

SZENT ISTVÁN EGYETEM

**RITKA ÉS VÉDETT NÖVÉNYFAJOK
(*PULSATILLA GRANDIS* WENDER. ÉS *ADONIS VERNALIS* L.)
AUTÖKOLÓGIAI VIZSGÁLATA**

DOI: 10.54598/000200

**MÉSZÁROS TÜNDE
KESZTHELY
2021.**

A doktori iskola

megnevezése: Festetics Doktori Iskola

tudományága: Környezettudományok

vezetője: Dr. Anda Angéla egyetemi tanár, DSC

Szent István Egyetem Georgikon Campus

Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszék

Témavezető: Dr. Bódis Judit egyetemi docens, PhD

Szent István Egyetem Georgikon Campus

Növénytudományi és Biotechnológiai Tanszék

.....
Dr. Anda Angéla

.....
Dr. Bódis Judit

Tartalomjegyzék

Kivonat	1.
Abstract.....	4.
Zusammenfassung	5.
1. Bevezetés és célkitűzések.....	6.
2. A <i>Pulsatilla grandis</i> autökölógiai vizsgálata	8.
2.1. A <i>Pulsatilla grandis</i> aszmagok számának és méretének vizsgálata	9.
2.1.1. Bevezetés	9.
2.1.2. Anyag és módszer.....	10.
2.1.3. Eredmények	12.
2.1.4. Értékelés	14.
2.2. A <i>Pulsatilla grandis</i> virágzásfenológiája és a populációban okozott vadmér mérteke	17.
2.2.1. Bevezetés	17.
2.2.2. Anyag és módszer.....	18.
2.2.3. Eredmények	19.
2.2.4. Értékelés	20.
2.3. <i>Pulsatilla grandis</i> populációk Aculeata megporzóinak összehasonlító elemzése	21.
2.3.1. Bevezetés	21.
2.3.2. Anyag és módszer.....	25.
2.3.3. Eredmények	27.
2.3.4. Értékelés	31.
2.4. A <i>Pulsatilla grandis</i> viráglátogatói	34.
2.4.1. A <i>Pulsatilla grandis</i> Diptera viráglátogatóinak fajgazdagsága	34.
2.4.1.1. Bevezetés.....	34.
2.4.1.2. Anyag és módszer	34.
2.4.1.3. Eredmények.....	35.
2.4.1.4. Értékelés	38.
2.4.2. A <i>Pulsatilla grandis</i> generatív részeit látogató Thysanoptera fajok.....	40.
2.4.2.1. Bevezetés	40.
2.4.2.2. Anyag és módszer.....	40.
2.4.2.3. Eredmények	41.
2.4.2.4. Értékelés	42.
3. Az <i>Adonis vernalis</i> autökölógiai vizsgálata	45.
3.1. Az <i>Adonis vernalis</i> vegetatív és generatív hajtásainak vizsgálata	47.
3.1.1. Bevezetés	47.

3.1.2. Anyag és módszer	49.
3.1.3. Eredmények.....	52.
3.1.4. Értékelés	55.
3.2. Az <i>Adonis vernalis</i> aszmagok számának és méretének vizsgálata.....	56.
3.2.1. Bevezetés.....	56.
3.2.2. Anyag és módszer	57.
3.2.3. Eredmények.....	58.
3.2.4. Értékelés	60.
3.3. Az <i>Adonis vernalis</i> Aculeata megporzói	61.
3.3.1. Bevezetés.....	61.
3.3.2. Anyag és módszer	63.
3.3.3. Eredmények.....	64.
3.3.4. Értékelés	68.
3.4. Az <i>Adonis vernalis</i> viráglátogatói	70.
3.4.1. Az <i>Adonis vernalis</i> Diptera viráglátogatói	70.
3.4.1.1. Bevezetés	70.
3.4.1.2. Anyag és módszer	72.
3.4.1.3. Eredmények	73.
3.4.1.4. Értékelés.....	80.
3.4.2. Az <i>Adonis vernalis</i> generatív részeit látogató Thysanoptera fajok	83.
3.4.2.1. Bevezetés	83.
3.4.2.2. Anyag és módszer	84.
3.4.2.3. Eredmények	85.
3.4.2.4. Értékelés.....	85.
3.4.3. Az <i>Adonis vernalis</i> Coleoptera és Heteroptera viráglátogatói.....	86.
3.4.3.1. Bevezetés.....	86.
3.4.3.2. Anyag és módszer	87.
3.4.3.3. Eredmények.....	87.
3.4.3.4. Értékelés	88.
4. Összefoglalás	90.
5. Summary	94.
6. Tézispontok.....	98.
7. Thesis points	100.
8. Irodalomjegyzék.....	102.
9. Tudományos tevékenység adatai.....	115.
10. Köszönetnyilvánítás	118.

Kivonat

Ritka és védett növényfajok (*Pulsatilla grandis* Wender. és *Adonis vernalis* L.) autökológiai vizsgálata

A ritka és veszélyeztetett fajok megőrzésének érdekében az adott faj biológiájának és ökológiájának minél részletesebb ismerete nélkülözhetetlen. Ennek érdekében végeztünk autökológiai vizsgálatokat két természetvédelmi szempontból jelentős növényfaj (*Pulsatilla grandis* Wender. és *Adonis vernalis* L.) vonatkozásában. Túl azon, hogy törvényes oltalomban részesülő növényfajokról van szó, mindkét kutatott faj fontos kora tavaszi pollenforrás megporzói számára.

A *P. grandis* populációkban zajló megfigyelésekre 2010–2020. között került sor, a Veszprém melletti Csatár-hegyen, a Balatonalmádi felett található Vörös-hegyen és Bakonykoppány külterületén. A *P. grandis* és *P. vulgaris* fajok között újabb morfológiai bélyegeket tártunk fel: a *P. grandis* esetében a terméscsoportonkénti aszmagszám jelentősen magasabb és az aszmagok hossza jelentősen nagyobb, mint a *P. vulgaris* esetében. A reprodukciós potenciál becslése során az aszmagok számát és méretét illetően szignifikáns különbségeket állapítottunk meg populációnként. Ez arra enged következtetni, hogy a *P. grandis* a különböző környezeti feltételek esetében reproductív jellemzőinek megváltoztatására képes. Fenológiai vizsgálataink szerint a Veszprém melletti Csatár-hegy *P. grandis* populációja március első harmadában érte el a virágzási maximumát, a termések beérése pedig május 10. körül következett be. A vadak előszeretettel fogyasztották a bimbós, illetve virágzó hajtásokat, és ezek közül az előbbit preferálták jobban. Ez a kártétel különösen jelentős annak ismeretében, hogy a *P. grandis* kizárólag generatív úton szaporodik. A pollinátorokra irányuló kutatások során *P. grandis* virágokon 40 Aculeata fajt azonosítottunk két területen, a legfőbb megporzó az *Apis mellifera* volt. Bár kutatásunk elsősorban a vadméhek megfigyelésére irányult, a háziméhek elsődleges szerepet töltenek be a megporzásban. A vadméhek fajgazdagsága mindkét vizsgált területen megfigyelhető volt. A rovarok a 12–14 óráig terjedő időszakban voltak a legaktívabbak. Az, hogy a két területen gyűjtött 40 fajtól csupán 13 faj volt mindkét területen megtalálható, arra enged következtetni, hogy a *P. grandis* Aculeata látogatóinak fajszerkezete nem tekinthető konstansnak. Diptera gyűjtéseink során *P. grandis* virágokon 15 fajt sikerült azonosítani, melyek legnagyobb számban Syrphidae fajok voltak. A növényfaj esetében a bakonyi viráglátogatási adatokat 9 zengőlégy fajjal gazdagítottuk. A Diptera rend képviselői közül elsősorban a zengőlegyekre jellemző, hogy

pollenátvitelben vesznek részt, így kutatásunk során bizonyítást nyert, hogy a *P. grandis* megporzói közül a kétszárnyúak is jelentős szerepet tölthetnek be. A Thysanoptera fajokra irányuló vizsgálataink során *P. grandis* virágokon és terméseken 13 fajt azonosítottunk. A tripszek mint szusztinens elemek is számításba jöhetnek, bár apró és kevésbé szőrözött testükön csak kevés virágpórt tudnak hordozni, így megporzásban betöltött szerepük minden bizonnyal csekély. Jelentős lehet viszont az a kártétel, amit a generatív részek (pl. aszmagok) szívogatásával okoznak.

Az *A. vernalis* populációkban zajló megfigyelésekre 2016–2019. között került sor, a Veszprém melletti Csatár-hegyen, illetve Szentkirályszabadja, Csajág és Veszprém-Kádárta külterületén. A vegetatív és generatív hajtások száma között, az aszmagok száma és mérete között lelőhelyenként szignifikáns különbségek voltak, ami arra enged következtetni, hogy az *A. vernalis* a különböző lelőhelyekhez morfológiai tulajdonságokkal is alkalmazkodik. A faj Aculeata megporzóinak vizsgálata során 37 rovarfajt azonosítottunk, a fő megporzók a *Lasioglossum* nemből kerültek ki, ezután az *Apis mellifera* következett. A háziméhek a *P. grandis* esetében a fő megporzókat jelentették, de – mivel az *A. vernalis* virágzása a *P. grandis* virágzása után következik be – ebben az időszakban a háziméhek már más táplálékot is találhattak a környező növények virágaiban. Diptera gyűjtéseink során *A. vernalis* virágokon 58 fajt azonosítottunk. A legtöbb egyed a zengőlegyekből (Syrphidae) került ki. 17 zengőlégy fajnál új bakonyi viráglátogatási adatokat tártunk fel. Faj- és egyedszámban jelentős különbségek adódtak lelőhelyenként, a kétszárnyúak az erdő melletti állományokat részesítették előnyben. Thysanoptera gyűjtéseink során az *A. vernalis* virágokon és terméseken 6 fajt azonosítottunk. A legtöbb egyedet *Tenothrips frici* és *Haplothrips acanthoscelis* imágókból gyűjtöttük. A tripsz fajok 91%-a a *P. grandis* egyedekről került elő. A különbség csak részben magyarázható azzal, hogy az *A. vernalis* csak virágpórt kínál, nektárt nem. Az eltérés vélhetően növénymorfológiai és rovaretológiai okokra is visszavezethető. A tripszek kedvelik a taktilis ingereket, a búvóhelyeket; ezt a feltételt az aránylag sima felületű *A. vernalis* kevésbé biztosítja, mint a sűrű szőrökkel borított *P. grandis*.

Coleoptera és Heteroptera gyűjtéseink során *A. vernalis* virágokon 10 fajt sikerült azonosítani. Bár ezek a fajok a virágban való mozgásuk során részt vehetnek a megporzásban, kérdéses, hogy valóban jelentős-e a szerepük a megporzásban. A vizsgálataink alatt legnagyobb számban gyűjtött *Tropinota hirta* egyértelműen fitofág, a virág reprodukív részeit és a virágszirmokat fogyasztja.

Kutatásaink során megállapítást nyert, hogy a *P. grandis* és az *A. vernalis* jelentős morfológiai plaszticitással, jó reprodukciós potenciállal és jelentős számú megporzóval rendelkezik, de mindkét faj esetében veszélyeztető tényezőkkel kell számolni (pl. tripsz fajok, vadak, *Tropinota hirta*), melyek a populációk csökkenéséhez vezethetnek.

Abstract

Autecological studies of rare and protected plant species (*Pulsatilla grandis* Wender. and *Adonis vernalis* L.)

We studied the morphological and reproductive characteristics of two early-spring Ranunculaceae species with high nature conservation value to improve our knowledge needed to their effective conservation. Both species are important pollen resources, so we focused mainly on flower visiting insects.

In the case of morphological studies on *Pulsatilla grandis* significant differences were found in the number and size of achenes among the studied areas. New morphological differences were found between *P. grandis* and *P. vulgaris*. We collected 40 Aculeata, 15 Diptera and 13 Thysanoptera species during our studies on flower visitors. Our results showed that honeybees play a key role in the pollination of this plant species.

In the case of *Adonis vernalis* significant differences were found in the number of shoots, number and size of achenes among study sites. We recorded 37 Aculeata, 58 Diptera, 6 Thysanoptera and 10 Coleoptera and Heteroptera species as flower visitors. The importance of these species in pollination is different. Our results showed that *P. grandis* and *A. vernalis* have considerable morphological plasticity and high reproductive potential. The number of pollinators is high in the case of both species but the presence of threatening factors (e.g. games, thrips species, *Tropinota hirta*) which can cause the decrease of reproductive success of the populations is notable as well.

Zusammenfassung

Autökologische Studien von seltenen und geschützten Pflanzenarten (*Pulsatilla grandis* Wender. und *Adonis vernalis* L.)

Wir haben einige morphologische und reproduktive Merkmale von zwei konservierungsrelevanten Ranunculaceae-Arten in der frühen Frühlingsblüte untersucht, um das für ihren Schutz erforderliche Wissen zu erlangen. Beide Arten sind wichtige Pollenquellen für Insekten, daher haben wir den Blumenbesuchern besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Morphologische Untersuchungen von *Pulsatilla grandis* ergaben signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Populationen in der Anzahl und Größe der Kerne. Neue morphologische Merkmale wurden zwischen *P. grandis* und *P. vulgaris* Arten entdeckt. Bei der Untersuchung von Blumenbesuchern wurden 40 Aculeata, 15 Diptera und 13 Thysanoptera Arten identifiziert. Die Rolle der Honigbienen bei der Bestäubung war von herausragender Bedeutung.

Basierend auf den Forschungsergebnissen zu den morphologischen Eigenschaften von *Adonis vernalis* wurde festgestellt, dass es zwischen einzelnen Populationen einen signifikanten Unterschied zwischen der Anzahl der Sprosse, der Anzahl und Größe der Kerne gibt. Bei der Untersuchung von Blumenbesuchern wurden 37 Aculeata, 58 Diptera, 6 Thysanoptera und 10 Coleoptera und Heteroptera Arten identifiziert, die mehr oder weniger an der Bestäubung beteiligt sein können.

Wir haben gezeigt, dass *P. grandis* und *A. vernalis* eine signifikante morphologische Plastizität, ein gutes Reproduktionspotential und eine signifikante Anzahl von Bestäubern aufweisen, aber beide Arten haben Risikofaktoren – z.B. Wild, Thysanoptera-Arten, *Tropinota hirta* – die zu einer verringerten Reproduktion der Population führen können.

1. Bevezetés és célkitűzések

A növényfajok biológiájával kapcsolatos kutatások nemzetközi szinten is hangsúlyosak és hiányosak. Jól mutatja ezt, hogy két színvonalas nemzetközi folyóirat (*Journal of Ecology*, *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*) rovatai közt is szerepel "Biological flora" sorozat, melyben az adott fajjal kapcsolatos ismeretek összegző, átfogó bemutatására adnak lehetőséget. Fontos feltárni azoknak a fajoknak az életmenetét, amelyeknek természetvédelmi jelentőségük van (WÄRNER et al. 2011), védettek (PAROLO et al. 2011) vagy özönfajok (WEBER és JAKOBS 2005). Napjainkban a kutatók által felvetett problémák hatására egyre nagyobb adatbázisok válnak elérhetővé (KUEFFER et al. 2011, LINDENMAYER és LIKENS 2011), melyek lehetőséget adnak az egy-egy fajra vonatkozó információk kiszűrésére és összegzésére. Az összegzések fontos szerepet játszanak a tudományos megértés fokozásában, különösen az ökológiai és környezeti problémák esetében (HAMPTON és PARKER 2011).

A ritka és/vagy veszélyeztetett fajok megőrzésének érdekében az adott faj biológiájának és ökológiájának minél részletesebb ismerete, valamint recens állomány nagyságuk, visszaszorulásuk mértékének felmérése nélkülözhetetlen. Hazai viszonyokról is több összegző publikáció jelent meg (BÓDIS 1997, DOBOLYI 2007, LENDVAY és KALAPOS 2014, BÓDIS et al. 2019).

Kutatásaink során a *Pulsatilla grandis* és az *Adonis vernalis* vonatkozásában végeztünk autoökológiai megfigyeléseket. A téma jellegéből adódóan vizsgálataink eredményei főleg leíró jellegűek. Mindkét faj a Ranunculaceae családba tartozik, termőhelyigényük és fenológiai viszonyaik is hasonlóak. Természetvédelmi szempontból fontos fajokról van szó, a *P. grandis* közösségi jelentőségű (Natura 2000) faj, Európa szerte visszaszorulóban van, az *A. vernalis* pedig Magyarországon védett, gyűjtéssel veszélyeztetett faj.

Autökológiai kutatásaink során morfológiai, virágzásfenológiai, vadkárt felmérő vizsgálatokra került sor. A legnagyobb hangsúlyt a viráglátogatók tanulmányozására helyeztük, melyek között herbivórok is előfordulnak. Lehetséges, hogy egy-egy herbivór a virágban való mozgása során közvetve vesz részt a megporzásban, de pollinációs szerepük minden bizonnyal csekélyebb. Jelen dolgozatban a leginkább valószínűsíthető pollinátorokat (Aculeata) külön fejezetben tárgyaljuk, a fullánkos hártýásszárnyúakon kívüli egyéb rovarfajokat (Diptera, Thysanoptera, Coleoptera, Heteroptera) pedig viráglátogatóként taglaljuk. Utóbbi

fajok minden bizonnyal részt vesznek a megporzásban, de valószínűleg szerepük kevesebb, mint a jóval nagyobb számban előforduló Aculeata egyedeké.

Bár az utóbbi időben jelentős mértékben nőtt a pollinációs kérdésekkel foglalkozó kutatások száma (HEGLAND és TOTLAND 2005, HENRY et al. 2012), a növények és beporzók között található összefüggések és a közösségek, fajok, egyedek szintjén zajló folyamatok terén még nem rendelkezünk elegendő információval (KEARNS et al. 1998, GOULSON 1999, DICKS et al. 2013). Ugyanakkor ezeknek a kapcsolatoknak a feltárása egyre sürgetőbb feladat, mivel a természetes élőhelyek fragmentációja, egymástól való izolációja és pusztulása veszélyezteti az érzékeny közösségeket, így az ott élő megporzókat is (KEARNS et al. 1998, DEBINSKI és HOLT 2000). A megporzás sikeressége fontos tényező a rovarmegporzású fajok reprodukciója szempontjából, a termés hozam és a magkészség a megporzást követő megtermékenyítés eredménye (LARSON és BARRETT 2000). A növény-pollinátor kapcsolatot a környezeti tényezőkön kívül számos tényező befolyásolja (DENISOW et al. 2014a). Mivel mindkét általunk kutatott faj kora tavasszal virágzik, pollentermelésük révén hamar biztosítják a megporzók számára a fiasításhoz szükséges fehérjeforrást, amire a rovaroknak ebben az időszakban fokozott igényük van (DENISOW és WRZESIEN 2006). A kora tavaszi virágoknak is nagy szükségük van a korai viráglátogatókra, hiszen az alacsony hőmérséklet miatt még kevés megporzó áll rendelkezésre (KRATOCHWIL 1988).

A két növényfajra vonatkozóan meglehetősen kevés szakirodalmi adat áll rendelkezésre. Ezért is tűztük ki célul biológiájuk minél pontosabb megismerését az alábbiak vizsgálatával:

- 1.) A *P. grandis* morfológiai jellemzőinek változása a lelőhely, illetve az egyedeken lévő virágzati szárok számának függvényében
- 2.) A *P. grandis* virágzásfenológiája és a populációban tapasztalható vadkár mértéke
- 3.) A *P. grandis* viráglátogatóinak (Aculeata, Diptera, Thysanoptera) megismerése különböző lelőhelyeken
- 4.) Az *A. vernalis* morfológiai jellemzőinek (vegetatív és generatív hajtások, aszmag) változatossága a lelőhely függvényében
- 5.) Az *A. vernalis* viráglátogatóinak (Aculeata, Diptera, Thysanoptera, Coleoptera, Heteroptera) összetétele különböző lelőhelyeken

2. *Pulsatilla grandis* autökológiai vizsgálata

A *Pulsatilla grandis* Wender. (Ranunculaceae) Közép-Európa ritka és veszélyeztetett élő növénye (KALIGARIC et al. 2006), Natura 2000 jelölőfaj (RANDIC et al. 2013). Európa-szerte visszaszorulóban van (CITES 2000).

Legnagyobb populációival Magyarországon találkozhatunk (DOSTALOVA és KIRÁLY 2013), de jelentős állományok találhatóak a Cseh Köztársaságban, Szlovákiában és Ausztria pannon régiójában. Elterjedési területének déli és keleti részén előfordul Szlovéniában, Horvátországban, Romániában, Szerbiában, Bosznia-Hercegovinában, Moldáviában és Ukrajnában. Utóbbi országokban (különösen Horvátországban) a *P. grandis* nagyon ritka, és a legtöbb országban veszélyeztetett fajnak minősül (SAUBERER és PANROK 2015). Hazánkban Dunántúli- és az Északi-középhegységben, valamint a Dél-Dunántúlon szórványos előfordulású, a Nyugat-Dunántúlon, a Nagy-és a Kisalföldön pedig ritka (BARTHA 2012). Magyarországi állományát 2009-ben 4–5,5 millió egyedre becsülték (DOSTALOVA és KIRÁLY 2013).

Populációit napos, köves, száraz gyepekben, leginkább meszes talajokon találhatjuk meg. Karószzerű, mélyre hatoló, vastag gyökérrel rendelkezik. Szárai 3–12 cm-esek, terméséréskor erősen megnyúlnak. Tőlevelei a virágzás kezdetétől fejlődnek, eleinte szőrösek, később kopaszodók. Március, április hónapban, illetve május elején virágzik. Egy-egy tő virágzása két-három hétig tart. A fiatal levelek, a szárok és a szirmok fonáka lágy, selymes trichomákkal sűrűn fedett, ezek védelemként szolgálhatnak az extrém időjárási viszonyok ellen abban az időben, amikor a környező vegetáció még nyugalomban van (RANDIC et al. 2013). Tágra nyíló, magányos virága felálló, széles harang alakú, néha szinte teljesen szétnyíló, halvány- vagy sötétkék, illetve kékesibolya színű. A többnyire hatleplű virágok a nyílás legelején földön ülőnek tűnnek, később a tőkocsány nyúlásával egyre magasabbra emelkednek. Hímelőző virágai alapvetően idegenmegporzásúak, de amennyiben idegenmegporzás nem megy végbe, önmegporzás is létrejöhet (ZIMMERMANN 1935, LINDELL 1998, WALKER és PINCHES 2011). Virágaiban a nektárt módosult porzók (sztaminódiumok) választják ki. Ezek a nektáriumok az andróceum alapjánál találhatóak és sokkal kisebbek, mint a porzók (WERYSZKO-CHMIELEWSKA és SULBORSKA 2011). A porzók élénk sárga színűek, a lepelhez hasonló színű, lila bibék a virág fejlődése során tollas repítőképzőlékké alakulnak, és minden egyes aszmagnál függelékkel képeznek. Ennek a repítőszőrnek több előnye van: elősegíti mind a szél általi terjesztést, mind egy olyan higroszkópikus mozgást, amely lehetővé teszi a termés nyílt talajfelszínbe való

befűródását (ZIMMERMANN 1963). Terméséréskor a lepel megbarnul és lehullik. Az aszmagok termés csoportot (aszmag csoport) alkotnak, és május elejéig érnek be. Szaporodása maggal történik (BALZER 2006).

Populációit leginkább a földhasználat megváltozása, pl. az intenzív legeltetés, a legelők termőterületté való feltörése veszélyezteti. Sok területet felhagytak, mely a populációk szukcesszió általi eltűnését eredményezte (BALZER 2006).

2.1. A *Pulsatilla grandis* aszmagok számának és méretének vizsgálata

2.1.1. Bevezetés

Mivel a *P. grandis* viszonylag kevés országot érintő, kisebb areával rendelkező faj, mint nyugati rokona, a *P. vulgaris*, ezért a fajra vonatkozó adatok meglehetősen kis számban állnak rendelkezésre. A *P. grandis*-t egyébként az európai flóramű, a Flora Europaea (TUTIN et al. 2001) nem ismeri el önálló fajnak, hanem a *P. vulgaris* alfajának definiálja (*P. vulgaris* subsp. *grandis* Zam.). A két taxon (*P. vulgaris* és *P. grandis*) közötti különbségnél a vonatkozó irodalom csupán a különböző időben megjelenő tőleveleket, és a levéllemezek különböző mértékű osztottságát említi (WALKER 2011). Nem találtunk adatot a két faj aszmagjainak és szárának esetleges különbségeiről vagy hasonlóságáról.

HENSEN és mtsai. (2005) és WALKER és PINCHES (2011) megfigyelései szerint a *P. vulgaris* virágzó szárának magassága a termés hozás időszakában 40 cm-ig terjed. WALKER (2011) átlagban 18,4 cm- es szármagasságot figyelt meg termésképzéskor. A KRATOCHWIL (1988) által 1985-ben vizsgált *P. vulgaris* termések átlagosan 61 aszmagot tartalmaztak. WELLS és BARLING (1971) megfigyelései szerint a termés csoportonkénti és az egyedenkénti aszmagok száma is jelentősen változik. Vizsgálatainkban az aszmagok száma termés csoportonként 23–74 között változott, egyedenként átlagosan 46-ot figyelték meg. Nem minden aszmag volt életképes. Azokat a kisebb méretű aszmagokat, melyek nem tartalmaztak embriót, leggyakrabban a termés csoport közepében találták. Két brit populációban 13,4, illetve 8,44 terméketlen aszmagot jegyeztek fel termés csoportonként. WARDEN (2001) átlagosan 62 aszmagot talált termés csoportonként, amelyek közül kb. 30–35 volt életképes. Svédországban WIDÉN és LINDELL (1996) átlagban 18 és 28 életképes (sértetlen) aszmagot jegyzett fel két lelőhelyen, olyan vizsgálatokban, ahol magfűró rovarok általi

aszmagkár nem jelentkezhett. WALKER (2011) és HENSEN és mtsai. (2005) szerint az aszmagok 2–3 mm, WELLS és BARLING (1971) szerint átlagosan 4 mm hosszúak. A bibeszálak a virágzás alatt 0,7–1,2 cm hosszúak. A sikeres megtermékenyítés után meghosszabbodnak (2,9–5 cm, átlagban 34 cm) (KRATOCHWIL 1988). WELLS és BARLING (1971) 2,8 cm-es hosszúságot, Müller-Schneider (1986) pedig 3-6 cm-es hosszúságot ad meg. WALKER (2011) és HENSEN és mtsai. (2005) szerint az aszmagok 3,5–5 cm hosszú tollszerű bibeszállal rendelkeznek (6. táblázat).

FARKAS (1999) szerint a *P. grandis* szárai 3–12 cm-esek, terméséréskor erősen megnyúlnak. NÉMETH (2016) 2015-ben végzett vizsgálatokat *P. grandis* aszmagokon. Az életképes és a léha aszmagokat nyolc területen számlálta, az életképes aszmagok hosszát és szélességét öt területen mérte. Az összes számlált terméscsoport közül a terméscsoportonkénti legkevesebb aszmag 78, a legtöbb pedig 245 volt (átlag 152,5). Eredményei szerint a különböző lelőhelyek hatása az életképes aszmagok átlagos számára, az aszmagok átlagos számára, az életképes /léha aszmagok arányára, és az életképes /összes aszmagok arányára nézve szignifikáns volt. A különböző lelőhelyek hatása az életképes aszmagok átlagos hosszára nem volt szignifikáns, viszont az életképes aszmagok átlagos szélességére nézve szignifikáns volt.

Vizsgálatainkban a *P. vulgaris* és *P. grandis* terméscsoportjainak és szárának jellemzőit kívántuk összehasonlítani. A megfigyelés másik célja az volt, hogy megvizsgáljuk, hogy a *P. grandis* aszmagok számát és méretét, az aszmagokon lévő repítőszál hosszát, illetve a szárhosszt milyen mértékben befolyásolja a lelőhely, illetve az egyedeken lévő virágzati szárok száma.

2.1.2. Anyag és módszer

A megfigyeléseket 2016. évben végeztük Balatonalmádi és Bakonykoppány határában (1. táblázat), amikor a teljes területen kizárólag terméssel rendelkező *P. grandis* növények voltak. Balatonalmádiban 27, Bakonykoppányban pedig 25 aszmagcsoportot vizsgáltunk. A szárok magasságát, az életképes és a léha aszmagok számát helyben mértük és számoltuk. A szárok magasságát a talajfelszíntől a lepellevelek alapi részéig mértük. Az aszmagok számlálásánál azokat 2 csoportra osztottuk: ún. életképes és léha aszmagokra. Az életképesség igazolását mikroszkopikus vizsgálat nem követte, a 2 csoport elkülönítése csupán szemre és tapintásra történt. A teljesen kifejtett (a továbbiakban: életképes) aszmagokat könnyen meg lehetett különböztetni a fejletlenektől (a továbbiakban: léha); a léha magok

szemmel láthatóan kisebbek és könnyebbek, és jelentősen kisebb bibeszállal rendelkeznek. Minden egyes vizsgált terméscsoportnál feljegyeztük, hogy az mennyi virágot hozó egyedről származott. A terméscsoportok számának hatását a két területet összevonva értékeltük ki.

Minden terméscsoportból véletlenszerűen kiválasztva begyűjtöttünk 5 életképes és 5 léha aszmagot (mindegyiket repítőkészülékkel együtt), további mérések céljából. Az aszmagokat szobahőmérsékleten legalább 3 hétig szárítottuk, majd azt követően mértük. A mérések során digitális tolómérővel megmértük az aszmagok hosszát, szélességét és a repítőkészülék hosszát.

NÉMETH (2016) 2015-ben 8 mintavételi helyen végzett hasonló vizsgálatokat *P. grandis* aszmagokon, az életképes és a léha aszmagokat 8 területen (Koldus-telek [Berhida], Csatár-hegy [Veszprém], Betekints völgy [Veszprém], Hajagos-hegy [Tótvázsony], Bogoma [Pécsely], Kesellő [Gyenesdiás], Gyötrös [Cserszegtomaj], Csókakő [Keszthely]) számlálta, míg az életképes aszmagok hosszát és szélességét 5 területen (Bogoma, Csatár-hegy, Koldus-telek, Hajagos-hegy, Keszthelyi-hegység) mérte (1. táblázat). A Keszthelyi-hegységből származó aszmagok a Gyötrösön, Csókakőn (Cserszegtomaj) és a Kesellő-hegyen (Gyenesdiás) gyűjtött aszmagok keverékét tartalmazta. Az adatsorokat rendelkezésünkre bocsátotta (életképes és léha aszmagok száma, és az életképes magok szélességének és hosszúságának mérete), melyeket az adatok kiértékelésénél felhasználtunk. Mivel az aszmagok életképességének mikroszkópikus vizsgálatára NÉMETH (2016) kutatásában sem került sor, jelen tanulmányban a tőle átvett életképes aszmagok adatait is életképes aszmagokként említjük.

