



BUDAPESTI
CORVINUS
E G Y E T E M

Kertészettudományi Kar

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

**ALFÖLDI VADON TERMŐ ORVOSI KAMILLA (*MATRICARIA
RECUTITA* L.) POPULÁCIÓK DIVERZITÁSÁNAK ÉRTÉKELÉSE
MORFOLÓGIAI ÉS BELTARTALMI SZEMPONTBÓL**

GOSZTOLA BEÁTA
BUDAPEST, 2012

A doktori iskola

- megnevezése:** Kertészettudományi Doktori Iskola
- tudományága:** Növénytermesztési és kertészeti tudományok
- vezetője:** Dr. Tóth Magdolna
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyümölcsstermő Növények Tanszék
- Témavezető:** Zámboriné Dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy- és Aromanövények Tanszék

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

A kutatás előzményei, célkitűzés

Az orvosi kamilla (*Matricaria recutita* L.) egyike legfontosabb gyógynövényeinknek. Évszázadokra visszanyúló hazai alkalmazását nagy tradíció övezi és jelentősége napjainkban sem csökkent. Hagyományos gyógyászati felhasználásán kívül (virágzatából készített forrázata belsőleg meghűléses megbetegedések és gyomorproblémák, külsőleg szemgyulladás, bőrbetegségek kezelésére alkalmas) homeopátiás készítményekben, gyógykozmetikumokban is megjelenik, de a háztartási vegyipar és élelmiszeripar is egyre nagyobb érdeklődést mutat iránta. Ráadásul a kutatás fejlődésével indikációs területei is folyamatosan bővülnek.

A kamilla azonban nemcsak gyógyászati, de gazdasági szempontból is nagy jelentőséggel bír, mivel szárított virágzata egyik legfontosabb exportcikkünk. Erdei 1959-ben megjelent, a magyar gyógynövényexportról írt cikke szerint „a hazai kivitelre szánt termékek között legfontosabb a kamillavirág, melyből Magyarország kedvező termés esetén a világ szükségletének mintegy 40-50%-át szolgáltatja”. Továbbá „külföldön a magyar kamilla minőségi fogalom” és „világpiaci áron felül fizetik”. Ez a helyzet napjainkra jelentősen megváltozott, mivel a „hungarikum”-nak is tartott drog versenyképessége a 90-es évektől fokozatosan romlik. Míg 1999-ben 120e kg drogot exportáltunk, ez az érték 2001-ben már csak 11e kg volt (AMC, 2002). Ennek egyik legfőbb oka a jóval olcsóbb kelet-európai, egyiptomi és argentin, természetből származó kamilla megjelenése és térhódítása az európai piacokon, de a kamillavirág minőségével szemben támasztott növekvő elvárások is negatívan befolyásolták a magyar termék iránti keresletet.

Hazánkban az exportra kerülő drog jelentősebb hányada ma még az alföldi vadon termő kamilla állományok begyűjtéséből származik, és csak kisebb részben természetből. A begyűjtésre kerülő populációk minősége azonban alig ismert. Az 1960-as évek elején Máthé és munkatársai ugyan az egész országra kiterjedő nagy volumenű kísérletsorozatukban megvizsgálták a vadon termő kamilla populációk termőhelyi körülményeit, morfológiai tulajdonságait valamint illóolajuk prokamazulén- és α -bizabolol tartalmát, de más tulajdonságok felmérésére (pl. illóolaj-tartalom és egyéb illóolaj komponensek mennyisége, összflavonoid-tartalom, nyálka-tartalom, stb.) nem terjedt ki kutatásuk. Ezek egy részéről egyáltalán nincsenek, más részükről pedig csak szórványos adataink vannak az azóta eltelt időszakból (pl. Marczal, 1982, Sztfanov, 2005), melyben vegetáció- és klímaváltozások is bekövetkeztek. Így időszerűvé vált egy újabb nagyobb volumenű, elsősorban a főbb begyűjtési helyekre, az Alföld vidékére koncentrált kutatás kivitelezése, melynek során korszerű vizsgálati módszerekkel kerülnek megállapításra a vad kamilla populációk legfontosabb értékmérő tulajdonságai. A begyűjtésre kerülő kamilla állományok beltartalmi paramétereinek megismerése révén ugyanis fokozható a gyűjtés eredményessége és az előállított termék minősége, ami javítja exportlehetőségeinket.

A gyűjtés mellett a kamilla termesztése is egyre nagyobb teret hódít nemcsak nálunk, de az egész világon. A környező európai országokban, de már Ázsiában és Dél-Amerikában is folyamatosan állítják elő a korszerű termesztéstechnológiai követelményeknek megfelelő, nagy teljesítményű fajtákat. Hazánkban azonban jelenleg nincs saját nemesítésű, államilag elismert fajta (a kedvezőtlenebb illóolaj-összetétellel rendelkező 'Soroksári 40'-es és 'Budakalászi 2'-es az utóbbi években visszavonásra került), holott a piaci követelmények ezt egyre inkább megkövetelik. A versenyképesség megőrzése érdekében is fontos olyan kiváló minőségű anyagokat előállítani, melyek nemzetközi szinten is megállják a helyüket és megfelelnek a „hungarikum”-ként ismert, vadon termő állományok begyűjtéséből származó magyar termék minőségének.

Munkánk során célkitűzéseink a következők voltak:

- Az Alföld, és különösen a Tiszántúl területein előforduló vadon termő kamilla populációk felmérése morfológiai (növénymagasság, virágzatátmérő és virágzatszerkezet) és beltartalmi (illóolaj-tartalom és -összetétel, összflavonoid- és összfenol-tartalom, duzzadási érték és antioxidáns kapacitás) szempontból. A magyar alföldi kamilla jellegzetes tulajdonságainak megadása.
- A fontosabb morfológiai és beltartalmi tulajdonságok változékonyságának meghatározása az alföldi természetes előfordulású kamilla állományok körében. Továbbá e tulajdonságok egyedi szintű variabilitásának értékelése szabad levirágzással és öntermékenyítéssel létrehozott utódsorok vizsgálatával.
- Az élőhelyi viszonyok, meteorológiai tényezők, földrajzi elhelyezkedés és a vizsgált tulajdonságok közötti kapcsolatrendszer feltárása.
- Eredményeink alapján javaslattétel a gyűjtéssel kapcsolatban (gyűjtési körzetek meghatározása).
- A kamilla-nemesítés számára kiváló teljesítményű, az alföldi előfordulású állományokhoz hasonló, tradicionális minőségű törzsek, vonalak előállítása.
- A kamilla nemesítés hatékonyságát növelő módszertani ismeretek bővítése.

