



SZENT ISTVÁN EGYETEM
KERTÉSZETTUDOMÁNYI KAR

**A KERЕКLEVELŰ REPKÉNY (*GLECHOMA HEDERACEA* L.)
MORFOLÓGIAI ÉS BELTARTALMI VARIABILITÁSA**

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

VARGA LÁSZLÓ ISTVÁN
TÉMAVEZETŐ: TAVASZI-SÁROSI SZILVIA

PHD

BUDAPEST

2016

A doktori iskola

- megnevezése:** Kertészettudományi Doktori Iskola
- tudományága:** Növénytermesztési és kertészeti tudományok
- vezetője:** Zámboriné Dr. Németh Éva
egyetemi tanár, DSc
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy és Aromanövények Tanszék
- Témavezető:** Dr. Tavaszi-Sárosi Szilvia
adjunktus, PhD
Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar,
Gyógy és Aromanövények Tanszék

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

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

1. A MUNKA ELŐZMÉNYEI, A KITŰZÖTT CÉLOK

Napjainkban a gyógyszer- és egyéb iparágakban megemelkedett a természetes, növényi eredetű alapanyagok felhasználása. Ezt a világviszonylatban is élénkülő érdeklődést támasztja alá a WHO (2011 in BERNÁTH, 2013) tanulmánya, mely szerint a hagyományosan tradicionális gyógymódot alkalmazó országokon túl, a fejlett gyógyszeriparral rendelkező országok többségében is megnőtt az alternatív, többnyire növényi eredetű gyógyító eszközök felhasználása. Ennek következtében manapság olyan gyógynövények is előfordulnak a termékekben melyeket a népgyógyászat régen alkalmazott de mára már kikoptak a használatból. Ezek közé tartozik a kereklevelű repkény is amellyel az útibbi 15 évben egyre több kutatás foglalkozik, és számos készítménye van forgalomba. A *Lamiaceae* családba tartozó, hazánkban őshonos, lágyszárú évelő faj, jó alkalmazkodó képességének köszönhetően, a leggyakrabban öntözött kertben mint gyom jelenik meg. Az európai népgyógyászatban évszázadok óta epe,- vese,- gyomor,- és légzőszervi megbetegedésekkor, valamint különböző gyulladások csökkentésére használt gyógynövény mely alkalmazása mára új lendületet kapott.

A különböző termékekben felhasznált gyógynövény alapanyagok legnagyobb mennyiségben a vadon termő populációk gyűjtéséből származnak (BERNÁTH, 2013) melyek beltartalmi értékei nagyfokú változékonyságot mutathatnak, és napjainkban egyre kevésbé felelnek meg a minőségi követelményeknek. A gyógyszeripari alapanyagot szolgáltató növényeket minőségbiztosítási dokumentáció nélkül nehezebb értékesíteni, továbbá egyre nagyobb szerepet kap a nyomomonkövethetőség.

Ebben az erősödő gazdasági versenyben a magyar gyógynövényágazat számára fontos irány a minőségorientált termelés, melyek egyik alapja a vadon termő, piacképes gyógynövények termesztésbe vonására irányuló illetve a biológiai alapok korszerűsítését célzó kutatások (MGYÁS, 2014).

A kereklevelű repkény rendelkezésre álló szakirodalmi anyagainak áttanulmányozása során számos esetben tapasztaltuk azt, hogy a kutatók a növényi alapanyag begyűjtésekor nem fektetnek hangsúlyt a kereklevelű repkény fenofázisának, illetve élőhelyének, környezetének bemutatására. Ezek miatt nehéz összevetni a publikált eredményeket. Hazai vonatkozásban jelenleg nem rendelkezünk információval a faj morfológiai tulajdonságait és beltartalmi értékeit tekintve. Ezek mellett az a tény, hogy a kereklevelű repkény ökológiailag igen alkalmazkodóképes, mindenképpen kedvező kiindulópontot jelentett a termesztésbe vonási kísérletek megalapozásához.

Egy részletes vizsgálat segíthet fölkelteni e hazai flórában jelenlévő, jelenleg mellőzött, de potenciálisan hasznosítható faj iránt a gazdálkodók és a feldolgozók érdeklődését.

Munkánk során a következő célkitűzéseink voltak:

- A faj biológiai diverzitásának megismerése különböző eredetű spontán állományok komplex vizsgálatával a morfológiai, produktív és jellemző beltartalmi sajátosságok tekintetében.
- A termesztésbevonás megalapozása a produktív és a drogmínőséget befolyásoló tényezők vizsgálatával, kiemelten fókuszálva az évjárat (időjárási viszonyok) valamint a taxon hatására (azonos termőhelyen való összevetéssel).
- A termesztés- és feldolgozási technológia egyes lépéseinek fejlesztése (vetőmag tárolás, csírázást serkentő módszerek, hatóanyag kivonási módszerek).

Ennek érdekében három éven át folytattunk terepi, szabadföldi kispárcellás valamint laboratóriumi kísérleteket.