1. táblázat: Mintázott *Pulsatilla grandis* populációk

Település	Kistáj ²	Helyszín	Dátum	Tőszám	Élőhelytípus
Berhida ¹	Sárrét	Koldus-telek Bika-rét	2015.05.05.	100	lőszgyep
Veszprém ¹	Veszprém- Nagyvázsonyi medence	Csatár-hegy	2015.05.05.	500– 1000	lejtősztyepp
Veszprém ¹	Veszprém- Nagyvázsonyi medence	Betekints- völgy	2015.05.05.	50– 1000	sziklagyep
Tótvázsony ¹	Veszprém- Nagyvázsonyi medence	Hajagos-hegy	2015.05.05.	500– 1000	lejtősztyepp
Pécsely ¹	Balaton-felvidék és kismedencéi	Bogoma	2015.05.05.	több- ezer	erdősztyepp
Gyenesdiás ¹	Keszthelyi-fennsík	Kesellő	2015.05.18.	25	lejtősztyepp

Cserszegtomaj ¹	Keszthelyi-fennsík	Gyötrös	2015.05.18.	32	lejtősztyepp
Keszthely ¹	Keszthelyi-fennsík	Csókakő	2015.05.19.	15	sziklagyep
Balatonalmádi	Balaton-felvidék és kismedencéi	Vörös-hegy	2016.04.16.	több száz	lejtősztyepp
Bakonykoppány	Pápai-Bakonyalja	Kassai-legelő	2016.05.16.	230	lejtősztyepp

Forrás: ¹NÉMETH (2016) ²DÖVÉNYI (2010)

Az átlagokat szórásanalízissel (One-Way ANOVA) vagy 2 független mintás T-próbával (Independent Samples Test) hasonlítottuk össze, és a Post Hoc tesztek közül a Tukey HSD tesztet használtuk. Az adatok kiértékelése SPSS statisztikai csomaggal történt. Amennyiben a statisztikai programcsomag által számított szignifikancia (p érték) 0,05-nál kisebb volt, a különbséget szignifikánsként értelmeztük.

2.1.3. Eredmények

A vizsgált területeken megfigyelt adatokat összesítve a 2. táblázat tartalmazza. Az életképes aszmagok aszmagcsoportonkénti száma 15 és 226 db között volt (átlag 94,03). Az aszmagcsoportonkénti léha aszmagok száma 0 és 181 között változott (átlag 47,89). Az aszmagcsoportonkénti aszmagszám (vagyis az életképes + léha aszmagok száma) 74–245 db volt (átlag 141,92). Az aszmaghossz (vagyis az életképes + léha aszmagok hossza) 1,8 és 5,9 mm között változott (átlag 4,26). A repítőszőr hossza 0,3–5,4 cm (átlag 3,2), a szárhossz pedig 22,5–43,8 cm volt (átlag 30,77).

2. táblázat: *Pulsatilla grandis* szárának és aszmagjainak adatai a Dunántúlon (2015–2016)

	Min.	Max.	Átlag	Vizsgált populációk száma	Minta-elemszám
életképes aszmagok (db)	15	226	94,03	10	153
léha aszmagok (db)	0	181	47,89	10	153
aszmag szám (db)	74	245	141,92	10	153
aszmag hossz (mm)	1,8	5,9	4,26	2	321
repítőszőr hossza (cm)	0,3	5,4	3,2	2	321
szár hossza (cm)	22,5	43,8	30,77	2	64

A szórásanalízis eredménye szerint az aszmagok (életképes+léha) átlagos száma területenként szignifikánsan különbözött ($p < 0,000$). A Post Hoc teszt szerint a területek négy csoportba sorolhatók, melyekben az átlagos értékek nem különböznek

szignifikánsan (3. táblázat). A csoportok között nagy volt az átfedés, enyhe átmenet volt kimutatható a területek között. A szélsőségek közötti (Hajagos-hegy és Koldus-telek) különbségek nyilvánvalóak voltak, melyek között voltak hasonló átlaggal rendelkező területek.

3. táblázat: *Pulsatilla grandis* aszmagokra vonatkozó eredmények (Tukey HSD teszt szerint)

Terület	Aszmag-szám	Életképes / összes aszmag arány (%)	Életképes aszmagok hosszúsága (mm)	Életképes aszmagok szélessége (mm)	Életképes aszmagok repítőszőre (mm)	Léha aszmagok repítőszőre (mm)	Léha aszmagok hosszúsága (mm)	Léha aszmagok szélessége (mm)
Hajagos-hegy	97,86 ^a	88,42 ^b	4,96 ^{a,b}	0,97 ^{b,c}				
Kesellő	109,70 ^{a,b}	49,62 ^a	4,99 ^{a,b}	0,94 ^{b,c}				
Csókakő	174,50 ^{c,d}	89,59 ^b						
Gyötrős	145,82 ^{a,b,c}	91,20 ^b						
Bogoma	136,35 ^{a,b,c}	78,91 ^b	4,80 ^{a,b}	0,99 ^c				
Vörös-hegy	137,19 ^{a,b,c}	45,90 ^a	4,96 ^{a,b}	0,88 ^b	39,81 ^a	26,32 ^a	3,81 ^a	0,43 ^a
Csatár-hegy	137,55 ^{a,b,c}	76,75 ^b	5,06 ^b	1,11 ^d				
Kassai legelő	153,18 ^{b,c,d}	52,97 ^a	4,64 ^a	0,76 ^a	36,59 ^b	23,29 ^b	3,50 ^b	0,52 ^b
Betekints völgy	158,40 ^{b,c,d}	79,57 ^b						
Koldus-telek	196,14 ^d	75,77 ^b	4,69 ^{a,b}	1,01 ^d				

a, b, c, d: a statisztikai elemzés során kapott csoportosítás betűkkel kifejezve

A szórásanalízis eredménye szerint az életképes /összes aszmag aránynál a területek között szignifikáns különbséget mutattunk ki, a Post Hoc teszt (Tukey HSD) alapján két csoport különíthető el: az első csoportba Balatonalmádi, Kesellő és Bakonykoppány tartozik, a második csoportba pedig Berhida, Csatár-hegy, Pécsely, Betekints-völgy, Tótvázsony, Csókakő és Gyötrős.

Szignifikáns különbség volt területenként mind az életképes aszmagok hosszúságának, mind pedig szélességének átlagértékében. A Tukey-teszt a hosszúság esetén két meglehetősen átfedő csoportot különböztetett meg, melyekben élesen elkülönült Bakonykoppány és Csatár-hegy, a többi terület e két terület között helyezkedett el, és hasonlóak voltak egymáshoz. Az aszmagok szélessége szerint négy csoport volt megkülönböztethető, ezek közül is Bakonykoppány és a Csatár-hegy különült el élesen, a többi terület hasonló volt egymáshoz.

A Bakonykoppányban és Balatonalmádiban mért életképes és léha aszmagok repítőszőrének hosszát, illetve a léha aszmagok szélességét és hosszúságát összehasonlítva területenként a 2 mintás T-próba eredménye szerint a területek szerinti különbségek minden esetben szignifikánsak voltak (4. táblázat).

4. táblázat: *Pulsatilla grandis* aszmagok adatai (az egyes terméscsoportokból származó 5 elemű mintákból számított átlagok alapján)

Területek	Minta- elemszám	Életképes aszmagok repítőszőre, átlag (cm)	Léha aszmagok repítőszőre, átlag (cm)	Léha aszmagok átlagos hosszúsága (mm)	Léha aszmagok átlagos szélessége (mm)
Balatonalmádi	36	3,98	2,63	3,81	0,42
Bakonykoppány	28	3,66	2,32	3,49	0,21

A szórásanalízis eredménye szerint az egyedeken lévő terméscsoportok számának nem volt kimutatható szignifikáns hatása ($p=0,152$) sem az életképes aszmagok átlagos számára, sem az átlagos szárhosszra ($p=0,190$) (5. táblázat). Az 1 virágot hozó egyedek száma 43 volt, 2 virággal 12 egyed rendelkezett, a 3 virágot hozó egyedek száma pedig 9 volt (MÉSZÁROS 2018a).

5. táblázat: *Pulsatilla grandis* aszmagok terméscsoportonkénti átlagos száma és átlagos szárhossza az egyedenkénti terméscsoportszámok függvényében

Terméscsoportok száma/egyed	Minta- elemszám	Életképes aszmagok terméscsoportonkénti átlagos száma (db)	Átlagos szárhosszúság (cm)
1	43	74,56	30,69
2	12	64,83	32,55
3	9	56,22	28,75

2.1.4. Értékelés

A vizsgált területeken az átlagos aszmagszám, az életképes /összes aszmagok aránya, az életképes és a léha aszmagok hossza és szélessége, az életképes és a léha aszmagok repítőszőrének hossza területenként szignifikánsan eltért. Az egyedeken lévő terméscsoportok számának nem volt kimutatható szignifikáns hatása ($p=0,152$) sem az életképes aszmagok átlagos számára, sem az átlagos szárhosszra. Ennek oka az is lehet, hogy kettő ($n=12$), ill. három ($n=9$) terméscsoportot tartalmazó egyed kevés volt a mintában.

Az aszmagok hosszúsága és szélessége esetén kapott csoportok közül élesen elkülönült Bakonykoppány és Csatár-hegy, a többi terület e két terület között helyezkedett el, és hasonlóak voltak egymáshoz. Így tehát az aszmagok átlag hosszúsága és szélessége Bakonykoppányban volt a legkisebb, és Csatár-hegyen a legnagyobb. Ez az eredmény nem volt összefüggésben a populációmérettel.

Az irodalomban fellelhető adatok nem említik, hogy az életképes és léha kifejezések alatt mit értenek, hogyan különböztették meg ezt a két csoportot, és a szemrevételezést követte-e mikroszkópikus vizsgálat. Ezért amikor saját eredményeinket összehasonlítjuk az irodalmi adatokkal, az életképes aszmagokat „életképes aszmagokként” értelmezzük.

Saját eredményeinket összevetve NÉMETH (2016) eredményeivel megállapítható, hogy az aszmagok terméscsoportonkénti átlagos száma, az életképes /összes aszmag arány, és az életképes aszmagok átlagos szélessége területenként mindkét esetben szignifikánsan eltért.

Az életképes aszmagok átlagos hosszúsága saját eredményeink szerint területenként szignifikánsan különbözött, NÉMETH (2016) eredményei viszont nem mutattak szignifikáns eltérést. Ennek egyik oka módszertani különbség is lehet; megfigyeléseink szerint az aszmagok a szedést követő első három hétben jelentősen zsugorodnak, a zsugorodás mértéke és iránya aszmagonként különböző. Másik lehetséges oka lehet, hogy Németh területenként 20 mintaelemszámmal (aszmaggal) dolgozott, mely csak kis mértékben fedte le a területeket. Harmadrészt Németh vizsgálatai 2015-ben történtek, lehetséges, hogy az évjárat is befolyásoló tényező.

Az irodalmi adatok összevetése saját eredményeinkkel a 6. táblázatban látható. A virágszárak két területen mért átlagos hossza termésképzéskor 30,77 cm volt, mely érték a *P. vulgaris* fajnál HENSEN és mtsai. (2005) és WALKER és PINCHES (2011) által megfigyelt értékkel (40 cm-ig) összhangban van, de a WALKER (2011) által megfigyelt 18,4 cm-nél jóval magasabb. A virágzás után a szár megnyúlása miatt az érett aszmagok magasabbra kerülnek, mint a környező növényzet szintje, ez segíti az aszmagok szél általi távolabbra szóródását. Valószínűsíthető, hogy ennek ellenére mégis alacsony az aszmagok szél általi szétszóródásának lehetősége, amit TACKENBERG és mtsai. (2003) a *P. vulgaris* esetében is leírtak. A szél általi szétszóródást, és az aszmagok befürödését a talajba több tényező is gátolhatja. Előfordulhat, hogy a repítőszőrök összegabalyodnak, vagy megakadnak a környező növényzetben, és így az aszmagok nem érik el a talajt.

6. táblázat: *Pulsatilla vulgaris* és *Pulsatilla grandis* szár és aszmagok jellemzőinek összehasonlítása

	<i>P. vulgaris</i> (irodalmi adatok)	<i>P. grandis</i> (saját eredmények) átlag (min–max)
szár (cm)	–40 cm (HENSEN et al. 2005) –40 cm (WALKER és PINCHES 2011) átlag = 18,4 (KRATOCHWIL 1988)	átlag = 30,77 (22,5–43,8)
aszmagok száma	61 (KRATOCHWIL 1988) 23–74 (WELLS és BARLING 1971) 62 (WARDEN 2001)	átlag = 141,92 (74–245)
léha aszmagok száma	13,4 és 8,44 (WELLS és BARLING 1971)	átlag = 47,89 (0–181)
életképes aszmagok száma	30–35 (WELLS és BARLING 1971) 18 és 28 (WIDÉN és LINDELL 1996)	átlag = 94,03 (15–226)
aszmagok hossza (mm)	4 (WELLS és BARLING 1971) 2–3 (WALKER 2011, HENSEN et al. 2005)	átlag = 4,26 (1,8–5,9)
repítőkészülék hossza (cm)	2,9–5 (átlag 3–4) (KRATOCHWIL 1988) 2,8 (WELLS és BARLING 1971) 3,5–5 (WALKER 2011, HENSEN et al. 2005) 3–6 (MÜLLER-SCHNEIDER 1986)	átlag = 3,2 (0,3–5,4)

A terméscsoportonkénti aszmagszám 10 területen átlagosan 141,92 volt, mely lényegesen magasabb, mint a *P. vulgaris* esetében KRATOCHWIL (1988) (61 db), WELLS és BARLING (1971) (23–74 db), és WARDEN (2001) (62) által megfigyelt aszmagszámok.

Az életképes aszmagok terméscsoportonkénti száma 10 területen számlálva átlagosan 94,03 volt, mely szintén jelentősen magasabb, mint amit WARDEN (2001) (30-35 db) és WIDÉN és LINDELL (1996) (18 és 28 db) tanulmányaiban a *P. vulgaris* esetében megfigyelt. (WIDÉN és LINDELL (1996) ráadásul kizárták a magfúró rovarok által okozott károkozást.)

A léha aszmagok terméscsoportonkénti száma a 10 területen átlagosan 47,89 volt, mely szintén jóval magasabb, mint amit WELLS és BARLING (1971) *P. vulgaris* növényeken megfigyelt (13,4 és 8,44 db).

Az aszmagok átlagos hossza 2 területen vizsgálva 4,26 mm volt, mely nagyobb érték, mint amit WALKER (2011) és HENSEN és mtsai. (2005) (2–3 mm) és WELLS és BARLING (1971) (4 mm) megfigyelt *P. vulgaris* aszmagok esetében.

Az aszmagok repítőszálának átlagos hossza 2 területen 3,2 cm volt, mely megegyezik a *P. vulgaris* fajnál KRATOCHWIL (1988) (2,9–5 cm), MÜLLER-SCHNEIDER (1986) (3–6 cm), WALKER (2011) és HENSEN és mtsai. (2005) által mért adatokkal, de WELLS és BARLING (1971) (2,8 cm) eredményeihez képest nagyobb.

Annak ellenére, hogy kutatásaink szerint a tavasszal fejlődő aszmagcsoportok nagyrészt életképes aszmagokat tartalmaznak, a *P. grandis* populációk száma folyamatosan csökkenő tendenciát mutat. Az aszmagok morfológiai tulajdonságaiban megjelenő változékonyság arra enged következtetni, hogy a *P. grandis* a különböző termőhelyekhez a fenti tényezők kialakításának megválasztásával (is) alkalmazkodik. Fenti megfigyelések hozzájárulhatnak a faj biológiájának részletesebb megértéséhez, és a *P. grandis* és *P. vulgaris* fajok közötti különbségek feltárásához.

2.2. A *Pulsatilla grandis* virágzásfenológiája és a populációban okozott vadkár mértéke

2.2.1. Bevezetés

FARKAS (2014) szerint a *P. grandis* március, április hónapban, illetve május elején virágzik. Egy-egy tő virágzása két-három hétig tart. Termései június elejére érnek be. A *P. grandis* fajra irányuló kutatásaink során jelentős vadkarral talákoztunk, mely az évek alatt egyre inkább fokozódott. SAUBERER és PANROK (2015) az Alpok keleti szélén, Alsó-Ausztriában és Bécsben végzett megfigyelései során számos olyan *P. grandis* egyedet talált, amelynek virágait szarvas vagy mezei nyúl megrágta. Mivel ezeket virágzóként számolta, mennyiségüket, vagy arányukat az összes hajtáshoz képest publikációja nem tartalmazza. KERÉKES (2013) eredményei is alátámasztják azt a feltételezést, hogy az őzállomány a kora tavaszi táplálékban szegény időszakban fogyasztja a *P. grandis* hajtásait. Az egyedek szaporodása maggal történik (BALZER 2006), ezért a friss, generatív részek lerágása egy populáció genetikai állományának leromlásához és eltűnéséhez vezethet. Vizsgálatainkban egyrészt arra voltunk kíváncsiak, hogy egy adott *P. grandis* populáció virágzási ideje mennyi ideig tart (vagyis a pollinátoroknak mennyi idő áll rendelkezésre, hogy elvégezzék a megporzást), és mikorra alakulnak ki az érett aszmagok. A kutatás másik célja az volt, hogy megállapítsuk, hogy a *P. grandis* egyedeknek melyik részét, milyen mértékben és melyik fenológiai stádiumban fogyasztják leginkább a vadak. Fel akartuk tární, hogy a növényevő állatok kárt tesznek-e a virágokban még azelőtt, hogy az aszmagok szétszóródhatnának. A kutatásnak a faj generatív szaporodása miatt van jelentősége.

2.2.2. Anyag és módszer

A vizsgálatokat a Veszprém melletti Csatár-hegyen végeztük (1. ábra). A Veszprém melletti Csatár-hegy (Magyarország) Veszprém-Márkó között a Kab-hegy – Agártető kistáj legészakkeletibb nyúlványa, tengerszint feletti magassága 340 m. Talajképző kőzete dolomit (JAKUS 1980). A vizsgálati terület tengerszint feletti magassága: 328–335 m. A gyepek a *Chrysopogono-Caricetum humilis* Zólyomi (1950) 1958 társulásba sorolható. Vizsgálataink során a területen 9 védett növényfajt azonosítottunk: *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Erysimum odoratum* Ehrh., *Jurinea mollis* (L.) Rchb., *Linum tenuifolium* L., *Orchis morio* L., *Plantago argentea* Chaix in Vill., *Polygala major* Jacq., *Pulsatilla grandis* Wender., *Stipa pennata* L. (MÉSZÁROS et al. 2018). A hegy ÉK-i sziklafüves lejtőszyeppjében kb. 1000 *P. grandis* egyed található, a populáció kiterjedése 0,6 ha.



1. ábra: *Pulsatilla grandis* populáció vizsgálati területe Veszprém, Csatár-hegy (2017) saját fotó

A megfigyelésekhez 2010. februárjában 10 db 1x1 m-es négyzetet jelöltünk ki, melynek mindegyikében előfordult a *P. grandis*. A négyzetek egy EOV 196690 – 558972 középpontú 23 m sugarú körön belül helyezkedtek el. Az EOV koordináták leolvasásához GARMIN Oregon 400 T GPS készüléket használtunk, a GPS 5 m pontosságot jelzett. A felvételi négyzetek sarkait a megfigyelések idejére

állandósítottuk. A 10 db négyzetben figyelemmel kísértük a tövek virágzásfenológiai állapotait és a vadak által lerágott hajtásokat. A megfigyeléseket 10 alkalommal, 2010. március 19-től végeztük. A megfigyelések időpontjai a következők voltak: március 19, 21, 24, 29, április 3, 8, 14, 19, május 2, 9.

A virágzásfenológiai állapotokat 4 kategóriába soroltuk. Minden egyes négyzet esetében minden alkalommal a következő adatokat rögzítettük:

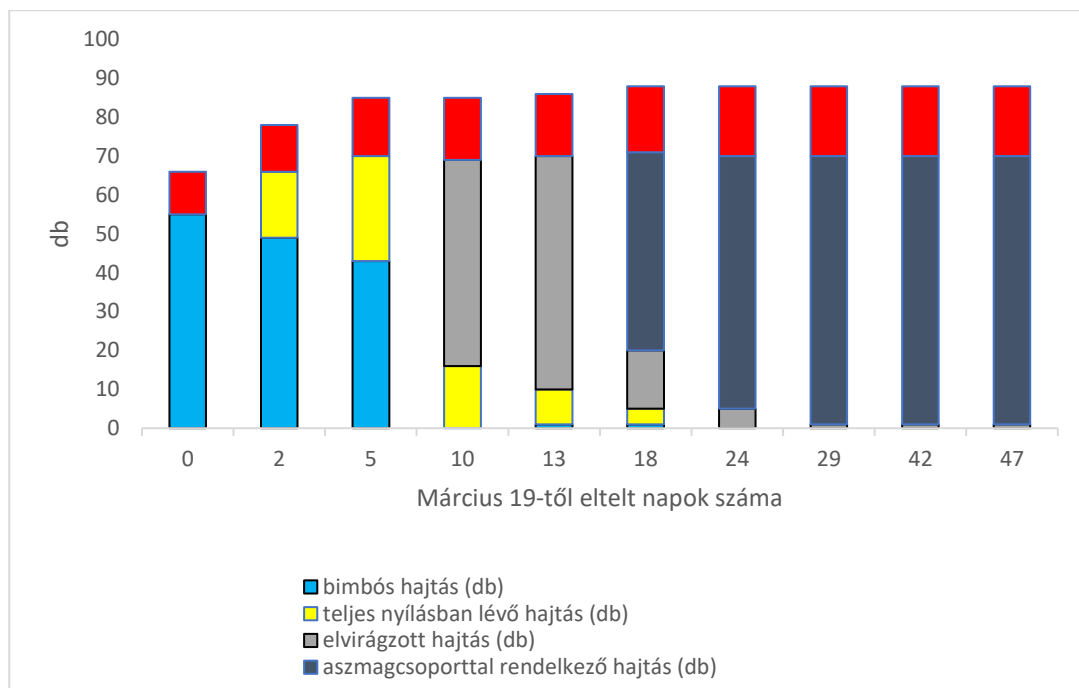
1. bimbós virággal rendelkező hajtások száma (ebbe a kategóriába soroltuk a bimbós, és félig kinyílt virágokat),
2. teljes virágnyílásban lévő hajtások száma (melyek teljesen kinyílt lepelvel rendelkeztek),
3. elvirágzott virággal rendelkező hajtások száma (ezeknél a virágoknál a lepel már elszáradt, de még a növényen volt),
4. aszmagcsoporttal rendelkező hajtások száma (a termés csoportok kialakultak, és az aszmagok még a növényen voltak),
5. növényevő állatok által lerágott reproduktív hajtások száma.

Azt az egyedat, mely nem hozott termést, elvirágzott hajtásként tüntettük fel.

2.2.3. Eredmények

A vizsgált négyzetekben minden *P. grandis* tő virággal rendelkezett. A virágzásfenológiai állapotokra és a vadkárra vonatkozó megfigyelésünk eredményeit az 2. ábra mutatja be.

A vízszintes tengelyen a 2010. március 19-től eltelt napok száma, a függőleges tengelyen pedig a különböző fenológiai állapotokban lévő és a vadkárnak áldozatul esett virágok darabszáma látható. 2010. március 19-én, a megfigyelésünk kezdetekor a 10 db négyzetben összesen 66 db virágos hajtást számoltunk. Ez a szám április 8-ára érte el a végleges 88 db-ot. Új bimbós hajtások április 8-ig jelentek meg. A legtöbb teljes nyílásban lévő virágot március 24-én, míg a legtöbb elvirágzott virágot április 3-án figyeltük meg. Az utolsó teljes nyílásban lévő virágokat április 14-én lehetett megfigyelni, mely időpont a virágzási időszak végét jelentette.



2. ábra: *Pulsatilla grandis* fenológiai állapotai és a vadak kártétele Csatár-hegyen (2010. év)

Az első aszmagcsoportok április 8-ától jelentek meg, számuk gyorsan emelkedett, és 11 nap múlva elérték a végleges számukat. Az összes virágból csupán 1 nem hozott termést, ennek a virága beszáradt, és a beszáradt lepel megfigyeléseink végéig a növényen maradt.

A növényevő vadak által leharapott virágok száma a megfigyelésünk kezdetekor (március 19-én) 11 db volt (az összes hajtáshoz képest 16,67%), mely időpontban csak bimbós virágokat találtunk. A vadkár április 14-ére érte el a maximum 18 db-ot (az összes hajtás 45%-a). Ebben az időpontban az elvirágzott virágok száma 5, az aszmagcsoporttal rendelkező növények száma 65 volt (MÉSZÁROS és GALAMBOS 2017).

2.2.4. Értékelés

A szakirodalomban rendkívül kevés információt találtunk mind a *P. grandis* virágzásfenológiai állapotainak időintervallumairól, mind a vadak által károsított *P. grandis* növényekről. Megfigyeléseink eredményeképpen megállapítható, hogy a kapott fenológiai adatok csak nagyvonalakban egyeznek meg FARKAS (2014) adataival, mely szerint a *P. grandis* március, április hónapban, ill. május elején virágzik. A vizsgált növényeink csupán április 8-ig virágoztak, ezután már csak

elvirágzás és termésképzés volt tapasztalható. Bár a virágzásfenológiára irányuló kutatásunk csupán 1 virágzási időszakot foglal magában, a populációt a későbbi években is rendszeresen látogattuk. 2017-ben március 28., 2018-ban április 10., 2019-ben március 24., 2020-ban pedig március 29. volt az utolsó nap, amikor a virágok még teljes nyílásban voltak. Bár a *P. grandis* virágok nyílását a hőmérséklet erősen befolyásolja, a FARKAS (2014) által leírt májusi virágzás egyik évben sem fordult elő.

Megállapítható, hogy a vizsgálat évében a Csatár-hegyi populációban az összes vadkár 61 %-a megtörtént a virágok bimbós állapotában. Miután az összes aszmagcsoport kialakult, újabb vadkár nem volt tapasztalható. Bizonyára addigra a vadak már egyéb friss hajtást is találtak a környező növényzetben.

A vadak kártételére vonatkozóan elmondható, hogy – bár a növény minden része mérgező – előszeretettel fogyasztották a *P. grandis* bimbós, illetve virágzó hajtásait, és ezek közül az előbbit preferálták jobban. Ez a kártétel különösen jelentős annak ismeretében, hogy a faj szaporodásában a generatív szerveknek nagy jelentőségük van. Bár kutatásunk egy helyszínt és egy évet foglal magában, eredményeink további vizsgálatok alapjául szolgálhatnak.

2. 3. *Pulsatilla grandis* populációk Aculeata megporzóinak összehasonlító elemzése

2.3.1. Bevezetés

Az állattartás csökkenése miatt a legeltetés gyakorisága és intenzitása csökken, és ez a mérsékelt féltermészetes gyepek biológiai sokféleségének hanyatlását eredményezi. Így ezeken az élőhelyeken a növények és a rovarok fajgazdagsága is csökken (WALKER és PINCHES 2011).

Bár a ritka és veszélyeztetett fajok megporzási stratégiájának ismerete a védelmi és kezelési stratégiák kidolgozásának egyik alapvető feltétele, ismereteink még az intenzívebben kutatott növények esetében is hiányosak (GOSTIN 2011, DENISOW et al. 2014a). A metapopulációs rendszereken belül különösen fontos az információ a növény-pollinátor kapcsolatáról, és a génáramláshoz szükséges követelményekről a ritka és veszélyeztetett fajok egészséges populációinak megfelelő fenntartásához (SCHEMSKE et al. 1994).

A terméshozam és a magkészslet a megtermékenyítéstől függ, mely a megporzás eredménye; ezért a megporzás sikeressége alapvető feltétele a rovarmegporzású fajok reprodukciójának (LARSON és BARRETT 2000). A virágok és a megporzó rovarok közötti kölcsönhatások azonban nagyon összetettek, és a környezeti tényezőkön kívül számos tényező befolyásolhatja a kapcsolatot (DENISOW et al. 2014a). A mérsékelt éghajlati övben kb. a növények 80%-a rovarmegporzású. Mind a természet, mind a vad növények fontos elemei a megporzási rendszereknek (STRZAŁKOWSKA-ABRAMEK et al. 2016a).

A kora tavasszal virágzó növények esetében az időpont miatt csak kevés megporzó áll rendelkezésre, a gyakran kedvezőtlen időjárás miatt a rovarok csak korlátozott számban látogatják a virágokat (KRATOCHWIL 1988).

A *P. grandis* kora tavaszi virágzása miatt jelentős pollenforrás a megporzó rovarok számára. Kora tavasszal, amikor a vad- és háziméhek kereslete mind nektárra, mind virágporra gyorsan emelkedik (DENISOW és WRZESIEŃ 2006), a megporzó rovaroknak még kevés táplálék áll rendelkezésére. A *Pulsatilla* virágok a rovaroknak pollent és nektárt kínálnak, cserében a rovarok a pollent a bibére juttatják, így elvégzik a megporzást. Így tehát kölcsönös egymásra utaltságról beszélhetünk (FILELLA et al. 2013). A virágok részleges proteroginiát mutatnak, így ön-és idegenmegporzás egyaránt előfordulhat (KRATOCHWIL 1988).

A *Pulsatilla* virágok morfológiai felépítése és ökológiai viselkedése is elősegíti a rovarmegporzást (ZIMMERMANN 1935). A fajok a rovarlátogatókat nagy, színes, harangalakú, aktinomorf virágokkal, és számos sárga porzóval vonzzák (ESSL 2005, WALKER és PINCHES 2011). A porzók nagy száma miatt a *Pulsatilla* fajokat számos szerző pollentermelő virágokként említi, melyek nem termelnek nektárt, hasonlóan a többi, Ranunculaceae családba tartozó növényhez. WERYSZKO-CHMIELEWSKA és SULBORSKA (2011) azonban kimutatták, hogy a *Pulsatilla* virágokban a módosult porzók (sztaminódiumok) nektárt választanak ki, tehát nektáriumként funkcionálnak. A sztaminódiumok sokkal kisebbek, mint a porzók, leegyszerűsített szerkezetűek van, és az andróceum alapi részén találhatóak. A nektár már akkor kiválasztódik, amikor a bibe fogékony. Azoknak a rovaroknak, melyek nektárt keresnek, el kell érniük az andróceum alapját, miközben érintik a bibét, és ezzel elősegítik a megporzást. A gyengén nyitott virágoknál a megporzó rovarok először a bibét érintik, hogy a magukkal hozott virágport ledörzsöljék, mielőtt új virágport szednének fel. Az idős virágoknál leginkább a szélesre tárt lepellevelen landolnak, így először a portokokat érintik, és csak utána a bibeszálat (ZIMMERMANN 1935). A *Pulsatilla* fajok

pollentermelése átlagosan 4,22–9,16 g m²-enként, ez alapján a *Pulsatilla* fajok jelentős pollenforrások, és több pollent termelnek, mint más kora tavaszi évelő növények (STRZAŁKOWSKA-ABRAMEK et al. 2016a).

