



**SZENT ISTVÁN EGYETEM**

**A MEZEI CICKAFARK (*ACHILLEA COLLINA* BECKER)  
PRODUKCIÓJÁT ÉS HATÓANYAGAIT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK**

**DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**KINDLOVITS SÁRA**

**BUDAPEST**

**2017**

## **A doktori iskola**

**megnevezése:** Kertészettudományi Doktori Iskola

**tudományága:** Növénytermesztési és kertészeti tudományok

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

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

.....  
Az iskolavezető jóváhagyása

.....  
A témavezető jóváhagyása

## 1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, CÉLKITÚZÉSEK

Az *Achillea* fajok közismert gyógynövénynek számítanak világszerte, melyek drogja iránt állandó kereslet mutatkozik a gyógyszer-, kozmetikai és élelmiszeriparban. Gyógyhatásuk révén a hagyományos népi gyógyászatban és a modern fitoterápiában is előszeretettel alkalmazzák őket az emésztőszervrendszer gyulladással és görcsös állapota, hepatobiliáris rendellenességek esetén, étvágyjavítóként, valamint külsőleg bőrgyulladás és sebek kezelésére. Felhasználási területük vélhetően a jövőben bővülni fog, mivel az utóbbi évtizedben újabb terápiás területeken is perspektivikusnak találták a cickafark fajokat, így antioxidáns, antitumor, májvédő, antidiabetikus, immunszuppresszív és szorongásoldó hatásukat tekintve is biztató eredmények születtek (Karlova, 2006; Németh et Bernáth, 2008).

Közép-Európában a nemzetség fajai közül a mezei cickafark (*Achillea collina* Becker) a legelterjedtebb és gyógynövényként leginkább használatos faj. Az irodalmi adatok és a gyakorlati tapasztalat alapján is ez a faj képes a gyógyszerkönyv és szabványok szerint megfelelő illóolaj- és proazulén-tartalmú drogot produkálni.

A piacra kerülő drog ugyanakkor sok esetben nem éri el a követelményeknek megfelelő minőséget. Egy 2008-es ausztriai vizsgálatban, ahol javarészt európai származású minták (*Millefolii herba*, illetve *Millefolii flos*) beltartalmát vizsgálták, kiderült, hogy azoknak csupán fele érte el az érvényben levő Európai Gyógyszerkönyv standardját (Benedek et al., 2008). Az eredmények alapján egyértelműen látszódott az is, hogy a drog előállítás módja – gyűjtés vagy termesztés-nagyban meghatározza a piacra kerülő drog minőségét: a gyűjtött minták esetén nagyobb gyakorisággal jelentkeztek minőségi problémák (Benedek et al., 2008, Raal et al., 2011; Špinarová et Petřiková, 2003).

A megoldást a növény drogjával kapcsolatos minőségi problémákra a termesztés jelentené (Benedek et al., 2008; Špinarová et Petřiková, 2003). Ez napjainkban azonban még rendkívül sok gyakorlati gonddal küzd a termesztett anyagok heterogenitása, az állományok mechanikai gyomirtása miatt és a gazdaságossága bizonytalan. Bár a növény termesztéstechnológiája alapjaiban ismert, néhány lépés azonban az újabb tudományos eredmények kapcsán elavultnak tekinthető, ugyanakkor egyes, a nagyobb léptékű üzemi termesztéshez szükséges megoldások mindezekig hiányoznak. A sikeres termesztéshez mindenképpen szükség lenne néhány, a hazai klimatikus viszonyok alatt jól produkáló, értékes genetikai alapanyagra, valamint a hatóanyag tartalmat befolyásoló tényezők mélyebb, komplexebb megismerésére.

A fent bemutatott okokból, a doktori munkám során, az alábbi célkitűzéseink voltak:

- Az *A. collina* intraspecifikus variabilitásának megismerése morfológiai, produkciós és kémiai jellemzőik vonatkozásában
- A mezei cickafark ismert kemoszindróma sorának bővítése a szervi differenciálódás figyelembe vételével, az újabban tudományos szempontból érdekesnek számító gyökér hatóanyag összetétel vizsgálata alapján.
- Az ontogenetikai tényezők hatásának megismerése a mezei cickafark hatóanyagainak felhalmozódására.
- A környezeti tényezők (hőmérséklet, megvilágítás) befolyásoló hatásának meghatározása a mezei cickafark faj morfológiai és produkciós jellemzőire, valamint hatóanyagtartalmára.
- A termesztés fejlesztésének megalapozása a faj kompetíciós képességének és gyomirtószer-toleranciájának vizsgálatával.
- Gyakorlati szempontból e vizsgálatokkal hozzá kívántam járulni a mezei cickafark
  - fajtanemesítésének megalapozásához és a célirányos fajtahasználathoz;
  - a hatóanyagra optimalizált betakarítási időpont meghatározásához;
  - valamint a korszerű, integrált szemléletű vegyszeres gyomirtási technológia bevezetéséhez.

## 2. ANYAG ÉS MÓDSZER

### 2.1. A kísérletek helyszíne

A mezei cickafark produkcióját és hatóanyagait vizsgáló szabadföldi kísérletek két helyszínen, a Gyógy- és Aromanövények Tanszék soroksári kísérleti üzemében és Kovács Imre gyógynövénytermesztő területén, Kál nagyközség külterületén kerültek beállításra, 2012 és 2014 között. Mindkét kísérleti területre könnyen felmelegedő homokos talaj a jellemző, egyéb talajparamétereikben kisebb eltérések adódtak. A vizsgálati években a középhőmérsékleti értékek mindkét kísérleti helyen évszakra jellemzően alakultak, a tenyészidőszak során hullott csapadék mennyisége azonban jelentős eltért az évek és kísérleti helyek között. A 2013-as év Soroksáron kifejezetten száraz volt (103 mm csapadék összesen a vizsgált időszak alatt), 2014 pedig mindkét helyszínen csapadékosnak bizonyult (Soroksáron 340 mm, Kálon 257 mm).

## 2.2. A kísérletek növényanyaga és kezelései

### 2.2.1. A mezei cickafark intraspecifikus variabilitását vizsgáló kísérlet növényanyaga

A kísérlet növényanyaga tizenegy *A. collina* Becker taxon volt, melyek között magyar ('Azulenka') és európai nemesítésű fajták ('Alba', 'Proa', 'Spak'), fajtamegnevezés nélküli, természetből származó tételek (Földes, Gyula és Kál) és spontán élőhelyekről gyűjtött, saját génbanki anyagok (Gb9, Gb10, Gb22, Gb47) voltak. A növények szaporítása magvetéssel történt 2012-ben, 1-2 lomblevelés állapotban tűzdelésre kerültek. A palánták fűtetlen üvegházban fejlődtek a végleges helyükre történő kiültetésig, ami 2012 májusában történt, a Gyógy- és Arománövények Tanszék soroksári kísérleti telepén, 50x25 cm-es sor- és tőtávolságra. A kísérlet kisméretű parcellákon (1x4 m), három parcellaisméttel lett beállítva, parcellánként 32 növény került kiültetésre. A földalatti részek variabilitását vizsgáló, *Achillea* gyökér analízishez a gyökerek 2014-ben három éves növényekről kerültek betakarításra. A mintavétel nyár közepén, a növények virágzása után történt populációnként 24 egyedről.

### 2.2.2. Az ontogenetikai tényezők hatását vizsgáló kísérlet növényanyaga és kezelései

A kísérlet növényanyagát elsőéves *A. collina* 'Proa' állományok adták. Az állományok növényanyagának előállítását a káli termesztő üzemben történt kora tavasszal, tözeges földkeverékbe történő magvetéssel és április végi-május eleji palántakiültetéssel 2012-2014 között. A szaporítóanyag sejtalcába lett elvetve, a palántákat tűzdelés nélkül, de többszöri visszavágással nevelték fűtetett fóliasátorban. A palánták kiültetése 5-7 levelés állapotban történt 50 x 25 cm térállásra Soroksáron és Kálon, április végén - május elején. A kísérletet Soroksáron kisparcellás (30 m<sup>2</sup>) körülmények között, míg Kálon üzemi méretű parcellán (1-2 ha), állítottuk be, a kiültetett növények sűrűsége kb. 8 növény/m<sup>2</sup> volt.

Az állományokban a virágzás során 5, az általános BBCH skála (<http://www.bba.de/veroeff/bbch/bbcheng.pdf>) szerinti fejlődési fázisban vettünk átlagmintát. Mintavételezés során a növények hajtását kb. 30 cm hosszú szárral vágtuk, fenofázisonként kb. 50-50 db növényről.

### 2.2.3. A környezeti tényezők hatását vizsgáló kísérlet növényanyaga és kezelései

A kísérlet növényanyagát 10 db egyéves *Achillea collina* Becker egyed képezte, melyeket tőosztással két részre szedtünk szét és műanyag cserepekbe (16,0x15,5 cm) ültettünk.

A környezeti tényezők hatásának vizsgálatára kezelésként két időjárási programot állítottunk be klímakamrákban (Fitotron SGC120, Weiss Gallenkamp Ltd.) 2012-ben: egy szubmediterrán-jellegű „meleg” időjárást (15 hét 15,0°C/8,0°C -> 27°C/14,0°C; 14260 lux, 413 μmol/m<sup>2</sup>s) és egy hűvösebb „hideg” időjárást (25 hét 12,5°C/7,5°C -> 27°C/14,0°C; 5700 lux, 162 μmol/m<sup>2</sup>s).