Kutatási eredményeinkkel gyakorlati segítséget kívánunk nyújtani az Alföldi Vadontermő Kamillavirág Gyűjtők és Feldolgozók Csoportosulásának.

Anyag és módszer

Alföldi vadon termő kamilla populációk változatosságának felmérése

2009 május elején 50 vadon termő orvosi kamilla populációt kerestünk fel a Nagyalföld területén (1. táblázat). Vizsgálatainkat a gyűjtés szempontjából legfontosabb 7 megye (*Dél-Alföld*: Békés, Csongrád, *Észak-Alföld*: Jász-Nagykun-Szolnok, Hajdú-Bihar, *Észak-M.o.*: Heves, Borsod-Abaúj-Zemplén, *Közép-M.o.*: Pest) területére koncentráltuk, mivel országos szinten a kamilla előfordulása itt a leggyakoribb. Gyűjtőkörutunk során elsősorban a Nagyalföld keleti részein, Békés és Hajdú-Bihar megyékben valamint a Tisza-tó környékén, Heves és Borsod-Abaúj-Zemplén megye déli nyúlványában találkoztunk a kamilla tömeges előfordulásával. Minden populációban morfológiai felméréseket végeztünk, virágzatot szedtünk hatóanyag-vizsgálatok céljából, valamint szaporítóanyagot gyűjtöttünk, amit a hosszú távú génmegőrzés érdekében magbankunkban elhelyeztünk. Az időjárás tényezők értékeléséhez a vizsgált kamilla populációkhoz legközelebbi meteorológiai állomások mérési adatait vettük figyelembe.

1. táblázat. A vizsgált kamilla populációk kódja, gyűjtési helye és ideje valamint élőhely típusa

Kód	Gyűjtési hely	Gyűjtési idő (2009)	Élőhely típusa	Kód	Gyűjtési hely	Gyűjtési idő (2009)	Élőhely típusa
1	Dévvaványa	máj.2.	ruderális terület ²	26	Kertészsziget	máj.13.	szántóföldi kult.a
2	Körösladány1	máj.2.	ruderális terület ¹	27	Füzesgyarmat 1	máj.13.	szántóföldi kult.a
3	Körösladány2	máj.2.	szántóföldi kult.a	28	Füzesgyarmat 2	máj.13.	szántóföldi kult.a
4	Szeghalom	máj.2.	ruderális terület ²	29	Darvas	máj.13.	ruderális terület ¹
5	Vésztő	máj.2.	ruderális terület ¹	30	Zsáka	máj.13.	ruderális terület ²
6	Zsadány	máj.2.	szántóföldi kult.a	31	Bakonszeg	máj.13.	ruderális terület ²
7	Sarkadkeresztúr	máj.2.	ruderális terület ²	32	Nagyrabé	máj.13.	ruderális terület ¹
8	Méhkerék	máj.2.	ruderális terület ²⁺	33	Biharnagybajom	máj.13.	szántóföldi kult.a
9	Szabadkígyós	máj.2.	bolyg.mentes társ.	34	Sárrétudvari	máj.13.	ruderális terület ¹
10	Poroszló 1	máj.3.	ruderális terület ¹	35	Mezőcsát	máj.15.	ruderális terület ¹
11	Poroszló 2	máj.3.	ruderális terület ²	36	Ároktő	máj.15.	ruderális terület ¹
12	Egyek	máj.3.	ruderális terület ²	37	Tiszakeszi	máj.15.	ruderális terület ¹
13	Nagyiván	máj.3.	ruderális terület ²⁺	38	Gelej	máj.15.	ruderális terület ²
14	Hajduszovát	máj.3.	szántóföldi kult.a ⁺	39	Szentistván	máj.15.	ruderális terület ²
15	Kisköre	máj.3.	szántóföldi kult.a	40	Négyes	máj.15.	ruderális terület ¹
16	Hevesvezekény	máj.3.	szántóföldi kult.a	41	Tiszavalk	máj.15.	szántóföldi kult.a ⁺
17	Heves	máj.3.	szántóföldi kult.a ⁺	42	Borsodivánka	máj.15.	szántóföldi kult.a
18	Gátér	máj.12.	szántóföldi kult.a ⁺	43	Poroszló 3	máj.15.	ruderális terület ¹
19	Sándorfalva	máj.12.	szántóföldi kult.a ⁺	44	Sarud	máj.15.	ruderális terület ¹
20	Szeged	máj.12.	ruderális terület ²	45	Kömlő	máj.15.	szántóföldi kult.a
21	Rákos (Makó)	máj.12.	szántóföldi kult.a ⁺	46	Jászberény	máj.15.	szántóföldi kult.a
22	Tótkomlós	máj.12.	szántóföldi kult.a	47	Köröstetetlen	máj.16.	szántóföldi kult.a ⁺
23	Nagymágocs	máj.12.	szántóföldi kult.a	48	Jászkarajenő	máj.16.	szántóföldi kult.a ⁺
24	Karcag	máj.13.	ruderális terület ¹	49	Újszilvás	máj.16.	szántóföldi kult.a ⁺
25	Bucsa	máj.13.	ruderális terület ¹	50	Tápiógyörgye	máj.16.	szántóföldi kult.a ⁺

ruderális terület¹ = sok kozmopolita társnövény; ruderális terület² = főleg a *Poaceae* cs.ba tartozó társnövények (legelők)
szántóföldi kult.a = vetésben v. parlagon (művelt területen) gyomosít; + = szikes talajon fordul elő a kamilla

Egyedi variabilitás felmérése utódtörzsek tesztelésével

A munka alapjául szolgáló növényanyagot 2006 ill. 2007 májusában gyűjtöttük be 16 vadon termő kamilla állományból a Nagyalföld területéről. Minden kamilla populáció esetén 10-10 szabad levirágzású egyedről szaporítóanyagot szedtünk, melyeket egyedileg elkülönítve hűtött körülmények között tároltunk egészen a 2008. évi felhasználásig. 2008 tavaszán az utódtörzseket (összesen 160 db-ot) tavaszi üvegházi palántaneveléssel és április eleji kiültetéssel felszaporítottuk Soroksáron, a BCE Kísérleti Üzem és Tangazdaság Gyógynövény telepén.