A *P. grandis* különböző stratégiákkal biztosítja a sikeres megporzást; pl. addig, amíg a virágok nem porozódnak be, a virágszirmokat kedvezőtlen időjárás (pl. eső, szél) esetén össze tudja zárni (SAUBERER és PANROK 2015). A *Pulsatilla* virágoknál a legtöbb portok a legmelegebb nappali órákban nyílik fel, ami számos kora tavaszi növény faj közös jellemzője (DENISOW et al. 2014b, DENISOW et al. 2015). A nappal közepén történő pollen kibocsátás a kora tavaszi virágoknál előnyt jelent, és hozzájárul a rovarlátogatások számának növeléséhez (STRZAŁKOWSKA-ABRAMEK et al. 2016a). Az egyes virágokban elhelyezkedő portokok lépcsőzetesen nyílnak fel. Ezért a virág sokáig képes pollent szolgáltatni, így a bibék megporzási valószínűsége megnő. A hosszan tartó pollenszórás populációgenetikai szempontból is jelentős. Azoknak a pollinátoroknak a száma is megnövekszik, melyek a pollent különböző növényekről hozzák, ezzel a virág utódainak a genetikai változatossága is többszörösére nő (KRATOCHWIL 1988). A beporzó rovarok repülési sugara kb. 10 km, ezért az ennél messzebb elhelyezkedő populációknál a génkicserélődés nem valószínű (WALKER 2011).

Az a tény, hogy a méhek egyedszáma az utóbbi évtizedekben jelentős visszaesést mutat (KREMEN et al. 2002, BIESMEIJER et al. 2006, POTTS et al. 2010), a ritka növényfajok fennmaradása szempontjából is aggasztó. A probléma egyik oka a méhekre veszélyes kemikáliák megjelenése, másik oka a pollinátorok tápláléknövényeinek jelentős csökkenése lehet (DAINESE et al. 2018). A virágporra a méheknek a fiasítás táplálásához van szükség, hogy elérjék a megfelelő családméretet. A faj elvirágzása után a méhek – melyeknek hosszabb életciklusuk van, mint a *Pulsatilla* virágok nyílásának időtartama – más virágokat is fel tudnak keresni, amik ekkorra már egyre nagyobb számban fordulnak elő, így a pollinátorok több fajtól tudnak választani.

A faj nyugati elterjedésű rokonának, a *P. vulgaris* fajnak a reprodukciós sikerét a rovar megporzás erősen befolyásolja, és a pollen széthordás távolsága a megporzók tápláléksugarától függ. A táplálék távolsága és a megporzó rovarok testmérete között pozitív kapcsolat van, tehát a poszméhek, melyek szintén részt vesznek a megporzásban, nagyobb területről gyűjtenek, távolabbi állományok közt is biztosítanak pollencserét (WALTHER-HELLWIG és FRANKL 2000, HENSEN et al. 2005, OSBORNE et al. 2008). Azt, hogy bizonyos rovarok nagyobb területet képesek átjárni,

a poszméheken kívül a mézelő méhek esetében is megfigyelték (STEFFAN-DEWENTER és KUHN 2003), ami azt jelzi, hogy ezek a rovarok különösen fontos szerepet játszanak a fragmentált területek megporzásában.

A *Pulsatilla* fajok megporzását nem minden esetben végzik el a méhszerű Hymenoptera fajok, sokan közülük csak nektártolvajok (KRATOCHWIL 1988). A *Pulsatilla* nemzetségre és *P. vulgaris* fajra vonatkozó irodalmi adatokat a 7. táblázatban foglaltuk össze.

7. táblázat: *Pulsatilla* genusz és *Pulsatilla vulgaris* megporzóira vonatkozó irodalmi adatok

Taxon	Megporzók	Megjegyzés	Forrás
<i>Pulsatilla</i> genusz	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758 <i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	főleg háziméhek (<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758) látogatják pollen és a nektár miatt is	ZIMMERMANN (1935)
<i>Pulsatilla</i> genusz	házi méhek és poszméhek	pollen és nektárgyűjtés is.	WERYSZKO- CHMIELEWSKA és SULBORSKA (2011)
<i>P. vulgaris</i>		nektárgyűjtő méhek	WERYSZKO- CHMIELEWSKA és SULBORSKA (2011)
<i>P. vulgaris</i>	<i>Lasioglossum</i> <i>lineare</i> (Schenk, 1868) <i>Andrena bicolor</i> Fabricius, 1775	Fő megporzók a magányos méhek	KRATOCHWIL (1988)
<i>P. vulgaris</i>	<i>Halictidae</i> család <i>Andrena</i> genusz		SAUBERER és PANROK (2015)
<i>P. vulgaris</i>	<i>Apis</i> és <i>Bombus</i> genusz		WALKER (2011) WALKER és PINCHES (2011)
<i>P. vulgaris</i>	<i>Halictus fulvicorvis</i> Kirby 1802, <i>H.</i> <i>tumulorum</i> (Linnaeus, 1758), <i>H.</i> <i>albipes</i> (Fabricius, 1781), <i>H. flavipes</i> (Fabricius, 1787), <i>H.</i> <i>leucopus</i> (Kirby, 1802), <i>Osmia</i> <i>bicolor</i> (Schrank, 1781), és <i>Bombus</i> <i>agrorum</i> (Fabricius, 1787) (= <i>B.</i> <i>pascuorum</i> (Scopoli, 1763), szerzők megj.)	Nagy-Britannia	WELLS és BARLING, 1971

Ökológiai szempontból fontos feltárni, hogy a korai virágzású *P. grandis* populációk mely rovarfajoknak nyújtanak táplálékot. Ugyanakkor a *Pulsatilla* populációknak is szükségük van a kora tavaszi megporzókra különösen akkor, amikor a hideg időjárás miatt még kevés pollinátor áll rendelkezésre. Mivel a *P. grandis* megporzóira vonatkozó irodalmi adatok nem állnak rendelkezésre, kutatásunkkal ezt a hiányt szeretnénk pótolni.

2.3.2. Anyag és módszer

A kutatások a Veszprém melletti Csatár-hegyen (lásd 2.2.2. fejezet) és a Balatonalmádiban található Vörös-hegyen zajlottak.

Vörös-hegy Balatonalmádi külterületén, Vörösberény városrésztől nyugatra található a szomszédos Szentkirályszabadja határában levő Kő-hegyet (280 m) és Vár-hegyet (278 m) elválasztó nyeregtől DK-re, tengerszint felett magassága 258 m. Talajképző közete mészkő. Nagy egyedszámú (kb. 800 példány) *P. grandis* populáció él itt. A gyepek (Csatár-hegygel megegyezően) a *Chrysopogono-Caricetum humilis* Zólyomi (1950) 1958 társulásba sorolható. Vizsgálataink során a területen 10 védett növényfajt azonosítottunk: *Dictamnus albus* L., *Erysimum odoratum* Ehrh., *Jurinea mollis* (L.) Rchb., *Linum flavum* L., *Linum tenuifolium* L., *Orchis purpurea* Huds., *Polygala major* Jacq., *Pulsatilla grandis* Wender., *Serratula radiata* (Waldst. et Kit.) M. Bieb., *Stipa eriocaulis* Borbás (GALAMBOS et al. 2017, MÉSZÁROS et al. 2018). A vizsgált – 0,66 ha kiterjedésű – terület a Vörös-hegy ÉK-i lejtőjén fekszik.

A megporzó gyűjtések Csatár-hegyen 2018. április 2-10. között (összesen 20 órán keresztül) és 2019. március 16-24. között (összesen 9 órán keresztül), mindösszesen 29 órán keresztül zajlottak. Vörös-hegyen 2019. március 9-23. között gyűjtöttük a megporzókat, 27 órán keresztül. 2019-ben a nyári időszakítás kezdetekor (március 31.) már zajlottak a gyűjtések. Annak érdekében, hogy az eredmények összehasonlíthatóak legyenek, a téli időszakítás alatti gyűjtések időpontját átszámoltuk nyári időszakítás szerinti időpontokra, és a táblázatokban ezeket tüntettük fel. A populációk teljes területét folyamatosan pásztáztuk, egy időben 1-3 fő gyűjtött. A begyűjtéshez egy 30 cm átmérőjű rovarfogó hálót használtunk, mellyel a rovarokat egyesével hálóztuk, majd óránként külön üvegekbe tettük. Az egyedek határozása Józan Zs. munkája, a határozás a determinációs bélyegek alapján binokuláris mikroszkóp segítségével történt. A gyűjtött fajok bizonyító példányai a Rippl-Rónai Múzeum (Kaposvár) rovargyűjteményében kerültek elhelyezésre.

A dominancia értékével megkapjuk, hogy egy bizonyos faj hány százaléka az össz fajszámnak. A dominancia viszonyoknál SCHWERDTFEGER (1977) kategóriarendszerét használtuk, mely szerint a következő kategóriákat különítettük el: eudomináns (>10%), domináns (5–10%), szubdomináns (2–5%), recens (1–2%), szubrecens (1%>).

A közösségszerkezeti mutatók számításához a PAST szoftvert használtuk (HAMMER 2012). A diverzitásindexek közül a SHANNON és WEAVER (1949) által leírt változattal számoltunk.

Kiszámítása:

$$H(S) = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

$$\text{ahol: } p_i = \frac{x_i}{\sum x_i}$$

ahol:

- $H(S)$: a diverzitás érték,
- p_i : az i -edik faj relatív gyakorisága,
- x_i : az i -edik faj egyedszáma,
- $\sum x_i$: az összes egyedszám.

Ennek az indexnek nagy előnye, hogy egyetlen számadattal jellemez egy bizonyos élőhelyet, valamint az adott élőhelyen megtelepedő közösséget (MOSKÁT 1988). A Shannon-Weaver index értékei 0 és 5 között mozognak, legkisebb értéke 0, maximum értéke nincs, 5 fölötti értékek ritkák, természetes rendszerekben értékei 1,5–4,5 között alakulnak (SHANNON 1948, McDONALD 2003).

A kiegyenlítettség vagy más néven egyenletesség értékét PIELOU (1966) szerint határoztuk meg, melyből a közösséget alkotó fajok mintába való eloszlására tudunk következtetni.

Kiszámítása:

$$J = \frac{H(S)}{\ln S_i}$$

ahol:

- J: a kiegyenlítettség,
- $H(S)$: a diverzitás értéke,
- S_i : az összes megfigyelt faj száma.

A kiegyenlítettség értékei 0 és 1 között változnak. A magasabb kiegyenlítettségi érték a fajok arányos, egyedi eloszlását jelenti, ami az alacsony fajszám miatt is bekövetkezhet. Ilyenkor azonban a közösség nem kedvező összetételű. Kedvező összetételű a közösségről akkor beszélhetünk, amikor a magas kiegyenlítettségi érték magas fajszámmal párosul (SASVÁRI 1986).

A dominanciaindex meghatározására a Berger- Parker- féle dominanciaindexet használtuk.

Kiszámítása:

$$d = N_{\max}/N_t$$

ahol:

- N_{\max} : a domináns faj egyedszáma
- N_t : a minta össz egyedszáma

A mutató a teljes egyedszámnak azt a hányadát adja meg, amelyet a domináns faj képvisel (SOUTHWOOD 1984).

2.3.3. Eredmények

Megfigyeléseink szerint a szél kevésbé zavaró tényező a megporzó rovarok számára, mint a napsütés hiánya. Napsütés megléte esetén erősen szeles, hűvösebb napokon is tudtunk gyűjteni, viszont a borús időszakokban nem érkeztek viráglátogatók.

Csatár-hegyen összesen 26 faj 378 egyedét gyűjtöttük be (8. táblázat).

8. táblázat: *Pulsatilla grandis* viráglátogató Aculeata fajok Csatár-hegyen és Vörös-hegyen

Faj	Család	Terület	Egyedszám	Hím	Nőstény	Látogatások ideje (óra)
<i>Andrena bicolor</i> Fabricius, 1775	An	Cs	7	0	7	10–11 és 12–15
		V	12	3	9	11–16
<i>Andrena bimaculata</i> (Kirby, 1802)	An	Cs	1	0	1	14–15
<i>Andrena bluethgeni</i> Stöckhert, 1930	An	Cs	1	0	1	11–12
<i>Andrena dorsata</i> (Kirby, 1802)	An	Cs	1	0	1	11–12
<i>Andrena falsifica</i> Perkins, 1915	An	V	4	2	2	10–13
<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799	An	V	7	6	1	10–13 és 14–16
<i>Andrena gravida</i> Imhoff, 1832	An	Cs	3	1	2	12–14 és 15–16
		V	17	6	11	10–16
<i>Andrena jacobi</i> Perkins, 1921	An	Cs	1	1	0	16–17
<i>Andrena minutula</i> (Kirby, 1802)	An	V	5	3	2	11–13 és 14–16
<i>Andrena nitida</i> (Müller, 1776)	An	Cs	3	0	3	12–14
		V	1	0	1	14–15
<i>Andrena subopaca</i> Nylander, 1848	An	V	1	0	1	13–14
<i>Andrena taraxaci</i> Giraud, 1861	An	V	5	4	1	10–13
<i>Andrena vaga</i> Panzer, 1799	An	Cs	1	0	1	13–14
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	Ap	Cs	279	0	279	10–18
		V	95	0	95	11–15
<i>Bombus argillaceus</i> (Scopoli, 1763)	Ap	V	1	0	1	10–11
<i>Bombus haematurus</i> (Kriechbaumer, 1870)	Ap	Cs	6	0	6	10–12 és 13–14 és 15–16 és 17–18
		V	1	0	1	13–14
<i>Bombus hortorum</i> (Linnaeus, 1761)	Ap	Cs	1	0	1	13–14
<i>Bombus hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)	Ap	Cs	5	0	5	10–11 és 12–14
		V	4	0	4	10–11 és 12–14 és 15–16
<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)	Ap	Cs	12	0	12	10–15
		V	3	0	3	12–15
<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	Ap	Cs	9	0	9	10–15
<i>Bombus pratorum</i> (Linnaeus, 1761)	Ap	Cs	10	0	10	10–11 és 12–17
<i>Bombus ruderarius</i> (Müller, 1776)	Ap	Cs	3	0	3	12–14
<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	Ap	Cs	4	0	4	10–14

		V	2	0	2	12–13 és 15–16
<i>Chrysura trimaculata</i> (Förster, 1853)	Ch	Cs	1	1	0	13–14
<i>Colletes cunicularius</i> (Linnaeus, 1761)	Co	V	49	44	5	10–16
<i>Halictus scabiosae</i> (Rossi, 1790)	Ha	V	1	0	1	11–12
<i>Lasioglossum bluethgeni</i> (Ebmer, 1971)	Ha	Cs	1	0	1	14–15
<i>Lasioglossum laterale</i> (Brullé, 1832)	Ha	Cs	2	0	2	11–13
		V	31	0	31	10–15
<i>Lasioglossum laticeps</i> (Schenck, 1869)	Ha	V	1	0	1	10–11
<i>Lasioglossum malachurum</i> (Kirby, 1802)	Ha	V	3	0	3	11–12 és 14–15
<i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck, 1853)	Ha	V	20	0	20	11–16
<i>Lasioglossum xanthopus</i> (Kirby, 1802)	Ha	Cs	11	6	5	11–12 és 13–15
		V	32	19	13	10–15
<i>Nomada fucata</i> Panzer, 1798	Ap	V	2	2	0	12–13 és 15–16
<i>Nomada fulvicornis</i> Fabricius, 1793	Ap	V	1	1	0	10–11
<i>Nomada goodeniana</i> (Kirby, 1802)	Ap	Cs	1	1	0	14–15
<i>Osmia bicolor</i> (Schrank, 1781)	Me	Cs	7	2	5	10–14 és 15–16
		V	2	2	0	11–12 és 13–14
<i>Osmia cornuta</i> (Latreille, 1805)	Me	Cs	5	1	4	12–14
		V	1	1	0	12–13
<i>Polistes dominulus</i> (Christ, 1791)	Ve	V	1	0	1	13–14
<i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791)	Ve	Cs	2	0	2	12–13
		V	1	0	1	13–14
<i>Priocnemis mimula</i> Wesmael, 1851	Po	Cs	1	0	1	14–15
összesen:			681	106	575	10-18

An=Andrenidae, Ap=Apidae, Ch=Chrysididae, Co=Colletidae, Ha=Halictidae, Me=Megachilidae, Ve=Vespidae, Po=Pompilidae, Cs=Csatár-hegy, V=Vörös-hegy

A leggyakoribb *P. grandis* viráglátogató rovar az *Apis mellifera* volt, melynek látogatásai az összes viráglátogatás 73,8%-át tették ki, így a faj eudominánsnak tekinthető. Ezután következett a *Bombus* genusz, 13,2%-kal. *Andrena*, *Lasioglossum* és *Osmia* genuszokból 3,2–4,8% közötti értékek fordultak elő, *Polistes*, *Chrysura*, *Nomada* és *Priocnemis* genuszokból pedig jelentéktelen számú egyed (csupán 0,3–0,5%) gyűjtöttünk (9. táblázat).

9. táblázat: *Pulsatilla grandis* viráglátogató Aculeata genuszok a Csatár-hegyen és a Vörös-hegyen

Genusz	Egyedszám		Relatív gyakoriság (%)		Látogatások ideje (óra)	
	Cs	V	Cs	V	Cs	V
<i>Andrena</i>	18	52	4,8	17,2	10–17	10–16
<i>Apis</i>	279	95	73,8	31,4	10–18	11–15
<i>Bombus</i>	50	11	13,2	3,6	10–11 és 12–17	10–11 és 12–16
<i>Chrysura</i>	1	0	0,3	0	13–14	–
<i>Colletes</i>	0	49	0	16,2	–	10–16
<i>Halictus</i>	0	1	0	0,3	–	11–12
<i>Lasioglossum</i>	14	87	3,7	28,7	11–15	10–16
<i>Nomada</i>	1	3	0,3	1,0	14–15	10–11 és 12–13 és 15–16
<i>Osmia</i>	12	3	3,2	1,0	10–14 és 15–16	11–14
<i>Polistes</i>	2	2	0,5	0,7	12–13	13–14
<i>Priocnemis</i>	1	0	0,3	0	14–15	–
összesen:	378	307	100	100	10-18	10-16

Cs=Csatár-hegy, V=Vörös-hegy

A legfajgazdagabb genuszoknak az *Andrena* és a *Bombus* genusz, a legfajszegényebbek az *Apis*, *Chrysura*, *Nomada*, *Polistes* és a *Priocnemis* genusz bizonyult. Az egyedek közül 365 nőstény és 13 hím volt. A fajok egyedszámának átlaga 14,5, a szórás 54,1, a medián pedig 3. A közösségszerkezeti mutatók az 10. táblázatban láthatóak.

10. táblázat: Csatár-hegy és Vörös-hegy Aculeata közösségszerkezeti mutatók

Közösségszerkezeti mutató	Csatár-hegy	Vörös-hegy
Diverzitásindex [H(S)]	1,325	2,314
Egyenletesség (J)	0,4068	0,7021
Dominanciaindex (d)	0,7381	0,3135

11. táblázat: *Pulsatilla grandis* viráglátogató Aculeata egyedek óránkénti eloszlása a Csatár-hegyen és a Vörös-hegyen

Óra	Egyedszám (db)		Relatív gyakoriság (%)	
	Cs	V	Cs	V
10-11	74	19	19,6	6,3
11-12	68	56	18,0	18,5
12-13	62	113	16,4	37,3
13-14	79	58	20,9	19,1
14-15	41	44	10,8	14,5
15-16	17	13	4,5	4,3
16-17	26	0	6,9	0,0
17-18	11	0	2,9	0,0
összesen:	378	303	100	100

Cs=Csatár-hegy, V=Vörös-hegy

Vörös-hegyen összesen 27 faj 303 egyedét gyűjtöttük be (8. táblázat), melyből 1 nőstény egyed a hazánkban védett *Bombus argillaceus* volt. A leggyakoribb *P. grandis* viráglátogató rovar az *Apis mellifera* volt, melynek látogatásai az összes viráglátogatás 31,4%-át tették ki. Ezután következett a *Lasioglossum* genusz, 28,7%-kal. *Andrena* és *Colletes* genusból 17,2–16,2 % -os értékek fordultak elő, a *Bombus* genusz 3,6%-kal képviselte magát. *Nomada*, *Osmia*, *Polistes* és *Halictus* genusból pedig jelentéktelen mennyiségű egyedet (0,3–1%) gyűjtöttünk (9. táblázat). A legfajgazdagabb genusznak az *Andrena* genusz, a legfajszegényebbnek az *Apis*, *Colletes* és *Halictus* genusz bizonyult. Az egyedek közül 210 nőstény és 93 hím volt. A példányszámok átlaga 11,2, szórása 20,6, a medián pedig 3.

A legtöbb viráglátogatás Csatár-hegyen 13-14 óra között (79 egyed), Vörös-hegyen pedig 12-13 óra között (113 egyed) volt (11. táblázat). Az óránkénti átlag egyedszám Csatár-hegyen 13, Vörös-hegyen pedig 11,2 volt. A két területen gyűjtött 40 fajból a csak Csatár-hegyen előforduló fajok száma 13, a csak Vörös-hegyen előfordulóké 14, a két területnek pedig 13 közös faja van (MÉSZÁROS és JÓZAN 2018a, 2019).

2.3.4. Értékelés

A két területen bizonyított fajok száma szinte megegyezett (Csatár-hegyen 26, Vörös-hegyen 27 fajt találtunk). Csatár-hegyen az egyedek csupán 3,4%-a volt hím, Vörös-hegyen viszont jelentős mennyiségű hím egyedet gyűjtöttünk (30,7%). Ennek

oka lehet, hogy Vörös-hegyen a *Lasioglossum xanthopus* mellett a *Colletes cunicularius* is látogatta a *P. grandis* virágait. Az utóbbi méhfajra különösen jellemző a proterandria (a hímek kirepülése jelentősen megelőzi a nőstényekét). A hímek sem nektárt, sem pollent nem gyűjtenek, csupán saját maguk táplálkozása érdekében szívogatnak nektárt, és a virágokat azért is látogathatják, mert nőstényeket keresnek. Nem rendelkeznek gyűjtőszőrrel, így annak a valószínűsége, hogy átvigyenek pollent egyik virágról a másikra, csekélyebb. Mivel azonban a *P. grandis* az idegenmegporzás elmaradása esetén önmegporzásra is képes, a hím egyedek is részt vehetnek a megporzásban, ahogy a virágban mozognak; a pollent a virág saját bibéjére juttathatják. A hímek virágokon való jelenléte bizonyíthatja a kombinált virágfunkciókat; a virágok menedéket nyújthatnak, párosodás helyszínei is lehetnek, és a rovarok felmelegedhetnek (napozhatnak) rajtuk.

A Shannon-Weaver index alapján a Vörös-hegyen diverzebb volt a populáció, mint Csatár-hegyen. A két terület közötti szórás különbséget az okozza, hogy az *Apis mellifera* Csatár-hegyen kiemelkedő egyedszámmal fordult elő. A balatonalmádi terület jóval kisebb szórása (itt az *A. mellifera* nem torzítja az adatokat) kiegyenlítettebb fajösszetételt mutat, melynek egyik oka lehet, hogy nincs tudomásunk közelben lévő méhészetről. Másik oka lehet, hogy a terület természetközeli, a kiskertek messzebb helyezkednek el, mint Csatár-hegy esetében. Az egyenletességi érték Vörös-hegyen volt a magasabb, melyből szintén megállapítható, hogy ebben a populációban a közösség kedvezőbb összetételű volt, a fajok arányosabb eloszlásúak voltak. A Berger-Parker-féle dominanciaindex is megmutatta, hogy Csatár-hegyen az eudomináns faj (*Apis mellifera*) a teljes egyedszámnak jóval több hányadát képviselte, mint Vörös-hegyen. Mindkét területen a medián (3) alatti fajok egyedszáma rendkívül alacsony, ezek a fajok 1 vagy 2 példánnyal képviselték magukat. Csatár-hegyen nem találtunk *Colletes* fajt, Balatonalmádban viszont a *Colletes cunicularius* egyedeknek eudomináns szerepe volt.

A két területen kapott eredmények alapján elmondható, hogy a rovarok a 12–14 óráig terjedő időszakban voltak a legaktívabbak, ekkor gyűjtöttük a legtöbb megporzót.

Az, hogy a két területen gyűjtött 40 fajból csupán 13 faj volt mindkét területen megtalálható, arra enged következtetni, hogy a *P. grandis* Aculeata látogatóinak fajszerkezete nem tekinthető konstansnak. Az *Apis mellifera* eudomináns szerepe Csatár-hegyen valószínűleg annak a ténynek tudható be, hogy a vizsgálati területtől mintegy 300 m-re méhészet található. E társas faj több évig élő családokat nevel,

melyek a téli nyugalmi állapotból már kora tavasszal aktivizálódnak, és szükségük van pollenre és nektárra. Ez egyértelműen magyarázza azt, hogy mindkét területen az *Apis mellifera* volt a leggyakoribb viráglátogató rovar.

A rovarok a talajhoz közel repülnek, ahol a szél ereje kevésbé érvényesül, illetve a virághoz való eljutásukhoz a meglévő szélcsatornákat ki is tudják használni. Továbbá a területen lévő fák, cserjék védelmet nyújtanak nekik a szél ellen. Ezek magyarázhatják azt a tényt, hogy erős szélben is érkeztek megporzók a virágokra.

A napjainkban nyilvánvalóvá vált pollinációs krízis (BIESMEIJER et al. 2006) ellenére mindkét területen jelentős számú megporzót gyűjtöttünk. Úgy tűnik, az ÉK-i lejtők hűvösebb mikroklímája megfelelő feltételeket biztosít a rovarok számára. Bár kutatásunk elsősorban a vadméhek megfigyelésére irányult, a háziméhek elsődleges szerepet töltenek be a megporzásban. A *P. grandis* korai virágzásakor még a területek közelében lévő gyümölcsfák sem kezdtek el virágozni, így az *Apis mellifera* egyedeknek az általunk vizsgált virágok pollenjei szinte az egyetlen elérhető táplálékforrást jelentették. A háziméhek megporzásban való szerepét egy orchideafaj (*Himantoglossum adriaticum*) esetében BIRÓ és mtsai. (2015) is vizsgálta. Eredményeik szerint a méhkaptárak távolsága negatívan korrelált az orchideafaj termésképzési sikerével. Bár saját kutatásaink a vad megporzók jelenlétére irányultak, eredményeink alátámasztják azt a tényt, hogy a *P. grandis* populáció szempontjából kedvező, ha a közelben háziméh kaptárak találhatóak. A vadméhek fajgazdagsága mindkét területen megfigyelhető volt. A *Pulsatilla* virágok részleges proteroginiát mutatnak (így nem minden esetben öntermékenyek), ezért a megporzóknak fontos szerepe van a populációk fennmaradásában. A magszóródási távolságok az anyanövény legközelebbi környezetére korlátozódnak, ezért feltételezhető, hogy a pollen általi génáramlás a populációk genetikai változatosságának fenntartásában nagy jelentőséggel bír (HENSEN et al. 2005). Fontosnak tartjuk a területek természetvédelmi célú kezelését, mely jelenleg Vörös-hegyen már megvalósul.

2.4. A *Pulsatilla grandis* viráglátogatói

2.4.1. A *Pulsatilla grandis* Diptera viráglátogatóinak fajgazdagsága

2.4.1.1. Bevezetés

A Diptera rend a rovarok egyik legfajgazdagabb csoportja, és fontos szerepet töltenek be az ökoszisztémában. Általában gyéribb szőrrel rendelkeznek, mint pl. a méhek, ennek ellenére a pollen megtapadhat a testükön, és elvégezhetik a megporzást (SOLTÉSZ 2017).

Az ökológiai egyensúly kialakulásában és megtartásában is szerepe van a Diptera fajoknak, vannak köztük kártevőket pusztító ragadozók (pl. zengőlegyek) és paraziták (pl. fűrészlégyek). A Diptera rend képviselői közül elsősorban a zengőlegyekre jellemző, hogy pollenátvitelben vesznek részt. Az imágók viráglátogatók, pollennel, nektárral, növényi nedvekkel táplálkoznak. Szívesen látogatják a *Ranunculus repens* L., *Crataegus laevigata* (Poir.) DC. és a *Fragaria* L. nemzetség fajait. Kevésbé látogatják a szegfűféléket, keresztesvirágúakat (kivéve a repcét) és az ajakosokat, mivel ezek a fajok kevés pollent és/vagy nektárt termelnek, és a zengőlegyek nehezen férnek hozzá (pl. ajakosoknál). Virágválasztásukban a pollen nagysága is szerepet játszik, az imágók csak azokat a pollenszemeket tudják felvenni, melyek átmérője kevesebb, mint 100 µm (FÖLDESI 2011).

A Bakony-hegységben folyó kutatások során (TÓTH 2001) a közeli rokon *P. nigricans* Störck-ön *Platycheirus fulviventris* (Macquart, 1829) és *Rhingia campestris* Meigen, 1822 zengőlegyeket azonosítottak.

Kutatásunk célja az volt, hogy megállapítsuk a kora tavaszi *P. grandis* virágok Diptera látogatóinak összetételét.

2.4.1.2. Anyag és módszer

A gyűjtéseket 2019 tavaszán végeztük a közigazgatásilag Veszprémhez tartozó Csatár-hegyen (2.2.2. fejezet) és a Balatonalmádiban található Vörös-hegyen (2.3.2. fejezet), melyek földrajzilag a Bakonyvidék középtáj területén helyezkednek el (DÖVÉNYI 2010). A vizsgálatok Csatár-hegyen március 16-24 között 25 órán keresztül, Vörös-hegyen pedig március 9-23 között 9 órán keresztül zajlottak. Mivel minden gyűjtés a téli időszámításban történt, az időpontokat e szerint közöljük.

Kizárólag azokat a viráglátogató rovarokat gyűjtöttük be, melyek *P. grandis* virágokra szálltak le. Egyidőben 1–2 fő végezte a mintavételt. A megfigyelések alatt a területet folyamatosan pásztáztuk. A begyűjtéshez 30 cm átmérőjű, nyeles lepkefogó hálót használtunk, melyeknek anyagát a Diptera begyűjtésére alkalmas sűrű szövésű, de átlátszó tüll-anyagra cseréltük.

A rovarokat egyesével fogtuk meg, és óránként külön üvegekbe tettük határozás céljából. Így minden rovarot egyszeri viráglátogatóként számoltunk. A hatékony gyűjtés érdekében a begyűjtött rovarok között nem tettünk különbséget az alapján, hogy a virágon milyen viselkedést mutattak (párosodtak, pihentek stb.), és a virág mely részén helyezkedtek el, vagy mely részére szálltak le.

