközelítőleg 90 %. Napjainkig mintegy 270 terpén vegyületet írtak le benne. Az illóolaj fő komponensei fenolos monoterpének – timol és karvakrol – illetve azok közvetlen prekursorai – γ -terpinén és a p-cimol (Stahl-Biskup, 2002). A két fenolos monoterpén a geranil-pirofoszfát gyűrűzáródásával jön létre, a folyamat során először γ -terpinén, majd p-cimol keletkezik, mely vegyület hidroxilációjával alakul ki a timol és a karvakrol (7. ábra).



7. ábra: A timol és karvakrol kialakulása γ -terpinénből (Nhu-Trang et al., 2006 nyomán)

A kerti kakukkfű illóolaja és azon belül a timol és a karvakrol, mint fő komponensek igazoltan antibakteriális (Osawa et al., 1990), antifungális (Conner és Beuchat, 1984) – a napjainkban egyre elterjedtebb *Candida* gombafajok ellen is hatásosak (Braga et al., 2008), görcsoldó (Debelmans és Rochat, 1964; Reiter és Brandt, 1985) és antioxidáns hatásúak (Dorman et al., 1995).

A *Thymus* nemzetség az illóolajon kívül még jelentős mennyiségű flavonoidot is felhalmoz, eddig mintegy 32 flavon, 4 flavonon, 2 flavonol és 2 dihidroflavonol származékot írtak le kakukkfű fajokban, melyek közül a luteolin és az apigenin a leggyakoribb előfordulású (Vila, 2002). A kerti kakukkfűben leírt legfontosabb flavonoidokat a 3. táblázat szemlélteti.

3. táblázat: A kerti kakukkfűben előforduló legfontosabb flavonoid vegyületek (Vila, 2002 nyomán)

Vegyület neve	Első leírója
Apigenin	Stoess, 1972
Cianidin	Stoess, 1972
2,3-dihidro Kempferol	Adzet et al., 1988
Eriodiktiol	Adzet et al., 1988
Luteolin	Semrau, 1958
6-OH-luteolin	Adzet és Martínez, 1980
Naringenin	Stoess, 1972
Kvercetin	Morimitsu et al., 1995
Taxifolin	Adzet et al., 1988
Timonin	Van den Broucke et al., 1928
Timuzin	Hernández et al., 1987
Apigenin-7-O- β -D-glükózid	Olechnowicz-Stepien és Lamer-Zarawska, 1975
Luteolin-7-O- β -D-glükózid	Olechnowicz-Stepien és Lamer-Zarawska, 1975
Luteolin-7-O- β -D-diglükózid	Olechnowicz-Stepien és Lamer-Zarawska, 1975

A flavonvázis apigenin bizonyítottan toxikus a rákos sejtekre (Choi és Kim, 2009; Yuan et al., 2009), antioxidáns (Özyürek et al., 2009) és görcsoldó (Duarte et al., 1993; Amira et al., 2008). A flavanol vázis luteolin gátolja a sejtburjánzást, ezáltal a rákos daganatok kialakulását (Hou et al., 2009) és antioxidáns (Ashokkumar és Sudhandiran, 2008), a kvercetin antioxidáns hatáserősségét szintén igazolták (Dhaouadi et al., 2009)

A fenolsavak közül a kerti kakukkfűben eddig a rozmaringsav és a kávésav jelenlétét mutatták ki (Adzet et al., 1988).

4.8 A kerti kakukkfű hagyományos és tudományos alapokra épülő felhasználása

A növényt már az ókori egyiptomiak is ismerték, kenőcsök és balzsamok készítéséhez használták. Később a görögöknél és rómaiaknál is megjelent hasonló alkalmazásban (Zarzuelo és Crespo, 2002). Az európai hagyományos gyógyászat a növény kivonatát, illetve illóolaját külsőleg égési sérülések, elfekélyesedő sebek és kelések, bőrbetegségek (Schaunberg és Paris, 1977), reumás panaszok és idegzsába ellen (Furlenmeimer, 1984) használja. Fokozza a helyi vérbőséget, így a fejtetőn alkalmazva javítható a hajhagymák oxigén ellátása, a növény kivonatának alkalmazásával készíthető a kopaszodás (Poletti, 1979). A belső alkalmazás során fellépő gyógyhatások szinte mindegyike a légzőszervrendszerhez köthető, hisz a kerti kakukkfű extraktuma köptető, görcsoldó és fertőtlenítő hatással rendelkezik (Bardeau, 1973; Poletti, 1979). Valnet (1964) szerint hatásosan alkalmazható még álmatlanság, idegesség és depresszió leküzdésére is. A növény kivonatának másik fontos hatása az emésztőszervrendszerre irányul. Használható diszpepszia, bél- és szélgörcsök, hasmenés és gyomorfekély ellen (Perrot és Paris, 1971; Furlenmeier, 1984).

A modernkori felhasználási formák közül a növény antioxidáns aktivitását szeretném kiemelni és külön tárgyalni. Az utóbbi években a kerti kakukkfű számos kísérletben szerepelt, melyek során külön vizsgálták a növény illóolaját, azok komponenseit, illetve különböző oldószeres kivonatait. A növény antioxidáns hatáserősségét felmérő legfontosabb kísérleteket a 4. táblázat szemlélteti.

4. táblázat: A kerti kakukkfű antioxidáns hatásának felmérésére irányuló legfontosabb kísérletek

Antioxidáns hatás	Irodalmi hivatkozás
Lipidperoxidációs folyamatok gátlása <i>in vitro</i> (illóolaj)	Deans et al., 1993 Dorman et al., 1995
Lipidperoxidációs folyamatok gátlása <i>in vitro</i> (i.o. komponensek)	Ternes et al., 1995 Yanishlieva et al., 1999
Peroxil gyökfogó aktivitás (timol, karvakrol)	Aeschbach et al., 1994
DPPH és hidroxil gyökfogó aktivitás (nem illékony komponensek)	Dorman et al., 2003
DPPH gyökfogó aktivitás (illóolaj)	Sacchetti et al., 2005
Szuperoxid-dizmutáz enzim aktiválása	Youdim és Deans, 1999

Időrendi sorrendben elsőként Deans és munkatársai (1993) vizsgálták a kerti kakukkfű illóolaját egér májhomogenizátum lipidperoxidációs folyamatain tesztelve. Számos egyéb növényfajjal összehasonlítva a kerti kakukkfű mutatta a legerősebb antioxidáns aktivitást. Aeschbach és munkatársai (1994) a kerti kakukkfű illóolajának fő komponenseit, a timolt és karvakrolt vizsgálták. Kísérletükben bizonyították, hogy mindkét vegyület erős peroxil gyökfogó

aktivitással rendelkezik. Dorman és munkatársai (1995) átfogó kísérletükben több növényfaj illóolaját tesztelték tojássárgájában, egynapos csirkemáj homogenizátumon, illetve a kifejlett szárnyasok izomszövetein. A tojássárgája megromlásának késleltetésekor a kerti kakukkfű mutatta szignifikánsan a legjobb eredményeket a *Monarda citriodora* var. *citriodora* és *Myristica fragrans* mellett. Ugyanebben az évben egy másik kutatócsoport (Ternes et al., 1995) ismét a kakukkfű illóolajának fő komponenseit vetette vizsgálat alá a p-cimén-2,3-diol vegyülettel kiegészítve. Ismét bebizonyították, hogy hatásosan gátolták különböző élelmiszerek avasodási folyamatait. A növény hexános kivonatának illékony vegyületeit vizsgálva Schwarz és munkatársai (1996) megállapították, hogy a p-cimén-2,3-diol erősebb antioxidáns hatással rendelkezik, mint az α -tokoferol, illetve a BHA. Yanishlieva és munkatársai (1999) a napraforgóolaj oxidációs folyamata során bizonyította, hogy a timol erősebben gátolta annak avasodását, mint a karvakrol. Youdim és Deans (1999) azt tapasztalták, hogy a kerti kakukkfű illóolaja elősegíti a szuperoxid-dizmutáz működését a szívben és a májban, így közvetetten késleltette a kísérleti patkányok öregedését.

Csak az utóbbi években kezdték meg a kerti kakukkfű nem illékony hatóanyagainak vizsgálatát. Az eddigi egyetlen ilyen típusú kísérlet során Dorman és munkatársai (2003) hasonlították össze négy jól ismert fűszernövény (közönséges szurokfű, rozmaring, orvosi zsálya és a kerti kakukkfű) illatmentesített kivonatát. A kerti kakukkfű DPPH gyökfogó aktivitása volt a legmagasabb, hidroxil gyökfogó hatása is csak épphogy elmaradt a rozmaring mögött. Lee és munkatársai (2005) kísérletükben ismét a timol és a karvakrol erős antioxidáns aktivitását igazolták, mely eredmények megközelítették az α -tokoferol és BHT hatáserejét. A korábbi eredmények alapján Sacchetti és munkatársai (2005) a kerti kakukkfű illóolaját választották viszonyítási alapként különböző illóolajok antioxidáns hatáserejének felmérésekor. Egyik eredmény sem közelítette meg a kerti kakukkfű illóolajának antioxidáns aktivitását.

4.9. A kerti kakukkfű fizio-ökológiája és nemesítése

A kakukkfű fajok iránt fokozódó keresletet a természetes populációk már nem képesek kielégíteni. Ezen állományok veszélyeztetetté válásának oka éppen a túlgyűjtésből fakad, de komoly károkat okozott az utóbbi évek aszályos időjárása is. A helyzetet tovább súlyosbítja, hogy a feldolgozóipar kizárólag a fenolos (timolos, karvakrolos) kemotípusokat részesíti előnyben. A faj termesztésbevonása tehát elkerülhetetlennek látszott, ehhez azonban szükség volt egy olyan fajta előállítására, mely standard beltartalmi értékekkel, magas illóolaj-tartalommal és egyöntetű érzékszervi tulajdonságokkal rendelkezett (Rey és Sáez, 2002).

A nemesítés első lépéseként felmérték a természetes állományok diverzitását. Az illóolaj-összetételében tapasztalható nagyfokú változékonyságra már a 60-as években felhívta a figyelmet néhány kutató (Granger et al., 1963; Passet, 1971). Ezen vizsgálatokat követően 1973-ban Granger

és Passet a franciaországi állományok alapján hat kemotípusát írta le a fajnak: timolos, karvakrolos, geraniolos, linaloolos, alfa-terpineolos (terpinén-4-olos), 4-tujanolos. 1977-ben Adzet és munkatársai a spanyolországi populációkat vizsgálva felfedeztek még egy kemotípust, a cineolosat, így jelenleg bizonyítottan 7 kemotípusa létezik a fajnak.

A kemotípusok kialakulása egyrészt genetikailag kódolt (Vernet et al., 1986), másrészt a környezeti tényezők (Gouyon et al., 1986) is nagyban befolyásolják. Vernet már 1977-ben feltételezte, hogy a kemotípusok kialakulásáért felelős gének között fennáll egyfajta dominancia sorrend (geraniol > alfa-terpineol > 4-tujanol > linalool > karvakrol > timol), melyet későbbi kutatásai során bizonyított is (Vernet et al., 1986). A kemotípusok kialakulásáért általában egy-egy gén felelős, melyeknek két allélváltozata ismert. A geraniolos jelleg kialakulását ezzel szemben két gén határozza meg. A timolos jelleg öröklődése teljesen recesszív tulajdonság. Ennek köszönhetően a timolos egyedek utódpopulációi kizárólag timolosak lehetnek. Egy geraniolos egyed, mely az összes lókuszt tekintetében heterozigóta, képes bármely kemotípus létrehozására. Így a nem-fenolos típusú növények utódnemzedékeikben biztosítani tudják a kémiai változatok széles körét.

Gouyon és munkatársai (1986) átfogó kísérletükben a környezeti tényezők hatását kísérték figyelemmel a kemotípusok kialakulására. Eredményeik alapján az a következtetés vonható le, miszerint a talaj típusa csak közvetett, indirekt módon képes befolyásolni a növények kemotípusát. A tényleges modifikáló tényező ebben az esetben a talajnedvesség, melynek azonban szintén lehet indirekt hatása is, hisz erősen befolyásolni képes a növényre veszélyes állatfajok és kompetítor növényfajok elszaporodását is. Extrém száraz környezeti viszonyok között a kakukkfű „otthon érzi” magát. A növények a kompetítor növényfajok viszonylagos hiányának köszönhetően háborítatlanul élnek. Ezért marad elég energiájuk arra, hogy a bioszintézis lánc legvégén található timolt és karvakrolt előállítsák. A fennmaradásért vívott harcban a legerősebbnek bizonyuló timolos és karvakrolos típusok fenntartásának biztosítására a növények a hímnős virágformát és az öntermékenyülést választják. Így az anyatövek képesek átörökíteni előnyös tulajdonságaikat az utódpopulációkra is. Amennyiben a növény kiegyenlített, változékony környezeti viszonyok közé kerül, vagy ahol a talaj nagyobb nedvességtartalmának köszönhetően a fajok közötti versengés kiélezettebbé válik, a kakukkfű állományok genetikai diverzitása sokkal szembetűnőbb. A környezeti feltételek nagyobb mértékű változásaira, a kiegyenlítettség hiányára a növény azzal reagál, hogy a heterozigóta állapot fenntartására törekszik. Így mind az anyanövény, mind annak leszármazottai rugalmasabban tudnak alkalmazkodni a megváltozott viszonyokhoz. Összefoglalásképpen tehát elmondhatjuk, hogy a növénynek egyszerre van szüksége a homogenitásra, mely hosszú távon képessé teszi a fennálló környezeti tényezőkhöz való alkalmazkodásra, és a heterogenitásra, mely növeli adaptációs képességét.

A fajok tényleges szelekcióját 1986-ban kezdték meg Svájcban (Rey, 1990). A nemesítéshez két jól ismert alaptípust használtak fel. Az úgynevezett germán típusú kerti kakukkfű a termesztők által végzett természetes, empirikus úton történő szelekciónak az eredménye. Mivel fagyűrő, Észak-Európában is termesztethető. Minősége azonban meg sem közelíti a Mediterrán térségből származó drogét. Illóolajtartalma rendszerint nem éri el sem az Európai Gyógyszerkönyvben meghatározott 1,2 %-ot, sem a Svájci Gyógyszerkönyv által előírt mennyiséget (1,5 %). Levelei szürkészöldek, hajtásrendszere felálló. A növekedési erély és virágszín tekintetében igen heterogén (Rey és Sáez, 2002).

A másik, a szelekció alapját képző populáció az Aoste-völgyben található. Az északolaszországi Alpok területén fekvő Aoste vagy Valdötain völgy a kerti kakukkfű természetes elterjedési területének legészakibb határán fekszik. A növények 1600 m-es magasságig fordulnak elő, főleg a napos fekvésű, száraz völgyekben. Morfológiailag rendkívül változatosak (habitus, növekedési erély, levelek és virágok mérete, ivari megoszlás). Így értékes alapanyagot szolgáltatnak a nemesítés számára. Érzékenyebbek a fagyra, de sokkal jobb beltartalmi értékekkel rendelkeznek, főleg a felhalmozott illóolaj mennyiségét tekintve. Olyan egyedeket is találtak, melyek illóolajtartalma elérte a 6 %-ot (Rey, 1990). Leveleik zöldeskékek. Hajtásrendszerük jobban felemelkedik, mint a germán típusé. A morfológiai változékonysággal szemben azonban a populációkon belüli és közötti kémiai variabilitás jóval kisebb. Ugyanis kizárólag timolos kemotípusokat találtak a területen, az egyedüli eltérés az illóolaj mennyiségében mutatkozott (Rey és Sáez, 2002).

A két típus többszöri keresztezésével megpróbálták átmeneti hibrideket előállítani. A perspektivikus töveket *in vitro* szövettenyéssel illetve dugványozással felszaporították gondosan elkülönítve egymástól a hímsteril és hímnős egyedeket. Az 1990-es években a legjobb klónokat kiválasztva számos keresztezést végeztek el. A kakukkfű ilyesfajta nemesítésének alapját és módszerét Rey írta le 1993-ban. Ezen módszert alapul véve több mint 120 keresztezést hajtottak végre. Napjainkban szülővonalakat tartanak fent, melyek segítségével (kihasználva az úgynevezett heterózishatást) hibridfajtákat állítanak elő. A heterózishatást jól bizonyították a kapott eredmények: a hibridfajták hozama, felhalmozott illóolaj-mennyisége és illóolajhozama messze felülmúlta a vad állományokét. Fagyállóságuk majdnem olyan kiváló, mint a német alaptípusoké. Az első bejegyzett hibrid kakukkfűfajta, a 'Varico', 1994-ben jelent meg a piacon. Külső tulajdonságait tekintve igen homogén, erős növekedési erélyű, felálló hajtásrendszerű. Levelei szürkés-kék színűek. Halvány rózsaszín virágai május 20-tól június 10-ig nyílnak a nemesítés helyén (Arbaz, Svájc, 920 m-es magasságban). Száraz droghozama: 1500 g/m² egy 3. éves kultúra esetén. Illóolajtartalma 3,9 %, a timol aránya több mint 50 %. Fagyellenállósága jó. A vetőmagok kizárólagos előállítója a svájci DSP (Delley Samen und Pflanzen) cég. Ára magasabb, mint más

fajtáké (Rey és Sáez, 2002). A hibrid kakukkfűfajták nemesítése 1999-ben folytatódott, melynek eredményeként a két 'Varico' fajta produkciós tulajdonságait is felülmúló újabb fajták előállítására került sor. Ezen fajták forgalombahozatalát 2006-ra tervezték (Rey et al., 2004).

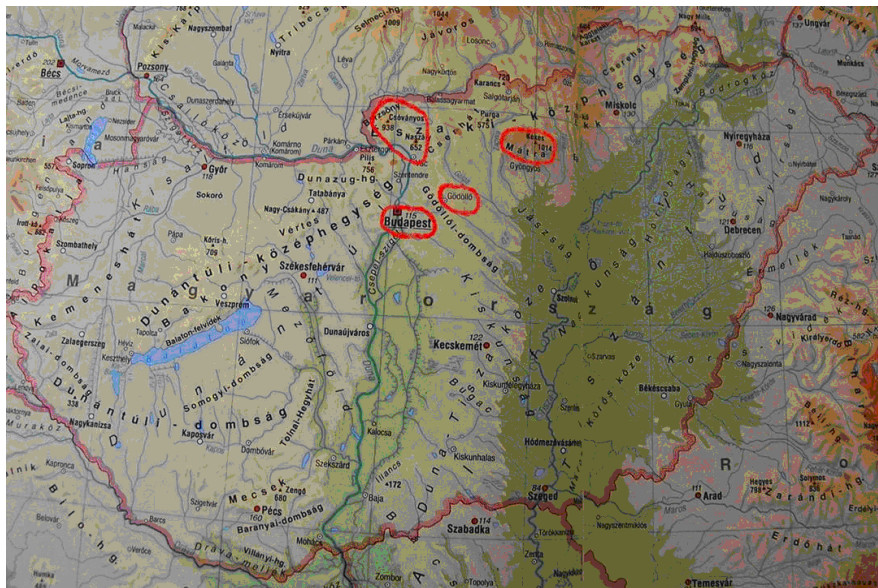
Természetesen 1994 után a fajtakínálat erősen kibővült. E miatt indokolttá vált a megjelenő újabb fajták összehasonlítása. Erre példa egy 2000-ben, Quedlingburgban elvégzett kísérlet, mely során a következő fajták képezték a vizsgálatok alapját: 'Varico I.', 'Varico II.', 'Krajovy', 'Deutscher Winter', 'Rieger I.', 'Deutscher Winter Junghanns' (Pank és Krüger, 2003). Csupán a 'Varico I.' és 'Varico II.' sorolható a hibrid fajták közé, a többi szelekció által létrehozott termesztett populáció. Mint ahogyan az várható volt a már említett indokok alapján, a két hibridfajta mutatta a legkiegyenlítettebb képet a morfológiai paraméterek, bokorátmérő, illóolaj-, timol- és karvakrol-tartalom tekintetében is. Közülük is a 'Varico I.', vagyis az első bejegyzett fajta rendelkezett jobb mutatókkal. Állományán belül 100 %-os volt a hímsteril egyedek aránya. Mivel már fent említettem, hogy a hímsteril egyedek sokkal erősebb növekedési eréllyel jellemezhetők, a kimagasló hozamاداتok részben a nőivarú egyedek teljes dominanciájával is magyarázhatók.

5. ANYAG ÉS MÓDSZER

5.1. Vizsgálati anyagok

5.1.1. A közönséges gyíkfű kijelölt vadon termő állományai

A kísérletek során hét, természetes élőhelyen – Börzsönyliget (B), Katalinpuszta (K), Királyrét (KR) (Börzsöny), Recsk (R) (Mátra), Gödöllő (G) (Grassalkovich kastélypark), Vácrátóti (V) Botanikus Kert, Soroksári Botanikus Kert (SB) – történt a közönséges gyíkfű állományok virágzó hajtásainak begyűjtése 2005, 2006 és 2007 nyarán. Az élőhelyek földrajzi elhelyezkedését a 8. ábra szemlélteti.



8. ábra: A vizsgált közönséges gyíkfű természetes élőhelyeinek földrajzi elhelyezkedése

A Börzsöny Budapesttől északra húzódik, az Északi-középhegység vonulatának legnyugatibb tagja (Stefanovits, 1963; Keresztesi, 1971). Legmagasabb csúcsa a Csóványos, mely 938 méter magas. A hegység területének nagy részét különféle erdőtalajok borítják, peremvidékén azonban lösz is található. A Börzsöny természetes vegetációját többféle erdő alkotja, főként szubmontán bükkösök (*Melittio-Fagetum*), mészkerülő bükkösök (*Deschampsio-Fagetum*), gyertyános- és cseres-tölgyesek jellemzik a tájat, ritkán montán bükkösök is előfordulnak (Borhidi, 2003). A választott területek – Börzsönyliget, Katalinpuszta és Királyrét – viszonylag közel helyezkednek el egymáshoz, mindhárom élőhely a Börzsöny délnyugati részén található. A növények az út mentén, illetve nagyobb tisztásokon, réteken jelentek meg, félárnyékos területeken (9. ábra).



9. ábra: A közönséges gyíkfű állományok természetes élőhelyükön, Börzsönyliget, Katalinpuszta, Királyrét (Fotó: Sárosi, 2005 és 2006)

A Mátra szintén az Északi-középhegység tagja, itt található Magyarország legmagasabb hegycsúcsa is, az 1014 m magas Kékestető. Alapkőzete a Börzsönyéhez hasonlóan andezit és andezit tufa (Stefanovits, 1963). Különböző típusú erdőtalajokon a magasabban fekvő területeken montán bükkös és szurdokerdők, az alacsonyabb vonulatokon és a déli lejtőkön cseres-tölgyesek (*Quercetum petraeae-cerris*), míg a peremvidéki magaslatokon erdős sztyeppék alakultak ki (Borhidi, 2003). A Recsk község határában vizsgált természetes közönséges gyíkfű állomány helyenként a nyírt gyepben, máshol az erdő mentén volt megtalálható (10. ábra).



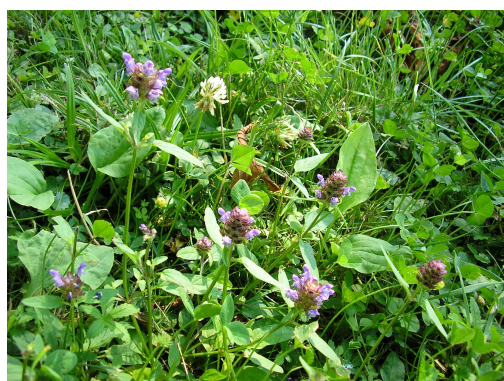
10. ábra: A közönséges gyíkfű állomány természetes élőhelyén, Recsk, Mátra (Fotó: Marton, 2006)

Mind a négy természetes élőhely éghajlati adottságai hasonlóak. Az átlagos évi középhőmérséklet 8-9° C, az évi csapadék mennyisége 550-600 mm. A magasba emelkedő csúcsok miatt mind a Börzsöny-, mind a Mátra-hegységben a derült napok száma viszonylag nagy, 60-90 nap évente, ennek mintegy 50-65 %-a a nyári időszakra tehető (Szász és Tőkei, 1997; Szász, 1997).

A Gödöllői-dombság alacsonyban fekvő részein található Gödöllő és Vácrátót. A hullámos dombvidék alapkőzete főként mészkő és dolomit. Nyugati irányú lejtőin jelentős vastagságú lösz, alatta csernozjom barna erdőtalajok és barnaföldek alakultak ki. Gödöllő környékén az agyagbemosódásos barna erdőtalaj és a barnaföld az uralkodó, az alacsonyabban fekvő területeken

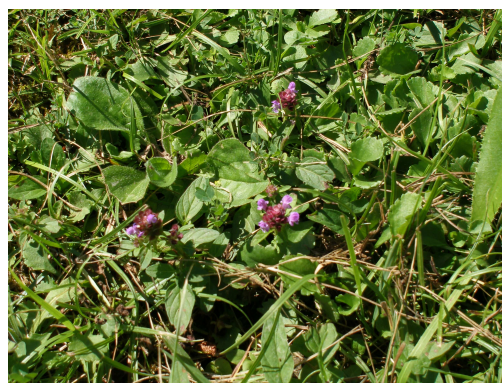
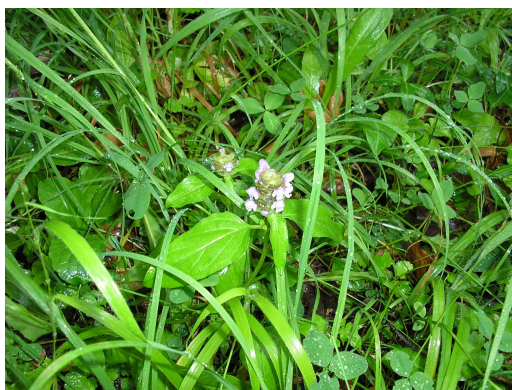
csernozjom barna erdőtalajok jellemzőek. A térség nagy része erdővel borított, jellegzetes erdőalkotó fája a tölgy (Stefanovits, 1963). Éghajlati adottságai kissé eltérnek az előző két élőhelytől, a terület évi átlaghőmérséklete 1-2 °C-al magasabb (9-10 °C), az évi csapadék mennyisége egy kissé kevesebb (500-550 mm). A derült napok száma 50-60 nap között ingadozik (Szász és Tőkei, 1997; Szász, 1997).

A gödöllői kastély parkjában, a nyírott gyep félárnyékos területein gyakran találkozhatunk a közönséges gyíkfű lila virágaival (11. ábra). A kastély építését 1735-ben kezdték meg, a munkálatok több évtizedig tartottak. Nagy kiterjedésű parkját intenzíven művelik (Dercsényi et al., 1999).



11. ábra: A közönséges gyíkfű természetes élőhelyén, Grassalkovich kastélypark, Gödöllő (Fotó: Sárosi, 2005)

Vácrátót község nagy részét folyami eredetű, meszes homok borítja, éghajlata a hegységek közelsége ellenére is inkább alföldinek tekinthető. A Vácrátóti Botanikus Kertet valamikor a XIX. század első felében létesítették, pontos időpontja ismeretlen (Fráter és Kósa, 2005). A közönséges gyíkfű populációi a kert számos részén voltak megtalálhatók, a félárnyékos réteken és napsütötte nyírt gyepekben egyaránt előfordultak (12. ábra).



12. ábra: A közönséges gyíkfű természetes élőhelyén, Vácrátóti Botanikus Kert (Fotó: Sárosi, 2005 és 2006)

A Budapest XXIII. kerületében, Péteri-majorban létesült Soroksári Botanikus Kert dunai öntéstalaján kiemelten védett eredeti társulás-maradványokkal találkozhatunk. Az itt található nyílt- és zárt homokpusztagyep, zombékos és száradó láprét növényvilága fokozottan védett. A terület éghajlatára jellemző a magas napsütéses órák száma (évi 2014 óra), illetve a hőmérséklet napi és éves szintű nagymértékű ingadozása. A csapadék éves mennyisége viszonylag kevés, mintegy 500 mm és rendkívül egyenlőtlen megoszlású (Szelényi, 2000; Bogya és Udvardy, 2003). A közönséges gyíkfű természetes állománya a parkban található tó partján, félárnyékos nyírott gyeppen volt megtalálható (13. ábra).



13. ábra: A közönséges gyíkfű természetes élőhelyén, Soroksári Botanikus Kert (Fotó: Sárosi, 2005)

2007-ben a Magyar Állami Eötvös ösztöndíj támogatásával a magyarországi vadon termő állományok eredményeit azonos időpontban és virágzási stádiumban gyűjtött olaszországi mintákkal is összehasonlítottuk. A mintákat Toszkána tartományban, a Pisai Botanikus Kertben (P), a Luccai Botanikus Kertben (L) és a Monte Pisani hegységben (MP) (14. ábra) szedtük 2007 júniusában.



Pisa (Olaszország), Botanikus Kert



Lucca (Olaszország), Botanikus Kert



Monte Pisani hegység, Olaszország

14. ábra: A közönséges gyíkfű természetes élőhelyei, Toszkána, Olaszország (Fotó: Sárosi, 2007)

5.1.2. Termesztett közönséges gyíkfű állományok létesítése Soroksáron

A közönséges gyíkfű termesztésbe vonására vonatkozó kísérletet a Budapesti Corvinus Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem Gyógynövénytermesztési Telepén végeztük.

A termesztésben tartás optimalizálásának felméréséhez 2005-ben vásárolt német vetőmag (Rieder-Hoffmann GmbH, Németország) felhasználásával létesítettünk állományt. A magokat 2005 márciusában vetettük el szaporítóládába, a palántákat egy áttűzdeléssel üvegházban neveltük egészen májusig. A növényeket 2005 májusában ültettük ki szabadföldre 20 x 20 cm-es sor- és tőtávolságra. A telepítés évében csak néhány tő virágzott szeptemberben, 2006-2007-ben először májusban virágoztak a tövek, majd augusztus-szeptemberben egy másodvirágzást is megfigyeltünk. Az első, másod és harmadéves töveket a 15. ábra szemlélteti.



15. ábra: A közönséges gyíkfű német kereskedelmi magjából származó első, másod és harmadéves tövek (Fotó: Sárosi, 2005, 2006 és 2007)

A 2005-ben vizsgált természetes populációkból a Soroksári Botanikus Kert kivételével magot gyűjtöttünk. 2006 márciusában a vad populációk magját szaporítóládába vetettük, majd egy áttűzdelést követően májusban ültettük ki a növényeket szabadföldre 20 x 20 cm-es sor- és tőtávolságra, a már korábban létesített német állomány mellé (16. ábra). A telepítés évében csak néhány populáció virágzott ősszel, a virágzó hajtások egységes betakarítására 2007 júniusában került sor.



16. ábra: A vad állományok magjából létesített közönséges gyíkfű állományok a telepítés őszén (2006), majd a következő év tavaszán (2007) (Fotó: Sárosi, 2006 és Vincze, 2007)

A területek gyommentesen tartása mechanikus úton történt. A növények napfénynek kitett helyen fejlődtek, a környezeti feltételeknek megfelelően esőztető öntözésben részesültek a nyári hónapokban.

5.1.3. Termesztett kerti kakukkfű állományok

A kísérlet első évében, 2005 márciusában a Gyógy-és Aromanövények Tanszék génbankjából egy német fajta – ‘Deutscher Winter’ (DW) – és egy magyar, köztermesztésű populáció – Kalocsai (KA) – magját vetettük el szaporítóládába. Az üvegházban nevelt növényeket, egy áttűzdelést követően, májusban ültettük ki szabadföldre 50 x 50 cm-es sor- és tőtávolságra. Az

ültetés évében a még el nem fásodó, föld feletti hajtásokat egyszer, szeptemberben takarítottuk be. 2006-ban és 2007-ben évi két alkalommal, májusban és szeptemberben történt az állományok vágása. A telepített állományokat a 17. és 18. ábrák szemléltetik.



17. ábra: 2005-ben létesített kerti kakukkfű Kalocsai és 'Deutscher Winter' állományai 2006 tavaszán (Fotó: Sárosi, 2006)



18. ábra: 2005-ben létesített kerti kakukkfű Kalocsai és 'Deutscher Winter' állományainak virágzó növényegyedei (Fotó: Sárosi, 2006)

2006-ban bevontuk kísérletünkbe a hazai körülmények között eddig még nem vizsgált 'Varico I' és 'Varico II' hibrid kakukkfű fajtákat. A svájci DSP (Delley Seeds and Plants Ltd, 1567 Delley, Switzerland) cég, mely egyedülként jogosult a fajták forgalmazására, biztosította számunkra térítésmentesen a vetőmagot, a cég a következő leírásokat csatolta a fajtákhoz:

'Varico I': Felálló habitusú, leveli szürkészöldek, apró virágai lilák. Az illóolajban a timol legalább 50 %. Vegetatív utánszaporítás után is homogén marad az állomány, a nemesítő (Rey Ch.) azonban a magról vetést tartja előnyösebbnek. Magas illóolaj-tartalmú (4 %), nagy produkciójú és fagyűrő.

'Varico II': Erőteljesen felálló habitusú, alul fásodó, sima, könnyen vágható hajtásokkal. Leveli szürkészöldek, virágai lilák. Hozama kiegyenlítetten magas, állománya 4-5 évig is gazdaságosan fenntartható, fagyűrő. Illóolaj-tartalma 3 %.

A 'Varico I', 'Varico II' termesztett állományait a nemesítés helyén, Svájcban, illetve Soroksáron a telepítés évében a 19. ábra, a két fajta jellemzőit a 20. ábra szemlélteti.



'Varico I' (Sváje)

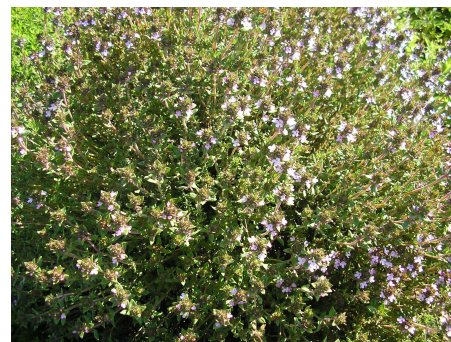


'Varico II' (Sváje)



'Varico I' és 'Varico II' (Soroksár)

19. ábra: A kerti kakukkfű hibrid fajtáinak – 'Varico I', 'Varico II' – termesztett állományai Svájcban, illetve Soroksáron (Fotó: DSP Ltd és Sárosi, 2006)



20. ábra: A 'Varico I' és 'Varico II' virágzó növényegyedei Soroksáron (Fotó: Sárosi, 2008)

Az életkorhatás kiküszöbölése céljából a két 'Varico' fajta mellett, a már előző évben létesített Deutscher Winter fajtából újabb állományt hoztunk létre. A fajták magjait 2006 márciusában vetettük el szaporítóládába. A magok lassú kelését követően egy áttűzdeléssel a palántákat májusban ültettük ki szabadföldre 50 x 50 cm-es sor- és tőtávolságra. A telepítés évében szeptemberben, 2007-ben májusban és szeptemberben történt a virágzó hajtások vágása.

5.2. A kísérleti évek időjárási viszonyai

A kísérleti évek időjárási jellemzőit az 5. táblázat foglalja össze. Mivel a különböző élőhelyek részletes időjárási jellemzői nem álltak rendelkezésünkre, így minden esetben a soroksári kísérleti telepre vonatkozó, Pestszentlőrinc mérőállomás adatait jelenítettük meg. A 2005-ös év volt a leghűvösebb, a 2007-es év pedig szélsőséges értékekkel volt jellemezhető. A téli és tavaszi hónapokban a 2007-es év mintegy 2-6 °C-kal volt melegebb, a lehullott csapadék mennyisége pedig csaknem fele, harmada volt az előző két évben mért adatoknak. A 2007-es év áprilisa nemcsak

magas hőmérsékletével és szárazságával tűnt ki (a lehullott csapadék mennyisége mindössze 3 mm volt), a napsütéses órák száma is extrém magas volt (nyári hónapokra jellemző 318 óra). 2005-ben augusztusban, 2006-ban júniusban esett kimagaslóan sok csapadék, a 2007-es év ebből a szempontból nem mutatott szélsőséges értékeket. Érdekes, hogy ősszel a 2007-es év volt a leghűvösebb, átlaghőmérséklete 3-4 °C-kal maradt el az előző évektől, s csapadék is több hullott ebben az időszakban összehasonlítva 2005-tel és 2006-tal.

5. táblázat: A kísérleti évek időjárási jellemzői (2005, 2006, 2007, Pestszentlőrinc)

Hónapok	Átlaghőmérséklet (°C)		
	2005	2006	2007
Január	3,4	-2,0	5,9
Február	-2,2	-0,1	5,5
Március	4,4	4,5	8,9
Április	12,1	13,5	13,7
Május	17,0	16,3	18,8
Június	19,5	20,2	22,8
Július	21,6	24,5	23,9
Augusztus	20,2	19,9	23,1
Szeptember	18,3	18,8	14,9
Október	13,0	14,4	11,9

Hónapok	Csapadék mennyisége (mm)		
	2005	2006	2007
Január	25	34	23
Február	51	46	45
Március	26	27	39
Április	106	33	3
Május	43	90	40
Június	26	170	48
Július	71	20	39
Augusztus	177	156	135
Szeptember	50	21	41
Október	13	14	43

Hónapok	Napsütéses órák száma		
	2005	2006	2007
Január	101	84	90
Február	126	69	88
Március	194	127	162
Április	211	190	318
Május	306	231	298
Június	298	302	317
Július	277	344	338
Augusztus	197	234	278
Szeptember	194	243	207
Október	170	221	144

2007-ben lehetőségem nyílt kísérleteim kiterjesztésére egy mediterrán éghajlatú országban, a mintagyűjtés a magyarországi időponttal megegyezően júniusban történt Olaszország Toszkána tartományában. Az adatokból kiderül, hogy a sokévi átlaghoz képest (Firenze mérőállomás, 1961-1990), a magyarországi viszonyokhoz hasonlóan Olaszországban is szélsőségesen meleg és száraz volt 2007 tavasza, a Pestszentlőrincen mért adatokhoz képest 7-8 °C-al volt melegebb az időjárás az első hat hónapban, ami jelentős különbség. A csapadék eloszlása nagyon egyenlőtlen volt; áprilisban, hazánkhoz hasonlóan csapadék szinte nem is hullott (5 mm), a következő hónapban viszont mintegy 113 mm eső esett, főleg a hónap első felében (6. táblázat).

6. táblázat: A közönséges gyíkfű olaszországi élőhelyének időjárási jellemzői 2007-ben (<http://www.welcometuscany.it/Weather/metereology%20and%20forecast%20in%20tuscany%20by%20LAMMA.htm>)

Hónapok	Átlaghőmérséklet (°C)		Csapadék mennyisége (mm)	
	Sokévi átlag (1961-1990)	2007 (Livorno)	Sokévi átlag (1961-1990)	2007 (Livorno)
Január	5,8	13,7	73	43
Február	7,4	12,4	69	48
Március	10,0	12,7	80	57
Április	13,3	17,6	78	5
Május	17,4	19,6	73	113
Június	21,0	22,4	55	20
Július	24,2	24,4	40	1
Augusztus	23,8	24,6	76	21
Szeptember	20,4	21,1	78	40
Október	15,6	17,6	88	48

5.3. Kísérleti módszerek

5.3.1. Szabadszíri kísérletek

Vizsgálatainkat a Budapesti Corvinus Egyetem Soroksári Kísérleti Üzem Gyógynövénytermesztési Telepén végeztük.

A vadon termő közönséges gyíkfű virágzó hajtásainak betakarítása az első kísérleti évben (2005) június-augusztusban, az elhúzódó virágzási idő alatt nem egyforma időpontokban és virágzási stádiumban történt. A továbbiakban (2006-2007), kizárva a szedési idő és virágzási stádium esetleges befolyásoló hatását a növény hatóanyagaira és kivonatának hatására, a mintákat egységesen teljes virágzási stádiumban, júniusban gyűjtöttük be. A vadon termő közönséges gyíkfű felismeréséhez „A magyarországi edényes flóra határozója”-t használtuk (Simon, 2000), a növényállományok egy-egy reprezentáns egyedéből herbáriumi példányt készítettünk.

A vetett közönséges gyíkfű állományok esetén, az elégtelen vagy hiányzó őszi virágzás miatt a minták egységes begyűjtésére 2007 júniusában került sor. Ekkor 5 populáció (Katalinpuszta, Királyrét, Recsk, Gödöllő, Vácrátóti Botanikus Kert) természetes és vetett állományainak

összehasonlító értékelésére nyílt lehetőségünk. A 2005-ben, német vetőmagból létesített állomány felmérése 2006 és 2007 júniusában történt.

A morfológiai felméréseket – virágzati szár hossza (cm), virágzat hossza (cm), levélpárok száma (db) – 20-20 véletlenszerűen kiválasztott virágzati száron végeztük el. A virágzati szárat szobahőmérsékleten, fedett helyen szárítottuk, átlagmintákat képeztünk, majd a további laboratóriumi vizsgálatokhoz ledaráltuk.

A kerti kakukkfű esetén a 2005-ben létesített állományokban („Deutscher Winter”, Kalocsai) a még nem fásodó föld feletti hajtásrész először a telepítés évének szeptemberében, majd 2006 és 2007-ben májusban és szeptemberben került betakarításra. Az őszi szedési időpontokban egyik állomány sem virágzott. A 2006-ben létrehozott állományok (‘Varico I.’, ‘Varico II.’, ‘Deutscher Winter’) zöld hajtásait a telepítés évében először szeptemberben vágtuk, 2007-ben az el nem fásodó, földfeletti hajtások betakarítására májusban és szeptemberben került sor.