Munkánkkal új adatokkal kívánjuk gazdagítani e faj szakirodalmát és nemzetközi szinten összevethető eredményekkel szándékunk szerint hozzájárulunk egy lehetséges termesztés gyakorlati megvalósításához, illetve a minőségi alapanyag előállításához.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A kísérletekben vizsgált növényanyag

A kísérlet során hét természetes élőhelyről - Soroksár (SBK), Vácrátót (VBK), Tatabánya (TAT), Várvolgy (VÁR), Kunadacs (KUN), Budapest (BUD), Nagykovácsi (NK), - gyűjtöttük be a kereklevelű repkény virágzó hajtásait illetve leveleit a 2012., 2013. és 2014. években.

2.2. A kísérletekben vizsgált növényanyag előállítása

A kijelölt gyűjtési helyek mindegyikéről 2011 őszén 50 egyedtel ástunk ki és telepítettünk el, 30 cm-es sortávval 120x120 cm-es parcellákba a Tanszék Soroksári Kísérleti Telepén. Termesztett kontrollként 2011-ben Németországból vetőmagot vásároltunk, melyeket 2012 tavaszán szaporítóládába vetettünk. Palántanevelést követően a növényeket május végén ültettük ki végleges helyükre. A területek gyommentesen tartásáról mechanikus úton gondoskodtunk. A növények napfénynek kitett helyen fejlődtek, a környezeti feltételeknek megfelelően esőztető öntözésben részesültek a nyári hónapokban.

2.3. Szabadföldi vizsgálatok

A morfológiai tulajdonságok összehasonlítása érdekében teljes virágzásban, minden populációról és állományról 50-50 darab virágos hajtást szedtünk. Ezekben megmértük a teljes hajtás (cm), a virágzat (cm), illetve az internódium hosszát, valamint megszámláltuk a kifejlett levélpárok (db) és a virágzatban található örvök (db) számát.

2.4. Csírázóképeség vizsgálatok

A németországi Jelitto GmbH vetőmag forgalmazó cégtől kereklevelű repkény magokat vásároltunk. Ezeket két tételre osztottuk, egy részét hűtött körülmények között (+4°C), a másikat pedig szobahőmérsékleten (+23°C) tároltuk a Gyógy és Aromanövények tanszéken. A kísérlet 27 hónapon keresztül zajlott, melynek folyamán háromhavonta végeztünk csíráztatást. Ezen alkalmakkor 50-50 magot két csírázást serkentő szerrel - 0,2% töménységű kálium-nitrát (KNO₃) vagy 500 ppm tartalmú gibberellinsavval (GA₃) - kezeltük, illetve hagyottunk egy kontrolltételt. A kicsírázott magok mennyiségét háromnaponta számoltuk meg.

2.5. Laboratóriumi vizsgálatok

Illóolaj-tartalom meghatározása

Az illóolaj kinyerése 20 g szárított növényi részből történt a VII. Magyar Gyógyszerkönyv (PHARMACOPOEA HUNGARICA, 1986) által előírt módon. Az illóolaj-tartalmat ml/100g szárazanyag tartalomra vonatkoztatva fejeztük ki.

Az illóolaj összetételének meghatározása

A komponensek azonosítása tömegspektrum alapján, NIST könyvtár és saját illóolajos könyvtár segítségével, illetve a retenciós idők felhasználásával történt.

Összfenoloid-tartalom meghatározása:

Az összfenoloid-tartalom meghatározásához SINGLETON és ROSSI (1965) módosított módszerét alkalmaztuk. A reakciót jelző kék szín színintenzitását spektrofotométerrel mértem $\lambda=760$ nm-en. Az eredményeket mg GSE/g szárazanyag tartalomra adtuk meg. A vizsgálatokhoz minden évben 3 ismétlést alkalmaztunk.

Összantioxidáns kapacitás jellemzése:

Az összes antioxidáns kapacitás meghatározása BENZIE és STRAIN (1996) módosított módszere alapján történt szárított növényi részből. A lilás elszíneződést spektrofotométerrel detektáltuk $\lambda=593$ nm-en. A méréseket minden évben 3 ismétlésben végeztük el. Az eredményeket mg ASE/g szárazanyag tartalomban fejeztük ki.

Klorogénsav, rutin és rozmaringsav meghatározása HPLC módszerrel:

A vizsgált vegyületek mennyiségi meghatározása HPLC–DAD–ESI–MS módszerrel történt. A vegyületek tömegspektrofotometriás azonosításhoz ABRANKÓ et al. (2012) módszerét alkalmaztuk. A vizsgált vegyületek kromatográfiás csúcsainak megerősítése a referencia oldatok retenciós idejük és UV-spektrumok alapján történt. A méréseket 2 ismétlésben végeztük el

Statisztikai módszerek

A mért adatok statisztikai kiértékelést az IBM SPSS Statistics 21 programcsomaggal végeztük, a kezelések számától függően egytényezős és kéttényezős varianciaanalízist használva (ANOVA). Amennyiben a szóráshomogenitás nem teljesült robusztus tesztet alkalmaztunk (Welch-teszt). A grafikus megjelenítéshez a Microsoft Office Excel 2013 programot vettük igénybe.