A határozás Tóth Sándor munkája. A fajok azonosítása MAJER (1977), MIHÁLYI (1975, 1979), TÓTH (1977) és WÉBER (1975) határozókönyvei alapján történt.

A dominancia értékével megkapjuk, hogy egy bizonyos faj hány százaléka az összes fajszámnak. A dominancia viszonyoknál SCHWERDTFEGER (1977) kategóriarendszerét használtuk (2.3.2. fejezet).

2.4.1.3. Eredmények

Vörös-hegyen 60 egyedet gyűjtöttünk, melyek 17 fajhoz (és 6 családhoz) tartoztak. Az egyedek 53,3%-a (32 db) volt hím, 46,7%-a (28 db) pedig nőstény (12–13. táblázat). Az egyedek óránkénti eloszlása 9–10 óráig volt a legkevesebb (5 egyed/h), illetve 11–12 óráig a legtöbb (18 egyed/h) (3. ábra).

12. táblázat: *Pulsatilla grandis* viráglátogató Diptera fajok csökkenő gyakorisági sorrendben (Vörös-hegy, 2019. év)

Fajnév	Család	Egyed-szám	Hím	Nőstény	Látogatások ideje (óra)
<i>Brachypalpus valgus</i> (Panzer, 1798)	Syrphidae	28	22	6	9–15
<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	6	2	4	11–13
<i>Pollenia rudis</i> (Fabricius, 1786)	Calliphoridae	4	1	3	9–10 és 11–14
<i>Brachypalpus laphriformis</i> (Fallén, 1816)	Syrphidae	4	2	2	10–11 és 12–13
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	3	3	0	10–11
<i>Pollenia vespilo</i> (Fabricius, 1786)	Calliphoridae	3	1	2	13–14

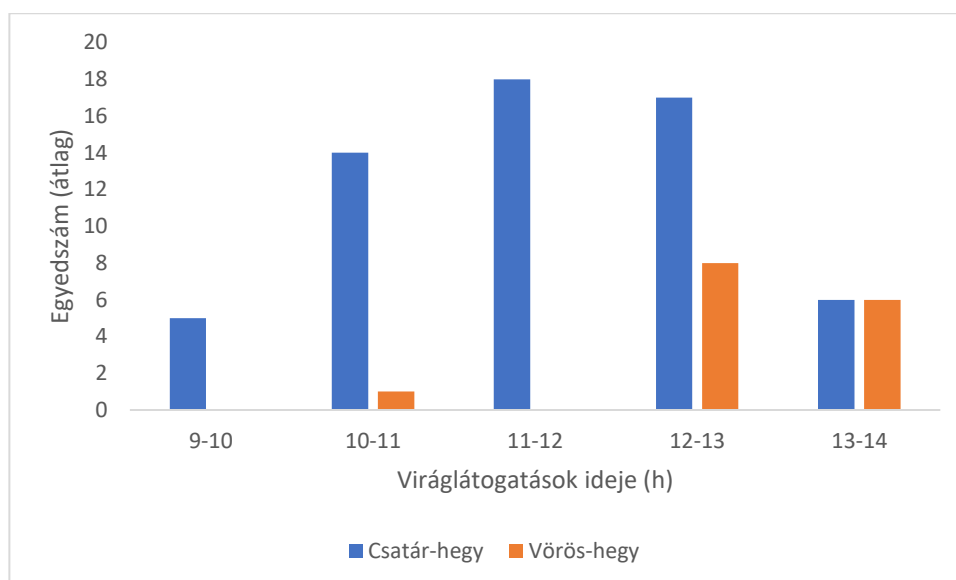
<i>Nemotelus pantherinus</i> (Linnaeus, 1758)	Stratiomyidae	2	1	1	12–13
Tachinidae sp. indet.	Tachinidae	2	0	2	12–13
<i>Chrysotoxum elegans</i> Loew, 1841	Syrphidae	1	0	1	12–13
<i>Eupeodes luniger</i> (Meigen, 1822)	Syrphidae	1	0	1	10–11
<i>Scaeva selenitica</i> (Meigen, 1822)	Syrphidae	1	0	1	14–15
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	1	0	1	12–13
<i>Blondelia nigripes</i> (Fallén, 1810)	Tachinidae	1	0	1	12–13
<i>Germaria ruficeps</i> (Fallén, 1820)	Tachinidae	1	0	1	12–13
Empis sp. indet.	Empididae	1	0	1	9–10
Muscidae sp. indet.	Muscidae	1	0	1	10–11
<i>Criorhina asilica</i> (Fallén, 1816)	Syrphidae	1	0	1	13–14
összesen		60 (17 faj)	32	28	9–15

Csatár-hegyen 15 egyedet gyűjtöttünk, melyek 6 fajhoz (és 3 családhoz) tartoztak. Az egyedek 40%-a (6 db) volt hím, 60%-a (9 db) pedig nőstény (14–15. táblázat). Az egyedek óránkénti eloszlása 11–12 óráig volt a legkevesebb (0 egyed/h), illetve 12–13 óráig a legtöbb (8 egyed/h) (3. ábra).

13. táblázat: *Pulsatilla grandis* viráglátogató Diptera családok csökkenő gyakorisági sorrendben (Vörös-hegy, 2019. év)

Család	Egyedszám	Hím	Nőstény
Syrphidae	46	29	17
Calliphoridae	7	2	5
Tachinidae	4	0	4
Stratiomyidae	2	1	1
Empididae	1	0	1
Muscidae	1	0	1
Összesen	60	32	28

A rang-abundancia ábrából (4. ábra) is látható, hogy Vörös-hegyen 2 (*Brachypalpus valgus* és *Eristalis tenax*), Csatár-hegyen pedig 3 (*Brachypalpus valgus*, *Pollenia rudis*, *Muscidae* sp.) eudomináns faj volt, a többi faj kisebb egyedszámmal képviselte magát.



3. ábra: *Pulsatilla grandis* viráglátogató Diptera fajok óránkénti átlagos eloszlása Csatár-hegyen és Vörös-hegyen (2019)

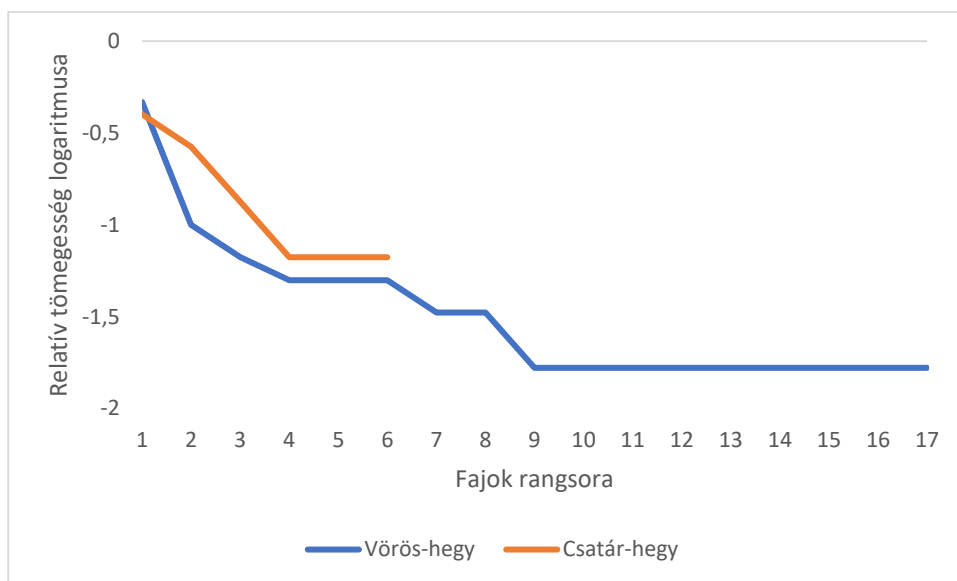
14. táblázat: *Pulsatilla grandis* viráglátogató Diptera fajok csökkenő gyakorisági sorrendben (Csatár-hegy, 2019. év)

Fajnév	Család	Egyedszám	Hím	Nőstény	Látogatások ideje (óra)
<i>Brachypalpus valgus</i> (Panzer, 1798)	Syrphidae	6	4	2	12–13
<i>Pollenia rudis</i> (Fabricius, 1786)	Calliphoridae	4	1	3	12–14
Muscidae sp. indet.	Muscidae	2	1	1	13–14
<i>Scaeva pyrastris</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	1		1	10–11
<i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830	Calliphoridae	1	0	1	13–14
<i>Pollenia vespilo</i> (Fabricius, 1786)	Calliphoridae	1	0	1	12–13
Összesen		15 (6 faj)	6	9	

15. táblázat: *Pulsatilla grandis* viráglátogató Diptera családok csökkenő gyakorisági sorrendben (Csatár-hegy, 2019. év)

Család	Egyedszám	Hím	Nőstény
Syrphidae	7	4	3
Calliphoridae	6	1	5
Muscidae	2	1	1
Összesen	15	6	9

A Vörös-hegyi görbe az elején meredekebb lefutású, mivel a rangsorban első helyen álló *Brachypalpus valgus* (46,7%) után a második faj (*Eristalis tenax*) csupán 10%-kal fordult elő. A görbe utolsó szakasza egyenletesen alacsony értéket mutat, mivel 9 fajból csupán 1-1 egyedét gyűjtöttünk. A Csatár-hegyi görbe első része enyhébb lefutású, mivel a rangsorban első helyen álló *Brachypalpus valgus* 40%-os értékét a *Pollenia rudis* 26,7%-os értéke követte (MÉSZÁROS és TÓTH 2020b).



4. ábra: *Pulsatilla grandis* viráglátogató Diptera fajok tömegességi sorrendje

2.4.1.4. Értékelés

Bár mindkét terület ÉK-i kitettségű, az óránként gyűjtött átlagos Diptera szám Vörös-hegyen 2,4, Csatár-hegyen pedig 1,7 egyed volt. Az egyedek óránkénti eloszlása mindkét területen a déli órákban volt a legintenzívebb, aztán csökkent a nap folyamán. Csatár-hegyen 11-12 óráig nem találtunk Diptera egyedeket. Ez némileg ellentmond FÖLDESI (2011) állításának, miszerint a zengőlegyek imágói kora hajnalban a leveleken tartózkodnak, napfelkelte után pár órával, a hőmérséklet emelkedésével válnak aktívabbá és a délelőtti órákban a legaktívabbak. A hímek és a nőstények eloszlása mindkét területen más képet mutatott (Vörös-hegyen hímekből, Csatár-hegyen pedig nőstényekből gyűjtöttünk többet), ebből arra lehet következtetni, hogy az egyedek ivarának megoszlása véletlenszerű.

Mindkét területen a *Brachypalpus valgus* fajból gyűjtöttünk a legtöbbet. A faj Magyarországon mérsékelt előfordulású, főleg erdős vidékeken fordul elő (TÓTH

2001). Ezt a tényt saját megfigyeléseink is alátámasztják, mivel mindkét vizsgálati terület mellett erdő található.

A Vörös-hegyen és a Csatár-hegyen is a zengőlegyek voltak többségben. Strzałkowska-ABRAMEK és mtsai. (2016a) megállapították, hogy a közeli rokon *P. vulgaris* virágonként átlagosan 185 portokkal rendelkezik, a pollenszemek ellipszoid-gömbszerűek, közepes nagyságúak, tengelyeik 33 és 35 µm. Ezek igazolják FÖLDESI (2011) állításait, miszerint a zengőlegyek a sok pollennel rendelkező virágokat látogatják, és a 100 µm-nél kisebb pollenszemeket szívják fel.

Bár kutatásunk Diptera gyűjtésekre irányult, kizárólag a Brachycera alrendbe tartozó egyedeket találtunk, Nematocera alrend képviselőivel nem találkoztunk.

Érdekeség, hogy TÓTH (1975) szerint a Katonalegyek (Stratiomyidae) imágói nedvesebb helyeken, mocsarak területén találhatóak, mi szárazgyepben gyűjtöttük azokat.

Minden általunk gyűjtött zengőlegyet gyűjtötték már a Bakony területéről (TÓTH 2001), de nem azonosítottak zengőlegyeket *P. grandis* virágokon, így a növényfaj esetében a bakonyi viráglátogatási adatokat 9 zengőlégy fajjal gazdagítottuk. A közeli rokon *P. nigricans* Störck-ön korábban Bakonyban azonosított *Platycheirus fulviventris* és *Rhingia campestris* zengőlegyekkel *P. grandis* virágokon nem találkoztunk.

A virág belsejében az aranysárga színű porzók (melyek a lepel feléig érnek) éles kontrasztot alkotnak a lepel színével és a porzók közepén található számos lilás bibeszállal. A rovarok tájékozódásában nagy szerepe van a színeknek. TÓTH (2011) a zengőlegyek begyűjtésénél említi a sárgatál csapdák jelentőségét, melyeket főleg késő ősztől kora tavaszig használtak. A *Pulsatilla* virágok morfológiai felépítése és ökológiai viselkedése is kedvez a viráglátogatóknak (ZIMMERMANN 1935). A nagy, feltűnő lila színű, harangalakú, aktinomorf, számos sárga porzóval rendelkező virágok felhívják a rovarok figyelmét (ESSL 2005, WALKER és PINCHES 2011).

A Diptera fajok kutatása során kapott eredményeink hozzájárulnak a *P. grandis* autökológiai adataihoz, illetve a kétszárnyúak viráglátogatási szokásaihoz nyújtanak újabb információkat.

2.4.2. A *P. grandis* generatív részeit látogató Thysanoptera fajok

2.4.2.1. Bevezetés

A *P. grandis* fajra irányuló autökölógiai megfigyelések, felvételezések során számos tripsz egyed is begyűjtésre került. Botanikai megismerésükön túl fontos lehet e növényeken jelentkező rovarok ismerete és a tápnövény-közösségben betöltött szerepük tisztázása. Faunaterületünkéről nem ismeretesek olyan szakirodalmi adatok, melyek a *P. grandis* fajhoz kapcsolható tripsz fajokat ismerteti.

2.4.2.2. Anyag és módszer

A megfigyelések Bakonykoppányban (1. táblázat), Balatonalmádiban (2.3.2. fejezet) és Csatár-hegyen (2.2.2. fejezet) történtek. A környezet élővilágot befolyásoló hatásának elemzéséhez fontos az az ismeret, mely szerint a megfigyelési helyek mindegyike lejtősztyep-rét (ÁNÉR 2011: H2) (BÖLÖNI et al. 2011). Csatár-hegyen és Balatonalmádiban végzett társulástani vizsgálataink kimutatták, hogy a vizsgált gyepek a *Chrysopogono-Caricetum humilis* Zólyomi (1950) 1958 társulásba sorolhatók. A balatonalmádi élőhelyen a *Bromus pannonicus* helyenkénti jelentős borítását az ÉK-i kitétség magyarázza. Ugyanitt a felvételek 80%-ában előforduló 1–3 fásszárú faj gyökérsarjai jelzik a karsztbokorerdő (*Cotino-Quercetum pubescentis*) felé mutató természetes szukcesszió irányát (MÉSZÁROS et al. 2018).

A gyűjtésekre 2017 és 2018 tavaszán, 12 alkalommal került sor. Alkalmanként 15–100 virág (majd terméscsoport) került átvizsgálásra (16. táblázat).

16. táblázat: Tripsz mintavételezések adatai *Pulsatilla grandis* virágokon és terméseken

Mintavételezés dátuma	Helyszín	Virág (aszmagcsoport) száma	Vizsgált generatív rész
2017.04.09.	Balatonalmádi	30	aszmagcsoport
2017.04.14.	Balatonalmádi	21	aszmagcsoport
2017.04.15.	Csatár-hegy	50	aszmagcsoport
2017.04.23.	Bakonykoppány	100	aszmagcsoport
2018.04.01.	Bakonykoppány	25	virág
2018.04.02.	Csatár-hegy	25	virág
2018.04.08.	Csatár-hegy	50	virág
2018.04.14.	Csatár-hegy	25	aszmagcsoport
2018.04.14.	Balatonalmádi	25	aszmagcsoport
2018.04.29.	Csatár-hegy	24	aszmagcsoport

2018.05.06.	Csatár-hegy	15	aszmagcsoport
2018.05.10.	Csatár-hegy	76	aszmagcsoport

A tripszek begyűjtésére az ún. „fehérlapos” módszerrel került sor, mely magános virágoknál (majd termésüknél) jól alkalmazható. A virág (termés) alá helyeztünk egy fehér kartonlapot, és a virág (termés) ütögetésének hatására a tripszek a kartonlapra hullottak. A fehér kartonlap feletti ütögetés során kihullott tripszek 80 % alkohol és pár csepp glicerin oldatába kerültek. A határozás Czencz Kornélia munkája. A tartós preparátum készítésénél Berlese beágyazó folyadékot használtunk. A fajhatározás SCHLIEPHAKE és KLIMT (1979) munkájának szisztematikai részét felhasználva, JENSER (1982) Tripszek –*Thysanoptera* faunafüzete alapján, továbbá Jenser Gábortól és Irene Zawirska lengyel thysanopterológustól kapott összehasonlítóanyag birtokában történt; 32-szeres, 100-szoros ill. 400-szoros nagyításon. A gyűjtött fajok bizonyító példányai Czencz Kornéliánál (Keszthely) kerültek elhelyezésre.

2.4.2.3. Eredmények

A vizsgálatok során összegyűlt anyagban 123 egyed (80 imágó és 43 lárva) képviselte a *Thysanoptera* rendet, melyek 13 fajból, 6 genuszból és 2 családból kerültek ki (17. táblázat). A 13 faj közül egyedszám tekintetében 49,6 %-os részesedéssel a *Thrips minutissimus*, 36,6 %-os részarányal a *Haplothrips acanthoscelis* emelkedett ki. Az alapadatok alapján készített összesítő táblázat (18. táblázat) a tripsz imágók és lárvák növényi részekén való megoszlását mutatja (CZENCZ és MÉSZÁROS 2019).

17. táblázat: *Pulsatilla grandis* virágokon és terméseken gyűjtött tripsz fajok (2017-2018)

Sorszám	Faj	Imágó	Lárva	Összesen
(Alrend: Terebrantia) (Család: Thripidae)				
1.	<i>Thrips minutissimus</i> Linnaeus, 1758	35	26 ♦	61
2.	<i>Thrips trehernei</i> Priesner, 1927	1	0	1
3.	<i>Thrips calcaratus</i> Uzel, 1895	1	0	1
4.	<i>Thrips tabaci</i> Lindeman, 1889	1	0	1
5.	<i>Thrips major</i> Uzel, 1895	1	0	1

6.	<i>Thrips linariae</i> Priesner, 1927	1	0	1
7.	<i>Thrips atratus</i> Haliday, 1836	2	0	2
8.	<i>Frankliniella pallida</i> Uzel, 1895	1	0	1
9.	<i>Frankliniella intonsa</i> Trybom, 1895	2	0	2
10.	<i>Chirothrips maniculatus</i> Haliday, 1836	2	0	2
11.	<i>Limothrips denticornis</i> Haliday, 1836	4	0	4
12.	<i>Odontothrips loti</i> Haliday, 1852	1	0	1
(Alrend: Tubulifera) (Család: Phlaeothripidae)				
13.	<i>Haplothrips acanthoscelis</i> Karny, 1909	28	17●	45
	Összesen:	80	43	123

◆ A világossárga lárvák KUCHARCZYK (2010) Thrips genuszra vonatkozó lárva- határozókönyve alapján *Thrips minutissimus* lárváknak bizonyultak

● A narancspiros Tubulifera típusú lárvák - megírt határozókönyv híján -*Haplothrips acanthoscelis* fajnak vélelmezhetőek

18. táblázat: *Pulsatilla grandis* egyedeken gyűjtött tripsz fajok eloszlása a növényi részekben (2017-2018)

<i>Pulsatilla grandis</i>			
virág		termés	
imágó	lárva	imágó	lárva
58	0	22	43

2.4.2.4. Értékelés

A polifág tripsz fajok (*Thrips tabaci* és *Thrips major*) megjelenése a fajgazdag környezeti növénytársulásban várható volt. Az oligofág „fűtripszek” (*Thrips minutissimus* és

Limothrips denticornis) számtalan szaporodásra alkalmas helyet találhattak a gyeptársulás *Festuca*, *Bromus*, *Koeleria* és *Stipa* fajain. A *Hoplothrips caespitis* fajt JENSER (1982) szintén Poaceae növényekről (*Calamagrostis*) gyűjtötte.

Az egész életüket a generatív részekben élökként ismert „viráglakó tripszek” közül számottevő egyedszámban megjelent *Haplothrips acanthoscelis* faj a palearktikum egész területén elterjedt. Svédországban OETTINGEN (1954), Észak-Kazahsztánban TANSKY (1961) vizsgálati helyeinkre is jellemző száraz, füves helyekről említi, gyakori fajként. Egyedeit Jenser (1982), SCHLIEPHAKE és KLIMT (1979) öt növény családba tartozó faj virágaiban találta meg, melyek között azonban a *Ranunculaceae* család fajai nem szerepeltek.

Mivel az általunk meghatározott tripszfajok között a *Tubulifera* alrend egyetlen családját (*Phlaeothripidae*) csupán a *Haplothrips acanthoscelis* faj képviselte, a

terméseken megjelenő „*Tubulifera* típusú” lárvák is csak ezen fajhoz tartozhattak, igazolva ezzel az adott növény tápnövény jellegét. Ez a megállapítás összecseng TERRY (1997) hasonló szituációban tett következtetésével.

A többi viráglakó tripsz pillangósokhoz (*Fabaceae*) köthető fajai (*Frankliniella pallida*, *Frankliniella intonsa*, *Odontothrips loti*) a környezeti társulás *Dorycnium*, *Medicago*, *Anthyllis* fajain, a korábban szegfűfélékről (*Caryophyllaceae*) és ajakosokról (*Lamiaceae*) gyűjtött *Thrips atratus* a társulás *Dianthus* és *Salvia* fajain is bizonyára jelen volt akár nagyobb egyedszámban is. Hasonlóan vélelmezhető a fészkesekről (*Asteraceae*) ismert *Thrips trehernei* fajról, hogy egyedei a környezet *Centaurea*, és *Inula* fajain is élhettek.

A *Thrips minutissimus* és a *Thrips calcaratus* fajok korábbi lelőhelyei fás szárú növények, lombhullató fák rügyei, levelei (JENSER 1982). Felvételezési helyeinken az erdős környezet, illetve a karsztbokorerdő jeleit mutató természetes szukcesszió fás szárú növényei (*Quercus*, *Fraxinus*, *Cotinus*, *Rosa*) biztosíthatták a két tripsz faj élőhelyét.

A legnagyobb egyedszámban jelentkező *Thrips minutissimus* egész Európában elterjedt faj. Egyedeit Erdélyben JENSER és mtsai. (2005) a *Rosaceae* családba tartozó fajokról, Horvátországban RASPUDIC és mtsai. (2009) az *Oleaceae* család képviselőiről gyűjtötték. Vizsgálatainknál a *P. grandis* egyedeken gyűjtött jelentős számú *T. minutissimus* imágó vélhetően mint tápanyagforrást látogatta meg a pollendús virágokat. A fajhoz tartozónak határozott lárvák viszont a helybeli szaporodást is igazolni látszanak.

A tripszek szempontjából fontos tényező, hogy a *P. grandis* fiatal levelei, a száruk és a szirmok fonáka lágy, selymes trichomákkal sűrűn fedett, ezek védelemként szolgálnak az extrém időjárási viszonyok ellen kora tavasszal, amikor a környező vegetáció még nyugalomban van (RANDIC et al. 2013). Bimbós állapotban a virágokat szinte teljes egészében erősen szőrözött fellevelek védik. Az erősen szőrözött szélső szirmok további szigetelőréteggént funkcionálnak, így védett üregek jönnek létre, melyek a virágban akár 9 °C-os hőmérsékletemelkedést is eredményezhetnek a külső hőmérséklethez képest. Mindaddig, amíg a megporzás nem történik meg, a virágszirmokat kedvezőtlen időjárás esetén ismét össze tudják zárni (SAUBERER és PANROK 2015). Fontos lehet továbbá, hogy a *P. grandis* virágszár végén magánosan ülő virágok lepelleveli élénk kék, liláskék színűek. A virág közepén a sárga porzósál-tömeg gyűrűjéből, a lepelhez hasonló színű bibeszálköteg emelkedik ki. Az aszmagok (belső egy kis embrióval) egy speciális, tollas bibeszállal rendelkeznek.

Mind az aszmagot, mind a függelékét selymes, ezüstös szőrök borítják (BOCHENKOVÁ 2017). Megállapítható, hogy a tripszek számára fontos taktilis ingerek, bűvőhelyek (LEWIS 1973) a „szőrbundás” *P. grandis* virágokon, később annak dúsán szőrözött aszmagjai között is adottak.

Egyéb rovarcsoportokhoz hasonlóan a tripszek, különösen a virágtripszek tájékozódásában nagy szerepe van a színeknek (WILDE 1962, KIRK 1984). A környezetszín, színes tálcspadák fogási eredményeit befolyásoló hatását CZENCZ (1987) vizsgálta tripszek esetében. A vizsgálat során olyan színpárokat is találtak, melyek egymás hatását erősítették pl. kék-sárga (dúsán virágzó maglucernásban sárga tál; esetünkben liláskék lepellelű *P. grandis* virágban sárga porzósál tömeg). A *P. grandis* virágok rovarvonzó színét WALKER és PINCHES (2011) is megfigyelte. Alátámasztani látszik az előzőket az a megfigyelés is, mely szerint a kékvirágú fokföldi ibolyát (sárga porzóval) a nyugati virágtripsz (*Frankliniella occidentalis*) erősebben károsítja, mint a fehér vagy rózsaszín virágúakat (MOFFITT 1964).

A tripszek vonzalma a virágorhoz ismert tény és könnyen megfigyelhető (MURAI ÉS ISHII 1982). A *P. grandis* nagy mennyiségű pollent szolgáltat. A tripszek mint szusztinens elemek is „számításba jöhetnek”, bár apró és kevésbé szőrözött testükön csak kevés virágport tudnak hordozni. VIEIRA (1960) babon megfigyelte, hogy a *Frankliniella occidentalis* imágók bebújva a bimbókba, még kinyílásuk előtt megtermékenyítették azokat, ez a „tevékenység” fokföldi ibolyán viszont súlyos esztétikai következménnyel jár.

A tripszekre irányuló kutatásaink során megállapítást nyert, hogy a *P. grandis* virágok és termések megfelelő életteret nyújtanak a Thysanoptera fajok számára. Bár nagyon csekély mértékben hozzájárulhatnak a megporzáshoz, a generatív részek szívogatásával inkább kárt okozhatnak.

3. Az *Adonis vernalis* autökológiai vizsgálata

A populációk állapota és csökkenő tendenciája alapján az *Adonis vernalis* veszélyeztetett fajnak minősül, és az elterjedési területének országaiban a legtöbb vörös könyv tartalmazza. Az IUCN vörös listáján sebezhetőnek értékelték (SCHNITTLER és GÜNTHER 1999). A CITES 2000. 04. 10-20 között tartott 11. konferenciáján (Gigiri, Kenya) a Németország által kidolgozott és Prop. 16.11 számon benyújtott javaslatot a résztvevők egyhangúlag elfogadták, s a faj a II. függelék (Appendix II) része lett (CITES 2000). Az IUCN vörös listáján sebezhetőnek (Vulnerable) értékelték.

Kora tavaszi, lágyszárú évelő. Pontuszi elem, fő elterjedési területe Közép-Európa keleti részétől – Kelet- és Délkelet-Európán és Nyugat-Szibérián át – Kelet-Szibériában a Jenyiszej régióig terjed (CITES 2000). Hazánkban az Északi- és Dunántúli-középhegységben gyakori, az Alföldön viszont ritka: a Duna–Tisza közén, a Tiszántúlon szórványos, a Tiszántúl déli és a Dunántúl délnyugati részén hiányzik (BOGNÁR 2014).

A faj a sztyepp flóra relikturna, mészkedvelő növénye; főleg szikla-, és lösz területeken, xerotherm gyepekben, bokorerdők, száraz tölgyesek szegélyein és tisztásain fordul elő. Élőhelyeit megtalálhatjuk nyílt, fényben gazdag erdőkben, illetve fenyő- és sztyepp erdőkben. Sivárabb homoki gyepekben és a mesterségesen telepített feketefenyvesekben is találkozhatunk vele. Zártabb, száraz erdőkben, árnyékosabb területeken ritkán virágzik. A nyári meleg, napos, vagy legfeljebb félárnyékos helyeket kedveli, ahol a talaj könnyen felmelegszik, és lehetővé teszi a növény kora tavaszi fejlődését. Állományait rendszeren morzsalékos, de megfelelő nedvességű talajokon, elsősorban meszes csernozjomon vagy lösz talajon találjuk (CITES 2000, GOSTIN 2011, BOGNÁR 2014, POLUYANOVA-LYUBARSKII 2008).

Phalanx típusú, csoportos klonális növekedés jellemzi (LOVETDOUST 1981, CHMURA et al. 2012). Az egyedek kora tavasszal megkezdik növekedésüket (GOSTIN 2011). A virágzás kezdetekor, márciusban megjelenő bimbók kedvező időjárási feltételek hatására kinyílnak (MÁTHÉ 1977, BOGNÁR 2014). A bimbók nyílása folyamatos, így a növény májusig virágzik.

Gyökérrendszere rövid, idősebb egyedeknél megvastagodott barnás-fekete rizómából, és rajta számos sötétbarna mellékgyökérből áll. A rizómán számos rügy található, melyek elsődleges föld feletti hajtássá fejlődnek (JANKOWSKA-BLASZCZUK 1988). Kétivarú virágai tipikus rovarmegporzású növény tulajdonságokkal

rendelkeznek: a virágok csésze alakúak, aktinomorfok, világos színűek (DENISOW et al. 2014a). A magányos, végálló virágok (2–3)4-8 cm átmérőjűek. Az 5–6 csészelevelével zöldesbarna, szőrökkel fedett, és ovális lándzsa alakú. A 8–12(–20) keskeny ép, vagy fogazott szélű szíromlevel sárga, fényes, keskeny ovális, és hosszuk mintegy kétszerese a csészelevelek hosszának. A virágban sok termő és porzó van; minden virágalkotó szabadon áll (GOSTIN 2009, BOGNÁR 2014). Az apokarp termőtáj 32–86 különálló termővel rendelkezik, amelyek mindegyike egyetlen magkezdeményt tartalmaz (DENISOW et al. 2014a). A porzók spirálisan rendeződnek el a virág alján; a portokok érése fokozatos. A virág nektáriumot nem tartalmaz (GOSTIN 2009).