A levágott növényanyagot természetes körülmények között megszárazítottuk, majd – a gyíkfűvel történő könnyebb összehasonlíthatóság miatt morzsolás nélkül – növényegyedenként külön-külön ledaráltuk a későbbi laboratóriumi vizsgálatokhoz.

A 2007-es év tavaszán mind a közönséges gyíkfű, mind a kerti kakukkfű esetében vizsgáltuk a különböző fenológiai fázisokban begyűjtött hajtások összes fenoltartalmát és összantioxidáns kapacitását. Ennek érdekében leveles, bimbós, virágzó és elvirágzott hajtások begyűjtésére került sor a közönséges gyíkfű esetében a gödöllői populáció vetett állományában, illetve a kerti kakukkfű esetén a 2007-ben 3. éves Kalocsai állományban. Mindkét állományban átlagmintákat gyűjtöttünk.

5.3.2. Laboratóriumi vizsgálatok

Növénykivonatok készítése: A laboratóriumi vizsgálatokat a Budapesti Corvinus Egyetem Gyógy- és Aromanövények Tanszékének laboratóriumában végeztük. A szárított és ledarált közönséges gyíkfű és kerti kakukkfű mintákból vizes (1 g porított drog leforrázása 100 ml, 100 °C-os desztillált vízzel, majd áztatása 24 órán át) és alkoholos (1 g porított drog 72 órás áztatása 20%-os etil-alkoholban) kivonatokat készítettünk. A szűrést követően az extraktumokat fagyasztoóban tároltuk a vizsgálatok elvégzéséig. Vizsgálatainkat háromszoros ismétléssel végeztük.

Összes fenoltartalom meghatározása: Az összes fenoltartalom meghatározásához Singleton és Rossi (1965) módosított módszerét alkalmaztuk, melynek értelmében a színreakció felgyorsításához a mérőoldatokat 50 °C-os vízfürdőbe helyeztük. A szükséges reagenseket (20 V/V %-os metanol, 10 V/V %-os Folin-Ciocalteu reagens, 0,7 M-os Na_2CO_3 , illetve 0,3 M-os galluszsav) a Reanal, illetve a Sigma-Aldrich vegyi anyagokat forgalmazó cégektől rendeltük meg. A kalibrációt 1,02; 2,04; 3,06; 4,08 és 5,1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ koncentrációjú galluszsavval végeztük. Az összes fenoltartalom mérésekor 0,5 ml vizsgálandó extraktumhoz előbb 2,5 ml Folin reagenst, majd egy

perc elteltével 2 ml Na₂CO₃-ot adtunk. A kék szín megjelenésének gyorsításához a mérőoldatokat 50°C-os vízfürdőben 5 percig inkubáltuk. A színintenzitást 760 nm-en, spektrofotométerrel (Scanning Spectrophotometer UV-VIS DUAL BEAM; Labomed. Inc.) mértük, és a galluszsavra kalibrált egyenesen ábrázoltuk. A végeredményt mg galluszsav/ml (mg GSE/ml) egyenértékben kaptuk meg.

Összantioxidáns kapacitás jellemzése: Az összantioxidáns kapacitás meghatározásához Benzie és Strain (1996) módosított módszerét alkalmaztuk. A szükséges reagenseket (300 mM pH 3,6 acetát-puffer, 40 mM HCl-ben oldott TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazin), 20 mM FeCl₃ x 6 H₂O) a fentiekben említett cégektől rendeltük meg.

A FRAP reagenst a fenti három oldatból állítottuk össze: 50 ml acetát-puffer (pH 3,6) + 5 ml TPTZ oldat + 5 ml vas-klorid oldat. A kalibrációt ebben az esetben 1 mM-os aszkorbinsavval végeztük (a kalibrációhoz használt koncentrációk: 1,056; 2,272; 3,346; 4,544 és 5,689 µg/ml). A mérés során 5 µl vizsgálandó oldathoz 2,5 ml FRAP oldatot és 45 µl desztillált vizet adtunk. A lilás elszíneződést spektrofotométerrel, 596 nm-en mértük. Fontos volt, hogy minden minta ugyanannyi ideig reagáljon a reagensekkel, így egyszerre 9 kémcsővel dolgoztunk, a beméréseket és az abszorbancia lemerését is félpercenként végezve, a kettő között 1 perc szünetet hagyva (a reakcióidő így minden esetben 5 perc volt). A kapott értékeket az aszkorbinsavra kalibrált egyenesen ábrázolva megkaptuk a keresett koncentrációkat. A végeredményt mg aszkorbinsav/ml (mg ASE/ml) egyenértékben határoztuk meg.

Illóolaj-tartalom meghatározás: Az illóolaj-tartalom meghatározása száraz drogból Clevenger típusú vízgőzdesztillálással történt a VII. Magyar Gyógyszerkönyv előírásai szerint, mennyiségét ml/100 g szárazanyagban fejeztük ki.

Illóolaj-összetétel jellemzése: Az illóolaj-összetétel elemzése gázkromatográfiás módszerrel történt, a következő berendezést alkalmazva: GC 6890 N, detektor: 5975 Inert mass selective detector, Agilent Technologies. Injektor és detektor hőmérséklete: 230 °C, split arány: 30:1, transzfer line: 240 °C. Kromatográfiás oszlop: HP-5MS (5% fenil-metil-sziloxán), hossza: 30 m, belső átmérő: 250 µm, filmvastagság: 0,25 µm). Vivőgáz: hélium, konstans áramlási sebesség: 1 ml/perc. Injektálás: automata injektor 7683B, Agilent Technologies. Injektált mennyiség 0,2 ml (10 %-os hexános oldat). Hőmérsékleti program: 60 - 240 °C-ig, 3 °C/perc (véghőmérsékleten tartás 5 percig). Ionizációs energia: 70 eV. Azonosítás: spektrumkönyvtár (NIST és saját illóolajos könyvtár), illetve lineáris retenciós indexek alapján.

Rozmaringsav-tartalom mérése: A minták rozmaringsav-tartalmának meghatározására Janicsák és Máthé (1997) által kidolgozott vékonyréteg kromatográfiás módszert alkalmaztuk, kétszeres ismétléssel. A porított mintát (0,2 g) 60 %-os vizes-metanolos oldattal (10 ml) extraháltuk 10 percig ultrahangos vízfürdőben. A kivonást minden minta esetében négyszer ismételtük. Az

extraktumot (20 μ l) Kiesegel 60 típusú lemezekre (10 x 20 cm, Merck, Németország) vittük fel (mozgó fázis: toluol:etilacetát:hangyasav-5:4:1). A rozmaringsav standardokból (Sigma, USA) 0,08 mg/ml és 0,028 mg/ml koncentrációjú oldatokat készítettünk, a réteglapokra 10, 15 és 20 μ l mennyiségben vittük fel őket. A futtatást követően a lapokat elszívófülke alatt szárítottuk 20 percig, majd természetes fénynek tettük ki őket 20 percig. A réteglapokat újabb 20 percig fénytől elzárt helyen tartottuk. A mennyiségi is minőségi azonosítás denzitométerrel történt (Schimadzu CS-9301 PC) 325 nm-en. A koncentrációkat mg/g mennyiségben fejeztük ki minden esetben száraz anyagra vonatkoztatva.

5.3.3. Statisztikai kiértékelés

A mérési adatok rendszerezését és elsődleges feldolgozását a Microsoft Office Excel 2003-as programmal végeztük. Az eredmények statisztikai kiértékeléséhez a Statistica 7.0. programcsomagot használtuk. A mintaátlagok összehasonlításakor egytényezős varianciánalízist végeztünk. A szóráshomogenitás vizsgálatához minden esetben elvégeztük a Levene-próbát. Amennyiben a t-próba α -szinten szignifikáns volt, úgy a nullhipotézist elutasítva robusztus eljárást alkalmaztunk (Vargha, 2000). A robusztus varianciánalízist Brown-Forsythe-féle módszerrel végeztük (Brown és Forsythe, 1974). Az értékelés minden esetben 95 %-os megbízhatósági szinten ($p < 0,05$) történt.

6. EREDMÉNYEK ÉS MEGVITATÁSUK

6.1. A közönséges gyíkfű morfológiai és beltartalmi tulajdonságait befolyásoló tényezők

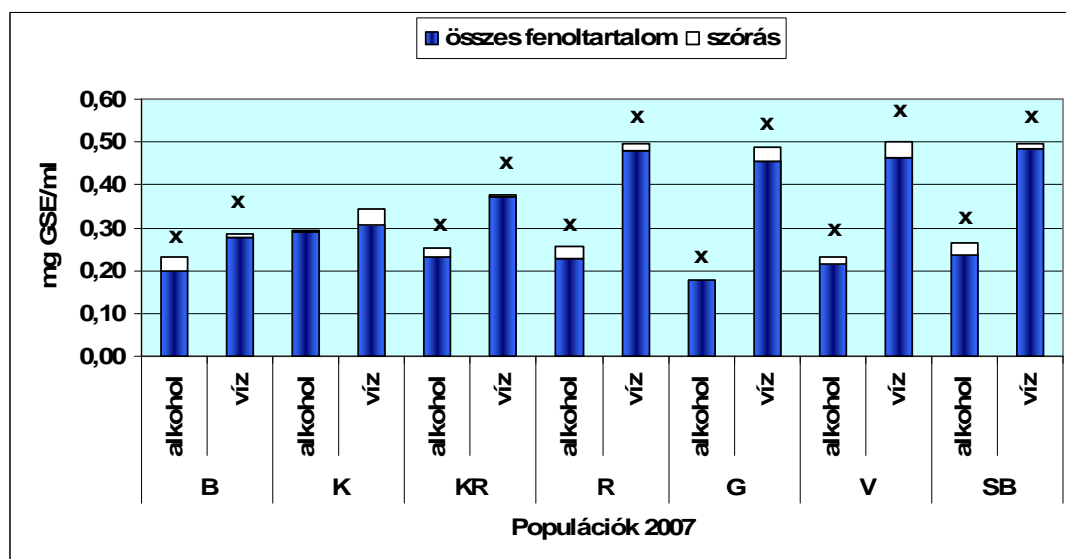
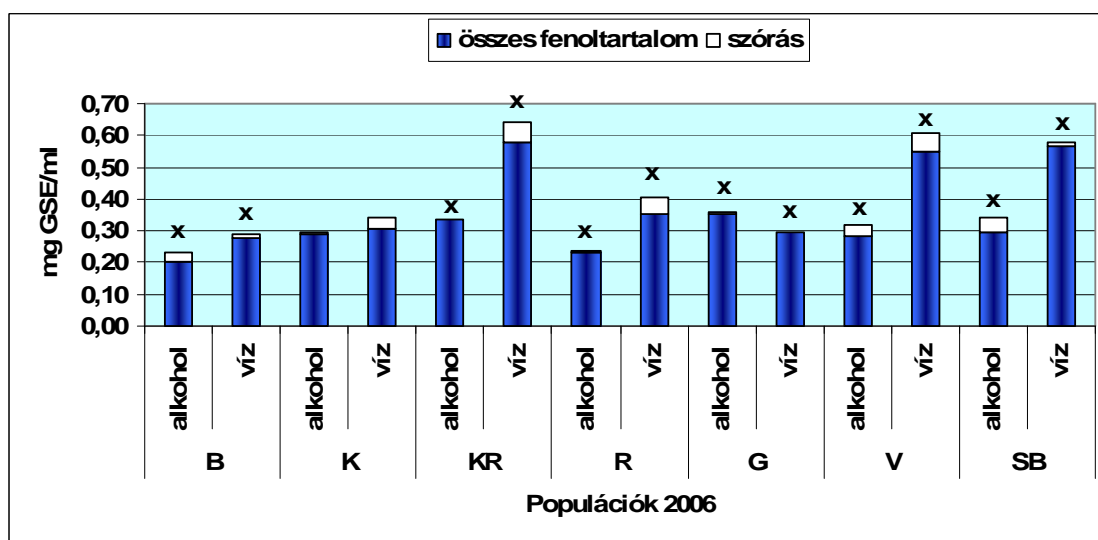
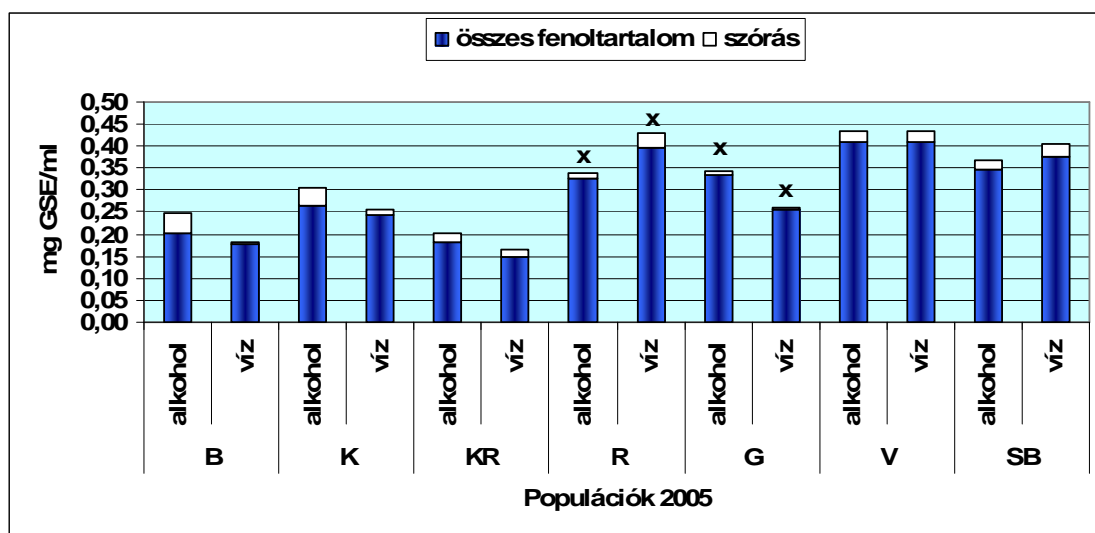
6.1.1. Eltérő kivonási módok hatása a közönséges gyíkfű összes fenoltartalmára és összantioxidáns kapacitására

Célkitűzésünknek megfelelően a közönséges gyíkfű esetében mindhárom évben elvégeztük mind az alkoholos, mind a vizes kivonatok elemzését, felmérve a kivonási módok hatását a minták összes fenoltartalmára és összantioxidáns kapacitására. A korábbi vizsgálatok során a rozmaring és a kerti kakukkfű esetében már beigazolódott a vizes kivonatok magasabb összes fenoltartalma és összantioxidáns kapacitása az alkoholos kivonatokkal szemben (Engel, 2005; Stefanovitsné, 2008). Kísérletünkben hasonló következtetésre jutottunk a közönséges gyíkfű esetében is, eredményeinket az összes fenoltartalom esetében a 21. ábra, míg az összantioxidáns kapacitás esetében a 22. ábra szemlélteti (1. mellékletek).

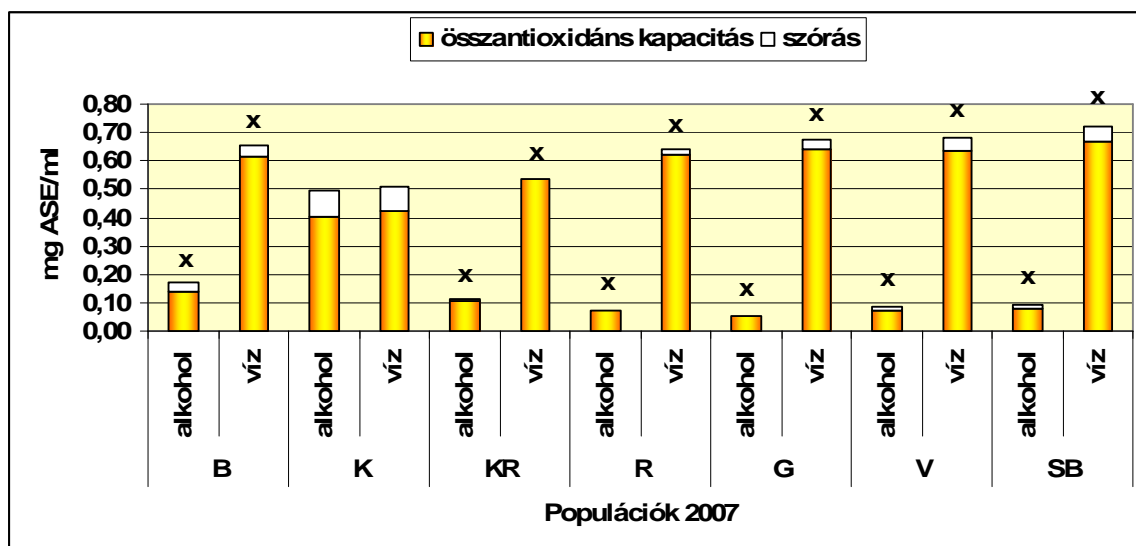
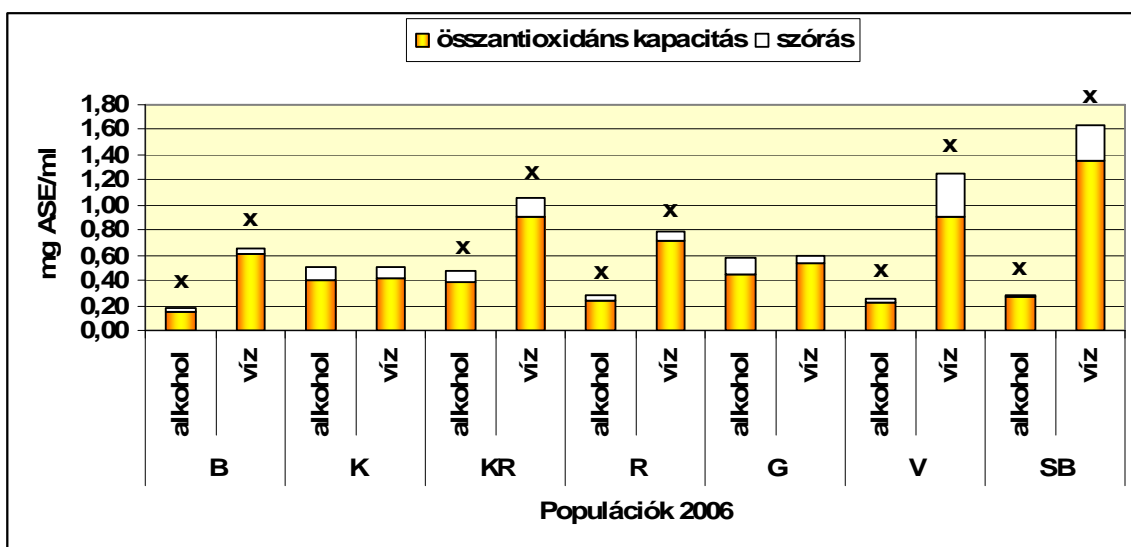
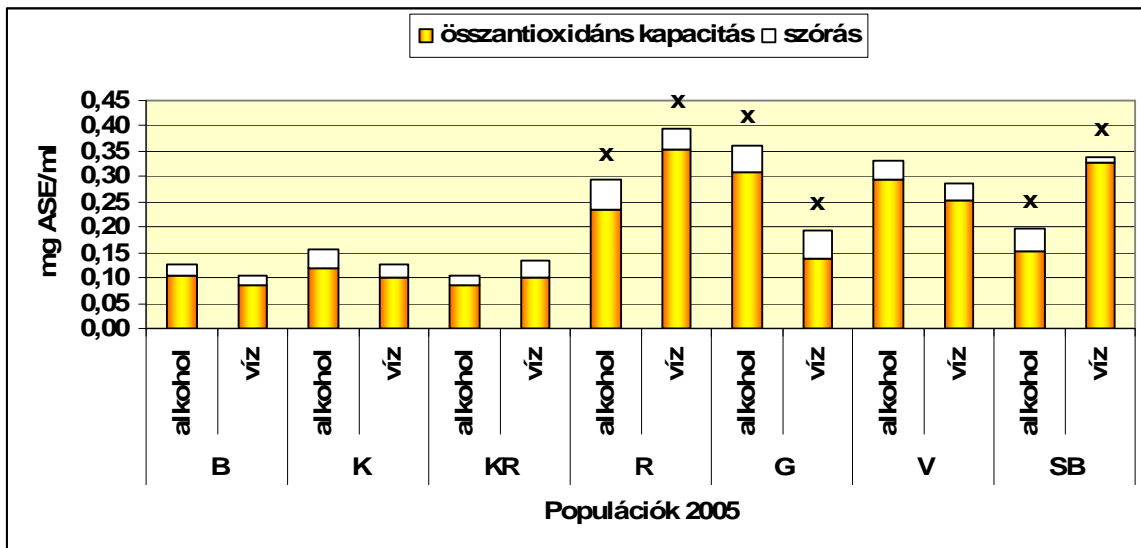
Az összes fenoltartalom esetében (21. ábra) az első kísérleti évben nem lehetett egyértelmű következtetést levonni. A populációk többségénél szignifikáns eltérést nem tapasztaltunk (1/A melléklet), a recski populációban a vizes ($p=0,026327$), míg a gödöllői növényekben az alkoholos ($p=0,000134$) kivonatok voltak jellemezhetőek statisztikailag igazoltan magasabb összes fenoltartalommal.

2006-ban már csak egy populációban (Katalinpuszta, $p=0,389598$) nem volt hatása az eltérő kivonási módnak (1/B mellékletek). A gödöllői állomány kivételével a vizes kivonatokban mértünk magasabb összes fenoltartalmat. A gödöllői állomány, az előző évhez hasonlóan, az alkoholos kivonatokban mutatott magasabb eredményeket.

A 2007-es vizsgálati évben a katalinpusztai állomány kivételével minden esetben a vizes kivonatokban volt szignifikánsan magasabb az összes fenoltartalom (1/C melléklet).



21. ábra: A közönséges gyékfű populációk alkoholos és vizes kivonatának összes fenoltartalma 2005-ben, 2006-ban és 2007-ben (B: Börzsönyliget; K: Katalinpuszta; KR: Királyrét; R: Recsk; G: Gödöllő; V: Vácraátó; SB: Soroksári Botanikus Kert) x: szignifikánsan eltérő összes fenoltartalom a vizes és alkoholos kivonatban $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten



22. ábra: A közönséges gyékfű populációk alkoholos és vizes kivonatának összantioxidáns kapacitása 2005-ben, 2006-ban és 2007-ben (B: Börzsönyliget; K: Katalinpuszta; KR: Királyrét; R: Recsk; G: Gödöllő; V: Vácrátót; SB: Soroksári Botanikus Kert) x: szignifikánsan eltérő összantioxidáns kapacitása vizes és alkoholos kivonatban $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

Az összantioxidáns kapacitás esetében (22. ábra, 1/D-1/F mellékletek) az összes fenoltartalomhoz hasonló eredményeket kaptunk. 2005-ben az erdei populációknál (Börzsönyliget, Katalinpuszta, Királyrét), illetve a Vácrátóti botanikus kertből származó növényeknél szignifikáns eltérés nem volt a két kivonási mód között (1/D melléklet). A gödöllői kastélyparkban gyűjtött növények, az összes fenoltartalomhoz hasonlóan, az alkoholos kivonatokban mutattak magasabb összantioxidáns kapacitást ($p=0,019159$), míg a recski és soroksári botanikus kerti állományok esetén egyértelműen a vizes kivonatok voltak jellemezhetőek magasabb értékekkel ($p=0,047112$; $p=0,002883$).

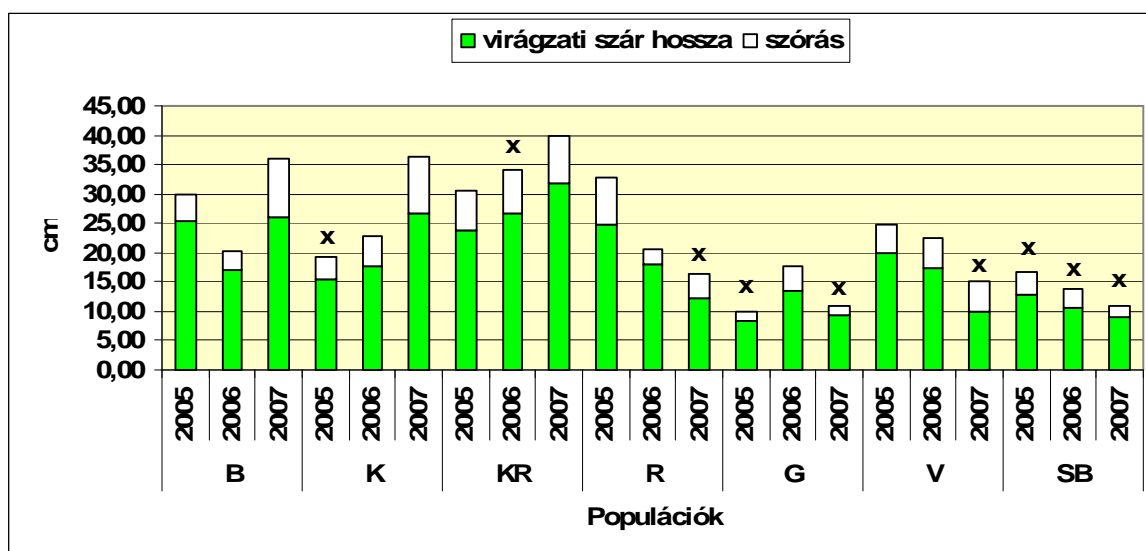
2006-ban csak a katalinpusztai és gödöllői populációban nem volt hatása az eltérő kivonási módnak (1/E melléklet). A gödöllői állomány kivételével a vizes kivonatokban mértünk magasabb összantioxidáns kapacitást. A gödöllői állománynál ismételt az alkoholos kivonatokban volt mérhető magasabb érték, a különbség azonban nem volt szignifikáns ($p=0,406808$).

A 2007-es vizsgálati évben a katalinpusztai állomány kivételével minden esetben a vizes kivonatokban volt szignifikánsan magasabb az összantioxidáns kapacitás (1/F melléklet).

A két kivonási mód vizsgálata alapján úgy döntöttünk, hogy a továbbiakban csak a növények vizes kivonatában mért összes fenoltartalmat és összantioxidáns kapacitást fogjuk összevetni a kerti kakukkfű szintén vizes extraktumaival.

6.1.2. A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak morfológiai tulajdonságai

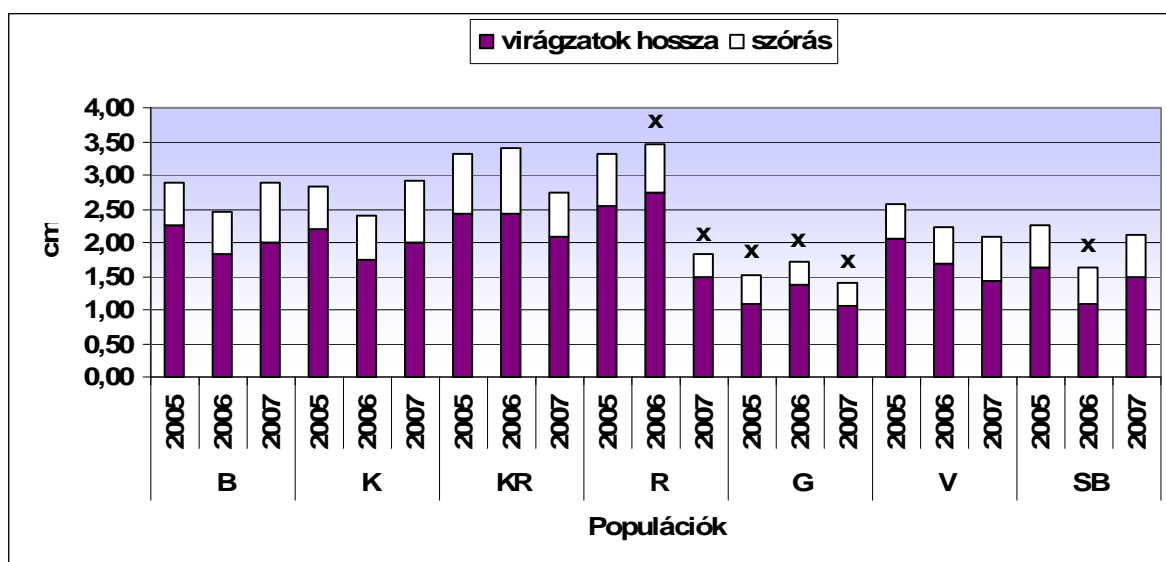
A vizsgált, vadon termő közönséges gyíkfű állományok virágzati szárának hossza egyértelmű összefüggést mutatott az élőhellyel. Mindhárom kísérleti évben szignifikáns eltéréseket tapasztaltunk (23. ábra) (2/A melléklet). Az erdei állományok (B, K, KR), illetve a recski populáció az esetek többségében mindhárom évben hosszabb hajtásokat fejlesztett, mint a nyírt gyepkekből (G, V, SB) származó növények. Az erdei aljnövényzet között a közönséges gyíkfű nagyobb fokú versengésre van kényszerítve a napfényért és a tápanyagokért, mint egy nyírt és öntözött gyepen. A kapott eredmények variabilitása alátámasztani látszik azt a tényt, miszerint a faj nagyfokú alkalmazkodóképességgel rendelkezik.



23. ábra: A közönséges gyíkfű állományok virágzati szárának átlaghossza a növények eredeti élőhelyén 2005-ben, 2006-ban és 2007-ben. ($p = 0,000073$ (2005); $p = 0,000157$ (2006); $p = 0,000000$ (2007)) (B: Börzsönyliget, K: Katalinpuszta, KR: Királyrét, R: Recsk, G: Gödöllő, V: Vácrátóti Botanikus Kert, SB: Soroksári Botanikus Kert) x: szignifikánsan eltérő populációk $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

Az évek eltérő időjárási feltételeinek, illetve az ezzel együtt fellépő esetleges életkorhatás elemzését az emberi beavatkozástól mentes, erdei populációkon végeztük el. A Börzsönyligeti állomány kivételével mind Katalinpusztán, mind pedig Királyréten az átlagos virágzati szárhosszak fokozatos növekedése volt megfigyelhető az életkor előrehaladtával, az eltérések azonban nem voltak szignifikánsak. A három év időjárási feltételeinek figyelembevételével egyértelműnek látszik, hogy a melegebb, naposabb tavaszi időjárás (a vegetációs időszak kezdetének koraiságával) egyértelműen jobban kedvezett a természetes, erdei állományok fejlődésének, még azzal a feltétellel is, hogy a 2005-ös évhez képest 2007-ben jóval kevesebb csapadék hullt. A gödöllői, vácrátóti és soroksári állományok esetében a virágzati szárak hosszát a nyírás gyakorisága határozta meg.

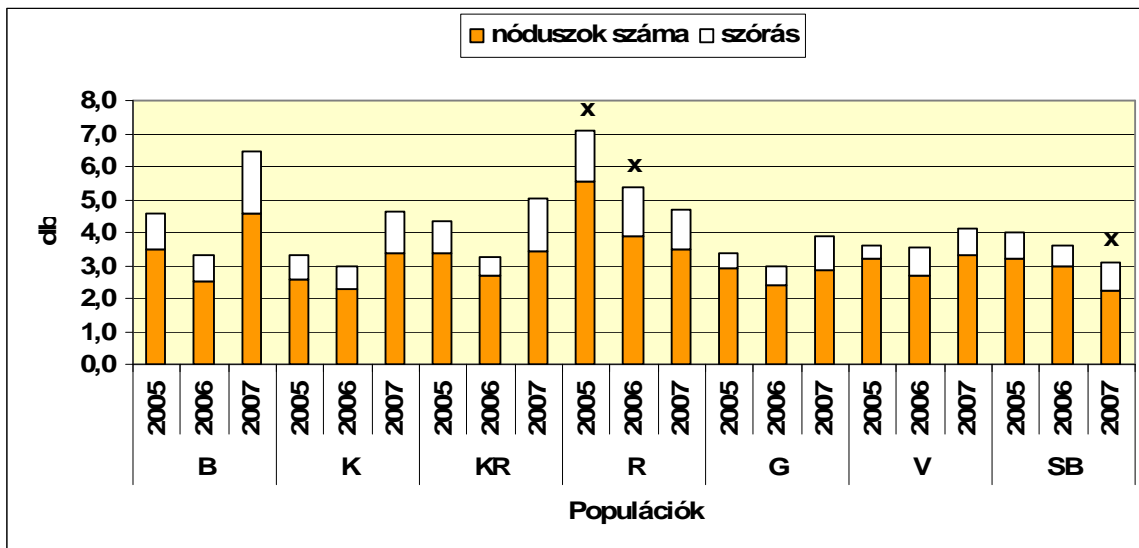
A közönséges gyíkfű virágzatának hosszában szintén szignifikáns eltérések mutatkoztak (24. ábra, 2/B melléklet). A virágzatok hossza 0,50 cm és 4,50 cm között váltakozott, a legmagasabb értékeket a recski állomány nyíratlan, erdőszéli állományában mértük (átlagosan $2,74 \pm 0,72$ cm), míg a gödöllői nyírt gyepből származó populáció fejlesztette a legrövidebb virágzatokat (átlagosan $1,06 \pm 0,34$ cm).



24. ábra: A közönséges gyíkfű állományok virágzatának átlaghossza a növények eredeti élőhelyén 2005-ben, 2006-ban és 2007-ben. ($p=0,014960$ (2005); $p=0,001520$ (2006); $p=0,000010$ (2007)) (B: Börzsönyliget, K: Katalinpuszta, KR: Királyrét, R: Recsk, G: Gödöllő, V: Vácrátóti Botanikus Kert, SB: Soroksári Botanikus Kert) x: szignifikánsan eltérő populációk $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

A virágzati szárhossz alakulásához hasonlóan ez esetben is a nyírt gyepekben mértünk alacsonyabb értékeket. Az erdei állományokban (B, K, KR) az egyes vizsgálati évek eredményei nem mutattak statisztikailag alátámasztható eltérést, a virágzatok hossza mindhárom évben hasonló hosszúságot ért el. A recski populációt 2007-ben már teljes mértékben nyírták, így a virágzati szárhossz és virágzati hossz csökkenése egyértelműen az emberi beavatkozással magyarázható. A nyírás hatására tehát nemcsak a virágzati szárhossz, hanem a virágzatok hossza is csökkent.

A levélpárok számának vizsgálatával arra a kérdésre kerestük a választ, mi befolyásolhatja erősebben a rövidebb virágzati szár kialakulását, az internódiumok hosszának csökkenése, vagy pedig a kevesebb levélpár. Eredményeink alapján a levélpárok száma egyértelmű összefüggést mutatott a virágzati szárhosszal. 2005-ben és 2006-ban a recski populáció volt jellemezhető a leghosszabb virágzati hajtásokkal ($24,71 \pm 8,01$ cm, $26,60 \pm 7,35$ cm) és a levélpárok száma is szignifikánsan magasabb volt a többi természetes állományhoz viszonyítva ($5,55 \pm 0,50$ db és $3,90 \pm 1,5$ db) (25. ábra, 2/C melléklet).



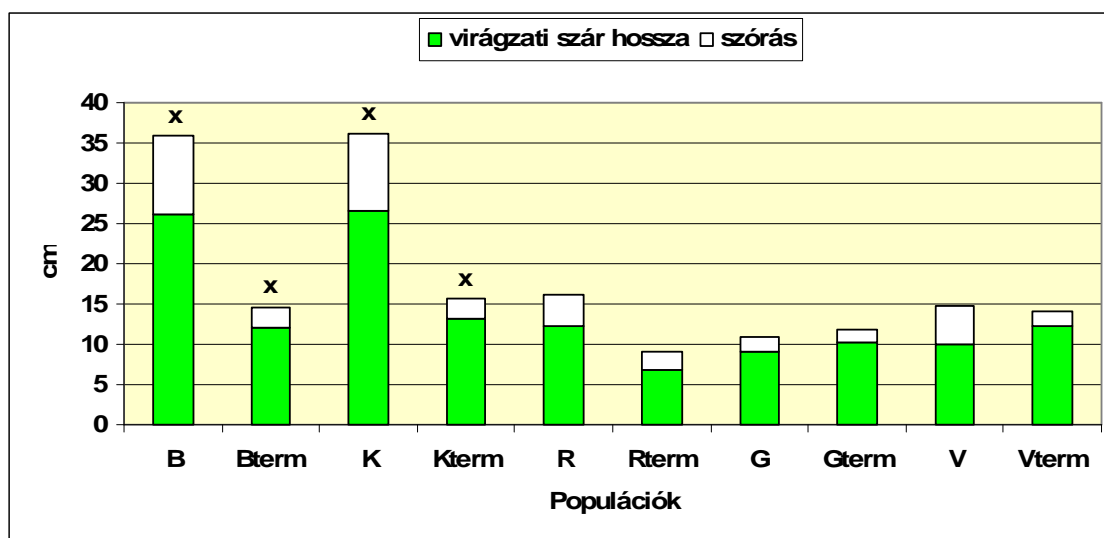
25. ábra: A közönséges gyíkfű állományok virágzatának átlaghossza a növények eredeti élőhelyén 2005-ben, 2006-ban és 2007-ben. ($p=0,0000008$ (2005); $p=0,000224$ (2006); $p=0,007545$ (2007)) (B: Börzsönyliget, K: Katalinpuszta, KR: Királyrét, R: Recsk, G: Gödöllő, V: Vácrátóti Botanikus Kert, SB: Soroksári Botanikus Kert) x: szignifikánsan eltérő populációk $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

A virágzati szárhosszhoz hasonlóan a levélpárok száma a 2007-es évben volt a legmagasabb az erdei populációknál. Ez a már korábban leírt időjárási feltételekkel, továbbá az állományok idősebb korával volt magyarázható. A 2007-ben már teljesen nyírt gyepé váló recski állomány a levélpárok számát tekintve is szignifikáns csökkenést mutatott. A nyírt gyepekben eme tulajdonság tekintetében nem tapasztaltunk statisztikailag igazolható eltérést a kísérleti években.

Az eredmények alapján egyértelmű különbséget nem lehet tenni a természetes populációk között. Az állományok többsége a CV %-ok alapján mindhárom tulajdonságra nézve igen heterogén volt. A morfológiai tulajdonságokban tapasztalt különbségeikért egyaránt felelőssé tehetők az eltérő élőhelyi adottságok és az emberi beavatkozás (nyírás, öntözés). Az a tény, hogy a közönséges gyíkfű számos élőhelyen előfordulhat, bizonyítja a faj nagyfokú alkalmazkodóképességét.

6.1.3. A közönséges gyíkfű természetű állományainak morfológiai tulajdonságai

A 2005-ben begyűjtött magokból létrehozott soroksári állományok morfológiai és beltartalmi felmérésére 2007 júniusában került sor. A három erdei populáció közül a királyréti (KR) a 2006-os év telén kifagyott, így az eredmények között nem szerepel. A virágzati szárhosszak alakulását a természetes állományokkal összehasonlítva a 26. ábra és az 2/D melléklet szemlélteti.

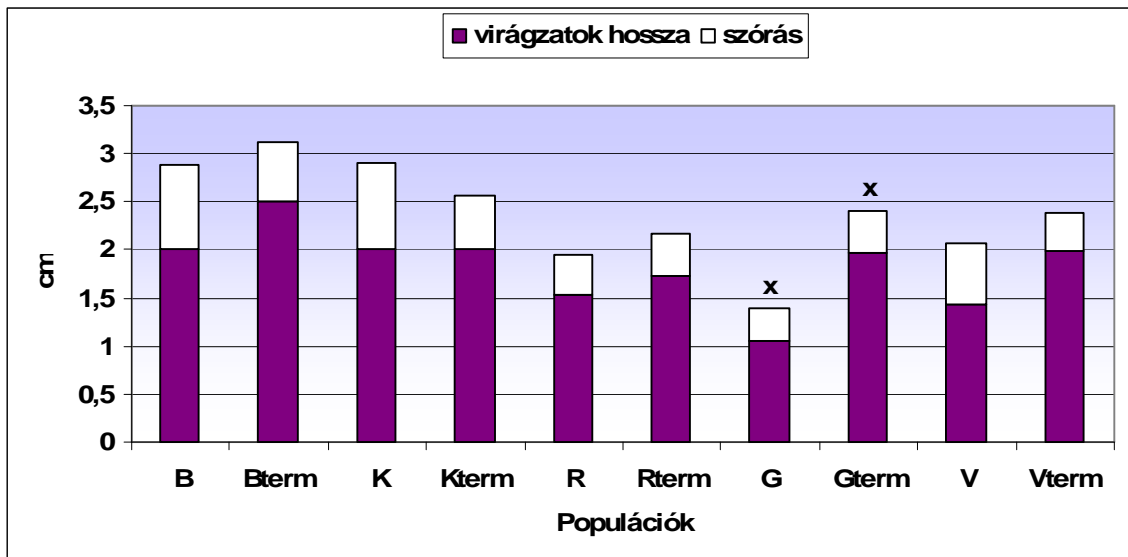


26. ábra: A közönséges gyékfű természetes és vetett állományainak virágzati szárhossza a 2007-es évben ($p=0,00000$). (B: Börzsönyliget, Bterm: Börzsönyliget termesztett állomány; K: Katalinpuszta, Kterm: Katalinpuszta termesztett állomány; R: Recsk, Rterm: Recsk termesztett állomány; G: Gödöllő, Gterm: Gödöllő termesztett állomány; V: Vácrátót, Vterm: Vácrátót termesztett állomány) x: szignifikánsan eltérő természetes és vetett állományok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

A két erdei populáció esetében a termesztés során szignifikánsan csökkent a virágzati szárak hossza (a Börzsönyligeti vadon termő állományban $26,05 \pm 9,93$ cm, termesztett egyedei esetében $12,06 \pm 2,59$ cm; a Katalinpusztai vadon termő állományban $26,68 \pm 9,49$ cm, termesztett egyedei esetében $13,13 \pm 2,48$ cm). A recski vadon termő állomány a nyírás ellenére is hosszabb hajtásokat hozott, mint a termesztett növények ($12,24 \pm 3,92$ cm vadon, $6,74 \pm 2,38$ cm termesztve), ez az eltérés azonban nem bizonyult szignifikánsnak. Egyértelműnek látszik, hogy a kedvezőbb napfényellátottság elősegítette a fokozottabb auxin-degradációt, s így csökkent a sejtmegnyúlásos növekedés mértéke.