#### **2.2.4. Az interspecifikus növényi kompetíció szabályozását vizsgáló kísérlet növényanyaga**

A kísérlet növényanyaga mind a három vizsgálati évben elsőéves *A. collina* 'Proa' növényekből állt, a növények előállítása a 2.2.2. fejezetben leírt módon történt. A kísérletet Soroksáron és Kálon 2012-2014 között kerültek beállításra.

Kezelésként különböző preplanting (PPI) és posztemergens (POST) herbicid kezeléseket állítottunk be kezeletlen kontroll mellett; 2012-ben és 2013-ban 12 db, 2014-ben pedig 11 db kombinációt. A parcellaméret 2012-ben 10 m<sup>2</sup>, 2013-ban Soroksáron 20m<sup>2</sup>, Kálon 2100m<sup>2</sup>, 2014-ben 20m<sup>2</sup> volt.

A kísérletek növényanyaga rendszeres tápanyag- és vízutánpótlásban valamint, növényvédelmi kezelésekből részesült a kísérleti években.

### **2.3. Mérések és megfigyelések**

#### **2.3.1. A mezei cickafark fenológiai, morfológiai és produkciós jellemzőinek vizsgálata**

A növények fejlődését, virágzási idejük alakulását a kísérletek kezdetétől nyomon követtük. A morfológiai jellemzők felmérése az állományokban teljes virágzáskor történt: ekkor rövid morfológiai leírást készítettünk a növényekről, tekintettel a jellemző habitusra, levélszínre és egyéb specifikus jellemzőkre. A növénymagasság megállapítására a töveken található legmagasabb virágzati szarát mértük 6 ismétlésben. A mezei cickafark intraspecifikus variabilitását vizsgáló kísérletben mértük emellett a virágzati horizont (az egy tövön található eltérő szárhosszúságú virágzatok közti hosszúságbeli különbség) hosszát 6 ismétlésben. A környezeti tényezők hatását vizsgáló kísérletben a növénymagasságon kívül, a levélhosszúságot és levélszélességet, a virágzatok és az elágazások számát is mértük 10 ismétlésben.

A produkciós jellemzők vizsgálatához a mezei cickafark intraspecifikus variabilitását és a környezeti tényezők hatását vizsgáló kísérletekben teljes virágzáskor történt a mintavétel 5, illetve 10 db növényről. A mintavételt kézzel végeztük, a növényeket 30 cm-es szárral takarítottuk be, majd természetes módon szárítottuk. Szárítás után megmértük a drogtömeget, melyet g/tő mértékegységben adtuk meg.

A drog szervi arányainak meghatározására a minták 20-20 g-ját szétszedtük virágzat, levél, és szár szervekre, tömegüket lemértük, majd százalékra átszámítva adtuk meg a különböző növényi szervek arányát. Az ontogenetikai tényezők hatásának vizsgálata során a szervi arányok meghatározását mind az 5 különböző fejlettségben vett mintában elvégeztük.

### **2.3.2. Az interspecifikus kompetíció szabályozásának és a mezei cickafark gyomirtószer-toleranciájának vizsgálata**

Az interspecifikus kompetíció vizsgálatához a növényvédő szerrel kezelt parcellákon bonitálással felmértük és százalékos értékben megadtuk a teljes a gyomborítottságot. Meghatároztuk továbbá a parcellákon előforduló valamennyi gyomnövény fajt, valamint ezek egyedi borítását is. A bonitálással kapott eredményeket az értékelés során már egyedileg megállapított skálarendszerben szemléltettük.

A mezei cickafark gyomirtószer-toleranciájának vizsgálatához bonitálással megállapítottuk a növény tömegmaradását, fejlődését, a látható károsodásokat. Teljes virágzáskor mértük a mezei cickafark növénymagasságát 10 ismétlésben.

### **2.3.3. Hatóanyag-tartalmi és –összetételi vizsgálatok**

#### **2.3.3.1. Az illóolaj-tartalom meghatározása a virágzó hajtásban**

Az illóolaj-tartalmat a virágzó hajtásokban vízgőz-desztillációval határoztuk meg a VII. Magyar Gyógyszerkönyv *Achilleae herba* cikkelyében leírtak alapján. Az illóolaj-tartalom meghatározása 3 ismétlésben történt, szárazanyagra vonatkoztatva g/100 g-ban adtuk meg.

#### **2.3.3.2. A proazulén-tartalom meghatározása**

Az illóolaj proazulén-tartalmának meghatározása a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv *Millefolii herba* cikkelyében leírt módszer szerint történt, a kamazulénban kifejezett proazulén-tartalom %-ban lett megadva. Meghatározása 3 ismétlésben történt.

#### **2.3.3.3. Az összflavonoid-tartalom meghatározása**

Az összflavonoid-tartalmat a VIII. Magyar Gyógyszerkönyv *Crataegi folium cum flore* cikkelyében leírt módszer szerint határoztuk meg és hiperozid %-ban adtuk meg. Az összflavonoid-tartalom meghatározása 3 ismétlésben történt a mezei cickafark intraspecifikus variabilitását és az ontogenetikai tényezők hatását vizsgáló kísérletek mintáiban.

#### **2.3.3.4. Az összfenol-tartalom meghatározása**

Az összfenol-tartalmat Singleton és Rossi (1965) módosított módszerével mértük a mintákból készített vizes és alkoholos oldatokban. A vizes kivonatok elkészítéséhez 1-1 g porított mintát leforráztunk 100°C-os desztillált vízzel (100 ml), majd 24 órán keresztül állni hagyunk. Az alkoholos kivonatokhoz szintén 1-1 g porított mintát használtunk, a kivonás 20%-os etanollal történt, 72 órán keresztül. A kivonatokot, miután elkészültek, szűrtük, majd a mérésig hűtőben tároltuk 4°C-on. A minták összfenol-tartalmát mg galluszsav egyenérték/ g szárazanyagban adtuk meg, meghatározása 3 ismétlésben történt a mezei cickafark intraspecifikus variabilitását, az ontogenetikai és a környezeti tényezők hatását vizsgáló kísérletek mintáiban.

### **2.3.3.5. Az illóolaj-tartalom meghatározása a gyökérben**

A földalatti részek illóolaj-tartalmának meghatározásához 50-50 g porrá őrölt gyökeret desztilláltunk Clevenger-típusú berendezésben, 4 órán keresztül. Az illóolaj-tartalmat szárazanyagra vonatkoztatva g/100 g-ban adtuk meg.

### **2.3.3.6. A HS kivonatok készítése**

A HS kivonatok elkészítéséhez 500 mg aprított száraz gyökeret 2 ml desztillált vízbe áztattunk. A mintát ezután 80 °C-ra hevítettük, 20 percen át ezen a hőmérsékleten tartottuk, mialatt a következő keverési program futott: rázás 5 másodpercen keresztül, szünet 2 másodpercig. Ezután a gőztérből 500 µl –t (split arány 10:1) injektáltunk a fűtött tűre, mely aztán közvetlenül a GC berendezés kolonnájára juttatta a mintát.

### **2.3.3.7. A diklór-metán kivonatok készítése**

A diklór-metán kivonatok elkészítéséhez 2-2 g aprított gyökeret 10 ml diklór-metánba áztattunk. A mintákat 20 percre ultrahangos fürdőbe helyeztük, majd sötétben, szobahőmérsékleten állni hagytuk 3 napig. Ezután a vizsgálati oldatból 2 ml-t leszűrtünk 0,45 µm membrán PTFE filteren (Rotilabo-Spritzenfilter 13 mm), majd fiolába tettük és továbbítottuk GC analízishez.

### **2.3.3.8. Az illóolaj-, HS- és diklór-metán kivonatok összetételének meghatározása**

A gyökérolaj, a HS és a diklór-metán kivonatok összetételét GC-MS és GC-FID módszerrel határoztuk meg. Az összetevőket lineáris retenciós indexük alapján azonosítottuk (Van Den Dool et Kratz) az irodalmi adatok és MS adatbázisok -Wiley 6, NIST02- és az AMDIS-32 szoftver használatával.

## **2.4. Statisztikai értékelés**

Az eredmények statisztikai értékelését Microsoft Office 2010 és IBM SPSS Statistics 22 szoftverrel végeztük el. A mezei cickafark intraspecifikus variabilitásának, az ontogenetikai tényezők és a növényi kompetíció hatásának értékelésére egy-, ill. többtényezős varianciaanalízist, a környezeti tényezők hatásának értékelésére páros t próbát végeztünk. Az adatok normalitását Kolmogorov-Smirnov teszttel, a szóráshomogenitást Levene teszttel ellenőriztük. A kezelések páronkénti összehasonlítására - a szóráshomogenitás esetében - Tukey HSD post hoc összehasonlítást, illetve amennyiben a szórások homogenitása nem egyezett, úgy Games-Howel tesztet végeztünk. Az adatok kiértékelését 95 %-os megbízhatósági szinten ( $p \leq 0,05$ ) végeztük. Az adatsorok közötti kapcsolatot Pearson féle korrelációs együtthatóval vizsgáltuk.



### 3. EREDMÉNYEK

#### 3.1. A mezei cickafark intraspecifikus variabilitása

##### 3.1.1. A mezei cickafark fenológiai és morfológiai variabilitása

A vizsgált mezei cickafark taxonok virágzási idejében eltérést tapasztaltunk: a taxonok nagy része korai virágzású volt, míg az 'Azulenka' és Gb22 taxonok fejlődése mindhárom vizsgálati évben lassabbnak bizonyult, virágzásuk kb. két hét késéssel kezdődött a többi taxonhoz képest.