A magkezdemények egymagvú, kampós csúccsal rendelkező, hálós-ráncos, finoman szőrös aszmagokká fejlődnek, melyek spirálisan rendeződnek el a központi tengely mentén (JANKOWSKA-BLASZCZUK 1988, CITES 2000, BOGNÁR 2014, DENISOW et al. 2014a). A felálló gömbölyű, vagy tojásdad aszmag terméscsoport sokáig zöld marad, teljes éréskor megbarnul és szétesik (BOGNÁR 2014). A termések június - júliusban érnek be, és közel az anyanövényhez esnek le, vagy hangyák által terjednek (FORYCKA et al. 2004, JANKOWSKA-BLASZCZUK 1988). Kora ősszel a növény föld feletti szervei elhalnak (JANKOWSKA-BLASZCZUK 1988).

Az *A. vernalis* vegetatív szaporodása kulcsfontosságú stratégia az egyedek közösségen belüli fenntartására (DENISOW et al. 2014a). A rizóma új hajtásokat hoz létre minden évben. A rizóma elágazik, ami lehetővé teszi, hogy a növény több hajtást hozzon. Ez nagy és idős növénycsoportokat eredményez. A rizóma növekedése nem korlátlan, a disztális végén elhal, és a proximális részen folytatja a növekedést (CITES 2000). Generatív szaporodásra nem kerül sor minden évben: eredményes reprodukció csak akkor történik, ha bőven van mag, és az időjárás július-augusztusban esős, hűvös, amely lehetővé teszi a magok érés utáni azonnali csírázását (CITES 2000).

A faj kora tavaszi virágzása a rovarok szempontjából is értékes tulajdonság, a korai pollen különösen a méhalkatú rovaroknak jelent táplálékot. A méhészeti szakirodalomban az *A. vernalis* jelentős pollen hozamú fajként szerepel (DENISOW és WRZESIEŃ 2006). A virágok a napfényre nyílnak, és a különböző rovarokat selymesen csillogó szirmaikkal vonzzák (CITES 2000). A növényeket pollen gyűjtő méhek, virággal táplálkozó legyek és bogarak porozzák. DENISOW és mtsai. (2014a) vizsgálatai kimutatták, hogy a pollen vektorok feltétlenül szükségesek a hatékony beporzáshoz.

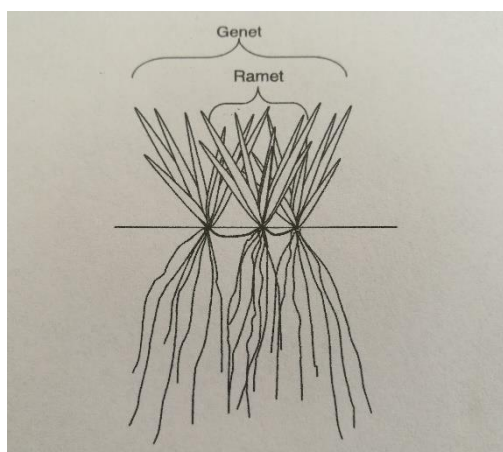
A mezőgazdaság terjeszkedése, a legeltetés visszaszorulása vagy éppen a túllegeltetés, az erdőtelepítések, a természetes szukcesszió, a tövek kiásása, a növény

egészének drogként való felhasználása mind-mind fenyegető tényezőt jelentenek (CITES 2000, FORYCKA et al. 2004, ŁUSZCZYŃSKI és ŁUSZCZYŃSKA 2009) a faj számára.

3.1. Az *Adonis vernalis* vegetatív és generatív hajtásainak vizsgálata

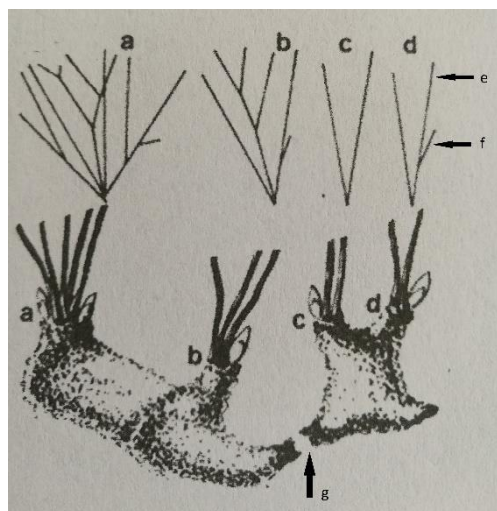
3.1.1. Bevezetés

Az *A. vernalis* rizómával rendelkező évelő. Phalanx típusú, csoportos klonális növekedés jellemzi (CHMURA et al. 2012, LOVETT-DOUST 1981), melynek sematikus rajza az 5. ábrán látható.



5. ábra: A rametek geneten belüli elhelyezkedése a phalanx növekedési típusú növényeknél (BOOTH et al. 2003)

A klonális növények populáción belüli térbeli szerveződésének legnagyobb egysége a genet (jelen értekezésben csoportoknak hívom őket), mely egyetlen zigótából alakul ki (HARPER 1977). A genetikai értelemben vett egyed (genet) több rametből áll (OBORNY 2010). Ahogy a rizóma növekszik, a középső része előrepszik, és elhal. Ez a folyamat a többéves, kifejlődött rizómák két (majd több) részre való szétválásához vezet, amelyek később egymástól függetlenül nőnek. Így egyetlen genet több, egymástól fiziológiailag elkülönülő részből állhat (JANKOWSKA-BŁASZCZUK 1988). Az egyes rametek (melyek a rizóma egyes földalatti rügyeiből fejlődnek) modulokból épülnek fel (6. ábra). A modulokon első-és másodrendű hajtások találhatóak.



6. ábra: Egy *Adonis vernalis* genet felépítése: a, b, c, d: rametek; e: elsőrendű hajtás; f: másodrendű hajtás;

e + f = modul; g: a rizóma szétválásának helye (JANKOWSKA-BŁASZCZUK 1988 után módosítva)

Az *A. vernalis* esetében a rametek szorosan összetömörülnek a genetben (klónokon) belül (JANKOWSKA-BŁASZCZUK 1991). Ez a növekedési forma lehetővé teszi a növények számára, hogy jobban hasznosítsák a tápanyaggazdag foltokat (CHMURA et al. 2012). A nagy, idős növénycsoportoknak több tucat első és másodrendű hajtása van, melyek egy genetbe tartozó, impozáns csoportokat alkotnak (CITES 2000, FORYCKA et al. 2004). Fejlődésük több fázisból áll; a juvenilis és virgin (első virágzásra képes) egyedek számának növekedésével a csoport területe is növekszik. Az egyedek a harmadik vagy negyedik életévük után hoznak virágot. A növény reprodukív potenciálja kapcsolatban van a populáció korszerkezetével (DENISOW et al. 2014a).

Egy genet 1-től számos rametből és modulból állhat. A többéves modulok elsőrendű hajtásai virágban végződnek, a másodrendű hajtások vagy vegetatívák, vagy generatívák. (MÁTHÉ 1977, CITES 2000, DENISOW et al. 2014a). Az első bimbók kedvező időjárási feltételek esetén már március végén kinyílnak. A kinyílt virágokkal együtt tovább folytatódik a hajtások hosszanti növekedése, ezzel egyidőben a másodrendű hajtások kifejlődése és növekedése is végbemegy. Először mindig az elsőrendű hajtások végálló virágai nyílnak ki, ezt követi később a másodrendű hajtásokon levő bimbók kinyílása (nem minden másodrendű hajtás hoz virágot). Így az elsőrendű hajtások virágainak elvirágzása egybeesik a másodrendűek virágzásával.

Egyazon időpontban tehát bimbó, virág és termés együttesen megtalálható a növényen (MÁTHÉ 1977).

A klonális fajok esetében a vegetatív szaporodás kulcsfontosságú stratégia az egyedek közösségen belüli fenntartására (DENISOW et al. 2014a). A vegetatív és a generatív hajtások aránya *A. vernalis* esetében is jellemző lehet az adott termőhelyre és populációra (MÁTHÉ 1977).

Vizsgálatainkban arra kerestünk választ, hogy az *A. vernalis* vegetatív és generatív hajtásainak arányát miként befolyásolja a termőhely, illetve a növénynek az életközösségben kialakult sűrűsége.

3.1.2. Anyag és módszer

2017. április végén négy lejtőszyepp területen végeztünk hajtásszámlálást az *A. vernalis* vegetatív és generatív hajtásainak felmérése érdekében: Csajágon, Szentkirályszabadján, a Veszprém melletti Csatár-hegyen és Veszprém-Kádártán (19.táblázat, 7-9. ábra).

19. táblázat: *Adonis vernalis* mintaterületek jellemzése (BALOGH et al. 2000, DÖVÉNYI 2010, BÖLÖNI et al. 2011, KERESZTES 2016)

Település	Kistáj	Helyszín	Dátum	GPS-N	GPS-E	Populáció tőszáma	ÁNÉR
Csajág	Sárréti	temető	2017.04.22.	47,0473	18,1806	200-300	H5a
Szentkirályszabadja	Balaton-felvidék és kismedencéi	Pósádombi murvabányától Ny-ra 1000 m	2017.04.23.	47,0357	17,9502	kb. 1000	H2
Veszprém Csatár-hegy	Veszprém-Nagyvázsonyi medence	Csatári-legelő	2017.04.29.	47,1018	17,8536	20.000-30.000	H2
Veszprém-Kádárta	Veszprém-Nagyvázsonyi medence	Ráchalála	2017.04.30.	47,1081	17,9569	kb. 100	H2

Az ÁNÉR kódok magyarázata:

H5a – „Kötött talajú sztyeprétek (löss, agyag, nem köves lejtőhordalék, tufák). Elsősorban az alföldi és hegylábi lösz, valamint a homokot kivéve minden nem kemény alapközetten kialakult, humuszban általában gazdag talajokon élő zárt szárazgyepek. Domináns fűfajuk legtöbbször a *Festuca rupicola*, gyakran a *Bromus*

inermis, *Agropyron intermedium* (*Elymus hispidus*), *Stipa*-fajok és a *Bothriochloa ischaemum*.” (BÖLÖNI et al. 2011)

H2 – „Felnyíló, mészkedvelő lejtő és törmelékgyepek: dolomit vagy nem karrosodó mészkő alapkőzeten előforduló délies kitettséggű, változó mértékben záródó szárazgyepek....Állományaikat sziklai- és sztyepfajok együttes dominanciája jellemzi....Talajuk törmelékkel kevert váztaaj vagy rendzina, gyakran a korábbi löszréteg maradványaival. Jelentős az erózió és a felhalmozódás szerepe, ami a sziklagyep és sztyep jellegű foltok átrendeződését eredményezi..... A fajkészlet erősen szárazságtűrő fajokból tevődik össze, a sztyepfoltokban megjelenhet néhány xeromezofil faj. A gyepek záródása egy állományon belül is változó. A kettős jelleg jelentősen gazdagítja a fajkészletet.” (BÖLÖNI et al. 2011)



7. ábra: A vizsgált *Adonis vernalis* populáció Szentkirályszabadján (2017)
saját fotó

A szentkirályszabadjai területen több mint 20 éve legeltetés folyik (Szili Gyula pásztor, ex verb.). Jelenleg kb. 600 birkával legeltetnek, az általunk vizsgált árnyas, erdei övezetben az állatok delelő- ill. pihenőhelye található. A terület az állatok taposása miatt erősen degradálódott volt. A talajfelszínt birka ürülék borította.

Mind a négy területen 100 db *A. vernalis* csoportot (genetet) tanulmányoztunk egy transzekt mentén; megszámloltuk és feljegyeztük a csoportokban található vegetatív és generatív hajtások számát. A csoportot JANKOWSKA-BŁASZCZUK (1995)

szerint értelmeztük; egy térben megkülönböztethető rametcsoport (genet), amely különböző számú modult tartalmaz (DENISOW et al. 2014a).



8. ábra: A vizsgált *Adonis vernalis* populáció Veszprém, Csatár-hegyen (2017)
saját fotó



9. ábra: A vizsgált *Adonis vernalis* populáció Veszprém-Kádártán (2017)
saját fotó

Az egyes hajtásokon lévő első- és másodrendű hajtásokat egyenértékűnek számoltuk, a két hajtástípus között nem tettünk különbséget, és a továbbiakban mindkét hajtástípust „hajtás”-ként említjük. Mivel megfigyelésünk időpontjában bimbóval, virággal és terméssel rendelkező hajtások egyaránt előfordultak a növényeken, így a generatív hajtások száma mindhárom virágzásfenológiai típust tartalmazta.

A területek generativitásának kifejezésére a MÁTHÉ (1977) által kidolgozott generativitás-indexet (G-index) használtuk. Mivel a különböző termőhelyeken található növények vegetatív és generatív hajtásainak aránya eltérő, a G-index használatával számszerű értéket kap a növény reprodukтивitásának foka.

$$G = \frac{b + v + t}{\text{vegetatív hajtás}}$$

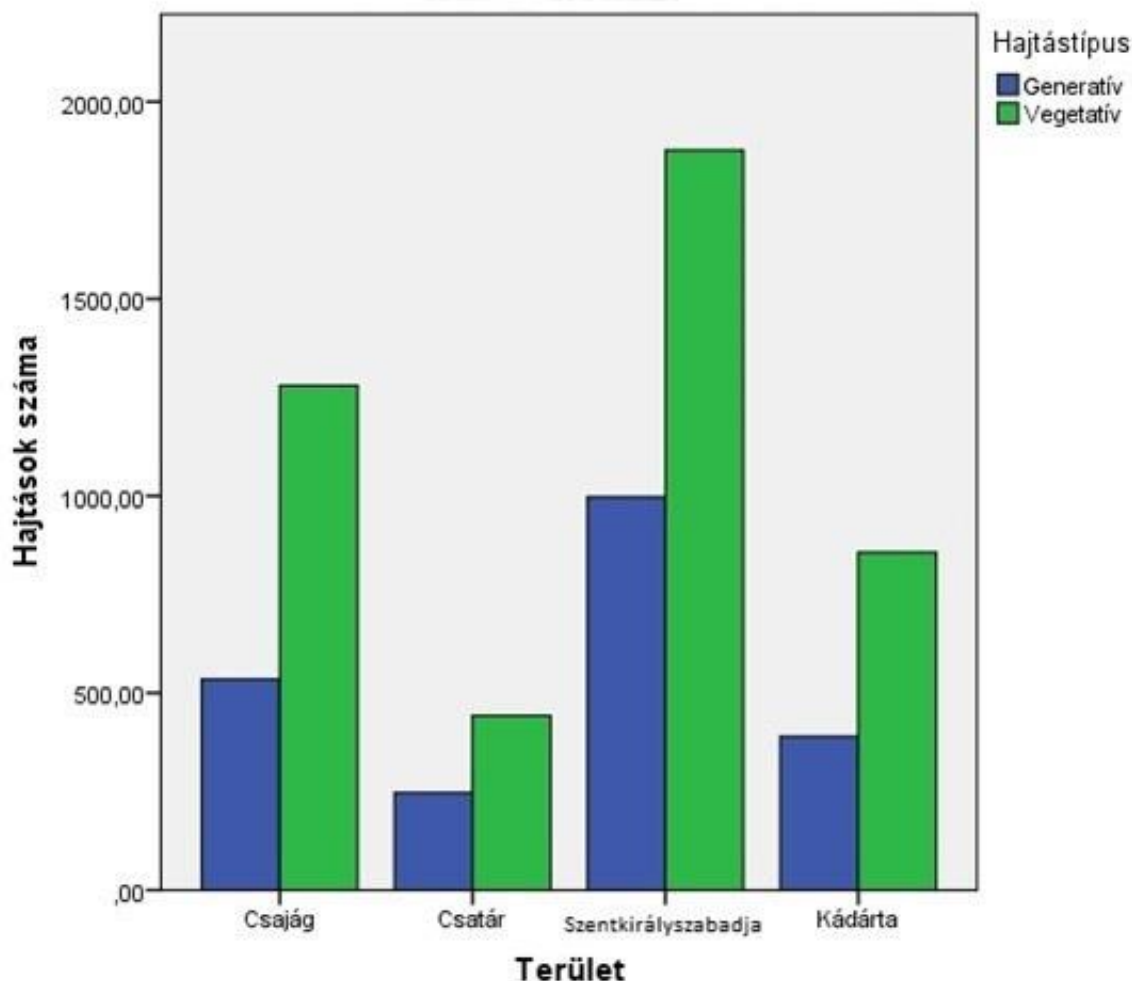
ahol b= bimbós hajtás, v= virágos hajtás, t= természetes hajtás

A négyzetméterenkénti növénycsoportok számát becsléssel állapítottuk meg, a teljes populáció által elfoglalt terület és a csoportok számának függvényében (20. táblázat).

Az adatok kiértékelése SPSS statisztikai csomaggal történt. Minden egyes statisztikai elemzésnél páronkénti összehasonlítást alkalmaztunk. Az átlagokat szórásanalízissel hasonlítottuk össze, és a Post Hoc tesztek közül a Tukey HSD tesztet használtuk. A G-index kiszámításánál meghatároztuk minden egyes csoport G-indexét, majd a G-index értékek átlagát vettük, így megkaptuk az adott területen számolt 100 csoport G-index átlagát.

3.1.3. Eredmények

Az összes hajtásszámot (mind a 4 mintaterületet) tekintve a vegetatív hajtások (67,27 %) jóval nagyobb arányban fordultak elő, mint a generatívok (32,73 %). A mintaterületek összes vegetatív és generatív hajtás számában jelentős különbségek voltak, mely a 10. ábrán látható. A legkevesebb vegetatív (443 db) és generatív hajtást (247 db) Csatáron, a legtöbbet (1877 db vegetatív és 997 db generatív) Szentkirályszabadján tartalmazta a megvizsgált 100 tő.

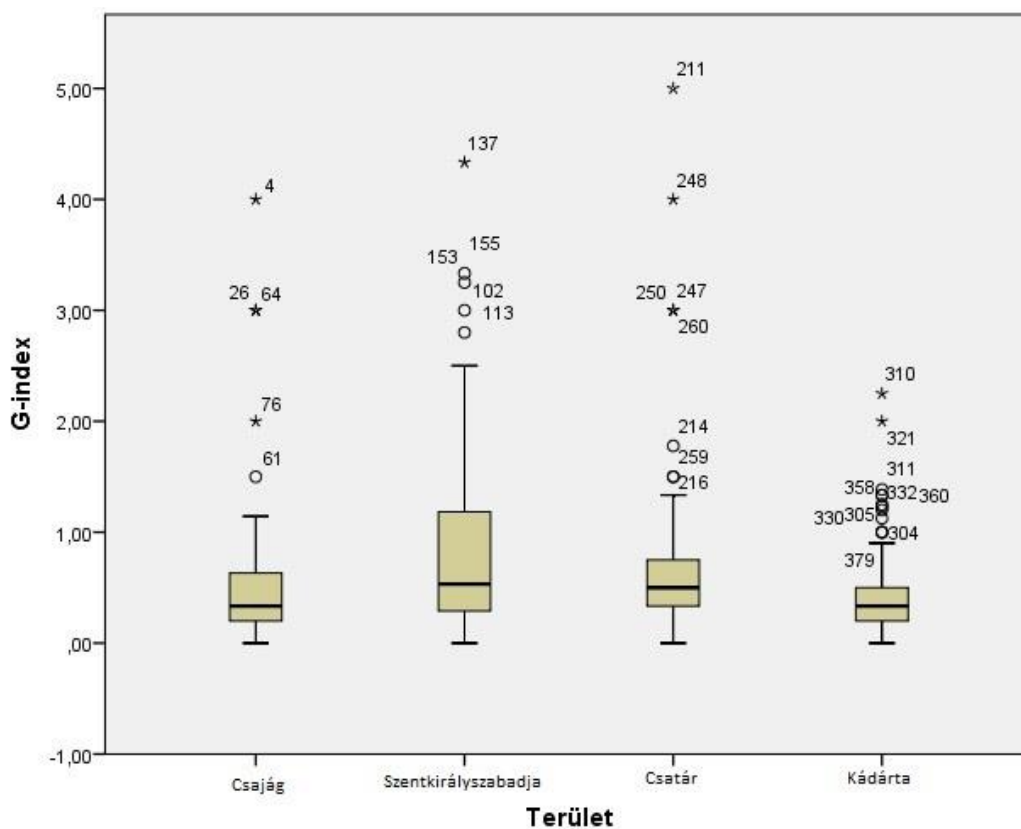


10. ábra: *Adonis vernalis* vegetatív és generatív hajtásainak megoszlása populációnként 100 fő vizsgálata esetén

A csoportonkénti vegetatív és generatív hajtások átlagos száma között mindkét hajtástípus esetében szignifikáns különbség volt lelőhelyenként ($p < 0,000$). A vizsgált területek 3 csoportba voltak sorolhatók, az elsőbe Szentkirályszabadja (vegetatív hajtásszámok átlaga: 18,77, a generatívoké 9,97), a másodikba Csajág (vegetatív hajtásszámok átlaga: 12,8, a generatívoké 5,35) és Veszprém-Kádárta (vegetatív hajtásszámok átlaga: 8,57, a generatívoké 3,90) tartozott, de az utóbbi nem különbözött a 3. csoporttól sem, ahova Veszprém Csatár-hegy (vegetatív hajtásszámok átlaga: 4,47, a generatívoké 2,49) tartozott (20. táblázat).

A generativitás-indexek átlagértékei szintén szignifikánsan különböztek ($p = 0,019$). A területek 2 csoportba voltak sorolhatók, az egyikbe Szentkirályszabadja (G-index átlaga: 0,99), a másikba Csajág (G-index átlaga: 0,53) tartozott. Kádárta (G-index átlaga: 0,61) és Csatár (G-index átlaga: 0,70) besorolása bizonytalan volt, mert

a G-index átlagértékei egyik csoporttól sem különböztek szignifikánsan, így bármelyik csoportba sorolhatók voltak (11. ábra). A populációk átlagos G-index értéke $0,77 \pm 1,14$ SD volt.



11. ábra: *Adonis vernalis* G-index értékei populációnként

A legtöbb vegetatív hajtást (112) tartalmazó csoportot Szentkirályszabadján, a legtöbb generatív hajtást (53) tartalmazót pedig Csajágon találtuk. A legkisebb növénycsoport 1 (Veszprém, Csatár-hegy), a legnagyobb pedig 140 (Szentkirályszabadja) hajtásból állt.

A négyzetméterenkénti generatív hajtások száma Veszprém Csatár-hegyen volt a legmagasabb (3,08), Veszprém-Kádártán pedig a legalacsonyabb (0,78), ahol a virágzási abundancia csupán negyede volt a Veszprém Csatár-hegyi területnek (MÉSZÁROS 2017).

20. táblázat: *Adonis vernalis* L. csoportok területenkénti sűrűsége, a csoportonkénti vegetatív és generatív hajtásszámok átlagával

Terület megnevezése	Növény-csoportok száma db /m ²	Csoportonkénti vegetatív hajtásszám átlaga db	Szórás (±)	Csoportonkénti generatív hajtásszám átlaga db	Szórás (±)
Szentkirályszabadja	0,16	18,77 ^a	22,39	9,97 ^a	8,22
Csajág	0,31	12,80 ^b	14,96	5,35 ^b	8,07
Veszprém-Kádárta	0,2	8,57 ^{b,c}	9,35	3,90 ^{b,c}	5,29
Veszprém Csatár-hegy	1,25	4,47 ^c	3,14	2,49 ^c	2,06

a, b, c: a statisztikai elemzés során kapott csoportosítás betűkkel kifejezve

3.1.4. Értékelés

A populációk átlagos G-index értéke 0,77 volt, mely a MÁTHÉ (1977) által 1975-ben vizsgált 24 magyarországi populáció G-index értékéhez (0,535) képest magasabb.

A növénytűrségi adatokat összevetve a csoportonkénti vegetatív és generatív hajtások átlag számával jól látható, hogy az 1 négyzetméteren tapasztalt csoportszám negatívan korrelál a csoportonkénti vegetatív és generatív hajtásátlagokkal. Megjegyzendő, hogy a Tukey-teszt eredménye az átlag hajtásszámok tekintetében olyan csoportosításokat eredményezett, ami a területenkénti növénytűrséggel szoros összefüggést sejtetett. Ez a negatív korreláció a kevés számú (négy) terület miatt statisztikailag nem volt igazolható. Az, hogy a m²-enkénti csoportszám negatívan korrelált a csoportonkénti vegetatív és generatív hajtásátlagokkal, összhangban van CHMURA és mtsai. (2012) megfigyeléseivel, miszerint egységnyi területen a csoportok számának növekedésével a hajtástípusok csoportonkénti átlagos száma csökken.

Mind az összes, mind a csoportonkénti hajtásszámok (vegetatív és generatív) tekintetében kiemelkedett a szentkirályszabadjai terület. Saját megfigyeléseink is igazolják, hogy az *A. vernalis* egyedeket – mérgező volta miatt – a legelő állatok kikerülik, a környező fajokat viszont legelésükkel visszaszorítják. A terület erősen degradálódott, az *A. vernalis* egyedeken kívül más védett vagy ritka növényfaj nem fordult elő. A birka ürülék miatt a talaj szervesanyag tartalma megnövekszik, ami tápanyagként szolgálhat a faj számára. Valószínűsíthető, hogy a szelektív előnyhözjutás is segíti az *A. vernalis* egyedeket a kiemelkedő fejlődésben. Feltételezhető, hogy a faj nemcsak jól tűri, de előnyben is részesíti a legelt területeket.

A szentkirályszabadjai területet mind az összes, mind a csoportonkénti hajtásszámok (vegetatív és generatív) tekintetében a csajági terület követte. Itt a populáció löszgyepben található, melynél a talaj tápanyagtartalma magasabb, mint a másik három terület esetében, melyeknél a faj lejtősztyeppben fordul elő.

Vizsgálataink alapján az *A. vernalis* populációk jellemzésénél fontos tényező az egyes csoportok hajtásszáma és a generativitás-index értéke. Az *A. vernalis* különböző lelőhelyei esetében jelentős különbségeket találtunk a hajtástípusok populáción és növénycsoportokon belüli arányában. Ez a változékonyság arra enged következtetni, hogy az *A. vernalis* a különböző termőhelyekhez a vegetatív és generatív hajtások arányának megválasztásával (is) alkalmazkodik.

3.2. Az *Adonis vernalis* aszmagok számának és méretének vizsgálata

3.2.1. Bevezetés

A generatív szaporodás a genetikai változatosság fenntartásához is szükséges. (CHARLESWORTH és CHARLESWORTH 1987). Emiatt fontosak a termésképzéssel kapcsolatos információk. A termésképzés egyrészt bizonyos abiotikus erőforrások rendelkezésre állásától (pl. tápanyagok, víz, fény) (BAWA 1980, LEE és BAZZAZ 1982), másrészt a megporzás sikerességétől függ (BIERZYCHUDEK 1981).

Az *A. vernalis* magkezdeményei egymagvú, kampós csúccsal rendelkező hálós-ráncos, finoman szőrös aszmagokká fejlődnek, melyek spirálisan rendeződnek el a központi tengely mentén (JANKOWSKA-BLASZCZUK 1988, CITES 2000, BOGNÁR 2014, DENISOW et al. 2014a). A felálló gömbölyű, vagy tojásdad aszmag terméscsoport sokáig zöld marad, teljes éréskor megbarnul és szétesik (BOGNÁR 2014). BROUWER és STÄHLIN (1955) szerint az *A. vernalis* termése 4–5 mm hosszú, és 2,5–3 mm széles.

Jelen tanulmány célja annak felderítése volt, hogy az *A. vernalis* aszmagok számát és méretét milyen mértékben befolyásolja a lelőhely, illetve az egyedeken lévő virágzati szárok száma. Arra is választ kerestünk, hogy a virágzati szárok hossza függ-e az egyedeken lévő virágzati szárok számától.

3.2.2. Anyag és módszer

A megfigyeléseket 2016 májusában végeztük 161 aszmagcsoporton a Veszprém melletti Csatár-hegyen (21. táblázat). Megmértük a virágzati szárak magasságát a talajfelszíntől a terméscsoport alapi részéig, és megszámláltuk aszmagcsoportonként a teljesen kifejlett és a fejletlen aszmagokat. Az aszmagok életképességének igazolására további (pl. mikroszkopikus) vizsgálat nem történt, de feltételezhető, hogy a teljesen kifejlett aszmagok életképesek, a fejletlenek pedig léhák, így jelen értekezésben a továbbiakban az „életképes” és a „léha” kifejezéseket használjuk. Az életképes aszmagokat könnyen meg lehetett különböztetni a léháktól, utóbbiak szemmel láthatóan jóval kisebbek és könnyebbek. Minden terméscsoportból véletlenszerűen kiválasztva megmértünk 5 életképes és 5 léha aszmag hosszát és szélességét. Minden egyes vizsgált terméscsoportnál feljegyeztük, hogy az hány virágot hozó egyedről származott.

KERESZTES (2016) 2015-ben 7 mintavételi helyen végzett hasonló vizsgálatokat *A. vernalis* aszmagokon, az életképes és a léha aszmagokat 6 területen (Koldus-telek [Berhida], Csatár-hegy [Veszprém], Temető [Csajág], Kesellő [Gyenesdiás], Gyötrös [Cserszegtomaj] és Csókakő [Keszthely]) számlálta. Az életképes aszmagok hosszát és szélességét is mérte ezeken a helyeken és a Hajagos-hegyen (Tótvázsony) (20. táblázat). Az életképesség megítélése itt is szemrevételezéssel történt, további vizsgálat nem követte. A mérések esetében a berhidai és csajági területek aszmagjait összekeverte, és így dokumentálta. Az adatsorokat rendelkezésünkre bocsátotta, melyeket jelen elemzésben felhasználtunk.

Az átlagokat szórásanalízissel (One-Way ANOVA) hasonlítottuk össze, és a Post Hoc tesztek közül a Tukey HSD-t használtuk. Az adatok kiértékelése SPSS statisztikai csomaggal történt. Amennyiben a statisztikai programcsomag által számított szignifikancia (p érték) 0,05-nál kisebb volt, a különbséget szignifikánsként értelmeztük.

21. táblázat: Az *Adonis vernalis* lelőhelyek jellemzői (KERESZTES 2016)

Település	Kistáj	Helyszín	Dátum	GPS-N	GPS-E	Becsült tőszám	Élőhely-típus
Berhida	Sárrét	Koldus-telek Bika-rét	2015.05.05.	47,0992	18,1524	100	lőszgyep
Csajág	Sárrét	temető	2015.05.05.	47,0473	18,1806	100	lőszgyep

Veszprém	Veszprém-Nagyvázsonyi medence	Csatár-hegy	2015.05.05. 2016.05.30.	47,10713	17,8467	500-1000	lejtő-sztyepp
Tótvázsony	Veszprém-Nagyvázsonyi medence	Hajagos-hegy	2015.05.05.	46,99042	17,8151	500-1000	lejtő-sztyepp
Gyenesdiás	Keszthelyi-fennsík	Kesellő	2015.05.18.	46,76972	17,3019	25	lejtő-sztyepp
Cserszeg-tomaj	Keszthelyi-fennsík	Gyötrös	2015.05.18.	46,79782	17,2528	32	lejtő-sztyepp
Keszthely	Keszthelyi-fennsík	Csókakő	2015.05.19.	46,81733	17,2377	15	sziklagyep

3.2.3. Eredmények

A vizsgált területeken mért adatokat összesítve a 21. táblázat tartalmazza.