Amennyiben az adatok nem normális eloszlású sokaságból származtak, és az adatsorok lehetővé tették, úgy az adatsorokat transzformáltuk. A páronkénti összehasonlítás céljából szórás homogenitás esetében (Levene-próba), a Tukey próbát alkalmaztunk, ha ez nem teljesült, akkor pedig a Games-Howell próbát (VARGHA, 2000).

3. EREDMÉNYEK

3.1. Morfológiai vizsgálatok

A morfológiai tulajdonságai tekintetében minden esetben szignifikáns eltérést találtunk az termőhely illetve taxon ($p=0,0001$), az évjárat ($p=0,0001$) valamint ezek kölcsönhatásának ($p=0,0001$) vonatkozásában. A vizsgált években a vadon termő populációk virágzati hajtásaiban 10 és 30 cm közötti hosszúságokat mértünk. Ezen belül a tényleges virágzat 5 és 15 cm, a szártag hosszúság pedig 2 és 6 cm között alakult. A levélpárok és a virágzatban található örvök száma 2 és 6 darab között változtak. A termesztett állományok esetében a virágzó hajtás 5 és 10 cm, a tényleges virágzat hosszúsága pedig 2 és 6 cm között alakult. A szárcsomók közötti szakaszok 1 és 2 cm közötti hosszúságot értek el.

3.2. Csírázókéesség vizsgálatok

A tárolási idő és hőmérséklet hatása a csírázókéességre

Kimutatható eltérést találtunk a tárolási idő ($p=0,0001$), a tárolási hőmérséklet ($p=0,0001$) és a két hatás kombinációjában ($p=0,0001$) is. A tárolás kezdetén a magok csírázókéessége 78% volt, amely a kísérlet végére lecsökkent. A betárolást követő 3 illetve 6 hónap tárolás után már mindkét kezelés mintái gyengébben csíráztak, de még 60% feletti csírázókéességet mértünk.

Ezt követően azonban nagyobb arányú csökkenést tapasztaltunk, ami a szobahőmérsékletű tételeknél változatlanul folytatódott, míg a hűtve tárolt magvak csírázókéessége ingadozásokkal, de a kísérlet végéig is csaknem 50% maradt.

Csírázást serkentő szerek és hőmérséklet hatása a csírázókéességre

A vizsgálat során a KNO_3 oldattal kezelt magok csírázókéessége megőrizte a kezdeti értéket, a kontroll esetében kis mértékben (4%-kal), a gibberellinsavban áztatott magoké azonban erősen (18%-kal) visszaesett.

3.3. Illóolaj összetétel vizsgálatok

A vizsgálatba vont kereklevelű repkény populációk virágzó hajtásaiban mért átlagos illóolaj tartalom 0,053 és 0,054 ml/100g között változott. Mind a vadon termő mind a termesztett állományok esetében a szeszkviterpén típusú vegyületek azonosítottuk legnagyobb mennyiségben (min. 65%). Az összes mintában fő komponensként a germakrén-D vegyületet detektáltuk (39,78 - 61,84 %). Ennek arány a növényi részek, a termőhelyek valamint a termesztésbevonás hatására változott, de mindvégig megmaradt, mint fő komponens.

3.4. Összfenoloid-tartalom vizsgálatok

Kivonatolás mód hatása:

Statisztikailag igazolható különbséget találtunk mind a kivonatolási mód ($p=0,0001$) mind az évjárat hatás tekintetében ($p=0,0001$). A különböző években a vizsgált összfenoloid-tartalom az eltérő kivonatolási mód mellett hasonlóan tendenciát mutatott, minden esetben a vizes kivonatokban mértük a nagyobb értékeket (49,78 – 77,58 mg GSE/g sz.a.) mint az alkoholos extraktumokban (31,89 – 54,91 mg GSE/g sz.a.). A legmagasabb értékeket mindkét kivonatolás esetében a második vizsgálati évben mértünk. Mivel mind a természetes populációk, mind a termesztett állományok vonatkozásában a vizes kivonatolás mutatott nagyobb értékeket, ezért a következőkben ezen kivonatok eredményeit mutatjuk be.

A különböző virágzati részek vizes kivonatainak összfenoloid-tartalma

Szignifikáns különbséget számítottunk a növényi részek ($p=0,0001$) és az évjárat tekintetében ($p=0,0001$), de ezek együttes hatásában nem ($p=0,295$). A két vizsgált évben a legalacsonyabb koncentrációt a vadon előforduló populáció szárában mértünk (49,69 – 47,05 mg GSE/g sz.a.). Ezt követte a termesztett állomány szintén szárban mért összfenoloid-tartalma (78,53-80,91 mg GSE/g sz.a.). Ezeket, kettő illetve háromszorosan meghaladó mennyiségekkel volt jellemezhető a virágok (153,41-184,09 mg GSE/g sz.a.) és a levelek (117,49 – 156,83 mg GSE/g sz.a.) összfenoloid-tartalma.