A taxonok számottevő variabilitást mutattak makromorfológiai paramétereik tekintetében. A levélszín nagyrészt homogén volt (kivéve Gb22), míg habitus tekintetében csupán a taxonok kevesebb, mint fele volt egységes. Jellegzetes küllemi jegyeket az 'Azulenka', 'Proa' és Gb 22 anyagok esetében jegyeztünk le.

A növények magassága 2012-ben  $43,1 \pm 5,3$  cm, 2013-ban  $51,0 \pm 6,6$  cm volt átlagosan. A taxonok között szignifikáns különbséget nem detektáltunk, az évek közötti különbség azonban statisztikailag jelentősnek bizonyult. A növények virágzati horizontja 2012-ben 12,8 cm és 21,0 cm között alakult, míg 2013-ban 15,8 cm és 24,0 cm között. Legkisebb értékeket mindkét évben a Gb22 ( $12,8 \pm 5,3$  cm illetve  $15,8 \pm 6,4$  cm) taxonban mértünk. A taxonok és az évek között is szignifikáns különbséget mutattunk ki.

##### 3.1.2. A mezei cickafark produkciós variabilitása

A vizsgált mezei cickafark taxonok drogtömege átlagosan  $19,9 \pm 4,7$  g/tő volt 2012-ben, szignifikáns különbség nélkül az anyagokban. A kísérlet második évében a taxonok átlagos drogtömege magasabb volt ( $33,8 \pm 10,4$  g/tő), a legnagyobb értéket ( $55,9 \pm 7,2$  g/tő) az 'Azulenka' taxonban mértük. Ekkor a taxonok közötti eltérés már szignifikáns volt csakúgy, mint az évek közötti eltérés is.

##### 3.1.3. A mezei cickafark kémiai variabilitása a föld feletti részekben

A vizsgálatba vont mezei cickafark taxonok számottevő mennyiségi variabilitást mutattak hatóanyag-tartalmuk tekintetében. A legmagasabb illóolaj-tartalmat mindhárom évben a Gb47 taxonban mértük (átlagosan 0,348 g/100 g-ot), míg a legkisebb értéket: 2012-ben és 2013-ban a Gb9 ( $0,199 \pm 0,017$  g/100 g, illetve  $0,147 \pm 0,015$  g/100 g), 2014-ben a Kál taxonban ( $0,172 \pm 0,010$  g/100g). Mind a kísérleti évek, mind a taxonok között szignifikáns eltérést detektáltunk.

A legmagasabb proazulén-tartalmat 2012-ben a Gb22 ( $0,173 \pm 0,010\%$ ), 2013-ban a Gb47 és Gb22 ( $0,115 \pm 0,007\%$ , illetve  $0,113 \pm 0,115\%$ ), 2014-ben ismét a Gb22 ( $0,140 \pm 0,008\%$ ) taxonban állapítottuk meg. A legalacsonyabb értéket 2012-ben a Gb10 ( $0,064 \pm 0,003\%$ ), 2013-ban és 2014-

ben pedig a Kál taxonban ( $0,043\pm 0,007\%$ , illetve  $0,064\pm 0,005\%$ ) mértük. A különbség a taxonok és az évek között is szignifikánsnak bizonyult.

2012-ben a taxonok összflavonoid-tartalma  $1,373\pm 0,051\%$  ('Proa') és  $1,972\pm 0,025\%$  (Gb22) között változott. 2013-ban a legmagasabb értéket ( $2,379\pm 0,137\%$ ) a Gb47 taxonban, a legalacsonyabbat ( $0,540\pm 0,210\%$ ) a Gyulában mutattuk ki. A taxonok és évek közti eltérés statisztikailag bizonyítható volt.

A legmagasabb összfenol-tartalmat 2012-ben a 'Proa' ( $220,042\pm 2,612$  mg GSE/g sz.a.), 2013-ban a Gb47 ( $179,882\pm 1,168$  mg GSE/g sz.a.) vizes kivonatában mértük, a legalacsonyabb értékeket pedig a Gb22 ( $160,918\pm 2,710$  mg GSE/g sz.a.) és Gyula ( $133,872\pm 4,414$  mg GSE/g sz.a.) taxonokban. Az alkoholos kivonatok összfenol-tartalma 2012-ben  $81,233\pm 1,090$  mg GSE/g sz.a. (Gb22) és  $122,143\pm 1,792$  mg GSE/g sz.a. ('Proa') között alakult, míg 2013-ban a legnagyobb értéket épp a Gb22 ( $82,707\pm 4,841$  mg GSE/g sz.a.), a legkisebbet pedig a 'Spak' taxonban ( $30,193\pm 2,388$  mg GSE/g sz.a.) detektáltuk. A taxonok és évek közötti eltérés mindkét kivonattípus esetén szignifikánsnak bizonyult.

#### **3.1.4. A mezei cickafark kémiai variabilitása a föld alatti részekben**

A vizsgált mezei cickafark taxon gyökérillóolaj-tartalma viszonylag alacsony, átlagosan  $0,036$  ml/100 g volt. A legmagasabb illóolaj-tartalmat ( $0,052$  ml/100 g) a 'Proa', Földes és a Gb47 taxonokban mértünk, míg az 'Azulenka', 'Spak' és Gb10 illóolaj-tartalma mindössze  $0,021$  ml/100 g volt.

A gyökérolajok fő komponensének minden esetben a 7-heptadekanon-en ( $28,9-43,0\%$ ) bizonyult. A további fontos komponensek az olajban különböző terpén vegyületek voltak, átlagosan  $51,2\%$ -ban. A monoterpén frakció részaránya  $0,2-13,8\%$  között alakult, míg a szeszkviterpén frakció részaránya a vizsgált taxonok mindegyikében dominált ( $32,6-49,9\%$ ). Az alizmol ( $3,1-18,9\%$ ), a  $\beta$ -szeszkvifellandrán ( $0,5-9,8\%$ ), a neril-izovalerát ( $0,2-10,5\%$ ), a  $\gamma$ -humulén ( $1,1-6,8\%$ ), a cisz-kadin-4-én-7-ol ( $0,3-7,4\%$ ) és a  $\beta$ -eudezmol ( $0,2-7,3\%$ ) komponensek valamennyi *A. collina* taxon olajában megtalálhatóak voltak. A 4-hidroxi-4-metil-2-pentanon, a  $\delta$ -elemén, a modif-2-én, a guaiol és a bulnezol ellenben csak néhány specifikus taxon olajában jelent meg. A desztillált olajokban kimutatható volt az alkamidok jelenléte, ugyanakkor csupán a vizsgált taxonok felében volt jelen, relatíve alacsony koncentrációban ( $0,3-2,5\%$ ).

A HS frakció fő illó összetevője minden taxonban az albén ( $20,8-52,1\%$ ) és a  $\beta$ -pinén ( $8,3-47,1\%$ ) volt, ezen kívül a hexanal ( $1,0-8,4\%$ ), az  $\alpha$ -pinén ( $1,4-8,1\%$ ) és a neril-izovalerát ( $0,4-2,7\%$ ) is valamennyi anyagban előfordult. A kamfén ( $0,2-15,4\%$ ), a szabinén ( $0,2-18,1\%$ ), az  $\alpha$ -izokomén ( $0,2-7,2\%$ ), a *transz*-kariofillén ( $0,2-10,2\%$ ), a  $\gamma$ -humulén ( $0,2-7,6\%$ ), és a  $\beta$ -szeszkvifellandrán

(0,2-7,1%) csupán bizonyos taxonokban, de jelentős arányban volt detektálható. Az 'Azulenka', 'Alba', Földes, Gyula és Gb10 taxonokra a monoterpén komponensek túlsúlya (53,5-59,6%), míg a 'Proa', 'Spak', Gb9, Gb22, Gb47 anyagokra a szeszkviterpén dominancia volt jellemző (51,5-79,8%).

A diklór-metán kivonatok fő összetevői a 7-heptadekanon-en(5,3-17,8%), a linolénsav (0,3-12,0%), egy alkamid (1,4-14,4%), három szterol vegyület (RI 3280: 5,3-7,7%, RI 3338: 4,2-11,8%, RI 3360: 3,7-13,0%) és egy triterpén összetevő (RI 3456: 2,4-8,5%) voltak. A szterolok aránya 19,1% és 34,7% között változott a taxonokban, de egyéb triterpén összetevőket (4,7-14,1%) és alkamidokat (2,3-16,6%) is jelentős koncentrációkban találtunk a kivonatokban, míg a mono- (0,4-1,4%) és szeszkviterpének aránya (4,1-9,6%) alacsonyabb volt.

### **3.1.5. A mezei cickafark vizsgált tulajdonságai közötti összefüggések**

A morfológiai jellemzők kapcsolatát vizsgálva kimutattuk, hogy a magasság és a virágzati horizont hosszúsága között erős pozitív irányú korreláció állt fenn ( $r=0,712$ ). A taxonok növénymagassága és drogtömege ( $r=0,436$ ) között közepesen erős pozitív korrelációt sikerült kimutatni, míg a szár aránya és a virágzati horizont hossza között gyenge ( $r=0,325$ ) pozitív irányú korrelációt találtunk.