22. táblázat: *Adonis vernalis* szárának és aszmagjainak adatai

	Mintaelemszám	Min.	Max.	Átlag	Adatok forrása
életképes aszmagok (db)	280	7	101	44,51	K+M
léha aszmagok (db)	280	0	75	26,88	K+M
aszmag szám (db)	280	19	131	71,40	K+M
életképes aszmag hossz (mm)	281	3,3	5,64	4,46	K+M
életképes aszmag szélesség (mm)	281	1,9	3,7	2,74	K+M
léha aszmag hossz (mm)	966	2,1	3,9	2,82	M
léha aszmag szélesség (mm)	966	1,04	2,48	1,67	M
szár hossza (cm)	161	7,8	36,6	21,35	M

K: KERESZTES, M: MÉSZÁROS

A Csatár-hegyen 2016-ban végzett vizsgálatunk adatait összehasonlítottuk KERESZTES (2016) 2015-ös adataival, egyik változóban sem volt szignifikáns különbség, ezért KERESZTES (2016) és saját adatainkat összevontuk, és megvizsgáltuk az egyes területektől való függést.

A szórásanalízis eredménye szerint az aszmagok (életképes+léha) átlagos száma területenként szignifikánsan különbözött ($p < 0,000$). A Post Hoc teszt szerint a területek három csoportba sorolhatók, melyekben az átlagos értékek nem különböznek szignifikánsan. A csoportok között nagy az átfedés, enyhe átmenet mutatható ki a területek között. A szélsőségek közötti (Keszthely, Veszprém és Berhida) különbségek nyilvánvalók, melyek között vannak hasonló átlaggal rendelkező területek. Az életképes és a léha aszmagok átlagos száma között szintén szignifikáns különbség mutatható ki (23. táblázat).

23. táblázat: *Adonis vernalis* aszmagszámok a Tukey HSD teszt eredményével

Terület	Mintaelemszám	Aszmag-szám	Életképes aszmagok száma	Léha aszmagok száma	Életképes/összes aszmag arány (%)	Adatok forrása
Berhida	35	76,34 ^c	60,89 ^c	15,46 ^a	80,37 ^c	K
Csajág	6	67,17 ^{b,c}	53,67 ^{b,c}	13,50 ^a	74,69 ^{b,c}	K
Veszprém	183	75,60 ^c	43,60 ^{b,c}	32,00 ^b	57,28 ^{a,b}	K+M
Gyenesdiás	29	58,31 ^{a,b,c}	35,93 ^{a,b}	22,38 ^{a,b}	61,29 ^{a,b}	K
Cserszegtomaj	22	52,77 ^{a,b}	39,78 ^{a,b}	13,00 ^a	74,85 ^{b,c}	K
Keszthely	5	45,80 ^a	23,00 ^a	22,80 ^{a,b}	49,46 ^a	K

K: KERESZTES, M: MÉSZÁROS

a, b, c: a statisztikai elemzés során kapott csoportosítás betűkkel kifejezve

24. táblázat: *Adonis vernalis* aszmagméretek a Tukey HSD teszt eredményével

Terület	Mintaelemszám	Életképes aszmagok hosszúsága (cm)	Életképes aszmagok szélessége (cm)	Adatok forrása
Berhida+Csajág	20	4,14 ^a	2,25 ^a	K
Tótvázsony	20	4,13 ^a	2,32 ^a	K
Veszprém	986	4,46 ^b	2,79 ^b	K+M
Gyenesdiás	20	4,57 ^b	2,69 ^b	K
Cserszegtomaj	20	4,67 ^b	2,80 ^b	K
Keszthely	20	4,40 ^{a,b}	2,73 ^b	K

K: KERESZTES, M: MÉSZÁROS

a, b: a statisztikai elemzés során kapott csoportosítás betűkkel kifejezve

Az életképes/összes aszmag aránynál a területek között szignifikáns különbséget mutattunk ki ($p < 0,000$), a Post Hoc teszt (Tukey HSD) alapján három csoport különíthető el. A két szélső értékkel rendelkező terület (Keszthely és Berhida) jól elkülönül, a közbülső területek közül kettő az első, kettő a harmadik csoporthoz is sorolható (23. táblázat).

Szignifikáns különbség volt területenként mind az életképes aszmagok hosszúságának, mind pedig szélességének átlagértékében ($p < 0,000$). A Tukey-teszt mindkét esetben két csoportot különböztet meg, melyekben élesen elkülönülnek a területek (24. táblázat).

A genetenkénti virágszámnak erősen szignifikáns hatása van a virágzati szárra ($p < 0,017$), az életképes aszmagok számára ($p < 0,000$), a léha aszmagok számára ($p < 0,001$) és az életképes/ összes aszmag arányára ($p < 0,000$) (25. táblázat).

25. táblázat: *Adonis vernalis* szárának és aszmagjainak átlagértékei az egyedenkénti (genetenkénti) virágszám függvényében (Tukey HSD teszt eredménye)

Genetenkénti virágszám	Mintaelemszám	Szár (cm)	Életképes aszmagok száma	Léha aszmagok száma	Életképes/ összes aszmag
1	14	19,77 ^{a,b}	42,86 ^{a,b}	28,86 ^a	0,60 ^{b,c}
2	26	21,27 ^{a,b,c}	44,73 ^{a,b}	24,46 ^a	0,65 ^c
3	18	20,58 ^{a,b,c}	44,78 ^{a,b}	35,28 ^{a,b}	0,55 ^{b,c}
4	32	20,98 ^{a,b,c}	56,13 ^b	28,91 ^a	0,65 ^c
5	14	21,67 ^{a,b,c}	26,71 ^a	36,79 ^{a,b}	0,41 ^{a,b}
7	7	25,57 ^c	27,43 ^a	46,57 ^b	0,36 ^a
8	8	18,35 ^a	37,13 ^{a,b}	39,50 ^{a,b}	0,50 ^{a,b,c}
9	9	20,01 ^{a,b,c}	50,56 ^b	32,67 ^{a,b}	0,61 ^c
10	20	24,08 ^{b,c}	37,05 ^{a,b}	39,75 ^{a,b}	0,47 ^{a,b,c}
13	13	21,10 ^{a,b,c}	39,08 ^{a,b}	28,23 ^a	0,58 ^{b,c}

a, b, c: a statisztikai elemzés során kapott csoportosítás betűkkel kifejezve

Fenti esetekben az életképes/összes aszmag arányt kivéve a Post Hoc teszt (Tukey) eredménye szerint elég nagy volt az átfedés a homogén csoportok között. Az adatok sorrendjében sem volt hasonlóság: a legrövidebb szárak a 8 virágú, a leghosszabbak a 7 virágú egyedeknél voltak, a legkevesebb életképes aszmag az 5 virágú, a legtöbb a 4 virágú egyedeknél fordult elő, a legkevesebb léha aszmagot a 13 virágú, a legtöbbet a 7 virágú egyednél találtuk, és az életképes/összes aszmag arány az 5 virágú egyedeknél volt a legalacsonyabb, míg a 4 virágúaknál a legmagasabb (25. táblázat) (MÉSZÁROS 2018b).

3.2.4. Értékelés

Összegzésként elmondható, hogy a vizsgált területeken az összes (életképes+léha) átlagos aszmagszám, az életképes és a léha aszmagszám, az életképes/összes aszmagok aránya, az életképes aszmagok hossza és szélessége

területenként szignifikánsan eltért (a, b, c csoportok). Ezek az eredmények megegyeznek KERESZTES (2016) eredményeivel. Az általunk mért életképes aszmagok hosszúsága és szélessége összhangban van BROUWER és STÄHLIN (1955) adataival. Az életképes aszmagok aránya Berhidán kimagasló volt, ezután a csajági terület következett: mindkét terület löszgyep. A legalacsonyabb értékeket Keszthelyen kaptuk: ez a populáció sziklagyepben található. Fentiek arra engednek következtetni, hogy az *A. vernalis* a különböző élőhelytípusokra különbözőképpen reagál, vagyis a területek jellemzői az aszmagtulajdonságokban megjelennek. Figyelemre méltó a keszthelyi terület: az összes *A. vernalis* egyedszám csupán 15, és az aszmagcsoportokban a léha és életképes aszmagok száma szinte egyenlő (23. táblázat). Ez a populáció genetikai variabilitását veszélyeztetheti, és a későbbiekben a leromlásához vezethet, bár genetikai vizsgálatok nélkül nem tudhatjuk, hogy mekkora tartalék rejlik a populáció génekészletében a leromlás előtt.

A genetenkénti virágszámnak erősen szignifikáns hatása van a virágzati szárra, az életképes aszmagok számára, a léha aszmagok számára és az életképes/ összes aszmag arányára. Meglepő, hogy a virágzati szárok száma és az összehasonlított jellemzők között nem fordított arányú kapcsolat található. Feltételezésünk szerint minél több virágzó hajtás található egy egyeden, annál kevesebb forrás jut az egyes hajtásokra, és a vizsgált paramétereknek annál kisebbeknek, illetve kevesebbnek kellett volna lenniük. Ez a feltételezésünk azonban nem igazolódott; eredményeink szerint a virágzati szárok száma és a vizsgált paraméterek között nem volt összefüggés. Ahhoz, hogy a kapott eredmények egy modellt tükröznek-e, további vizsgálatok szükségesek.

3.3. Az *Adonis vernalis* Aculeata megporzói

3.3.1. Bevezetés

A növény-pollinátor kapcsolatot a környezeti tényezőkön kívül számos tényező befolyásolja (DENISOW et al. 2014a). A sokporzójú primer, esetleg szekunder poliandriát mutató virágokban – mint pl. az *A. vernalis* fajnál is – a pollen és a portokok egy része a viráglátogató rovaroknak táplálékul szolgál. Ezeket az ún. pollenvirágokat főleg a rövid, ősi, egyszerű szájszervű rovarok látogatják táplálkozás céljából. A rágó szájszerveikkel a bogarak, hártvány szárnyúak (*Hymenoptera*), hangyák stb. a virágban a portokokat rágesálva táplálkoznak, a porzótömegben

mocorogva a ragacsos pollen a testükre tapad, míg a másik virágról hozott pollennel beporozzák a termőt. Az elfogyasztott pollen (rovartáplálék) a megporzás szempontjából elvész. A sikeres megporzás ebben a típusban ezért nagyszámú virágpor termelését igényli, hiszen a pollenprodukciónak egy része testépítő anyag lesz. Így nem meglepő, hogy a pollenszemeknek a magkezdeményekhez viszonyított aránya a szélmegporzású fajokhoz hasonlóan igen magas (ERBAR és LEINS 2013, TURCSÁNYI 2001).

Az *A. vernalis* korai virágzása miatt jelentős pollenforrás a méhek számára. Esetében a dichogámiát biológiai és morfológiai mechanizmusok támogatják, virágai részleges proterogyniát mutatnak. A dichogámia működése attól is függ, hogy hogyan tevékenykednek a beporzó rovarok a virágokban (Denisow et al. 2014a). A bibe fogékonysága körülbelül egy nappal korábban kezdődik, mint amikor ugyanazon virág portokjai elkezdik szórni a pollenjeiket, a pollen életképesség fokozatosan növekszik a virág élettartama alatt (LLOYD és WEBB 1986). A virágok a megporzó rovaroknak ellenszolgáltatásként csak pollent ajánlanak (DENISOW et al. 2014a). CHITKA és munkatársai (1999) megállapították, hogy a nektár nélküli fajok kevesebb rovar látogatóval rendelkeznek, mint az egyidejűleg nyíló nektárt termelő fajok. Azok a fajok, amelyek nem képesek magas kalóriatartalmú ellenszolgáltatást biztosítani, alternatív stratégiákat fejlesztenek, hogy biztosítsák a pollen átszállítást.

Az *A. vernalis* esetében a populáció szerkezet és az egyes növénycsoportok felépítése fontos eszköz, mely elősegíti a génáramlást. A csoporton belüli virágok közel egymáshoz jelennek meg, tehát hozzájárulhatnak a potenciális beporzók energiafelhasználásának csökkentéséhez a virágok közötti repülésnél. A szorosan egymás mellett nyíló virágok gyors egymásutánban látogathatók, és a pollen transzfer a virágok között valószínűbb.

DENISOW és mtsai. (2014a) az *A. vernalis* populációkban a méh-szerű *Hymenoptera*k közül magányos méheket (81,2%), *Bombus*-fajokat (9,6%), és az *Apis mellifera*-t (8,2%) rögzítették (26. táblázat). Magányos méhek közül a következőket észlelték: *Osmia rufa*, *Andrena albicans*, *A. cineraria*, *Andrena* sp., és *Halictus* sp., míg dongók közül: *Bombus terrestris*, *B. pascuorum*, *B. lapidarius*. Megfigyeléseiknél a méhek látogatási aránya igen alacsony volt (1-2 rovar látogató óránként, 50 m-es transzektenként). Meglepőnek értelmezik, hogy a poszméhek gyakorisága sokkal alacsonyabb volt, mint a magányos méheké. Ennek lehetséges okaként a poszméh egyedek alacsony populáció méretét és sűrűségét említik a vizsgálati területen.

26. táblázat: *A. vernalis* megporzóira vonatkozó irodalmi adatok

Megporzók	Forrás
magányos méhek (81,2%) <i>Bombus</i> fajok (9,6%) <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758 (8,2%)	DENISOW et al. (2014a)
magányos méhek (74,95%) <i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758 (21,3%) <i>Bombus</i> fajok (3,8%)	DENISOW és WRZESIEŃ (2006)

Ez egybeesik CHMURA és mtsai. (2012) megfigyeléseivel, akik a megporzók alacsony számát rögzítették az *A. vernalis* egyedeknél. Az *Adonis* virágok virág látogatóinak alacsony gyakorisága kapcsolatban van az alacsony kora tavaszi hőmérséklettel, mivel a levegő hőmérséklete a virágzás alatt rendszerint 15 ° C alatt van. Számos tanulmány igazolta, hogy az alacsonyabb rovar látogatást az alacsony hőmérséklet okozta (DENISOW et al. 2014a).

KUDO (1995) egy japán *A. ramosa* populáció kutatása során szintén megállapította, hogy a látogató rovarok tevékenysége függ a hőmérséklettől, és a hűvös hőmérséklet korlátozza azok gyakoriságát. Azonban a poszméhek 5 °C, vagy annál alacsonyabb hőmérsékleten is táplálék után kutatnak, így a száraz gyepek kora tavaszi flórájában viráglátogatókként lépnek fel (CHMURA et al. 2013).

DENISOW és WRZESIEŃ (2006) megfigyelései szerint az *A. vernalis* elsődleges megporzója a méhszerű Hymenoptera. A magányos méhek a megporzó rovarok 74,95% -át, a házi méh a 21,3%-át és a poszméhek a 3,8%-át teszik ki (26. táblázat).

3.3.2. Anyag és módszer

2017-ben a megporzó megfigyeléseket *A. vernalis* virágokon Szentkirályszabadján végeztük (19.táblázat). Április 1. és 9. között gyűjtöttük a rovarokat, összesen 20 óra időtartam alatt (1–2 fő gyűjtött egyidőben). 2018. április 14. és május 01. között Szentkirályszabadján, a Veszprém melletti Csatár-hegyen, Csajágon, és Veszprém-Kádártán gyűjtöttünk (19. táblázat). A megfigyelések 38 órán keresztül zajlottak, 1–3 fő gyűjtött egyidőben. A területet folyamatosan pásztáztuk. A megporzókat óránként külön-külön üvegekbe gyűjtöttük határozás céljából, így minden rovar egyszeri viráglátogatóként lett számolva. Az egyedek határozása Józán Zsolt munkája, a határozás a determinációs bélyegek alapján binokuláris mikroszkóp

segítségével történt. A gyűjtött fajok bizonyító példányai a Rippl-Rónai Múzeum (Kaposvár) rovargyűjteményében kerültek elhelyezésre.

3.3.3. Eredmények

2017-ben a megfigyelt időszakban összesen 60 Aculeata (12 faj) viráglátogatás történt, átlagban 3 db/óra. A leggyakoribb *A. vernalis* viráglátogató rovar az *Apis mellifera* volt, melynek látogatásai az összes viráglátogatás 25%-át tették ki (27. táblázat).

27. táblázat: Az *A. vernalis* viráglátogató *Aculeata*-fajai csökkenő gyakorisági sorrendben (2017. év)

Faj	Egedszám	Ivar	Látogatások ideje (óra)
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	20	dolgozó	9–16
<i>Lasioglossum xanthopus</i> (Kirby, 1802)	10	♀	9–11 és 12–14 és 15–16
<i>Lasioglossum obscuratum</i> (Morawitz, 1876)	9	♀	9–14
<i>Lasioglossum marginatum</i> (Brullé, 1832)	6	5 ♀+1 dolgozó	10–12 és 14–15
<i>Andrena lepida</i> Schenck, 1859	4	♀	9–11 és 15–16
<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	4	♀	10–13
<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799	2	1 ♀+1 ♂	10–11 és 13–14
<i>Andrena gravida</i> Imhoff, 1832	1	♀	15–16
<i>Lasioglossum lineare</i> (Schenck, 1869)	1	♀	13–14
<i>Halictus rubicundus</i> (Christ, 1791)	1	♀	13–14
<i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791)	1	♀	15–16
<i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793)	1	♀	16–17
Összesen:	60		

A genusz szerinti csoportosítás szerint (28. táblázat) a legtöbb viráglátogató a *Lasioglossum* genuszból került ki (43%), ezután következett az *Apis mellifera* (33%), majd az *Andrena* (12%) és a *Bombus* genusz (7%). A *Halictus*, *Polistes* és *Vespula* genusz látogatása jelentéktelen volt, mindegyik csupán 2%-ot tett ki. A magányos méhek aránya 60% volt, míg a társas méhek aránya 40%. A legtöbb viráglátogatás 10–11 óra között volt, ezután sorrendben a 11–12 óra közötti időszak következett (29. táblázat).

28. táblázat: *A. vernalis* viráglátogatók genuszok szerint csökkenő gyakorisági sorrendben (2017. év)

Genusz	Egyedszám	Arány (%)
<i>Lasioglossum</i>	26	43,3
<i>Apis</i>	20	33,3
<i>Andrena</i>	7	11,7
<i>Bombus</i>	4	6,7
<i>Halictus</i>	1	1,7
<i>Polistes</i>	1	1,7
<i>Vespula</i>	1	1,7

Az *Apis mellifera* egyedek és a *Lasioglossum* fajok 9–16 óráig látogattak, a többi fajnak szűkebb napi látogatási ideje volt (27. táblázat). A legtöbb rovar (6 db-ot) ápr. 9-én 9–10 óra között fogtuk, a legkevesebbet (2 db-ot) 3 alkalommal: április 1-én 14–15 óráig, április 2-án 12–13 óráig és 13–14 óráig gyűjtöttük. A nőstényeken és dolgozókon kívül egy hím egyedet is találtunk a virágokon (*Andrena flavipes*)

29. táblázat: *A. vernalis* viráglátogatók időbeli eloszlása, nyári időszámítás szerint (2017. évben)

Óra	Egyedszám	Arány (%)
9–10	6	10,0
10–11	13	21,7
11–12	10	16,7
12–13	8	13,3
13–14	8	13,3
14–15	6	10,0
15–16	8	13,3
16–17	1	1,7
Összesen:	60	100

2018-ban a megfigyelt időszakban összesen 481 *Aculeata* (35 faj) viráglátogatás történt, átlagban 12,6 db/óra. A leggyakoribb *A. vernalis* viráglátogató rovar a *Lasioglossum xanthopus* volt, melynek látogatásai az összes viráglátogatás 53%-át tették ki (30. táblázat). A genusz szerinti csoportosítás szerint (31. táblázat) a legtöbb viráglátogató a *Lasioglossum* nemből került ki (85%), ezután következett az *Apis mellifera* (5%), majd a *Halictus* (4,5%), *Andrena* (3%) és a *Osmia* nem (1%). A *Nomada*, *Bombus* és *Polistes* és *Chelostoma* genusz látogatása jelentéktelen volt. A magányos méhek aránya 94,5% volt, míg a társas méhek aránya 5,5%. A legtöbb

viráglátogatás 12–13 óráig volt, ezután sorrendben a 13–14 óráig terjedő időszak következett (32. táblázat). A legszélesebb napi látogatási ideje a *Lasioglossum* nemnek volt (9–16 óráig), ezután az *Apis* és az *Andrena* nem következett (10–15 óráig) (30. táblázat). A legtöbb rovar (67 db-ot) április 15-én 10 és 11 óra között fogtuk, melyből 57 db *Lasioglossum xanthopus* volt, a legkevesebbet (2 db-ot) 4 alkalommal: április 16-án 13 és 14 óráig, április 20-án 14–15 óráig, április 22-én 13–14 óráig, és április 23-án 11–12 óráig gyűjtöttük. A nőtényeken és dolgozókon kívül 4 hím egyedet is találtunk a virágokon (*Andrena flavipes*, *Osmia aurulenta*, *Nomada bluethgeni*, *N. fucata*).

30. táblázat: *A. vernalis* viráglátogató *Aculeata* fajok csökkenő gyakorisági sorrendben (2018. év)

Faj	Egyedszám	Ivar	Látogatások ideje (óra)
<i>Lasioglossum xanthopus</i> (Kirby, 1802)	257	256 ♀+1 dolgozó	9–16
<i>Lasioglossum marginatum</i> (Brullé, 1832)	131	♀	9–16
<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	24	2 ♀+22 dolgozó	10–15
<i>Halictus langobardicus</i> Blüthgen, 1944	11	♀	10–14
<i>Lasioglossum obscuratum</i> (Morawitz, 1876)	7	♀	10–14
<i>Andrena flavipes</i> Panzer, 1799	5	4 ♀+1 ♂	10–11 és 12–15
<i>Lasioglossum laevigatum</i> (Kirby, 1802)	5	♀	12–15
<i>Halictus scabiosae</i> (Rossi, 1790)	4	♀	10–13
<i>Andrena taraxaci</i> Giraud, 1861	3	♀	11–13 és 14–15
<i>Osmia bicolor</i> (Schrank, 1781)	3	♀	10–12
<i>Andrena gravaida</i> Imhoff, 1832	2	♀	10–11 és 14–15
<i>Osmia aurulenta</i> (Panzer, 1799)	2	1 ♀+1 ♂	10–11 és 12–13
<i>Lasioglossum lativentre</i> (Schenck, 1853)	2	1 ♀+1 dolgozó	11–13
<i>Halictus maculatus</i> Smith, 1848	2	♀	10–11 és 12–13
<i>Halictus kessleri</i> Bramson, 1879	2	♀	10–12

<i>Andrena varians</i> (Kirby, 1802)	2	♀	11–12 és 13–14
<i>Andrena bicolor</i> Fabricius, 1775	1	♀	11–12
<i>Andrena dorsata</i> (Kirby, 1802)	1	♀	11–12
<i>Nomada bluethgeni</i> Stöckhert, 1943	1	♂	12–13
<i>Nomada fucata</i> Panzer, 1798	1	♂	10–11
<i>Osmia rufa</i> (Linnaeus, 1758)	1	♀	12–13
<i>Osmia rufohirta</i> Latreille, 1811	1	♀	13–14
<i>Andrena minutula</i> (Kirby, 1802)	1	♀	13–14
<i>Andrena nitida</i> (Müller, 1776)	1	♀	13–14
<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)	1	♀	11–12
<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	1	♀	12–13
<i>Chelostoma marginatum</i> Michener, 1938	1	♀	11–12
<i>Halictus patellatus</i> Morawitz, 1873	1	♀	10–11
<i>Halictus quadricinctus</i> (Fabricius, 1776)	1	♀	11–12
<i>Halictus tetrazonius</i> (Klug, 1817)	1	♀	10–11
<i>Lasioglossum calceatum</i> (Scopoli, 1763)	1	♀	13–14
<i>Lasioglossum glabriusculum</i> (Morawitz, 1872)	1	♀	11–12
<i>Lasioglossum morio</i> (Fabricius, 1793)	1	♀	11–12
<i>Lasioglossum pauxillum</i> (Schenck, 1853)	1	♀	14–15
<i>Lasioglossum quadrinotatum</i> (Kirby, 1802)	1	♀	11–12
Összesen:	481		

31. táblázat: *A. vernalis* viráglátogatók genusz szerint csökkenő gyakorisági sorrendben (2018. év)

Genusz	Egyedszám	Arány (%)
<i>Lasioglossum</i>	407	84,6
<i>Apis</i>	24	5,0
<i>Halictus</i>	22	4,6
<i>Andrena</i>	16	3,3

<i>Osmia</i>	7	1,5
<i>Nomada</i>	2	0,4
<i>Bombus</i>	2	0,4
<i>Chelostoma</i>	1	0,2

32. táblázat: *A. vernalis* viráglátogatók időbeli eloszlása, nyári időszámítás szerint (2018. évben)

Óra	Egyedszám	Arány (%)
9–10	5	1,0
10–11	96	20,0
11–12	73	15,2
12–13	117	24,3
13–14	115	24,0
14–15	65	13,5
15–16	10	2,0
Összesen:	481	100

Az *A. vernalis* egyedekről gyűjtött méhfajok 60%-a széles elterjedésű (holarktikus, palearktikus, nyugat-palearktikus és euroszibériai) volt. Az *Apis mellifera* valamennyi kontinensen elterjedt (kivéve az Antarktiszot). Mediterrán elterjedési jellegű a fajok 24%-a. A fennmaradó 14% egyéb jellegű (európai, közép-európai, euroturáni). A fajok 34%-a melegkedvelő, közülük egy faj szűktűrűsű, a többi szélesebb tűrésű. A legszélesebb tűréshatárú fajok részesedése 47%. Az euryoecious-hylophilous fajok számaránya csak 19%. A fajok túlnyomó többsége polilektikus (MÉSZÁROS és JÓZAN 2018b).

3.3.4. Értékelés

Csatár-hegyen 21 méhfaj került elő, de itt 2018-ban nyolc felvételi napon történt a gyűjtés. Szentkirályszabadján 2017-ben és 2018-ban 17 fajt gyűjtöttünk, ám 2018-ban csak három napon történtek a felvételek. Veszprém-Kádártán 2018-ban két vizsgálati napon 12 faj került elő. A 37 azonosított fajból mindössze 4 került elő mindhárom területen (*Apis mellifera*, *Halictus langobardicus*, *Lasioglossum marginatum*, *L. xanthopus*). Hét fajt gyűjtöttünk 2 területen is (*Andrena gravida*, *A. flavipes*, *A. taraxaci*, *Halictus maculatus*, *Lasioglossum lativentris*, *L. obscuratum*, *Osmia bicolor*). A fajok többsége csak 1-1 vizsgálati területen került elő.

2018-ban átlagban óránként több, mint 4-szer annyi Hymenoptera egyedet gyűjtöttünk, mint 2017-ben. Ennek egyik lehetséges oka lehet, hogy 2018-ban a tavaszi enyhe időjárás sokkal később következett be, és a hosszú tél miatt a rovarok intenzívebben kutattak táplálék után, mint előző évben, másik oka lehet, hogy 2018-ban több területet bevontunk a vizsgálatba, melyeken nagyobb számú rovarot fogtunk. Mindkét évben a *Lasioglossum* fajok voltak az *A. vernalis* fő megporzói, ezután az *Apis mellifera* következett. A napi viráglátogatási csúcs 2018-ban később volt (12-14 óráig), mint 2017-ben (10-12 óráig). Ennek lehetséges oka szintén a 2018-ban igen későn bekövetkező enyhe időjárás lehet, a reggelek még hűvösesek voltak. Azoknak a rovaroknak a maximális száma, melyeket 1 óra alatt fogtunk, szintén jelentősen eltért a 2 évben (2017-ben 6 db, 2018-ban 67 db). Mivel a 2018-ban 1 óra alatt begyűjtött rovarok között 57 db *Lasioglossum xanthopus* volt (Csatár-hegy), feltételezhető, hogy éppen egy intenzív rajzás közepében gyűjtöttünk. Mindkét évben találtunk hím ivarú egyedeket, ezek közül az *Andrena flavipes* 2017-ben és 2018-ban is előfordult. A hímivarú egyedek csupán nektárért látogatják a virágokat. Mivel azonban az *A. vernalis* nem termel nektárt, feltételezhető, hogy ezek az egyedek csupán azért szálltak a virágokra, mert követték a nőstényeket, és nem azért, hogy táplálékot szerezzenek. A hím egyedek nem rendelkeznek gyűjtőszórzettel, így annak a valószínűsége, hogy átvigyenek pollent egyik virágról a másikra, csekélyebb. Mivel azonban az *A. vernalis* virágai csak részleges proterogyniát mutatnak, a hím egyedek is részt vehetnek a megporzásban, ahogy a virágban mocoognak; a pollent a virág saját bibéjére juttathatják.

Mindkét évben a magányos méhek aránya volt a legmagasabb, a társas méhek közül *Apis mellifera*t gyűjtöttünk nagyobb számban, ezután következtek a *Bombus* fajok. Ez megegyezik DENISOW és WRZESIEN (2006) megfigyeléseivel, de csak részben egyezik meg DENISOW és mtsai. (2014a) megfigyeléseivel, akiknél szintén a magányos méhek voltak a legtöbben, a társas méhek közül viszont *Bombus* fajokat gyűjtöttek nagyobb számban, az *Apis mellifera* ezután következett. Az általuk észlelt fajokból a következőket gyűjtöttük: *Osmia rufa*, *Andrena* spp. (9 faj), *Halictus* spp. (7 faj), *Bombus terrestris*, *B. lapidarius*. Nem találtunk viszont a következő fajokból: *Andrena albicans*, *B. pascuorum*. Meglepőnek értelmezik a *Bombus* fajok alacsony számát (9,6%), pedig ez jóval magasabb, mint amennyit mi gyűjtöttünk (2017-ben 0,5%, 2018-ban 7%). A méhek látogatási intenzitása 2017-ben (3 db/óra) nagyjából összhangban volt megfigyeléseikkel (1–2 db/óra), 2018-ban viszont átlagban jóval több egyedet gyűjtöttünk (12,6 db/óra).