Termőhely hatása a vizes kivonatok összfenoloid-tartalmára:

A természetes élőhelyükről gyűjtött minták esetében mind az élőhelyek ($p=0,0001$) mind az évek ($p=0,0001$) és kettőjük kombinációja ($p=0,0001$) tekintetében szignifikáns eltérést számítottunk. A legtöbb populáció esetében a legalacsonyabb értékeket az első (44,68-52,58 mg GSE/g sz.a.), míg a legmagasabbakat a másodikban (63,72–98,58 mg GSE/g sz.a.) évben mértünk. A populációk mintái a legtöbb esetben alacsony relatív szórásértékekkel rendelkeztek ($CV%=0,02-0,10$).

A termesztés hatása a vizes kivonatok összfenoloid-tartalmára:

A termesztésbe vont állományok között szignifikáns eltérést számítottunk a taxonok ($p=0,01$), az évjárat ($p=0,001$) valamint kettőjük kölcsönhatása ($p=0,0001$) között. A 2013-ban mért értékek (90,22-157,93 mg GSE/g sz.a.) minden esetben meghaladták a többi évben megállapítottakat. Az első évhez képest háromszor nagyobb összfenoloid-tartalommal voltak jellemezhetőek a növények a legtöbb állomány esetében.

Gyűjtési idő hatása a vizes kivonatok összfenoloid-tartalmára:

A különböző gyűjtési időpontban szedett minták esetében mind az élőhely ($p=0,0001$), mind a gyűjtési idő ($p=0,0001$) valamint kettőjük kölcsönhatása ($p=0,0001$) tekintetében szignifikáns különbséget számítottunk. Míg az első évben a vadon termő populációkban jól elkülöníthető volt a nyári gyűjtés (69,72-98,58 mg GSE/g sz.a.), a második évben 3 populációnál a tavaszi adatok meghaladták azokat (SBK, VBK, TAT; 101,75-88,14 mg GSE/g sz.a.) 2 esetében pedig megegyeztek mennyiségük (BUD, NK; 42,56-56,10 mg GSE/g sz.a.) az ősziakkal. A termesztett állományok esetében a nyári gyűjtések összfenoloid-tartalma (90,22-157,93 mg GSE/g sz.a.) minden esetben meghaladta a tavaszi és őszi vágás eredményeit (61,90-120,54 mg GSE/g sz.a.).

3.5. Klorogénsav-tartalom vizsgálatok

Kísérletünkben a 82 vizsgált vizes kivonatban a klorogénsav vegyület 80 esetben a rutint 26, a rozmaringsavat pedig csak 6 alkalommal tudtuk ki mutatni. Utóbbi vegyületek minden esetben a klorogénsavnál alacsonyabb mennyiségben voltak jelen. A továbbiakban ezért a klorogénsav-tartalom változását taglaljuk.

A termőhely hatása a vizes kivonatok klorogénsav-tartalmára:

A mennyiségek 1 és 11 mg/100g között alakultak. A populációk között ($p=0,0001$) szignifikáns eltérést észleltünk, melyek közül a legkisebb értéket (1,20 mg/100g) a VBK, a legnagyobbat pedig a KUN élőhelyen gyűjtött növények mintáiban (10,80 mg/100g) mértük. Az SBK, TAT és KUN területek adatai között nem találtunk kimutatható eltérést.

A termesztés hatása a vizes kivonatok klorogénsav-tartalmára:

A taxonok között szignifikáns eltérést észleltünk ($p=0,0001$). A betelepített növények mintáiban minden esetben alacsonyabb klorogénsav-tartalmat mértünk (0,15-5,01 mg/100g), valamint teljesítmény sorrend is megváltozott.

Gyűjtési idő hatása a vizes kivonatok klorogénsav-tartalmára:

A vadon termő és a termesztett állományok esetében statisztikailag kimutatható különbséget állapítottunk meg a populációk illetve taxonok ($p=0,001$), a gyűjtési idő ($p=0,001$) és ezek

kölcsönhatásában ($p=0,001$) is. A tavaszi és őszi mintagyűjtések értékei egymáshoz képest nem tértek el szignifikánsan. A KUN tavasszal gyűjtött mintát leszámítva 10 mg/100g alatt voltak az értékek, a budapesti egyedek őszi gyűjtésekor nem találtunk kimutatható mennyiségben klorogénsav-tartalmat a mintában. Az őszi gyűjtés esetében a SBK adta a legnagyobb koncentrációt (8,20 mg/100g), a legkisebbet pedig a KUN (0,10 mg/100g). A nyáron gyűjtött minták esetében nagyobb volt a szórás. A legnagyobb értéket a budapesti (57,90 mg/100g), míg a legkisebbet a vácrátóti mintákban mértük (18,20 mg/100g).

3.6. Összantioxidáns kapacitás vizsgálatok

Kivonatolási mód hatása:

A vadon előforduló és termesztett állományok mintáiban szignifikáns különbséget számítottunk a kivonási módok ($p=0,001$) és az évek ($p=0,001$) hatásában. Minden esetben a vizes extrakció bírt a nagyobb értékekkel (20,14–40,49 mg ASE/g sz.a.). Az alkoholos kivonatok az első és utolsó vizsgálati év eredményei között nem tapasztaltunk kimutatható eltérést (6,51-11,41 mg ASE/g sz.a.).