A virágzat aránya gyenge pozitív irányú kapcsolatot mutatott az illóolaj- ( $r=0,302$ ), vizes kivonatokban mért összfenol- ( $r=0,261$ ) és erőset a proazulén-tartalommal ( $r=0,329$ ). A drog szár aránya viszont az illóolaj- ( $r= -0,319$ ), és a proazulén-tartalommal ( $r= -0,244$ ) mutatott gyenge negatív irányú összefüggést.

Közepesen erős pozitív irányú kapcsolat volt az illóolaj- és a proazulén-tartalom között ( $r=0,566$ ), valamint erős összefüggés a vizes és alkoholos kivonatokban mért összfenol-tartalomban ( $r=0,757$ ). Az illóolaj- és a fenol-tartalom (alkoholos kivonatokban,  $r=0,305$ ), illetve a proazulén- és a fenol-tartalom (vizes kivonatokban,  $r=0,286$ , alkoholos kivonatokban  $r=0,285$ ) között is szignifikáns értékek fordultak elő.

A gyökerek és hajtások illóolaj felhalmozódási szintje között is gyenge pozitív irányú korreláció ( $r=0,370$ ) volt kimutatható.

### **3.2. Az ontogenetikai tényezők hatása a mezei cickafark hatóanyagaira**

A mezei cickafark illóolaj-tartalma a generatív fázisok kezdetétől, zöldbimbós fázistól növekedett, majd csökkenést mutatott optimum görbéhez hasonlóan. Soroksáron a maximumot ( $0,295\pm 0,048$  g/100 g) mindhárom évben fehérbimbós állapotban érte el, de az ezt követő virágzás

eleji és teljes virágzás fázisban sem csökkent szignifikánsan, csupán elvirágzott fázisra. Kálon az illóolaj-tartalom a maximumot virágzás elején érte el (0,336 g/100 g) mindhárom évben, elvirágzott fázisra pedig drasztikusan lecsökkent. A termőhelyek és az évek közötti eltérés statisztikailag szignifikánsnak bizonyult, míg a fenofázisok között csupán a káli mintákban.

A proazulén-tartalom az illóolaj-tartalomhoz hasonlóan a generatív fázisok kezdetétől növekvő, majd fokozatosan csökkenő tendenciát mutatott. A maximális proazulén-tartalmat 2012-ben (0,183±0,017%), 2013-ban (0,123±0,005%) és 2014-ben (0,134±0,018%) is fehérbimbós fenofázisban tapasztaltuk. Kálon a maximumot eltérő fejlettségben mértük a három kísérleti évben: 2012-ben (0,203±0,024%) virágzás elején, 2013-ban (0,141±0,014%) teljes virágzásban, 2014-ben (0,173±0,015%) pedig fehérbimbós állapotban. A fenofázisok, az évek és a termőhelyek között is szignifikáns eltérést tapasztaltunk.

Az összflavonoid-tartalom a virágzás alatt a vizsgálat éveiben eltérő dinamikát mutatott. 2012-ben zöldbimbós állapottól enyhe csökkenést tapasztaltunk elvirágzott állapotban mért második csúccsal, ezzel szemben 2013-ban és 2014-ben a generatív fázis elejétől emelkedő, majd a virágzás második felében csökkenő –optimum görbe szerű– tendenciát tapasztaltunk. A legnagyobb összflavonoid-tartalmat 2012-ben (0,900±0,135%) zöldbimbós fázisban, 2013-ban (2,837±0,070%) és 2014-ben (2,018±0,085%) pedig virágzás elején mértük. A fenofázisok és az évek között is szignifikáns különbséget mutattunk ki.

A vizes kivonatok összfenol-tartalmában mindhárom évben két csúcs volt detektálható: egy a generatív fázis kezdetén, egy pedig a virágzás második felében. Az első maximumot valamennyi kísérleti évben zöldbimbós fázisban mértük átlagosan 207,182±2,379 mg GSE/g sz.a. összfenol-tartalommal. A második csúcst 2012-ben (214,169±1,002 mg GSE/g sz.a.) és 2014-ben (170,857±7,063 mg GSE/g sz.a.) elvirágzott állapotban, 2013-ban (258,455±2,402 mg GSE/g sz.a.) teljes virágzásban detektáltuk. A fenofázisok és az évek között is szignifikáns különbség volt kimutatható.

### **3.3. A környezeti tényezők hatása**

#### **3.3.1. A környezeti tényezők hatása a mezei cickafark fenológiai és morfológiai jellemzőire**

A beállított kezelések a mezei cickafark egyedfejlődését jelentősen befolyásolták. A „hideg” kezelésben a növények virágzása 9 héttel később kezdődött, mint a „meleg” kezelésben. A kezelések hatása a makromorfológiai bélyegek alakulásán is egyértelműen megmutatkozott: a „hideg” kezelésben megnyúlt szárákkal rendelkező, nagy méretű és kis szilárdságú, lelógó levelek fejlődtek. A növények magassága a „meleg” kezelésben 54,42±7,88 cm volt, míg a „hideg” kezelés

hatására, mintegy 50%-kal megnőtt. A növények töleveleinek ( $22,90 \pm 6,34$  cm), szárleveleinek hosszúsága ( $8,50 \pm 1,59$  cm), valamint szélessége ( $2,0 \pm 0,32$  cm) is nagyobb volt a „meleg” kezelést kapott növények értékeihez képest ( $16,9 \pm 6,8$  cm,  $7,1 \pm 1,9$  cm,  $1,7 \pm 0,6$  cm). A növények generatív szerveire nem voltak hatással a kezelések: a virágzatok száma a növényeken közel azonos volt a kezelésekben (átlagosan  $12,75 \pm 4,79$  db), csak úgy, mint a virágzati szárazon található elágazások száma ( $9,6 \pm 3,14$  db).

### **3.3.2. A környezeti tényezők hatása a mezei cickafark produkciós jellemzőire**

A „meleg” kezelés kapott növények átlagosan  $81,1 \pm 23,6$  g friss tömeget és  $16,0 \pm 4,0$  g drogtömeget produkáltak. „Hideg” körülmények alatt a friss tömeg közel 40%-kal, a drogtömeg pedig 63%-kal megnőtt ( $117,2 \pm 20,0$  g/növény, illetve  $26,2 \pm 4,8$  g/növény). A szervi arányok változása követte a produkció alakulását: a „meleg” kezelést kapott növényeknél a virágzat és levél tömege csupán  $9,9 \pm 2,2$  g/növény volt, addig a „hideg” kezelésben 17%-kal megnőtt ( $11,6 \pm 0,4$  g/növény).

### **3.3.3. A környezeti tényezők hatása a mezei cickafark hatóanyagaira**

A kezelések illóolaj-tartalma ( $0,160$  g/100 $\pm$   $0,023$  g a “meleg” és  $0,159$  ml/100 $\pm$   $0,032$  g a “hideg” kezelésben) nagyon hasonlóan alakult. A proazulén-tartalom átlagértéke magasabbnak bizonyultak a „hideg” kezelésben ( $0,106 \pm 0,010\%$ ), mint a “meleg” környezetben ( $0,071 \pm 0,062\%$ ), de szignifikáns különbséget ez esetben sem tudunk kimutatni. Hasonlóan, a minták összfenol-tartalma sem tért el egymástól jelentősen a kezelések vizes („meleg”:  $91,62 \pm 9,65$  mg GSE/g sz.a.; „hideg”:  $96,52 \pm 10,93$  mg GSE/g sz.a.) és alkoholos kivonataiban („meleg”:  $45,75 \pm 6,50$  mg GSE/g sz.a.; „hideg”:  $45,05 \pm 6,94$  mg GSE/g sz.a.).

## **3.4. Az interspecifikus növényi kompetíció szabályozása**

### **3.4.1. A gyomborítottság és a gyomspektrum alakulása**

2012-ben a gyomborítottság százalékos értéke 45% és 100% között alakult, a legalacsonyabb gyomosodás Soroksáron a kapált kontroll parcellában volt mérhető. A POST Pledge és POST Galigan kezelések mindkét termőhelyen, a POST Benefex és POST Pendigan kezelések pedig Soroksáron hatástalannak bizonyultak. A gyomok növekedését, fejlődését mérsékelten csökkentette a POST Leopard kezelés Soroksáron, a POST Starane, POST Pendigan és POST Dual Gold kezelések Kálon, ezekben a gyomborítottság 60-70% körül alakult. 2013-ban a gyomborítottság 10% és 100% között változott a kezelésekben. Előbbi értékeket a soroksári PPI Benefex+POST Pendigan és a PPI Benefex+POST Pendigan+Galigan kezelésekben, utóbbit POST Agil, illetve PPI Agil kezelésekben mértük. A káli üzemi méretű parcellákon a POST Pendigan+Galigan és PPI Pendigan kezelések 10-50% közötti gyomborítottsága volt a

legkedvezőbb. 2014-ben a legkisebb (15%) gyomborítottságot Soroksáron a kontroll területen mértük, a legnagyobb gyomosodást (95%) pedig a PPI Afalon+POST Leopard kombinációban és a káli kontroll parcellán tapasztaltuk. A PPI Racer kezelésben a gyomborítottság 27,5-40% között alakult.

A gyomfelvételezések eredményei alapján, Soroksáron és Kálon is leginkább néhány országszerte súlyos problémákat okozó gyomnövény jelenléte bizonyult meghatározónak, így az *Abutilon theophrasti*, *Ambrosia artemisifolia*, *Amaranthus blitoides*, *A. retroflexus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa crus-galli*, *Portulaca oleracea*, *Setaria viridis* fajok, melyek jelenléte a kísérleti területeken bizonyos években közepesen sok-tömeges volt.