Az *A. vernalis* legfontosabb szerepe az ökoszisztémában, hogy táplálékot (pollent) kínál a rovaroknak. Virágai a korai virágzási periódus miatt értékesek a méhszerű hártványasszárnyúak számára. Az *A. vernalis* virágai menedéket is nyújtanak a rovaroknak, a táplálkozás mellett ezek a funkciók nagyon fontosak a pollinátorok számára, a biodiverzitás fenntartása érdekében. A megporzó rovarok jelenléte szükséges a magkészlethez és az *A. vernalis* szaporodási sikeréhez, bár további vizsgálatok szükségesek a rovar látogatók pollen átszállításban betöltött szerepének tisztázásához. A megporzók hiánya genetikailag gyengítheti a populációt, és más tényezőkkel együtt meggyorsíthatja a kis *A. vernalis* populációk kihalását.

3.4. Az *Adonis vernalis* viráglátogatói

3.4.1. Az *Adonis vernalis* Diptera viráglátogatói

3.4.1.1. Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben a megporzó rovarok száma jelentősen visszaesett, így a napjainkban sokat emlegetett „pollinációs krízis” nyilvánvalóvá vált. A jelenség kiváltó okai többek között a természetes és féltermészetes gyepterületek művelésbe vonása, melynek eredményeképpen a megporzó és viráglátogató rovarok táplálékforrásai nagymértékben csökkentek. A jelenség nemcsak gazdasági szempontból aggasztó, de a biológiai sokféleség és a természetvédelem számára is (ALLEN-WARDELL et al. 1998, NOVAIS et al. 2016).

A kétszárnyúaknak (Diptera) számos pollinációs rendszerben és hálózatban jelentős szerepük van (KEARNS 2002, KEVAN 2002, SSYMANK et al. 2008). A pollen fogyasztásával fehérjéhez jutnak, a virágok menedéket, búvóhelyet is jelentenek számukra, illetve párzási, találkozási helyek is lehetnek (PATKÓ 2017). A nap felé néző virágok a léghőmérsékletnél melegebb zugot nyújtanak a rovaroknak. A kétszárnyúakon kevesebb szőr található, mint a hártványasszárnyúakon, és a legtöbb faj nem rendelkezik speciális pollenszállító testrészsel. Ettől függetlenül a virágpor megtapadhat a testükön, így részt vehetnek a megporzásban (KEARNS 2002, KEVAN 2002, SSYMANK et al. 2008).

A ma létező Diptera fajok számát 400-800 ezer közöttire becsülik, ennek ellenére a rend képviselői kevésbé kutatottak. Hazánkban 115 légy család fordul elő, melyek közül a zengőlegyek a legkutatottabbak (SOLTÉSZ 2017). A Diptera fajok nagy

része ragaszkodik a számára legoptimálisabb életfeltételeket biztosító biotópokhoz. A Diptera fauna összetétele teljesen más erdőben, mint pl. egy gyeplőben (TÓTH 1975).

A táncoslegyeknek (Empididae) erős szívókájuk van. Általában ragadozó állatok, elsősorban más legyekre vadásznak (gyakori náluk a kannibalizmus jelensége is). Vannak azonban köztük viráglátogató fajok, melyek nektárral táplálkoznak (TÓTH 1975).

A katonalegyek (Stratiomyidae) imágói gyakran gyűjthetők virágokon, a virágok nektárjával és virággörrel táplálkoznak. Lárvaik általában vízben fejlődnek, a kifejlett katonalegyek is nedvesebb helyeken, mocsarak területén találhatók (TÓTH 1975).

A fűrólegyek (Tephritidae) lárvaik különféle növényi részekben élnek, legtöbb fajuk fészkesvirágzatú növényekben (Asteraceae) fejlődik (TÓTH 1975). Ez azt bizonyítja, hogy a növény részei (így a virág is) a szaporodás és a rovarok fejlődésének helyszínei, a rovarok életterei is lehetnek.

A pösörlegyek (Bombyliidae) általában közepes termetűek, bundás szőrözötűek. Nektárral táplálkoznak. Kitűnő repülők, egyes fajaik a levegőben lebegve a virág előtt hosszú, előreálló szívókájukat a virág mélyébe nyújtva szívják ki a nektárt. A fajok egy része leszáll a virágra és úgy táplálkozik (TÓTH 1975).

A zengőlegyek (Syrphidae) a táplálékláncban is jelentős szerepet játszanak, mind az imágók, mind a lárvaik táplálékforrásai ragadozó rovaroknak és más ízeltlábúaknak, gerinceseknek, madaraknak (TÓTH 2011). A kifejlett zengőlegyek tápláléka is virágnektárból áll (TÓTH 1975), de fogyasztanak mézharmatot is, sőt egyes fajok sérült fák kicsurgó nedvéből élnek. A virággörrel és/vagy nektárral táplálkozó, virágról-virágra röpködő zengőlegyek – a méhekhez és más viráglátogató rovarokhoz hasonlóan – szerepet játszanak a megporzásban. Bár néhány zengőlegyek faj lárvaik hagymákat károsít (pl. *Eumerus*, *Merodon*), a lárvaik levéltetű fogyasztásuk miatt fontos szerepet töltenek be a biológiai védekezésben. A zengőlegyek többsége az ökoszisztémában betöltött megporzást segítő szerepe miatt is hasznos szervezetnek tekinthető.

DENISOW és WRZESIEN (2006) *A. vernalis* megporzók megfigyelésekor kétszárnyúakat (Diptera) is észleltek, azonban a fajokat nem említik. A zengőlegyekkel foglalkozó entomológusok közül sokan vizsgálják, hogy az egyes fajok milyen növények virágját keresik fel rendszeresen vagy alkalmilag. Ha nem is folyamatosan, de Magyarországon is folytak ilyen megfigyelések, elsősorban a Bakonyban. Ezek eredményei a Bakony zengőlegyek faunájáról készült monográfia

faunisztikai adatközlő fejezetében (TÓTH 2001) jelentek meg, összesen 446 növénytaxon virágján sikerült megfigyelni zengőlégy imágók táplálkozását. A zengőlegyek által felkeresett növényfajok köre nagyon változatos. A Bakony-hegységben végzett megfigyelések alapján e szempontból az első helyen az *Eristalis tenax* (242 növénytaxonon figyelték meg eddig), a másodikokon az *Eristalis arbustorum* (237 taxon), a harmadikon a *Sphaerophoria scripta* (218 taxon) áll.

Korábbi kutatások alkalmával a Bakonyvidéken a következő zengőlegyeket találták a közeli rokon *A. aestivalis* virágokon: *Cheilosia pagana* (Meigen, 1822), *Episyrphus balteatus* (De Geer, 1776), *Eristalinus aeneus* (Scopoli, 1763), *Eristalis arbustorum* (Linnaeus, 1758), *E. tenax* (Linnaeus, 1758), *Eupeodes corollae* (Fabricius, 1794), *Helophilus pendulus* (Linnaeus, 1758), *Melanostoma mellinum* (Linnaeus, 1758), *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus, 1758), *Platycheirus clypeatus* (Meigen, 1822), *P. europaeus* Goeldlin de Tiefenau, Maibach & Speight, 1990, *Scaeva pyrastris* (Linnaeus, 1758). *A. vernalis* virágokon pedig ezeket a fajokat azonosították: *Cheilosia grossa* (Fallén, 1817), *C. mutabilis* (Fallén, 1817), *C. pagana* (Meigen, 1822), *Eristalinus aeneus* (Scopoli, 1763), *E. sepulchralis* (Linnaeus, 1758), *Eristalis arbustorum* (Linnaeus, 1758), *E. pertinax* (Scopoli, 1763), *E. tenax* (Linnaeus, 1758), *Eupeodes corollae* (Fabricius, 1794), *Melanostoma mellinum* (Linnaeus, 1758), *M. scalare* (Fabricius, 1794), *Platycheirus albimanus* (Fabricius, 1781), *P. clypeatus* (Meigen, 1822), *P. europaeus* Goeldlin de Tiefenau, Maibach & Speight, 1990, *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus, 1758), *Syrphus ribesii* (Linnaeus, 1758), *S. torvus* Osten-Sacken, 1875, *S. vitripennis* Meigen, 1822.

Arra voltunk kíváncsiak, hogy a kora tavaszi nyílású *A. vernalis* virágok milyen mértékben fontosak a kétszárnyúak számára, és a közösség milyen fajösszetétellel rendelkezik.

3.4.1.2. Anyag és módszer

A gyűjtéseket 2019 tavaszán végeztük három lejtőszyepp területen, melyek földrajzilag a Bakonyvidék középtáj területén helyezkednek el (DÖVÉNYI 2010) (33. táblázat). Szentkirályszabadján és Veszprém-Kádártán a vizsgálati órák száma 23, Csatár-hegyen pedig 22 óra volt.

33. táblázat: *Adonis vernalis* vizsgálati területek

Helyszín	Egyedek száma	Vizsgált terület (m ²)	Gyűjtés napjai (2019. év)
Szentkirályszabadja	~ 1000	2000	márc. 30.,31 ápr. 4.,6.,19.
Csatár-hegy	20.000-30.000	1200	márc. 19.,30. ápr. 20.,21.,30. máj. 1.,2.,3.
Veszprém-Kádárta	~ 100	900	ápr. 15.,17.,22.,24., 25.,27.,28.

Kizárólag azokat a viráglátogató rovarokat gyűjtöttük be, melyek *A. vernalis* virágokon voltak. Egyidőben 1-3 fő végezte a mintavételt. A megfigyelések alatt a területet folyamatosan pásztáztuk. A begyűjtéshez 30 cm átmérőjű, nyeles lepkefogó hálókát használtunk, melyeknek anyagát sűrű szövésű, de átlátszó tüll-anyagra cseréltük.

A rovarokat egyesével fogtuk meg, és óránként külön üvegekbe tettük határozás céljából. Így minden rovarot egyszeri viráglátogatóként számoltunk. A hatékony gyűjtés érdekében a begyűjtött rovarok között nem tettünk különbséget az alapján, hogy a virágon milyen viselkedést mutattak (párosodtak, aludtak stb.). Az imágók gyűjtése közben a virágokban lárvákat is találtunk, ezeket közvetlenül üvegbe tettük.

Annak érdekében, hogy az adatok összehasonlíthatóak legyenek, minden gyűjtési időpontot nyári időszámításra számoltunk át. A határozás Tóth Sándor munkája. A fajok azonosítása MAJER (1977), MIHÁLYI (1960, 1975, 1979), TÓTH (1977) és WÉBER (1975) határozókönyvei alapján történt.

A dominancia értékével megkapjuk, hogy egy bizonyos faj hány százaléka az összes fajszámnak. A dominancia viszonyoknál SCHWERDTFEGER (1977) kategóriarendszerét használtuk (ld. 2.3.2. fejezet).

3.4.1.3. Eredmények

Szentkirályszabadján 91 egyedet gyűjtöttünk, melyek 36 fajhoz (és 8 családhoz) tartoztak. Az egyedek 53,8%-a (49 db) volt hím, 46,2%-a (42 db) pedig nőtény (34-35. táblázat).

34. táblázat: *Adonis vernalis* viráglátogató *Diptera* fajok csökkenő gyakorisági sorrendben (Szentkirályszabadja, 2019. év)

Fajnév	Család	Egyedszám	Hím	Nőstény	Látogatások ideje (óra)
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	19	10	9	10-15
<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen, 1822	Syrphidae	6	1	5	12-13 és 14-15
<i>Brachypalpus valgus</i> (Panzer, 1798)	Syrphidae	4	3	1	12-13
<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)	Syrphidae	4	1	3	13-15
<i>Myathropa florea</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	4	1	3	11-13
<i>Sepsis punctum</i> (Fabricius, 1794)	Sepsidae	4	3	1	11-12
<i>Syrphus torvus</i> Osten-Sacken, 1875	Syrphidae	4	2	2	10-12 és 13-14
Anthomyidae sp.	Anthomyidae	3	1	2	11-12 és 13-14
<i>Delia radicum</i> (Linnaeus, 1758)	Anthomyidae	3	2	1	14-15
<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	3	2	1	11-12
<i>Meroplius minutus</i> (Widemann, 1830)	Sepsidae	3	1	2	11-12
<i>Neoascia podagrica</i> (Fabricius, 1775)	Syrphidae	3	2	1	13-14
<i>Syritta pipiens</i> Le Peletier & Serville, 1828	Syrphidae	3	1	2	11-12
<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	3	2	1	10-11 és 14-15
<i>Delia cardui</i> (Meigen, 1826)	Anthomyidae	2	2		15-16
<i>Gonia ornata</i> Meigen, 1826	Tachinidae	2	1	1	12-13
<i>Platycheirus albimanus</i> (Fabricius, 1781)	Syrphidae	2	2		12-13
<i>Anthomyia imbrida</i> Rondani, 1866	Anthomyidae	1	1		15-16
<i>Carcelia</i> sp.	Tachinidae	1		1	12-13
<i>Catharosia pygmaea</i> (Fallén, 185)	Tachinidae	1	1		12-13
<i>Conophorus virescens</i> (Fabricius, 1787)	Bombyliidae	1		1	14-15
<i>Culex pipiens pipiens</i> Linnaeus, 1758	Culicidae	1	1		15-16
<i>Dasysyrphus venustus</i> (Meigen, 1822)	Syrphidae	1	1		10-11
<i>Empis opaca</i> Meigen, 1904	Empididae	1	1		11-12

<i>Epistrophe eligans</i> (Harris, 1780)	Syrphidae	1	1		15-16
<i>Epistrophe melanostoma</i> (Zetterstedt, 1843)	Syrphidae	1		1	15-16
<i>Exorista larvarum</i> (Linnaeus, 1758)	Tachinidae	1	1		14-15
<i>Gonia divisa</i> Meigen, 1826	Tachinidae	1		1	13-14
<i>Hebia flavipes</i> Robineau-Desvoidy, 1830	Tachinidae	1	1		13-14
<i>Leucophora personata</i> (Collin, 1922)	Anthomyidae	1	1		13-14
<i>Meliscaeva cinctella</i> (Zetterstedt, 1843)	Syrphidae	1		1	14-15
<i>Pollenia</i> sp.	Calliphoridae	1		1	10-11
<i>Rhamphomyia crassicornis</i> Fallén, 1816)	Empididae	1	1		11-12
<i>Sphaerophoria taeniata</i> (Meigen, 1822)	Syrphidae	1	1		14-15
<i>Tachina fera</i> (Linnæus, 1761)	Tachinidae	1		1	14-15
<i>Tachina lurida</i> (Fabricius, 1781)	Tachinidae	1	1		10-11
Összesen		91 (36 faj)	49	42	10-16

Az egyedek óránkénti eloszlása 10-11 óráig és 15-16 óráig volt a legkevesebb (6 egyed/h), illetve 11-13 óráig és 14-15 óráig a legtöbb (22 egyed/h) (12. ábra). Veszprém-Kádártán 49 egyedet gyűjtöttünk, melyek 23 fajhoz (és 10 családhoz) tartoztak. Az egyedek 51%-a (25 db) volt hím, 49%-a (24 db) pedig nőtény (36-37. táblázat).

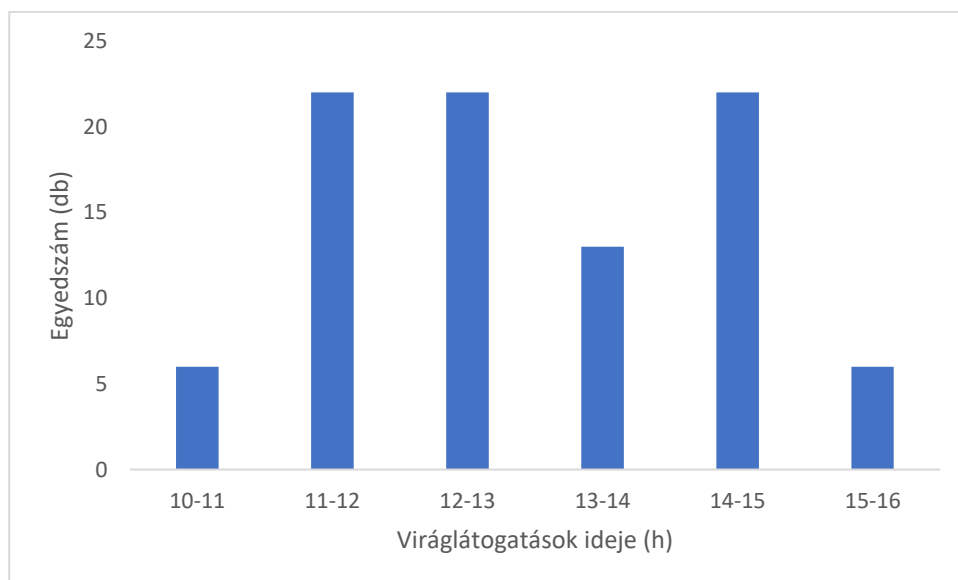
35. táblázat: *Adonis vernalis* viráglátogató *Diptera* családok csökkenő gyakorisági sorrendben (Szentkirályszabadja, 2019. év)

Család	Egyedszám	Hím	Nőtény	Látogatások ideje (óra)
Syrphidae	60	30	30	10–16
Anthomyidae	10	7	3	11–12 és 13–16
Tachinidae	9	5	4	10–11 és 12–15
Sepsidae	7	4	3	11–12
Empididae	2	2		11–12
Bombyliidae	1		1	14–15

Calliphoridae	1		1	10–11
Culicidae	1	1		15–16
Összesen	91	49	42	10–16

Az egyedek óránkénti eloszlása 10–11 óráig volt a legkevesebb (3 egyed/h), illetve 14-15 óráig a legtöbb (17 egyed/h) (13. ábra). Csatár-hegyen 24 egyedeket gyűjtöttünk, melyek 18 fajhoz (és 6 családhoz) tartoztak. Az egyedek 29,2%-a (7 db) volt hím, 70,8%-a (17 db) pedig nőstény (38-39. táblázat). Az egyedek óránkénti eloszlása 14-16 óráig volt a legkevesebb (0 egyed/h), illetve 11–12 óráig a legtöbb (12 egyed/h) (14. ábra). Ha a mindhárom területen gyűjtött egyedeket összességében vizsgáljuk, az egyedek óránkénti eloszlása 10-11 óráig volt a legkevesebb (14 egyed/h), illetve 11–12 óráig a legtöbb (41 egyed/h) (15. ábra).

Szentkirályszabadján és Veszprém-Kádártán *Sphaerophoria scripta* (Linnaeus, 1758) egyedből gyűjtöttük a legtöbbet (19 és 10 egyed), Csatár-hegyen pedig *Chrysotoxum vernale* Loew, 1841 és *Pipizella viduata* (Linnaeus, 1758) egyedekből (3–3 egyed). A legtöbb egyed mindhárom területen a zengőlegyekből (Syrphidae) került ki. Az összes gyűjtött Diptera egyedből csupán 2 egyed tartozott a Nematocera alrendbe, a többi egyed a Brachycera alrendet képviselte. Veszprém-Kádártán három Tephritidae lárvát is találtunk a virágokban (MÉSZÁROS és TÓTH 2020a).



12. ábra: *Adonis vernalis* viráglátogató Diptera egyedek óránkénti eloszlása Szentkirályszabadján (2019)

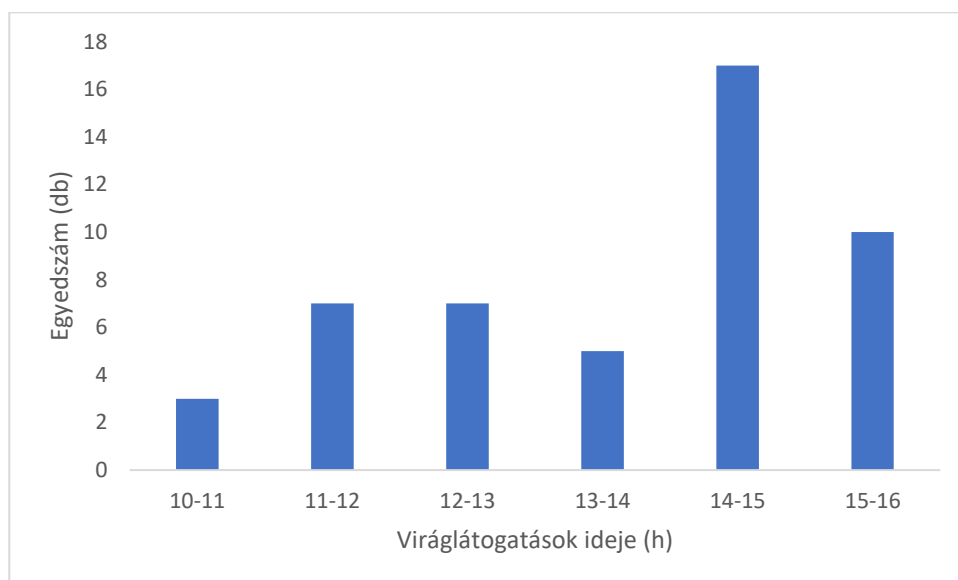
36. táblázat: *Adonis vernalis* viráglátogató *Diptera* fajok csökkenő gyakorisági sorrendben (Veszprém-Kádárta, 2019. év)

Fajnév	Család	Egyed- szám	Hím	Nőstény	Látogatások ideje (óra)
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	10	8	2	13–15
<i>Tachina ursina</i> Meigen, 1824	Tachinidae	4	2	2	12–13 és 14–15
<i>Empis chioptera</i> Meigen, 1804	Empididae	4		4	14–16
Anthomyidae sp.	Anthomyidae	4	3	1	15–16
<i>Syrphus ribesii</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	3	3		11–12 és 14–15
<i>Rhamphomyia atra</i> Meigen, 1822	Empididae	3	1	2	10–11
<i>Syrphus vitripennis</i> Meigen, 1822	Syrphidae	2	1	1	14–15
<i>Gonia ornata</i> Meigen, 1826	Tachinidae	2	1	1	14–15
<i>Empis femorata</i> Fabricius, 1798	Empididae	2	1	1	15–16
<i>Atylostoma tricolor</i> (Mik, 1884)	Tachinidae	2	1	1	12–13
<i>Sepsis punctum</i> (Fabricius, 1794)	Sepsidae	1	1		11–12
<i>Platystoma seminationis</i> (Fabricius, 1775)	Platystomatidae	1		1	15–16
<i>Oxyna parietina</i> (Linnaeus, 1758)	Tephritidae	1		1	11–12
<i>Oxyna flavipennis</i> (Loew, 1844)	Tephritidae	1		1	11–12
<i>Limnophora tigrina</i> Am Stein, 1860	Muscidae	1		1	14–15
<i>Hemipenthes morio</i> (Linnaeus, 1758)	Bombyliidae	1		1	14–15
<i>Eupeodes corollae</i> (Fabricius, 1794)	Syrphidae	1		1	11–12
<i>Empis albicans</i> Meigen, 1822	Empididae	1	1		14–15
Empididae sp.	Empididae	1		1	14–15
<i>Chrysotoxum verralli</i> Collin, 1940	Syrphidae	1		1	11–12
<i>Chrysotoxum vernale</i> Loew, 1841	Syrphidae	1	1		11–12
<i>Carcelia tibialis</i> (Robineau-Desvoidy, 1863)	Tachinidae	1	1		15–16
<i>Actina chalybea</i> (Meigen, 1804)	Stratiomyidae	1		1	14–15
Összesen		49 (23 faj)	25	24	10–16

37. táblázat: *Adonis vernalis* viráglátogató *Diptera* családok csökkenő gyakorisági sorrendben (Veszprém-Kádárta, 2019. év)

Család	Egyedszám	Hím	Nőstény	Látogatások ideje (óra)
Syrphidae	18	13	5	11–12 és 13–15
Empididae	11	3	8	10–11 és 14–16
Tachinidae	9	5	4	12–13 és 14–16
Anthomyidae	4	3	1	15–16
Tephritidae *	2		2	11–12
Bombyliidae	1		1	14–15
Muscidae	1		1	14–15
Platystomatidae	1		1	15–16
Sepsidae	1	1		11–12
Stratiomyidae	1		1	14–15
Összesen	49	25	24	10–16

* 3 db lárvát is találtunk



13. ábra: *Adonis vernalis* viráglátogató *Diptera* egyedek óránkénti eloszlása Veszprém-Kádártán (2019)

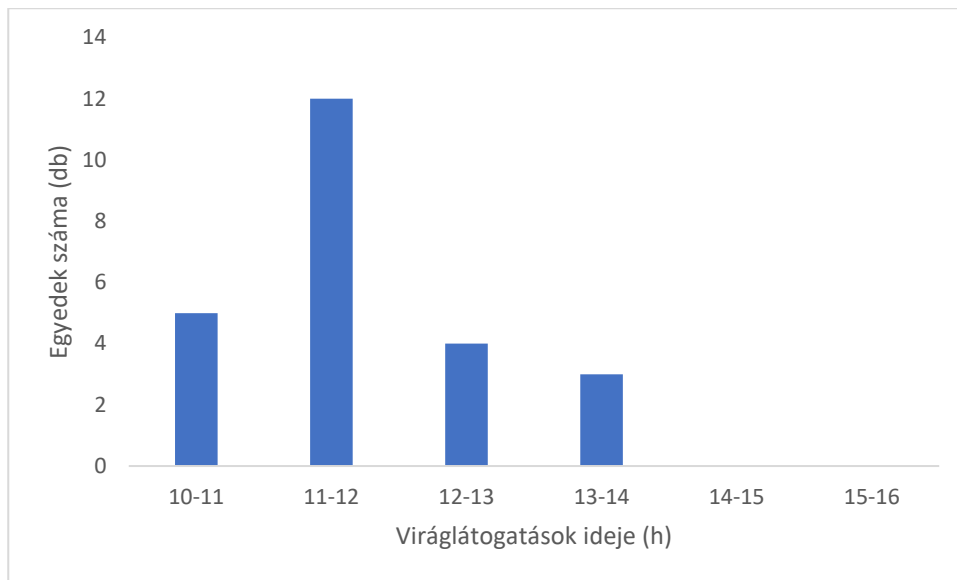
38. táblázat: *Adonis vernalis* viráglátogató *Diptera* fajok csökkenő gyakorisági sorrendben (Csatár-hegy, 2019. év)

Fajnév	Család	Egyed-szám	Hím	Nőstény	Látogatások ideje (óra)
<i>Chrysotoxum vernale</i> Loew, 1841	Syrphidae	3	1	2	11–13
<i>Pipizella viduata</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	3	1	2	10–11 és 13–14

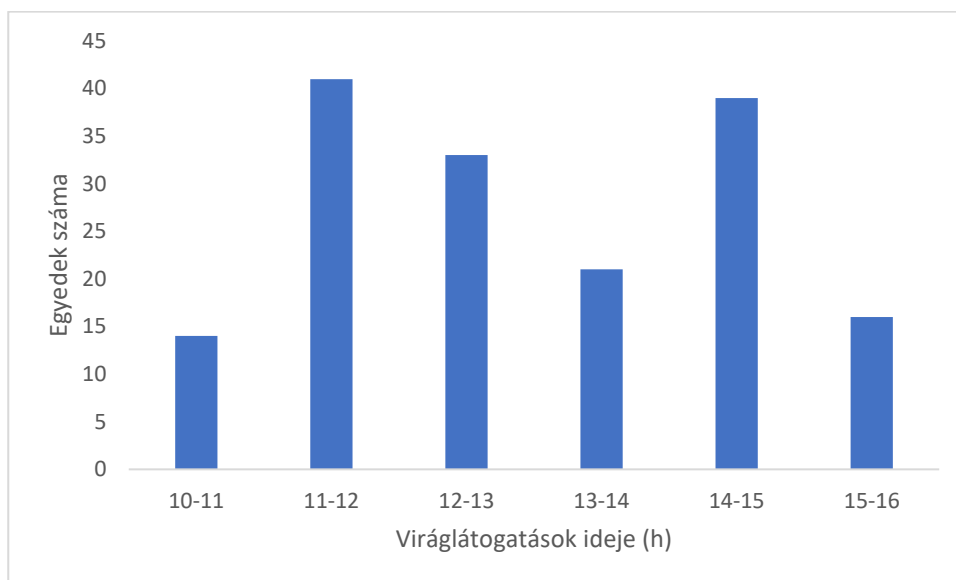
<i>Delia</i> sp. indet.	Anthomyidae	2	1	1	11–12
<i>Empis albicans</i> Meigen, 1822	Empididae	2	1	1	11–12
<i>Anthomyia pluvialis</i> (Linnaeus, 1758)	Anthomyidae	1		1	13–14
<i>Empis chioptera</i> Meigen, 1804	Empididae	1		1	11–12
<i>Epistrophe diaphana</i> (Zetterstedt, 1843)	Syrphidae	1		1	11–12
<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)	Syrphidae	1		1	13–14
<i>Exorista larvarum</i> (Linnaeus, 1758)	Tachinidae	1		1	10–11
<i>Exorista tubulosa</i> Herting, 1967	Tachinidae	1	1		11–12
<i>Pipizella divicoi</i> (Goeldlin de Tiefenau, 1974)	Syrphidae	1	1		10–11
<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	Syrphidae	1		1	12–13
Tachinidae sp. indet.	Tachinidae	1		1	10–11
<i>Xanthogramma laetum</i> (Fabricius, 1794)	Syrphidae	1		1	11–12
<i>Sphaerophoria loewi</i> Zetterstedt, 1843	Syrphidae	1		1	11–12
<i>Empis livida</i> Linnaeus, 1758	Empididae	1		1	12–13
<i>Aedes cinereus</i> Meigen, 1818	Culicidae	1	1		11–12
<i>Oxyna parietina</i> (Linnaeus, 1758)	Tephritidae	1		1	11–12
Összesen		24 (18 faj)	7	17	10–14

39. táblázat: *Adonis vernalis* viráglátogató *Diptera* családok csökkenő gyakorisági sorrendben (Csatár-hegy, 2019. év)

Család	Egyedszám	Hím	Nőstény	Látogatások ideje (óra)
Syrphidae	12	3	9	10–14
Empididae	4	1	3	11–13
Anthomyidae	3	1	2	11–12 és 13–14
Tachinidae	3	1	2	10–12
Culicidae	1	1		11–12
Tephritidae	1		1	11–12
Összesen	24	7	17	10–14



14. ábra: *Adonis vernalis* viráglátogató Diptera egyedek óránkénti eloszlása Csátár-hegyen (2019)



15. ábra: *Adonis vernalis* viráglátogató Diptera egyedek óránkénti eloszlása Szentkirályszabadján, Csátár-hegyen és Veszprém-Kádártán (2019)

3.4.1.4. Értékelés

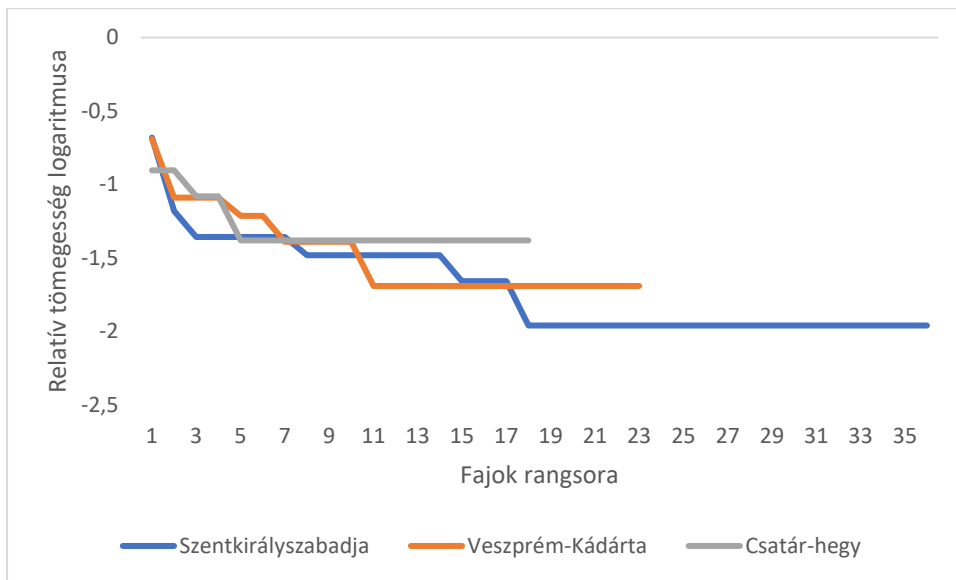
Minden jelen kutatásban gyűjtött Syrphidae fajt leírtak már a Bakony-hegységből, de nem mindegyik fajt írták le *A. vernalis* virágokról. A Bakony-hegység zengőlégy faunáját ismertető irodalomban (TÓTH 2001) az általunk azonosított 24 Syrphidae faj közül csupán 7 fajnál (*Eupeodes corollae*, *Melanostoma mellinum*, *Platycheirus albimanus*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrphus ribesii*, *S. torvus*, *S.*

vitripennis) volt feltüntetve az *A. vernalis*, mint látogatott virág, így 17 fajnál új bakonyi viráglátogatási adatokat tártunk fel.