A különböző virágzati részek vizes kivonatainak összantioxidáns kapacitása:

A növényi részek ($p=0,001$), az évek ($p=0,001$), valamint a termőhelyek között ($p=0,001$) szignifikáns eltérést számítottunk. A legalacsonyabb antioxidáns kapacitással minden esetben a szár rendelkezett (8,53-61,09 mg ASE/g sz.a.). A második vizsgált évben minden növényi részben magasabb értékeket mértünk.

Termőhely hatása a vizes kivonatok összantioxidáns kapacitására:

A vadon termő populációk esetében szignifikáns eltérést mértünk mind az élőhelyek ($p=0,0001$), mind az évek ($p=0,0001$) és kettőjük kombinációja ($p=0,0001$) tekintetében. A legtöbb élőhely esetében a 2013. évben mértük a legmagasabb értékeket (50,41-64,62 mg ASE/g sz.a.). Az első és utolsó év adatai három populáció esetében azonosak voltak, egy esetben 2012, kettő esetében pedig 2014 értéke volt nagyobb. A kapott eredmények tendenciái azonosan módosultak az összfenoloid-tartalmának változásával, a kettő alakulásnak tekintetében szoros korrelációs kapcsolatot mértünk ($r=0,79$).

A termesztés hatása a vizes kivonatok összantioxidáns kapacitására:

A betelepített növények esetében, a taxonok ($p=0,0001$), az évjárat ($p=0,0001$) valamint kettőjük kombinációjában ($p=0,0001$) kimutatható eltérést mértünk. Minden esetben a 2013. évi adatok voltak a legmagasabbak (86,33-185,51 mg ASE/g sz.a.). a 2012-esek pedig a legalacsonyabbak (17,86-30,59 mg ASE/g sz.a.).

A TKUN és TNK állományokat, kivéve az eredmények változása hasonlóan alakult az összfenoloid-tartalomnál tapasztaltakkal. A két tulajdonság között szoros pozitív korreláció kapcsolatot számítottunk ($r=0,88$).

Gyűjtési idő hatása a vizes kivonatok összantioxidáns kapacitására:

A különböző időpontban betakarított minták esetében mind a természetes élőhelyen előforduló mind a termesztett állományok esetében szignifikáns eltérést állapítottunk meg élőhely illetve taxon ($p=0,0001$), a gyűjtési idő ($p=0,0001$) és kettőjük kölcsönhatása ($p=0,0001$) tekintetében. Az első vizsgálati évben a legmagasabb értékekkel a nyári gyűjtésű minták rendelkeztek (46,91-66,59 mg ASE/g sz.a.). a vadon előforduló populációk esetében. A második évben azonban a tavasziak (39,38-64,62 mg ASE/g sz.a.). A termesztésbe vont állományok esetében egy kivétellel (TTAT) a nyári gyűjtésű minták rendelkeztek a legnagyobb értékekkel (40,46-44,82 mg ASE/g sz.a.).

3.7. Új tudományos eredmények

A 2012-2015 évek során végzett kísérleteink eredményei alapján az alábbi új tudományos eredményeket értük el:

1. Hét magyarországi természetes populáció tanulmányozásával elsőként jellemeztük hazánkban a kereklevelű repkény természetes variabilitását. A vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy:

- a hazai, természetes élőhelyükön előforduló kereklevelű repkény populációk virágzó hajtása átlagosan 10 és 30 cm közötti hosszúságot érnek el, melyeket 4-től 8 darabig terjedő szárcsomó tagol fel, ezek közül a hajtás csúcstól számolva 2-6 db virágot fejlesztenek.
- a populációk nagyfokú morfológiai eltéréseket mutatnak. Ez megnyilvánul a virágzó hajtás, a virágzat és a benne fejlődő örvök számában, melyek átlagosan 25 % variációs koefficiens értékkel rendelkeznek. Ez a tulajdonság (egyben) segítheti a faj nemesítési vizsgálatait is.
- a vizsgált populációk alapján a drog összfenoloid-tartalma, klorogénsav-tartalma és az összantioxidáns kapacitása szintén szignifikánsan eltérő, mintegy 1,6-szoros különbségekkel.

2. Elsőként definiáltuk azokat a tényezőket, amelyek jelentősen befolyásolhatják a növényi tulajdonságokat és a fenoloid komponensek felhalmozódását. Így megállapítottuk, hogy:

- a kereklevelű repkény morfológiai tulajdonságait, összfenoloid-tartamát az időjárási körülmények szignifikánsan befolyásolni képesek.

- a növény klorogénsav, valamint összfenoloid-tartalma és összantioxidáns kapacitása a vegetációs időn belüli statisztikailag eltér, de ennek dinamikája évenként változhat.
- a hatóanyagok eloszlása az egyes szervekben szignifikánsan eltérő, a legkisebb mennyiségben a szárban (40- 80 mg GSE/g), a legnagyobb mennyiségben pedig a virágban halmozódnak fel (150-180 mg GSE/g).