### **3.4.2. A mezei cickafark tömegmaradása és növénymagassága**

A herbicid kezelések közül 2012-ben a csupán POST Agil, POST Pendigan nem csökkentették a mezei cickafark tőszámát. Kifejezetten nagy tőhiányt (40-70%) okozott a helyszíneken a POST Starane, POST Pulsar és Soroksáron POST Devrinol kezelés. 2013-ban a beállított 12 kezelés közül csupán a PPI Benefex+POST Pendigan+Galigan (70%), a POST Afalon+Pendigan (45%), a POST Pendigan+Galigan (80-90%) és PPI Afalon+Pendigan (50%) okozott tőhiányt a mezei cickafarkban. A 2014-ben beállított herbicid kezelések mindegyike 100%-os tömegmaradást eredményezett a cickafarkban Soroksáron és Kálon is.

2013-ban a mezei cickafark növénymagassága 33,7 cm és 52,1 cm között alakult a különböző herbicid kezelések hatására Soroksáron. Itt a POST Afalon+ Pendigan (33,7±7,0 cm) és a POST Pendigan+Galigan (36,1±6,7 cm Soroksáron és 42,0±7,2 cm Kálon) kezelések szignifikánsan visszavetették a növénymagasságot. Kálon a legmagasabb (67,6±9,0 cm) növények a kezeletlen kontroll parcellán voltak mérhetőek. A 2014-ben beállított herbicid kezelések hatása a mezei cickafark növénymagasságában nem mutatkozott meg, kezelések között szignifikáns különbséget nem találtunk: Kálon 49,6±7,2 cm, Soroksáron 34,8±5,0 cm volt a növények átlagos magassága. A kísérlet két helyszínén mért eredmények között minden kezelésben statisztikailag kimutatható különbséget tapasztaltunk.

### **3.4.3. A mezei cickafark hatóanyagai**

2012-ben az illóolaj-tartalom 0,188 g/100 g és 0,447 g/100 g között alakult a kezelésekben a két helyszínen. Soroksáron 0,35 g/100 g feletti volt a POST Pulsar, POST Fusilade, POST Agil és a POST Dual Gold herbicidekkel kezelt növények illóolaj-tartalma, Kálon a legmagasabb, 0,3 g/100 g feletti, értékeket a POST Fusilade, POST Agil, POST Devrinol és Pendigan és a kontroll növényekben mértük. Szignifikánsan alacsonyabb illóolaj-tartalmat Soroksáron a POST U-46 (0,207±0,005 g/100 g), POST Starane (0,192±0,004 g/100 g) és Kálon a POST Benefex

(0,210±0,005 g/100 g) kezelések okoztak. Szignifikáns eltérést a kezelések illóolaj-tartalma között mindkét kísérleti helyen kimutattunk. 2013-ban a mezei cickafark illóolaj-tartalma 0,187 g/100 g és 0,400 g/100 g között alakult. Soroksáron a PPI Pendigan+Galigan kezelésben mértük a legmagasabb az illóolaj-tartalmat (0,374±0,023 g/100 g), Kálon pedig a POST Pendigan+Galigan (0,320±0,055 g/100 g) kezelésben. A kezelések közül csupán egy, a PPI Benefex+POST Pendigan+Galigan okozott jelentős csökkenést az illóolaj-tartalomban (0,196±0,008 g/100 g). 2013-ban a kezelések között statisztikailag jelentős eltéréseket Kálon nem, csupán Soroksáron találtunk. 2014-ben az illóolaj-tartalom 0,116 és 0,568 g/100 g között változott a kezelésekben. Soroksáron a legmagasabb, 0,400 g/100g feletti, illóolaj-tartalmakat PPI Racer, illetve PPI Afalon kezelést kapott növényekben mértük, míg a többi kezelésnél markánsan alacsonyabb illóolaj-tartalmat a PPI Afalon+POST Stomp Super (0,245±0,067 g/100 g) és a PPI Stomp Super+POST Afalon (0,202±0,075 g/100 g) esetén. Kálon a legkedvezőbb (0,3 g/100 g feletti) illóolaj-tartalmat a PPI Afalon+POST Stomp Super, PPI Afalon+POST Leopard, PPI Stomp Super+POST Stomp Super kezelések produkáltak. Az illóolaj-tartalmat a PPI Racer+POST Stomp Super (0,210±0,041 g/100 g), valamint PPI Racer+POST Leopard (0,198±0,006 g/100 g) kezelések befolyásolták negatívan. A termőhelyek között 2012-ben és 2014-ben szignifikánsan eltérést tapasztaltunk a kezelések illóolaj-tartalmában.

2012-ben a proazulén-tartalom 0,060% és 0,211% között alakult a mezei cickafark illóolajában a herbicid kezelések hatására. Legmagasabb értékeket Soroksáron a POST Fusilade (0,210±0,001%) mintáiban, illetve Kálon a POST U-46 (0,165±0,007%) mértünk, legkisebbet Soroksáron az POST U-46 (0,061±0,004%), Kálon a POST Benefex (0,104±0,001%) esetén. Szignifikáns eltérést a kezelések proazulén-tartalma között mindkét kísérleti helyen kimutattunk. A proazulén-tartalom 2013-ban 0,094±0,004% és 0,193±0,002% között alakult. Soroksáron a legmagasabb értéket a PPI Pendigan (0,198±0,007%), Kálon pedig a POST Pendigan+Galigan (0,141±0,024%) kezelésben kaptuk, legalacsonyabbat pedig Soroksáron a PPI Benefex+POST Pendigan+Galigan (0,094±0,004%) kezelésben. A kezelések között statisztikailag jelentős eltéréseket Kálon nem, csupán Soroksáron találtunk. A proazulén-tartalom Soroksáron 0,138±0,043% átlagértéket ért el, míg Kálon 0,089±0,013% és 0,159±0,008% között alakult. A kezelések között csak Kálon találtunk szignifikáns eltérést: legmagasabb proazulén-tartalmat itt a PPI Afalon+POST Stomp Super és PPI Afalon+POST Leopard kezelések (0,159±0,008% és 0,153±0,006 %) eredményezték, legalacsonyabbat a PPI Racer+POST Stomp Super (0,089±0,013%). A termőhelyek között valamennyi évben szignifikánsan eltérést tapasztaltunk a kezelések proazulén-tartalmában.

### 3.5. Új tudományos eredmények

Munkánk során az alábbi új tudományos és a gyakorlat számára is hasznos eredményeket értük el:

1. A vizsgált morfológiai, produkciós és beltartalmi paraméterek átlagértékeit és amplitúdóját tekintve a nemesített fajták, a fajtamegjelölés nélküli termesztett, illetve a vadon termő származású anyagok nem különböznek egymástól markánsan, ugyanakkor homogenitásuk tulajdonságoként változó.

2. Kimutattuk, hogy a virágzási idő, a lombszín, a habitus, a virágzati horizont hossza, a drogtömeg, a szervi arányok, az illóolaj-, proazulén- és összflavonoid-tartalom elsősorban genetikailag rögzített, genotípus függő tulajdonságok, míg a taxonok összfenol-tartalma nem mutat jól felismerhető taxonspecifikus mintázatot.

3. Kimutattuk, hogy a vizsgált valamennyi mezei cickafark taxon kis mennyiségben illó komponenseket is tartalmazó olajat akkumulál a gyökerében, melynek felhalmozódási szintje taxonspecifikus sajátosság.

4. A mezei cickafark fajra jellemző univerzális sajátosságnak tekinthető a gyökérolajban a 7-heptadekanon, a 7-hexadekanon, az alizmol, a  $\beta$ -szeszkvifellandré, a  $\gamma$ -humulén, a cisz-kadin-4-en-7-ol, a  $\beta$ -eudezmozol és neril-izovalerát komponensek, a HS kivonatban a  $\alpha$ - és  $\beta$ -pinén, az albén, a hexanal, és a neril-izovalerát jelenléte.

5. Összetételüket tekintve, a fajtákra a guaján váz típus nagyobb aránya, míg a vadon termő anyagokra az eudezmánok, bizabolánok, humulánok túlsúlya jellemző a gyökérolajban.

6. Többéves adatsorokkal bizonyítottuk, hogy a mezei cickafark illó és fenolos hatóanyagainak felhalmozódása jellegzetes dinamikát követ a generatív fázisok folyamán: az illóolaj-, proazulén- és összflavonoid-tartalom optimum görbe-szerűen alakul, míg az összfenol-tartalom a generatív fázis elején és virágzás után kétszűcsű maximumot mutat.

7. Kimutattuk, hogy a környezeti körülmények a felhalmozódást eltérő mértékben befolyásolják: míg az illóolaj-, proazulén- és összfenol-tartalom esetén a hatóanyag felhalmozódási szintjét határozzák meg, valamint a hozzá kapcsolódó fejlettséget, addig az összflavonoid-tartalom nemcsak felhalmozódási szintjében, de a felhalmozódás dinamikájában is változhat.



8. Eredményeink alapján az optimális drogminőség a mezei cickafark virágzás kezdetén, illetve első felében, BBCH skála szerinti 61-65 fejlődési fázisokban történő betakarításával érhető el.

9. Kimutattuk, hogy a hűvös és borult klímát szimuláló körülmények között a mezei cickafark leveleinek mérete nagyobb lett, a növények magassága 50%-kal, friss- és drogtömegük 40-60%-kal nőtt.