A nyírt gyepekből származó gödöllői és vácrátóti állományoknál nem mutatkozott statisztikailag igazolható eltérés a természetes és vetett állományok között. Valószínű, hogy ezen állományok eredeti élőhelye (napfénynek kitett, nyírt, öntözött gyepekben) jobban hasonlított a soroksári kísérleti körülményekhez, ahol a növények szintén teljes megvilágításban, időközönkénti öntözés mellett fejlődtek.

A virágzatok hosszának változását a termesztés során a 27. ábra és az 2/D melléklet szemlélteti.



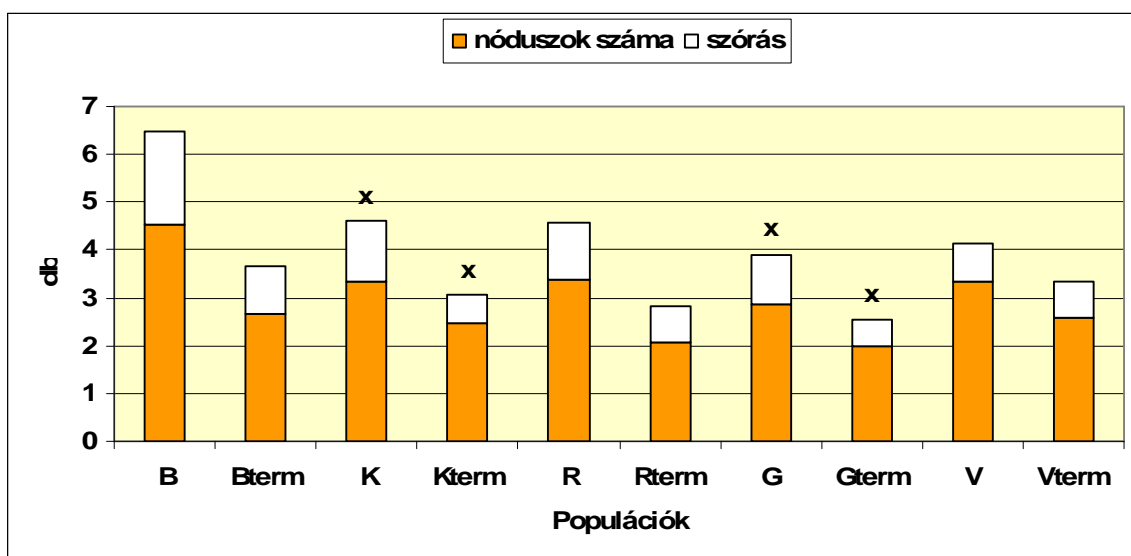
27. ábra: A közönséges gyíkfű természetes és vetett állományainak virágzati hossza a 2007-es évben ($p=0,000001$). (B: Börzsönyliget, Bterm: Börzsönyliget termesztett állomány; K: Katalinpuszta, Kterm: Katalinpuszta termesztett állomány; R: Reck, Rterm: Reck termesztett állomány; G: Gödöllő, Gterm: Gödöllő termesztett állomány; V: Vácrátót, Vterm: Vácrátót termesztett állomány) x: szignifikánsan eltérő természetes és vetett állományok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

A virágzati szárhossztól eltérően a termesztés során a növények hosszabb virágzatokat fejlesztettek. Az eltérés azonban csak a gödöllői állománynál volt valóban szignifikáns (természetes: $1,06 \pm 0,34$ cm; termesztett: $1,97 \pm 0,45$ cm) (27. ábra, 2/D melléklet).

A katalinpusztai természetes és vetett állomány virágzati hossza szinte egyáltalán nem változott meg a termesztés során, a másik erdei populáció (Börzsönyliget) esetében azonban szintén hosszbeli növekedést figyeltünk meg. Mivel a virágzatok antioxidáns hatású színanyagokat tartalmaznak, így a nemesítés során fontos cél lehet a jobb virág szár arány kialakítása, melynek kedvezhet a közönséges gyíkfű termesztésbe vonása.

A virágzati szárhosszal összhangban a termesztés során a növények kevesebb levélpárral voltak jellemezhetőek (28. ábra, 2/D melléklet).

Szignifikáns csökkenés volt megfigyelhető a katalinpusztai és gödöllői termesztett állományokban, a többi populáció esetében a nagyobb szórások miatt a különbség statisztikailag nem volt alátámasztható (2/D melléklet).

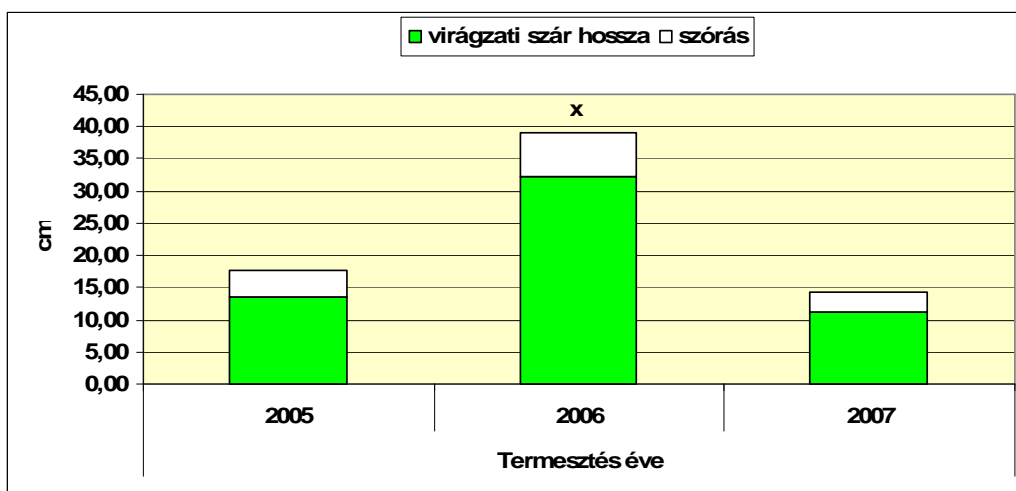


28. ábra: A közönséges gyíkfű vad és vetett állományainak nódusz száma a 2007-es évben ($p=0,000066$). (B: Börzsönyliget, Bterm: Börzsönyliget termesztett állomány; K: Katalinpuszta, Kterm: Katalinpuszta termesztett állomány; R: Reck, Rterm: Reck termesztett állomány; G: Gödöllő, Gterm: Gödöllő termesztett állomány; V: Vácrátót, Vterm: Vácrátót termesztett állomány) x: szignifikánsan eltérő természetes és vetett állományok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

Összességében megállapítható, hogy a termesztés hatására csökkent a növények virágzati szárhossza és ezzel együtt a levélpárok száma is. A napfénynek kitettség azonban hosszabb virágzati tengelyhosszt eredményezett. Mindhárom tulajdonság tekintetében homogénebbé váltak a termesztett állományok, ezt jól mutatja, hogy a vad állományokhoz viszonyítva csökkent a variációs koefficiensek (CV %) értéke.

6.1.4. A közönséges gyíkfű morfológiai tulajdonságainak változása évelő állományban

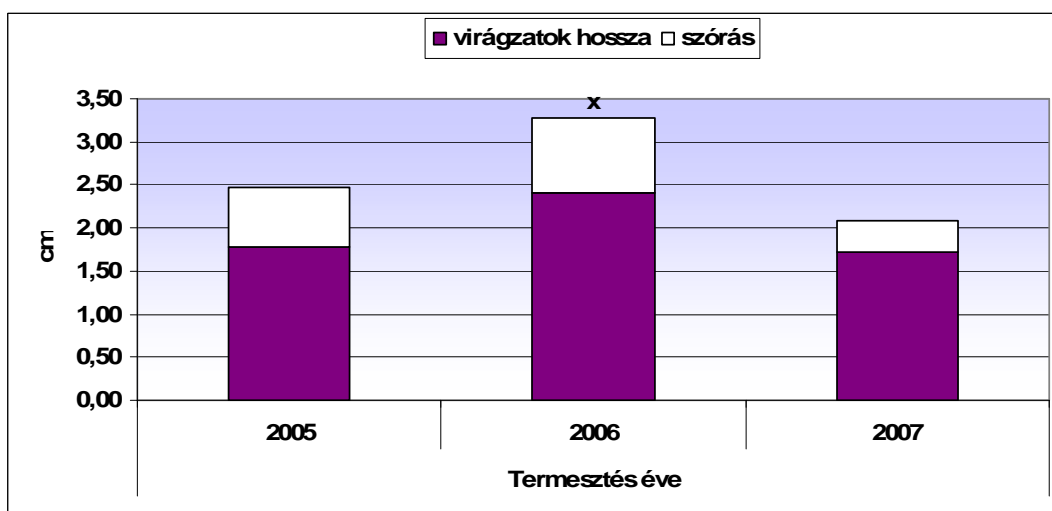
A közönséges gyíkfű morfológiai változásainak több éven át történő megfigyeléséhez német vetőmagból létesítettünk állományt a soroksári kísérleti telepen 2005 tavaszán. A telepítés évében szeptemberben, 2006-ban és 2007-ben júniusban történt a virágzó állomány felmérése. A növények átlagos virágzati szárhosszának alakulását a 29. ábra és a 2/E melléklet szemlélteti.



29. ábra: Német vetőmagból előállított közönséges gyíkfű állomány virágzati szárhosszának alakulása a termesztés éveiben ($p=0,000000$) x: szignifikánsan eltérő évjárat $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

A termesztés második évében (2006) szignifikánsan hosszabb virágzati szárat fejlesztettek a növények (2005: $13,42 \pm 4,24$ cm; 2006: $32,28 \pm 6,86$ cm; 2007: $11,28 \pm 3,01$ cm), majd a termesztés harmadik évében ismét jelentősen visszaesett a virágzó növények magassága, a növények legyengültek és sok tő kiszáradt.

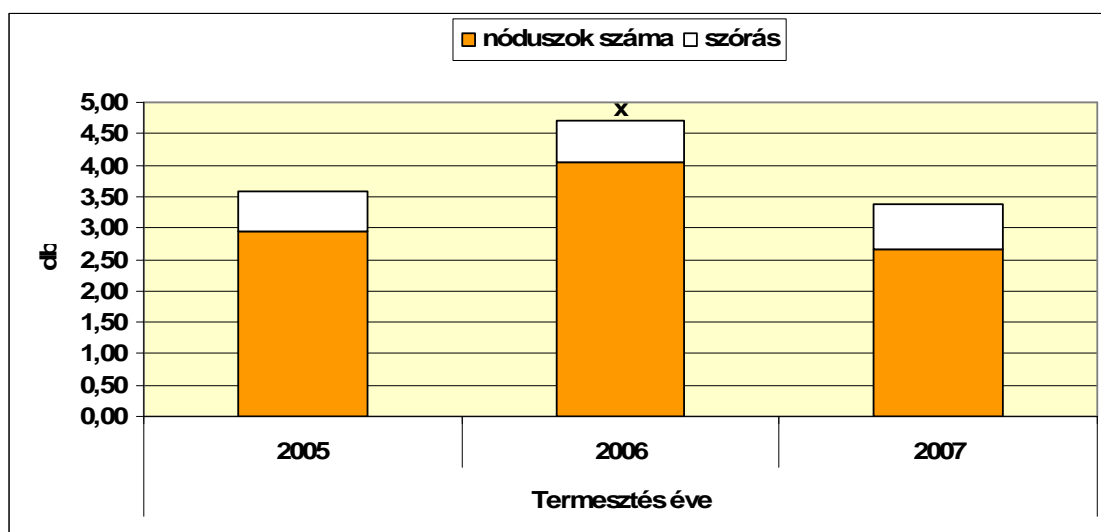
A virágzatok hosszának változását a különböző termesztési években a 30. ábra és a 2/E melléklet szemlélteti.



30. ábra: Német vetőmagból előállított közönséges gyíkfű állomány virágzati hossza a termesztés éveiben ($p=0,013098$) x: szignifikánsan eltérő évjárat $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

A virágzati szárhossz alakulásához hasonlóan a 2006-os évben a növények szignifikánsan hosszabb virágzatokkal rendelkeztek (2005: $1,78 \pm 0,69$ cm; 2006: $2,40 \pm 0,88$ cm; 2007: $1,72 \pm 0,36$ cm) (30. ábra, 2/E melléklet). A fiatal és az előregedő állomány szinte teljesen azonos virágzati hosszal volt jellemezhető.

Az előbbi két tulajdonsággal összhangban a levélpárok száma szintén a 2. éves állományban érte el a maximumát ($4,04 \pm 0,68$ db) (31. ábra, 2/E melléklet). A 3. éves előregedő állomány ezen tulajdonság tekintetében is a legalacsonyabb értékeket szolgáltatta.



31. ábra: Német vetőmagból előállított közönséges gyíkfű állomány levélpárjainak száma a termesztés éveiben ($p=0,000000$) x: szignifikánsan eltérő évjárat $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

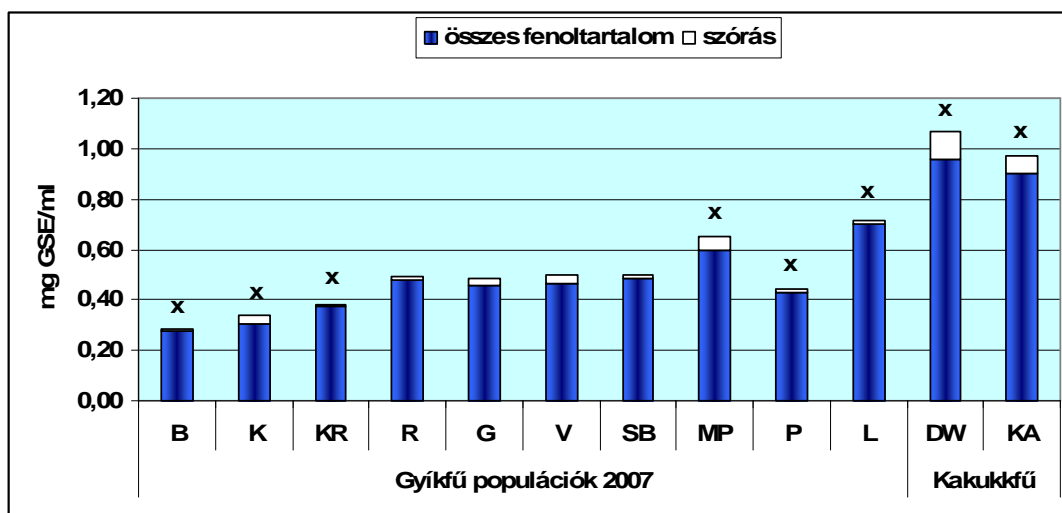
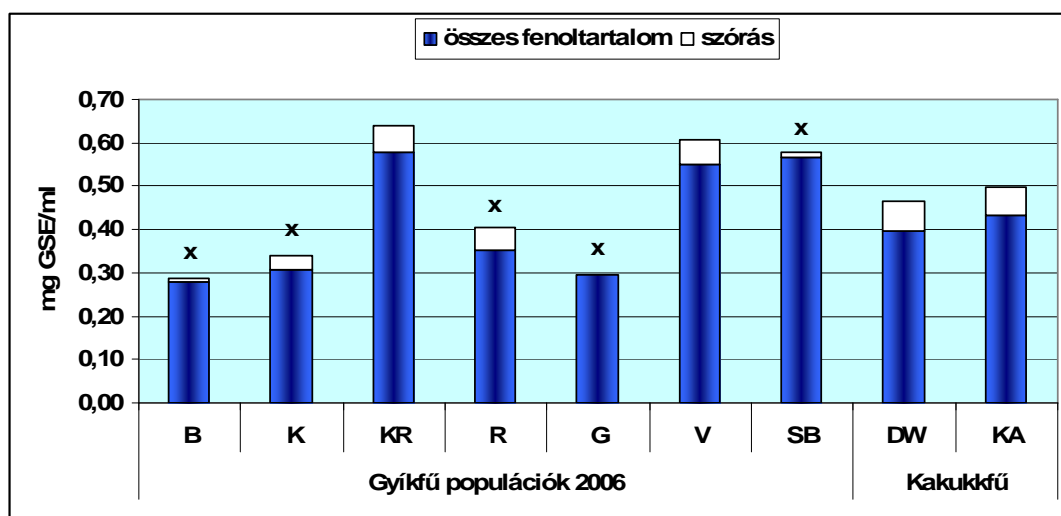
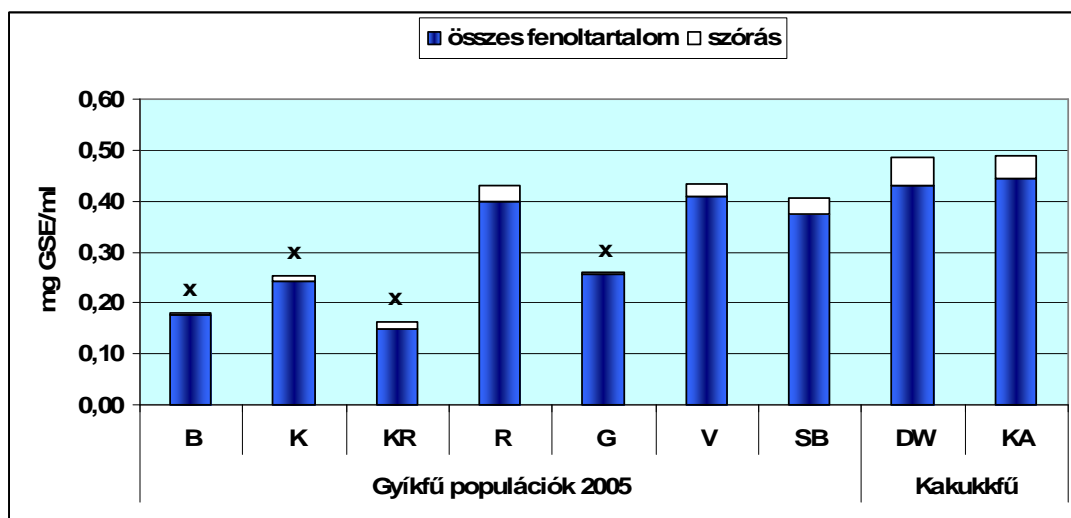
A termesztés során tehát a telepítés évében tapasztalható gyér virágzás és rövid virágzati szárhosszak miatt a közönséges gyíkfű virágzó állományainak begyűjtésére a termesztés második évének tavasza-nyár eleje a legalkalmasabb. A 3. éves előregedő állományban a téli fagyok és a nyári szárazság hatására a tövek legyengültek, sok kiszáradt, a még élő növények pedig szignifikánsan rövidebb virágos hajtásokkal voltak jellemezhetők.

6.1.5 A közönséges gyíkfű összes fenoltartalmának értékelése

Eredményeinket, a kapott értékek hitelesebb elemzése végett, azonos időpontban gyűjtött kerti kakukkfű mintákkal együtt értékeltük, hiszen a bevezetésben már utaltunk arra, hogy a kerti kakukkfűt korábbi kísérletekben is viszonyítási alapként alkalmazták (Sacchetti et al., 2005).

6.1.5.1. A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak összes fenoltartalma a kísérleti években

A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak összes fenoltartalmát 3 éven keresztül vizsgáltuk, 2007-ben az olaszországi állományokban mért értékeket is feltüntettük. (32. ábra, 3/A melléklet).



32. ábra: A közönséges gyikfű természetes állományainak összes fenoltartalma a kísérlet éveiben (p (2005): **0,000000**; p (2006): **0,000000**; p (2007): **0,000000**). (B: Börzsönyliget; K: Katalinpuszta; KR: Királyrét; R: Recsk; G: Gödöllő; V: Vácraátót; SB: Soroksári Botanikus Kert, MP: Monte Pisani, Olaszország; P: Pisai Botanikus kert, Olaszország; L: Luccai Botanikus kert, Olaszország, DW: kerti kakukkfű 'Deutscher Winter'; K: kerti kakukkfű Kalocsai köztermesztésű populáció) x: szignifikánsan eltérő állományok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

A kísérlet első évében, 2005-ben átlagosan kevesebb összes fenoltartalmat mértünk a növényi kivonatokban (csoportátlag: 0,29 mg GSE/ml), mint 2006-ban és 2007-ben (csoportátlagok: 0,42 és 0,41 mg GSE/ml), az eltérés azonban csak a Soroksári Botanikus kertben gyűjtött állomány esetében volt szignifikáns ($p=0,000057$). Ez valószínűleg az időjárási körülményekkel magyarázható (5. táblázat). 2005 átlagosan 1,5 °C-kal volt hűvösebb, mint 2006 és mintegy 2 °C-kal maradt el a 2007-es hőmérsékleti adatoktól. Ebben az évben hullt a legtöbb csapadék tavasszal (175 mm), ettől kissé elmaradt 2006 (150 mm), míg a 2007-es év jóval szárazabbnak bizonyult ebben az időszakban (a csapadék mennyisége mindösszesen 82 mm volt). A napsütéses órák száma 2005-ben és 2007-ban hasonló volt a tavaszi időszakban (711 és 778 óra), míg 2006-ban csupán 548 óra. Elmondható tehát, hogy a három kísérleti év környezeti feltételei kis mértékben befolyásolták a közönséges gyíkfű állományok összes fenoltartalmát, statisztikailag igazolható változást azonban csupán egyetlen állomány esetében okoztak.

2005-ben szignifikáns eltérést tapasztaltunk a vizsgált közönséges gyíkfű és a viszonyítási alapként alkalmazott kerti kakukkfű állományok között ($p=0,000000$). A kerti kakukkfű által produkált értéket ($0,44\pm 0,05$ mg GSE/ml) leginkább a recski és a vácrátóti populáció közelítette meg ($0,4\pm 0,03$ mg GSE/ml; $0,41\pm 0,02$ mg GSE/ml). A szedés időpontjában nagyobbrészt elvirágzott bürzsönyi populációk szignifikánsan kis fenoltartalommal rendelkeztek.

2006-ban a vizsgált populációk között ismét statisztikailag igazolható eltérés volt kimutatható ($p=0,000000$). A vácrátóti állomány ebben az évben is a nagyobb összes fenoltartalmú populációk között szerepelt ($0,55\pm 0,05$ mg GSE/ml). A királyréti ($0,58\pm 0,06$ mg GSE/ml) és soroksári botanikus kerti állományokkal ($0,49\pm 0,01$ mg GSE/ml) együtt meghaladta a kakukkfű állományok eredményeit ($0,43\pm 0,06$ mg GSE/ml), az eltérés azonban csupán a soroksári botanikus kert esetében volt szignifikáns. Statisztikailag igazoltan kevesebb összes fenoltartalommal volt jellemezhető viszont a bürzsönyligeti, katalinpusztai, recski és gödöllői állomány.

2007-ben szintén jelentős mennyiségbeli eltéréseket mutattunk ki a vizsgált állományok között ($p=0,000000$). Ebben az évben lehetőségünk nyílt kísérletünkbe bevonni három olaszországi közönséges gyíkfű populációt, melyek természetes élőhelyének időjárási körülményeiről az Anyag és módszer fejezetben már részletesen beszámoltunk (5. táblázat). A 2006-os évhez hasonlóan a bürzsönyligeti és katalinpusztai állományok ebben az évben is szignifikánsan kisebb összes fenoltartalmat produkáltak ($0,28\pm 0,01$ és $0,31\pm 0,03$ mg GSE/ml). Megközelítőleg azonos eredményeket kaptunk a recski, gödöllői, vácrátóti és soroksári botanikus kerti állományoknál, illetve a pisai botanikus kertben ($0,43-0,48$ mg GSE/ml). Ezen eredményeket statisztikailag igazoltan meghaladta a másik két olaszországi populáció (MP: $0,6\pm 0,05$ mg GSE/ml; L: $0,7\pm 0,01$

mg GSE/ml). Egyik gyíkfűállomány sem érte el azonban a kerti kakukkfűben mért értékeket, melyek 2007 tavaszán szélsőségesen magasnak bizonyultak (0,90-0,95 mg GSE/ml).

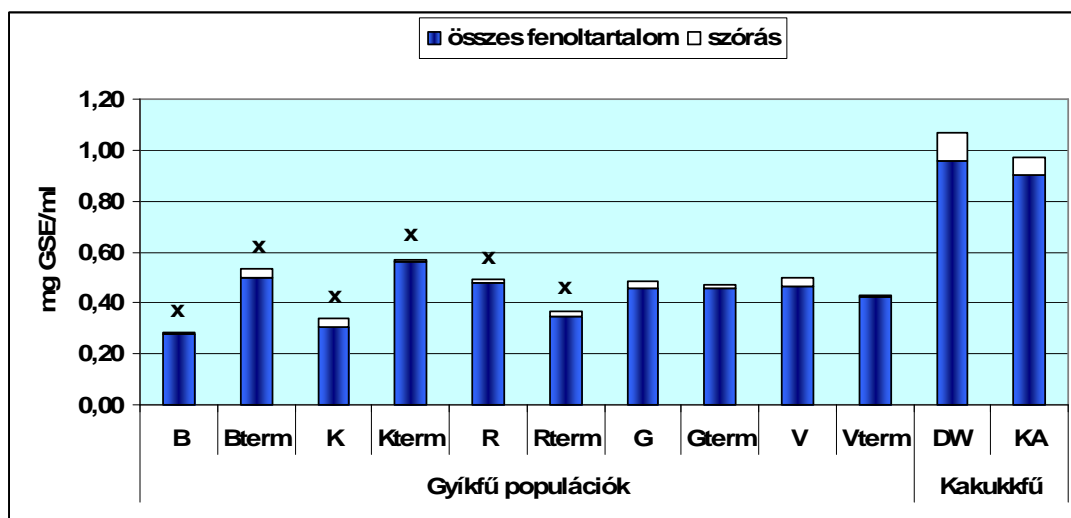
A vizsgált gyíkfűállományok közül, összehasonlítva a többi populációval, a vácrátóti állomány mindhárom évben kiemelkedő összes fenoltartalommal volt jellemezhető, míg két borszönyi populáció (B, K) mindegyik évben alacsony értékeket produkált. A kapott eredmények értékelését megnehezíti, hogy a három borszönyi állomány közül a királyréti 2005-ben és 2007-ben a kisebb összes fenoltartalmú populációk között szerepelt, míg 2006-ban ezen növényekben mértük szignifikánsan a legnagyobb értékeket. Általánosságban elmondható, hogy a nyírt gyepekből származó populációk (G, V, SB) mintegy 0,1 mg GSE/ml mennyiséggel haladták meg az erdei állományok (B, K, KR) összes fenolmennyiségét. Ez valószínűleg a részben napfénynek kitett fekvés és az állandó nyírás eredménye. Ezt látszik alátámasztani az a tény is, hogy a három olaszországi állomány közül kettő (MP, L) szignifikánsan meghaladta a magyarországi gyíkfű populációkban mért értékeket. A fenolos vegyületek stresszvédő hatását már több esetben igazolták (Dixon és Pavia, 1995; Alexieva et al., 2001; Downey et al., 2006). A szárazság, a magas hőmérséklet, illetve mechanikai sérülések által okozott oxidatív stressz állapotának megszüntetésében az enzimes védelmi rendszer mellett a növényi szövetekben előforduló fenolos vegyületeknek is fontos szerepük van (Nogués et al., 1998). Mennyiségük tehát szignifikánsan megemelkedhet a stresszhatások válaszreakciójaként (Chinnusamy et al., 2005).

A morfológiai tulajdonságokkal ellentétben az összes fenoltartalom szempontjából jóval kiegyenlítettebb értékekkel voltak jellemezhetőek a populációk (3/A melléklet). A variációs koefficiensek egyszer sem érték el a 20 %-ot.

6.1.5.2. A termesztés hatása a közönséges gyíkfű összes fenoltartalmára

A vadon termő és termesztett közönséges gyíkfű állományok összes fenoltartalmát a 33. ábra és a 3/B melléklet szemlélteti.

A vizsgált állományok között jelentős eltéréseket figyeltünk meg. Az öt közönséges gyíkfű állomány közül a borszönyligeti ($p=0,000259$) és a katalinpusztai ($p=0,000235$) termesztett állományokban szignifikánsan megnőtt az összes fenoltartalom (3/C melléklet). Valószínűleg az erdei állományok reagáltak a legérzékenyebben a megváltozott környezeti feltételekre (napfénynek kitett fekvés, magasabb hőmérséklet). A gödöllői és vácrátóti nyírott gyepekből származó állományok hasonló életfeltételek közé kerültek Soroksáron is, így fenolos komponenseik mennyisége közel azonos maradt.



33. ábra: A közösséges gyíkfű állományok vadon termő és termesztett állományainak összes fenoltartalma a 2007-ben ($p=0,000000$) (B: Börzsönyliiget, Bterm: Börzsönyliiget termesztett állomány; K: Katalinpuszta, Kterm: Katalinpuszta termesztett állomány; R: Recsk, Rterm: Recsk termesztett állomány; G: Gödöllő, Gterm: Gödöllő termesztett állomány; V: Vácraátót, Vterm: Vácraátót termesztett állomány; DW: kerti kakukkfű 'Deutscher Winter'; K: kerti kakukkfű Kalocsai köztermesztésű populáció) x: szignifikánsan eltérő vadon termő és termesztett állományok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

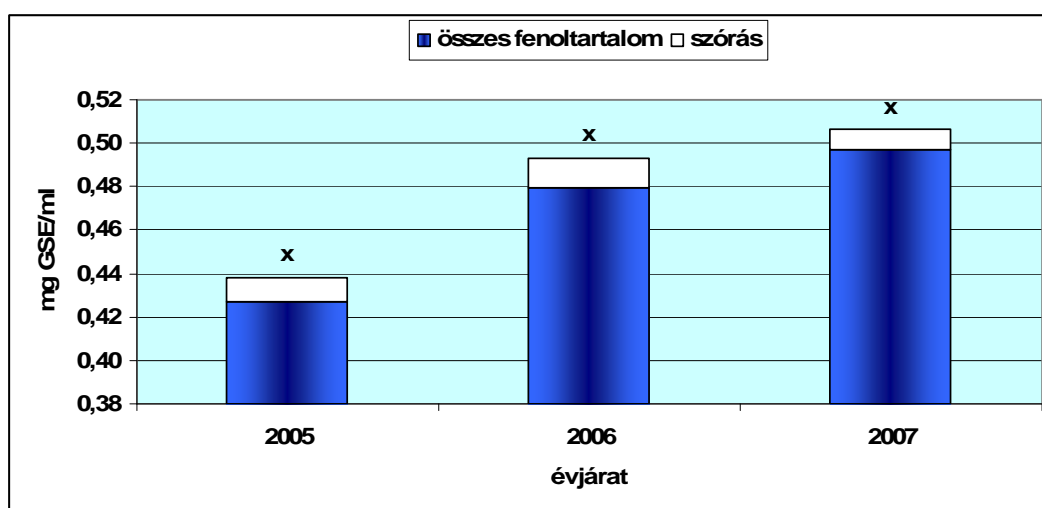
A recski populációban ezzel szemben szignifikáns csökkenés ($p=0,000820$) volt megfigyelhető az összes fenoltartalomban a termesztett állományok esetén. 2007-ben ismeretlen okból az előző évekhez viszonyítva nagyobb fenoltartalmat mértünk a recski, vadon termő növényekben, amelynek számos oka lehet. A recski állomány félig fenntartott, nyírt városszéli gyepterületén gyakran találoztunk illegálisan lerakott szeméttel. Ennek tükrében elképzelhető, hogy nehéz fém ionok, esetleg cukorvegyületek kerültek a növények felszínére, melyek, mint a későbbiekben látni fogjuk, beavatkozhattak az antioxidáns kapacitás kialakításába. Az is elképzelhető, hogy állati vagy emberi vizelet – és abból húgysav, illetve egyéb bomlástermékek, gyógyszerek fel nem szívódó hatóanyagai, kiürülő C-vitamin, citromsav, vagy tokoferol típusú színezőanyagok kerültek a hajtásokra, melyek szintén erős hatást gyakorolhattak mind az összes fenoltartalom, mind a kivonatok összantioxidáns kapacitásának alakulására.

Az egyes esetekben jelentős mennyiségbeli növekedés ellenére sem érte el egyik gyíkfű állomány összes fenoltartalma a viszonyítási alapként alkalmazott kerti kakukkfű kivonataiban mért értékeket ($0,95 \pm 0,11$ mg GSE/ml). Az eltérés a legtöbb fenoltartalommal jellemezhető katalinpusztai termesztett populáció ($0,56 \pm 0,01$ mg GSE/ml) esetében is szignifikáns volt ($p=0,000160$).

6.1.5.3. Az évjárat és életkor hatása a közönséges gyíkfű összes fenoltartalmára

Az életkor és évjárat hatása adott évben nehezen választható szét egymástól. A két tényező vizsgálatára német vetőmagból létesítettünk állományt a soroksári kísérleti telepen 2005-ben és 2006-ban. A 2007-es vizsgálati évben (azonos időpontban, azonos fenológiai fázisban történő gyűjtés mellett) így lehetőségünk nyílt egy 2. és 3. éves állományt is összehasonlítani egyforma környezeti feltételek mellett. Ez esetben nem tartottuk indokoltnak a korábban viszonyítási alapként alkalmazott kakukkfű minták eredményeinek feltüntetését, azokat a későbbiek során a kerti kakukkfűnél külön tüntettük fel az évjárat és életkorhatás elemzésekor.

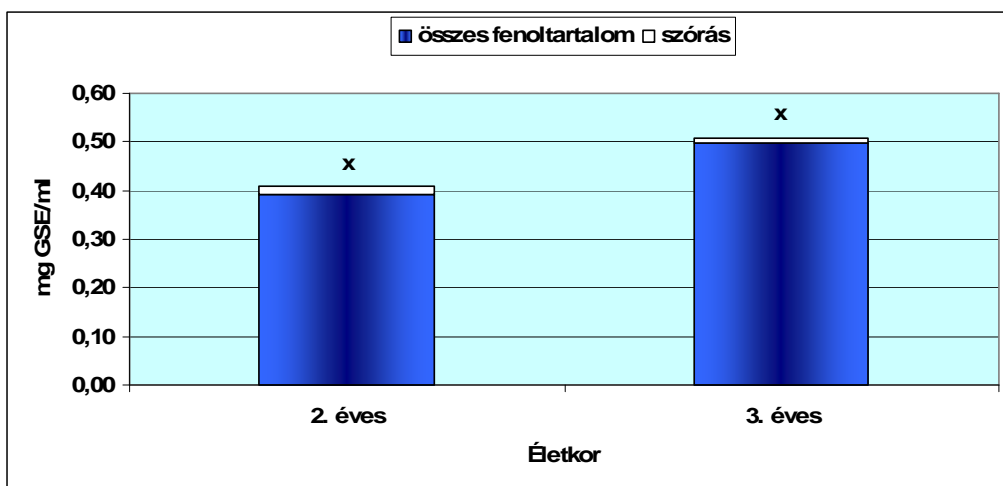
Az összes fenoltartalom mennyiségi változását a kísérleti években a 34. ábra és a 3/D melléklet szemlélteti.



34. ábra: A közönséges gyíkfű összes fenoltartalma a termesztés éveiben ($p=0,000826$) x: szignifikánsan eltérő évjáratok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

A három kísérleti évben mért összes fenoltartalom növekvő tendenciát mutatott, az egyes évek között szignifikáns különbséget mértünk ($p=0,000826$). A 2007-es évben, valószínűleg az életkorhatás és a száraz, meleg, napos időjárási viszonyoknak köszönhetően mértük a legmagasabb értékeket ($0,50 \pm 0,01$ mg GSE/ml) (34. ábra, 3/D melléklet).

Az életkorhatást 2007-ben vizsgáltuk ugyanazon vetőmagból létesített 2. és 3. éves közönséges gyíkfű állományok esetén. Eredményeinket a 35. ábra és 3/E melléklet foglalja össze.

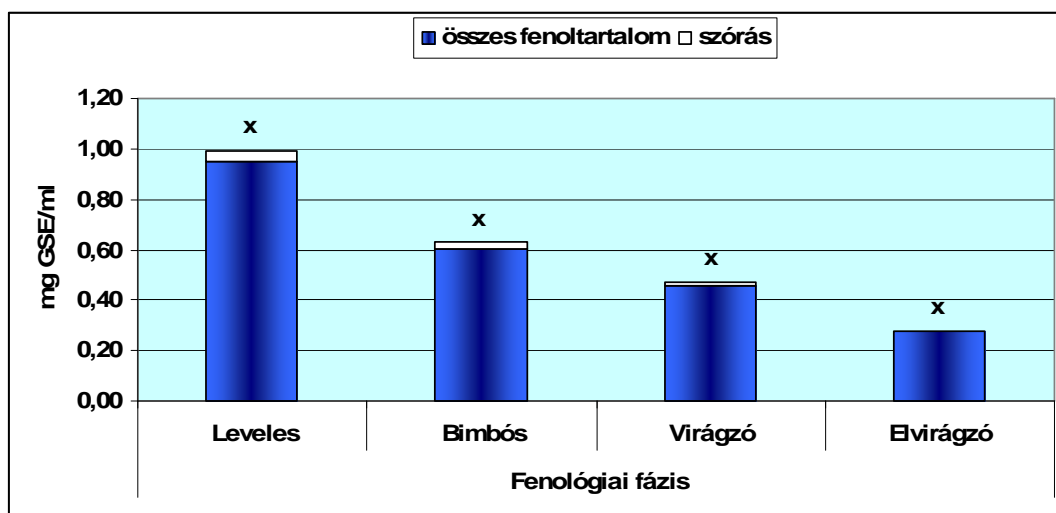


35. ábra: A közönséges gyíkfű összes fenoltartalma 2007-ben, különböző életkorú növényegyedek esetében ($p=0,000668$) x: szignifikánsan különböző állományok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

Eredményeink alapján megállapítható, hogy az idősebb, 3. éves állomány szignifikánsan nagyobb összes fenoltartalommal volt jellemezhető, mint a 2. éves populáció ($p=0,000668$). Az évjáráthatásnál kapott eredményekkel együtt értékelve úgy tűnik, az idősödő tövek egyre több fenolos komponenst halmoznak fel. Ez valószínűleg élettani okokra vezethető vissza. Az öregedési folyamatok során az összeadódó napsugárzás, vízhiány, különböző betegségek megjelenése egyre súlyosabb stresszt okoz a sejtekben, mely végül DNS degradációhoz vezethet. Ezen folyamatok kivédésekor aktivizált enzimatikus rendszerek, úgy, mint szuperoxid-dizmutáz, kataláz, glutation-peroxidáz mellett több esetben is igazolták a karotinoidok, tokoferolok, flavonoidok és más polifenol vegyületek fontosságát (Odin, 1997). Mivel a polifenol vegyületek igazoltan rendelkeznek vírusölő és antimutagén hatással is, így érthető, hogy az előregedő növényi szövetekben miért emelkedik meg ismételt a mennyiségük (Middleton et al., 2000). A közönséges gyíkfű morfológiai tulajdonságainál tárgyalt kedvezőtlen elváltozások miatt (tövek kiszáradása, különböző betegségek megjelenése) azonban nem ajánlott az állomány fenntartása 2 évnél tovább.

6.1.5.4. A fenológia fázis hatása a közönséges gyíkfű összes fenoltartalmára

2007 júniusában a gödöllői populáció vetett állományában négy különböző fenológiai fázisban – leveles, bimbós, teljes virágzásban lévő, elvirágzott hajtások – gyűjtöttünk mintákat. A kerti kakukkfűnél mért értékeket ez esetben is külön fejezetben közöltük és értékeltük. A mérési eredményeket a 36. ábra és 3/F melléklet foglalja össze.



36. ábra: A közönséges gyíkfü összes fenoltartalma különböző fenológiai fázisokban ($p=0,000000$) x: szignifikánsan különböző érték $p\leq 0,05$ megbízhatósági szinten

A fiatal, leveles hajtások szignifikánsan nagyobb összes fenoltartalommal voltak jellemezhetők ($p=0,000000$). A kivonatok összes fenoltartalma elérte a $0,95\pm 0,04$ mg GSE/ml értéket, ilyen magas eredményt egyik vadon termő vagy termesztett populáció esetében sem mértünk korábban. A fiatal, leveles hajtásokban mért értéknél statisztikailag igazolhatóan kisebb mennyiségű fenolos komponenst halmoztak fel a bimbós virágzati szárok ($0,60\pm 0,03$ mg GSE/ml) ($p=0,000202$). Szintén szignifikáns volt az eltérés a bimbós és virágzó állományok között ($p=0,001180$). A legkisebb értékeket az elvirágzó hajtások produkálták ($0,28\pm 0,00$ mg GSE/ml) (36. ábra, 3/F melléklet).