Szelektált vonalak értékelése

Előzetes eredmények alapján kiválasztottunk öt vad, Nagyiván környékéről származó kamilla populációt, melyek perspektivikusan magas illóolaj-, α -bizabolol és kamazulén-tartalommal rendelkeztek. 2007-ben az öt anyapopulációból kísérleti telepünkön állományt létesítettünk, és mindegyikben 9-11 kedvező habitusú egyedet egyénileg fátyolfóliával leszigeteltünk, majd elvirágzáskor egyedileg magot gyűjtöttünk róluk. 2008-ban az 50 db öntermékenyített utódvonalból valamint az öt anyapopuláció eredeti magtételéből -mint kontroll- állományt létesítettünk tavaszi üvegházi palántaneveléssel és áprilisi szabadföldi kiültetéssel. A doktori dolgozatban a 2008-ban felnevelt I₁ utódnemzedék értékelését mutattuk be morfológiai és beltartalmi szempontból.

Módszerek

Munkánk során meghatároztuk a kamilla populációk morfológiai és kémiai jellemzőit valamint drogprodukciónak (2. táblázat). A morfológiai tulajdonságokat nagyobb ismétlésszámban mértük fel, a beltartalmi tulajdonságok vizsgálatokhoz viszont a rendelkezésre álló drog mennyisége gyakran limitálta az elvégezhető mérések számát.

2. táblázat. A kísérletek során vizsgált tulajdonságok ill. a mérések ismétlésszáma

Vizsgált tulajdonságok	1. Alföldi vad kamilla populációk változatosságának felmérése	2. Egyedi variabilitás felmérése utódtörzsek tesztelésével	3. Szelektált vonalak értékelése
Morfológiai tulajdonságok			
Növénymagasság	20x	20x	20x
Virágzatátmérő	25x	25x	25x
Diszkoszátmérő	25x	25x	25x
Hatóanyag-tartalom			
Illóolaj-tartalom	3x	ismétlés nélkül	ismétlés nélkül
Illóolaj-összetétel	3x	ismétlés nélkül	ismétlés nélkül
Duzzadási érték	3x	3x	3x
Összflavonoid-tart.	2x	2x	2x
Összes fenoltartalom	3x	—	—
Összantioxidáns kapacitás	3x	—	—
Drogtömeg	—	ismétlés nélkül	ismétlés nélkül

Hatóanyag-vizsgálatok céljából a populációkban teljes virágzás fenofázisában reprezentatív mennyiségű virágzatot gyűjtöttünk maximum 1 cm-es szárrésszel. Az így begyűjtött virágokat természetes körülmények között, szárítókereteken megszáritottuk, majd a drogot nedvességtől védve, száraz helyen tároltuk felhasználásig.

Az **illóolaj-tartalom** meghatározása Clevenger típusú készülékben vízdesztillációval történt, melynek során 20g drogot 500 ml vízzel 3 órán keresztül pároltunk. Mivel az illóolaj felragad a hűtőrészen, hexánnal lemostuk, a hexán elpárolgása után pedig visszamértük az illóolaj tömegét, és ezt vonatkoztattuk a drog szárazanyag-tartalmára. Mennyiségét g/100g szárazanyagban adtuk meg.

Az **illóolaj-összetélt** GC 6890N, detektor MS 5975, Agilent Technologies készülékkel határoztuk meg, ahol a kromatográfiás oszlop HP-5MS volt (5% fenil-metil-sziloxán), hossza 30 m, belső átmérője 250 μm , filmvastagsága 0,25 μm . Vivőgáz: hélium, melynek konstans áramlási sebessége 1 ml/perc. Az injektor és detektor hőmérséklete: 230°C, split arány: 30:1, transzfer line: 240°C. Injektált mennyiség: 0,2 ml (10%-os hexános oldat). Az alkalmazott hőmérsékleti program: 60-240°C-ig, 3°C/perc (véghőmérsékleten tartás 5 percig). Ionizáló energia: 70 eV. Azonosítás: spektrumkönyvtár (NIST és saját illóolajos könyvtár) illetve lineáris retenciós indexek alapján.

Későbbi metodikai fejlesztések során kiderült, hogy a fenti vizsgálati módszerrel az α -bizabolol és bizabolon-oxid A komponensek gázkromatográfiás szétválasztása nem volt tökéletes. Ezért a dolgozatban α -bizabolol tartalom alatt az α -bizabolol felhalmozásán kívül további 0,1-2%-nyi bizabolon-oxid A részarányt is értünk.

A **duzzadási értéket** a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv általános ill. *Althaeae folium* cikkelyében ismertetett módon határoztuk meg 0,2 g porított drogból.

Az **összflavonoid-tartalmat** a 8. Magyar Gyógyszerkönyv *Crataegi folium cum flore* cikkelyében leírt módszerrel határoztuk meg, de az ott megadott drog- és vegyszermennyiség felének felhasználásával.

Munkánk során meghatároztuk a kamilla virágdrog vizes és alkoholos kivonatának összfenol-tartalmát és összantioxidáns kapacitását is. A vizes kivonathoz 0,25g porított drogot 25 ml 100°C-os desztillált vízzel leforráztunk, 24 órán át állni hagytuk majd leszűrtük. Az alkoholos kivonatot 0,25g porított drog 20%-os etil-alkoholban történő 72 órás áztatása majd szűrése után kaptuk meg. A szűrést követő extraktumokat fagyasztoóban tároltuk a vizsgálatok elvégzéséig.