10. Kimutattuk, hogy a folyamatos, 25 héten át tartó 2,5-5,0/0,5-2,5 °C hőmérsékleti és 8560 lux megvilágítási intenzitás eltérés az illóolaj- és proazulén-tartalmat csak csekély mértékben befolyásolja.

11. Eredményeink alapján a mezei cickafark vegyszeres gyomirtására ajánlott hatóanyagok, dózisuk és alkalmazásuk PPI módon: benefin hatóanyag (8 l/ha) a telepítés előtt 2-3 héttel a talaj felső 5-7 cm rétegébe bedolgozva; fluorkloridon (2 l/ha) és pendimetalin (4 l/ha) kombinációja a telepítés előtt közvetlenül a talaj felső 2-3 cm rétegébe bedolgozva; pendimetalin (6 l/ha) a telepítés előtt közvetlenül a talaj felső 2-3 cm rétegébe bedolgozva. POST kezelésre javasolható hatóanyagok: pendimetalin (6 l/ha) a gyomok 2-3 leveles állapotában; quizalofop-p-etil (3 l/ha) a gyomok 2-3 leveles állapotában.

#### **4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK**

Azonos termőhelyi körülmények között végzett összehasonlító kísérletünk eredményei alátámasztják, hogy az *A. collina* jelentős fajon belüli variabilitással rendelkezik. A vizsgált mezei cickafark taxonok jelentős változékonyságot mutattak egyedfejlődésük ütemében és makromorfológiai bélyegeik alakulásában. E tekintetben még a nemesített fajták sem bizonyultak kiegyenlítettnek, ami jelzi, hogy a faj nemesítésben eddig nem volt mód az állományok küllemi homogenitására fókuszálni. Eredményeink alapján a tulajdonságok közül a levélszín és a habitus azok a kvalitatív tulajdonságok, amelyek jobban köthetők egy-egy genotípushoz.

Megállapítottuk, hogy évelő fajokra jellemző módon, a teljes magasság (48,6-55,2 cm) a mezei cickafark állományok másodéves korában manifesztálódik csupán és a fajra jellemző bélyegnek tekinthető. A virágzati horizont hossza is második évben éri el a taxonra jellemző értéket,

amit egyértelműen fajspecifikus bélyegnek tekinthetünk, ellentétben a virágzati horizont hosszával (15,8-24,0 cm), ami jelentős genotípus hatást mutatott a vizsgálati években.

A mezei cickafark taxonok produkciójában mért szignifikáns különbségekből és azok változásából a növény korának függvényében, arra következtethetünk, hogy a drogtömeg értéke, valamint hogy az mikor manifesztálódik, taxonspecifikus jellemző. Drogtömegüket tekintve a vizsgált csoportok homogenitásukban különböztek: a fajták és termesztett anyagok a vadon termőknél kiegyenlítettebbek voltak.

A vizsgált mezei cickafark taxonok beltartalmi mutatóit tekintve mennyiségi variabilitást tapasztalhattunk. Az illóolaj felhalmozódás mértékét vizsgálva szembetűnőek voltak a taxonok eltérő paraméterei (0,147-0,401 g/100 g), közülük nem mindegyik volt képes a soroksári termőhelyi feltételek között gyógyszerkönyvi minőségű drog előállítására, még a jó drogmínőségű anyagként ismert, szelektált fajták ('Alba', 'Proa', 'Spak') sem. Ez hangsúlyozza az adott éghajlati tényezők alá célzottan végzett fajta-előállítás jelentőségét. Ugyanakkor magas potenciál van néhány vadon termő eredetű anyagban, mint a Gb22 és Gb47, és a tanszéken szelektált 'Azulenka' fajtában, melyek minden vizsgálati évben megfelelően magas illóolaj-tartalmat produkáltak. Taxonómiai szintenként vizsgálva az anyagokat kiderült, hogy homogenitásukat tekintve a vadon termő eredetű anyagok felülmúlhatják a fajtákat és köztermesztésben álló anyagokat. A környezeti tényezők kemoszindrómára gyakorolt hatása a taxonok kísérleti években mért eltérő illóolaj felhalmozódásán is megmutatkozott: a 2013-ban uralkodó kifejezetten meleg és száraz időjárás hatására a taxonok illóolaj-tartalma csökkent, majd a 2014-es szélsőségektől mentes időjárási körülmények hatására az illóolaj-tartalom átlagosan ismét magasabb volt.

A taxonok proazulén-tartalma is jelentős variabilitást (0,043-0,173%) és taxonspecifikus jeleget tükrözött, a vizsgált anyagok mindegyike elérte a gyógyszerkönyvben meghatározott határértéket (0,02%). Proazulén-tartalmuk tekintetében a nemesített fajták egymáshoz igen hasonló potenciállal rendelkeztek és meglehetősen homogének voltak, szemben a vadon termő anyagokkal, melyek bár szintén egységesek voltak, de azulén-tartalmuk változó. A köztermesztésből származó anyagok e tekintetben kifejezetten heterogének és potenciáljuk csekély. A proazulén-tartalom is változott a kísérleti években, ami elsősorban a környezeti tényezők alakulásával magyarázható, ez megerősíti Tyihák et al. (1963) eredményeit, miszerint az ökológiai tényezők nem a komponens jelenlétét, hanem mennyiségi alakulását határozzák meg.

A taxonok összflavonoid-tartalma (0,540-2,379%) taxonhatást mutatott, bár a vizsgált anyagok közti eltérések nem jelentkeztek olyan markánsan, mint az illóolaj- és proazulén-tartalomban. Az évről-évre történő változás a legtöbb állományban megmutatkozott, magasabb értékeket döntően 2013-ban mértünk a kifejezetten meleg és száraz időjárás hatására.

Az összfenol-tartalom számottevő variabilitást (vizes kivonatokban 133,872-220,042 mg GSE/g sz.a., alkoholos kivonatokban 30,193-122,813 mg GSE/g sz.a.) mutatott a vizsgálatainkban, ugyanakkor a genotípus hatása az értékek alakulásán nem mutatkozott egyértelműen. A környezeti tényezők, illetve az évjárat hatása szignifikánsan jelentkezett, ám az évek közötti eltérés mértéke különböző volt genotípusonként, s az összflavonoid-tartalomhoz képest éppen ellentétesen alakult: 2012-ben a hűvösebb, csapadékosabb évben mértünk magasabb értékeket.

A vizsgált beltartalmi mutatók között kimutatott szignifikáns összefüggések (az illóolaj- és a proazulén-, a vizes és alkoholos kivonatok összfenol-tartalma, az illóolaj- és az összfenol-, valamint a proazulén- és az összfenol-tartalom között) közvetetten értelmezhetők, részben az alkalmazott kivonási módszerből, részben az említett hatóanyagok környezeti tényezők alakulásával kapcsolatos hasonló érzékenységből adódhatnak, így a gyakorlatban sokat elárulnak a drogminőségről.

A taxonok gyökerében mért eltérő illóolaj-tartalom értékek (0,021-0,052 ml/100 g) és a virágzó hajtások illóolaj-tartalmával kimutatott enyhe pozitív korreláció alapján, e tekintetben is feltételezhető a faj intraspecifikus variabilitása. Megállapítottuk, hogy a gyökérből desztillált olaj, HS és diklórmétán kivonatok összetétele egymástól és a föld feletti részeketől jelentősen eltérő és jelentős variabilitást mutat. A fajra jellemző univerzális összetevőkön túl (7-heptadekanon-en, linolénsav ,albén, pinének, hexanal alizmol, neril-izovalerát,  $\gamma$ -humulén, cisz-kadin-4-én-7-ol,  $\beta$ -eudezmol), taxonspecifikus összetevőket is azonosítani tudtunk az *A. collina* faj gyökerében (4-hidroxi-4-metil-2-pentanon, a  $\delta$ -elemén, a modéf-2-én, a guaiol, a bulnezol, kamfén, szabinén,  $\alpha$ -izokomén, *transz*-kariofillén,  $\gamma$ -humulén,  $\beta$ -szeszkvifellandré). Eredményeink és szakirodalmi adatok alapján valószínűsíthető, hogy egyes komponenseknek (például alkilamidoknak) a jelentősége a gyökérben taxonómiai szempontból is releváns, míg más komponensek (mono- és szeszkviterpének) szintézise inkább az ökológiai adaptáció részeként értékelhető. A komponensek pontos szerepe és bioszintézisük menete a gyökérben azonban még további kutatásokat igényel.