A virágzati hajtások fejlődése során erőteljes csökkenés figyelhető meg az összes fenoltartalom tekintetében. A szakirodalmi adatoknak megfelelően a fiatal hajtásvégekben halmozódott fel szignifikánsan a legtöbb fenolos komponens (del Baño et al., 2003). Amennyiben a felhasználás során fontos, hogy a begyűjtött növényi alapanyag minél bőségesebb fenoltartalommal rendelkezzen, úgy még a teljes virágzási stádium előtt érdemes elvégezni a növényanyag betakarítását. Ekkorra a hajtások elérik maximális hosszukat, tehát nagyobb droghozamra lehet számítani és az összes fenoltartalom is viszonylag magasnak tekinthető. A levelek szedése bonyolult, és egyáltalán nem tekinthető gazdaságosnak.

6.1.6. A közönséges gyíkfű rozmaringsav-tartalma

A közönséges gyíkfű hatóanyag-tartalmára vonatkozó vizsgálatok során, a növények vizes kivonatának általános jellemzésére szolgáló összes fenoltartalom bemutatását követően az egyik meghatározó fenolos komponensének mennyiségi eltéréseit is megkíséreltük felmérni. A rozmaringsav meghatározása esetében Janicsák és Máthé (1997) módszerét alkalmaztuk, a hatóanyag minél nagyobb arányú kioldódásának elősegítéséhez a metodika leírása alapján vizes-metanolos kivonatokot készítettünk a drogból, tehát a rozmaringsav vizsgálata nem az összes fenoltartalomhoz előkészített vizes kivonatokból történt. Az eredmények megfelelő értékelése céljából az értékeket ez esetben is a kerti kakukkfűben mért adatokkal együtt közöltük.

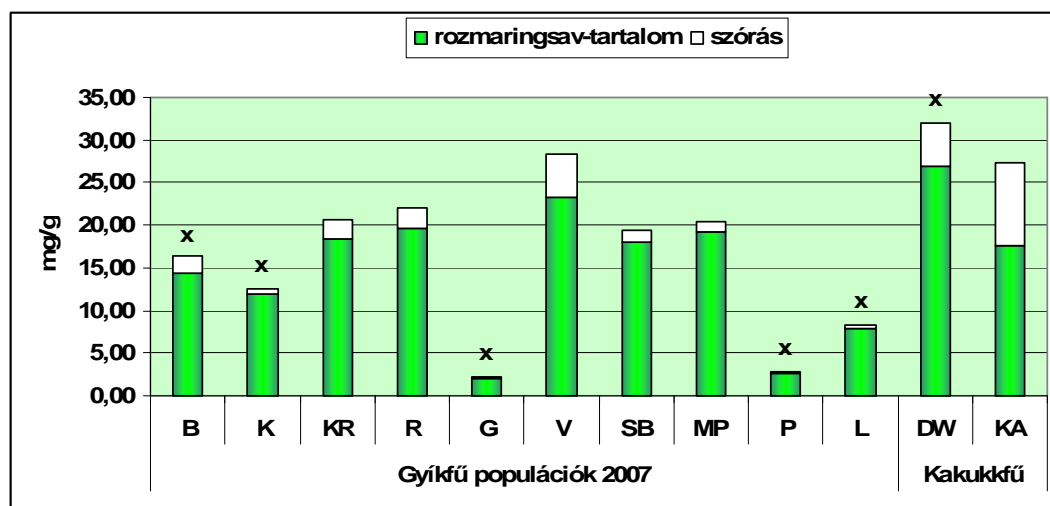
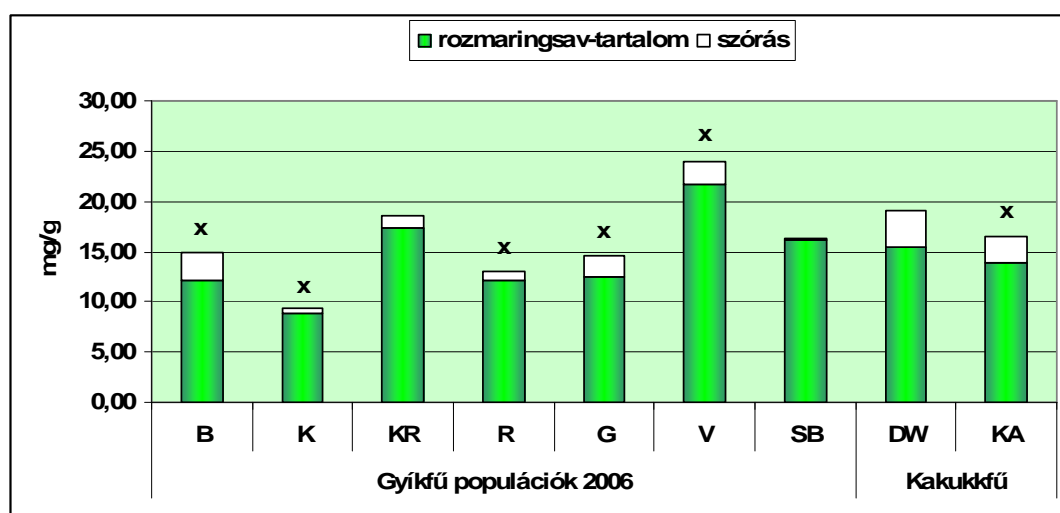
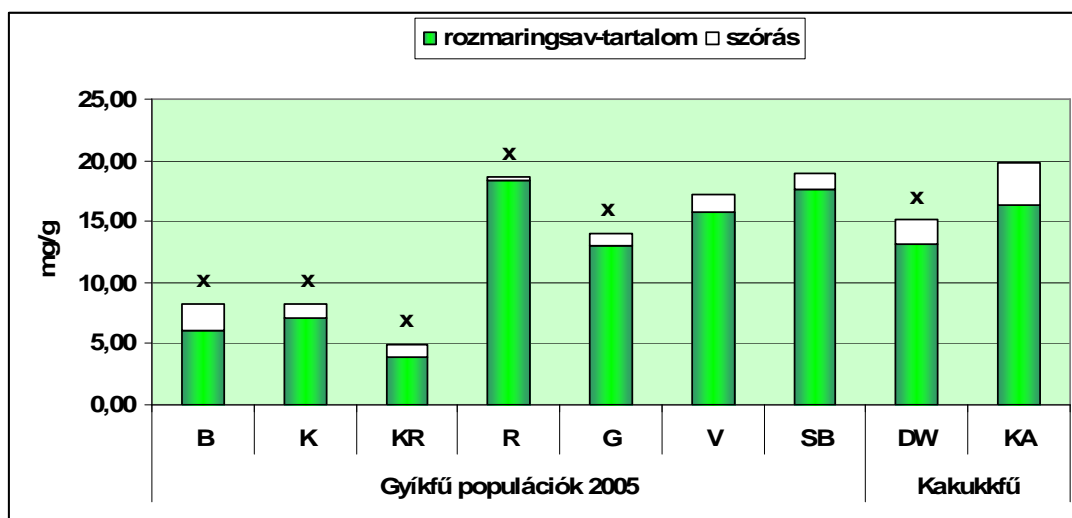
6.1.6.1. A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak rozmaringsav-tartalma a kísérleti években

A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak rozmaringsav-tartalmát 3 éven keresztül vizsgáltuk. 2007-ben, az olaszországi állományokban mért értékekkel együtt tüntettük fel az eredményeket. A mért rozmaringsav-tartalmat azonos időpontban gyűjtött kerti kakukkfű mintákkal együtt értékeltük (37. ábra, 4/A melléklet). A rozmaringsav mennyiségét mg/g értékben fejeztük ki.

A vizsgált populációk között jelentős eltéréseket tapasztaltunk. A három év átlagadatait tekintve az összes fenoltartalomhoz hasonlóan ez esetben is 2005-ben mértünk kisebb értékeket (csoportátlag: 11,7 mg/g). Különbség viszont, hogy a kísérlet további két évében egy nagyon kismértékű emelkedés volt tapasztalható (csoportátlagok 2006: 14,4 mg/g, 2007: 15,4 mg/g).

2005-ben a három erdei (B, K, KR) állomány szignifikánsan elmaradt a többi populációtól ($p=0,029015$). A Recsken gyűjtött növényanyagban mértük a legnagyobb értékeket ($18,4 \pm 0,3$ mg/g). A soroksári ($17,7 \pm 1,2$ mg/g) és vácrátóti $15,8 \pm 1,4$ mg/g) botanikus kertekből származó növények szintén meghaladták a kisebb értékeket produkáló kerti kakukkfű állományban mért eredményeket ($13,2 \pm 2$ mg/g) (4/A melléklet).

A 2006-os évben kissé ellentmondásos eredményeket kaptunk az erdei populációk esetében. A korábbi évhez hasonlóan a börzsönyligeti és katalinpusztai állományok kis rozmaringsav-tartalommal rendelkeztek (átlagosan: $10,6 \pm 1,6$ mg/g), míg az összes fenoltartalomhoz hasonlóan (32. ábra) a királyrétről származó növények esetében jóval nagyobb értékeket mértünk ($17,4 \pm 1,2$ mg/g). A vácrátóti botanikus kertben gyűjtött növények, a korábbi évhez hasonlóan, nagyobb mennyiségű rozmaringsavat halmoztak fel ($21,7 \pm 2,3$ mg/g), mely különbség a kakukkfű értékeit meghaladó királyréti populációval szemben is szignifikánsnak bizonyult ($p=0,041347$).



37. ábra: A közönséges gyikfű természetes állományainak rosmaringsav-tartalma a kísérlet éveiben (p (2005): **0,029015**; p (2006): **0,000085**; p (2007): **0,031963**). (B: Börzsönyliget; K: Katalinpuszta; KR: Királyrét; R: Reesk; G: Gödöllő; V: Vácrátót; SB: Soroksári Botanikus Kert, MP: Monte Pisani, Olaszország; P: Pisai Botanikus kert, Olaszország; L: Luccai Botanikus kert, Olaszország, DW: kerti kakukkfű 'Deutscher Winter'; K: kerti kakukkfű Kalocsai köztermesztésű populáció) x: szignifikánsan eltérő állományok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

2007-ben a magyarországi populációk kivonatának összes fenoltartalma viszonylag kiegyenlített képet mutatott (32. ábra). Ezzel szemben a rozmaringsav-tartalom esetén jelentős eltéréseket tapasztaltunk az állományok között ($p=0,031963$). A gödöllői állomány mintáiban eddig nem ismert okból kifolyólag nagyon kicsi rozmaringsav-tartalmat mértünk ($2,1 \pm 0,1$ mg/g), az olaszországi minták közül a pisai botanikus kertből származó növények szintén igen kicsi eredményeket produkáltak ($2,5 \pm 0,3$ mg/g). Itt elképzelhető, hogy a mintaelőkészítés, vagy mérés során valamilyen hiba történt.

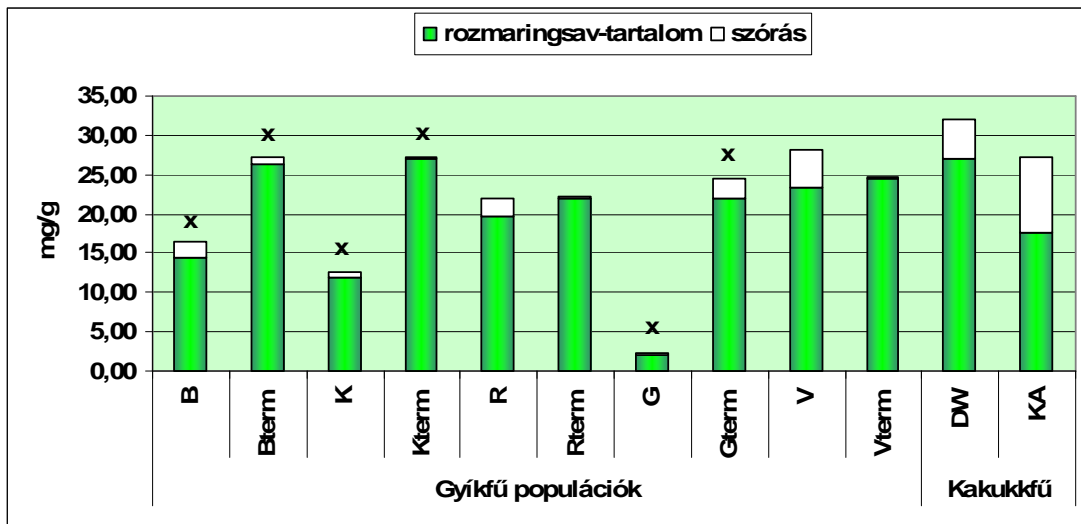
A legnagyobb rozmaringsav-tartalommal 2007-ben is a vácrátóti minták rendelkeztek (23 ± 5 mg/g), mely eredménytől nem maradt el szignifikánsan a recski ($19,6 \pm 2,5$ mg/g), királyréti ($18,3 \pm 2,3$ mg/g), soroksári botanikus kerti ($18 \pm 1,5$ mg/g) és az Olaszországban gyűjtött monte pisani ($19,3 \pm 1,2$ mg/g) állomány. A 2007-ben tapasztalt száraz, meleg időjárási körülmények jelentősen megemelték a kerti kakukkfű minták kivonatának rozmaringsav-tartalmát, a DW fajtában 30 mg/g feletti értékeket is mértünk, mely maximális értéket egyik közönséges gyíkfű minta sem közelített meg (37. ábra, 4/A melléklet).

Összefoglalásként elmondható, hogy két erdei populáció (Börzsönyliget és Katalinpuszta) mindhárom évben kisebb százalékban tartalmazott rozmaringsavat a többi populációhoz képest, míg a Vácrátóton gyűjtött növények kivonata mindhárom évben nagyobb arányban tartalmazta ezt a vegyületet. Az élőhely és évjárat befolyásoló hatása mellett is úgy tűnik, e három állomány rozmaringsav-tartalma egymáshoz viszonyítva megőrzi a rá jellemző értékeket.

6.1.6.2. A termesztés hatása a közönséges gyíkfű rozmaringsav-tartalmára

A vadon termő és termesztett közönséges gyíkfű állományok rozmaringsav-tartalmát a 38. ábra és a 4/B melléklet szemlélteti.

A termesztés során mindegyik közönséges gyíkfű állományban megnövekedett a rozmaringsav mennyisége (38. ábra). A különbség azonban csak a börzsönyligeti, katalinpusztai és gödöllői állományok esetében bizonyult szignifikánsnak (4/C melléklet). A két erdei populáció termesztett állományának rozmaringsav-tartalma elérte a DW kakukkfű fajta kivonatában mért 26,9 mg/g-os átlagértéket (Bterm: $26,4 \pm 0,8$ mg/g, Kterm: $26,9 \pm 0,4$ mg/g). A gödöllői állomány esetében már korábban utaltunk arra, hogy a vadon termő állományban indokolatlanul alacsony mennyiségű rozmaringsav-tartalmat állapítottunk meg. A valószínűsíthető mérési hiba miatt az eredmények a rozmaringsav-tartalom esetén nem értékelhetők.

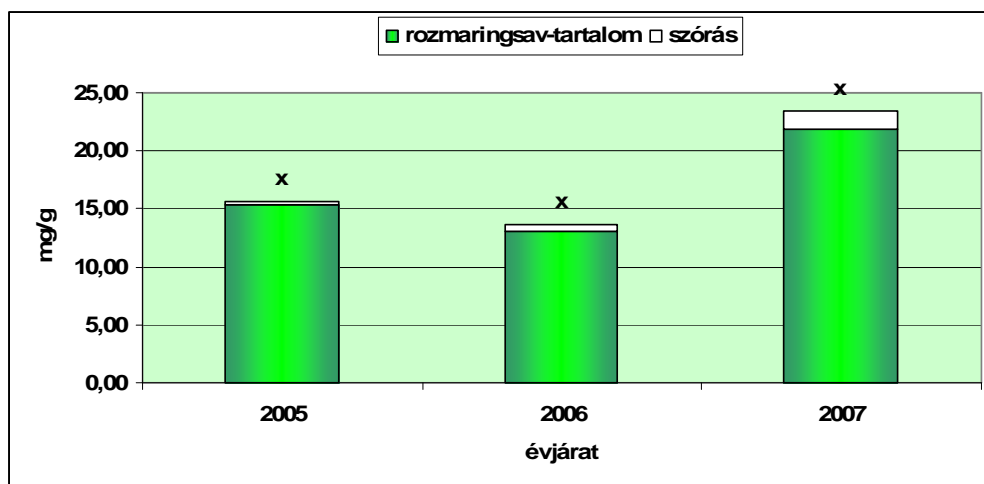


38. ábra: A közösséges gyíkfű állományok vadon termő és termesztett állományainak rozmaringsav-tartalma 2007-ben ($p=0,024958$) (B: Börzsönyliget, Bterm: Börzsönyliget termesztett állomány; K: Katalinpuszta, Kterm: Katalinpuszta termesztett állomány; R: Recsk, Rterm: Recsk termesztett állomány; G: Gödöllő, Gterm: Gödöllő termesztett állomány; V: Vácraót, Vterm: Vácraót termesztett állomány; DW: kerti kakukkfű 'Deutscher Winter'; K: kerti kakukkfű Kalocsai köztermesztésű populáció) x:szignifikánsan eltérő vadon termő és termesztett állományok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

Úgy tűnik, ezen tulajdonság tekintetében is a két erdei populációnál volt tapasztalható a legnagyobb eltérés, a megváltozott élőhelyi körülményeknek köszönhetően (napfénynek kitett fekvés, melegebb környezeti viszonyok) szignifikánsan megemelkedett a rozmaringsav mennyisége. A nyírt, vagy félig fenntartott gyepek esetén a rozmaringsav emelkedésének mértéke nem volt szignifikáns.

6.1.6.3. Az évjárat és életkor hatása a közösséges gyíkfű rozmaringsav-tartalmára

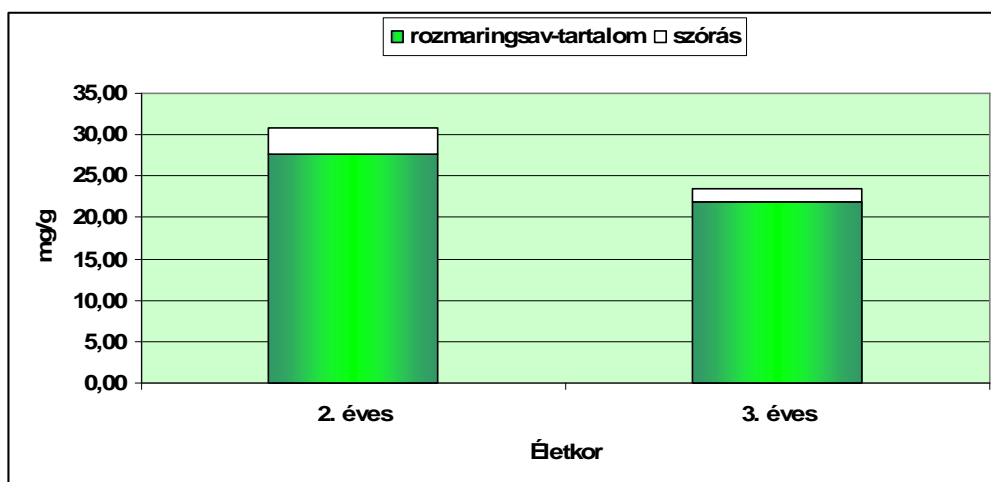
A német vetőmagból létesített állomány esetében az összes fenoltartalom és összantioxidáns kapacitás mellett három éven keresztül vizsgáltuk a növényi kivonatok rozmaringsav-tartalmát is. A kerti kakukkfű eredményeit ez esetben is külön fejezetben tárgyaljuk, nem tartottuk indokoltnak az adatok együttes megjelenítését. Eredményeinket a 39. ábra és a 4/D melléklet mutatja be.



39. ábra: A 2005-ben, német vetőmagból létesített közönséges gyíkfű állomány kivonatának rozmaringsav-tartalma a termesztés éveiben ($p=0,000086$) x: szignifikánsan eltérő évjáratok $p\leq 0,05$ megbízhatósági szinten

Az összes fenoltartalomhoz hasonlóan (34. ábra) a 2007-es évben mértük szignifikánsan a legnagyobb értékeket ($21,8 \pm 1,6$ mg/g). 2006-ban az összes-fenoltartalommal szemben egy statisztikailag igazolható csökkenés volt tapasztalható a 2005-ös évhez viszonyítva. A 2007-es év tavaszának extrém száraz és meleg időjárási paramétereit tehát egyértelmű hatást gyakoroltak a növények rozmaringsav-tartalmára.

A 2007-ben vizsgált 2. és 3. éves állományok összehasonlítását az 40. ábra és a 4/E melléklet mutatja be.



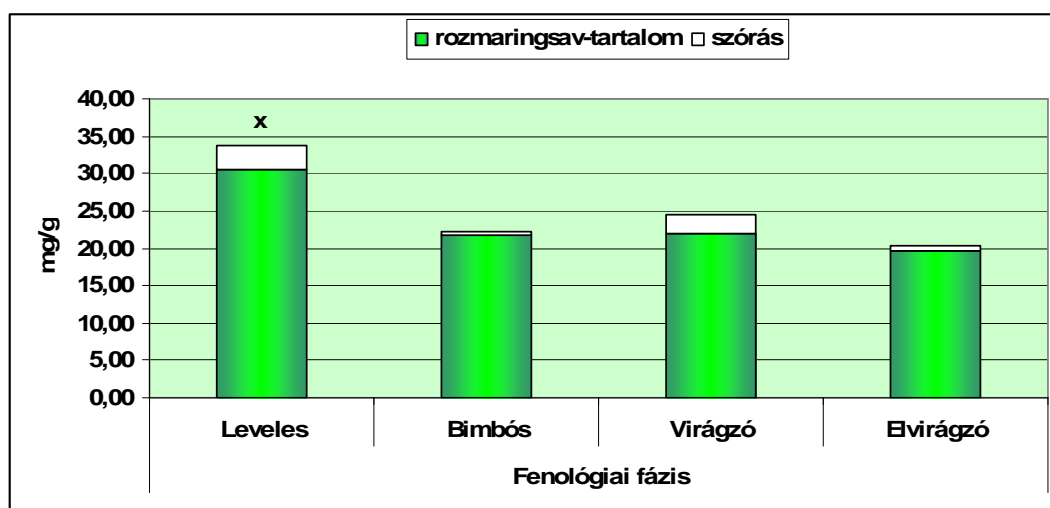
40. ábra: A közönséges gyíkfű kivonatának rozmaringsav-tartalma 2007-ben, különböző életkorú növényegységek esetében ($p=0,054987$)

A növényi kivonatok összes fenoltartalmával (35. ábra) szemben a rozmaringsav-tartalom esetében az idősebb állomány volt jellemezhető kisebb értékekkel ($21,8 \pm 1,6$ %), a különbség azonban nem volt szignifikáns ($p=0,054987$) (4/E melléklet). A közönséges gyíkfű esetében tehát a

rozmaringsav-tartalom úgy tűnik, erősebb összefüggést mutat a mindenkori időjárási körülményekkel, mint a növény életkorával és az abból fakadó élettani hatásokkal, melyekre már korábban utaltunk. Ezt alátámasztani látszik a 2007-ben mért kiugróan magas eredmény (39. ábra), illetve a különböző korú közönséges gyíkfű állományok kivonatában mért hasonló rozmaringsav-tartalom (40. ábra).

6.1.6.4. A fenológia fázis hatása a közönséges gyíkfű rozmaringsav-tartalmára

A gödöllői populáció vetett állományán belül, a különböző fenológiai fázisokban – leveles, bimbós, virágzó, elvirágzó hajtások – mért rozmaringsav-tartalmát a 41. ábra és a 4/F melléklet mutatja be. A kerti kakukkfű rozmaringsav-tartalmát a különböző fenológiai fázisokban külön fejezetben tárgyaljuk.



41. ábra: A közönséges gyíkfű rozmaringsav-tartalma különböző fenológiai fázisokban ($p=0,001130$) x: szignifikánsan különböző érték $p\leq 0,05$ megbízhatósági szinten

A kivonatok összes-fenoltartalmához (36. ábra) hasonlóan ez esetben is a leveles hajtásokban mértük a legnagyobb értékeket ($30,5 \pm 3,3$ mg/g). Érdekes azonban, hogy ezt követően jelentős eltérés már nem volt kimutatható a minták között, a bimbós, virágzó és elvirágzó hajtások szinte teljesen egyforma mennyiségű rozmaringsavat halmoztak fel (4/F melléklet).

A szakirodalmi adatok alapján úgy tűnik, hogy a rozmaringsav meghatározó fenolos komponense a közönséges gyíkfű kivonatának (Lamaison et al., 1991; Psotová et al., 2006). Mivel a rozmaringsav mennyiségi meghatározásánál metanolos kivonatokat készítettünk, a jövőben fontos lenne meghatározni a vizes kivonatok összetételét, hiszen a mért összes fenoltartalom kialakításában egyéb vegyületeknek is fontos szerepe lehetett úgy, mint különböző flavonoidoknak, antociánoknak és cserzőanyagoknak. Ezen vegyületek felhalmozódását befolyásoló tényezőket szintén vizsgálnunk kellene, hisz valószínűsíthető, hogy a fenolos komponensek képződése nem

egyformán determinált a növényi szövetekben, bizonyos környezeti tényezők hatására egyes vegyületek koncentrációja emelkedhet, míg másoké ezzel egy időben csökken.

6.1.7. A közönséges gyíkfű összantioxidáns kapacitásának értékelése

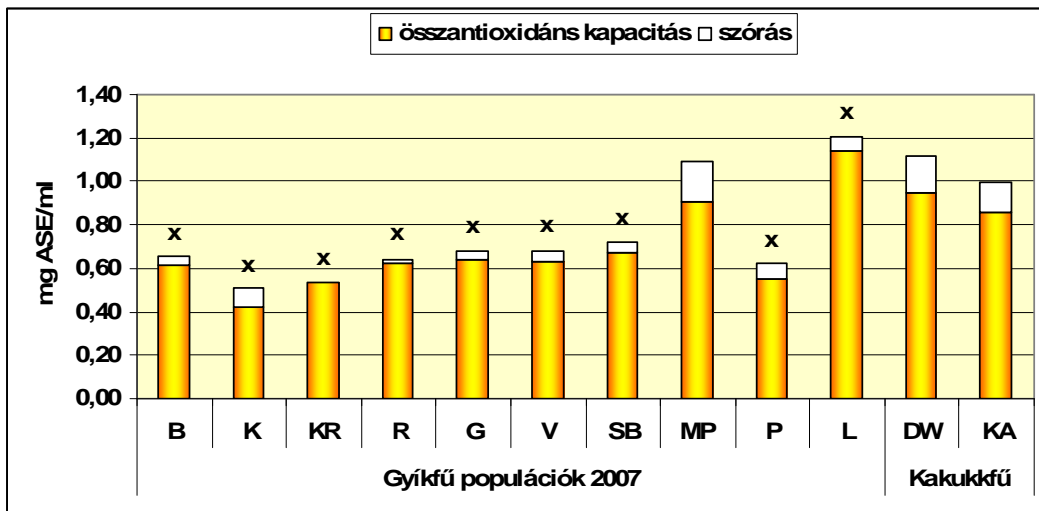
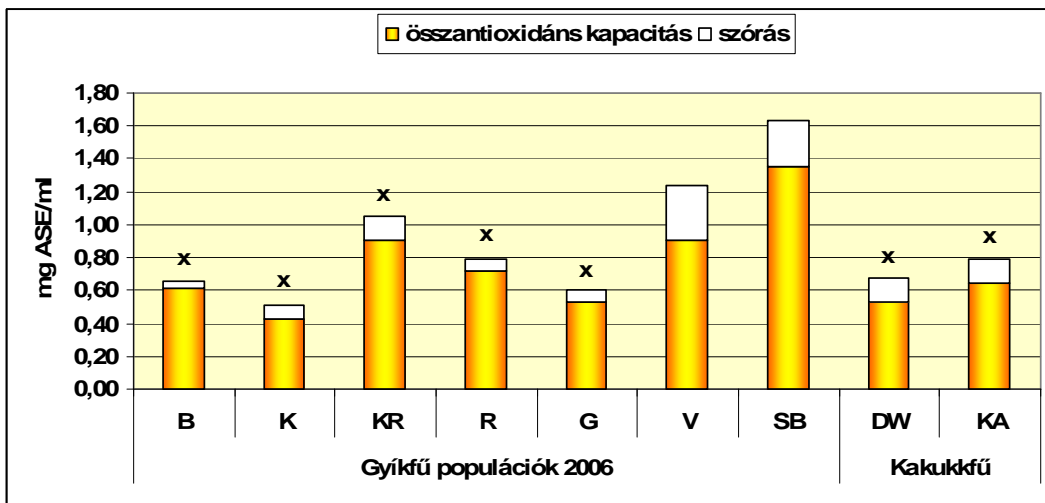
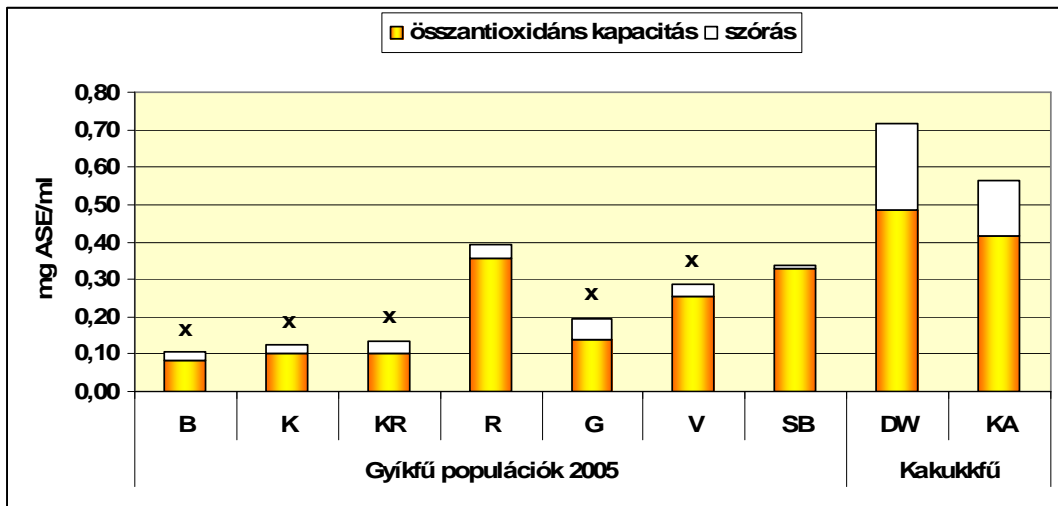
A közönséges gyíkfű hatóanyag-tartalmára irányuló vizsgálatokat követően egy hatástani tulajdonságot – a kivonatok összantioxidáns kapacitását is vizsgáltuk. Ezen tulajdonság felmérésére az összes fenoltartalomhoz hasonlóan vizes kivonatban került sor. Ebben a fejezetben különösen fontosnak tartottuk a kerti kakukkfű minták eredményeinek megjelenítését viszonyítási alapként, hiszen az antioxidáns hatáserősséget jellemző adatok az eltérő vizsgálati módszereknek köszönhetően csak nehezen vethető össze a korábbi szakirodalmi adatokkal.

6.1.7.1. A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak összantioxidáns kapacitása a kísérleti években

A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak összantioxidáns kapacitását 3 éven keresztül vizsgáltuk, 2007-ben az olaszországi állományokban mért értékeket is feltüntettük. Eredményeinket, azonos időpontban gyűjtött kerti kakukkfű mintákkal együtt értékeltük (42. ábra, 5/A melléklet). A kapott értékeket mg aszkorbinsav egyenérték/ml (mg ASE/ml) mennyiségben adtuk meg.

Az összes fenoltartalomhoz és rozmaringsav-tartalomhoz hasonlóan ezen tulajdonság tekintetében is 2005-ben volt átlagosan a legkisebb a növényi kivonatok összantioxidáns kapacitása (csoportátlagok: 2005 – 0,19 mg ASE/ml; 2006 – 0,78 mg ASE/ml; 2007 – 0,59 mg ASE/ml). Eredményeink alapján a 2006-os évben szignifikánsan erősödött a kivonatok antioxidáns hatáserőssége, míg 2007-ben egy kismértékű visszaesés volt tapasztalható.

2005-ben a vadon termő gyíkfűpopulációk közül a legerősebb aktivitással a recski ($0,35 \pm 0,04$ mg ASE/ml), illetve a Soroksári Botanikus kertből származó ($0,33 \pm 0,01$ mg ASE/ml) állományok voltak jellemezhetőek. Egyik érték sem érte el azonban a viszonyítási alapként alkalmazott kerti kakukkfűvekben mért összantioxidáns kapacitást ($0,49 \pm 0,23$ mg ASE/ml). A bürzsönyi populációk az összes fenoltartalomhoz és rozmaringsav-tartalomhoz hasonlóan szignifikánsan alacsony eredményeket produkáltak.



42. ábra: A közönséges gyíkű természetes állományainak összantioxidáns kapacitása a kísérlet éveiben (p (2005): **0,000273**; p (2006): **0,000001**; p (2007): **0,000000**). (B: Börzsönyliget; K: Katalinpuszta; KR: Királyrét; R: Recsk; G: Gödöllő; V: Vácraátót; SB: Soroksári Botanikus Kert, MP: Monte Pisani, Olaszország; P: Pisai Botanikus kert, Olaszország; L: Luccai Botanikus kert, Olaszország, DW: kerti kakukkű 'Deutscher Winter'; K: kerti kakukkű Kalocsai köztermesztésű populáció) x: szignifikánsan eltérő állományok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

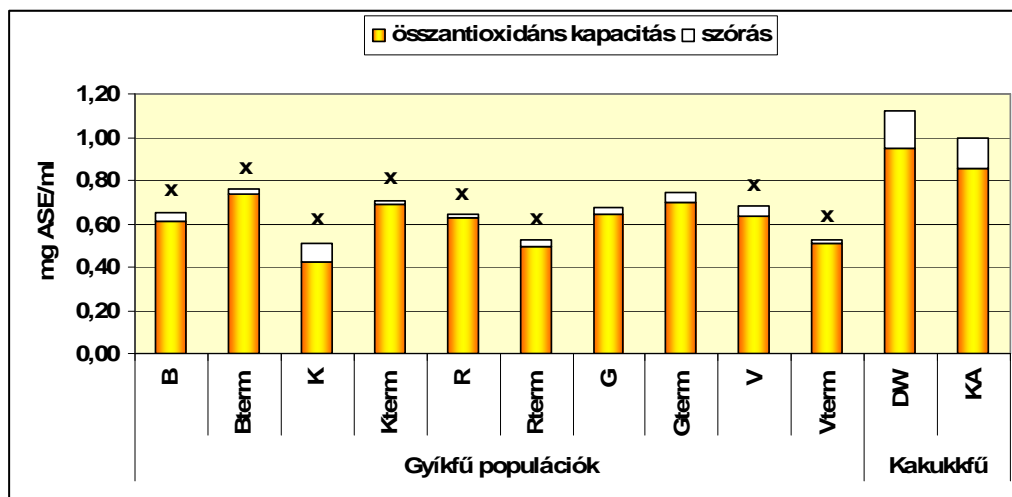
2006-ban a Soroksári Botanikus kertből származó növények kivonatában kiugróan magas összantioxidáns kapacitást mértünk ($1,35 \pm 0,28$ mg ASE/ml), mely kétszerese volt a kakukkfű állományokban mért értéknek ($0,64 \pm 0,15$ mg ASE/ml). Erre részben magyarázattal szolgálhat a korábban bemutatott, a többi populációhoz viszonyított magasabb összes fenoltartalom (32. ábra) és viszonylag magas rozmaringsav-tartalom (37. ábra). Feltételezzük azonban, hogy a végeredményt olyan anyagok is befolyásolhatták, melyek számunkra ismeretlen módon kerültek a növények felszínére. Mivel a levágott növényi alapanyagot nem mostuk meg a szárítás előtt, a levelek felszínén bizonyos szennyeződések maradhattak. Legvalószínűbb az állati vizelet, melyben számos vegyület előfordulhatott. A húgysav például rendelkezik gyökfogó hatással (Halliwell et al., 1992), extracelluláris antioxidánsként is ismert, az aszkorbinsavval együtt (Tulok és Matkovics, 1997), mely szintén kiürülhetett a vizelettel. A legtöbb fenolos komponenst felhalmozó királyréti ($0,90 \pm 0,15$ mg ASE/ml), illetve az attól kevéssel elmaradó vácrátóti ($0,91 \pm 0,33$ mg ASE/ml) populációk szintén erős antioxidáns aktivitással voltak jellemezhetőek.

2007-ben a hazánkban gyűjtött közönséges gyékű állományok egységesen (a CV %-ok 20 alatt voltak) $0,4$ és $0,6$ mg ASE/ml közötti antioxidáns aktivitást mutattak, és a korábbi évekkal szemben szignifikáns eltérés nem volt kimutatható az állományok között. A jóval magasabb összes fenoltartalommal rendelkező olaszországi populációk (L, MP) statisztikailag igazoltan erősebb antioxidáns aktivitást mutattak ($0,91 \pm 0,19$ és $1,14 \pm 0,06$ mg ASE/ml). Az értékek elérték és egy esetben (L) magasabbnak bizonyultak a kerti kakukkfűben mért eredményeknél. Érdekesség azonban, hogy a luccai botanikus kertből származó növényeknél alacsonyabb rozmaringsav-tartalmat mértünk (37. ábra).

A kapott eredmények részben összhangban állnak a minták hatóanyag-tartalmával (összes fenoltartalom, rozmaringsav-tartalom), egyértelmű különbséget azonban nem lehet tenni a populációk között. Valószínűleg erősebb befolyásoló tényezők az adott élőhely időjárási viszonyai (jelentős eltérés a magyarországi és olaszországi populációk között), illetve az esetleges emberi és állati beavatkozás (vizelet a növények felszínén, és az abból felszabaduló húgysav, aszkorbinsav, esetleg gyógyszerek bomlástermékei), a levegőből forgalmasabb utak mentén kiváló nehézfémek ionjai, permetezőszerekből visszamaradó réz vegyületek, melyek befolyásolni képesek a növényi kivonatok összantioxidáns kapacitását. Valószínűleg részben ezen okonak is köszönhetően a populációk sokkal nagyobb variabilitást mutattak (számos esetben a variációs koefficiensek 20 % felett voltak), mint az összes fenoltartalom esetében (5/A melléklet).

6.1.7.2. A termesztés hatása a közönséges gyíkfű kivonatában mérhető összantioxidáns kapacitásra

A vadon termő és termesztett közönséges gyíkfű állományok kivonatának összantioxidáns kapacitását a 43. ábrán és az 5/B mellékletben foglaltuk össze. Eredményeinket a kerti kakukkfű mintákkal együtt értékeltük.



43. ábra: A közönséges gyíkfű állományok vadon termő és termesztett állományainak összantioxidáns-kapacitása 2007-ben ($p=0,000000$) (B: Börzsönyliget, Bterm: Börzsönyliget termesztett állomány; K: Katalinpuszta, Kterm: Katalinpuszta termesztett állomány; R: Recsk, Rterm: Recsk termesztett állomány; G: Gödöllő, Gterm: Gödöllő termesztett állomány; V: Vácraót, Vterm: Vácraót termesztett állomány; DW: kerti kakukkfű 'Deutscher Winter'; K: kerti kakukkfű Kalocsai köztermesztésű populáció) x: szignifikánsan eltérő vadon termő és termesztett állományok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

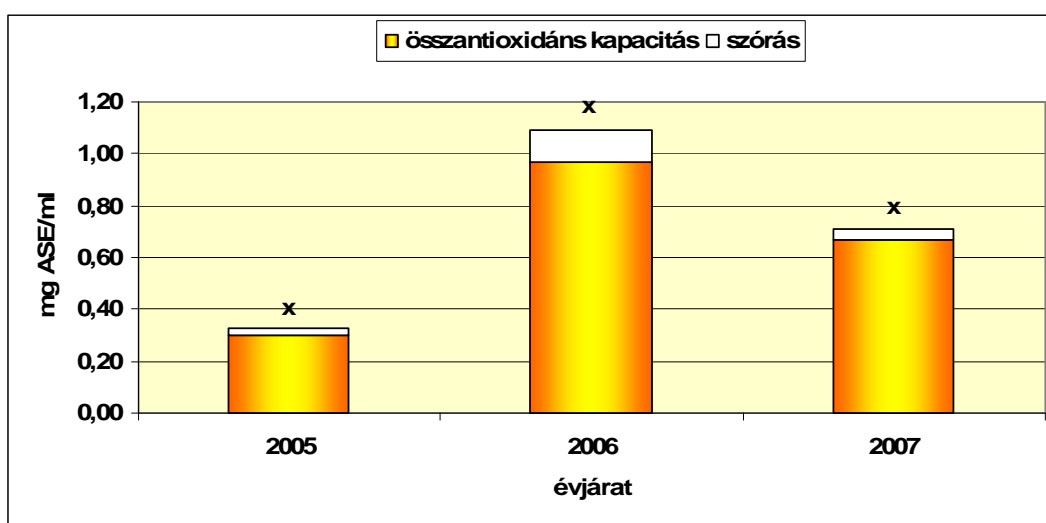
A vizsgált vadon termő és termesztett állományok között jelentős eltéréseket figyeltünk meg. Az öt közönséges gyíkfű állomány közül a börzsönyligeti ($p=0,008097$) és a katalinpusztai ($p=0,005273$) termesztett állományokban szignifikánsan nagyobb összantioxidáns kapacitást mértünk (5/C melléklet). Eredményeink összhangban álltak az összes fenoltartalomnál és rozmaringsav-tartalomnál tapasztaltakkal, a két erdei állomány reagált a legérzékenyebben a megváltozott élőhelyi viszonyokra, s ez tükröződött a kivonatok megemelkedett összantioxidáns kapacitásában is. A gödöllői állomány esetében nem tapasztaltunk jelentős eltérést, míg a recski és vácraótói állományokban egy csökkenő tendencia volt megfigyelhető ($p=0,002790$; $p=0,011105$). Korábban már láthattuk, hogy a recski állomány összes fenoltartalma szintén szignifikánsan csökkent (rozmaringsav-tartalma azonban lényegesen nem változott), a vácraótói termesztett állomány összes fenoltartalma és rozmaringsav-tartalma viszont nem változott meg szignifikánsan.