Az **összes fenoltartalom** meghatározásához Singleton és Rossi (1965) módosított módszerét alkalmaztuk, melynek értelmében a színreakció felgyorsításához a mérőoldatokat 50°C-os vízfürdőbe helyeztük. A színintenzitást 760nm-en, spektrofotométerrel mértük, és a galluszsavra kalibrált egyenesen ábrázoltuk. A koncentrációt (mg GSE/ml) végül az oldat szárazanyag-tartalmára vonatkoztatva mg galluszsav-egyenérték/g szárazanyag-ban (mg GSE/g sz.a.) adtuk meg.

Az **összantioxidáns kapacitás** meghatározás Benzie és Strain (1996) módosított módszerének felhasználásával történt. A lilás elszíneződést spektrofotométerrel, 596 nm-en mértük. A mérési eredményeket az aszkorbinsavra kalibrált egyenesen ábráztuk, majd a kapott koncentrációkat (mg aszkorbinsav/ml) az oldatok szárazanyag-tartalmára vonatkoztattuk, és mg aszkorbinsav-egyenérték/g szárazanyagban (mg ASE/g sz.a.) fejeztük ki a végeredményt.

A soroksári szabadföldi kisparcellás kísérletekben meghatároztuk az egyes kamilla populációk drogtömegét is. Ehhez teljes virágzásban minden parcella esetén kézzel leszedtük az összes kinyílt virágzatot maximum 1 cm-es szárrésszel, majd a természetes száradást követően digitális mérleggel megmértük a parcellánként leszedett és megszáritott virágzatok tömegét. A kapott eredményeket a parcellánkénti tövek számával korrigáltuk és átszámoltuk g/m²-re.

Statisztikai értékelés

A mérési adatok kiértékelése átlagok, szórások, homogenitás-vizsgálat (relatív szórás), korreláció-analízis, cluster-analízis és egytényezős variancia-analízis segítségével történt a STATISTICA 9.0. programcsomag és a Microsoft Excel 2003 software segítségével. A homogenitás-vizsgálat során egy-egy tulajdonság alapján igen homogénnek tekintettük a CV%<10,0%, homogénnek a CV%=10,0-20,0%, heterogénnek pedig a CV%>20,0% relatív szórással rendelkező populációkat. A korreláció-analízis vizsgálatokor gyengének ítéltük két tulajdonság kapcsolatát, ha $r(x,y) \leq 0,4$, közepesnek, ha $0,4 < r(x,y) \leq 0,6$, és erősnek, ha $r(x,y) > 0,6$. A szóráshomogenitás vizsgálatához minden esetben elvégeztük a Levene-próbát. Amennyiben a t-próba α -szinten szignifikáns volt, úgy a nullhipotézist elutasítva robusztus eljárást alkalmaztunk. A robusztus variancia-analízist Brown-Forsythe-féle módszerrel végeztük. Az eredményeket minden esetben 95%-os megbízhatósági szint ($p < 0,05$) mellett elemeztük.

Eredmények és következtetések

1. Alföldi vadon termő kamilla populációk változatosságának felmérése

A vad alföldi kamilla populációk 5 és 68 cm-es növénymagassággal, 12 és 22 mm közötti virágzatátmérővel, 5,4 és 7,5 mm-es diszkoszátmérővel és 6,8-14,2 mm-es nyelvessel rendelkeztek. A diszkosz virágzaton belüli részaránya 34 és 44% között változott. A vizsgált vadon termő állományok illóolaj-tartalma 0,30 és 0,88g/100g között alakult. A populációk illóolajában 6,8-71,3%-os α -bizabolol, 0,0-56,5% közötti bizabolol-oxid A, 2,1-22,0%-os bizabolol-oxid B, 5,4-19,7% közötti kamazulén, 1,0-6,3%-os β -farnezen és 3,9-23,3% közötti cisz-spiroéter részarányt mértünk. A felsorolt komponenseket minden populáció mintájában megtaláltuk, kivéve a bizabolol-oxid A-t, mely egy esetben nem volt kimutatható.

A populációk jellemző illóolaj-összetételének meghatározásakor a Schilcher-féle kemotaxonómiai rendszert módosítva és tovább fejlesztve az α -bizabolol és oxidjainak egymáshoz viszonyított aránya alapján 4 kemovarietas csoportot különítettünk el (A-D). Minden kemovarietason belül további 4 kemoformát definiáltunk (A₁₋₄, B₁₋₄, C₁₋₄, D₁₋₄) a gyógyászati szempontból értékes komponensek (kamazulén, cisz-spiroéter) illóolajon belüli részaránya alapján (3. táblázat).

3. táblázat. A kemovarietas csoportokon belül elkülönített kemoformák jellemzése

Kemoforma	Kamazulén-tartalom	Cisz-spiroéter tartalom
1	15%<	15%<
2		15%>
3	15%>	15%<
4		15%>

Az általunk kidolgozott új kemotaxonómiai rendszer szerint a vizsgált populációk többsége (21db) az A-kemovarietas csoportba került (A₁: 0db, A₂: 2db, A₃: 10db, A₄: 9db), 18db populáció a C-csoportba (C₁: 1db, C₂: 1db, C₃: 4db, C₄: 12db), 11db populáció pedig a D-csoportba (D₁: 2db, D₂: 0db, D₃: 5db, D₄: 4db). B-kemovarietasú populációt a vizsgált vadon termő állományok körében nem találtunk. A fő illóolaj-összetevők mellett minor komponenseket is azonosítottunk a populációk illóolajában, melyek a transz-spiroéter, germakrén-D, alloaromadendrén, biciklogermakrén, nerolidol, α -eudezmol, epi- α -bizabolol, spatulenol és γ -elemén voltak.

A kamilla populációk duzzadási értéke 15,8-80,8 között, összflavonoid-tartalmuk pedig 0,94 és 2,28% között változott. Megvizsgáltuk a vadon termő állományokból gyűjtött drog vizes és alkoholos kivonatának összfenol-tartalmát és antioxidáns kapacitását is. Az összfenol-tartalom 33,7 és 62,5 mg/g között alakult a vizes, 30,6 és 110,4 mg/g között az alkoholos kivonatokban (többségükben 45-60 mg/g-os értékeket mértünk mindkét esetben). A vizes kivonatok összantioxidáns kapacitása 5,6-95,3 mg/g, az alkoholosoké pedig 3,7-125,1 mg/g között változott

(többségükben 10-60 mg/g között mindkét esetben). Megállapítottuk, hogy a populációk nagyobb része alkoholos kivonatában tartalmazott több fenolos vegyületet, ellenben vizes kivonatuk rendelkezett magasabb összantioxidáns kapacitással.