A termőhely hatása vizsgálataink szerint kiemelkedő jelentőségű. Csaknem minden tulajdonságban lényeges eltéréseket tapasztaltunk:

- virágzati szárhossz csökken átlagosan 49,82 százalékkal,
- virágzatok hossza csökken átlagosan 44,81 százalékkal,
- szárcsomó hossz csökken átlagosan 47,32 százalékkal,
- megemelkedik a növények virágos hajtásának összfenoloid-tartalma (30-50%), és a kivonatok összantioxidáns kapacitása (10-60%).

3. Elsőként jellemeztük a hazai vadon termő populációk illóolaj összetételét, így megállapítottuk, hogy:

- a szeszkviterpén típusú vegyületek 70% fölötti arányban halmozódnak fel a virágzó hajtások illóolajában.
- a fő komponens a germakrén-D mely legalább 25%-ban van jelen az illóolajban.
- környezeti tényezők és élőhelyi sajátosságok hatására a germakrén-D tartalom változhat.

4. A termesztésbe vonás megalapozásához tanulmányoztuk a kereklevelű repkény magjainak csírázókéességét, melyek alapján megállapítottuk, hogy:

- a tárolási hőmérséklet egyértelmű hatással van a magok csírázókéességének alakulására. A 18 hónapnál hosszabb ideig történő tárolás esetén hűtött (+4°C-on) körülmények között kell a magokat elhelyezni.
- a magvak csírázása 0,2 % töménységű KNO₃ kezeléssel serkenthető (mintegy 40 %-os emelkedés), de ennek hatása csak a hűtve (+4°C-on) tárolt magvak esetében szignifikáns.

5. A feldolgozás technológiai fejlesztése céljából különböző kivonatolási módszerek hatékonyságának összehasonlításával megállapítottuk, hogy:

- a vizes kivonatokban szignifikánsan nagyobb összfenoloid-tartalom (2-szeres) és összantioxidáns kapacitás (3-szoros) mértünk, mint az alkoholos extraktumokban (20% v/v etanol).

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

4.1. Morfológiai vizsgálatok

A vadon termő populációk morfológiai változékonysága

A vizsgált paraméterek adatait összegezve megállapítható, hogy a vadon termő kereklevelű repkény morfológiai tulajdonságainak többsége (hajtás-, virágzat-, internódium hosszúsága) a termőhely adottságaitól függ. A virágzatban található örvök száma viszont inkább évjárat, míg a levélpárok száma fajra jellemző sajátosság. A természetes populációk morfológiai sajátosságainak alakulásában az időjárási viszonyok mellett a társulásban kialakuló kompetíciós viszonyok és az emberi beavatkozás (kaszálás) szerepe is bizonyítottan látszik.

A termesztés hatása a kereklevelű repkény morfológiai tulajdonságaira

A vizsgálat eredményei azt bizonyítják, hogy egy adott termőhelyen mért morfológiai sajátosságokból – melyek közvetetten a produkciós képességgel is kapcsolatban állhatnak – aligha következtethetünk az adott populáció termesztési körülmények közötti, későbbi teljesítményére. Ezt igazolja, hogy az eredeti élőhelyén kiváló teljesítményt nyújtó tatabányai (TAT) populáció morfológiai sajátosságai termesztésben rendkívül nagy mértékben redukálódik, míg más populációk (pl. kunadacsi – KUN jelzésű) teljesítménye kevésbé esik vissza. Ez azt is jelzi, hogy a természetes populációk igen erős környezeti, ezen belül kompetíciós nyomás alatt állnak.

4.2. Csírázóképeség vizsgálatok

A tárolási idő és hőmérséklet hatása a csírázóképeségre

A kísérlet során megállapítottuk, hogy míg a szobahőmérsékleten tárolt magvak csírázóképesége folyamatosan csökkent, a hűtve tárolás ezt lassítani tudta. A kapott eredményekből arra következtetünk, hogy a kereklevelű repkény magjai 18 hónapos tárolás során, szobahőmérsékleten is ugyanúgy megőrzik csírázóképeségüket, mint hűtött körülmények között. Ezt követően viszont nagyfokú eltérés mutatkozik; ezért hosszabb távú tárolásra hűtött körülmények alkalmazása javasolható.

Csírázást serkentő szerek és hőmérséklet hatása a csírázóképeségre

Összességében megállapíthatjuk, hogy a KNO_3 oldat képes volt növelni a hűtve tárolt magok csírázóképeségét, de a szobahőmérsékleten tárolt magoknál a csírázást serkentő kezelések pozitív hatása nem mutatkozott meg. A 500 ppm töménységű gibberellinsavas oldatban való áztatás a hűtött körülmények között tárolt magok esetében nem serkentette a kezelt magok csírázóképeségét, egyes esetben pedig csökkentette is azt.

4.3. Illóolaj összetétel vizsgálatok

Az illóolaj minőségére vonatkozó vizsgálatainkból megállapítható, hogy hazai kereklevelű repkény populációk illóolaj komponenseinek tekintetében a szeszkviterpén vegyültek 70 % feletti aránya, ezen belül a germakrén-D 25% és 60% közötti mértéke genetikailag rögzített tulajdonság. A komponensek felhalmozódásának mértékére a növényi részek, a környezeti tényezők és az élőhelyi adottságok nagymértékben képesek hatni.