Vizsgálatainkkal sikerült bizonyítani, hogy az ontogenezis során jelentős változások zajlanak le mind a szervi differenciálódás, mind a hatóanyagok felhalmozódása tekintetében a mezei cickafarkban. Az *Achillea* fajok különböző növényi szerveinek hatóanyag-tartalma eltérő (Németh et al., 2007.; Gudaityte et Venskutonsis, 2007), ezért nagy szerepe van annak, hogy a hajtásban az egyes növényi szervek milyen arányban vannak jelen. Az egyedfejlődés során a virágzat és levél aránya a drogban a zöldbimbós (BBCH 55) fázistól a generatív fejlődés alatt folyamatosan nőtt. Kísérleteinkben a hatóanyag-tartalom alakulása nem követte egyértelműen a virágzati részek differenciálódását és növekedését. Megállapítottuk, hogy a maximális illóolaj-tartalom nem köthető egyetlen jól meghatározható fejlődési fázishoz, a maximumot a virágnylás kezdetekor, illetve azt megelőzően (BBCH 59-61) éri el a növény. A proazulén-tartalom a virágzás során részben követte az illóolaj-tartalom alakulását, maximuma egyetlen pontosan definiált

egyedfejlődési fázissal nem írható le, BBCH 55-65 fázisokban éri el a legnagyobb értéket. Az összflavonoid felhalmozódása a vizsgálati években mind értékében, mind tendenciában jelentős eltéréseket mutatott. A kísérleti évek közötti szignifikáns különbségek alapján úgy tűnik, a mezei cickafark flavonoid akkumulációja igen érzékeny a külső, környezeti tényezőkre. Az összfenol-tartalom az első csúcsot egyöntetűen zöldbimbós fázisban (BBCH 55) éri el, a másodikat a virágzás második felében, BBCH 65-69 stádiumban. Összességében a hatóanyag-tartalom alakulása, a környezeti tényezők, az évjáráthatás befolyásoló hatását figyelembe véve a hazai klimatikus tényezők között a mezei cickafark számára a termesztés első évében az optimális vágási időpont a virágzás kezdete, illetve első fele, a BBCH skála szerinti 61-65 fejlődési fázisokban van.

A klímakamrás kísérletben az általunk vizsgált különböző hőmérsékleti és fényintenzitás beállítások jelentős változásokat eredményeztek a mezei cickafark fenológiai, morfológiai és produkciós jellemzőiben. A „hideg” kezelésben beállított alacsonyabb és lassabban emelkedő hőmérséklet hatására a növények virágzása elhúzódott, az alacsony fényintenzitás hatására (Salisbury et Ross, 1992) pedig szignifikánsan nagyobb levelek, valamint hosszabb szárak fejlődtek, a növényre jellemző habitus megváltozott. A morfológiai jellemzőkben tapasztalt változás manifesztálódott a mezei cickafark termelésében is. Az illóolaj- és proazulén felhalmozódás mértéke eredményeink szerint nem változott szignifikánsan a beállított környezeti feltételek hatására, ami összhangban van Giorgi et al. (2010), valamint Hofmann et Fritz (1993) eredményeivel, akik szintén nem találtak szignifikáns változásokat a környezeti tényezők módosulásának hatására. Az összfenol-tartalom stabil értékéből is arra következtethetünk, hogy a beállított környezeti paraméterek még a növény tolerancia tartományában helyezkedtek el. A kísérlet speciális beállítási körülményei miatt fontos azonban hangsúlyozni, hogy az *in vitro* kísérleti körülmények bizonyos szempontból eltérnek a szabadföldön tapasztalható időjárási folyamatoktól: növényeket érő szélsőséges hatások nem jelentkeznek, a hőmérséklet változása folyamatos rendszeres vízellátás mellett, amihez feltehetőleg könnyebben tudnak alkalmazkodni is. Ilyen módon a modellkísérletünk eredményei alapvetően nem a kontinentális klíma változó időjárási helyzeteire értelmezendők, hanem eltérő klímaviszonyok (termőhelyek) közötti termesztést szimuláltak.

Az interspecifikus növényi kompetíció csökkentésének vizsgálata során a beállított kísérletekben a herbicid kezelések változó hatékonyságát tapasztaltuk. Eredményeink alapján a pendimetalin hatóanyag (Pendigan, Stomp Super) gyomirtó hatása PPI módon jobban érvényesült a magról kelő gyomokkal szemben. A pendimetalin és oxifluorfen (Pendigan és Galigan) hatóanyag kombináció POST alkalmazása perspektivikus volt: az alacsonyabb pendimetalin dózist ellensúlyozta az oxifluorfen hatóanyag, ami a talaj felszínén filmszerűen megmaradt. A Soroksáron tesztelt benefin (Benefex) hatóanyag PPI alkalmazásával is jó eredményt kaptunk: az első

gyomcsírázási hullámot képes volt lassítani, de alkalmazása mindenképpen kiegészítésre szorul egy későbbi POST kezeléssel, a második gyomosodási hullám idején, májusban. A fluorkloridon hatóanyag már önmagában alkalmazva is kifejezetten hatékonynak tűnt, de a jellemző gyomspektrum figyelembevételével megállapított utókezeléssel a gyomirtó hatása javult, tekintetbe véve a gyomflóra alakulását, a legjobban egyszikűirtó kezelés tudta kiegészíteni. Termőhely okozta hatásbeli eltérés a PPI linuron (Afalon) hatóanyag alkalmazása esetén jelentkezett 2014-ben, míg a herbicid kezelések eltérő hatása bizonyos esetekben (2012. Pendigan, Dual, 2014. PPI Afalon-POST Stomp Super, PPI Stomp Super -POST Afalon, PPI Stomp Super-POST Boxer kezelések) a jellemző gyomflóra faji összetételéből és kezeléskori állapotából adódott.

A kezelések mezei cickafarkra gyakorolt hatásában jelentős különbségeket tapasztaltunk valamennyi kísérleti helyen és évben. Az alkalmazott gyomirtószeres kezelések kisebb-nagyobb mértékben szelektívnek bizonyultak a mezei cickafarkra nézve. A PPI módon alkalmazott hatóanyagok esetén ez helyzeti szelektivitásból fakad: a talajba bedolgozott hatóanyagok, például a linuron, a növény gyökerével nem egy szintben helyezkedtek el. A benefin és a pendimetalin hatóanyagok talajherbicidként alkalmazva a csírázó növényekre hatnak, azok szövetében akadályozzák a sejtsztódást, a tubulin átrendeződés gátlásával (Hunyadi, 2000), a fluorkloridon szintén a csírázó magokra hat. A kísérleteinkben alkalmazott quizalofop-p-etil és propaquizafop (Leopard és Agil) hatóanyagok az összes kétszikű növényre fejlődési állapottól függetlenül szelektív, egyszikűirtó hatóanyagok. Mindemellett a mezei cickafark erősen szeldelt és szőrözött levelén a herbicidek valószínűleg nehezen tapadnak meg és/vagy szívódnak fel, így a hatóanyag felvétel nagyságrendileg kisebb lehet (Hunyadi, 2000). A termőhelyek közötti különbség a mezei cickafarkra gyakorolt hatás tekintetében, a termőhelyek adottságaira, a cickafark eltérő kezeléskori állapotára (2012 Devrinol és Fusilade kezelések esetén) vezethető vissza, valamint az időjárási tényezők –jelentős csapadék- okozta károsodásra (2014 Soroksár).

A mezei cickafark növénymagasságában tükröződött a herbicid kezelések okozta variabilitás, 2013-ban a növénymagasságban tapasztalt különbségek egyértelműen az egyes hatóanyagok okozta erősebb károsodásból adódtak mindkét helyszínen. 2014-ben a gyomirtószeres kezelések növénymagasságra gyakorolt hatása nem jelentkezett, a kezelések között szignifikáns különbséget nem detektáltunk egyik termőhelyen sem, a beállított kezelések egyike sem károsította olyan mértékben a cickafarkot, hogy az a növénymagasságot visszavetette volna.

A vegyszeres gyomirtási kezelések a mezei cickafark beltartalmát szignifikánsan befolyásolták, különbségek mind az illóolaj-, mind a proazulén-tartalomban jelentkeztek, de nem mindegyik kísérleti évben és helyen. Az alacsonyabb hatóanyag-tartalom legtöbb esetben a mezei cickafark károsodásából adódott, azonban feltételezhetően más tényezők (növények fejlettsége,

termőhelyi hatás és a herbicid hatóanyagok bioszintézis utat befolyásoló hatása) is befolyásolhatják azt, melyek szerepe a jövőben tisztázásra szorul.

Eredményeink alapján, figyelembe véve a mezei cickafark termesztéstechnológiáját, valamint a herbicid hatóanyagok alkalmazásának növekedésre, produkcióra gyakorolt hatását, a PPI módon, korai vagy késői kijuttatással alkalmazható hatóanyagok használata ajánlható, mind munkaszervezési okokból, mind a kultúrnövény növekedését és produkcióját kevésbé befolyásoló hatásuk miatt. Ezek a hatóanyagok a palánták telepítését követő időszakban biztosítani tudják a kelő gyomok elleni védelmet, hatásuk azonban később egyszeri POST kezeléssel, vagy mechanikai gyomirtással kiegészítendő.

A mezei cickafark produkcióját és hatóanyagait befolyásoló tényezők vizsgálata során kapott eredményeinknek több gyakorlatban is hasznosítható vetülete van.