A vizsgált vadon termő populációkat heterogénnek találtuk növénymagasságuk ($CV_{\%}=47,5\%$), illóolaj-tartalmuk és -összetételük ($CV_{\%}=22,0-124,5\%$), duzzadási értékük ($CV_{\%}=41,2\%$), összflavonoid- ($CV_{\%}=22,2\%$), alkoholos összfenol-tartalmuk ($CV_{\%}=35,2\%$) valamint vizes és alkoholos kivonatuk összantioxidáns kapacitása szempontjából ($CV_{\%}=63,8-77,1\%$). A legtöbb morfológiai tulajdonság (virágzat- és diszkosztémérő, a diszkosz ill. a nyelvcsész virágzatrész virágzaton belüli részaránya, nyelvcsész virágzatrész mérete) és a vizes kivonatok összfenol-tartalma tekintetében viszont csak kis mértékű változékonyságot tapasztaltunk ($CV_{\%}=6,5-16,2\%$).

A megfelelő minőségű virágzat gyűjtését megkönnyítendő, kapcsolatot kerestünk az élőhelyi, meteorológiai viszonyok, a populációk földrajzi előfordulása valamint morfológiai és beltartalmi tulajdonságai között, és elemeztük az egyes tulajdonságok közötti összefüggéseket is. Az értékelt tulajdonságok és a vad populációk előfordulása között nem tudtunk egyértelmű kapcsolatot kimutatni, mivel mindegyik élőhelyen (ruderalis és művelt területeken egyaránt) voltak alacsony ill. magas értékekkel rendelkező állományok. Az egyetlen bolygatásmentes termőhelyen talált törpe sziki kamilla populációban nagyon magas α -bizabolol (71,3%) és alkoholos összfenol-tartalmat és összantioxidáns kapacitást mértünk, de más tekintetben átlag alatti felhalmozások ill. morfológiai tulajdonságok jellemezték.

A meteorológiai tényezők és a vizsgált tulajdonságok között két esetben találtunk statisztikailag is igazolható kapcsolatot: a tavaszi időszak hőösszege valamint a duzzadási érték közepes erősségű pozitív ($r = 0,56$), a hőösszeg és összflavonoid-tartalom pedig erős, negatív kapcsolatban ($r = -0,63$) álltak egymással. Ezek alapján megállapítható, hogy a növekvő hőmérséklet kedvezően befolyásolja a kamilla nyálkaanyagainak felhalmozását, viszont kedvezőtlenül hat a flavonoidok mennyiségére.

A vizsgált populációk földrajzi elhelyezkedése és fontosabb jellemzőik kapcsolatát értékelve megállapítottuk, hogy α -bizabolol valamint bizabolol-oxid A tekintetében jól definiálható összefüggések mutatkoznak. Míg az Alföld Pest megyei és északi, Tisza-tó környéki területein inkább A-kemovarietasú, magasabb bizabolol-oxid A tartalommal jellemezhető állományok fordulnak elő, addig az Alföld déli, délkeleti részein, Csongrád, Békés, Hajdú-Bihar és Jász-Nagykun-Szolnok megyék területén elsősorban magasabb α -bizabolol tartalommal rendelkező vadon termő kamilla populációk teremnek (C-kemovar.).

Meghatároztuk a vad kamilla populációk általunk vizsgált tulajdonságai közti korrelációkat is, és néhány esetben jelentős összefüggések mutatkoztak. Az összflavonoid-tartalom és virágzatát-

mérő valamint az α -bizabolol és bizabolol-oxid A felhalmozás között szoros kapcsolatot találtunk ($r = 0,63$ és $r = -0,87$), az illóolaj- és α -bizabolol tartalom között pedig közepes erősségű fordított arányosságot ($r = -0,55$), Marczal (1982) megállapításához hasonlóan. A vizes és alkoholos kivonatok összantioxidáns kapacitása között is pozitív és szoros korreláció mutatkozott ($r = 0,62$), melyből arra lehet következtetni, hogy az antioxidáns hatásért felelős vegyületek egy része mindkét kivonatban megjelenik. Továbbá az alkoholos kivonatok összfenol-tartalma és antioxidáns hatása is nagyon erősen korreláltak egymással ($r = 0,91$), tehát az alkoholos kivonat antioxidáns kapacitása 83%-ban a benne megtalálható fenolos vegyületeknek tulajdonítható. Ellenben a vizes kivonat gyökfogó képessége és összfenol-tartalma között nincs egyértelmű kapcsolat ($r = 0,31$), így feltételezhetően itt az antioxidáns hatás kiváltásában más vízzoldékony, nem fenolos vegyületek is részt vesznek.

2. Egyedi variabilitás felmérése utódtörzsek tesztelésével

A morfológiai tulajdonságokat vizsgálva megállapítottuk, hogy a szabad levirágzással előállított utódtörzsek többsége igen homogén ($CV_{\%}<10\%$) lett virágzatátmérője, diszkoszátmérője és nyelves virágzati rész aránya szempontjából, valamint homogénnek ($CV_{\%}=10-20\%$) mutatkozott növénymagassága, virágzaton belüli diszkosz aránya és nyelves virágzatrész mérete alapján. Az azonos származású törzseket tömörítő családok is hasonló mértékű változékonyságot mutattak, ami megerősíti az 50 vadon termő állományban végzett egyedszintű felméréseink eredményeit. Így megállapítható, hogy a vad kamilla populációkat egyedszinten viszonylagos genetikai egyöntetűség jellemzi morfológiai tulajdonságaikat tekintve, bár ennek mértékében populációnként azért eltérések lehetnek.

