

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

Biológiai és Sportbiológiai Doktori Iskola

A csicsóka (*Helianthus tuberosus* L. s. l.) inváziójának biogeográfiai perspektívái

PhD értekezés tézisei

Filep Rita

Témavezetők:

Dr. Farkas Ágnes

PhD, habil.

Dr. Pál Róbert

PhD, habil.



PÉCS, 2018

1. Bevezető

Az emberi tevékenység következtében évente megközelítőleg 6 faj érkezik Európába a többi földrésről (Pyšek et al. 2004; Lambdon et al. 2008). A növények többsége dísnövényként vagy termesztett növényként kerül kontinensünkre (Lambdon et al. 2008), amelyek közül egyes adventív fajok termesztésből kivadulva mezőgazdasági gyommá vagy özönnövényé válva komoly környezeti károkat okoznak (Kovács 2006).

A növényi invázió hatása nagyon sokrétű, a környezetre gyakorolt hatástól, a humán- és állategészségügyi következményeken át, egészen a gazdasági hatásokig terjedhet. A környezeti hatásokon belül az ökológiai hatást a legnehezebb számszerűsíteni (Barney et al. 2013), hiszen függ a befogadó ökoszisztémától és magától az inváziós növényfajtól is (Levine et al. 2003).

Az elmúlt néhány évtizedben az özönnövények nagymértékben hozzájárultak a fajok számának csökkenéséhez és a honos élőhelyek degradációjához (Vilà et al. 2006; Mollot et al. 2017). Így nem meglepő, hogy az özönnövényeket a honos növényfajok diverzitását veszélyeztető egyik legfontosabb tényezőként tartják számon (Corlett 2016), köszönhetően hibridizációs hajlamuknak és ellenségeik – kórokozók és kártevők – hiányának (Callaway és Maron 2006). Bebizonyosodott, hogy egyes özönnövények egyedszáma és ökológiai hatása sokkal erőteljesebb az előzőlött területen, mint őshazájában (Callaway et al. 2011; Ledger 2015; Pal et al. 2015).

Számos hipotézis látott napvilágot az özönnövények terjedésére vonatkozóan, de széles körben elfogadott, átfogó elmélet a mai napig nem született. A leginkább elfogadottabb elméletek közé tartozik a “novel weapons” hipotézis (Callaway és Aschehoug 2000; Callaway és Ridenour 2004), továbbá egyre nagyobb figyelmet szentelnek a kutatók a növény-gomba kapcsolatok (mikorrhiza) invázióban betöltött szerepének (Bunn et al. 2015; Menzel et al. 2017).

A csicsóka (*Helianthus tuberosus*) Észak-Amerikából származó lágyszárú, évelő növényfaj (Shoemaker 1972). Feltételezhetően a Nagy Tavak területéről (Simmonds 1976) vagy a Mississippi és az Ohio folyó vidékéről származik (Wyse et al. 1986). A növény 1605 körül került át Európába egy francia utazó által és gyors, vegetatív úton – gumók és tarackok által – történő szaporodásának köszönhetően a 20. század végére Európa egyik jelentős mezőgazdasági gyomnövénye és egyben özönnövénye lett (Török et al. 2003; Balogh 2008; Anastasiu és Negrean 2009; Filep et al. 2010).

2. Célkitűzés

Kutatásunk fő célkitűzései a következők voltak:

- (1) Herbáriumi példányok segítségével a *Helianthus tuberosus* (csicsóka) kárpát-medencei elterjedésének tisztázása a kezdetektől 1990-ig terjedően.
- (2) Az allelopátia szerepének tisztázása a *H. tuberosus* inváziójában:
 - *In vitro* csíráztatási kísérletek segítségével annak megállapítása, hogy a *H. tuberosus* leveléből és gyökeréből készített kivonatok milyen hatással vannak a *Sinapis alba* és további négy, a csicsókával gyakran előforduló faj csírázására és növekedésére.
 - Szuperkritikus folyadékkromatográfia segítségével annak megállapítása, hogy a növényben található fenolos vegyületek koncentrációja változik-e a vegetációs periódus alatt.
 - Üvegházi (tenyészedényes) vizsgálat segítségével annak megállapítása, hogy a csicsóka gyökéren keresztül a talajba jutó másodlagos anyagcseretermékek befolyásolják-e a vizsgálatunkba bevont, a csicsókával gyakran előforduló négy fajt.
- (3) Biogeográfiai vizsgálatunk során a *H. tuberosus* honos (Észak-Amerika) és előzőnlött (Európa) élőhelyein előforduló különbségek feltárását tűztük ki célul:
 - A csicsóka közösségek tanulmányozása révén tisztázni kívántuk, hogy a *H. tuberosus* milyen hatást fejt ki a környezetében élő fajokra a honos és az előzőnlött területeken.
 - 27 változót tanulmányozva célul tűztük ki azon tényezők megtalálását, amelyek hatással vannak a csicsóka közösségek fajösszetételére.
 - Tisztázni szeretnénk volna, hogy rendelkezik-e a *H. tuberosus* arbuszkuláris mikorrhiza kapcsolattal mind a két földrészen.

3. Anyag és módszer

3.1. A *Helianthus tuberosus* elterjedése a Kárpát-medencében

Helianthus tuberosus példányok felkutatása céljából összesen 16 növénytarat kerestünk fel a Kárpát-medencében 2008-2016 között. A megtalált példányok azonosítása határozókulcs segítségével történt (Balogh 2008). A begyűjtött *H. tuberosus* példányok tanulmányozása a legidősebb fellelhető példánytól (1826) egészen 1990-ig terjedt. Tanulmányunk tárgyát a *H. tuberosus* agg. (gyűjtőfaj) képezte, amely magában foglalja a vadcsicsókát (*H. tuberosus* sensu lato) és a termesztett csicsókát (*H. tuberosus* sensu stricto). Ezen felül elvégeztük a tízszirmú napraforgó (*H. decapetalus*) revízióját is, hiszen a kelet-európai szerzők egy része a csicsókát *H. decapetalus*-ként azonosította a 20. században (Balogh 2008).