Egyik gyíkfűállomány összantioxidáns kapacitása sem érte el a viszonyítási alapként alkalmazott kerti kakukkfű kivonatokban mért értékeket ($0,95 \pm 0,17$ mg ASE/ml). Ez esetben azonban a legnagyobb összantioxidáns kapacitást mutató börszőnyligeti természetett populációval ($0,74 \pm 0,02$ mg ASE/ml) szemben az eltérés nem volt szignifikáns ($p=0,127350$).

6.1.7.3. Az évjárat és életkor hatása a közönséges gyíkfű összantioxidáns kapacitására

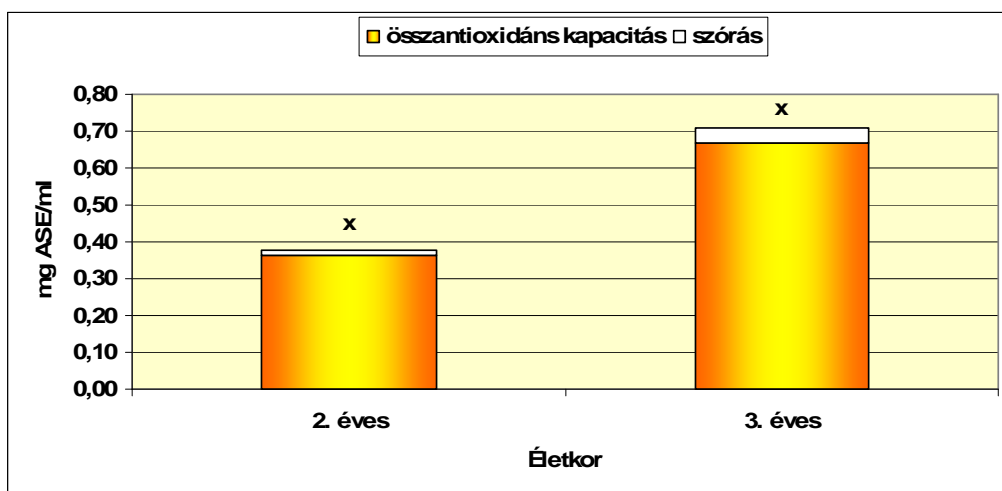
A német vetőmagból létesített állomány esetében három éven keresztül vizsgáltuk a növényi kivonatok összantioxidáns kapacitását. A kerti kakukkfűben mért értékeket ez esetben is külön fejezetben tartottuk indokoltnak elemezni. Eredményeinket a 44. ábra és az 5/D melléklet mutatja be.

A három vizsgálati év eredményei között szignifikáns különbséget tapasztaltunk ($p=0,000103$). Az összes fenoltartalomtól és rozmaringsav-tartalomtól eltérően az összantioxidáns kapacitás 2006-ban volt a legmagasabb ($0,97 \pm 0,12$ mg ASE/ml), 2007-ben statisztikailag igazolt csökkenést mértünk ($0,67 \pm 0,04$ mg ASE/ml).



44. ábra: A közönséges gyíkfű kivonatának összantioxidáns kapacitása a termesztés éveiben ($p=0,000103$) x: szignifikánsan eltérő évjáratok $p \leq 0,05$ megbízhatósági szinten

Hogy az esetleges évjáratot kizárjuk 2007-ben ugyanazon vetőmagból létrehozott 2. és 3. éves állományokat is összehasonlítottunk. A kapott eredményeket a 45. ábra és az 5/E melléklet szemlélteti.



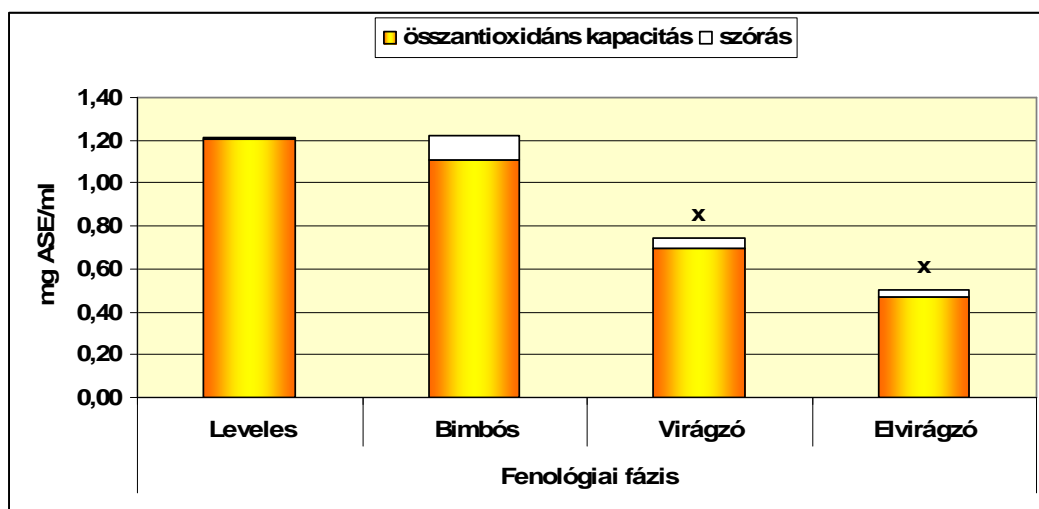
45. ábra: A közönséges gyíkfű kivonatának összantioxidáns kapacitása 2007-ben, különböző életkorú növényegyedek esetében ($p=0,000273$) x: szignifikánsan különböző állományok $p\leq 0,05$ megbízhatósági szinten

Ez esetben az összes fenoltartalomnál tapasztaltakkal megegyező eredményt kaptunk. Az idősebb, 3. éves előregedő állomány kivonata szignifikánsan magasabb összantioxidáns kapacitással volt jellemezhető ($0,67\pm 0,04$ mg ASE/ml). Ennek megfelelően a három éven keresztül vizsgált állományban, az összes fenoltartalomhoz hasonlóan az összantioxidáns kapacitásnak is növekednie kellett volna. Az ennek ellenére megfigyelt csökkenés okát nem ismerjük.

6.1.7.4. A fenológia fázis hatása a közönséges gyíkfű kivonatának összantioxidáns kapacitására

2007 júniusában a négy különböző fenológiai fázisban – leveles, bimbós, teljes virágzásban lévő, elvirágozott hajtások – begyűjtött minták összantioxidáns kapacitását a 46. ábra és az 5/F melléklet szemlélteti. A megegyező fenológiai fázisokban vizsgált kerti kakukkfű minták eredményeit ez esetben is külön fejezetben közöljük.

Az összes fenoltartalomhoz és rozmaringsav-tartalomhoz hasonlóan ez esetben is a leveles hajtásokban mértük a legnagyobb értékeket ($1,21\pm 0,01$ mg ASE/ml). Eltérés viszont, hogy a bimbós hajtások összantioxidáns kapacitása nem maradt el szignifikánsan a leveles hajtásoktól. A legkisebb értékekkel ez esetben is az elvirágozó hajtások voltak jellemezhetőek ($0,47\pm 0,04$ mg ASE/ml) (5/F melléklet).



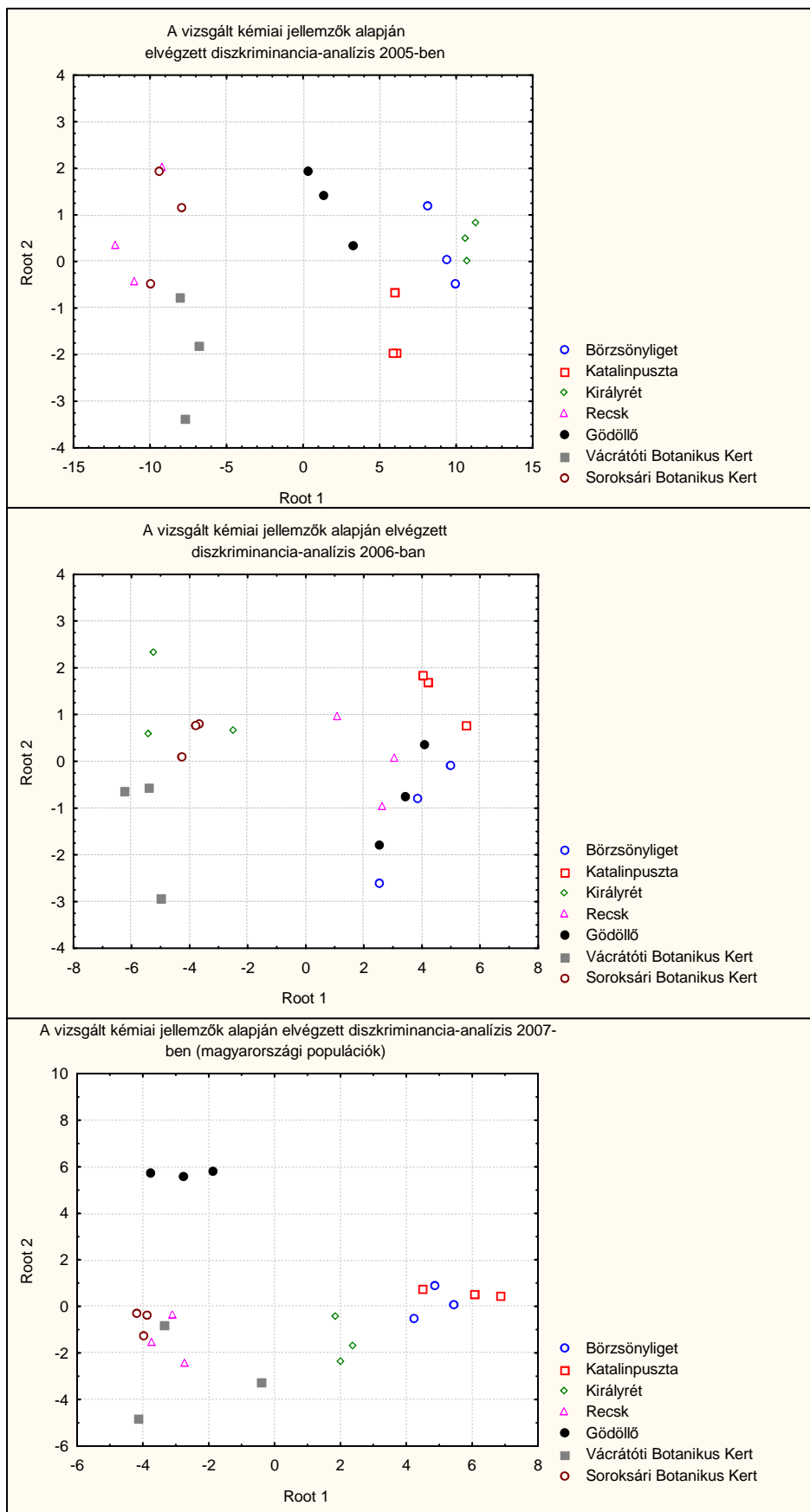
46. ábra: A közönséges gyíkfű kivonatának összantioxidáns kapacitása különböző fenológiai fázisokban ($p=0,00002$) x: szignifikánsan különböző érték $p\leq 0,05$ megbízhatósági szinten

A kivonatokban mérhető összantioxidáns kapacitás tehát csökkenő tendenciát mutatott a hajtások fejlődése során. A magasabb összes fenoltartalom (36. ábra) és rozmaringsav-tartalom (41. ábra) egyértelműen befolyásolta a növényi kivonatok antioxidáns jellegét, itt egyedüli eltérés a bimbós fázisban alakult ki. Itt szintén olyan vegyületek halmozódhattak fel – C- és K-vitamin (Dorosh és Domaratskaya, 1954), ásványi elemek (Wang et al., 1994a; Ma et al., 2004), mono- és poliszacharidok (Natherova és Rezacova, 1972; Xu et al., 1999; Chiu et al., 2004) – melyek nem fenolos jellegűek, de hatást gyakorolhattak a kialakult összantioxidáns kapacitásra. Kondrashov és munkatársai (2008) a vörösbor antioxidáns hatáserősségének vizsgálatakor arra a következtetésre jutottak, hogy a kimutatott fenoltartalommal mintegy szinergista hatást kifejtve a kivonatokban előforduló magas ásványi anyag- és vitamintartalom pozitív irányban befolyásolták az eredményeket. A legfontosabb fenolos vegyületeket külön-külön vizsgálva ugyanis meg sem közelíthetők az általuk mért értékek (Vinson et al., 2001).

6.1.8. A közönséges gyíkfű populációinak elkülönítése a vizsgált kémiai paraméterek alapján

Amennyiben minden évben elvégzünk egy diszkriminancia-analízist a populációk összes fenoltartalma, rozmaringsav-tartalma és összantioxidáns kapacitása alapján, úgy a populációk elkülöníthetők egymástól (47. ábra).

A 47. ábra alapján külön csoportot alkot a börzsönyligeti és katalinpusztai populáció, a két botanikus kertből származó állomány (vácártóti és soroksári) szintén elkülönült. A gödöllői állomány 2005-ben és 2007-ben is teljesen önálló csoportot alkotott. A leginkább heterogén képet a recski, illetve a királyréti állomány szolgáltatta, mely növényállományok hatóanyag-tartalma és összantioxidáns kapacitása az egyes évek során jelentősen megváltozott.



47. ábra: A magyarországi közönséges gyűjtemények populációk elkülönítése 2005-ben, 2006-ban és 2007-ben diszkriminancia-analízissel a populációk összes fenoltartalma, rozmaringsav-tartalma és ősszantioxidáns kapacitása alapján

6.2. A kerti kakukkfű beltartalmi tulajdonságait befolyásoló tényezők

6.2.1. Különböző kerti kakukkfű fajták beltartalmi paramétereit és antioxidáns kapacitásukat

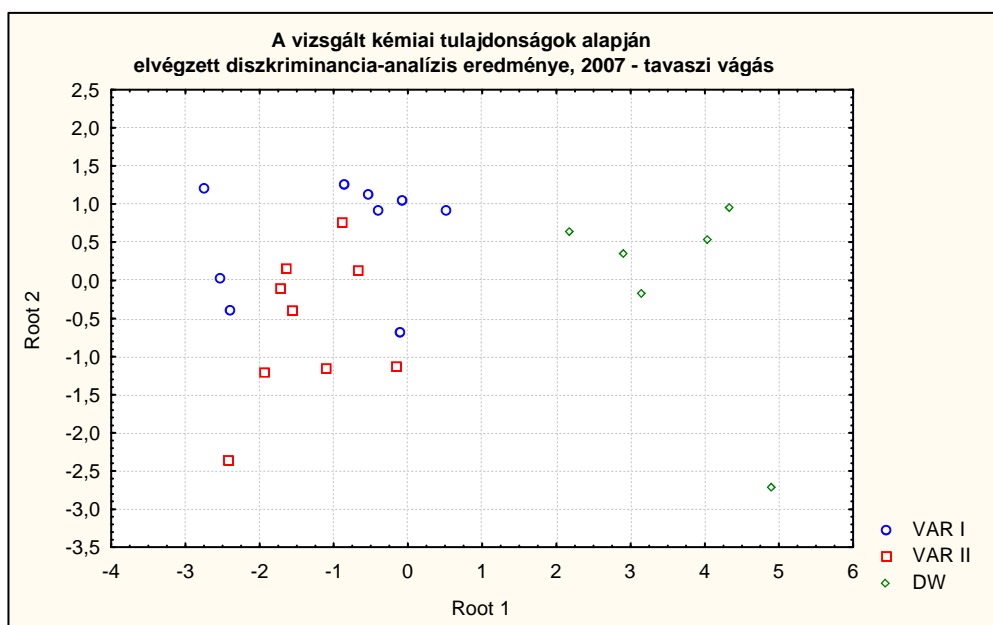
A 2007-es vizsgálati évben három különböző kerti kakukkfű fajtát – ‘Varico I’, ‘Varico II’, ‘Deutscher Winter’ – hasonlítottunk össze illóolajtartalmuk (ml/100 g száraz anyag), illóolaj-összetételük (timol %-os aránya az illóolajon belül), összes fenoltartalmuk (mg GSE/ml), rozmaringsav-tartalmuk (mg/g) és antioxidáns-kapacitásuk (mg ASE/ml) alapján. Az állományokat azonos időpontban, 2006 tavaszán létesítettük, a növényeket a kísérleti területen egymás mellé ültettük ki. A felsorolt jellemzőket két vágási időpontban (május, szeptember) vizsgáltuk. A tavaszi vágás eredményeit a 7. táblázat és a 48. ábra, míg az őszi vágási időpontban mért eltéréseket a 8. táblázat és a 49. ábra mutatja be.

7. táblázat: Különböző kerti kakukkfű fajták beltartalmi jellemzői és antioxidáns kapacitásuk a 2007-es év tavaszi vágási időpontjában (* p < 0,05)

Vizsgált fajták (átlag±szórás)	VAR I		VAR II		DW		p*
Beltartalmi jellemzők	CV%	CV%	CV%	CV%	CV%	CV%	
Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	1,58 ± 1,24	78	1,76 ± 0,76	43	0,95 ± 0,21	22	0,316355
Timol százalékos mennyisége (%)	73,13 ± 5,53	8	73,87 ± 6,45	9	53,69 ± 14,19	26	0,000378
Összes fenoltartalom (mg GSE/ml)	0,62 ± 0,08	13	0,82 ± 0,11	13	1,58 ± 1,02	65	0,030497
Rozmaringsav-tartalom (mg/g)	31,20 ± 6,10	20	33,5 ± 2,30	7	19,80 ± 4,80	24	0,000038
Antioxidáns kapacitás (mg ASE/ml)	0,86 ± 0,19	22	0,74 ± 0,19	26	0,96 ± 0,22	23	0,138170

A vizsgált tulajdonságok alapján a két ‘Varico’ fajta között nem volt lényeges különbség. A ‘Deutscher Winter’ fajta azonban a timol %-os mennyiségében, a kivonatok összes fenoltartalmában és rozmaringsav-tartalmában is szignifikáns eltéréseket mutatott. Fontos azonban felhívni a figyelmet a szórások nagyságára az illóolaj mennyiségi jellemzőinél. A két, korábbi publikációkban (Rey és Sáez, 2002; Pank és Krüger, 2003) igen homogénnek leírt ‘Varico’ fajta erősen heterogén képet mutatott ezen tulajdonság tekintetében (CV % > 40) (7. táblázat).

Az összes fenoltartalomnál a ‘Deutscher Winter’ fajta mutatott rendkívül nagy eltéréseket, a fajtán belüli maximum érték 3,249 mg GSE/ml, a minimum 0,775 mg GSE/ml volt (CV%: 65). Az állomány átlagosan nagy összes fenoltartalma nem állt összefüggésben a növények rozmaringsav-tartalmával, hisz a három fajta közül a német rendelkezett szignifikánsan a legalacsonyabb százalékos rozmaringsav-mennyiséggel, illóolaján belül a timol aránya szintén kicsi volt (7. táblázat). A közönséges gyíkfűhöz hasonlóan azonban ez esetben is ajánlott volna meghatározni a vizes kivonatok pontos összetételét.



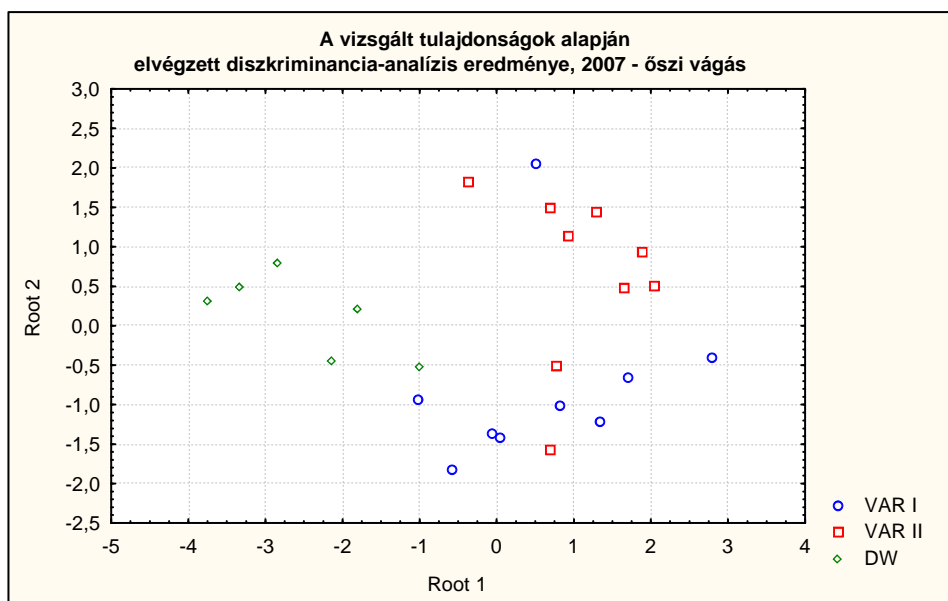
48. ábra: Különböző kerti kakukkfű fajták elkülönítése a 2007-es év tavaszi vágása során, diszkriminancia-analízissel a vizsgált paraméterek alapján (VAR I : ‘Varico I’; VAR II: ‘Varico II’., DW: ‘Deutscher Winter’)

Az elvégzett diszkriminancia analízis alapján jól látszik, hogy a németországi ‘Deutscher Winter’ fajta a vizsgált tulajdonságok alapján egyértelműen elkülönült a két svájci nemesítésű kerti kakukkfű fajtától. A két Varico tehát mind az illékony, mind a nem illékony komponensek területén nagyfokú hasonlóságot mutatott, kivonataik összantioxidáns kapacitása is megegyező volt, egyúttal azt is feltételezve, hogy a 2007-es év száraz, meleg környezeti feltételeikre is közel azonosan reagáltak.

8. táblázat: Különböző kerti kakukkfű fajták beltartalmi jellemzői és összantioxidáns kapacitásuk a 2007-es év őszi vágási időpontjában (* $p < 0,05$)

Vizsgált fajták (átlag±szórás)	VAR I		VAR II		DW		p*
Beltartalmi jellemzők	VAR I	CV%	VAR II	CV%	DW	CV%	
Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	1,60 ± 0,46	29	1,82 ± 0,44	24	1,80 ± 0,96	53	0,731602
Timol százalékos mennyisége (%)	54,24 ± 7,53	14	54,04 ± 6,93	13	49,09 ± 8,02	16	0,371325
Összes fenoltartalom (mg GSE/ml)	0,37 ± 0,05	14	0,43 ± 0,06	14	0,47 ± 0,10	21	0,054804
Rozmaringosav-tartalom (mg/g)	20,20 ± 9,00	45	10,5 ± 9,20	88	26,4 ± 7,20	27	0,006521
Összantioxidáns kapacitás (mg ASE/ml)	0,42 ± 0,07	17	0,43 ± 0,11	26	0,59 ± 0,11	19	0,007979

Az őszi vágási időpontban a vizsgált kerti kakukkfű fajták között szignifikáns különbség csak a növényi részek rozmaringsav-tartalma és a kivonatok összantioxidáns-kapacitása között volt (8. táblázat). Ez utóbbi tulajdonság esetében a két Varico elmaradt a ‘Deutscher Winter’ fajtában mért eredményektől. A két Varico fajta csupán az őszi vágás során mért rozmaringsav-tartalomban tért el egymástól. A ‘Varico II’ fajtában szignifikánsan kevesebb rozmaringsavat mértünk, igaz ezen tulajdonság esetében mindkét Varico állomány nagy szórással rendelkezett (CV%: 45, illetve 88).



49. ábra: Különböző kerti kakukkfű fajták elkülönítése a 2007-es év őszi vágása során, diszkriminancia-analízissel a vizsgált paraméterek alapján (VAR I : 'Varico I'; VAR II: 'Varico II', DW: 'Deutscher Winter')

Az őszi vágási időpontból származó adatok alapján ismét elvégeztük a fajták elkülönítését szemléltető diszkriminancia-analízist (49. ábra). A 'Deutscher Winter' fajta ez esetben is elkülönült a két 'Varico' fajtától, ám ebben az esetben nagyobb átfedés volt tapasztalható a növényállományok között.

A vizsgált fajták illékony komponensei esetében egyik vágási időpontban sem tapasztaltunk lényeges eltéréseket. A Varico fajták esetében a termesztés harmadik évében mérték átlagosan a legmagasabb illóolaj-tartalmat (3,9 %) (Rey és Sáez, 2002), kísérletünkben a második évben átlagosan 1,6-1,8 % közötti eredményeket kaptunk, melyek meghaladták a Gyógyszerkönyvi előírást (PhHg. VIII., 2004). A 'Deutscher Winter' fajta a tavaszi vágás során kissé elmaradt a két svájci fajtától, ősszel azonban hasonló, átlagosan 1,8 %-os illóolajtartalommal volt jellemezhető. Nehezen magyarázható az illóolaj mennyiségében tapasztalt jelentős heterogenitás, hisz korábban, egy németországi kísérletben a két Varico fajtát találták a leghomogénebbnek, a variációs koefficiensek az illóolajtartalom esetében nem haladták meg a 25 %-ot (Pank és Krüger, 2003). Elképzelhető, hogy 2007 tavaszán az extrém száraz, meleg környezeti feltételekre a növényegyedek nem egyformán reagáltak, hisz az őszi vágási időpontban (jóval hűvösebb és csapadékosabb időjárási viszonyok mellett) a CV %-ok is csökkentek.

A kivonatok összes fenoltartalma és összantioxidáns kapacitása alapján viszont egyértelműen el lehetett különíteni egymástól a svájci és német fajtákat. Mindkét tulajdonság tekintetében a német 'Deutscher Winter' fajta rendelkezett magasabb értékekkel (mindkét vágási időpontban, melyek időjárási körülményei jelentősen különböztek egymástól). Természetesen

további, több éven át tartó megfigyelésekre lenne szükség annak igazolására, hogy ezek a tulajdonságok mennyiben tekinthetők fajtajellemzőknek.

6.2.2. Az életkor és évjárat hatása a kerti kakukkfű beltartalmi paramétereire és összantioxidáns kapacitására

Korábban Pluhár et al. (2003) utalt arra, hogy a kerti kakukkfű beltartalmi tulajdonságainak értékelésekor nehezen választható el egymástól az évjárt- és életkorhatás. A kérdéskör részletesebb körüljárásához a 'DW' német fajtából, ugyanazon vetőmagból 2005-ben és 2006-ban is létesítettünk állományokat a soroksári kísérleti telepen. Így lehetőségünk nyílt az egyes évjáratok, illetve a 2007-es évben az életkor hatásának vizsgálatára is. A tavaszi vágási időpontok eredményeit a 2006 és 2007-es vizsgálati években a 9. táblázat szemlélteti.

9. táblázat: A 'DW' kerti kakukkfű fajta beltartalmi paramétereinek és összantioxidáns kapacitása a 2006-os és 2007-es tavaszi vágások során (*p<0,05)

'DW' fajta beltartalmi jellemzői (átlag±szórás)	2006 tavasza	CV%	2007 tavasza	CV%	p*
Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	0,68 ± 0,34	50	0,46 ± 0,16	35	0,355768
Timol százalékos aránya (%)	64,87 ± 13,23	20	72,77 ± 14,59	20	0,246528
Összes fenoltartalom (mg GSE/ml)	0,40 ± 0,07	17,5	0,95 ± 0,11	12	0,000000
Rozmaring-sav-tartalom (mg/g)	15,50 ± 3,60	23	26,90 ± 5,10	19	0,000051
Összantioxidáns kapacitás (mg ASE/ml)	0,53 ± 0,15	28	0,95 ± 0,17	18	0,000046

A tavaszi vágások során csupán két év vizsgálati eredményeit tudtuk figyelembe venni. A két év tavaszi időjárása jelentősen eltért egymástól, erre már korábban is utaltunk. Ez azonban nem volt szignifikáns hatással az állományok illóolaj-tartalmára, illetve a timol százalékos arányára az illóolajon belül (9. táblázat). Annak ellenére, hogy bizonyított tény, a kerti kakukkfű levelében az illóolaj képződését a fény erősen befolyásolja (Yamamura et al., 1989) a 2007 tavaszán tapasztalt magas hőmérséklet és igen kevés csapadékmennyiség miatt ez nem tudott kellően érvényesülni. Az illóolaj-tartalom tehát a várt eredménnyel szemben csökkent, de nem szignifikánsan. A fenolos komponensek esetén azonban jelentős eltéréseket tapasztaltunk. Mindkét mért tulajdonság tekintetében (összes fenoltartalom, rozmaring-sav-tartalom) a 2007-es évben mértünk szignifikánsan nagyobb értékeket, a kivonatok összantioxidáns kapacitása szintén ekkor volt kiugróan magas. Az őszi vágási eredmények összehasonlítását a 10. táblázat mutatja be.

10. táblázat: A 'DW' kerti kakukkfű fajta beltartalmi paramétereit és összantioxidáns kapacitása a 2005-ös, 2006-os és 2007-es vizsgálati évek őszi vágása során (* p< 0,05)

'DW' fajta beltartalmi jellemzői (átlag±szórás)	2005 őszi	CV%	2006 őszi	CV%	2007 őszi	CV%	p*
Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	1,54 ± 0,51	33	1,35 ± 0,60	44	0,52 ± 0,39	75	0,000610
Timol százalékos mennyisége (%)	47,36 ± 5,47	11,5	55,96 ± 9,69	17	47,92 ± 8,91	19	0,064604
Összes fenoltartalom (mg GSE/ml)	0,43 ± 0,06	14	0,94 ± 0,11	12	0,37 ± 0,04	11	0,000000
Rozmaringosav-tartalom (mg/g)	13,20 ± 2,00	15	11,20 ± 2,40	21	21,40 ± 4,20	20	0,000000
Összantioxidáns kapacitás (mg ASE/ml)	0,49 ± 0,23	47	0,66 ± 0,16	24	0,42 ± 0,08	19	0,132264

Az őszi vágások esetén már a telepítés évében is tudunk vizsgálatokat végezni, így ebben az esetben 3 év adatai álltak a rendelkezésünkre. Az illóolaj esetében folyamatos csökkenés volt megfigyelhető a változó időjárási körülményektől függetlenül (2006 ősze volt a legmelegebb és legnaposabb). A timol százalékos arányában szignifikáns változás nem volt tapasztalható a különböző években, míg az összes fenoltartalom ismételt a melegebb, szárazabb időjárási feltételek mellett volt megfigyelhető, 2006 őszi. A rozmaringosav-tartalom esetén 2005-ben és 2006-ban lényeges különbség nem volt mérhető, míg a 2007-es évben a tavaszi vágáshoz hasonlóan az őszi vágás során is mennyiségbeli emelkedést tapasztaltunk. Az összantioxidáns kapacitás az összes fenoltartalomhoz hasonlóan 2006 őszi volt a legnagyobb, ez azonban statisztikailag nem volt igazolható (10. táblázat).

A két különböző vágási időpont esetében a fenolos komponensek felhalmozódása és a növényi kivonatok összantioxidáns-kapacitása mindkét esetben abban az évben volt nagyobb, amikor az időjárás melegebb, szárazabb, naposabb volt. Ez a tavaszi vágási időpontban a 2007-es évet, míg az őszi vágások esetén a 2006-os évet jellemezte. Az illóolaj mennyisége mindkét vágási időpontban csökkent az életkor előrehaladtával, míg a timol mennyiségében nem okozott szignifikáns eltéréseket az évjárást. A rozmaringosav mennyisége azonban épp ellentétes tendenciát mutatott, mennyisége az idősödő állományokban (szintén az időjárási paramétereiktől függetlenül) megnőtt.

Az életkor hatásának feltárásához 2007-ben két eltérő életkorú, de azonos szaporítóanyagból származó kerti kakukkfű állományt is megvizsgáltunk, a DW fajta 2. és 3. éves populációját. A kapott eredményeket a 11. és 12. táblázatokban foglaltuk össze.

11. táblázat: Különböző korú DW kerti kakukkfű állományok beltartalmi paramétereit és összantioxidáns kapacitásuk a 2007-es vizsgálati év tavaszán (* p< 0,05)

'DW' fajta beltartalmi jellemzői (átlag±szórás)	2. éves	CV%	3. éves	CV%	p*
Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	0,95 ± 0,21	22	0,46 ± 0,16	35	0,002310
Timol százalékos aránya (%)	53,69 ± 14,19	26	72,77 ± 14,59	20	0,026156
Összes fenoltartalom (mg GSE/ml)	1,58 ± 1,02	65	0,95 ± 0,11	12	0,072176
Rozmaringosav-tartalom (mg/g)	19,80 ± 4,80	24	26,90 ± 5,10	19	0,017247
Összantioxidáns kapacitás (mg ASE/ml)	0,96 ± 0,22	23	0,95 ± 0,17	18	0,893178

12. táblázat: Különböző korú DW kerti kakukkfű állományok beltartalmi paramétereit és összantioxidáns kapacitásukat a 2007-es vizsgálati év őszi (* p < 0,05)

'DW' fajta beltartalmi jellemzői (átlag±szórás)	2. éves	CV%	3. éves	CV%	p*
Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	1,80 ± 0,96	53	0,52 ± 0,39	75	0,001437
Timol százalékos aránya (%)	49,09 ± 8,02	16	47,92 ± 8,91	19	0,799053
Összes fenoltartalom (mg GSE/ml)	0,47 ± 0,1	21	0,37 ± 0,04	11	0,026727
Rozmaringosav-tartalom (mg/g)	26,38 ± 7,2	27	21,39 ± 5,9	28	0,111813
Összantioxidáns kapacitás (mg ASE/ml)	0,59 ± 0,11	19	0,42 ± 0,08	19	0,004090

Ebben az esetben is beigazolódott, hogy az életkor előrehaladtával csökken a növények illóolaj-tartalma (11. és 12. táblázat). Korábban Pluhár et al. (2003) szintén beszámolt arról, hogy az illóolaj felhalmozódás szempontjából egyértelműen a fiatalabb növényegyedek rendelkeznek előnyösebb tulajdonságokkal. Pank és Krüger (2003) ugyancsak szignifikáns illóolaj-mennyiségbeli csökkenést tapasztaltak a 2. éves kerti kakukkfű állományokban. A tavaszi vágás során a timol százalékos aránya az illóolajon belül a 3. éves tövekben statisztikailag igazoltan magasabb volt (11. táblázat), mint a 2. éves állományban, s ez szintén összhangban áll Pank és Krüger (2003) eredményeivel, akik az idősebb állomány illóolajában mértek magasabb timol tartalmat.

A kerti kakukkfű nem illékony, fenolos komponenseinek esetében korábban Péterfalvi (2008) diplomadolgozatában a 2007-es évet kedvezőbbnek ítélte meg rozmaringsav-felhalmozódás szempontjából, mint 2006-ot. Az életkor szempontjából azonban egyértelmű következtetést nem tudott levonni, 2006-ban ugyanis az 5. éves, míg 2007-ben a 4. éves állományok teljesítettek a legjobban. Vizsgálataink alapján a növényi kivonatok összes fenoltartalma és az ezzel szoros összefüggést mutató összantioxidáns kapacitás mértéke, a két vágási időpontban mért igen eltérő eredmények miatt nem köthető egyértelműen a növények életkorához. Mindkét tulajdonság tekintetében elsősorban a mindenkori környezeti feltételek (évjáráthatás) szabták meg a mennyiségi paramétereiket. Ennek megfelelően 2006-ban az őszi vágás során, míg 2007-ben tavasszal mértünk magasabb értékeket. A rozmaringsav-tartalom esetében sem tudtunk egyértelmű következtetést levonni. A meleg, száraz időjárási körülmények között elvégzett tavaszi vágás során az idősebb tövekben halmozódott fel szignifikánsan nagyobb mennyiségű rozmaringsav, míg a jóval hűvösebb, csapadékosabb őszi vágási időpontban már nem mutatkozott jelentős eltérés a különböző korú állományok között.

6.2.3. A vágási idő hatása a kerti kakukkfű beltartalmi paramétereire és összantioxidáns kapacitására

A kerti kakukkfű esetében már több esetben is vizsgálták a betakarított drog minőségét a tavaszi és az őszi vágási időpontban. Számos kísérletben igazolták, hogy az illóolaj-tartalom a

tavaszi vágás során magasabb (McGimpsey et al., 1994; Pluhár et al., 2003; Atti-Santos et al., 2004). Hornok és munkatársai (1975), illetve Macchia és munkatársai (2002) azonban őszi vágási időpontokban mérték magasabb illóolaj-tartalmat a levágott hajtásokban.

Kísérletünkben 2 éven keresztül vizsgáltuk a 2005-ben létesített 'DW' fajta és a 'Kalocsai' köztermesztésű populáció állományát tavaszi és őszi vágási időpontokban. Eredményeinket a 13. és 14. táblázatokban foglaltuk össze.

13. táblázat: A 'Deutscher Winter' és 'Kalocsai' kerti kakukkfű állományok beltartalmi tulajdonságai és összantioxidáns kapacitásuk 2006-ban, két különböző vágási időpontban (* p< 0,05)

Vizsgált tulajdonságok	Vágási idők 2006-ban					
	'DW'			'Kalocsai'		
	tavaszi	ősz	p*	tavaszi	ősz	p*
Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	0,68 ± 0,34	1,35 ± 0,60	0,010211	1,35 ± 0,46	1,50 ± 0,84	0,656064
Timol százalékos aránya (%)	64,87 ± 13,23	55,96 ± 9,69	0,122558	68,9 ± 10,02	55,73 ± 9,70	0,012098
Összes fenoltartalom (mg GSE/ml)	0,4 ± 0,07	0,94 ± 0,11	0,000000	0,43 ± 0,06	0,77 ± 0,14	0,000005
Rozmaringsav-tartalom (mg/g)	15,50 ± 3,60	11,20 ± 2,40	0,010427	13,80 ± 2,70	12,00 ± 3,10	0,215534
Összantioxidáns kapacitás (mg ASE/ml)	0,53 ± 0,15	0,66 ± 0,16	0,081450	0,64 ± 0,15	0,58 ± 0,18	0,429326

14. táblázat: A 'Deutscher Winter' és a 'Kalocsai' kerti kakukkfű állományok beltartalmi tulajdonságai és összantioxidáns kapacitásuk 2007-ben, két különböző vágási időpontban (* p< 0,05)

Vizsgált tulajdonságok	Vágási idők 2007-ben					
	DW			Kalocsai		
	tavaszi	ősz	p	tavaszi	ősz	p
Illóolaj-tartalom (ml/100 g)	0,7 ± 0,73	0,52 ± 0,39	0,531843	0,44 ± 0,28	0,58 ± 0,38	0,370595
Timol százalékos aránya (%)	72,77 ± 14,59	47,92 ± 8,91	0,000484	74,16 ± 13,66	47,23 ± 12,65	0,000509
Összes fenoltartalom (mg GSE/ml)	0,95 ± 0,11	0,37 ± 0,04	0,000000	0,91 ± 0,07	0,41 ± 0,05	0,000000
Rozmaringsav-tartalom (mg/g)	26,90 ± 5,10	21,40 ± 4,20	0,023148	17,60 ± 9,60	11,90 ± 8,10	0,187705
Összantioxidáns kapacitás (mg ASE/ml)	0,95 ± 0,17	0,42 ± 0,08	0,000000	0,86 ± 0,14	0,51 ± 0,09	0,000012

A szakirodalmi adatokkal ellentétben 2007-ben a vágási idő egyáltalán nem befolyásolta a felhalmozott illóolaj mennyiségét, 2006-ban pedig az őszi vágási időpontban mértünk szignifikánsan nagyobb illóolaj-tartalmat a DW állományon belül. A timol illóolajon belüli százalékos aránya azonban minden esetben szignifikánsan lecsökkent az őszi vágás során, prekursorainak (p-cimol, gamma-terpinén) mennyisége pedig megnőtt, ami teljes mértékben megegyezik a korábbi hazai (Pluhár et al., 2003; Dienes, 2003; Kamondy, 2005) és külföldi (Hudaib et al., 2002; Macchia et al., 2002; Atti-Santos et al., 2004) eredményekkel.

A növényi kivonatok összes fenoltartalma 2006-ban mindkét növényállományban az őszi vágási időpontban volt szignifikánsan nagyobb (13. táblázat), míg 2007-ben statisztikailag igazoltan a tavaszi vágáskor mértünk jóval több összes fenoltartalmat a növényi kivonatokban (14. táblázat).