Beltartalmi tulajdonságaik szempontjából a szabad levirágzással előállított 16 családot homogénnek találtuk duzzadási értékük és összflavonoid-tartalmuk alapján, de nagyon heterogénnek ($CV_{\%}>20\%$) illóolaj-tartalmuk és -összetételük, kemovarietasuk és kemoformájuk valamint drogtömegük tekintetében. Az azonos származású utódsorokban tapasztalt variabilitás az anyatövek nagy genetikai diverzitására és az eredeti állományok jelentős polimorfizmusára enged következtetni. Ennek mértékében a populációk között azonban nagy különbségek lehetnek.

A 16 családban a legtöbb tulajdonság tekintetében hasonló léptékű hasadásokat tapasztaltunk, de néhány esetén (pl. illóolaj-tartalom, duzzadási érték és összflavonoid-tartalom) nagy különbségek adódtak köztük. Az összes vizsgált tulajdonságot figyelembe véve a családok többsége mégis közel azonos diverzitással rendelkezett, kivéve a 10-es és 11-es családokat, melyek az átlagnál homogénebbnek bizonyultak, ill. az 5-ös és 14-es anyagokat, melyek viszont heterogénebbnek.

Munkánk során számos olyan törzset találtunk, melyek egy vagy több tulajdonság szempont-

jából perspektivikusak lehetnek a kamilla nemesítés számára. Különösen a 10-es, 14-es és 16-os családokban fordultak elő kedvező illóolaj-tartalmú és összetételű utódpopulációk.

3. Szelektált vonalak értékelése

Az öntermékenyítéssel létrehozott I₁ utódnemzedék értékelése során az anyaállományok és utódaik azonos évben, azonos környezeti körülmények között felnevelt populációit hasonlítottuk össze morfológiai és beltartalmi szempontból.

Egyes tulajdonságok esetén az öntermékenyített utódpopulációk többségében jelentős mértékű javulást tapasztaltunk az anyapopulációkhoz képest (pl. nyelves virágzati részarány, illóolaj- és összflavonoid-tartalom). Más tulajdonságok tekintetében az utódvonalak felében javulás, másik felében leromlás következett be (pl. növénymagasság, nyelves virágzatrész mérete, α -bizabolol és bizabolol-oxid A illóolajon belüli részaránya, drogtömeg). Néhány tulajdonság esetén pedig az I₁ utódnemzedék populációinak többségében leromlást figyeltünk meg az anyaállományokban mért értékekhez képest (pl. virágzat- és diszkoszátmérő, diszkosz virágzaton belüli részaránya, bizabolol-oxid B és cisz-spiroéter illóolajon belüli részaránya, duzzadási érték).

Az utódokat vizsgálva megállapítottuk, hogy többségük azonos kemovarietasba sorolható, mint anyaállománya, vagyis a fő összetevő illóolajukban az α -bizabolol maradt, kivéve két populációt. Az utódvonalak 79%-a megőrizte anyaállományának kemoformáját is (C₄), s csak 8 esetben találtunk eltéréseket.

Az összes vizsgált tulajdonságot figyelembe véve az öntermékenyítéssel létrehozott családok hasonló mértékű diverzitással rendelkeztek, CV_% értékeik átlaga 32,5 és 37,3% között alakult. A legnagyobb mértékű javulást a K/12-es családban tapasztaltuk, ahol az utódvonalak többsége a nemesítés szempontjából fontos tulajdonságok majdnem mindegyikében felülmúlta anyapopulációját. A legnagyobb mértékű leromlás pedig a K/15-ös csoportban volt megfigyelhető.

A spontán idegentermékenyült anyatövek utódtörzseinek (160 db) ill. az öntermékenyített anyák utódvonalainak (50 db) egyedi variabilitását összehasonlítva megállapítottuk, hogy az öntermékenyítés növelte az utódpopulációk heterogenitását növénymagasság és virágzatméret tekintetében, de a virágzat szerkezete szempontjából egyöntetűbbé váltak az állományok a szabad levirágzású anyák utódtörzseihez képest. A beltartalmi tulajdonságok változékonyságát vizsgálva úgy találtuk, hogy az öntermékenyüléssel létrehozott családok homogénebbek lettek egyes illóolaj-komponenseik (α -bizabolol, kamazulén, β -farnezen, cisz-spiroéter), kemovarietas és kemoforma szempontjából, de heterogénebbé váltak duzzadási értékük, illóolaj-tartalmuk valamint bizabolol-oxid komponenseik felhalmozása tekintetében a szabad levirágzásból származó családokhoz képest. Drogtömegük és összflavonoid-tartalmuk alapján azonban egyforma mértékű változékonyságot tapasztaltunk.

Új tudományos eredmények és a gyakorlat számára megfogalmazható ajánlások

- Elsőként mértünk fel nagyszámú (50 db) hazai alföldi vadon termő orvosi kamilla populációt komplexen, fontosabb morfológiai és beltartalmi tulajdonságaik alapján, valamint kerestünk összefüggést a populációk produkciója és élőhely viszonyai között. Kutatásaink a vizsgálatba vont populációk nagy száma, a felmért tulajdonságok sokfélesége és az alkalmazott mérési módszerek korszerűsége miatt újak és egyedinek tekinthetők. Munkánk eredményeként adatokat szolgáltatunk az alföldi, begyűjtésre kerülő populációk minőségéről, ill. a hazai kamilla állományok diverzitásáról.
- Megállapítottuk, hogy a vad populációk a legtöbb tulajdonság alapján heterogének ($CV_{\%}=22,0-77,1\%$), kivéve néhány morfológiai tulajdonságot (virágzat- és diszkoszátmérő, a diszkosz virágzaton belüli részaránya, nyelves virágzatrész mérete) és a vizes kivonatok összfenol-tartalmát ($CV_{\%}=10,5-16,2\%$).
 - Elsőként vizsgáltuk hazai vad kamilla populációk drogjának duzzadási értékkel jellemzett nyálkatartalmát, összflavonoid-tartalmát, vizes és alkoholos kivonatának összfenol-tartalmát és antioxidáns kapacitását. Megállapítottuk, hogy a populációk nagyobb része alkoholos kivonatában tartalmazott több fenolos vegyületet, ellenben vizes kivonatauk rendelkezett magasabb összantioxidáns kapacitással. Igazoltuk továbbá, hogy az alkoholos kivonat antioxidáns kapacitása elsősorban a benne megtalálható fenolos vegyületeknek tulajdonítható ($r=0,91$), ellenben a vizes kivonat gyökfogó képessége és összfenol-tartalma között nincs egyértelmű kapcsolat ($r = 0,31$).
 - Módosítottuk, tovább fejlesztettük a Schilcher-féle kemotaxonómiai rendszert a populációk jellemző illóolaj-összetételének elemzésekor. Az α -bizabolol és oxidjainak egymáshoz viszonyított aránya alapján 4 csoportot hoztunk létre (A-D), melyeket kemovarietasoknak neveztünk el az eddig használatos kemotípus kifejezéssel szemben. Minden kemovarietason belül további 4 kemoformát különítettünk el (A_{1-4} , B_{1-4} , C_{1-4} , D_{1-4}) a gyógyászati szempontból értékes komponensek (kamazulén, cisz-spiroéter) illóolajon belüli részaránya alapján. Ily módon a taxonómiai különbségek egzaktabb vizsgálatára nyílt lehetőség.
 - A vad populációk jellemző tulajdonságai valamint élőhely viszonyai közti kapcsolatokat vizsgálva megállapítottuk, hogy az értékelt tulajdonságok és a vad populációk élőhely típusa között nincs egyértelmű összefüggés, mivel ruderalis élőhelyeken és szántóföldi kultúrákban egyaránt előfordulnak alacsony ill. magas értékekkel rendelkező állományok.
 - Elsőként igazoltuk, hogy a tavaszi időszak hőösszege valamint a duzzadási érték közepes erősségű pozitív ($r = 0,56$), a hőösszeg és összflavonoid-tartalom pedig erős, negatív kapcsolatban ($r = -0,63$) állnak egymással. Ezek alapján megállapítható, hogy a növekvő