3.2. A *Helianthus tuberosus* allelopátiás hatása a Kárpát-medencében

Csíráztatási kísérletek: A csicsóka levelének és gyökerének vizes kivonatát vizsgáltuk laboratóriumi körülmények között. A kivonatkészítéshez szükséges levél- és gyökérmintákat egy dél-magyarországi vízfolyás árterében gyűjtöttük öt egymást követő hónapban. Csírázási vizsgálatunkba tesztfajként négy, a csicsókával gyakran előforduló fajt (*Elymus repens*, *Galium mollugo*, *Solidago gigantea*, *Tanacetum vulgare*), továbbá a csírázási vizsgálatok gyakori tesztfaját, a *Sinapis alba*-t (Csiszár et al. 2012; Pannacci et al. 2013) választottuk. Kezelésenként 1 vagy 10 µg/ml csicsóka levél vagy gyökér kivonatot juttattunk minden egyes Petri-csészébe, kontrollként pedig desztillált vizet alkalmaztunk. Hat nap elteltével megszámoltuk a csírázott magok számát. A csíranövények magasságát, illetve a gyökerek hosszúságát mértük.

Allelokemikáliák azonosítása: A csicsóka levelében és gyökerében található fenolos vegyületek (szalicilsav, kumarin, transzfahéjsav, 2-OH-fahéjsav és 4-OH-benzaldehid) azonosítására és mennyiségi meghatározására diódasoros detektorral és tömegspektrométerrel (DAD-MS) kapcsolt szuperkritikus folyadékkromatográfiát (SFC) alkalmaztunk.

Tenyészedényes vizsgálat: A vizsgálatához szükséges talajt és a csicsóka szaporítóképletét (gumó) négy különböző dél-magyarországi vízfolyás árteréből gyűjtöttük. A csicsókát és a kiválasztott tesztfajokat (*E. repens*, *G. mollugo*, *S. gigantea*, *T. vulgare*) aktív szén jelenlétében vagy hiányában üvegházi körülmények között neveltük. Azon földkeverék (talaj: homok 1:1 arányban) esetében, ahol célunk az volt, hogy az aktív szén kösse meg a növény által kibocsájtott másodlagos anyagcseretermékeket, minden egyes földkeverék literéhez 20 ml finomra őrölt aktív szenet (SORBOPOR MV 125) kevertünk. Négy hónap elteltével megszámoltuk a hajtások számát, és megmértük a növények magasságát. A növények betakarítását és 72 órán át 60 °C-on történő szárítását követően lemértük a biomasszájukat.

Statisztikai elemzés: Az adatok statisztikai értékelését az R program (3.1.2 verzió) (R Development Core Team 2014) segítségével végeztük el, az lm4 csomag használatával (Bates et al. 2014).

3.3. *Helianthus tuberosus* az őshazájában és az előzőnlött területen

Terepi vizsgálat: A csicsóka őshazájában (Észak-Amerika) 11, a csicsóka által előzőnlött területen (Európa) 29 vízfolyás árterében készítettünk vegetációs felvételeket. 2013 őszén 201 2×2 m nagyságú felvételt készítettünk Észak-Amerikában, ezzel szemben Európában négy egymást követő évben (2012-2015) összesen 750 2×2 m-es felvétel készült. Minden egyes felvétel esetében megbecsültük a növényfajok borítását, megszámoltuk a csicsóka töveket,

megmértük tíz véletlenszerűen kiválasztott csicsóka tő magasságát, és megbecsültük a csupasz földfelszín és a tavalyi csicsóka kóró borítását is.

Fajösszetételt befolyásoló tényezők: Átlagtalajmintát gyűjtöttünk a csicsókával erősen fertőzött és a csicsókamentes területekről mind a két földrészen. A talaj oldható tápelemtartalmának a vizsgálatára az Újfehértói Talaj és Növényvizsgáló Laboratóriumban került sor. Az éghajlati jellemzők begyűjtésében a Magyar Meteorológiai Szolgálat, a National Administration of Meteorology (Románia) és a WorldClim Adatbázis volt segítségünkre.

Arbuszkuláris mikorrhiza kapcsolat: A csicsóka őshazájából 64, a csicsóka által előzőnlt területéről 56 gyökérmintát gyűjtöttünk 2012-2015 között. A gyökérminták festése Trouvelot és mtsai. (1986) módszertana alapján történt. Fénymikroszkóp (Motic SFC-28) segítségével meghatároztuk a vezikulák, hifák és arbuszkulumok mennyiségét. A MYCOCALC program segítségével megállapítottuk a gyökerek mikorrhiza gyakoriságát, a mikorrhiza kapcsolat intenzitását és az arbuszkulum gazdagságot.

Statisztikai elemzés: Az adatok statisztikai értékelését az R program (2.11.1 verzió) (R Development Core Team 2014) segítségével végeztük el, a vegan (1.17-2 verzió; Oksanen et al. 2010), a somboot (0.2-5 verzió; Scherer és Pallmann 2014), a coin (Hothorn et al. 2006) és a betareg (Cribari-Neto és Zeileis 2010) csomagok használatával.

4. Eredmények

4.1. A *Helianthus tuberosus* elterjedése a Kárpát-medencében

A felkeresett 16 növénytarban összesen 65 *H. tuberosus* agg. herbáriumi példányt találtunk, amelyek legkevesebb 31 helyszínről származtak, és legkevesebb 31 szerző gyűjtötte. Ezek a példányok napjainkban négy, a Kárpát-medence területén elhelyezkedő országból származnak: Magyarországról, Romániából, Szlovákiából és Ukrajnából. A *H. tuberosus* agg. példányok többsége csicsókaként került azonosításra (37 példány), ezzel szemben 28 példány más, a *Helianthus* nemzetségbe tartozó fajként (többségében *H. decapetalus*-ként).

Gyűjtési idő szempontjából a felkutatott 65 példány közül 12 példányt a 19. században gyűjtöttek, amelyek közül ötnek a pontos gyűjtési ideje nem ismert. Tudomásunk szerint egyetlen példány származik a 19. század első feléből (Baumgarten 1826), a fennmaradó 11 példány a 19. század második felét képviseli. A herbáriumi példányok többségét a 20. században gyűjtötték. A *H. tuberosus* agg. példányok többsége természetből vagy ártéri területről származik. A herbáriumi címkéken megtalálható általános adatok mellett utalásokat találtunk a növény termesztésére vagy özönnövényként való viselkedésére.

4.2. A *Helianthus tuberosus* allelopátiás hatása a Kárpát-medencében

Csíráztatási kísérletek: A vizsgálatunk során alkalmazott két koncentráció közül a 10 µg/ml-es koncentráció szignifikánsan befolyásolta a szaporítóképletek csírázását ($df=2$, Dev. res.=25,5, $P<0,001$) és a csíranövények fejlődését (magasság: $df=2$, $F=5,34$, $P<0,01$; gyökérhosszúság: $df=2$, $F=4,57$, $P<0,05$) a vizsgálatunkba bevont fajok esetében.