A rozmaringsav-tartalom esetében csupán a DW állományon belül okozott szignifikáns eltérést a vágási idő, mégpedig mindkét évben a tavaszi vágás javára. A kalocsai állományon belül azonban szintén a tavaszi vágási időben mértünk nagyobb rozmaringsav-tartalmat, így úgy tűnik, a rozmaringsav-tartalom alakulására a vágási időnek bizonyítható hatása van.

Az összantioxidáns kapacitás tekintetében 2007-ben szintén a tavaszi vágási időponthoz kötődtek a szignifikánsan magasabb eredmények, 2006-ban viszont statisztikailag is igazolható eltérés nem volt tapasztalható a tavaszi és az őszi mintagyűjtések között (13. táblázat).

Az összes fenoltartalom és összantioxidáns kapacitás tekintetében valószínűsíthető, hogy elsősorban a vágási időpontokhoz kötődő időjárási feltételek szabták meg az eredményeket. 2006-ban ugyanis az őszi vágási időpontban, míg 2007-ben tavasszal volt tapasztalható a sokévi átlagnál szárazabb, melegebb és naposabb időjárás. Eredményeink tehát összhangban állnak Hidalgo és munkatársai (1998), illetve Celiktas és munkatársai (2007) megállapításával, miszerint a fenolos vegyületek felhalmozódása a gyűjtéskor tapasztalható időjárási és élőhelyi adottságok által erősen befolyásolt.

6.2.4. A fenológiai fázis hatása a kerti kakukkfű nem illékony, fenolos komponenseire és összantioxidáns kapacitására

A közönséges gyíkfűhöz hasonlóan a kerti kakukkfű esetében is vizsgáltuk a különböző fenológiai fázisokban begyűjtött minták összes fenoltartalmát, összantioxidáns kapacitását és rozmaringsav-tartalmát. A 3. éves Kalocsai köztermesztésű populációban jelöltük ki azon növényegyedeket, melyekről 4 alkalommal gyűjtöttünk mintát leveles, bimbós, teljes virágzásban lévő és elvirágzott stádiumban. A kisebb mintamennyiség miatt ebben az esetben csak a nem illékony, fenolos komponenseket és a kivonatok összantioxidáns kapacitását vizsgáltuk, eredményeinket a 15. táblázat szemlélteti.

15. táblázat: Különböző fenológiai fázisokban begyűjtött kerti kakukkfű minták összes fenoltartalma, rozmaringsav-tartalma és összantioxidáns kapacitása (* $p < 0,05$)

'Kalocsai' fajta beltartalmi jellemzői (átlag±szórás)	Összes fenol (mg GSE/ml)	CV %	Rozmaringsav (mg/g)	CV%	Összantioxidáns kapacitás (mg ASE/ml)	CV %
Leveles hajtások	0,76 ± 0,08	11	6,30 ± 0,90	14	0,74 ± 0,20	27
Bimbós hajtások	0,60 ± 0,01	2	5,80 ± 1,90	33	0,47 ± 0,13	28
Virágzó hajtások	0,62 ± 0,04	6	7,70 ± 0,50	6	0,60 ± 0,08	13
Elvirágzó hajtások	0,65 ± 0,09	14	7,40 ± 2,50	34	0,65 ± 0,17	26
p*	0,028380		0,457210		0,058291	

A közönséges gyíkfűnél tapasztaltakkal ellentétben (36., 41. és 46. ábrák) a kerti kakukkfű esetében csupán az összes fenoltartalom esetében tudtunk szignifikáns különbséget kimutatni az egyes fenológiai fázisok között (15. táblázat). A kerti kakukkfűnél is a leveles hajtások rendelkeztek szignifikánsan nagyobb összes fenoltartalommal. A rozmaringsav-tartalom esetében nem volt szignifikáns eltérés, itt a teljes virágzásban lévő, illetve elvirágzott hajtások rendelkeztek nagyobb értékekkel. A kivonatok összantioxidáns kapacitása az összes fenoltartalomhoz hasonlóan leveles stádiumban volt a legnagyobb, de a nagyobb szórások miatt ez statisztikailag nem volt igazolható.

6.3. A vizsgált fajok összehasonlító értékelése az általuk felhalmozott fenolos jellegű komponensek és kivonataik összantioxidáns kapacitása alapján

Kísérleteink során két növényfaj vizsgálatát tűztük ki célul a *Lamiaceae* növény családból, melyek származásuk és ökológiai igényeik alapján is jelentősen eltérnek egymástól. Mindkét növényfaj esetében a fenolos jellegű komponensek felhalmozódását befolyásoló főbb tényezőket kívántuk feltárni.

Eredményeinkből kitűnik, hogy mindkét növényfaj igen hasonlóan reagált a 2007-es év kiemelkedően száraz, meleg és napos környezeti feltételeire, hisz a közönséges gyíkfű és a kerti kakukkfű esetében is ebben az időszakban mértünk kiugróan nagy összes fenoltartalmat és rozmaringsav-tartalmat. Úgy tűnik, ez utóbbi tulajdonság a statisztikai kiértékelés alapján a közönséges gyíkfűnél inkább az évjáráthatásnak, míg a kerti kakukkfű esetében nagyobb részt az életkor hatásának köszönhető. A fenolos hatóanyag-tartalommal összhangban a kivonatok összantioxidáns kapacitása szintén 2007-ben volt a legnagyobb.

A közönséges gyíkfű esetében az idősebb, termesztett állomány rendelkezett szignifikánsan nagyobb összes fenoltartalommal és összantioxidáns kapacitással, míg a kerti kakukkfűnél a vágási idők eltérő időjárás paraméterei erősen befolyásolták az eredményeket. A tavaszi vágási időpontban csupán a rozmaringsav-tartalom tekintetében volt statisztikailag is igazolható eltérés (az idősebb állomány javára), míg ősszel mind az összes fenoltartalom, mind pedig az összantioxidáns kapacitás szempontjából a fiatalabb, 2. éves állomány produkált szignifikánsan nagyobb eredményeket. Tehát a korábbi kísérleti eredményekkel összhangban (Pluhár et al., 2003) az évjárat és az életkor befolyásoló hatását nem lehetett egyértelműen elkülöníteni egymástól.

A különböző fenológiai fázisban begyűjtött minták esetében, a szakirodalmi adatoknak megfelelően (del Baño et al., 2003) a fiatalabb, leveles hajtások esetében volt nagyobb a kivonatok összes fenoltartalma. A közönséges gyíkfű esetében mindhárom vizsgált tulajdonság tekintetében a leveles hajtásokban mértük szignifikánsan a legnagyobb értékeket, míg a kerti kakukkfű kivonatában csupán az összes fenoltartalom volt statisztikailag is igazoltan kiemelkedően nagy a leveles hajtásokban; a rozmaringsav-tartalom szempontjából a virágzó hajtások, míg az

összantioxidáns kapacitás tekintetében a leveles hajtásokban mértünk nagyobb értékeket, szignifikáns különbség azonban nem volt tapasztalható.

A modellfajok esetében vizsgáltuk a fenolos vegyületek felhalmozódásának és a kivonatok antioxidáns kapacitásának esetleges populációhoz vagy fajtához köthető karakterét is. Mindkét esetben elkülöníthetővé váltak az egyes populációk a vizsgált tulajdonságok alapján; a közönséges gyíkfű állományok közül a vácrátóti és soroksári botanikus kerti természetes populációk mind a három kísérleti évben kiegyenlített, megfelelő hatóanyag-tartalommal és összantioxidáns kapacitással rendelkeztek, míg a kerti kakukkfű fajtáknál a 'Deutscher Winter' (DW) halmozott fel több fenolos komponenst. Ez utóbbi növényfaj esetében azonban tekintettel kell lennünk arra a tényre, hogy ezt a fajtát Németországban, szelekcióval állították elő, míg a 'Varico' fajták egyik szülővonala É-Olaszországból származik. A hűvösebb klímához adaptálódott német szelektált fajta számára valószínűleg nagyobb stresszt jelentett a 2007-es száraz, napos, meleg időjárás, így több fenolos komponenst halmozott fel, és ezzel együtt erősebb antioxidáns aktivitást mutatott, mint a Varico fajták.

Habár a közönséges gyíkfű összes fenoltartalma egyetlen esetben sem érte el a kerti kakukkfű kivonatában mért értékeket, a növények rozmaringsav-tartalma és kivonataik összantioxidáns kapacitása több esetben is meghaladta az összehasonlítási alapot képező kerti kakukkfű állományokat. A termesztésbevonás során jelentősen emelkedtek a vizsgált paraméterek értékei, valószínűleg a direkt napfény, megemelkedett hőmérsékleti értékek hatására. A növényben rejlő potenciált jól mutatják az Olaszországból származó minták szignifikánsan nagy értékei is. A prognosztizált, részben mediterrán éghajlati feltételekre hasonlító jövőbeni környezeti feltételek mellett (Melillo, 1993; Jarvis, 1998) tehát a hatóanyagok további emelkedése várható, így a közönséges gyíkfű a közismerten erős antioxidáns hatású kerti kakukkfűvel is versenyképesnek tekinthető.

6.4. Új tudományos eredmények

A 2005-2007 évek során végzett kísérleteink eredménye alapján az alábbi új tudományos eredményeket értük el:

1. Három éves kísérletünk során megállapítottuk, hogy a közönséges gyíkfű esetében, más *Lamiaceae* fajokhoz hasonlóan (rozmarying – Engel, 2005; kakukkfű – Stefanovits, 2008), a vizes kivonatokban mérhető a minták többségében szignifikánsan nagyobb összes fenoltartalom és összantioxidáns kapacitás.
2. A közönséges gyíkfű esetében elsőként végeztünk morfológiai és hatóanyagtartalomra vonatkozó vizsgálatokat a növény magyarországi természetes állományaiiban. A vizsgálatok alapján megállapítottuk:
 - A hazai, vadon termő közönséges gyíkfű populációk nagyfokú morfológiai eltéréseket mutattak, mely bizonyítja a faj jó alkalmazkodóképességét. Ez a tulajdonság egyben segíti a faj termesztésbevonását is.
 - Hatóanyag-tartalom (összes fenoltartalom, rozmaringsav-tartalom) és az összantioxidáns kapacitás szempontjából szintén szignifikáns eltéréseket tapasztaltunk. Az erdei állományok közül a börzsönyligeti és a katalinpusztai élőhelyekről gyűjtött növények esetében mindhárom évben, mindhárom vizsgált tulajdonság tekintetében kisebb értékeket produkáltak. Ezzel szemben a vácrátóti és soroksári botanikus kerti nyírott, fenntartott gyepből származó populációk a kísérleti évek során kiegyenlítően nagy hatóanyag-tartalommal voltak jellemezhetőek.
3. Az eltérő ökológiai és éghajlati adottságok hatásának felmérésére kísérletünkbe 2007-ben három, olaszországi vadon termő állományt is bevontunk. A következő megállapításokat tettük:
 - A közönséges gyíkfű összes fenoltartalmát, rozmaringsav-tartalmát és összantioxidáns kapacitását az időjárási körülmények szignifikánsan befolyásolni képesek. A leghűvösebb, és legcsapadékosabb tavaszi időjárást produkáló 2005-ös évben mindhárom vizsgált tulajdonság tekintetében kisebb értékeket mértünk. A fenolos komponensek szárazabb, melegebb időjárási feltételekhez kötődő felhalmozódását és a megnövekedő összantioxidáns kapacitást igazolta az a tény is, hogy a magyarországi

mintákkal összehasonlítva az Olaszországban begyűjtött minták közül két előhelyen is szignifikánsan nagyobb összes fenoltartalmat mértünk. Ezen két állomány kivonatának összantioxidáns kapacitása még a viszonyítási alapként alkalmazott kerti kakukkfű minták értékeit is szignifikánsan meghaladta.

4. Elsőként vizsgáltuk a termesztésbevonás hatását a közönséges gyíkfű morfológiai és kémiai tulajdonságaira:

- A közönséges gyíkfű termesztésbevonása során, összevetve a vadon termő állományokkal, jelentős morfológiai és hatóanyag-tartalombeli változások tapasztalhatók:
 - virágzati szárhossz csökken,
 - virágzatok hossza nő,
 - a levélpárok száma csökken,
 - megemelkedik a növények összes fenoltartalma, rozmaringsav-tartalma és a kivonatok összantioxidáns kapacitása.
- Megállapítottuk, hogy hazánkban két évig érdemes fenntartani egy közönséges gyíkfű állományt.

5. Összehasonlító vizsgálatokat végeztünk a közönséges gyíkfű és kerti kakukkfű fenolos komponenseinek felhalmozódását és kivonatok összantioxidáns kapacitását befolyásoló életkor- és évjáráthatás feltárására:

- Az évjárat és az életkor egymással összefonódó hatása szignifikánsan befolyásolta mind a két vizsgált növényfaj beltartalmi paramétereit
 - a *közönséges gyíkfű* összes fenoltartalma és kivonatának összantioxidáns kapacitása az életkor előrehaladtával megemelkedett, míg a növények rozmaringsav-tartalma szorosabb összefüggést mutatott az évjáráthatással,
 - a *kerti kakukkfű* összes fenoltartalmát és kivonatának összantioxidáns kapacitását a mindenkori környezeti feltételek szabták meg, míg rozmaringsav-tartalma az idősebb állományokban volt nagyobb.
- A hazánkban eddig nem vizsgált Varico fajták esetében megállapítottuk, hogy a fajtaleírásnak megfelelően nagy illóolajtartalommal rendelkeznek, melyben a timol százalékos aránya akár a 70 %-ot is elérheti. E mellett mindkét fajta nagy rozmaringsav-tartalommal jellemezhető, így termesztésük meghonosítása hazánkban mindenképpen javasolható.

6. Elsőként vizsgáltuk a modellfajok esetében a különböző fenológiai fázisokban begyűjtött növényi minták összes fenoltartalmát, rozmaringsav-tartalmát és a kivonatok összantioxidáns kapacitását:

- Megállapítottuk, hogy mindkét növényfaj esetében a leveles hajtások rendelkeznek szignifikánsan a legnagyobb összes fenoltartalommal. A közönséges gyíkfű esetében ebben a fenofázisban volt a legnagyobb a kivonatok rozmaringsav-tartalma és összantioxidáns kapacitása is. Gazdasági szempontok alapján azonban, a közönséges gyíkfű hajtásait bimbós stádiumban érdemes betakarítani.

7. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kísérletünkben két, a *Lamiaceae* növény családba tartozó faj illékony és nem illékony fenolos komponenseit, illetve kivonataik összantioxidáns kapacitását vizsgáltuk 3 éven keresztül. Következtetéseinket és ajánlásainkat a két növényfajra külön-külön foglaltuk össze.

A hazánkban honos, gyakori előfordulású közönséges gyíkfű esetében első alkalommal végeztünk vizsgálatokat a hazai állományok felmérésére. Az egyes növénycsoportok mind morfológiai (virágzati szárhossz, virágzatok hossza, náduszok száma) mind kémiai jellemzőik alapján (összes fenoltartalom, rozmaringsav-tartalom, összantioxidáns kapacitás) jelentős eltéréseket mutattak. Ezen változékonyság, továbbá a növényegyedek szórványos megjelenése és a virágzási stádiumban (bimbós, teljes virágzásban lévő és elvirágzott egyedek) tapasztalható gyakori eltérések miatt ajánlott lenne a faj termesztésbevonása.

Eredményeink alapján a közönséges gyíkfű termesztése hazánkban is lehetséges, Németországban (jóval hűvösebb, csapadékosabb időjárási feltételek mellett) ugyanis már korábban folytattak kísérleteket a faj termesztésbevonására. A német eredményekkel (Bomme et al., 2006) megegyezően Magyarországon is két évig érdemes fenntartani az állományt, a harmadik évben ugyanis számos levélfoltosodást és tölhalást okozó kórokozó tizedeli meg a növényeket. A közönséges gyíkfű palántaneveléssel szaporítható és alkalmankénti öntözés mellett napfénynek kitett termőhelyen is szépen fejlődik. A megfelelő hatóanyagszint, illetve a virágzatok megőrzése miatt a hajtásokat bimbós állapotban érdemes begyűjteni a telepítést követő év júniusában.

A termesztésbevonás és az ezzel együtt járó, megváltozott környezeti feltételek (az alapvetően félárnyékos fekvést kedvelő növények kiültetése teljes napfénynek kitett termőhelyre) egyértelműen megemelik a növény összes fenoltartalmát és rozmaringsav-tartalmát hasonló változásokat okozva a kivonatok összantioxidáns kapacitásában is, így az élelmiszeripari felhasználás szempontjából a viszonyítási alapként alkalmazott kerti kakukkfű hatóanyagszintjét is meghaladó növényi alapanyag előállítását válhat lehetővé.

Magyarországon továbbra sem létezik egy, a hazai környezeti feltételekhez alkalmazkodó kerti kakukkfű fajta. Leggyakrabban termesztett, szelektált populációkkal találkozhatunk, mely állományok azonban mind hozam adataik, mind pedig beltartalmi paramétereik alapján igen heterogén képet mutatnak. Első alkalommal vizsgáltuk a két, heterózis nemesítéssel előállított, világszerte ismert fajta – a ‘Varico I’ és ‘Varico II’ – termesztési lehetőségét hazánkban. A két fajta előállításánál elsődleges szempont volt az állományok homogenitása, a magas droghozamok elérése, a kimagasló illóolajtartalom és azon belül a timol százalékos arányának növelése. A nemesítési munkálatok Svájcban zajlottak egy német és egy olaszországi szülővonal bevonásával hazánkénál jóval kiegyenlítettebb, hűvösebb klímaadottságok mellett. A soroksári kísérleti telepen

létesített állományok valóban homogének voltak, a 'Varico I' fajta a leírásnak megfelelően kizárólag nőivarú virágokat hozott. Az eltérő, jóval szárazabb és melegebb környezeti feltételek azonban jelentős változékonyságot eredményeztek az illóolaj-tartalom esetében. Mindkét fajtát nagy szórások jellemezték, ennek ellenére is az átlagértékek meghaladták a gyógyszerkönyvi előírásokat, a timol százalékos aránya pedig kimagasló volt. A nem illékony, fenolos komponensek területén is jól teljesített mindkét fajta, leginkább nagy rozmaringsav-tartalmuk volt szembeűnő. Az eredmények alapján tehát egyértelműen javasolható a fajták magyarországi termesztése.

A nagyobb összes fenoltartalom és összantioxidáns kapacitás szempontjából a kerti kakukkfű betakarítását a bimbók megjelenése előtt, leveles állapotban érdemes elvégezni. A fenolos komponensek felhalmozódása a sokszorosára nőhet száraz, napos, meleg környezeti feltételek mellett, így abban a vágási időpontban kapunk kedvezőbb eredményeket, mely esetben ezen feltételek megvalósulnak. Ez a magyarországi klímaviszonyokat ismerve leggyakrabban a tavaszi vágási időpontra igaz.

Terápiás célokra mindkét növényfaj esetében a vizes kivontok javasolhatók a 20 %-os alkoholos kivonatokkal szemben. A kerti kakukkfű esetében ez már korábban megerősítést nyert (Stefanovits, 2008), a közönséges gyíkfűnél azonban első alkalommal igazoltuk, hogy a vizes kivonatok ml-re vonatkoztatott mennyiségben felülműlják az alkoholos kivonatokat mind összes fenoltartalmuk, mind pedig összantioxidáns kapacitásuk tekintetében.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Három éven át tartó kísérletünkben két olyan fajt (közönséges gyíkfű – *Prunella vulgaris* L., kerti kakukkfű – *Thymus vulgaris* L.) vizsgáltunk a *Lamiaceae* növénycsaládból, melyek potenciális lehetőséget nyújthatnak a jövőben a mesterséges antioxidánsok kiváltására mind humán egészségügyi, mind pedig élelmiszeripari szempontból.

A közönséges gyíkfű hazai állományjaiban első alkalommal végeztünk kísérleteket. A szakirodalmi adatok egyértelműen indokoltá tették ezen faj részletesebb vizsgálatát, hisz számos terápiás hatást és igen sokszínű hatóanyagösszetételt tulajdonítanak a növénynek. A hazánkban előállított és vizsgált Rosmol és Rosmol-P termékek (Lugasi et al., 2006) fő összetevői között szintén szerepel a közönséges gyíkfű. Amennyiben szélesebb körben is elterjed ezen két, természetes eredetű antioxidáns hatású termék használata, úgy mindenképpen szükség lesz nagyobb mennyiségű növényi alapanyag előállítására.

Mivel egy növényi kivonat antioxidáns hatáserősségének felmérésére számos módszer fejlesztettek ki, az eredményeket szinte teljesen lehetetlen összevetni a szakirodalmi adatokkal. Eredményeink értékelésekor tehát egy másik növényfaj, a kerti kakukkfű kivonatában mért értékeket alkalmaztuk kontrollként, hisz számos kísérletben igazolta erős antioxidáns hatását, továbbá viszonyítási alapot is képezett az értékek összevetésekor (Mantle et al., 1998; Dorman et al., 2000; Sacchetti et al., 2005; Katalinic et al., 2006).

Célkitűzésünk volt a két növényfaj alkoholos és vizes kivonatában mérhető összes fenoltartalom és összantioxidáns kapacitás megállapítása, ezáltal a megfelelő kivonási mód meghatározása; illetve a korábban még nem vizsgált, hazai gyíkfű állományok felmérése morfológiai és beltartalmi szempontból. További célkitűzéseink között szerepelt az eltérő ökológiai és éghajlati adottságok esetleges hatásának elemzése a közönséges gyíkfű morfológiai és kémiai jellemzőire, illetve a közönséges gyíkfű termesztésbevonásának előkészítése és az ezzel együttjáró, megváltozott kül- és beltartalmi paraméterek leírása. Választ kerestünk arra vonatkozóan is, hogy az életkor és évjárat milyen hatást gyakorol a vizsgált növényfajok összes fenoltartalmára, rozmaringsav-tartalmára és összantioxidáns kapacitására továbbá megkíséreltük meghatározni azon fenológiai fázist, mely egyértelműen magasabb értékekkel volt jellemezhető mindhárom mért tulajdonság tekintetében.

A közönséges gyíkfű esetében voltak olyan állományok, ahol nem volt szignifikáns eltérés a kivonási módok között, az állományok többsége azonban, a kerti kakukkfűhöz hasonlóan (Stefanovits, 2008) a vizes kivonatokban produkált magasabb értékeket. Terápiás célokra tehát a hagyományos úton elkészített teák tekinthetők alkalmasabbnak az alkoholos kivonatokkal szemben.

A hazánkban még nem vizsgált közönséges gyíkfű állományok igen változatos képet mutattak mind morfológiai, mind kémiai jellemzőik alapján. Az igen eltérő élőhelyek (erdei aljnövényzet között, erdőszélen, nyírt, fenntartott gyepekben történő megjelenés) alapján feltételezhető, hogy a faj igen jó alkalmazkodóképességgel rendelkezik. Nyírás hatására képes csökkenteni virágzati szárainak hosszát, míg az erdei aljnövényzetben, a fényért folytatott versengésnek köszönhetően jelentősen megnyúlnak az internódiumok, a növény több levélpárt fejleszt. Az erdei állományok egy kivételével kisebb összes fenol és rozmaringsav-tartalommal rendelkeztek, kivonataik antioxidáns hatáserőssége is elmaradt a többi vizsgált állománytól. A három éven át tartó megfigyelések során a vadon termő állományok közül a vácrátóti és soroksári botanikus kerti, nyírt, fenntartott gyepekből származó növények azonban mind összes fenoltartalmuk, mind rozmaringsav-tartalmuk alapján kiegyenlítetten nagy értékeket produkáltak.

Eredményeink alapján úgy tűnt, a napsugárzásnak erősebben kitett, fenntartott gyepekből származó növények hatóanyagszintje magasabb, s ezen feltételezésünket 2007-ben megerősítette a Mediterráneumból származó, olaszországi minták elemzése. A magyarországi állományokkal megegyező időpontban vizsgált növényállományok közül kettő (luccai botanikus kert, Monte Pisani hegység) szignifikánsan meghaladta a hazai minták eredményeit, sőt, összantioxidáns kapacitásuk még a viszonyítási alapként alkalmazott kerti kakukkfű állományokat is felülmúlták. Mindkét élőhelyet hazánknál jóval melegebb, naposabb időjárási feltételek jellemezték ebben az időszakban.

A közönséges gyíkfű termesztésbevonása hasonló eredményhez vezetett. A megváltozott környezeti feltételek (leginkább a közvetlen napsugárzás a félárnyékos, árnyékos fekvésű természetes élőhelyekkel szemben) miatt az erdei állományok esetében jelentős hatóanyagszintbeli növekedést figyeltünk meg. Ugyanezen okból kifolyólag a növények virágzati szárhossza lecsökkent, internódiumuk rövidebb lett, és kevesebb levélpárt fejlesztettek. A virágzatok hossza viszont nőtt, ennek eredményeként javult a virág szár arány, mely a virágzatokban felhalmozódó antioxidáns színanyagok miatt a nemesítés során fontos tényező lehet.

Habár a termesztés során az évek előrehaladtával folyamatosan nőtt a növények összes fenoltartalma és rozmaringsav-tartalma, az állományokat nem érdemes 2 évnél tovább fenntartani. A 3. termesztési évben levélfoltosodást előidéző betegségek jelentek meg, a növények nem tudtak kellőképpen regenerálódni a 2. évben elvégzett vágás után, így a virágzati szárhosszak erősen lecsökkentek és az állomány kiritkult.

Az életkor és évjárat hatását egyik növényfaj esetében sem lehetett egyértelműen elkülöníteni egymástól, ezért mindkét faj esetében újabb állományokat létesítettünk ugyanazon vetőmagból két különböző évben. A közönséges gyíkfű esetében az összes fenoltartalom és összantioxidáns kapacitás az idősebb állományban volt magasabb, míg a kerti kakukkfű esetében

igazolható kapcsolatot nem lehetett kimutatni az életkorra vonatkozóan; mindkét tulajdonság esetében a melegebb, szárazabb időjárási feltételek között mértünk nagyobb értékeket. A rozmaringsav-tartalom esetében a közönséges gyíkfűnél életkorhoz köthető hatást nem, míg az évjárat hatását sikerült igazolni (a legmelegebb és legszárazabb évben, 2007-ben volt kimagasló a rozmaringsav-tartalom). A kerti kakukkfűnél mindkét tényező befolyásolta a felhalmozott rozmaringsav mennyiségét (a közönséges gyíkfűhöz hasonlóan szintén 2007 tavaszán mértük a legmagasabb értékeket; mind tavasszal, mind ősszel a legidősebb állomány produkálta a legtöbb rozmaringsavat), eredményeink alapján azonban úgy tűnik, ennek a fenolos komponensnek a koncentrációja erősebben köthető a növények életkorához.

A fenolos vegyületek alapvetően védelmi funkciót töltenek be a növény életében, így a korábbi eredmények alapján (Engel, 2005) feltételeztük, a különböző fenológiai fázisokban begyűjtött növényi minták között szignifikáns eltéréseket fogunk tapasztalni. Mindkét növényfajnál beigazolódott, hogy a még fiatal, sérülékenyebb hajtások és levelek statisztikailag igazolhatóan nagyobb összes fenoltartalommal jellemezhetők. Ebből következően mindkét növényfaj esetében a virágzási stádium előtt érdemes betakarítani a hajtásokat, amennyiben a nagyobb fenoltartalom elérése a cél; ez gazdasági szempontból, a hozam adatok figyelembevételével, a közönséges gyíkfű esetében bimbós virágzási stádiumban ajánlható.

SUMMARY

In our research work for three years we made investigations on two species (common self-heal – *Prunella vulgaris* L., garden thyme – *Thymus vulgaris* L.) from the *Lamiaceae* plant family that can be suitable for the substitution of synthetic antioxidants both in the pharmaceutical and food industries.

It was the first time when the Hungarian wild populations of self-heal were analysed. The investigations were motivated by the literature data on this species since many therapeutic effects as well as wide range of active compounds had been described before in *Prunella* species. Also in Rosmol and Rosmol-P – two natural antioxidant products invented and analysed in Hungary – one of the constituents is self-heal (Lugasi et al., 2006). If these two products are used by the food industry in larger scale there will be a need on producing bigger amounts of plant material also in the case of self-heal.

As for measuring the antioxidant power many methods exist, the results are unable to be compared to literature data. Therefore to evaluate our results on self-heal another plant species – *Thymus vulgaris* L. – was applied as a control plant, since its strong antioxidant power was proved many times before (Mantle et al., 1998; Dorman et al., 2000; Sacchetti et al., 2005; Katalinic et al., 2006).

Our aim was to compare the total phenol content and total antioxidant capacity in both species by using different extraction methods (ethanol and water) to define the most proper way for the extraction and also to make morphological and chemical investigations on the Hungarian wild self-heal populations. Further goals were to evaluate the possible effect of different ecological and climatic conditions on the morphological and chemical characteristics of self-heal as well as to make a standing culture in our experimental field describing the main changes during the cultivation. We also tried to find answers whether the different cultivation years or the plant age have significant effect on the total phenol content, rosmarinic acid content and total antioxidant capacity in both species and we made an assay on defining the most desirable phenological stage from the same point of view.

According to previous experiments (Stefanovits, 2008) in the case of garden thyme water extracts are characterised by significantly higher amounts of total phenol content and total antioxidant capacity. In the self heal populations similar to the garden thyme most of the plants produced higher results in the water extracts than in alcohol; however, in some cases significant difference was not detected between the two extraction methods. Therefore, for therapeutic usage teas made in a common way are advised to be prepared instead of alcoholic extracts.

The Hungarian self-heal populations, had not been investigated before, were rather variable considering their morphological and chemical features. Since this plant species can occur in very different habitats (among underwood, on wood edges, in cut, maintained grasses) probably it has a great adaptability. As an effect of cutting it is able to change the length of the flowering stems by developing less pair of leaves and shorter internodes, while in the underwood it grows much longer shoots because of the competition for the light. The populations collected in the underwood with one exception had less phenolics and rosmarinic acid contents; their antioxidant capacity was also lower than those of the other plants. The best results were observed during the three years in two maintained, cut grass, in the botanical gardens of Vácrátót and Soroksár.

According to our results higher phenol content can be observed in those populations growing in cut grasses, characterised by more sunny exposure. This assumption was affirmed by the evaluation of self-heal populations originated from the Mediterranean region. At the same collection time of the Hungarian samples plants from Italy, Tuscany, were also analysed. Two populations (from the botanical garden of Lucca and Monte Pisani Mountains) produced significantly higher values than the Hungarian populations; their antioxidant power even exceeded the level of the garden thyme populations. Both of the Italian habitats were characterised by warmer and sunnier climatic conditions than the Hungarian wild habitats in the same period.

The cultivation of self heal gave the same result. Because of the altered climatic conditions (direct sun instead of half shadow, higher temperature) the total phenol content, rosmarinic acid content and total antioxidant capacity were significantly increased in those populations originated from underwood habitats. Because of the same reason the length of the flowering stems decreased, the internodes became shorter, the plants developed less pairs of leaves. However, the length of the flowers increased that resulted in a better ratio of the stem and the flower. As the flowers contain antocyanins having antioxidant power this ratio could be important during selection.

The total phenol content and rosmarinic acid content increased continuously during the years; however the standing self-heal culture is not recommended to be maintained more than two years. In the third year different kinds of diseases occurred causing leaf-blight, and the plants could not recover from being cut in the second year, therefore, the flowering stems became shorter and many individuals shrivelled.

The effect of the plant age and the cultivation year could not be differentiated clearly. Therefore, in the case of both species new cultures were made by using the same seeds to evaluate separately the effect of the plant age. In self-heal populations the higher total phenol content and total antioxidant capacity was connected to the older plants, while in the case of the garden thyme significant connection could not be detected between the plant age, and higher total phenol content and total antioxidant capacity was measured under warmer and sunnier conditions. Regarding the

rosmarinic acid content, the plant age of self-heal did not have any effect on it, however, it was in connection with the climatic conditions since the highest concentrations were found in the summer of 2007, when the weather was much warmer and sunnier than any other periods of the experimental years. In the case of garden thyme both factors had an effect on the rosmarinic acid content (similar to self heal the significantly highest amounts were detected in the spring of 2007; on the other hand in both cutting periods the older population possessed higher values), however, it seems to be connected more to the plant age.

The phenolic compounds have an important role in the defensive system of the plant, therefore according to previous results (Engel, 2005) we assumed that the phenological phase of the collection could have a significant effect on the total phenolic content, rosmarinic acid content and total antioxidant capacity of self-heal and garden thyme. In our research this assumption was proved in both species, the youngest, more sensitive shoots and leaves were characterised by significantly the highest total phenol content. For getting acceptable yields in the case of self-heal, flowering stems holding buds are advised to be collected, while in garden thyme the cutting of the leafy stems are recommended if our aim is to get higher phenolic content in the plant material.

M1. IRODALOMJEGYZÉK

1. ADZET T., GRANGER R., PASSET J., SAN MARTIN R. (1977): Le polymorphisme chimique dans le genre *Thymus*: sa signification taxonomique. *Biochemical Systematics and Ecology*, 5 269-272. p.
2. ADZET T., MARTÍNEZ F. (1980): Luteolin and 6-hydroxyluteolin: taxonomically important flavones in the genus *Thymus*. *Planta Medica*, 40 52-55. p.
3. ADZET T., VILA R., CAÑIGUERAL S. (1988): Chromatographic analysis of polyphenols of some Iberian *Thymus*. *Journal of Ethnopharmacology*, 21 147-154. p.
4. AESCHBACH R., LÖLIGER J., SCOTT B.C., MURCIA A., BUTLER J., HALLIWELL B. (1994): Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food Chemistry and Toxicology*, 32 31-36. p.
5. ALEXIEVA V., SERGIEV I., MAPELLI S., KARANOV E. (2001): The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant Cell and Environment*, 24 1337-1344. p.
6. ALVAREZ M.E., MARIA A.O., SAAD J.R. (2002): Diuretic activity of *Fabiana patagonica* in rats. *Phytotherapy Reserach*, 16 71-73. p.
7. AMIRA S., ROTONDO A., MULÈ F. (2008): Relaxant effects of flavonoids on the mouse isolated stomach: Structure-activity relationships. *European Journal of Pharmacology*, 599 (1-3) 126-130. p.
8. ASHOKKUMAR P., SUDHANDIRAN G. (2008): Protective role of luteolin on the status of lipid peroxidation and antioxidant defense against azoxymethane-induced experimental colon carcinogenesis. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 62 (9) 590-597. p.
9. ATTI-SANTOS A.C., PANSERA M.R., PAROUL N., ATTI-SERAFINI L., MOYANA P. (2004): Seasonal variation of essential oil yield and composition of *Thymus vulgaris* L. (Lamiaceae) from South Brazil. *Journal of Essential Oil Research*, 16 294-295. p.
10. AU T.K., LAM T.L., NG T.B., FONG W.P., WAN D.C.C. (2001): A comparison of HIV-1 integrase inhibition by aqueous and methanol extracts of Chinese medicinal herbs. *Life Sciences*, 68 (14) 1687-1694. p.
11. BADI H.N., YAZDANI D., ALI S.M., NAZARI F. (2004): Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris* L. *Industrial crops and products* 19 231-236. p.
12. BARDEAU F. (1973): La pharmacie de bon Dieu. Párizs: Stock, 279-281. p.
13. BARICEVIC D., SOSA S., DELLA LOGGIA R., TUBARO A., SIMONOVSKA B., KRASNA A., ZUPANCIC A. (2001): Topical anti-inflammatory activity of *Salvia*

- officinalis* L. leaves: the relevance of ursolic acid. *Journal of Ethnopharmacology*, 75 125-132. p.
14. BASLAS K.K., AGRA C. (1955): Essential oil from *Prunella vulgaris*. *Journal of the Indian Chemical Society*, 32 228-230. p.
 15. BELHASSEN E., POMENTE D., TRABAUD L., GOUYON P.H. (1987): Recolonisation après incendie chez *Thymus vulgaris* L.: résistance des graines aux températures élevées. *Oecol Plant*, 8 135-141. p.
 16. BENSKY D., GAMBLE A. (1986): Chinese Herbal Medicine – Materia Medica. Seattle: Eastland Press, 82-83. p.
 17. 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 70-76. p.
 18. BENZIE I.F.F., SZETO Y.T. (1999): Total antioxidant capacity of teas by the ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 633-636. p.
 19. BEUTNER S., BLOEDRON B., FRIXEL S., BLANCO I.H., HOFFMANN T. (2001): Quantitative assessment of antioxidant properties of natural colorants and phytochemicals: carotenoids, flavonoids, phenols and indigoids. The role of β -carotene in antioxidant functions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81 (6) 559-568. p.
 20. BLASZCZYK T. (1999): Cultivation of Chinese medicinal plants in Hamm. *Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen*, 4 (4) 199-202. p.
 21. BLÁZOVICS A., FEHÉR J., FEHÉR E. (1996): Természetes antioxidánsok és a szöveti regeneráció (Gyógyhatás és reakciómechanizmus). *Fitoterápia*, 1 116-122. p.
 22. BLEJAKOVIC G., NIKOLOVA D., SIMONETTI R.G., GLUUD C. (2004): Antioxidant supplements for prevention of gastrointestinal cancers: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*, 364 1219-1228.
 23. BLOIS M.S. (1958): Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 4617 1198-1200. p.
 24. BOGYA S.-né, UDVARDY L. (2003): Soroksári Botanikus Kert 1963-2003. Budapest: BKÁE KTK Növénytani Tanszék, 1-4. p. (ISBN: 963 7712 71 2)
 25. BOMME U., HEUBL G., BAUER R. (2006): Erste Ergebnisse der Untersuchungen zur botanischen Charakterisierung sowie zum Ertragsverhalten und Inhaltsstoffspektrum verschiedener Herkünfte von *Prunella vulgaris* L., *Leonorus japonicus* Houtt., und *Sigesbeckia pubescens* Makino. *Zeitschrift für Arznei & Gewürzpflanzen*, 11 81-91. p.

26. BONDET V., BRAND-WILLIAMS W., BERSET C. (1997): Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH free radical methods. *Food Sci. Technol.-Leb.*, 30 (6) 609-615. p.
27. BORHIDI A. (2003): Magyarország növénytársulásai. Budapest: Akadémia Kiadó, 44. p.
28. BORS W., HELLER E., MICHEL C., SARAN M. (1999): Flavonoids as antioxidants: Determination of radical-scavenging efficiencies. *Methods in Enzymology*, 186 343-355. p.
29. BRAGA P.C., CULICI M., ALFIERI M., DAL SASSO M. (2008): Thymol inhibits *Candida albicans* biofilm formation and mature biofilm. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 31(5) 472-477.
30. BRANEN A.L. (1975): Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy-anisole and butylated hydroxytoluene. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 52 59-63. p.
31. BRAVO L. (1998): Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Review*, 56 317-333. p.
32. BROWN J.E., KHODR H., HIDER R.C., RICE-EVANS C.A. (1998): Structural dependence of flavonoid interactions with Cu²⁺-ions: implications for their antioxidant properties. *Biochemical Journal*, 330 1173-1178. p.
33. BROWN M.B., FORSYTHE S.B. (1974): The small sample behaviour of some statistics which test the equality of several means. *Technometrics*, 16 129-132. p.
34. BUETLER T.M., RENARD M., OFFORD E.A., SCHNEIDER H. RUEGG U.T. (2002): Green tea extract decreases muscle necrosis in mdx mice and protects against reactive oxygen species. *American Journal of Clinical Nutrition*, 75 749-753. p.
35. BURNS A., LEVY R. (1994): Dementia. London: Chapman and Hall. 511-514. p.
36. CADENAS E. (1989): Biochemistry of oxygen toxicity. *Annual Review of Biochemistry*, 58 79-110. p.
37. CAO G., ALESSIO H.M., CUTLER R.G. (1993): Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*, 14 303-311. p.
38. CAO G., SOFIC E., PRIOR R.L. (1997): Antioxidant and prooxidant behaviour of flavonoids; structure-activity relationships. *Free Radical Biology and Medicine*, 22 749-760. p.
39. CELIKTAS O.Y., BEDIR E., SUKAN F.V. (2007): *In vitro* antioxidant activities of *Rosmarinus officinalis* extracts treated with supercritical carbon dioxide. *Food Chemistry*, 101 1457-1464. p.
40. CHAUDHURI S., BANERJEE A., BASU K., SENGUPTA B., SENGUPTA P.K. (2007): Interaction of flavonoids with red blood cell membrane lipids and proteins: Antioxidant and antihemolytic effects. *International Journal of Biological Macromolecules*, 41 (1) 42-48. p.