hőmérséklet kedvezően befolyásolja az alföldi kamilla nyálkaanyagainak felhalmozását, viszont kedvezőtlenül hat a flavonoidok mennyiségére.

- A korábban Máthé és Tyihák (1962) által leírt összefüggéseket, miszerint hazánkban északnyugatról délkelet felé haladva csökken a kamilla állományok α -bizabolol és prokamazulén felhalmozása, nem tudtuk igazolni. Eredményeink szerint éppen az Alföld déli, délkeleti részein, Csongrád, Békés, Hajdú-Bihar és Jász-Nagykun-Szolnok megyék területén fordulnak elő magasabb α -bizabolol tartalommal rendelkező vadon termő kamilla populációk (C-kemovar.). A kamazulén-felhalmozódás és földrajzi elhelyezkedés között pedig nem találtunk egyértelmű kapcsolatot. Az egymásnak ellentmondó megállapításokat az eltérő mérési módszerek is okozhatták, de a két vizsgálatsorozat között eltelt 50 évben esetlegesen bekövetkező genetikai sodródás is eredményezhette. Sztefanov (2005) néhány évvel korábbi vizsgálatai során szintén hozzánk hasonló eredményekre jutott.
- Az 50 db vadon termő állomány szaporítóanyagát a hosszú távú génmegőrzés érdekében magbankunkban elhelyeztük, az ehhez szükséges leíró vizsgálatokat (csírázóképeség, ezermagtömeg mérés) elvégeztük.

Összefoglalva megállapítható tehát, hogy a kedvezőbb illóolaj-összetételű állományok elsősorban az Alföld délkeleti, keleti régióiban, Csongrád, Békés, Hajdú-Bihar és Jász-Nagykun-Szolnok megyék területén fordulnak elő. Egyéb tulajdonságok szempontjából viszont a megfelelő populációk kiválasztása előzetes hatóanyag-vizsgálatokat igényel, mivel az élőhelyi viszonyokból nem lehet egyértelműen következtetni az ott termő kamilla állomány minőségére.

- Elsőként vizsgáltuk hazai vadon termő kamilla populációk egyedszintű variabilitását utódsorok tesztelésével. 16 vad állomány (mint család) 10-10 szabad levirágzású, valamint 5 vad állomány 9-11 db öntermékenyített egyedének azonos környezeti körülmények között felnevelt utódsorát értékeltük és hasonlítottuk össze fontosabb morfológiai és beltartalmi jellemzői alapján. Ebből az eredeti állományok egyedszintű genetikai diverzitására kívántunk következtetni.
- Megállapítottuk, hogy a vad kamilla populációkat egyedszinten viszonylagos genetikai egyöntetűség jellemzi morfológiai tulajdonságaikat tekintve, de beltartalmi tulajdonságaik szempontjából már nagyobb mértékű egyedi diverzitás tapasztalható. Ezek közül a nyálkatartalomra utaló duzzadási érték és összflavonoid-tartalom tekintetében találtuk leghomogénebbnek az azonos származású utódsorokat, legheterogénebbnek pedig illóolaj-tartalmuk és -összetételük valamint drogtömegük szempontjából. A diverzitás mértékében azonban populációnként különbségek lehetnek.
- A spontán idegentermékenyült anyatóvek utódtörzseihez képest az öntermékenyítésből származó utódvonalak egyöntetűbbé váltak a virágzat szerkezete szempontjából, de egyedi

variabilitásuk növekedett növénymagasság és virágzatméret tekintetében. A családok homogénebbek lettek számos illóolaj-komponensük (α -bizabolol, kamazulén, β -farnezen, cisz-spiroéter) és jellemző illóolaj-összetételük (kemovarietasuk, kemoformájuk) alapján, de heterogénebbek duzzadási értékük, illóolaj- és bizabolol-oxid tartalmuk szempontjából. Droghozam és összflavonoid-tartalom tekintetében nem volt köztük jelentős különbség. Ezen eredmények is arra utalnak, hogy az alföldi spontán kamilla állományok egyedei valószínűleg erősen heterozigóták.