A csírázási arányt és a csíranövények magasságát és gyökérhosszúságát nagymértékben befolyásolta a kiválasztott teszt faj. Az *E. repens* és a *T. vulgare* voltak a legérzékenyebbek a csicsókából származó kivonatokra. Ezzel szemben – az esetek többségében – a *S. gigantea*-ra nem fejtettek ki gátló hatást a csicsókából származó kivonatok a vegetációs periódus alatt, olyannyira, hogy a vizsgálat utolsó két hónapjában serkentő hatást figyeltünk meg. A kezelése során a csírázási arányt és a csíranövények fejlődését nagymértékben befolyásolta, hogy a csicsóka melyik szervéből (levél vagy gyökér) készítettük a kivonatot. Az esetek többségében a levélből készült kivonatok fejtettek ki erősebb hatást a vizsgálatunkba bevont tesztfajokra, a gyökérből készült kivonatokhoz viszonyítva. Az öt hónapon át tartó vizsgálat eredményi kimutatták, hogy a csicsókából készített kivonat a vizsgálat első hónapjában (június) fejtett ki erősebb hatást a szaporítóképletek csírázására, ezzel szemben a növények fejlődésére főként a vizsgálat első és utolsó (október) hónapjában volt hatással.

Allelokemikáliák azonosítása: A fenolos vegyületek koncentrációját számottevően befolyásolta, hogy melyik növényi részből készítettük a kivonatot ($df=1$, $F=19,40$, $P<0,001$) és mikor gyűjtöttük a növényi részt ($df=4$, $F=3,62$, $P<0,01$). A növényi rész és a gyűjtési idő kölcsönhatása nem eredményezett statisztikailag igazolható különbséget ($df=4$, $F=1,18$, $P>0,05$). A vizsgált hatóanyagok közül a 2-OH-fahéjsav volt a legnagyobb mennyiségben jelen a csicsóka vizsgált szerveiben, amelyet a szalicilsav, a 4-OH-benzaldehid és a transzfahéjsav követett. A kumarin jelenlétét csak nyomokban tudtuk kimutatni. A 2-OH-fahéjsav, a szalicilsav és a 4-OH-benzaldehid koncentrációja magasabb volt a csicsóka levelében, mint a gyökerében. Ezzel szemben nem találtunk számottevő különbséget a transzfahéjsav koncentrációjában a vizsgált két növényi rész között. A levél 2-OH-fahéjsav, szalicilsav és 4-OH-benzaldehid tartalma, valamint a gyökér 2-OH-fahéjsav tartalma júniusban volt a legmagasabb, majd fokozatosan csökkent júliustól szeptemberig. Októberben ismét a hatóanyag-tartalom növekedése volt megfigyelhető.

Tenyészedényes vizsgálat: A csicsóka gyökere által kibocsátott másodlagos anyagcseretermékek hatása nagymértékben függött a szomszédos faj jelenlététől (életben maradás: $df=5$, Dev. resid=518,80, $P<0,001$) és a kiválasztott tesztfajtól (életben maradás: $df=5$, Dev. resid=194,10, $P<0,001$). Kezeléstől (aktív szén jelenléte vagy hiánya) függetlenül a

csicsóka negatív hatást gyakorolt a környezetében élő fajokra. A csicsóka jelentős mértékben csökkentette az életben maradt növények számát, a növények magasságát, föld feletti, föld alatti és teljes biomasszájukat, a csicsóka nélkül növekedett egyedekhez képest. A csicsókával együtt nevelt növények esetében az aktív szenes kezelés nem volt számottevő hatással a növények magasságára, föld feletti, föld alatti és teljes biomasszájukra a vizsgált négy faj közül három esetében (*G. mollugo*, *S. gigantea* és *T. vulgare*). Ezzel szemben az aktív szent nem tartalmazó talajban a csicsóka másodlagos anyagcseretermékei csökkentették az *E. repens* és a *G. mollugo* életben maradt egyedeinek a számát az aktív szenes kezeléshez viszonyítva.

4.3. *Helianthus tuberosus* az őshazájában és az előzőnlött területen

Terepi vizsgálat: Vegetációs felvételezésünk során Észak-Amerikában összesen 225, Európában 249 növényfajt azonosítottunk. Ennek ellenére az átlagos fajgazdagság ($Z=-15,9354$, $P<2,2e-16$) és a különböző módszerekkel kiszámolt diverzitás statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb volt Európában, mint Észak-Amerikában. Európában a csicsóka növekvő borítása maga után vonta a fajok számának a csökkenését ($r_{\text{spearman}}=-0,438$, $P<2,2e-16$), ezzel szemben Észak-Amerikában nem találtunk összefüggést a csicsóka borítása és a fajszám között ($r_{\text{spearman}}=-0,086$, $P=0,279$). Az átlagos csicsóka egyedsűrűség 96 ± 4 tő/4 m² volt Európában, Észak-Amerikában számottevően kevesebb, 48 ± 3 tő/4 m² ($Z=5,26$, $P<2,2e-16$). A csupasz földfelszín mértéke Európában jelentősebb volt, mint Észak-Amerikában ($Z=3,2061$, $P<0,01$), azonban nem találtunk számottevő különbséget a csicsóka kóró esetében a két földrész között ($Z=-1,6804$, $P>0,05$). A csicsóka átlagos magassága alacsonyabb volt Észak-Amerikában ($137,22\pm 1,24$ cm) Európához viszonyítva ($155,38\pm 0,75$ cm) ($Z=10,5221$, $P<2,2e-16$). A csicsóka tövek száma és borításuk közötti összefüggés jelentős volt mind a két földrészen (Európa slope =0,014, pseudo-R²=0,559, $P<2,2e-16$; Észak-Amerika: slope=0,033, pseudo-R²=0,624, $P<2,2e-16$). A megnövekvő csicsóka borítás maga után vonta a csupasz földfelszín megnövekedését Európában (slope=2,095, pseudo-R²=0,422, $P<2e-16$), ezzel szemben nem találtunk szoros összefüggést a csicsóka borítása és a csupasz földfelszín mértéke között Észak-Amerikában (slope=0,283, pseudo-R²=0,010, $P=0,175$).

Fajösszetételt befolyásoló tényezők: A 27 változót tartalmazó redundancia-analízis (RDA) a teljes variancia 44,4%-át magyarázta Észak-Amerikában, és 31,1%-át Európában. A korrigált R² 0,269 (Észak-Amerika) és 0,219 (Európa) volt. A vizsgált 27 változóból Észak-Amerikában 22-nek, Európában 26-nak volt jelentős bruttó hatása a fajösszetételre. A tengerszint feletti magasság Észak-Amerikában jelentősebb hatással volt a fajösszetételre,

mint Európában. Észak-Amerikában a legjelentősebb éghajlati tényező az éves átlagcsapadék, a legjelentősebb talajtényező a Mg tartalom volt. Ezzel szemben Európában a 30 év átlagcsapadéka (1960-1990), a P₂O₅ tartalom, az általunk mért tényezők közül pedig a csupasz földfelszín mértéke befolyásolta leginkább a fajösszetételt.