4.4. Összfenoloid-tartalom vizsgálatok

Kivonatolás mód hatása:

Az összfenoloid-tartalom kivonatolására vonatkozóan megállapítottuk, hogy az alkoholos kivonatolással szemben a vizes kivonatok készítése tekinthető optimálisnak. A vizes és alkoholos kivonat hatékonyságát a különböző nevelési és éghajlati körülmények csak minimális mértékben módosították, feltételezhetően a poláros és apoláros összetevők arányának némi módosításán keresztül.

A különböző virágzati részek vizes kivonatainak összfenoloid-tartalma:

A vizsgálatok egyértelműen bizonyítják, hogy genetikailag rögzítetten az összfenoloid-komponensek felhalmozódásának elsődleges szerve a virágzat, ezt követi a levél majd a szár. Ezt a sajtoságot a morfológiai eltérés kialakulása ellenére a vadon termő populációk természetett körülmények között is megtartják. A virágzatban és a levelekben a szárhoz viszonyítva 2-3-szor intenzívebb a felhalmozódás.

Termőhely hatása a vizes kivonatok összfenoloid-tartalmára:

A hajtások összfenoloid-tartalma – a szervekre jellemző lokalizációs spektrum megtartása mellett – elsősorban a külső tényezők alakulásától függ (csapadék, megvilágítottság)

A termesztés hatása a vizes kivonatok összfenoloid-tartalmára:

A fenoloid vegyületek felhalmozódása a hajtásokban a természetes populációkhoz hasonlóan külső tényezőktől függ (csapadék, megvilágítottság). Ezt jelzi, hogy a betelepítés hatására a vadon termő populációkban mért összes fenoloid tartalom értékei teljes egészében módosulnak. Egyrészt a kitermesztett egyedek összfenoloid-tartalma univerzálisan megnő. Másrészt a populációk természetes körülmények között mért teljesítmény sorrendje módosul. E mellett az évjárat hatás is jelentkezik, ami esetenként 2-3-szor magasabb értékszint kialakulásához vezethet.

Gyűjtési idő hatása a vizes kivonatok összfenoloid-tartalmára:

Az összfenoloid-tartalom alakulását a gyűjtési időpont igen nagy mértékben és évszámától függően befolyásolja. Ebben nyilvánvalóan a virágzati és szár részek gyűjtésekor aránya és az időjárási tényezők alakulása együttesen játszik szerepet.

A növényi alapanyag gyűjtésének idejét a magyar szabvány virágzáskor javasolja. Feltételezhetően azért, mert ebben az időben könnyű felismerni a növényt és egyszerűbb is gyűjteni mint magát a föld felszínén lévő levelet. A vizsgálataink alapján továbbra is javasolható a tavaszi mintagyűjtés (teljes virágzáskor), amennyiben azonban nagyobb összfenoloid-tartalom a cél, akkor a levelek nyári gyűjtése ajánlott.

4.5. Klorogénsav-tartalom vizsgálatok

A termőhely hatása a vizes kivonatok klorogénsav-tartalmára:

A szakirodalomban közölt eredmények a kereklevelű repkény hajtásában felhalmozódó klorogénsav mennyiségére vonatkozóan eltérőek. BELŠČAK-CVITANOVIĆ és munkatársai (2011) 130,0 mg/100g, HANKY már 840 mg/100g tartalomról számolt be. DÖRING és PETERSEN (2014) szervi megoszlásban vizsgálta a felhalmozódás mértékét, a levelekben 2010,0 mg/100g, a virágokban 1590,0 mg/100g, a csupasz szárban pedig 1320,0 mg/100g mennyiséget talált. Amennyiben a saját adatainkat összehasonlítjuk e szerzőkével, kiolvasható, hogy minden esetben jóval kisebb értékeket mértünk.

A termesztés hatása a vizes kivonatok klorogénsav-tartalmára:

A betelepített növények mintáiban minden esetben alacsonyabb klorogénsav-tartalmat mértünk, valamint teljesítmény sorrend is megváltozott. Ez azt mutatja, hogy a klorogénsav felhalmozódása elsősorban a külső tényezők alakulásától függ.

Gyűjtési idő hatása a vizes kivonatok klorogénsav-tartalmára:

A klorogénsav felhalmozódásának dinamikája nem függött a termőhelytől vagy a genotípustól, hanem minden esetben minden populációban illetve állományban, általánosságban megnyilvánult.

4.6. Összantioxidáns kapacitás vizsgálatok

Kivonatolási mód hatása:

A extrakciós eljárással kapcsolatban megállapítható hogy az alkohols kivonatolással szemben a vizes kivonat készítése tekinthető optimálisnak. A környezeti és élőhelyi sajátosságok jelentősen módosították a kivonatolások hatékonyságát.