41. CHEESEMAN K.H., SLATER T.F. (1993): An introduction to free radical biochemistry. *British Medical Bulletin*, 49 481-493. p.
42. CHEN X., BAI J., SUN H. (2007): Preparation of prunella species extract, its preparation method and application thereof. Shanghai: Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu, 10. p.
43. CHINNUSAMY V., XIONG L., ZHU JK. (2005): Use of genetic engineering and molecular biology approaches for crop improvement for stress environments. In: ASHRAF M., HARRIS P.J.C. (Szerk.). *Abiotic Stresses. Plant resistance through breeding and molecular approaches*. New York/London/Oxford: Food Products Press, 47-109. p.
44. CHIU L.C.M., ZHU W., OOI V.E.C. (2004): A polysaccharide fraction from medicinal herb *Prunella vulgaris* downregulates the expression of herpes simplex virus antigen in Vero cells. *Journal of Ethnopharmacology*, 93 (1) 63-68. p.
45. CHOI E.J., KIM G.H. (2009): Apigenin causes G₂/M arrest associated with the modulation of p21^{Cip1} and Cdc2 and activates p53-dependent apoptosis pathway in human breast cancer SK-BR-3 cells. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 20(4) 285-290. p.
46. CONNER D.E., BEUCHAT R.L. (1984): Effects of essential oils from plants on growth of food spoilage yeasts. *Journal of Food Science* 49 429-434. p.
47. COS P., YING L., CALOME M., HU J.P., CIMANGA K., VAN POEL B., PIETERS L., VLIETNICK A.J., VAN DEN BERGHE D. (1998): Structure-activity relationship and classification of flavonoids as inhibitors of xanthine oxidase and superoxide scavengers. *Journal of Natural Products*, 61 71-76. p.
48. CULPEPER N. (1640): *Culpeper's Complete Herbal*. London: W. Foulsham & Co. Ltd., 329. p.
49. DÁNOS B. (1997): *Farmakobotanika – A Gyógynövénytan alapjai*. Budapest: Argumentum Kiadó, 309-311. p.
50. DÁNOS B. (2006): *Farmakobotanika. Gyógynövényismeret. Harmadik kiadás*. Budapest: Semmelweis Kiadó, 221 p.
51. DARWIN, C.R. (1877): *The different forms of flowers on plants of the same species*. London, John Murray.
52. DAY A.J., WILLIAMSON G. (2003): Absorption of quercetin glycosides. In: RICE-EVANS C., PACKER L. (Szerk.): *Flavonoids in Health and Disease*. New York: Marcel Dekker 31-412. p.
53. DEANS G.G., NOBLE R.C., PÉNZES L., IMRE G.G. (1993): Promotional effects of plant volatile oils and the polyunsaturated fatty-acid. *Age* (Chester, Pa.) 16 71-74. p.

54. DEBELMAS A.M., ROCHAT J. (1964): Étude comparée sur la fibre lisse de solutions aqueuses saturées d'essence de thym, de thymol et de carvacrol. *Bull. Trav. Soc. Pharm. Lyon*, 8 163-172. p.
55. Del BAÑO M.J., LORENTE J., CASTILLO J., BENAVENTE-GARCÍA O., Del RÍO J.A., ORTUÑO A., QUIRIN K.W., GERARD D. (2003): Phenolic diterpenes, flavones, and rosmarinic acid distribution during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis*. Antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 4247-4253. p.
56. DERCSÉNYI B., KAISER O., KOPPÁNY T. (1999): Magyar kastélyok. Budapest: Officina '96 Kiadó, 132-137. p.
57. DHAOUADI Z., NSANGO M., GARRAB N., ANOUAR E.H., MARAKCHI K., LAHMAR S. (2009): DFT Study of the Reaction of Quercetin with $\cdot\text{O}_2^-$ and $\cdot\text{OH}$ radicals *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM*, **In Press**
58. DIENES E. (2003): Különböző korú kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.) állományok értékelése több termőhelyen, valamint az egyedszelekció lehetőségének vizsgálata. *Diplomamunka*. SZIE, Kertészettudományi Kar.
59. DIXON R.A., PAVIA N.L. (1995): Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The Plant Cell*, 7 1055-1097. p.
60. DMITRUK S.I. (1986): Coumarins of *Prunella vulgaris*. *Khimiya Prirodnikh Soedinonii* 4, 510-511. p.
61. DMITRUK S.I. (2001): Antiinflammatory properties, antibacterial and antifungal activities of the extract from *Prunella vulgaris* L. above-ground part. *Rastitel'nye Resursy*, 37 (4) 92-96. p.
62. DMITRUK S.I., DMITRUK S.E., BEREZOVSAYA T.P., PRISHCHEP T.P. (1987): Flavonoids of *Prunella vulgaris*. *Khimiya Prirodnikh Soedinonii*, 3 449-450. p.
63. DMITRUK S.I., DMITRUK S.E., KHORUZHAYA T.G., BEREZOVSAYA T. (1985): Pharmacognostic study of *Prunella vulgaris*. *Rastitel'nye Resursy*, 21 (4) 463-469. p.
64. DOMÉE B., ASSOUD M.W., VALDEYRON G. (1978): Natural selection and gynodioecy in *Thymus vulgaris* L. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 77 17-28. p.
65. DONOVAN J.L., WATERHOUSE A.L. (2003): Bioavailability of flavanol monomers. In: RICE-EVANS C., PACKER L. (Szerk.): *Flavonoids in Health and Disease*. New York: Marcel Dekker 413-440. p.
66. DORMAN H.J.D., DEANS S.G., NOBLE R.C., SERA H. (1995): Evaluation *in vitro* of plant essential oils as natural antioxidants. *Journal of Essential Oil Research*, 7 645-650. p.

67. DORMAN H.J.D., PELTOKETO A., HILTUNEN R., TIKKANEN M.J. (2003): Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected *Lamiaceae* herbs. *Food Chemistry*, 83 (2) 255-262. p.
68. DORMAN H.J.D., SURAI P., DEANS S.G. (2000): In vitro antioxidant activity of a number of plant essential oils and phytoconstituents. *Journal of Essential Oil Research*, 12 241-248. p.
69. DOROSH N., DOMARATSKAYA O.P. (1954): Phytochemical studies on plants of the *Prunella vulgaris* variety of the type of the common meadow geranium. *Sbornik Rabot Nauch. Studenschesk. Obshchestva L'vov Medical Insitute, Russia*, 2 64-67. p.
70. DOWNEY M.O., DOKOOZLIAN N.K., KRISTIC M.P. (2006): Cultural practice and environmental impacts on flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57 257-268. p.
71. DUARTE J., PEREZ-VIZCAINO F., UTRILLA F., JIMENEZ J., TAMARGO J., ZARZUELO A. (1993): Vasolidatory effects of flavonoids in rat aortic smooth muscle. Structure-activity relationships. *General Pharmacology*, 24 857-862. p.
72. ELLIS B.E., TOWERS G.H.N. (1970): Biogenesis of rosmarinic acid in *Mentha*. *The Biochemical Journal*, 118 (2) 291-297. p.
73. ELSTNER, E.F. (1982): Oxygen activation and oxygen toxicity. *Annual Review of Plant Physiology*, 33 73-96. p.
74. ENGEL R. (2005): Rozmaring-klónok összantioxidáns-kapacitásának változása a tenyésztésidőszak alatt. Diplomamunka, Budapest, Budapesti Corvinus Egyetem.
75. ERKAN N., AYRANCI G., AYRANCI E. (2008): Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chemistry*, 110 (1) 76-82. p.
76. FANG X., YU M.M.S., YUEN W.H., YONG Z.S., CHANG R.C.C. (2005): Immune modulatory effects of *Prunella vulgaris* L. on monocytes/macrophages. *International Journal of Molecular Medicine*, 16 1109-1116. p.
77. FENG Y., XU D., XU H. (2007): Polysaccharide composition of *Prunella vulgaris*, its preparation and therapeutic uses as immunostimulant. Shanghai: Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu, 17. p.
78. FODOR J., GULLNER G., ÁDÁM A.L., BARNÁ B., KŐMÍVES T., KIRÁLY Z. (1997): Local and systemic responses of antioxidants to tobacco mosaic virus infection and to salicylic acid to tobacco. *Plant Physiology*, 114 1443-1451. p.
79. FOLIN O., CIOCALTEU V. (1927): Tyrosine and tryptophane determinations in proteins. *Journal of Biological Chemistry*, 73 627-650.

80. FRÁTER E., KÓSA G. (2005): Szép magyar kertek. Budapest: Kossuth Kiadó, 28-33. p.
81. FURLENMEIER M. (1984): Plantas curativas y sus propiedades medicinales. Zug: Schwitzez, 168. p.
82. GÁLVEZ J., de la CRUZ J.P., ZARZUELO A., de la CUESTA S.F. (1995a): The flavonoid inhibition of enzymic and non-enzymic lipid peroxidation differs from its influence on the glutathione related enzymes. *Pharmacology*, 51 (2) 127-133. p.
83. GÁLVEZ J., de la CRUZ J.P., ZARZUELO A., de MEDINA S.F., JIMÉNEZ J., de la CUESTA S.F. (1995b): Oral administration of quercetin modifies intestinal oxidative status in rat. *General Pharmacology*, 25 (6) 1237-1243. p.
84. GILDEMEISTER E., HOFFMANN F.R. (1961): Die ätherische Öle. VII. kötet. Berlin: Akademie-Verlag. 100, 208-221. p.
85. GLAZER A.N. (1990): Phycoerythrin fluorescence-based assay for reactive oxygen species. *Methods in Enzymology*, 186 161-168. p.
86. GOUYON P.H., VERNET P., GUILLERM J.L., VALDEYRON G. (1986): Polymorphisms and environment: the adaptive value of the oil polymorphisms in *Thymus vulgaris* L. *Heredity*, 57 59-66. p.
87. GRANGER R., PASSET J. (1973): *Thymus vulgaris* spontané en France: races chimiques et chemotaxonomie. *Phytochemistry*, 2 1683-1691. p.
88. GRANGER R., PASSET J., VERDIER R. (1963): Diversité des essences de *Thymus vulgaris* L. *La France et ses Parfums*, 6 225-230. p.
89. GRIEVE M. (1992): A Modern Herbal. London: Tiger Books International, 731-733. p.
90. GU X.J., LI Y.B., LI P., QIAN S.H., ZHANG J.F. (2007): Triterpenoid saponins from the spikes of *Prunella vulgaris*. *Helvetica Chimica Acta*, 90 (1) 72-78. p.
91. HALLIWELL B., AESCHBACH R., LÖLIGER J., ARUOMA O. (1995): The characterization of antioxidants. *Food and Chemical Toxicology*, 33 (7) 601-617. p.
92. HALLIWELL B., GUTTERIDGE J.M.C. (1984): Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. *Biochemical Journal*, 219 1-14. p.
93. HALLIWELL B., GUTTERIDGE J.M.C. (1990): Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview. *Methods in Enzymology*, 186 1-85. p.
94. HALLIWELL B., HU M.L., LOUIE S., DUVALL T.R., TARKINGTON B.R., MOTCHNIK P., CROSS C.E. (1992): Interaction of nitrogen dioxide with human plasma. Antioxidant depletion and oxidative damage. *FEBS Letters*, 313 62-66. p.
95. HARMAN D. (1993): Free radicals theory of aging: a hypothesis on pathogenesis of senile dementia of the Alzheimer's type. *Age*, 16 23-30. p.

96. HARPUR U.S., SARACOGLU I., OGIHARA Y. (2006): Effects of two *Prunella* species on lymphocyte proliferation and nitric oxide production. *Phytotherapy-Research*, 20 (2) 157-159. p.
97. HE Y., LI R., FENG L., LI Z. (1985): Studies on the chemical constituents of *Prunella vulgaris* L. *Beijing Yike Daxue Xuebao*, 17 (4) 297-299. p.
98. HEEGER E.F. (1989): *Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaues (Drogengewinnung)*. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 673-677. p.
99. HERNÁNDEZ L.M., TOMÁS-BARBERÁN F.A., TOMÁS-LORENTE F. (1987): A chemotaxonomic study of free flavone aglycones from some Iberian *Thymus* species. *Biochemical Systematics and Ecology*, 15 61-67. p.
100. HIDALGO P.J., UBERA J.L., TENA M.T., VALCARCEL M. (1998): Determination of the carnosic acid content in wild and cultivated *Rosmarinus officinalis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 2624-2627. p.
101. HORNOK L., FÖLDESI D., SZÁSZ KNÉ (1975): Kísérletek a kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.) termesztési módszereinek korszerűsítésére. *Herba Hungarica*, 14 (2-3) 47-64. p.
102. HOU Y., WU J., HUANG, Q., GUO L. (2009): Luteolin inhibits proliferation and affects the function of stimulated rat synovial fibroblasts. *Cell Biology International* 33(2) 135-147. p.
103. HUANG D., OU B., HAMPSCH-WOODILL M., FLANAGAN J.A., DEEMER E.K. (2002): Development and validation of oxygen radical absorbance capacity assay for lipophilic antioxidants using randomly methylated cyclodextrin as the solubility enhancer. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 1815-1821. p.
104. HUANG D., OU B., PRIOR R.L. (2005): The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 1841-1856. p.
105. HUDAIB M., SPERONI E., Di PIETRA A.M., CAVRINI V. (2002): GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variations during the vegetative cycle. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 29 691-700. p.
106. JAIN M., SAXENA V.K. (1984): Chemical examination of the fat from the leaves of *Brunella vulgaris*. *Journal of the Institution of Chemists (India)*, 56 (3) 133-134. p.
107. JANICSÁK G., MÁTHÉ I. (1997): Paralel determination of rosmarinic acid and caffeic acids by TLC-densitometry. *Chromatographia*, 46 322-324. p.
108. JARVIS P.G. (1998): *European Forest and Global Change*. Cambridge: Cambridge University Press. 380. p.

109. JEONG H.G. (1999): Inhibition of cytochrome P450 expression by oleanolic acid: hepatoprotective effects against carbon tetrachloride-induced hepatic injury. *Toxicology Letters*, 105 215-222. p.
110. JEONG T.S., HWANG E.I., LEE H.B., LEE E.S., KIM Y.K., MIN B.S., BAE K.H., BOK S.H., KIM, S.U. (1999): Chitin synthase II inhibitory activity of ursolic acid, isolated from *Crataegus pinnatifida*. *Planta Medica* 65, 261-263. p.
111. JIROVSKY D., KOSINA P., MYSLÍNOVÁ M., STYSKALA J., ULRICHOVÁ J., ŠIMÁNEK, V. (2007): HPLC analysis of rosmarinic acid in feed enriched with aerial parts of *Prunella vulgaris* and its metabolites in pig plasma using dual-channel coulometric detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (19) 7631-7637. p.
112. JORDÁN M.J., MARTÍNEZ R.M., GOODNER K.L., BALDWIN E.A., SOTOMAYOR J.A. (2006): Seasonal variation of *Thymus hyemalis* Lange and Spanish *Thymus vulgaris* L. essential oils composition. *Industrial Crops and Products*, 24 (3) 253-263. p.
113. KAGEYAMA S., KUROKAWA M., SHIRAKI K. (2000): Extract of *Prunella vulgaris* spikes inhibits HIV replication at reverse transcription *in vitro* and can be absorbed from intestine *in vivo*. *Antiviral Chemistry & Chemotherapy*, 11 (2) 157-164. p.
114. KAMONDY L., PLUHÁR ZS., FERENCZY A., SÁROSI SZ. (2005): Kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.) törzsek produkcióbiológiai értékelése. A fajtaválaszték fejlesztése a kertészetben. *Válogatott teljes terjedelmű tudományos dolgozatok a Lippay János Tudományos Ülésszakon (2005. október 21-21.) bemutatott eredményekből –Kertgazdaság Különkiadás*, 197-208. p.
115. KARPINSKA M., BOROWSKI J., DANOWSKA-OZIEWICZ M. (2000): Antioxidative activity of rosemary extract in lipid fraction of minced meat balls during storage in a freezer. *Nahrung*, 44 38-41. p.
116. KATALINIC V., MILOS M., KULISIC T., JUKIC M. (2006): Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*, 94 550-557. p.
117. KATAYOUN M.S., MAJID S., MOHAMMAD A. (2006): The essential oil composition of *Prunella vulgaris* L. *Journal of essential oil-bearing plants*, 9 (3) 257-260. p.
118. KATIYAR S.K., ELMETS C.A. (2001): Green tea polyphenolic antioxidants and skin photoprotection. *International Journal of Oncology*, 18 1307-1313. p.
119. KERESZTESI B. (1971): Magyar erdők. Budapest: Akadémia Kiadó, 327-340. p.
120. KÉRY Á., BLÁZOVICS A. (1995): A növényi antioxidánsok és jelentőségük a fitoterápiás készítményekben. *Fitoterápia*, 1 21-25. p.
121. KEVILLE K. (1991): The Illustrated Herb Encyclopedia. New York: Mallard Press, 154. p.

122. KIM S.Y., KIM S.H., SHIN H.Y., LIM J.P., CHAE B.S., PARK J.S., HONG S.G., KIM M.S., JO D.G., PARK W.H., SHIN T.Y. (2007): Effects of *Prunella vulgaris* on mast cell-mediated allergic reaction and inflammatory cytokine production. *Experimental Biology and Medicine (Maywood, NJ, United States)*, 232 (7) 921-926. p.
123. KIRTIKAR K.R., BASU B.D., AU I.C.S. (1935): Indian Medicinal Plants. Második kiadás, harmadik kötet. Delhi: Jayyed Press, 2006-2007 p.
124. KOJIMA H., OGURA H. (1986): Constituents of the Labiatae plants. Part 1. Triterpenoids from *Prunella vulgaris*. *Phytochemistry*, 25 (3) 729-733. p.
125. KOJIMA H., SATO N., HATANO N., OGURA H. (1990): Constituents of the Labiatae plants. Part 5. Sterol glucosides from *Prunella vulgaris*. *Phytochemistry*, 29 (7) 2351-2355. p.
126. KOJIMA H., TOMINAGA H., SATO S., OGURA H. (1987): Constituents of the Labiatae plants. Part 2. Pentacyclic triterpenoids from *Prunella vulgaris*. *Phytochemistry*, 26 (4) 1107-1111. p.
127. KOJIMA H., TOMINAGA H., SATO S., TAKAYANAGI H., OGURA H. (1988): Constituents of the Labiatae plants. Part 3. Two novel hexacyclic triterpenoids from *Prunella vulgaris*. *Phytochemistry*, 27 (9) 2921-2925. p.
128. KONDRASHOV A., ŠEVČÍK, BENÁKOVÁ H., KOŠTÍŘOVÁ, ŠTÍPEK S. (2009): The key role of grape variety for antioxidant capacity of red wines. *e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*, 4 (1) 41-46. p.
129. KYUNGSOO N., YUNHEE S. (2004): Effect of water extracts from *Thesium chinense* Tunczaninov and *Prunella vulgaris* L. on aromatase and cyclooxygenase activities. *Korean Journal of Pharmacognosy*, 35 (2) 147-151. p.
130. LACROIX M., SMORAGIEWICZ W., PAZDERNIK L., KONÉ M.I., KRZYSTYNIAK K. (1997): Prevention of lipid radiolysis by natural antioxidants from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Food Research International*, 30 (6) 457-462. p.
131. LAM T.L., LAM M.L., AU T.K., IP D.T.M., NG T.B., FONG W.P., WAN D.C.C. (2000): A comparison of human immunodeficiency virus type-1 protease inhibition activities by the aqueous and methanol extracts of Chinese medicinal herbs. *Life Sciences*, 67 (23) 2889-2896. p.
132. LAMAISON J.L., PETITJEAN-FREYTET C., CARNAT A. (1991): *Lamiaceae* medicinals antioxidant properties, rosmarinic acid as potential source. *Pharmaceutica Acta Helvetiae*, 66 (7) 185-188. p.

133. LAURENT, E. (1986): Country Life Guides. Edible and medicinal plants of Britain and Northern Europe. III. kiadás. Hn: Hamlyn Publishing Group, 164. p.
134. LEE K.H., LIN Y.M., WU T.S., ZHANG D.C., YAMAGISHI T., HAYASHI T., HALL I.H., CHANG J.J., WU R.Y., YANG T.H. (1988): Antitumor agents. LXXXVIII. The cytotoxic principles of *Prunella vulgaris*, *Psychotria serpens*, and *Hyptis capitata*: ursolic acid and related derivatives. *Planta Medica*, 54 (4) 308-311. p.
135. LEE S.J.L, UMANO K., SHIBAMOTO T., LEE K.G. (2005): Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, 91 (1) 131-137. p.
136. LI Y., MATSUDA H., YOSHIKAWA M. (1999): Effects of oleanolic acid glycosides on gastrointestinal transit and ileus in mice. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 7 1201-1205. p.
137. LIESVELD J.L., ABBOUD C.N., LU C., McNAIR C., MENON A., SMITH A., ROSELL K., RAPOPORT A.P. (2003): Flavonoid effects on normal and leukemic cells. *Leukemia Research*, 27 (6) 517-527. p.
138. LIU F., NG T.B. (2000): Antioxidative and free radical scavenging activities of selected medicinal herbs. *Life Sciences*, 66 (8) 725-735. p.
139. LIU S., JIANG S., WU Z., LIN L., ZHANG J., ZHU Z., WU S. (2002): Identification of inhibitors of the HIV-1 gp41 six-helix bundle formation from extracts of Chinese medicinal herbs *Prunella vulgaris* and *Rhizoma cibotte*. *Life Sciences*, 71 (15) 1779-1791. p.
140. LUGASI A., DWORSCHÁK E., HÓVÁRI J., BLÁZOVICS A., KÉRY Á., FEJES SZ. (1999): A növényi antioxidánsok vizsgálata in vitro rendszerekben. *Fitoterápia*, 4 80-87. p.
141. LUGASI A., HÓVÁRI J., HAGYMÁSI K., JAKÓCZI I., BLÁZOVICS A. (2006): Antioxidant properties of a mixture of *Lamiaceae* plants intended to use as a food additive. *Acta Alimentaria*, 35 (1) 85-97. p.
142. LUGASI A., LOSADA V., HÓVÁRI J., LEBOVICS V., JAKÓCZI I., AUBOURG S. (2007): Effect of pre-soaking whole pelagic fish in a plant extract on sensory and biochemical changes during subsequent frozen storage. *LWT--Food Science and Technology*, 40 (5) 930-936. p.
143. MA C., NAKAMURA N., HATTORI M., KAKUDA H., QIAO J., YU H. (2000): Inhibitory effects on the HIV-1 protease of constituents from the wood of *Xanthoceras sorbifolia*. *Journal of Natural Products*, 63 238-242. p.
144. MA W., YUAN H.X., MA W.Z. (2004): Determination of ten trace elements in *Prunella vulgaris* L. mulberry leaves, and *Dendrathera indicum* L. by flame atomic absorption spectrometry. *Guangpu Shiyanshi*, 21 (4) 745-748. p.

145. MACCHIA M., CECCARINI L., ANDOLFI L., FLAMINI G., CIONI P.L., MORELLI. I. (2002): Agronomic-productive characteristics, yield and essential oil composition of a chemotype of *Thymus vulgaris* harvested in various phases of its biological cycle. *Agricoltura Mediterranea*, 132 44-50. p.
146. MADHAVI D.L., SALUNKHE D.K. (1995): Toxicological aspects of food antioxidants. In: *Food antioxidants: Technological, toxicological, and health perspectives*. New York: Marcel Dekker Inc. 267-359. p.
147. MANTLE D., ANDERTON J.G., FALKOUS G., BARNES M., JONES P., PERRY E.K. (1998): Comparison of methods for determination of total antioxidant status: application to analysis of medicinal plant essential oils. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 121 385-391. p.
148. MARIASSYOVA, M. (2006): Antioxidant activity of some herbal extracts in rapeseed and sunflower oils. *Journal of Food and Nutrition Research*, 45 (3) 104-109. p.
149. MCGIMPSEY J.A., DOUGLAS M.H., Van KLINK J.W., BEAUREGARD D.A., PERRY N.B. (1994): Seasonal variation in essential oil yield and composition from naturalized *Thymus vulgaris* L. in New Zealand. *Flavour and Fragrance Journal*, 9 347-352. p.
150. MELILLO J.M., McGUIRE A.D., KICKLIGHTER D.W., MOORE III B., VÖRÖSMARTY C.J., SCHLOSS A.L. (1993): Global climate change and terrestrial net primary production. *Nature*, 363 234-240. p.
151. MENG G., ZHANG K., ZHANG M.Z. (2007): Chemical constituents of *Prunella vulgaris* L and antitumor activity. *Xibei Yaoxue Zazhi*, 22 (4) 211-213. p.
152. MENG Z., HE L. (1995): Studies on constituents of *Prunella vulgaris* L. *Zhongguo Yaoke Daxue Xuebao*, 26 (6) 329-331. p.
153. MIDDLETON E. Jr., KANDASWAMI C., THEOHARIDES T.C. (2000): The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. *Pharmacological Review*, 52 673-839.
154. MILLER N.J., DIPLOCK A.T., RICE-EVANS C., DAVIES M.J., GOPINATHAN V., MILNER A. (1993): A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Sciences* 84, 407-412. p.
155. MILLER T.E., WINN A.A., SCHEMSKE D.W. (1994): The effects of density and spatial distribution on selection for emergence time in *Prunella vulgaris* (Lamiaceae). *American Journal of Botany*, 81 (1) 1-6. p.
156. MORIMITSU Y., YOSHIDA K., ESAKI S., HIROTA A. (1995): Protein glycation inhibitors from thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 59 2018-2021. p.

157. MUNNE-BOSCH S., ALEGRE L., SCHWARZ K. (2000): The formation of phenolic diterpenes in *Rosmarinus officinalis* L. under Mediterranean climate. *European Food Research and Technology*, 210 263-267. p.
158. NAKACHI K., IMAI K., SUGA K. (1996): Epidemiological evidence for prevention of cancer and cardiovascular disease by drinking green tea. In: OHIGASHI H., OSAWA T., WATANABE J., YOSHIKAWA T. (Szerk.): Food Factors of Cancer Prevention. Tokió: Springer 105-108. p.
159. NAKATSUKA T., TOMIMORI Y., FUKUDA Y., NUKAYA H. (2004): First total synthesis of structurally unique flavonoids and their strong anti-inflammatory effect. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 14 (12) 3201-3203. p.
160. NATHEROVA L., BUCKOVA A., BECK J. (1962): The content of tannins in *Calluna vulgaris* and *Prunella vulgaris* during two vegetation periods. *Acta Facultatis Pharmaceuticae Bohemoslovenicae*, 7 63-86. p.
161. NATHEROVA L., REZACOVA A. (1972): Pharmacognostic studies of 3 species of the genus *Prunella* L. *Acta Facultatis Pharmaceuticae Universitatis Comeniana*, 21 33-61. p.
162. NEITZKE M. (1999): Growth and nitrogen uptake in two *Prunella* and *Phleum* species of contrasted ecology in response to variable nitrogen supply. *Flora Jena*, 194 (3) 333-343. p.
163. NEUGEBAUEROVA J., PETRIKOVA K. (2004): Possibilities of pre-emergence and post-emergence herbicide applications in *Prunella vulgaris* L. growth. *Zahradnictvi. Horticultural Science*, 31 (3) 115-118. p.
164. NHU-TRANG T., CASABIANCA H., GRENIER-LOUSTALOT M.F. (2006): Deuterium/hydrogen ratio analysis of thymol, carvacrol, γ -terpinene and *p*-cymene in thyme, savory and oregano essential oils by gas chromatography–pyrolysis–isotope ratio mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1132 219–227. p.
165. NINOMIYA K., MATSUDA H., SHIMODA H., NISHIDA N. KASAJIMA N., YOSHINO T. MORIKAWA T., YOSHIKAWA M. (2004): Carnosic acid, a new class of lipid absorption inhibitor from sage. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 14 1943-1946. p.
166. NOGUÉS S., ALLEN D.J., MORISON J.I.L., BAKER N.R. (1998): Ultraviolet-B radiation effects on water relations, leaf development and photosynthesis in droughted pea plants. *Plant Physiology*, 117 173-181. p.
167. NOLKEMPER S., REICHLING J., STINTZING F.C., CARLE R., SCHNITZLER P. (2006): Antiviral effect of aqueous extracts from species of the *Lamiaceae* family against Herpes simplex virus type 1 and type 2 in vitro. *Planta Medica*, 72 (15) 1378-1382. p.

168. ODIN A.P. (1997): Vitamin as antimutagens: advantages and some possible mechanisms of antimutagenic action. *Mutation Research*, 386 39-67. p.
169. OLECHNOWICZ-STEPIEN W., LAMER-ZARAWSKA E. (1975): Study of the flavonoid fraction of some plants of the Labiatae family (*Herba serpylli* L., *Herba thymi* L., *Herba majoranae* L., *Herba origani* L.). *Herba Plonica*, 21 347-356. p.
170. OSAKABE N., YASUDA A., NATSUME M., SANBONGI C., KATO Y., OSAWA T., YOSHIKAWA T. (2002): Rosmarinic acid, a major polyphenolic component of *Perilla frutescens*, reduces lipopolysaccharide (LPS)-induced liver injury in D-galactosamine (D-GalN)-sensitized mice. *Free Radical Biology and Medicine*, 33 (6) 798-806. p.
171. OSAWA K., MATSUMOTO T., MARUYAMA T., TAKIGUCHI T., OKUDA K., TAKAZOE I. (1990): Studies on the antibacterial activity of plant extracts and their constituents against periodontopathic bacteria. *Bulletin of Tokyo Dental College*, 31 17-21. p.
172. OU B., HAMPSCH-WOODILL M., PRIOR R.L. (2001): Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 4619-4926. p.
173. OU B., HUANG D., HAMPSCH-WOODILL, M., FLANAGAN J., DEEMER E. (2002): Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 3122-3128. p.
174. OU B., PRIOR R.L., HUANG D. (2005): The chemistry behind dietary antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 1841-1856. p.
175. ÖZYÜREK M., BEKTAŞOĞLU B., GÜCLÜ K., APAK R. (2009): Measurement of xanthine oxidase inhibition activity of phenolics and flavonoids with a modified cupric reducing antioxidant capacity (CUPRAC) method. *Analytica Chimica Acta* 636 (1) 42-50. p.
176. PANK F., KRÜGER H. (2003): Sources of variability of thyme populations (*Thymus vulgaris* L.) and conclusions for breeding. *Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen*, 8 (3) 117-124. p.
177. PARNHAM M.J., KESSERLING K. (1985): Rosmarinic acid. *Drugs of the future*, 10 756-757. p.
178. PASSET J. (1971): *Thymus vulgaris* L.: Chémotaxonomie et biogénèse monoterpénique. Thèse Doct. Pharmacie, Faculté de Pharmacie, Montpellier, Franciaország.
179. PASSWATER R.A. (1999): Fókuszban az antioxidánsok. Pécs: Alexandra kiadó, 94. p.
180. PERROT E., PARIS R. (1971): Les plantes medicinales. Párizs: Presses Universitaires de France. 233. p.

181. PETERSEN M., SIMMONDS M.S.J. (2003): Molecules of interest. Rosmarinic acid. *Phytochemistry*, 62 121-125. p.
182. PÉTERFALVI Á. (2008): Különböző korú és eredetű kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.) állományok összehasonlító elemzése. Diplomamunka, Budapesti Corvinus Egyetem. 30-61. p.
183. PHARMACOPOEA HUNGARICA (1986) VII. kiadás, III. kötet. Budapest: Medicina Könyvkiadó, 1691-1694. p.
184. PHARMACOPOEA HUNGARICA (2004) VIII. kiadás, II. kötet. Budapest: Medicina Könyvkiadó Rt., 2395-2399. p.
185. PICCAGLIA R., MAROTI M. (1991): Composition of the essential oil of an Italian *Thymus vulgaris* L., ecotype. *Flavour and Fragrance Journal*, 6 241-244. p.
186. PLUHÁR ZS., DIENES E. (2002): Investigations on drug production and essential oil properties of thyme (*Thymus vulgaris* L.) in different growing areas of Hungary. 33rd *International Symposium on Essential Oils. Lisbon, Portugal 4-7. September, 2002. Book of Abstracts*: 156.
187. PLUHÁR ZS., DIENES E., HÉTHELYI É. (2003): A környezeti hatások szerepe a kerti kakukkfű (*Thymus vulgaris* L.) fenotípusának alakulásában. Lippay János-Ormos Imre-Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2003. november 6-7. Összefoglalók: 288.
188. POLETTI A. (1979): Plantas y Flores Medicinales. Barcelona: Instituto Parramon, 103-104. p.
189. PRIOR R. L., HOANG H., GU L., WU X., BACCHIOCCA M., HOWARD L., HAMPSCH-WOODILL M., HUANG D., OU B., JACOB R. (2003): Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORAC_{FL})) of plasma and other biological and food samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 3273-3279. p.
190. PRIOR R.L., 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 4290-4302. p.
191. PSOTOVÁ J., CHLOPČÍKOVÁ S., MIKETOVÁ P., ŠIMÁNEK V. (2005): Cytoprotectivity of *Prunella vulgaris* on doxorubicin-treated rat cardiomyocytes. *Fitoterapia*, 76 (6) 556-561. p.
192. PSOTOVÁ J., SVOBODOVÁ A., KOLAROVÁ H., WALTEROVÁ D. (2006): Photoprotective properties of *Prunella vulgaris* and rosmarinic acid on human keratinocytes. *Journal of Photochemistry and Photobiology, B: Biology*, 84 (3) 167-174. p.

193. PULIDO R., BRAVO L., SAURA-CALIXTO F. (2000): Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/ antioxidant power assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 3396-3402. p.
194. RAZZAQUE A., ELLIS B.E. (1977): Rosmarinic acid production in *Coleus* cell cultures. *Planta*, 137 287-291. p.
195. RE R., PELLEGRINI N., PROTEGGENTE A., PANNALA A., YANG M., RICE-EVANS C. (1999): Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26 1231-1237. p.
196. REITER M., BRANDT W. (1985): Relaxant effects on tracheal and ileal smooth muscles of the guinea pig. *Arzneim-Forsch*, 35 408-414. p.
197. REY Ch. (1990): Selection of thyme (*Thymus vulgaris* L.) for extreme areas. *Herba Hungarica*, 3 30-33. p.
198. REY Ch. (1993): Hybrides de thym prometteurs pour la montagne. *Revue suisse de viticulture, d'arboriculture et d'horticulture*, 25 269-275. p.
199. REY Ch., SÁEZ F. (2002): Field culture, *in vitro* culture and selection of *Thymus*. In: STAHL-BISKUP E., SÁEZ F. (Szerk.). Thyme. The genus *Thymus*. London és New York: Taylor & Francis, 177-196. p.
200. REY Ch., CARRON C.A., COTTAGNOUD A., SCHWEIZER N., BRUTTIN B., CARLEN Ch. (2004): Nouveaux hybrides de thym vulgaire. *Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture*, 36 (5) 297-301. p.
201. ROGERS R.D. (2000) : Roger's Herbal Manual. Edmonton : Karomat Wilderness Ways, 238-242. p.
202. RUBERTO G., BARATTA M.T. (2000): Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems. *Food Chemistry*, 69 167-174. p.
203. RYU S.Y., LEE C.K., LEE C.O., KIM H.S., ZEE O.P. (1992): Antiviral triterpenes from *Prunella vulgaris*. *Archives of Pharmaceutical Research*, 15 (3) 242-245. p.
204. RYU S.Y., OAK M.H., YOON S.K., CHO D.I., YOO G.S., KIM T.S., KIM K.M. (2000): Anti-allergic and anti-inflammatory triterpenes from the herb of *Prunella vulgaris*. *Planta Medica*, 66 (4) 358-360. p.
205. SACCHETTI G., MAIETTI S., MUZZOLI M., SCAGLIANTI M., MANFREDINI S., RADICE M., BRUNI R. (2005): Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry*, 91 (4) 621-632. p.

206. SARASWAT B.S., VISEN P.K.S., DAYLA R., AGARWAL D.P., PATNAIK G.K. (1996): Protective action of ursolic acid against chemical induced hepato-toxicity in rats. *Indian Journal of Pharmacology*, 28 232-239. p.
207. SÁROSI S., BERNÁTH J. (2006): Comparative evaluation of the antioxidant properties of *Prunella vulgaris* L. and *Thymus vulgaris* L. *Acta Horticulturae*, 723 (Proceedings of the 1st International Symposium on the *Labiatae*: Advances in Production, Biotechnology and Utilisation, 2006), 173-178. p.
208. SÁROSI SZ., BERNÁTH J. (2008): The antioxidant properties of *Prunella vulgaris* L. *Acta Alimentaria*, 37 (2): 293-300.
209. SAXENA V.K., ARCHANA S. (1984): Flower pigments of *Brunella vulgaris* Roxb. *Acta Ciancia Indica, Chemistry*, 10 (1) 37-38. p.
210. SCARPATI M.L., ORIENTE G. (1958): Isolamento e costituzione dell'acido rosmarinico (dal rosmarinus off.). *Ricerca Scientifica*, 28 2329-2333. p.
211. SCHAUBENBERG P., PARIS F. (1977): Guia de las plantas medicinales. Barcelona: Omega, 316-317. p.
212. SCHILDERMANN P.A.E.L., ten VAARWERK F.J., LUTGERING J.T., VAN DER WURFF A., ten HOOR F., KLEINJANS J.C.S. (1995): Introduction of oxidative DNA damage and early lesions in rat gastro-intestinal epithelium in relation to prostaglandin H synthase-mediated metabolism of butylated hydroxyanisole. *Food and Chemical Toxicology*, 33 99-109. p.
213. SCHWARZ K., ERNST H., TERNES W. (1996): Evaluation of antioxidative constituents from thyme. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70 217-223. p.
214. SEMRAU R. (1958): Über die Flavone in der Familie der Labiaten. München: Doctoral Thesis.
215. SENDRA J. (1963a): Phytochemical studies of *Prunella vulgaris* and *Prunella grandiflora*-flavonoids and phenolicarboxylic acids. *Dissertationes Pharmaceuticae*, 15 (4) 483-489. p.
216. SENDRA J. (1963b): Phytochemical studies on *Prunella vulgaris* and *Prunella grandiflora*. I. Saponin and triterpene compounds. *Dissertationes Pharmaceuticae*, 15 (3) 333-341. p.
217. SENTHIL S., CHANDRAMOHAN K.V., PUGALENDI K.V. (2007): Isomers (oleanolic and ursolic acids) differ in their protective effect against isoproterenol-induced myocardial ischemia in rats. *International Journal of Cardiology*, 119 (1) 131-133. p.
218. SHAHIDI F., WANASUNDARA P.K.J. (1992): Phenolic antioxidants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 32 67-103. p.

219. SHEKHER PANNALA A., CHAN T.S., O'BRIEN P.J., RICE-EVANS C.A. (2001): Flavonoids B-ring chemistry and antioxidant activity: fast reaction kinetics. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 282 1161-1168. p.
220. SHIMANO T., MIZUNO M., OKAMOTO H., ADACHI I. (1956): Triterpenoids. IX. A new component of *Prunella*, ursolic acid. *Yakugaku Zasshi*, 76 974-975. p.
221. SHIN T.Y., KIM Y.K., KIM H.M. (2001): Inhibition of immediate-type allergic reactions by *Prunella vulgaris* in a murine model. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 23 (3) 423-435. p.
222. SIMON T. (2000): A magyarországi edényes flóra határozója. 4. kiadás. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 366, 377 p.
223. SINGLETON V.L., ROSSI J.A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16 144-158.
224. SKOTTOVÁ N., KAZDOVÁ L., OLIYARNYK O., VECERÁ R., SOBOLOVÁ L., ULRICHOVÁ J. (2004): Phenolics-rich extracts from *Silybum marianum* and *Prunella vulgaris* reduce a high-sucrose diet induced oxidative stress in hereditary hypertriglyceridemic rats. *Pharmacological Research*, 50 (2) 123-130. p.
225. SOKMEN M.A., YILMAZ N.D.K., MENNAN H., SEVIK M.A. (2005): Natural weed hosts of Apple mosaic virus in hazelnut orchards in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 87 (3) 239-242. p.
226. SOBRATTEE 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 Mechanisms of Mutagenesis*, 579 (1-2) 200-213. p.
227. STAHL-BISKUP E. (1991): The chemical composition of *Thymus* oils: a review of the literature 1960-1989. *Journal of Essential Oil Research*, 3 61-82. p.
228. STAHL-BISKUP E. (2002): Essential oil chemistry of the genus *Thymus* – a global view. In: STAHL-BISKUP E., SÁEZ F. (Szerk.): Thyme. The genus *Thymus*. London és New York: Taylor & Francis, 75-124. p.
229. STEFANOVITS P. (1963): Magyarország talajai. Budapest: Akadémia Kiadó, 317-325. p.
230. STEFANOVITSNÉ BÁNYAI É. (2008): Kertészeti növények antioxidáns hatásának vizsgálata. MTA Doktori Értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszék, Budapest.
231. STOESS G. (1972): Phytochemische und Physiologische Untersuchungen über Polyphenole in *Thymus vulgaris* L. und *Thymus pulegoides* L. München: Doctoral Thesis.