Arbuszkuláris mikorrhiza kapcsolat: A csicsóka arbuszkuláris mikorrhiza kapcsolatának vizsgálata során bebizonyosodott, hogy a csicsóka mind a két földrészen rendelkezik mikorrhiza kapcsolattal, amelyet a hifák, vezikulák és arbuszkulumok jelenléte bizonyított. A csicsóka mikorrhiza kapcsolatának mértéke eltérőnek bizonyult: a gyökerek mikorrhizáltságának intenzitása (M%) ($Z=-4,84$, $P<0,001$), és a gyökerek arbuszkulum gazdagsága (A%) ($Z=-5,07$, $P<0,001$) magasabb volt Észak-Amerikában, mint Európában. Nem találtunk jelentős különbséget a mikorrhiza kapcsolat gyakoriságában a két földrész között (F%) ($Z=0,63$, $P>0,05$).

5. Eredmények megvitatása

5.1. A *Helianthus tuberosus* elterjedése a Kárpát-medencében

A tanulmányozott 65 *H. tuberosus* agg. herbáriumi példányból 28 egyed nem csicsókaként került azonosításra, hanem más, *Helianthus* nemzetségbe tartozó taxonként, többségében *H. decapetalus*-ként. Ezen eredményünk összhangban van Balogh (2008) tanulmányával, aki a II. világháború után bekövetkezett *H. tuberosus* agg. tömeges terjedésére hívja fel a figyelmet, amely során a terjedő taxont a kelet-európai kutatók többsége *H. decapetalus*-ként azonosította. A Baumgarten által 1826-ban azonosított *H. decapetalus* volt egyben az általunk fellelt legidősebb *H. tuberosus* agg. példány. Ez arra enged következtetni, hogy a *H. tuberosus* agg. *H. decapetalus*-ként való azonosítása már a 19. század első felében elkezdődött, és feltételezhetően ez is hozzájárult a Kárpát-medencében található *Helianthus* fajok – mai napig is tisztázatlan – taxonómiai problémájához.

A 19. századból származó *H. tuberosus* agg. példányok többségét ártéri területről vagy természetből gyűjtötték. A 20. századra a növény leggyakoribb élőhelyei az árterek voltak, ami egyben a növény invazív jellegére is enged következtetni, hiszen az özönnövények egyik gyakori élőhelye az ártér, ahol a víz segíti a taxonok szaporítóképleteinek a terjedését (Tickner et al. 2001). Ezzel összhangban számos tanulmány utal arra, hogy a közép-európai *H. tuberosus* agg. állományok vegetatív szaporítóképleteinek a terjedését a vízfolyások segítik (Balogh 2008). A herbáriumi címkéken fellelhető adatok alapján a *H. tuberosus* agg. példányok gyűjtői a 20. század kezdetétől utaltak a növény invazív tulajdonságára, amely összhangban van napjaink szakirodalmával, amely szerint a *H. tuberosus* agg.

özönnövényként van jelen a Kárpát-medencében (Török et al. 2003; Sîrbu és Oprea 2008; Balogh 2008; Omelchuk és Prots 2014).

5.2. A *Helianthus tuberosus* allelopátiás hatása a Kárpát-medencében

A csicsóka levelében és gyökerében található fenolos vegyületek azonosítása és mennyiségi meghatározása rámutatott, hogy a vizsgált öt hatóanyagból három nagyobb mennyiségben volt jelen a levélben, mint a gyökérben. Chen és mtsai. (2014) hasonlóan magas – vagy még magasabb – hatóanyagtartalmat mértek a csicsóka levelében, továbbá Khanh és mtsai. (2005) vizsgálatuk során arra a következtetésre jutottak, hogy a csicsóka legtöbb allelokemikáliát tartalmazó szerve a levél – a gyökérhez és a szárhoz viszonyítva. A fellelhető szakirodalom alapján a csicsóka allelokemikáliáinak kutatása az esetek többségében egyetlen vizsgálatot jelentett a vegetációs periódus során. Tudomásunk szerint első alkalommal végeztük el a csicsóka fenolos hatóanyagainak egy teljes vegetációs periódust átfogó vizsgálatát. Eredményeink arra engednek következtetni, hogy a csicsóka allelopátiás hatása nyár elején a legerősebb, amikor a növények többsége fejlődésük korai szakaszában van, továbbá ősszel hatékony, amikor az allelokemikáliák felhalmozódhatnak a talajban. Ez összhangban van Djurdjević és mtsai. (2012) eredményével, akik a *Conyza canadensis* esetében megállapították, hogy a növény a legtöbb fenolos vegyületet a virágzáskor és a terméséréskor tartalmazza. Így megállapíthatjuk, hogy a csicsóka allelokemikáliáinak időszakos változása fontos szerepet tölthet be a taxon sikeres terjedésében.

A csicsóka főként az *E. repens* csírázására és csíranövényeinek fejlődésére fejtett ki gátló hatást, ami összhangban van a „novel weapons” hipotézissel, amely szerint az adventív fajok allelokemikáliái nem fejtenek ki számottevő hatást a honos területen, ezzel szemben gátolják az előzőlött terület honos növényfajainak csírázását és a fejlődését (Callaway és Aschehoug 2000). Tanulmányunkban a *S. gigantea* az egyetlen faj, amely a csicsókával közös evolúciós múlttal rendelkezik. A *S. gigantea* csíranövényeinek a fejlődését az esetek többségében nem gátolta a csicsóka leveléből vagy gyökeréből készített kivonat. Ezen eredményeink megerősítik azon tanulmányokat, amelyek szerint a fajok allelopátiás hatása a közös evolúciós múlttal rendelkező fajokra nem jelentős, összehasonlítva azon fajokkal, amelyek különböző biogeográfiai területen fejlődtek (Rabotnov 1974; Callaway et al. 2008).