- Több, eltérő virágzási idejű mezei cickafark taxon termesztésével a betakarítás okozta munkacsúcs elnyújtható nagy eséllyel biztosítva a megfelelő időpontban elvégzett betakarítást a növényanyag minőségbeli romlása nélkül.
- Jellegzetes és stabil morfológiai bélyegekkel rendelkező fajták/taxonok előállítás a nemesítés számára is hasznos lehet, hiszen karakterisztikus külső jellemzőkkel bíró állományokban az eltérő egyedek szelekciója könnyebb.
- Az optimális drogminőség érdekében a termesztőknek jó beltartalmi mutatókkal rendelkező, rövid, egységes virágzati horizontú fajták választása ajánlott, melyekkel nagy biztonsággal kedvező szerverányú és beltartalmú drog állítható elő. A vizsgált taxonok között több perspektivikus genotípus is van, melyek ezen kívül produkció és hatóanyag-tartalom tekintetében is kiemelkedőek. Hazai klimatikus feltételek mellett termesztésre javasolható az 'Azulinka' fajta, illetve a Gb22 vadontermő származású anyag is. A rendkívül magas illóolaj-tartalmú Gb47 a jövőben nemesítési alapanyagként kifejezetten értékes lehet.
- A mezei cickafark fejlődésbeli sajátosságainak ismerete, - miszerint egyes tulajdonságok már egyéves korban (makromorfológiai bélyegek, beltartalmi mutatók), míg mások (növénymagasság, virágzati horizont hossza, produkció) csak másodéves korban manifesztálódnak,- pedig a fajtavizsgálatoknál, a DUS vizsgálat elvégzéséhez nyújtanak gyakorlati támpontot.
- A hatóanyagok felhalmozódási dinamikájának feltárásával a korábbi, rosszabb drogminőséget eredményező termesztési gyakorlattal szemben, a virágzás első felében történő betakarítással jobb minőség érhető el, és a konkrét hatóanyagok maximalizálására optimalizált betakarítás is lehetségessé vált.

- A mezei cickafark kompetíciós képességeinek és gyomirtószer-toleranciájának vizsgálatából származó eredményeinknek a növény vegyszeres gyomirtásában és ezzel a termesztés kézimunkaigényének csökkentésében van jelentősége.

Mindezek alapján elmondható, hogy eredményeink összességében nagyban hozzájárulnak ahhoz, hogy mezei cickafark termesztése a jövőben valóban megbízhatóbbá váljon és gazdaságossága javuljon.

## FELHASZNÁLT IRODALMAK JEGYZÉKE

1. BENEDEK, B., ROTHWANGL-WILTSCHNIGG, K., ROZEMA, E., GJONCAJ, N., REZNICEK, G., JURENITSCH, J., GLASL, S., KOPP, B. (2008): Pharmaceutical quality of yarrow (*Achillea millefolium* L. s.l.) – Investigation of 40 commercial drug samples by means of the bioactive compounds. *Pharmazie*, 63 (1), 23-26.
2. GIORGI, A., MADEO, M., SPERANZA, G., COCUCCI, M. (2010): Influence of environmental factors on composition of phenolic antioxidants of *Achillea collina* Becker ex Rchb. *Natural Product Research*, 24 (16), 1546-59.
3. GUDAITYTÉ, O., VENSKUTONIS, P.R. (2007): Chemotypes of *Achillea millefolium* transferred from 14 different locations in Lithuania to the controlled environment. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35 (9), 582-592.
4. HOFMANN, L., FRITZ, D. (1993): Quality of the essential oil of different types of the *Achillea millefolium* 'Complex'. *Acta Horticulturae*, 330, 153-156.
5. HUNYADI K. (2000): Gyomnövények, gyomirtás, gyombiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 9-17, 441-451.
6. KARLOVÁ, K., (2006): Accumulation of flavonoid compounds in flowering shoots of *Achillea collina* Becker ex. Rchb. Alba during flower development. *Horticultural Science (Prague)*, 33 (4), 158-162.
7. NÉMETH É., BERNÁTH J. (2008): Biological activities of yarrow species (*Achillea* spp.). *Current Pharmaceutical Design*, 14, 3151- 3167.
8. PHARMACOPOEA HUNGARICA VII. kiadás, III. kötet (1986): *Achilleae herba*. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1538-1541.
9. PHARMACOPOEA HUNGARICA VIII. kiadás, II. kötet (2004): *Crataegi folium cum flore*. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1634-1635.
10. PHARMACOPOEA HUNGARICA VIII. kiadás, II. kötet (2004): *Millefolii herba*. Medicina Könyvkiadó, Budapest, 2221-2223.

11. RAAL, A., ORAV, A., ARAK, E. (2011): Essential oil content and composition in commercial *Achillea millefolium* L. herbs from different countries. *Journal of Essential Oil bearing Plants*, 15 (1), 22-31.
12. SALISBURY, F.B., ROSS, C.W. (1992): Plant physiology. Ed. 4th, Wadsworth Publishing Company, Belmont, 249-267.
13. SINGLETON, V.L., ROSSI, J.A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdicphosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology Viticulture*, 161, 144–158.
14. ŠPINAROVÁ, Š., PETŘIKOVÁ, K. (2003): Variability of the content and quality of some active substances within *Achillea millefolium* complex. *Horticultural Sciences (Prague)*, 30 (1), 7-13.
15. TYIHÁK E., MÁTHÉ I., SVÁB J., TÉTÉNYI P. (1963): Untersuchungen über die Azulenverbindungen der *Achillea* Arten. *Die Pharmacie*, 17, 563-571.
16. VAN DEN DOOL, H., KRATZ, P., (1963): A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. *Journal of Chromatography A*, 11, 463–471.
17. NÉMETH É., BERNÁTH J., SÁROSI S., RAJHÁRT P. (2007): Hazai cickafark (*Achillea* spp.) populációk drogminőségének vizsgálata. (Evaluation of the quality of drugs from Hungarian yarrow populations.) *Kertgazdaság – Horticulture*, 39 (1), 53-59.
18. <http://www.bba.de/veroeff/bbch/bbcheng.pdf>

## 5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

*Impakt faktoros folyóiratcikkek:*

**Kindlovits, S.** and Németh, É. (2012): Sources of variability of yarrow (*Achillea* spp.) essential oil. *Acta Alimentaria*, Vol. 41 (Suppl.), 92-103. (IF: 0,475)

**Kindlovits, S.,** Radácsi, P., Sárosi, Sz., Inotai, K., Nagy, E. and Németh, É. (2014): Effect of weather conditions on the morphology, production and chemical composition of two cultivated medicinal and aromatic species. *European Journal of Horticultural Sciences*, 79 (2). 76–83. (IF: 0,281)

*Lektorált folyóiratban (MTA listás) megjelent közlemények:*



**Kindlovits, S., Inotai, K., Kovács, I. and Németh, Z. É. (2015):** Vágási idő hatása a mezei cickafark (*Achillea collina* Becker) drogminőségére. *Kertgazdaság*, 47 (2), 55-63.

**Kindlovits, S., Cserháti, B., Inotai, K., Németh, Z. É. (2016):** Ontogenetic variation of active agent content of yarrow (*Achillea collina* Becker). *Journal of Applied Research of Medicinal and Aromatic Plants*, 3, 52-57. (ISSN: 2214-7861)

*Konferencia közlemények:*

**Kindlovits, S., Radácsi, P., Inotai, K. and Németh, Z.E. (2013):** Growth, development and active agent content of *Achillea collina* Becker in different environments. 3rd International Horticultural Conference for Post Graduate Students 2013, 23rd-24th October 2013, Lednice, Czech Republic.

*Nemzetközi konferencia összefoglalók:*

**Kindlovits, S., Németh, E., Rajhárt, P. (2012):** Hungarian *Achillea collina* candidate cultivar with high content of essential oil and chamazulene. BREEDMAP 5, 17th-19th June 2012, Wien,63.

**Kindlovits, S., Németh, E., Rajhárt, P. (2013):** Comparative investigation of yarrow (*Achillea collina* Becker) accessions under field conditions. Sustainable Production of Vegetable and Medicinal Plants- Achievements and Challenges, 20th-21st June 2013, Warsaw, Poland,42.

**Kindlovits, S., Németh, Z. É., Radácsi, P. (2013):** Effect of environmental conditions on morphology, production and essential oil content of *Achillea collina* Becker. 44th International Symposium on Essential Oils, 8th-12nd September 2013, Budapest, Hungary, 108.

**Kindlovits, S., Sárosi, Sz., Inotai, K., Németh, Z. É. (2014):** Volatile constituents in the roots of different yarrow (*Achillea*) accessions. 45th International Symposium on Essential Oils, 7th-10th September, 2014, Istanbul, Turkey, 106.

**Kindlovits, S., Inotai, K., Cserháti, B., Németh, Z.É. (2015):** The effect of ontogenetic factor on active agent content of *Achillea collina*. 63rd International Congress and Annual Meeting of the Society for Medicinal Plant and Natural Product Research (GA2015), 23rd-27th August 2015, Budapest, Hungary.

**Kindlovits, S., Rajhárt, P., Inotai, K., Németh, Z. É.** (2015): Essential oil and proazulene content of 11 different *Achillea collina* Becker Accession. Natural Volatiles & Essential Oils, 2 (3), 46th International Symposium on Essential Oils, 13-16 September, 2015, Lublin, Poland, 91.

**Kindlovits, S., Cserháti, B., Inotai, K., Rajhárt, P., Németh, Z. É.** (2016): Comparative investigation of 11 *Achillea collina* Becker accessions concerning phenological, morphological, productional features and active agent content. BREEDMAP 6, 19th-23rd June, 2016, Quedlinburg, Germany, 76-78.

*Magyar nyelvű konferencia összefoglalók:*

**Kindlovits, S., Zámboiné Németh, É., Rajhárt, P.** (2012): Magas illóolaj- és kamazuléntartalmú mezei cickafark fajtajelölt. 18. Növénynevelési Tudományos Napok, 2012. március 6, Budapest, Magyarország, 95.

**Kindlovits, S., Cserháti, B., Inotai, K., Kovács, I., Németh, Z.É.** (2015): A betakarítási időpont hatása a mezei cickafark drogminőségére. XIV. Magyar Gyógynövény Konferencia, 2015. május 29-30. Pannonhalma, Magyarország, 22.