- A felmért populációk tanulmányozása mellett célunk volt azok genetikai hátterének javítása, a nemesítésben alkalmazható elméleti ismeretek bővítése, és a gyakorlat számára új fajták előállításának megalapozása.
- Bebizonyítottuk, hogy a vad kamilla populációk egyedeinek nagy mértékű beltartalmi heterogenitása kiváló alapot biztosíthat a szelekció, mint nemesítési módszer alkalmazásához. Megállapítottuk továbbá, hogy egy generáció öntermékenyítésével a kamilla populációk egyedszintű változatosságának mértéke egyes tulajdonságok esetében csökkenthető, s így a szelekció hatékonysága javítható.
 - Az I₁ utódnemzedék értékelése során megállapítottuk, hogy bár sok tulajdonság esetén az utódpopulációk többsége alacsonyabb értékekkel rendelkezett anyaállományánál, néhány esetben egészen kimagasló felhalmozási szinteket is sikerült elérni (5 vonal 1% feletti illóolaj-tartalommal rendelkezett, 4-ben 80%-ot meghaladó α -bizabolol, 3-ban 20% feletti kamazulén-tartalmat mértünk, 2-nek pedig 89 feletti volt a duzzadási értéke). Két tulajdonság esetén (illóolaj- és összflavonoid-tartalom) pedig jelentős mértékű javulást tapasztaltunk az utódvonalak körében.
 - A további nemesítő munkák számára 8 vonalat, továbbá a 10-es, 14-es és 16-os családok 12 db törzset kedvező illóolaj-tartalmuk és összetételük alapján igen perspektivikusnak tartjuk, melyek szaporítóanyagát magbankunkban elhelyeztük.

Összességében megállapítottuk, hogy a vadon termő kamilla állományok mind populáció-, mind egyedszinten nagyon változékonyak, különösen hatóanyag-tartalmukat tekintve. Éppen ezért gyűjtéssel nagyon nehéz homogén és egyben kimagasló minőségű terméket előállítani, ily módon csak átlagos beltartalmi értékek biztosíthatók. Javaslatunk a minőség javítása érdekében: a gyűjtést a megfelelő beltartalmú populációkra kell korlátozni, ill. a nagyobb gyűjtő körzetekben a feldolgozással párhuzamos minőségi ellenőrzés segítségével az eltérő beltartalmú tételeket külön kell kezelni. További megoldás lehet a drogszükséglet egy részének fedezésére a tradicionális minőséget képviselő fajták termesztése.

Az értekezés témaköréhez kapcsolódó publikációk

Nem IF-es folyóiratcikk:

1. **Gosztola B.**, Szabó K., Sztéfanov A., Zámboriné N. É. (2005): Különböző eredetű vadon termő orvosi kamilla (*Matricaria recutita* L.) populációk összehasonlító vizsgálata. *Kertgazdaság*, 37 (1). 73-81.
2. **Gosztola B.**, Németh É., Sárosi Sz., Szabó K., Kozak A. (2006): Comparative evaluation of chamomile (*Matricaria recutita* L.) populations from different origin. *International Journal of Horticultural Science*, 12 (1). 91-95.
3. **Gosztola B.**, Varga L., Németh É., Bodor Zs., Sárosi Sz., Szabó K. (2008): Morfológiai tulajdonságok alakulása orvosi kamilla (*Matricaria recutita* L.) szelektált I₁ nemzedékében. *Kertgazdaság*, 40 (4). 72-78.

Konferencia kiadványok (magyar nyelvű, full-paper):

1. **Gosztola B.**, Kirinovics K., Németh É., Szabó K. (2009): Kemotípus alakulása orvosi kamilla (*Matricaria recutita* L.) szelektált I₁ utódpopulációiban. XV. Növénynevelési Tudományos Napok, 2009. márc. 17. MTA, Budapest. Hagyomány és haladás a növénynevelésben, 145-149.

Konferencia kiadványok (magyar nyelvű, összefoglaló):

1. **Gosztola B.**, Németh É., Szabó K., Bodor Zs. (2008): Orvosi kamilla (*Matricaria recutita* L.) utódnemzedékek értékelése morfológiai tulajdonságaik alapján. XIV. Növénynevelési Tudományos Napok, 2008. márc. 12. MTA, Budapest. Összefoglalók, 127.
2. **Gosztola B.**, Kirinovics K., Németh É. (2009): Morfológiai tulajdonságok, droghozam, illóolaj-tartalom és –összetétel alakulása orvosi kamilla (*Matricaria recutita* L.) szelektált I₁ utódpopulációiban. Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, 2009. október 28-30. Budapest. Összefoglalók, 100-101.
3. **Gosztola B.**, Bernhardt B., Sárosi Sz., Bernáth J. (2011): Alföldi vadontermő orvosi kamilla (*Matricaria recutita* L.) populációk illóolaj-tartalma és összetétele. XII. Magyar Gyógynövény Konferencia, 2011. május 5-7. Szeged. Gyógyszerészet, LV. S27-S28.

Nemzetközi konferencia kiadványok (full-paper):

1. **Gosztola B.**, Németh É., Kozak A., Sárosi Sz., Szabó K. (2006): Comparative evaluation of hungarian chamomile (*Matricaria recutita* L.) populations. I. International Symposium on Chamomile Research, Development and Production, 7-10. June 2006, Presov, Slovakia. Proceedings of Papers, Acta Horticulturae, 749. 157-162.

Nemzetközi konferencia kiadványok (abstract):

1. **Gosztola B.**, Szabó K., Németh É., Bodor Zs., Sárosi Sz., Sztéfanov A. (2005): Comparative investigations on wild growing chamomile (*Matricaria recutita* L.) populations of different origin. 36th International Symposium on Essential Oils, 4-7. Sept. 2005, Budapest, Hungary. Book of Abstracts, P-99.
2. **Gosztola B.**, Németh É., Bodor Zs., Szabó K., Kutta G. (2008): Bewertung der Nachkommenschaften von Kamillenpflanzen (*Matricaria recutita* L.) auf Grund morphologischer Merkmale. 18. Bernburger Winterseminar und 5. Fachtagung Arznei- und Gewürzpflanzen, 18-21. Febr. 2008, Bernburg, Deutschland. Book of Abstracts, 27.
3. **Gosztola B.**, Sárosi Sz., Czirbus Z., Nádosi M., Németh É. (2010): Chemical Characterisation of Hungarian Wild Chamomile (*Matricaria recutita* L.) Populations. 41th International Symposium on Essential Oils, 5-8. Sept. 2010, Wroclaw, Poland. Book of Abstracts, PP-A23.