Üvegházi kísérletünk során kezeléstől függetlenül a csicsóka jelenléte negatív hatást gyakorolt a környezetében élő fajokra, amely feltételezhetően a faj rendkívüli versenyképességének köszönhető. A csicsóka gyorsan beárnyékolja a talaj felszínét, kihasználva a rendelkezésre álló erőforrásokat, ami által képes visszaszorítani a

szomszédságában élő fajok fejlődését (Kays és Nottingham 2007). A csicsóka allelokemikáliáinak hatását az *E. repens* és a *G. mollugo* esetében tapasztaltuk, a csicsóka jelentős mértékben csökkentette a csírázó szaporítóképletek számát és a csíranövények fejlődését. Ezen eredményünk összhangban van a csíráztatási kísérletünk eredményével, amikor is a csicsókából készített kivonatok számottevően csökkentették az *E. repens* csírázását és a csíranövények fejlődését.

5.3. *Helianthus tuberosus* az őshazájában és az előzőnlött területen

Terepi vizsgálat: A csicsóka növényközösségekre kifejtett hatása jelentős biogeográfiai különbségeket mutatott. A fajok száma magasabb volt Európában, mint Észak-Amerikában, ennek ellenére a fajgazdagság és a diverzitás alacsonyabb volt Európában Észak-Amerikához viszonyítva. Eredményünk összhangban van azon növekvő számú szakirodalmakkal, amelyek szerint erősebb hatást fejt ki az adott faj az előzőnlött területén, mint hazájában (Callaway et al. 2011; Ledger et al. 2015; Pal et al. 2015). A csicsóka növekvő borítása Európában maga után vonta a fajok számának a csökkenését, ezzel szemben Észak-Amerikában nem találtunk összefüggést a csicsóka borítása és a fajszám között. Eredményünk egybeesik Pal és mtsai. (2015) eredményével, akik megállapították, hogy az előzőnlött területen a fajok száma csökkent a *Solidago* tövek számának a növekedésével. A csicsóka tövek alacsonyabbak voltak Észak-Amerikában, mint Európában. Ez alátámasztja az „evolution of increased competitive ability” hipotézist, amely szerint az adventív fajok több erőforrást képesek hasznosítani, így versenyképesebbek lesznek, pl. a nagyobb méret révén (Blossey és Nötzold 1995).

A csupasz földfelszín mértéke jelentősebb volt Európában, mint Észak-Amerikában, amely azzal magyarázható, hogy a csicsóka gyors és erőteljes árnyékolásának köszönhetően versenyképes faj az előzőnlött területen. Tanulmányunkban megerősítettük az árnyékoló hatás fontosságát, hiszem Európában a csupasz földfelszín mértéke egyenes arányban növekedett a csicsóka borításával.

Fajösszetételt befolyásoló tényezők: A 27 változót tartalmazó redundancia-analízis (RDA) a teljes variancia 44,4%-át magyarázta Észak-Amerikában, és 31,1%-át Európában. A tengerszint feletti magasság Észak-Amerikában jelentősebb hatással volt a fajösszetételre, mint Európában. Eredményünk összhangban van Lenoir és mtsai. (2008) tanulmányával, akik szerint az éghajlat melegedésével számottevően emelkedik a fajok optimális tengerszint feletti magassága.

A fajösszetételt befolyásoló éghajlati változók hatása erősebbnek bizonyult a honos, mint az előzőnlött területen. Flanagan és mtsai. (2015) arra a következtetésre jutottak, hogy ártéri

ökoszisztémában az éghajlati változók erősebb hatást fejtenek ki a honos fajokra, mint az adventívekre. Mind a két földrészen az adott év átlagcsapadék, 30 év átlagcsapadék és az adott év átlaghőmérséklete bizonyult a legjelentősebb, fajösszetételt befolyásoló éghajlati tényezőnek. A csicsóka optimális fejlődését biztosító éghajlati tartomány tágnak tekinthető (Kays és Notthingam 2007), amely előnyös lehet a növény számára, hiszen az éghajlathoz való gyors alkalmazkodása elősegítheti invázióját (Colautti és Barrett 2013). Vizsgálatunk alapján a talajtani változók mind a két földrészen fontos szerepet töltek be a csicsóka állományok fajösszetételében, hatásuk erőteljesebb volt a honos, mint az előzőlött területen. Flanagan és mtsai. (2015) szerint az ártéri területeken a talaj tápanyag-hozzáférhetősége erősebb hatást gyakorol az özönnövények egyedszámára, mint az éghajlati tényezők. A talaj Mg tartalma mind a két földrészen fontos tényező volt. Nemrégiben megjelent tanulmányok arról számoltak be, hogy a talaj Mg tartalma hatást gyakorol bizonyos növényfajok előfordulására (Andreasen és Skovgaard 2009; Pinke et al. 2011). Európában a talaj P₂O₅ tartalma szintén összefüggésbe hozható a fajösszetétellel. Gabonamezők fajösszetételének vizsgálata során Pal és mtsai. (2013) arra az eredményre jutottak, hogy a talaj P₂O₅ tartalma hatással volt a fajösszetételre. Továbbá, Tarmi és mtsai. (2009) tanulmánya szerint a növényfajok diverzitása fordítottan arányos összefüggést mutat a talaj P₂O₅ tartalmával.

Arbuskuláris mikorrhiza kapcsolat: Kutatásunk elsőként igazolta – mind a honos, mind az előzőlött területen – a vadon élő csicsóka arbuskuláris mikorrhiza kapcsolatát. Az előzőlött területen, természetből származó csicsóka mikorrhiza kapcsolatát Štajerová és mtsai. (2009), illetve Zubek és mtsai. (2011) már bizonyították. Ehhez viszonyítva tanulmányunk nagyobb mértékű kolonizációról számol be mind a két földrészen. Eredményeink összhangban vannak Tawaraya (2003) tanulmányával, aki szerint a természetű növények kisebb mikorrhiza függőséget mutatnak, mint a vadon élő fajok. A csicsóka mikorrhizáltsága alacsonyabb volt az előzőlött, mint a honos területen. Továbbá, ahogyan már korábban említettük, a csicsóka tövek száma számottevően magasabb volt Európában, mint Észak-Amerikában. Ez a két megállapítás jól illeszkedik a korábbi tanulmányokhoz, miszerint a gyökér arbuskuláris mikorrhiza kapcsolata csökken a fény erősségének a csökkenésével (Gehring 2003; Johnson 2010). Több szakirodalom tesz említést arról, hogy az alacsonyabb mikorrhizáltság előnyt jelenthet a behatoló növényfaj számára (Pringle et al. 2009; Seifert et al. 2009; Bunn et al. 2015; Waller et al. 2016). Pringle és mtsai. (2009) tanulmánya szerint az adventív fajok nagyobb eséllyel válnak özönnövényé az új területen, ha nem függenek mikorrhiza-kapcsolattól, azon fajokhoz viszonyítva, amelyek erősen függenek a mikorrhiza kapcsolat lététől.