A különböző virágzati részek vizes kivonatainak összantioxidáns kapacitása:

Vizsgálataink egyértelműen bizonyítják, hogy virág és a levél erősebb antioxidáns tulajdonsággal rendelkezik a szárral szemben. Ezt a tulajdonságát a morfológiai eltérések kialakulása ellenére a termesztett körülmények között is megtartja.

Termőhely hatása a vizes kivonatok összantioxidáns kapacitására:

A vadon termő populációk virágzáskori összantioxidáns kapacitása tekintetében arra a következtetésre jutottunk, hogy szoros kapcsolatban áll a fenoloid tartalommal és mind az élőhely mind az évjárat erősen hat e tulajdonságok. A kedvező időjárási feltételek mellett (hőmérséklet, csapadék, napsütés) a faj több virágot és levelet fejleszt, ami következtében a begyűjtött tételekben ezek aránya megnő és így a fenoloid vegyületek mennyisége és az összantioxidáns kapacitás is emelkedik.

A termesztés hatása a vizes kivonatok összantioxidáns kapacitására:

Az összfenoloid-tartalommal mért szoros kapcsolatból kiindulva feltételezzük, hogy hasonló tényezők befolyásolták ezen értékek alakulását is (magas hőmérséklet illetve UV sugárzás, rövidebb internódium hossz).

Gyűjtési idő hatása a vizes kivonatok összantioxidáns kapacitására:

gyűjtési időpont az évjáratától függően jelentős mértékben képes hatni az összantioxidáns kapacitás erősségére. Ezen felül a gyűjtéskori virágzati részek aránya is szerepet játszik.

FELHASZNÁLT IRODALMAK JEGYZÉKE

1. BELŠČAK-CVITANOVIĆ A., DRUGO K., BUSIC A., FRANEKIC J., KOMES D. (2014): Phytochemical attributes of four conventionally extracted Medicinal Plants and cytotoxic evaluation of their extracts on human laryngeal carcinoma (HEp2) cells. J. Med. Food, 17(2):206-217. old. DOI: <http://dx.doi.org/10.1089/jmf.2013.0071>
2. BERNÁTH J. (szerk.) (2013): Vadon termő és termesztett gyógynövények. Mezőgazda Könyvkiadó Budapest. 17. old.
3. DÖRING A.S., PETERSEN M. (2014): Production of caffeic, chlorogenic and rosmarinic acids in plants and suspension cultures of *Glechoma hederacea*. Phytochem. L., 10: 111-117. old. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytol.2014.05.012>
4. HENRY D.Y., GUERITTE-VOEGELEIN, INSEL F.P.A., FERRY N., BOUGUET J., POTIER P., SEVENET T., HANOUNE J. (1987): Isolation and characterization of 9-hydroxy-10-trans,12-cisooctadecadienoic acid, a novel regulator of platelet adenylate cyclase from *Glechoma hederacea* L. *Labiatae*. Eur. J. Biochem., 170: 389-394. old.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1432-1033.1987.tb13712.x>

5. MGYÁS - MAGYAR GYÓGYNÖVÉNY ÁGAZATI STRATÉGIA (2014)
http://www.gyogynovenyszovetseg.hu/wtDocument/browse/root/Gyogynoveny_Strategia_2014.pdf
6. PHARMACOPOEA HUNGARICA (1986): VII. Kiadás. I. Kötet. Budapest: Medicina Könyvkiadó, 395–398. p.
7. WHO (2011): The World Medicine Situation. Geneva in BERNÁTH (Szerk.) (2013): Vadon termő és termesztett gyógynövénye. Mezőgazda Könyvkiadó, Budapest, 17. old.

5. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Impakt faktoros folyóiratcikkek:

Varga L., Engel R., Szabó K., Abrankó L., Gosztola B., Zámoriné Németh É., Sárosi Sz. (2016): Seasonal Variation In Phenolic Content And Antioxidant Activity Of *Glechoma hederacea* L. Harvested From Six Hungarian Populations. Acta Alimentaria 45(2). 268–276. old. **IF=0,333** (2015)

Lektorált folyóiratban (MTA listás) megjelent közlemények:

Varga L., Kovács G., Németh É., Sárosi Sz. (2013): Újabb adatok a kerek repkény (*Glechoma hederacea* L.) gyógyászati és más célú felhasználásával kapcsolatban. Kertgazdaság 45(1). 48-53. old

Konferencia proceeding közlemények:

Varga L., Sárosi Sz., Németh Z.É., Mogyorósi Zs., Gosztola B. (2013): Effect Of Storage Temperature And Different Pre-Treatments On The Seed Germination Capacity Of *Glechoma hederacea* L. Proceedings of 3rd International Horticultural Conference for Post-graduate Students 2013, October 23rd-24th Lednice, Czech Republic, 64-67. old. ISBN 978-80-7375-892-9

Nemzetközi konferencia kiadványok (abstract):

Varga L., Németh Z.É., Rodina K., Tymoshina A., Sárosi Sz. (2013): Effect of the different habitat and harvest time on the essential oil composition of ground-ivy (*Glechoma hederacea* L.). 44th International Symposium on Essential Oils (ISEO): Book of abstracts p.46. ISBN:978-615-5270-05-5