232. STRUBE M., HAENEN G.R.M.M., van den BERG H., BAST A. (1997): Pitfalls in a method for assessment of total antioxidant capacity. *Free Radical Research*, 26 515-521. p.
233. SUN H.X., QIN F., PAN Y.J. (2005): In vitro and in vivo immunosuppressive activity of *Spica Prunellae* ethanol extract on the immune responses in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 101 (1-3) 31-36. p.
234. SZABO E., THELEN A., PETERSEN M. (1999): Fungal elicitor preparations and methyl jasmonate enhance rosmarinic acid accumulation in suspension cultures of *Coleus blumei*. *Plant Cell Report*, 18 485-489. p.
235. SZÁSZ G. (1997): A víz a légkörben, talajban és növényben. In: SZÁSZ G., TÓKEI L. (Szerk.) Meteorológia mezőgazdáknek, kertészeknek, erdészeknek. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 123-130. p.
236. SZÁSZ G., TÓKEI L. (1997): Magyarország hőmérsékleti viszonyai. In: SZÁSZ G., TÓKEI L. (Szerk.) Meteorológia mezőgazdáknek, kertészeknek, erdészeknek. Budapest: Mezőgazda Kiadó, 78-85. p.
237. SZELÉNYI D. (2000): A Soroksári Botanikus Kert létesítése, felszínviszonyok, éghajlat. http://cosmos.kee.hu/sbk/hun/h_letesites.htm (Google, keresőszó: Soroksári Botanikus Kert)
238. TABBA H.D., CHANG R.S., SMITH K.M. (1989): Isolation, purification, and partial characterization of prunellin, an anti-HIV component from aqueous extracts of *Prunella vulgaris*. *Antiviral Research*, 11 (5-6) 263-273. p.
239. TAKEDA H., TSUJI M., INAZU M., EGASHIRA T., MATSUMIYA T. (2002): Rosmarinic acid and caffeic acid produce antidepressive-like effect in the forced swimming test in mice. *European Journal of Pharmacology*, 449 (3) 261-267. p.
240. TANG H.Q., HU J., YANG L., TAN R.X. (2000): Terpenoids and flavonoids from *Artemisia* species. *Planta Medica*, 66 391-393. p.
241. TERNES W., GRONEMEYER M., SCHWARZ K. (1995): Determination of p-cymene-2,3-diol, thymol and carvacrol in different foodstuffs. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 201 544-577. p.
242. THOMPSON J.D. (2002): Population structure and the spatial dynamics of genetic polymorphism in thyme. In: STAHL-BISKUP E., SÁEZ F. (Szerk.): Thyme. The genus *Thymus*. London és New York: Taylor & Francis, 44-74. p.
243. TIAN J., XIAO Z., CHEN Y., ZHAO Y., WANG Z., (2000): Structure identification of new compound Vulgarsaponin A from *Prunella vulgaris*. *Yaoxue Xuebao*, 35 (1) 29-31. p.
244. TIEN C.Y.T.T. (1979): Dictionary of Chinese Medicine, Science and Technology. 2. kötet. Shanghai: Publishing Co., 1731, 1827 p.

245. TULOK I., MATKOVICS A. (1997): Antioxidánsok a megelőzésben és a gyógyításban. *Háziorvos továbbképző szemle*, 2 446-450. p.
246. VALNET J. (1964): Aromathérapie. Traitement des maladies par les essences des plantes. Párizs: Maloine, 270-275. p.
247. VAN den BERG R., HAENEN G.R.M.M., van den BERG H., BAST A. (1999): Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chemistry*, 66 511-517. p.
248. VAN den BROUCKE C.O., DOMMISSE R.A., ESMANS E.I., LEMLI J.A. (1982): Three methylated flavones from *Thymus vulgaris*. *Phytochemistry*, 21 2581-2583. p.
249. VARGHA A. (2000): Matematikai statisztika pszichológiai, nyelvészeti és biológiai alkalmazásokkal. Budapest: Pólya Kiadó, 251, 354-355 p.
250. VERNET P., GOUYON P.H., VALDEYRON G. (1986): Genetic control of the oil content in *Thymus vulgaris* L.: a case of polymorphism in a biosynthetic chain. *Genetics*, 69 227-231. p.
251. VIANA M., BARBAS C., BONET B., BONET M.V., CASTRO M., FRAILE M.V., HERRERA E. (1996): In vitro effects of a flavonoid-rich extract on LDL oxidation. *Atherosclerosis*, 123 83-91. p.
252. VILA R. (2002): Flavonoids and further polyphenols in the genus *Thymus*. In: STAHL-BISKUP E., SÁEZ F. (Szerk.): Thyme. The genus *Thymus*. London és New York: Taylor & Francis, 144-176. p.
253. VINSON J.A., SU X., ZUBIK L., BOSE P. (2001): Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 5315-5321. p.
254. WANG D., YAO H., SU Z. (1994a): Analysis on the amino acids and trace elements of 3 species of *Prunella*. *Zhiwu Ziyuan Yu Huangjing*, 3 (4) 61-62. p.
255. WANG H., ZHANG Z., SU Z. (1994b): The constituents of the essential oil from three plants of *Prunella*. *Zhongguo Yaoxue Zazhi (Beijing)*, 29 (11) 652-653. p.
256. WANG H., ZHANG Z., SU Z., LI C. (1994c): Effect of total saponins from common selfheal (*Prunella vulgaris*) on experimental myocardial infarction and hypertension of anesthetized rats. *Zhongcaoyao*, 25 (6) 302-303.
257. WANG H., ZHANG Z., ZAI Z., SU Z., LI C. (1993): Qualitative analysis of Chinese drug Xiakucao (*Prunella*). *Zhongguo Zhongyao Zazhi*, 18 655-657. p.
258. WANG Z., ZHAO Y., TU G., HONG S., CHENG Y. (1999): Studies on chemical constituents from *Prunella vulgaris*. *Yaoyue Xuebao*, 34 (9) 679-681. p.

259. WANG Z., ZHAO Y., WANG B., LI J., AI T., CHEN Y. (2000): A new phenylpropanoid and triterpenoids from *Prunella vulgaris*. *Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences*, 9 (3) 128-130. p.
260. WILSON L.A. (1993) in: MACRAE R., ROBINSON R.K., SADLER M.J. (Szerk.): *Encyclopedia of Food Science, Technology and Nutrition*. London: Academic Press, 4282-4287. p.
261. WONG J.W., HASHIMOTO K., SHIBAMOTO T. (1995): Antioxidant activity of rosemary and sage extracts and vitamin E in a model meat system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43 2707-2712. p.
262. XU H.X., LEE S.H.S., LEE S.F., WHITE R.L., BLAY J. (1999): Isolation and characterization of an anti-HSV polysaccharide from *Prunella vulgaris*. *Antiviral Research*, 44 (1) 43-54. p.
263. XU S., HOU X., WU A. (1989): Pharmacological studies on blood sugar-lowering activity of the active principle of common self-heal. *Zhongcaoyao*, 20 (8) 358-360. p.
264. YAMAURA T., TANAKA S., TABATA M. (1989): Light-dependent formation of glandular trichomes and monoterpenes in thyme seedlings. *Phytochemistry*, 28 (3) 741-744. p.
265. YANG J., GUO J., YUAN J. (2008): In vitro antioxidant properties of rutin. *LWT – Food Science and Technology*, 41 (6) 1060-1066. p.
266. YANG J., ZHANG J. (2007): Effects of rosmarinic acid on myocardial calcium transport and cardiac function in ischemic rats. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, 42 (6) 192-193. p.
267. YANG L., LI Z., PU F., SHI Y., ZHANG Z. (1988): The chemical composition of the essential oil of *Prunella vulgaris*. *Yaowu Fenxi Zazhi*, 8 (5) 264-266. p.
268. YANISHLIEVA N.V., MARINOVA E.M., GORDON M.H., RANEVA V.G. (1999): Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chemistry*, 50 5480-5484. p.
269. YAO X.J., WAINBERG M.A., PARNIAK M.A. (1992): Mechanism of inhibition of HIV-1 infection in vitro by purified extract of *Prunella vulgaris*. *Virology*, 187 (1) 56-62. p.
270. YOSHIKAWA M., MATSUDA H. (2000): Antidiabetogenic activity of oleanolic acid glycosides from medicinal foodstuffs. *Biofactors*, 13 231-237. p.
271. YOUDIM K.A., DEANS S.G. (1999): Dietary supplementation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil during the lifetime of the rat: its effects on the antioxidant status in liver, kidney and heart tissues. *Mechanisms of Ageing and Development*, 109 (3) 163-175. p.

272. YUAN E., LIU B., NING Z., CHEN C. (2009): Preparative separation of flavonoids in *Adinandra nitida* leaves by high-speed counter-current chromatography and their effects on human epidermal carcinoma cancer cells. *Food Chemistry*, 115 (3) 1158-1163. p.
273. ZARZUELO A., CRESPO E. (2002): The medicinal and non-medicinal uses of thyme. In: STAHL-BISKUP E., SÁEZ F. (Szerk.): Thyme. The genus *Thymus*. London és New York: Taylor & Francis, 263-292. p.
274. ZHANG Y., BUT P.P.H., OOI V.E.C., XU H.X., DELANEY G.D., LEE S.H.S., LEE S.F. (2007): Chemical properties, mode of action, and in-vivo anti-herpes activities of a lignin-carbohydrate complex from *Prunella vulgaris*. *Antiviral Research*, 75 (3) 242-249. p.
275. ZHANG Y.J., YANG C.R. (1995): Two new ursane glycosides from *Prunella vulgaris* in France. *Yunnan Zhiwu Yanjiu*, 17 (4) 468-472. p.
276. ZUPKO I., HOHMANN J., RÉDEI D., FALKAY G., JANICSÁK G., MÁTHÉ I. (2001): Antioxidant activity of leaves of *Salvia* species in enzyme-independent systems of lipid peroxidation and their phenolic constituents. *Planta Medica*, 67 366-368. p.

M2. – TOVÁBBI MELLÉKLETEK

1. mellékletek: A kivonási mód hatása a közönséges gyíkfű és a kerti kakukkfű összes fenoltartalmára és antioxidáns kapacitására

1/A: A közönséges gyíkfű állományok alkoholos és vizes kivonatának összes fenoltartalma 2005-ben, illetve a két kivonási mód páronkénti összehasonlítása

Populációk	alkohol Means	alkohol Std.Dev.	víz Means	víz Std.Dev.
Börzsönyliget	0,203	0,045	0,178	0,003
Katalinpuszta	0,263	0,042	0,244	0,011
Királyrét	0,184	0,019	0,150	0,015
Recsk	0,328	0,009	0,398	0,034
Gödöllő	0,334	0,009	0,256	0,003
Vácrátóti bot. kert	0,411	0,022	0,408	0,025
Soroksári bot. kert	0,349	0,019	0,376	0,029

Páronkénti összehasonlítás

Analysis of Variance (Spreadsheets11) Marked effects are significant at $p < ,05000$								
Populáció (alkoholos-vizes kivonat)	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Börzsönyliget	0,000963	1	0,000963	0,003983	4	0,000996	0,966856	0,381136
Katalinpuszta	0,000542	1	0,000542	0,003808	4	0,000952	0,568803	0,492702
Királyrét	0,001734	1	0,001734	0,001185	4	0,000296	5,851519	0,072842
Recsk	0,007211	1	0,007211	0,002439	4	0,000610	11,82400	0,026327
Gödöllő	0,009204	1	0,009204	0,000177	4	0,000044	208,3962	0,000134
Vácrátóti bot. kert	0,000008	1	0,000008	0,002213	4	0,000553	0,014759	0,909164
Soroksári bot. kert	0,001094	1	0,001094	0,002360	4	0,000590	1,853390	0,245031

1/B: A közönséges gyíkfű állományok alkoholos és vizes kivonatának összes fenoltartalma 2006-ban, illetve a két kivonási mód páronkénti összehasonlítása

Populációk	alkohol Means	alkohol Std.Dev.	víz Means	víz Std.Dev.
Börzsönyliget	0,200	0,034	0,277	0,009
Katalinpuszta	0,290	0,003	0,307	0,035
Királyrét	0,333	0,005	0,577	0,064
Recsk	0,231	0,008	0,352	0,051
Gödöllő	0,352	0,007	0,296	0,001
Vácrátóti bot. kert	0,282	0,037	0,551	0,054
Soroksári bot. kert	0,293	0,050	0,567	0,011

Páronkénti összehasonlítás:

Analysis of Variance (Spreadsheet4) Marked effects are significant at $p < ,05000$								
Populációk (alkoholos-vizes)	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Börzsönyliget	0,009048	1	0,009048	0,002425	4	0,000606	14,92276	0,018101
Katalinpuszta	0,000523	1	0,000523	0,002249	4	0,000562	0,929461	0,389598
Királyrét	0,089060	1	0,089060	0,008125	4	0,002031	43,84680	0,002698
Recsk	0,022083	1	0,022083	0,005403	4	0,001351	16,34946	0,015560
Gödöllő	0,004704	1	0,004704	0,000105	4	0,000026	178,6329	0,000181
Vácrátóti bot. kert	0,108811	1	0,108811	0,008511	4	0,002128	51,14084	0,002023
Soroksári bot. kert	0,112888	1	0,112888	0,005303	4	0,001326	85,15577	0,000766

1/C: A közönséges gyíkfű állományok alkoholos és vizes kivonatának összes fenoltartalma 2007-ban, illetve a két kivonási mód páronkénti összehasonlítása

Populációk	alkohol Means	alkohol Std.Dev.	víz Means	víz Std.Dev.
Börzsönyliget	0,200	0,034	0,277	0,009
Katalinpuszta	0,290	0,003	0,307	0,035
Királyrét	0,233	0,018	0,372	0,007
Recsk	0,226	0,030	0,478	0,017
Gödöllő	0,177	0,003	0,457	0,029
Vácrátóti Botanikus kert	0,217	0,016	0,463	0,038
Soroksári Botanikus kert	0,237	0,027	0,486	0,012

Páronkénti összehasonlítás

Analysis of Variance (Spreadsheet4) Marked effects are significant at $p < ,05000$								
Populációk (alkoholos-vizes)	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Börzsönyliget	0,009048	1	0,009048	0,002425	4	0,000606	14,92276	0,018101
Katalinpuszta	0,000523	1	0,000523	0,002249	4	0,000562	0,929461	0,389598
Királyrét	0,029037	1	0,029037	0,000751	4	0,000188	154,6488	0,000240
Recsk	0,095238	1	0,095238	0,002313	4	0,000578	164,7350	0,000212
Gödöllő	0,117653	1	0,117653	0,001735	4	0,000434	271,2134	0,000080
Vácrátóti bot. kert	0,091166	1	0,091166	0,003430	4	0,000858	106,3087	0,000499

1/D: A közönséges gyíkfű állományok alkoholos és vizes kivonatának összantioxidáns kapacitása 2005-ben, illetve a két kivonási mód páronkénti összehasonlítása

Populációk	alkohol Means	alkohol Std.Dev.	víz Means	víz Std.Dev.
Börzsönyliget	0,105	0,021	0,084	0,022
Katalinpuszta	0,118	0,040	0,102	0,023
Királyrét	0,085	0,018	0,101	0,034
Recsk	0,235	0,061	0,354	0,041
Gödöllő	0,309	0,053	0,138	0,057
Vácrátóti bot. kert	0,294	0,037	0,254	0,031
Soroksári bot. kert	0,152	0,045	0,328	0,012

Páronkénti összehasonlítás

Analysis of Variance (Spreadsheet4) Marked effects are significant at $p < ,05000$								
Populációk (alkoholos-vizes kivonat)	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Börzsönyliget	0,000661	1	0,000661	0,001846	4	0,000462	1,433369	0,297315
Katalinpuszta	0,000400	1	0,000400	0,004175	4	0,001044	0,383424	0,569302
Királyrét	0,000384	1	0,000384	0,002973	4	0,000743	0,516592	0,512047
Recsk	0,021480	1	0,021480	0,010691	4	0,002673	8,036478	0,047112
Gödöllő	0,043862	1	0,043862	0,012171	4	0,003043	14,41469	0,019159
Vácrátóti bot. kert	0,002400	1	0,002400	0,004709	4	0,001177	2,038505	0,226541
Soroksári bot. kert	0,046464	1	0,046464	0,004393	4	0,001098	42,30410	0,002883

1/E: A közönséges gyékény populációk alkoholos és vizes kivonatának összantioxidáns kapacitása 2006-ban, illetve a két kivonási mód páronkénti összehasonlítása

Populációk	alkohol Means	alkohol Std.Dev.	víz Means	víz Std.Dev.
Börzsönyliget	0,141	0,030	0,614	0,038
Katalinpuszta	0,401	0,098	0,424	0,083
Királyrét	0,382	0,089	0,902	0,151
Recsk	0,240	0,040	0,719	0,074
Gödöllő	0,454	0,123	0,529	0,069
Vácrátóti Botanikus kert	0,217	0,036	0,909	0,334
Soroksári Botanikus kert	0,273	0,014	1,352	0,279

Páronkénti összehasonlítás

Analysis of Variance (Spreadsheet7) Marked effects are significant at $p < ,05000$								
Populációk (alkoholos-vizes)	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Börzsönyliget	0,335594	1	0,335594	0,004717	4	0,001179	284,5620	0,000072
Katalinpuszta	0,000794	1	0,000794	0,033045	4	0,008261	0,096050	0,772098
Királyrét	0,405600	1	0,405600	0,061150	4	0,015288	26,53148	0,006740
Recsk	0,345120	1	0,345120	0,014111	4	0,003528	97,82780	0,000586
Gödöllő	0,008588	1	0,008588	0,040053	4	0,010013	0,857673	0,406808
Vácrátóti bot. kert	0,716913	1	0,716913	0,225403	4	0,056351	12,72231	0,023442
Soroksári bot. kert	1,746362	1	1,746362	0,156345	4	0,039086	44,67959	0,002605

1/F: A közönséges gyékény állományok alkoholos és vizes kivonatának összantioxidáns kapacitása 2007-ban, illetve a két kivonási mód páronkénti összehasonlítása

Populációk	alkohol Means	alkohol Std.Dev.	víz Means	víz Std.Dev.
Börzsönyliget	0,141	0,030	0,614	0,038
Katalinpuszta	0,401	0,098	0,424	0,083
Királyrét	0,104	0,006	0,533	0,005
Recsk	0,071	0,004	0,625	0,018
Gödöllő	0,053	0,002	0,641	0,035
Vácrátóti Botanikus kert	0,071	0,012	0,635	0,045
Soroksári Botanikus kert	0,080	0,009	0,669	0,054

Páronkénti összehasonlítás

Analysis of Variance (Spreadsheet25) Marked effects are significant at $p < ,05000$								
Populációk (alkoholos-vizes)	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Börzsönyliget	0,335594	1	0,335594	0,004717	4	0,001179	284,5620	0,000072
Katalinpuszta	0,000794	1	0,000794	0,033045	4	0,008261	0,096050	0,772098
Királyrét	0,276507	1	0,276507	0,000133	4	0,000033	8306,548	0,000000
Recsk	0,459291	1	0,459291	0,000643	4	0,000161	2856,221	0,000001
Gödöllő	0,519086	1	0,519086	0,002511	4	0,000628	826,9946	0,000009
Vácrátóti bot. kert	0,476552	1	0,476552	0,004318	4	0,001080	441,4105	0,000030
Soroksári bot. kert	0,520558	1	0,520558	0,006049	4	0,001512	344,2415	0,000050

2. mellékletek: A közönséges gyíkfű morfológiai tulajdonságainak értékelése

2/A: A közönséges gyíkfű virágzati szárhosszának alakulása (vad populációk), illetve az átlagok eltérése a kísérlet éveiben

Populációk	2005 átlag	2005 szórás	2005 CV %	2006 átlag	2006 szórás	2006 CV %	2007 átlag	2007 szórás	2007 CV %
B	25,48	4,34	17	16,98	3,33	20	26,05	9,93	38
K	15,40	3,95	26	17,78	5,19	29	26,68	9,49	36
KR	23,90	6,70	28	26,60	7,35	28	31,85	8,01	25
R	24,71	8,01	32	18,05	2,36	13	12,20	4,10	34
G	8,20	1,77	22	13,38	4,23	32	9,20	1,64	18
V	19,95	4,70	24	17,28	5,14	30	9,98	4,98	50
SB	12,83	4,04	31	10,60	3,06	29	8,93	2,10	24

Brown-Forsythe Test of Homog. of Variances (Spreadsheet3) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Kísérleti évek	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
2005	371,3464	6	61,8911	1574,015	133	11,83470	5,229628	0,000073
2006	230,4429	6	38,4071	1048,800	133	7,88571	4,870471	0,000157
2007	937,2669	6	156,2111	2452,742	133	18,44167	8,470553	0,000000

2/B: A közönséges gyíkfű virágzati hosszának alakulása (vad populációk), illetve az átlagok eltérése a kísérlet éveiben

Populációk	2005 átlag	2005 szórás	2005 CV %	2006 átlag	2006 szórás	2006 CV %	2007 átlag	2007 szórás	2007 CV %
B	2,26	0,63	28	1,82	0,65	36	2,00	0,87	44
K	2,20	0,64	29	1,76	0,63	36	2,00	0,90	45
KR	2,43	0,87	36	2,43	0,97	40	2,10	0,64	30
R	2,54	0,79	31	2,75	0,72	26	1,49	0,33	22
G	1,10	0,40	36	1,36	0,36	26	1,06	0,34	32
V	2,07	0,49	24	1,70	0,52	31	1,44	0,64	44
SB	1,64	0,62	38	1,09	0,55	50	1,48	0,64	43

Brown-Forsythe Test of Homog. of Variances (Spreadsheet10) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Vizsgálati évek	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
2005	3,067857	6	0,511310	24,72900	133	0,185932	2,749976	0,014960
2006	3,492000	6	0,582000	20,26800	133	0,152391	3,819124	0,001520
2007	5,568000	6	0,928000	20,09050	133	0,151056	6,143401	0,000010

2/C: A közönséges gyíkfű levélpárjainak száma (vad populációk), illetve az átlagok eltérése a kísérlet éveiben

Populációk	2005 átlag	2005 szórás	2005 CV %	2006 átlag	2006 szórás	2006 CV %	2007 átlag	2007 szórás	2007 CV %
B	3,48	1,12	32	2,50	0,83	33	4,55	1,93	42
K	2,55	0,76	30	2,30	0,66	29	3,35	1,27	38
KR	3,40	0,94	28	2,70	0,57	21	3,45	1,57	46
R	5,55	1,54	28	3,90	1,48	38	3,50	1,19	34
G	2,90	0,45	16	2,40	0,60	25	2,85	1,04	36
V	3,20	0,41	13	2,70	0,86	32	3,30	0,80	24
SB	3,21	0,79	25	3,00	0,58	19	2,21	0,85	38

Brown-Forsythe Test of Homog. of Variances (Spreadsheet12) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Vizsgálati évek	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
2005	15,24643	6	2,541071	53,7875	133	0,404417	6,283291	0,000008
2006	11,08571	6	1,847619	52,2000	133	0,392481	4,707535	0,000224
2007	14,97143	6	2,495238	108,0000	133	0,812030	3,072840	0,007545

2/D: A közönséges gyíkfű vad és termesztett állományainak virágzati szárhossza, virágzati hossza, levélpárjainak száma és az átlagok eltérése 2007-ben

Populáció	Virágzati szárhossz Means	Virágzati szárhossz CV %	Virágzat hossza Means	Virágzat hossza CV %	Levélpárok száma Means	Levélpárok száma CV %
B	26,05± 9,93	38	2,00± 0,87	44	4,55± 1,93	42
Bterm	12,06± 2,59	21	2,50± 0,61	24	2,67± 1,00	37
K	26,68± 9,49	36	2,00± 0,90	45	3,35± 1,27	38
Kterm	13,13± 2,48	19	2,00± 0,56	28	2,48± 0,59	24
R	12,24± 3,92	32	1,53± 0,41	27	3,40± 1,15	34
Rterm	6,74± 2,38	35	1,74± 0,44	25	2,06± 0,75	36
G	9,20± 1,64	18	1,06± 0,34	32	2,85± 1,04	36
Gterm	10,15± 1,63	16	1,97± 0,45	23	2,00± 0,56	28
V	10,02± 4,86	49	1,44± 0,62	43	3,33± 0,8	24
Vterm	12,30± 1,78	14	1,98± 0,41	21	2,60± 0,75	29

Brown-Forsythe Test of Homog. of Variances (Spreadsheet14) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Virágzati szárhossz	1119,474	9	124,3860	2109,424	185	11,40229	10,90886	0,000000
Virágzat hossza	6,610	9	0,7344	25,034	185	0,13532	5,42739	0,000001
Nóduszok száma	21,915	9	2,4350	108,218	185	0,58496	4,16271	0,000066

2/E: Német vetőmagból létesített közönséges gyíkfű állomány morfológiai tulajdonságai és az átlagok eltérése a termesztés éveiben (2005-2007)

Termesztés éve	Virágzati szárhossz	Virágzati szárhossz	Virágzat hossza	Virágzat hossza	Nóduszok száma	Nóduszok száma
	Means	CV %	Means	CV %	Means	CV %
2005	13,42± 4,24	32	1,78± 0,69	39	2,94± 0,64	22
2006	32,28± 6,86	21	2,40± 0,88	37	4,04± 0,68	17
2007	11,28± 3,01	27	1,72± 0,36	21	2,67± 0,71	27

Brown-Forsythe Test of Homog. of Variances (Spreadsheet15) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Virágzati szárhossz	5002,087	2	2501,044	1507,221	49	30,75960	81,30936	0,000000
Virágzat hossza	5,348	2	2,674	27,627	49	0,56381	4,74252	0,013098
Nóduszok száma	18,788	2	9,394	21,904	49	0,44703	21,01412	0,000000

3. mellékletek: A közönséges gyíkfű összes fenoltartalmának értékelése

3/A: A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak összes fenoltartalma, illetve az átlagok eltérése a kísérlet éveiben

Populációk	Összes fenoltartalom (mg GSE/ml)					
	2005 (átl.) (CV %)		2006 (átl.) (CV %)		2007 (átl.) (CV %)	
B	0,18±0,03	17	0,28±0,01	4	0,28±0,01	4
K	0,24±0,01	4	0,31±0,03	10	0,31±0,03	10
KR	0,15±0,02	13	0,58±0,06	10	0,37±0,01	3
R	0,40±0,03	8	0,35±0,05	14	0,48±0,02	4
G	0,26±0,00	4	0,30±0,00	3	0,46±0,03	7
V	0,41±0,02	5	0,55±0,05	9	0,46±0,04	9
SB	0,38±0,03	8	0,57±0,01	2	0,49±0,01	2
MP	-	-	-	-	0,60±0,05	8
P	-	-	-	-	0,43±0,01	2
L	-	-	-	-	0,70±0,01	2
DW	0,43±0,06	14	0,40±0,07	18	0,95±0,11	12
KA	0,44±0,05	11	0,43±0,06	14	0,90±0,07	8

Brown-Forsythe Test és Analysis of Variance eredményei (p<0,05)

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Összfenol 2005	0,419663	8	0,052458	0,050416	30	0,001681	31,21476	0,000000
Összfenol 2006	0,355609	8	0,044451	0,093403	30	0,003113	14,27718	0,000000
Összfenol 2007	2,92812	11	0,266192	0,15702	36	0,004362	61,02827	0,000000

3/B: A közönséges gyíkfű vadon termő és termesztett állományainak összes fenoltartalma (mg GSE/ml), illetve az átlagok eltérése 2007-ben

Populációk	Összfen Means	Összfen Std.Dev.	Összfen CV %
B	0,28	0,01	4
Bterm	0,50	0,03	6
K	0,31	0,03	10
Kterm	0,56	0,01	2
R	0,48	0,02	4
Rterm	0,35	0,02	6
G	0,46	0,03	7
Gterm	0,46	0,01	2
V	0,46	0,04	9
Vterm	0,42	0,00	2
DW	0,95	0,11	12
KA	0,90	0,07	8

Analysis of Variance (Spreadsheet2) Marked effects are significant at p < ,05000

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Összfenol	3,045088	11	0,276826	0,154195	36	0,004283	64,63072	0,000000

3/C: A közönséges gyíkfű vadon termő és termesztett állományainak összes fenoltartalma – páronkénti összehasonlítás

Brown-Forsythe Test és Analysis of Variance eredményei (p < 0,05)

Összes fenol	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
B-Bterm	0,075488	1	0,075488	0,002029	4	0,000507	148,7940	0,000259
K-Kterm	0,096774	1	0,096774	0,002476	4	0,000619	156,3393	0,000235
R-Rterm	0,026401	1	0,026401	0,001285	4	0,000321	82,20239	0,000820
G-Gterm	0,000003	1	0,000003	0,002099	4	0,000525	0,005083	0,946587
V-Vterm	0,002243	1	0,002243	0,002949	4	0,000737	3,041591	0,156104

3/D: Termesztett közönséges gyíkfű állomány összes fenoltartalma (mg GSE/ml) a termesztés éveiben, illetve az átlagok eltérése

Évjárat	Összfenol Means	Összfenol Std.Dev.	Összfenol CV %
2005	0,43	0,01	2
2006	0,48	0,01	2
2007	0,50	0,01	2

Analysis of Variance (Spreadsheet5) Marked effects are significant at p < ,05000

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Összfenol	0,007998	2	0,003999	0,000828	6	0,000138	28,97826	0,000826

3/E: Azonos vetőmagból szaporított, eltérő korú termesztett gyíkfű állományok összes fenoltartalma (mg GSE/ml) és az átlagok eltérése 2007-ben

Életkor	összfenol Means	összfenol Std.Dev.	összfenol CV %
2. éves	0,39	0,02	5
3. éves	0,50	0,01	6

Analysis of Variance (Spreadsheet13) Marked effects are significant at p < ,05000

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Összfenol	0,114817	1	0,114817	0,003907	4	0,000977	117,5397	0,000411

3/F: A gödöllői, vetett közönséges gyíkfű állomány összes fenoltartalma (mg GSE/ml) és az átlagok eltérése különböző fenológiai fázisokban

Fenológiai fázis	összfenol Means	összfenol Std.Dev.	összfenol CV%
Gyfű leveles	0,95	0,04	4
Gyfű bimbós	0,60	0,03	5
Gyfű virágzó	0,46	0,01	2
Gyfű elvirágzó	0,28	0,01	4

Analysis of Variance (Spreadsheet14) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Összfenol	0,734985	3	0,244995	0,004776	8	0,000597	410,3767	0,000000

4. mellékletek: A közönséges gyíkfű rozmaringsav-tartalmának értékelése

4/A: A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak rozmaringsav-tartalma, illetve az átlagok eltérése a kísérlet éveiben

Populációk	Rozmaringsav-tartalom (mg/g)					
	2005 (átl.)	(CV %)	2006 (átl.)	(CV %)	2007 (átl.)	(CV %)
B	6,00±2,30	38	12,20±2,80	23	14,40±2,10	15
K	7,10±1,10	15	8,90±0,40	4	12,00±0,60	5
KR	3,90±1,00	26	17,40±1,20	7	18,30±2,30	13
R	18,40±0,30	2	12,10±0,90	7	19,60±2,50	13
G	13,00±1,00	8	12,50±2,00	16	2,10±0,10	5
V	15,80±1,40	9	21,70±2,30	11	23,30±5,00	21
SB	17,70±1,20	7	16,10±0,20	1	18,00±1,50	8
MP	-	-	-	-	19,30±1,20	6
P	-	-	-	-	2,50±0,30	12
L	-	-	-	-	7,90±0,50	6
DW	13,20±2,00	15	15,50±3,60	23	26,90±5,10	19
KA	16,30±3,50	21	13,80±2,70	20	17,60±9,60	55

Brown-Forsythe Test és Analysis of Variance eredményei, Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Rozmaringsav-tartalom 2005	0,312253	8	0,039032	0,455978	30	0,015199	2,567995	0,029015
Rozmaringsav-tartalom 2006	3,423952	8	0,427994	2,037056	30	0,067902	6,30313	0,000085
Rozmaringsav-tartalom 2007	3,557403	11	0,323400	5,138844	36	0,142746	2,265570	0,031963

4/B: A közönséges gyíkfű vadon termő és termesztett állományainak rozmaringsav-tartalma (mg/g) és az átlagok eltérése 2007-ben

Populációk	Rozmaringsav Means	Rozmaringsav Std.Dev.	Rozmaringsav CV %
B	14,40	2,10	15
Bterm	26,40	0,80	3
K	12,00	0,60	5
Kterm	26,90	0,40	2
R	19,60	2,50	13
Rterm	22,00	0,10	0,4
G	2,10	0,10	5
Gterm	21,90	2,60	12
V	23,30	5,00	21
Vterm	24,50	0,30	1
DW	26,90	5,10	19
KA	17,60	9,60	55

4/C: A közönséges gyíkfű vadon termő és termesztett állományainak rozmaringsav-tartalma – páronkénti összehasonlítás ($p < 0,05$)

Rozmaringsav	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
B-Bterm	2,148017	1	2,148017	0,096867	4	0,024217	88,69993	0,000709
K-Kterm	3,345067	1	3,345067	0,008667	4	0,002167	1543,877	0,000003
R-Rterm	0,088817	1	0,088817	0,121067	4	0,030267	2,934471	0,161865
G-Gterm	5,880600	1	5,880600	0,130600	4	0,032650	180,1103	0,000178
V-Vterm	0,020417	1	0,020417	0,491467	4	0,122867	0,166169	0,704413

4/D: Termesztett közönséges gyíkfű állomány rozmaringsav-tartalma (mg/g) és az átlagok eltérése a termesztés éveiben

Évjárat	Rozmaringsav Means	Rozmaringsav Std.Dev.	Rozmaringsav CV %
2005	15,30	0,30	2
2006	13,10	0,60	5
2007	21,80	1,60	7

Analysis of Variance (Spreadsheet12) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Rozmaringsav	1,237956	2	0,618978	0,057267	6	0,009544	64,85215	0,000086

4/E: Azonos vetőmagból szaporított, eltérő korú termesztett gyíkfű állományok rozmaringsav-tartalma (mg/g) és az átlagok eltérése 2007-ben

Életkor	Rozmaringsav Means	Rozmaringsav Std.Dev.	Rozmaringsav CV %
2. éves	27,60	3,40	12
3. éves	21,80	1,60	7

Analysis of Variance (Spreadsheet13) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Rozmaringsav	0,017067	1	0,017067	0,080993	4	0,020248	0,842875	0,410525

4/F: A gödöllői, vetett közönséges gyíkfű állomány kivonatának rozmaringsav-tartalma (mg/g) és az átlagok eltérése különböző fenológiai fázisokban

Fenológiai fázis	rozmaringsav Means	rozmaringsav Std.Dev.	rozmaringsav CV%
Gyfű leveles	30,50	3,30	11
Gyfű bimbós	21,80	0,50	2
Gyfű virágzó	21,90	2,60	12
Gyfű elvirágzó	19,70	0,60	3

Analysis of Variance (Spreadsheet14) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Rozmaringsav	2,077358	3	0,692453	0,362933	8	0,045367	15,2635	0,001130

5. mellékletek: A közönséges gyíkfű összantioxidáns kapacitásának értékelése

5/A: A közönséges gyíkfű vadon termő állományainak összantioxidáns kapacitása, illetve az átlagok eltérése a kísérlet éveiben

Populációk	Összantioxidáns kapacitás (mg ASE/ml)					
	2005 (átl.)	(CV %)	2006 (átl.)	(CV %)	2007 (átl.)	(CV %)
B	0,08±0,02	25	0,61±0,04	7	0,61±0,04	7
K	0,10±0,02	20	0,42±0,08	19	0,42±0,08	19
KR	0,10±0,03	30	0,90±0,15	17	0,53±0,01	2
R	0,35±0,04	11	0,72±0,07	10	0,62±0,02	3
G	0,14±0,06	43	0,53±0,07	13	0,64±0,04	6
V	0,25±0,03	12	0,91±0,33	36	0,63±0,04	6
SB	0,33±0,01	3	1,35±0,28	21	0,67±0,05	7
MP		-		-	0,91±0,19	21
P		-		-	0,55±0,07	13
L		-		-	1,14±0,06	5
DW	0,49±0,23	47	0,53±0,15	28	0,95±0,17	18
KA	0,42±0,15	36	0,64±0,15	23	0,86±0,14	16

Analysis of Variance eredményei, Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Összantioxidáns kapacitás 2005	0,900767	8	0,112596	0,619108	30	0,020637	5,456037	0,000273
Összantioxidáns kapacitás 2006	2,164698	8	0,270587	0,811338	30	0,027045	10,00522	0,000001
Összantioxidáns kapacitás 2007	1,749865	11	0,159079	0,518993	36	0,014416	11,03451	0,000000

5/B: A közönséges gyíkfű vadon termő és termesztett állományainak összantioxidáns kapacitása (mg ASE/ml) és az átlagok eltérése 2007-ben

Populációk	Összantiox Means	Összantiox Std.Dev.	Összantiox CV %
B	0,61	0,04	7
Bterm	0,74	0,02	3
K	0,42	0,08	19
Kterm	0,69	0,01	2
R	0,62	0,02	3
Rterm	0,49	0,03	6
G	0,64	0,04	6
Gterm	0,70	0,05	7
V	0,63	0,04	6
Vterm	0,51	0,02	4
DW	0,95	0,17	18
KA	0,86	0,14	16

Analysis of Variance (Spreadsheet2) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Összantiox	1,281615	11	0,116510	0,435014	36	0,012084	9,641941	0,000000

5/C: A közönséges gyíkfű vadon termő és termesztett állományainak összantioxidáns kapacitása – páronkénti összehasonlítás.

Brown-Forsythe Test és Analysis of Variance eredményei, Marked effects are significant at $p < ,05000$

Összantiox	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
B-Bterm	0,022817	1	0,022817	0,003815	4	0,000954	23,92102	0,008097
K-Kterm	0,107468	1	0,107468	0,014129	4	0,003532	30,42413	0,005273
R-Rterm	0,026667	1	0,026667	0,002477	4	0,000619	43,05705	0,002790
G-Gterm	0,005221	1	0,005221	0,007118	4	0,001780	2,934251	0,161878
V-Vterm	0,023438	1	0,023438	0,004699	4	0,001175	19,94964	0,011105

5/D: Termesztett közönséges gyíkfű állomány összantioxidáns kapacitása (mg ASE/ml) és az átlagok eltérése a termesztés éveiben

Évjárat	Összantiox Means	Összantiox Std.Dev.	Összantiox CV %
2005	0,30	0,03	10
2006	0,97	0,12	12
2007	0,67	0,04	6

Analysis of Variance (Spreadsheet22) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Összantiox	0,674233	2	0,337116	0,033124	6	0,005521	61,06444	0,000103

5/E: Azonos vetőmagból szaporított, eltérő korú termesztett gyíkfű állományok összantioxidáns kapacitása (mg ASE/ml) és az átlagok eltérése 2007-ben

Életkor	Összantiox Means	Összantiox Std.Dev.	Összantiox CV %
2. éves	0,36	0,02	6
3. éves	0,67	0,04	6

Analysis of Variance (Spreadsheet13) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Összantiox	0,114817	1	0,114817	0,003907	4	0,000977	117,5397	0,000411

5/F: A gödöllői, vetett közönséges gyíkfű állomány kivonatának összantioxidáns-kapacitása (mg ASE/ml) és az átlagok eltérése különböző fenológiai fázisokban

Fenológiai fázis	összantiox Means	összantiox Std.Dev.	összantiox CV%
Gyfű leveles	1,21	0,01	0,8
Gyfű bimbós	1,11	0,11	9
Gyfű virágzó	0,70	0,05	7
Gyfű elvirágzó	0,47	0,04	9

Analysis of Variance (Spreadsheet14) Marked effects are significant at $p < ,05000$

Variable	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p
Összantiox	1,081761	3	0,360587	0,031514	8	0,003939	91,53694	0,000002

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, prof. Dr. Bernáth Jenőnek, aki lehetővé tette számomra a téma kidolgozását, eredményeim publikálását és közzétételét különböző konferenciákon és tanulmányutakon; illetve dr. Pluhár Zsuzsannának, aki rendelkezésemre bocsátotta a Kalocsai köztermesztésű állományt és a 'Deutscher Winter' fajtából létesített kakukkfű állományokat és hasznos tanácsokkal látott el a növényről és az antioxidáns hatású vegyületekkel kapcsolatban. Az illóolaj-tartalom és rozmaringsav-tartalom meghatározásában külön szeretném megköszönni Ruttner Klára és Hórits Zsuzsanna munkáját, a laborban végzett kísérleteim során mindig számíthattam a segítségükre. Köszönet illeti Engel Ritát, aki az összes fenol tartalom és összantioxidáns kapacitás meghatározásában elsajátításában volt segítségemre. Köszönettel tartozom 2008-ban végzett okleveles kertészmérnök hallgatónak, Martonné Müller Bernadettnek és Kovács Petrának, önálló munkavégzésükkel, kitartásukkal nagyban hozzájárultak eme dolgozat létrejöttéhez. A növényállományok fenntartásában mindig számíthattam a soroksári kísérleti telep munkatársainak segítségére, ezúton szeretnék nekik is köszönetet mondani.

Hálás vagyok a Magyar Ösztöndíj Bizottságnak és Erasmus Ösztöndíj Bizottságnak, amiért lehetőséget biztosítottak számomra egy 6 hónapos olaszországi szakmai gyakorlaton történő részvételhez. Az elnyert Magyar Állami Eötvös ösztöndíjnak és Erasmus ösztöndíjnak köszönhetően a Pisai Egyetem Gyógyszerészeti karán volt lehetőségem szakmai tudásom elmélyítésére; köszönettel tartozom a kutatócsoport vezetőjének Dr. Luisa Pistellinek és Dr. Alessandra Bertolinak, akik minden eszközzel támogatták a kint végzett munkámat. A közönséges gyíkfű olaszországi természetes populációinak felkutatásában hálával tartozom Dr. Stefano Benvenutinak a Pisai Egyetem Agrártudományi Karáról, illetve Gianluca Burchinak és Maurizio Antonettinek a Pescai Kutatóintézetből.

Bírálóimnak, Dr. Lemberkovics Évának és Dr. Hegedűs Attilának külön köszönettel tartozom, amiért elvállalták dolgozatom áttekintését. Bírálatuk, szakmai ajánlásaik sokat segítettek abban, hogy az értekezés, a kifogásolt hibák javítását követően, még tökéletesebb legyen. Végül, de nem utolsó sorban szeretném megköszönni szüleimnek a már 28 éve tartó türelmet és támogatást, amellyel mindig, minden körülmények között mellettem álltak.