6. Következtetés

Eredményeink alapján elmondható, hogy:

- A 19. század első felétől folyamatos a *Helianthus tuberosus* agg. jelenléte a Kárpát-medencében, eleinte értékes termesztett fajként, a későbbiekben gondot okozó özönnövényként
- A *H. tuberosus* allelokemikáliái révén hatást tud gyakorolni a környezetében élő fajokra
 - Nagyobb mennyiségű allelokemikália halmozódik fel a *H. tuberosus* levelében, mint a gyökerében
 - Egyes allelokemikáliák a vegetációs periódus elején és végén halmozódnak fel nagyobb mennyiségben, amikor a leghatékonyabbak lehetnek
 - Az allelokemikáliák időszakos változása fontos tényező lehet a növényi kompetícióban és fontos szerepet tölthet be az özönnövények terjedésében
 - Az allelopátia fontos szerepet tölthet be a *H. tuberosus* terjedésében
- Jelentős biogeográfiai különbség tapasztalható a csicsóka terepen kifejtett hatásában, a fajszám és a diverzitás alacsonyabb volt az előzőnlött területen (Európa)
 - Számos éghajlati (pl. éves átlagsapadék) és talajtényező (pl. Mg tartalom) hatást gyakorol a *H. tuberosus* növényközösségek fajösszetételére
 - A *H. tuberosus* maga is jelentős hatást fejt ki a fajkompozícióra
 - A *H. tuberosus* rendelkezik arbuszkuláris mikorrhiza kapcsolattal mind őshazájában, mind az előzőnlött területen
 - A *H. tuberosus* arbuszkuláris mikorrhiza kapcsolata erősebb az őshazájában, mint az előzőnlött területen
 - A *H. tuberosus* tövek sűrűsége nem befolyásolja a mikorrhiza kapcsolat mértékét
 - Az előzőnlött területen tapasztalt gyengébb mikorrhiza kapcsolat a növényi invázió egyik fontos tényezője lehet.

Összefoglalva, a növénytárakban fellelhető herbáriumi példányok elemzése nagymértékben hozzájárulhat a Kárpát-medencében előforduló özönnövények kutatásához. Eredményeink arra engednek következtetni, hogy az allelopátia és az arbuszkuláris mikorrhiza kapcsolat fontos szerepet tölthetnek be az özönnövények terjedésében. Továbbá, abból kifolyólag, hogy a *H. tuberosus* erőteljesebb hatást fejt ki az előzőnlött, mint a honos területen, eredményeink azon szakirodalmak táborát gazdagítják, amelyek az özönnövények erőteljes biogeográfiai különbségeire hívják fel a figyelmet.

Legfontosabb szakirodalmak

- Balogh L (2008) Sunflower species (*Helianthus* spp.). In: Botta-Dukát Z, Balogh L (eds) The most important invasive plants in Hungary. Hungarian Academy of Sciences, Institute of Ecology and Botany, Vácrátót, Hungary, pp. 227-255
- Blossey B, Nötzold R (1995) Evolution of increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: a hypothesis. *J Ecol* 83: 887-889
- Bunn RA, Ramsey PW, Lekberg Y (2015) Do native and invasive plants differ in their interactions with arbuscular mycorrhizal fungi? A meta-analysis. *J Ecol* 103: 1547-1556
- Callaway RM, Aschehoug ET (2000) Invasive plants versus their new and old neighbors: a mechanism for exotic invasion. *Science* 290: 521-523
- Callaway RM, Ridenour WM (2004) Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Front Ecol Environ* 2: 436-443
- Callaway RM, Cipollini D, Barto K et al. (2008) Novel weapons: invasive plant suppresses fungal mutualists in America but not in its native Europe. *Ecology* 89: 1043-1055
- Djurđević L, Gajić G, Kostić O et al. (2012) Seasonal dynamics of allelopathically significant phenolic compounds in globally successful invader *Coryza canadensis* L. plants and associated sandy soil. *Flora - Morphol Distrib Funct Ecol Plants* 207: 812-820
- Filep R, Balogh L, Csergő AM (2010) Perennial *Helianthus* taxa in Târgu-Mureş city and its surroundings. *J Plant Develop* 17: 69-74
- Kays SJ, Nottingham SF (2007) Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus* L.), CRC Press, Boca Raton
- Kovács JA (2006) Distribution of invasive alien species stands in Eastern Transylvania. *Kanitzia* 14: 109-136
- Lambdon PW, Pyšek P, Basnou C et al. (2008) Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* 80: 101-149
- Ledger KJ, Pal RW, Murphy P et al. (2015) Impact of an invader on species diversity is stronger in the non-native range than in the native range. *Plant Ecol* 216: 1285-1295
- Levine JM, Vilà M, D'Antonio et al. (2003) Mechanisms underlying the impact of exotic plant invasion. *Proc R Soc Lond B* 270: 775-781
- Menzel A, Hempel S, Klotz S et al. (2017) Mycorrhizal status helps explain invasion success of alien plant species. *Ecology* 98 (1): 92-102
- Pal RW, Pinke G, Botta-Dukát Z et al. (2013) Can management intensity be more important than environmental factors? A case study along an extreme elevation gradient from central Italian cereal fields. *Plant Biosyst* 147 (2): 343-353
- Pal RW, Chen S, Nagy DU, Callaway RM (2015) Impacts of *Solidago gigantea* on other species at home and away. *Biol Invasion* 17: 3317-3325
- Pinke G, Pál RW, Tóth K et al. (2011) Weed vegetation of poppy (*Papaver somniferum*) fields in Hungary: effects of management and environmental factors on species composition. *Weed Res* 51: 621-630
- Pringle A, Bever JD, Gardes M et al. (2009) Mycorrhizal Symbioses and Plant Invasions. *Annu Rev Ecol Syst* 40: 699-715
- Pyšek P, Richardson DM, Rejmánek M et al. (2004) Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon* 53: 131-143
- R Development Core Team R (2014) R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna
- Rabotnov TA (1974) On the Allelopathy in the phytocoenoses. *Izo Akad Nauk SSR Ser Biol* 6: 811-820
- Seifert EK, Bever JD, Maron JL (2009) Evidence for the evolution of reduced mycorrhizal dependence during plant invasion. *Ecology* 90 (4): 1055-1062
- Štajerová K, Šmilauerová M, Šmilauer P (2009) Arbuscular mycorrhizal symbiosis of herbaceous invasive neophytes in the Czech Republic. *Preslia* 81: 341-355
- Török K, Botta-Dukát Z, Dancza I et al. (2003) Invasion gateways and corridors in the Carpathian Basin: biological invasions in Hungary. *Biol Invasions* 5: 349-356
- Trouvelot A, Kough IL, Gianinazzi-Pearson V (1986) Mesure du taux de mycorization Va d'un système racinaire. Recherche de methods d'estimation ayant une signification fonctionnelle. In: Gianinazzi-Pearson V, Gianinazzi S (eds) Physiological and Genetical aspects of Mycorrhizae. INRA Press, Paris, pp. 217-221
- Vilà M, Montserrat V, Marc T et al. (2006) Local and regional assessments of the impacts of plant invaders on vegetation structure and soil properties of Mediterranean islands. *J Biogeogr* 33: 853-861
- Waller LP, Callaway RM, Klironomos JN et al. (2016) Reduced mycorrhizal responsiveness leads to increased competitive tolerance in an invasive exotic plant. *J Ecol* 104 (6): 1599-1607
- Wyse DL, Young FL, Jones RJ (1986) Influence of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) density and duration of interference on soybean (*Glycine max*) growth and yield. *Weed Sci* 34: 243-247

Disszertáció témájához kapcsolódó közlemények

Lektorált folyóiratban megjelent közlemények

- Filep R**, Balogh L, Balázs VL, Farkas Á, Pal RW, Czigle S, Czégényi D, Papp N (2017) *Helianthus tuberosus* L. agg. in the Carpathian Basin: A blessing or a curse? *Genetic Resources and Crop Evolution*. <https://doi.org/10.1007/s10722-017-0577-2> [IF: 1.294] (Q1)
- Filep R**, Pál RW, Balázs VL, Mayer M, Nagy DU, Cook BJ, Farkas Á (2016) Can seasonal dynamics of allelochemicals play a role in plant invasions? A case study with *Helianthus tuberosus* L. *Plant Ecology* 217 (12): 1489-1501 [IF: 1.615] (Q1)
- Ledger KJ, Pál RW, Murphy P, Nagy DU, **Filep R**, Callaway RM (2015) Impact of an invader on species diversity is stronger in the non-native range than in the native range. *Plant Ecology* 216 (9): 1285-1295 [IF: 1.490] (Q1)
- Filep R**, Balázs VL, Pál R, Farkas Á (2014) A vadcsicsóka (*Helianthus tuberosus* L. s. l.) gyom- és kultúrfajokra kifejtett allelopátiás hatása. *Magyar Gyomkutatás és Technológia* XV. évf. 1-2: 7-17
- Filep R**, Balogh L, Csergő AM (2010) Perennial *Helianthus* taxa in Targu-Mures city and its surrounding. *Journal of Plant Development* 17:69-74

Hazai és nemzetközi konferenciák

- Filep R**, Lengyel A, Farkas Á, Cook BJ, Nagy K, Imri A, Pál RW (2017) Ecological impact of *Helianthus tuberosus* at home and away. The 5th International Symposium Weeds and Invasive Plants. Chios, Greece, pp. 38-39
- Filep R**, Balázs VL, Balogh L, Czigle Sz, Papp N (2016) Historical and Ethnobotanical Survey of *Helianthus tuberosus* L. in the Carpathian Basin. 9th Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries, Plovdiv, Bulgaria, p. 29
- Balázs VL, Pál RW, Nagy DU, Farkas Á, **Filep R** (2016) Allelopathic effect of *Helianthus tuberosus* (s. l.) on native and exotic species. 11th International Conference "Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region", Budapest, Hungary, p. 255
- Filep R**, Balázs VL, Bencsik T, Pal RW, Farkas Á (2014) Allelopathic effects of wild Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) on some weeds and cultivated species. First Africa – International Allelopathy Congress, Sousse, Tunisia, p. 55
- Filep R**, Balázs VL, Bencsik T, Pál RW, Farkas Á (2014) Allelopathic effects of wild Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* s. l.) in the field and in the laboratory. Recent Flora- and Vegetation Research in the Carpathian Basin X. International Conference, Sopron, Hungary, p. 150
- Filep R**, Balázs VL, Czákó-Vér K, Pál RW, Farkas Á (2014) Factors contributing to the invasive character of wild Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* s. l.): allelopathic effect and mycorrhiza colonization. The tenth edition of the Carpathian Basin Conference on Environmental Science, Cluj-Napoca, Romania, p. 75
- Balázs VL, **Filep R**, Bencsik T, Pál RW, Farkas Á (2014) A vadcsicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) vizes kivonatának hatása a *Sinapis alba* L. csírázására és növekedésére. X. Aktuális Flóra- és Vegetációkutatás a Kárpát-medencében, Sopron Magyarország, p. 122
- Filep R**, Pál R (2014) Vadcsicsóka: erdélyi vízfolyások özönnövénye. A Magyar Biológiai Társaság, Pécsi Csoport 264. szakülés, Pécs, Magyarország
- Balázs VL, **Filep R** (2014) Növény contra növény: a csicsóka másodlagos anyagcseretermékei. A Magyar Biológiai Társaság, Pécsi Csoport 266. szakülés, Pécs, Magyarország
- Filep R**, Gál K, Farkas Á, Pál R (2013) Impacts of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* s. l.) invasion in Northeastern Hungary. 12th International Conference Ecology and Management of Alien Plant Invasions, Pirenópolis, Brazil, pp. 128-129

- Filep R**, Farkas Á, Pál R (2012) The effect of wild Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* s. l.) on the vegetation along streams in southern Transdanubia. Actual Flora- and Vegetation Research in the Carpathian Basin IX. International Conference. Gödöllő, Hungary, p. 96
- Filep R**, Farkas Á, Czakó-Vér K, Pál R (2012) Baranya megyében található vadcsicsóka (*Helianthus tuberosus* s. l.) állományok inváziójának vizsgálata. Erdélyi Múzeum-Egyesület, Agrártudományi Szakosztály VIII. Konferenciája. Marosvásárhely, Románia
- Filep R**, Farkas Á, Pál R, Czakó-Vér K (2012) A vadcsicsóka (*Helianthus tuberosus* s. l.) mikorrhiza kapcsolatának vizsgálata dél-dunántúli vízfolyások mentén. XIV. Magyar Növényanatómiai Szimpózium, Pécs, Magyarország, p. 49-50
- Filep R**, Nyárádi II, Farkas Á (2011) The effect of nutrient supply and irrigation on the yield of various Jerusalem artichoke cultivars. 1. Transilvanian Horticulture and Landscape Studies Conference, Marosvásárhely, Románia, p. 28
- Filep R** (2011) Évelő *Helianthus* taxonok térképezése és vizsgálata Marosvásárhelyen és környékén. Debreceni Egyetem Napja. Debrecen, Magyarország
- Filep R**, Farkas Á, Nyárádi II (2011) Különböző csicsóka fajták összehasonlító beltartalmi vizsgálata. XII. Magyar Gyógynövény Konferencia. Szeged, Magyarország
- Papp N, Balogh L, Horváth Gy, Farkas Á, **Filep R**, Molnár P, Szabó LGy (2010) Özöngyógynövények Magyarországon. Lehetőségek és korlátok a hazai flóra gyógynövényeinek kutatásában és hasznosításában. A MGYT Gyógynövény Szakosztályának előadótulése, Lajosmizse, Magyarország
- Filep R** (2010) Évelő *Helianthus* taxonok összehasonlító anatómiai vizsgálata. XIII. Magyar Növényanatómiai Szimpózium, Szeged, Magyarország
- Filep R**, Farkas Á, Csergő AM, Nyárádi II, Szabó LGy, Balogh L (2008) Adatok Marosvásárhelyen és környékén előforduló csicsóka (*Helianthus tuberosus* L.) és más évelő *Helianthus* taxonok morfológiai és szénhidrát-tartalmi jellemzéséhez. Gyógynövény Szimpózium, Pécs, Magyarország

Egyéb közlemények

Lektorált folyóiratban megjelent közlemények

- Papp N, Tóth M, Dénes T, Gyergyák K, **Filep R**, Bartha SG, Csepregi R, Balázs VL, Farkas Á (2016) Ethnomedicinal treatment of gastrointestinal disorders in Transylvania, Romania. *Acta Ethnographica Hungarica* 62 (1): 207-220 (Q4)
- Békési-Kallenberger H, Horváth Gy, Bencsik T, Balázs VL, **Filep R**, Papp N (2016) Comparative Histological and Phytochemical Study of *Fallopia* species. *Natural Product Communication* 11 (2): 251-254 [IF: 0.773] (Q3)
- Patay ÉB, Németh T, Németh TS, **Filep R**, Vlase L, Papp N (2016) Histological and phytochemical studies of *Coffea benghalensis* B. Heyne ex Schult., compared with *Coffea arabica* L. *Farmacía (Bucharest)* 64 (1): 125-130 [IF: 1.348] (Q2)
- Schmidt K, **Filep R**, Orosz-Kovács Zs, Farkas Á (2015) Patterns of nectar and pollen presentation influence the attractiveness of four raspberry and blackberry cultivars to pollinators. *Journal of Horticultural Sciences and Biotechnology* 90: 47-56 [IF: 0.51]
- Dani M, Farkas Á, Cseke K, **Filep R**, Kovács AJ (2014) Leaf epidermal characteristics and genetic variability in Central-European populations of broad-leaved *Festuca* L. taxa. *Plant Systematics and Evolution* 300: 431-451 [IF: 1.422] (Q2)
- Nagy Tóth E, **Filep R**, Farkas Á (2011) Nectary Structure of *Cotoneaster roseus*. *Acta Biologica Szegediensis* 55 (2): 243-246 (Q3)

Hazai és nemzetközi konferenciák

- Balázs VL, Farkas Á, **Filep R**, Papp N (2016) Histological study of flower parts in two *Helleborus* species. 9th Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries, Plovdiv, Bulgaria, p 30
- Balázs VL, **Filep R**, Papp N (2016) Distribution and ethnobotanical role of *Helleborus* species in Europe. 11th International Conference "Advances in research on the flora and vegetation of the Carpatho-Pannonian region", Budapest, Hungary, pp. 119-120
- Pal RW, Liao H, **Filep R**, Wenbo L, Murphy P, Callaway RM (2015) Ecotypic variation in the competitive effects of *Solidago gigantea*: Plants from low elevations are better competitors than plants from high elevations. 100th ESA Annual Meeting, Baltimore, United States of America, COS 143-2
- Pal RW, Henn T, **Filep R**, Rauschert E, Nagy DU (2015) The effectiveness of control methods on giant goldenrod (*Solidago gigantea*) invasion. 13th International Conference on the Ecology and Management of Alien Plant Invasions, Waikoloa, United States of America, p. 74
- Farkas Á, **Filep R**, Nagy Tóth E (2012) Nectar secretion dynamics and insect attraction of some *Cotoneaster* species. 2nd Global Congress on Plant Reproductive Biology, Pécs, Hungary
- Farkas Á, **Filep R**, Bencsik T, Scheidné Nagy Tóth E (2012) Összehasonlító szövettani vizsgálatok *Cotoneaster* taxonok nektáriumstruktúrájára vonatkozóan XIV. Magyar Növényanatómiai Szimpózium, Pécs, Magyarország, pp. 63-64
- Papp N, Bencsik T, Molnár R, **Filep R**, Horváth Gy, Farkas Á (2010) Gyógynövények hisztológiai jellemzői – Kutatásaink a pécsi Farmakognóziai Tanszéken. XIII. Magyar Növényanatómiai Szimpózium, Szeged, Magyarország
- Nagy Tóth E, **Filep R**, Farkas Á (2010) A *Cotoneaster roseus* nektárium struktúrája. XIII. Magyar Növényanatómiai Szimpózium Szeged, Magyarország

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőimnek, Dr. Farkas Ágnesnek és Dr. Pál Róbertnek, akik nemcsak a PhD képzésem éve alatt, hanem már mesterképzésem során is irányították kutatómunkámat. Köszönetet szeretnék mondani Dr. Csergő Anna-Máriának (The University of Dublin, Ireland) és Dr. Nyárádi Imre-Istvánnak (Sapientia EMTE), akik bevezettek a kutatómunka világába és az elmúlt években is biztosították támogatásukról.

A szakmai és az anyagi háttér biztosításáért köszönetemet szeretném kifejezni a PTE Biológiai és Sportbiológiai Doktori Iskolának, a PTE Farmakognóziai Intézetnek, a PTE Szentágothai János Szakkollégiumnak és a Márton Áron Szakkollégiumnak (Eötvös Loránd Tudományegyetem).

Külön köszönettel tartozom családomnak, akinek a támogatásuk megingathatatlanul bizonyult az elmúlt évek során, beleértve a szüleimet, nagyszüleimet, a nővéremet, Erikát és családját és vőlegényemet Detvai Pétert. Végül, de nem utolsó sorban szeretnék köszönetet mondani mindenkinek, aki közvetlen vagy közvetett módon segítette kutatómunkámat.