A Bakony-hegységben végzett kutatásokkal ellentétben *A. vernalis* virágokon nem találtunk *Cheilosia grossa* (Fallén, 1817), *C. mutabilis* (Fallén, 1817), *C. pagana* (Meigen, 1822), *Eristalinus aeneus* (Scopoli, 1763), *E. sepulchralis* (Linnaeus, 1758), *Eristalis arbustorum* (Linnaeus, 1758), *E. pertinax* (Scopoli, 1763), *E. tenax* (Linnaeus, 1758), *Melanostoma scalare* (Fabricius, 1794), *Platycheirus clypeatus* (Meigen, 1822) és *P. europaeus* Goeldlin de Tiefenau, Maibach & Speight, 1990 egyedeket.

Bár a gyűjtések összes ideje mindhárom területen megközelítőleg azonos volt (23, 23 és 22 óra), faj- és egyedszámban jelentős különbségek adódtak. Egyed- és fajgazdagságban a szentkirályszabadjai terület bizonyult a legjobbnak (91 egyed-36 faj), melynek valószínűleg az a magyarázata, hogy a vizsgálati területet erdő szegélyezi, mely kedvező életfeltételeket biztosít a Diptera egyedek számára. Csatár-hegyen gyűjtöttük a legkevesebb egyedet és fajt (24 egyed, 18 faj), melynek egyik oka lehet, hogy a vizsgálati terület közelében nyaralótelkek, gyümölcsösök találhatóak, melyek az *A. vernalis* nyílásakor már pollent szolgáltatnak, így a Diptera fajoknak választási lehetőséget adnak. Másik oka lehet a szegélyhatás, mivel a terület egy bekötőút mellett helyezkedik el, és az egyre növekvő autóforgalom által előidézett por- és légmozgás valamint a hanghatások negatív hatással lehetnek a Diptera egyedek nyugalmaira. A három vizsgálati terület közül a csatári *A. vernalis* populáció helyezkedik el legmesszebb erdőtől, mely szintén oka lehet annak, hogy itt a legkevesebb Diptera egyedet és fajt gyűjtöttük. A gyűjtések alatt egyértelműen nyilvánvalóvá vált, hogy meleg, napos időben ezen a területen kevésbé áll a levegő, mint a másik két területen, melyek kimondottan melegek, szélcsendesek voltak.

Szentkirályszabadján és Veszprém-Kádártán a leggyakoribb faj a *Sphaerophoria scripta* volt, Csatár-hegyen viszont csak egyetlen egyed került elő. Hazai megfigyelések szerint a faj a megporzásban jelentősebb szerepet játszik. Hazánkban általánosan elterjedt, igen gyakori faj. Elsősorban nyílt területek tipikus faja, főleg szárazabb gyepekben található. Szárazság- és melegkedvelő, a déli órákban is aktív. A Bakonyban folyó kutatások során *A. vernalis* egyedeken is gyűjtötték. A fajt illetően Szentkirályszabadjáról már rendelkezünk adatokkal: Tóth Sándor 1999.06.27-én 1 hím és 5 nőstény egyedet gyűjtött (TÓTH 2001, 2011).



16. ábra: *Adonis vernalis* viráglátogató Diptera fajok tömegességi sorrendje

A rang-abundancia ábrákból (16. ábra) is látható, hogy Szentkirályszabadján és Veszprém-Kádártán egy faj volt (*Sphaerophoria scripta*), mely eudomináns szerepet töltött be, a többi faj kisebb egyedszámmal képviselte magát. A két görbe az elején meredek lefutású; Szentkirályszabadján a rangsorban első helyen álló *Sphaerophoria scripta* (20,9%) után a második faj (*Syrphus vitripennis*) csupán 6,6%-kal fordult elő, Veszprém-Kádártán pedig a *Sphaerophoria scripta* 20,4%-os értékét a *Tachina ursina* és az *Empis chioptera* 8,2%-os értéke követte. A Csatár-hegyi görbe első része enyhébb lefutású és lépcsőzetes, mivel 2 eudomináns (*Chrysotoxum vernale* és *Pipizella viduata*) és 2 domináns (*Delia* sp. és *Empis albicans*) fajt gyűjtöttünk, a fajokból kizárólag 3, 2 és 1 egyedet fogtunk be (12,5%, 8,3% és 4,2%). A görbe utolsó szakasza mindhárom területen egy hosszabb egyenes, ez az egyenes Szentkirályszabadján a leghosszabb, mivel itt gyűjtöttünk a legtöbb (14) fajból 1-1 egyedet, melyek recens fajnak tekinthetők.

Mindkét gyűjtött Culicidae faj hím egyed volt, a hímek növényi nedvekkal táplálkoznak (TÓTH 1975). Mivel az *A. vernalis* nem termel nektárt, a faj feltételezhetően egyéb szolgáltatásokért repült a virágra (búvóhely, melegedés stb.), így bizonyította a kombinált virágfunkciókat.

Bár TÓTH (1975) szerint a katonalegyek (Stratiomyidae) imágói nedvesebb helyeken, mocsarak területén találhatóak, mi szárazgyepekben találtuk meg azokat.

A három fúrólégy (Tephritidae) lárva, melyeket találtunk, szintén bizonyítja a kombinált virágfunkciókat, azt, hogy a virágok a rovarok bizonyos életszakaszaiban a rovarok szaporodási, fejlődési helyei, illetve életterei is lehetnek.

A hímek és a nőstények aránya Veszprém-Kádártán közel azonos volt, Szentkirályszabadján viszont a hímek, Csatár-hegyen pedig a nőstények voltak többségben. Ebből arra lehet következtetni, hogy a hímek és nőstények viráglátogatási viselkedésében nincs jelentős különbség.

A rovarlátogatások óránkénti eloszlásában különbségek mutatkoztak területenként. Míg Veszprém-Kádártán a 14-16 óra közötti időszak bizonyult a leghatékonyabbnak (13. ábra), Csatár-hegyen ebben az időszakban egyetlen egyed sem gyűjtöttünk, viszont a 11-12 óráig terjedő időszak kimagasló volt (14. ábra). Szentkirályszabadján a 11-15 óráig terjedő időszak kiegyenlítettebb volt, ebben az időszakban csupán a 13-14 óráig terjedő időszakban esett vissza a látogatások száma (12. ábra). Ha a mindhárom területen gyűjtött Dipterákat összességében vizsgáljuk, megállapítható, hogy a viráglátogatásoknak egy délelőtti (11-12 óráig) és egy délutáni (14-15 óráig) csúcsa volt (15. ábra).

Az *A. vernalis* által nyújtott táplálékforrás a korai virágzási periódus miatt különösen értékes, hiszen ebben az időszakban még kevés a virágzó növény. A Diptera fajok a virágban való mozgásuk során a pollent a bibére juttathatják, így részt vehetnek a megporzásban is. A táplálékforrás mellett a virág egyéb szolgáltatásokat is nyújt; a pihenés, párosodás, melegedés, szaporodás, fejlődés helyszíne is lehet. Ezek a funkciók nagyon fontosak a Diptera egyedek számára, és elősegítik a biodiverzitás fenntartását. Tanulmányunk eredményei hozzájárulhatnak az *A. vernalis* autökológiai ismereteihez, illetve a Dipterák viráglátogatási szokásaihoz szolgáltatnak adatot. A téma nem csak ökológiailag, de természetvédelmileg is fontos.

3.4.2. Az *Adonis vernalis* generatív részeit látogató

Thysanoptera fajok

3.4.2.1. Bevezetés

A tripszek számára fontos tényező, hogy az *A. vernalis* szára és sallangos levelei simának tűnnek, csak gyéren szőrözöttek. A végálló magános virágok élénksárga szíromlevelei alján nagyszámú sárga porzó virít. Az apokarp termőtáj spirálisan elhelyezkedő termői tömör, gömbölyű aszmag terméscsoporttá alakulnak. Ezek az apró termetű (átlagos testhossz. 0,8–1,8 mm) szűrő-szívó szájszervű rovarok erősen vonzódnak a virágporhoz, mint táplálékhoz (LEWIS 1973).

Az *A. vernalis* virágokat látogató tripsz fajok faunaterületünkön eddig nem kerültek leírásra.

3.4.2.2. Anyag és módszer

A tripsz fajokra irányuló gyűjtések 2017 és 2018 tavaszán, 12 alkalommal történtek Csatár-hegyen, Szentkirályszabadján, Veszprém-Kádártán és Csajágon (19. táblázat). Alkalmanként 15–59 virág (majd termés csoport) került átvizsgálásra (40. táblázat).

40. táblázat: Tripsz mintavételezések adatai *Adonis vernalis* virágokon és terméseken

Mintavételezés dátuma	Helyszín	Virág (aszmagcsoport) száma	Vizsgált generatív rész
2017.04.30.	Veszprém-Kádárta	40	virág
2018.04.14.	Csatár-hegy	25	virág
2018.04.14.	Szentkirályszabadja	25	virág
2018.04.18.	Csatár-hegy	46	virág
2018.04.22.	Szentkirályszabadja	50	virág
2018.04.28.	Veszprém-Kádárta	30	virág
2018.04.29.	Csatár-hegy	34	virág
2018.05.05.	Csatár-hegy	15	aszmagcsoport
2018.05.10.	Csatár-hegy	47	aszmagcsoport
2018.05.13.	Veszprém-Kádárta	53	aszmagcsoport
2018.05.15.	Szentkirályszabadja	56	aszmagcsoport
2018.05.20.	Csajág	59	aszmagcsoport

A tripszek begyűjtésére az ún. „fehérlapos” módszerrel került sor, mely magános virágoknál (majd termésükénél) jól alkalmazható. A virág (termés) alá helyeztünk egy fehér kartonlapot, és a virág (termés) ütögetésének hatására a tripszek a kartonlapra hullottak. A fehér kartonlap feletti ütögetés során kihullott tripszek 80 % alkohol és pár csepp glicerin oldatába kerültek. A határozás Czencz Kornélia munkája. A tartós preparátum készítésénél Berlese beágyazó folyadékot használtunk. A fajhatározás SCHLIEPHAKE és KLIMT (1979) munkájának szisztematikai részét felhasználva, JENSER (1982) Tripszek –*Thysanoptera* faunafüzete alapján, továbbá Jenser Gábortól és Irene Zawirska lengyel thysanopterológustól kapott összehasonlítóanyag birtokában történt; 32-szeres, 100-szoros ill. 400-szoros nagyításon. A gyűjtött fajok bizonyító példányai Czencz Kornéliánál (Keszthely) kerültek elhelyezésre.

3.4.2.3. Eredmények

A *Thysanoptera* rendet 12 egyed (11 imágó és 1 lárva) képviselte (41. táblázat), melyek 6 fajt, 5 genuszt és 2 családot képviseltek. A legtöbb egyedet *Tenothrips frici* és *Haplothrips acanthoscelis* imágókból gyűjtöttünk. Virágon 8, termésen 3 imágót találtunk, az egyetlen lárva pedig termésen volt (42. táblázat) (CZENCZ és MÉSZÁROS 2019).

41. táblázat: *Adonis vernalis* generatív részein gyűjtött Thysanoptera egyedek

Sorszám	Faj	Imágó	Lárva	Összesen
(Alrend: Terebrantia) (Család: Thripidae)				
1.	<i>Tenothrips frici</i> Uzel, 1895	3		3
2.	<i>Frankliniella pallida</i> Uzel, 1895	1		1
3.	<i>Frankliniella intonsa</i> Trybom, 1895	1		1
4.	<i>Dendrothrips degeeri</i> Uzel, 1895	2		2
(Alrend: Tubulifera) (Család: Phlaeothripidae)				
5.	<i>Haplothrips acanthoscelis</i> Karny, 1909	3	1*	4
6.	<i>Hoplothrips caespitis</i> Uzel, 1895	1		1
	Összesen	11	1	

* A narancspiros Tubulifera típusú lárva – megírt határozókönyv híján – *Haplothrips acanthoscelis* fajnak vélelmezhető

42. táblázat: *Adonis vernalis*on gyűjtött tripsz egyedek eloszlása a növényi részeken (2017–2018)

virág		termés	
imágó	lárva	imágó	lárva
8	0	3	1

3.4.2.4. Értékelés

Mivel az általunk vizsgált tripszfajok között a *Tubulifera* alrend egyetlen családját (*Phlaeothripidae*) 80%-ban a *Haplothrips acanthoscelis* faj képviselte, a termésen megjelenő „*Tubulifera* típusú” lárva is csak ezen fajhoz tartozhatott,

igazolva ezzel az adott növény tápnövény jellegét. Ez a megállapítás összecseng TERRY (1997) hasonló szituációban tett következtetésével.

A pillangósokhoz (*Fabaceae*) köthető fajok (*Frankliniella pallida*, *Frankliniella intonsa*) a környezeti társulás *Dorycnium*, *Medicago*, *Anthyllis* fajain is bizonyára jelen voltak akár nagyobb egyedszámban is. Hasonlóan vélelmezhető a fészkesekről (*Asteraceae*) ismert *Tenothrips frici* fajról, hogy egyedei a környezet *Achillea*, *Centaurea*, *Inula* fajain is élhettek. Ez a faj elsődlegesen erdős helyekről ismert.

A *Dendrothrips degeeri* tripsz faj korábbi lelőhelyei fás szárú növények, lombhullató fák rügyei, levelei (JENSER 1982). Felvételezési helyeinken az erdős környezet adott volt, a karsztbokorerdő jeleit mutató természetes szukcesszió fás szárú növényei (*Quercus*, *Fraxinus*, *Cotinus*, *Berberis*, *Rosa*) által.

Mivel a tripszekre irányuló kutatások *P. grandis* és *A. vernalis* virágokon egyidőben történtek, megállapítható, hogy a virágporkedvelő tripszek számára mindkét növényfaj bő pollenforrásnak számít. A tripsz fajok 91 %-a a *P. grandis* egyedekről került elő. A feltűnő különbség csak részben magyarázható azzal, hogy az *A. vernalis* csak virágporket kínál, nektárt nem. Az eltérés vélhetően növénymorfológiai és rovarélettani okokra is visszavezethető. Amíg a *P. grandis* virágokon a sárga porzók tripszekre gyakorolt vonzó hatása a kékes-lila lepelkörnyezetben felerősödött, addig ugyanezen vonzás az *A. vernalis* virágoknál, a megegyező színű sárga szirmolevél háttérrel, gyengült. A tripszek kedvelik a „testi érintést”, a búvóhelyeket; ezt a feltételt az aránylag sima felületű *A. vernalis* kevésbé biztosítja, mint a dús szőrrel borított *P. grandis*, beleértve a „bozontos” aszmagcsoportot is.

3.4.3. Az *Adonis vernalis* Coleoptera és Heteroptera viráglátogatói

3.4.3.1. Bevezetés

DENISOW és mtsai. (2014a) megfigyelései szerint az *A. vernalis* viráglátogatói között a Chlamydatus fajok (Heteroptera) a leggyakoribb rovarok. Bogarakat a *Mordellistena*, *Anthonomus* és *Cantharis* genuszból jegyezték fel. Heteroptera (főleg Chlamydatus sp.) és Coleoptera rovarok párzását és alvását figyelték meg a virágokban, ami bizonyítja a kombinált virágfunkciókat (élelemforrás, menedék), és

az *A. vernalis* rovar-diverzitásra gyakorolt erős hatására következtek. Kutatásaink az *A. vernalis* Coleoptera és Heteroptera viráglátogatóira irányultak.

3.4.3.2. Anyag és módszer

A megfigyeléseket 2017 és 2018 tavaszán végeztük. 2017-ben április 1-jén, 2-án és 9-én Szentkirályszabadján, 2018-ban április 20-án a Veszprém melletti Csatár-hegyen, április 21–22-én Szentkirályszabadján vettünk mintát (19., 43. táblázat). Kizárólag azokat a viráglátogató rovarokat gyűjtöttük be, melyek *A. vernalis* virágokon voltak. Egy időben 1–3 fő végezte a mintavételt. A megfigyelések alatt a területet folyamatosan pásztáztuk. A begyűjtéshez 30 cm átmérőjű rovarfogó hálókat használtunk, melyekkel a rovarokat egyesével fogtuk meg, és tettük üvegekbe határozás céljából. Így minden rovarot egyszeri viráglátogatóként számoltunk. A hatékony gyűjtés érdekében a begyűjtött rovarok között nem tettünk különbséget az alapján, hogy a virágon milyen viselkedést mutattak (párosodtak, aludtak stb.). A határozás Kondorosy Előd munkája.

43. táblázat: Az *Adonis vernalis* viráglátogatók megfigyelésének időpontjai (nyári időszámítás szerint)

Megfigyelés napja	Megfigyelés helyszíne	Megfigyelés ideje (óra)	Megfigyelés időtartama (óra)
2017. április 1.	Szentkirályszabadja	12–17	5
2017. április 2.	Szentkirályszabadja	10–17	7
2017. április 9.	Szentkirályszabadja	9–17	8
2018. április 20.	Veszprém, Csatár-hegy	12–15	3
2018. április 21.	Szentkirályszabadja	13–15	2
2018. április 22.	Szentkirályszabadja	10–14	4
Összesen			29

3.4.3.3. Eredmények

A mintavétel során összesen 55 Coleoptera és Heteroptera egyedét gyűjtöttünk (43. táblázat), 10 fajt sikerült azonosítani. A leggyakoribb viráglátogató a *Tropinota hirta* volt, az esetek 54,55%-ában ezt a fajt találtuk a virágokon. A legtöbb

viráglátogató a Coleoptera rendből került ki (72,73%), a Heteroptera rend 27,27%-kal képviselte magát (45. táblázat) (MÉSZÁROS és KONDOROSY 2019).

44. táblázat: Az *Adonis vernalis* virágait látogató Coleoptera és Heteroptera rovarfajok, csökkenő gyakorisági sorrendben

Faj	Egyedszám	Rend	Arány (%)
<i>Tropinota hirta</i> (Poda, 1761)	30	Coleoptera	54,55
<i>Pyrrhocoris apterus</i> (Linnaeus, 1758)*	7	Heteroptera	12,73
<i>Lygaeus equestris</i> (Linnaeus, 1758)*	5	Heteroptera	9,09
<i>Mordellidae</i> spp.	5	Coleoptera	9,09
<i>Malachius bipustulatus</i> (Linnaeus, 1758)	2	Coleoptera	3,64
<i>Cantharis pulicaria</i> Fabricius, 1781	1	Coleoptera	1,82
<i>Canthophorus melanopterus</i> (Herrich-Schäffer, 1835)	1	Heteroptera	1,82
<i>Clanoptilus strangulatus</i> (Abeille, 1891)	1	Coleoptera	1,82
<i>Coccinella septempunctata</i> Linnaeus, 1758 **	1	Coleoptera	1,82
<i>Dimorphopterus spinolae</i> (Signoret, 1857)	1	Heteroptera	1,82
<i>Eurydema oleraceum</i> (Linnaeus, 1758)	1	Heteroptera	1,82
Összesen:	55	0	100

*: a rovarok pázását is megfigyeltük a virágokban; **: a rovarok alvását is megfigyeltük a virágokban

45. táblázat: Az *Adonis vernalis* virágait látogató Coleoptera és Heteroptera fajok egyedszámai rendek szerint

Rend	Egyedszám	Arány (%)
Coleoptera	40	72,73
Heteroptera	15	27,27
Összesen:	55	100

3.4.3.4. Értékelés

Habár DENISOW és mtsai. (2014a) megfigyelései szerint az *A. vernalis* leggyakoribb viráglátogatója valamilyen Chlamydatus faj (Heteroptera), gyűjtéseink

során nem találtunk a Chlamydatius nembe tartozó mezeipoloskát. Az általuk talált, Lengyelországban és Magyarországon is előforduló 4 Chlamydatius faj a hazai tapasztalatok és irodalmi adatok alapján valószínűleg polifág (WAGNER 1975), bár pillangósokon gyakoriak leginkább (BENEDEK et al. 1970). Előfordulásuk nem zárható ki hazai *A. vernalis* populációk virágaiban, de saját megfigyeléseink és az általunk ismert hazai adatok nem támasztják ezt alá. Bogarakat a *Tropinota*, *Malachius*, *Clanoptilus*, *Coccinella* genuszból és a Mordellidae családból gyűjtöttünk. Tehát DENISOW és mtsai. (2014a) munkájával megegyezően marókát (Mordellidae) és *Cantharis* nembe tartozó lágybogarat mi is gyűjtöttünk, tőlük eltérően az *Anthonomus* nemből viszont nem találtunk képviselőt. Poloskák (*Pyrrhocoris apterus* és *Lygaeus equestris*) páرزását és bogarak (*Coccinella septempunctata*) alvását mi is megfigyeltük a virágokban. Az *A. vernalis* kora tavaszi táplálékot (pollent) kínál a rovaroknak. A táplálékforrás mellett egyéb lehetőségeket is nyújt (helyet alvásra, párosodásra, melegedésre), amelyek nagyon fontosak a rovarok számára, és elősegítik a biodiverzitás fenntartását. Az *A. vernalis* által nyújtott táplálékforrás a korai virágzási periódus miatt különösen értékes, hiszen ebben az időszakban még meglehetősen kevés a virágzó növény. Mivel az *A. vernalis* virágai csak részleges proterogyniát mutatnak (azaz a virágzás kezdeti szakaszában a bibe már érett, de a portokok még zárva vannak, később viszont mindkét nemű ivarlevél egyszerre működőképes), ezért a megfigyelt fajok nagy része a megporzásban is részt vehet; a virágban való mozgásuk során a pollent a virág saját bibéjére juttathatják. Természetesen ez a megporzó tevékenység korántsem olyan hatékony, mint a hártyásszárnyú rovarok által nyújtott szolgáltatás, és elsősorban az önbeporzást, nem pedig a keresztbeporzást segíti elő. Ugyanakkor lehetséges, hogy ezek a rovarok akár mozgásukkal, akár rágásukkal nagyobb kárt tesznek a virágban, mint amekkora hasznot hajtanak a beporzással. A vizsgálataink alatt legnagyobb számban gyűjtött *Tropinota hirta* Magyarországon sok növényenél (gyümölcs- és díszfáknál, cserjéknél és egyéb mezőgazdaságilag jelentős növényeknél) kárt okoz, mert a virág reprodukív részeit és a virágszirmokat fogyasztja (TÓTH et al. 2004). MARTINOVICH (1962) a *T. hirta* 60 magyarországi tápnövénye között az *A. vernalis* fajt is említi. A viráglátogató rovarok kutatása természetvédelmi szempontból is elengedhetetlen; a megfelelő védelmi stratégia kidolgozása és megvalósítása elősegíti a faji és élőhelyi szintű diverzitást.

4. Összefoglalás

A ritka és veszélyeztetett fajok megőrzésének érdekében az adott faj biológiájának és ökológiájának minél részletesebb ismerete nélkülözhetetlen. Ennek érdekében végeztünk autökológiai vizsgálatokat két, természetvédelmi szempontból kiemelt figyelmet érdemlő növényfaj, a *Pulsatilla grandis* és az *Adonis vernalis* vonatkozásában. Mindkét faj a Ranunculaceae növény családba tartozik és kora tavaszi virágzású, száraz gyepi növény. Kora tavaszi virágzásuk okán a rovarok számára is fontosak, mindkét faj jelentős mennyiségű pollent termel, és a *P. grandis* emellett nektárral is jutalmazza a viráglátogatókat. Bár morfológiai és természetvédelmi (vadkár) vonatkozású kutatásokat is végeztünk, vizsgálatainkban elsősorban a megporzókra és viráglátogatókra fókuszáltunk.

A *P. grandis* populációkban zajló megfigyelésekre 2010. és 2020. között került sor, a Veszprém melletti Csatár-hegyen, a Balatonalmádiban található Vörös-hegyen és Bakonykoppányban. A *P. grandis* morfológiai jellemzése és reprodukív sikerének felmérése érdekében az aszmagokat vizsgáltuk. A morfológiai vizsgálatok során az aszmagok számát és méretét illetően szignifikáns különbségeket állapítottunk meg populációnként. Az átlagos aszmagszám, az életképes /összes aszmagok aránya, az életképes és a léha aszmagok hossza és szélessége, az életképes és a léha aszmagok repítőszőrének hossza területenként szignifikánsan eltért. Az egyedeken lévő termés csoportok számának nem volt kimutatható szignifikáns hatása sem a normál méretű aszmagok átlagos számára, sem az átlagos szárhosszra.

Kutatásunk során a *P. grandis* és a *P. vulgaris* fajok között újabb morfológiai bélyegeket tártunk fel: a *P. grandis* esetében a termés csoportonkénti összes, életképes és léha aszmagszám jelentősen magasabb, mint a *P. vulgaris* esetében. Különbségeket tártunk fel az aszmagok hossz méretében is: a *P. grandis* esetében ez az érték nagyobb volt. E vizsgálatnak a két faj elkülönítésében van jelentősége.

Virágzásfenológiai vizsgálatainkból megállapítottuk, hogy a *P. grandis* populáció március első harmadában érte el a virágzási maximumát, a termések beérése pedig május 10. körül következett be. A vadak kártételére vonatkozóan elmondható, hogy a vadak – bár a növény minden része mérgező – előszeretettel fogyasztották a bimbós, illetve virágzó hajtásokat, és ezek közül az előbbit preferálták jobban. Ez a kártétel különösen jelentős annak ismeretében, hogy a faj szaporodásában a generatív szerveknek nagy jelentőségük van.

A pollinátorokra irányuló kutatások során *P. grandis* virágokon 40 Aculeata fajt azonosítottunk. A legfőbb megporzó az *Apis mellifera* volt, ezután a *Lasioglossum* és az *Andrena* genusz következett. Bár kutatásunk elsősorban a vadméhek megfigyelésére irányult, a háziméhek elsődleges szerepet töltenek be a megporzásban. A vadméhek fajgazdagsága mindkét vizsgált területen megfigyelhető volt. *Bombus*, *Colletes*, *Osmia* genuszból is jelentős számú egyedet gyűjtöttünk, a *Polistes*, *Nomada*, *Priocnemis*, *Halictus* és *Chysura* genusz kevés egyedszámmal képviselte magát. Az egyedek nagy része nőstény volt, de jelentős mennyiségű hím egyed is begyűjtésre került, melyek bizonyítják a kombinált virágfunkciókat, azaz a rovarok nem csupán a táplálkozás miatt keresik fel a virágokat, hanem a virágok a párzás, felmelegedés, pihenés helyei is lehetnek. A rovarok a 12-14 óráig terjedő időszakban voltak a legaktívabbak. Az, hogy a két területen gyűjtött 40 fajból csupán 13 faj volt mindkét területen megtalálható, arra enged következtetni, hogy a *P. grandis* Aculeata látogatóinak fajszerkezete nem tekinthető konstansnak.

Diptera gyűjtéseink során *P. grandis* virágokon 15 fajt sikerült azonosítani. Eredményeinkből megállapítható, hogy a *P. grandis* virágokat legnagyobb számban Syrphidae fajok látogatják. A zengőlegyeken kívül Calliphoridae, Tachinidae, Stratiomyidae, Empididae és Muscidae képviselőket azonosítottunk. Leggyakoribb viráglátogató kétszárnyú faj a *Brachypalpus valgus* volt, mely eudomináns szerepet töltött be. Az egyedek óránkénti eloszlása a déli órákban volt a legintenzívebb, aztán csökkent a nap folyamán. A növényfaj esetében a bakonyi viráglátogatósi adatokat 9 zengőlégy fajjal gazdagítottuk. A Diptera rend képviselői közül elsősorban a zengőlegyekre jellemző, hogy pollenátvitelben vesznek részt, így kutatásunk során bizonyítást nyert, hogy a *P. grandis* megporzói közül a kétszárnyúak is jelentős szerepet töltenek be.

A Thysanoptera fajokra irányuló kutatásaink során *P. grandis* virágokon és terméseken 13 fajt (imágót és lárvát) azonosítottunk, melyek a Thripidae és a Phlaeothripidae családhoz tartoztak. *Thrips minutissimus* egyedekből találtuk a legtöbbet. A tripszek a *P. grandis* generatív szerveinek szívogatásával kárt okozhatnak, de szusztinens elemekként is szóba jöhetnek, bár a megporzásban betöltött szerepük minden bizonnyal csekély.

Az *A. vernalis* populációkban zajló megfigyelésekre 2016. és 2020. között került sor, a Veszprém melletti Csatár-hegyen, Szentkirályszabadján, Csajágon és Veszprém-Kádártán. A faj vonatkozásában hajtásszámlálásokat végeztünk. Az összes hajtásszámot tekintve a vegetatív hajtások (67,27%) jóval nagyobb arányban fordultak

elő, mint a generatívok (32,73%). A csoportonkénti és a populációnkénti vegetatív és generatív hajtások átlagos száma között mindkét hajtástípus esetében szignifikáns különbség volt lelőhelyenként. A generativitás-indexek átlagértékei szintén szignifikánsan különböztek.

Az *A. vernalis* aszmagokat és szárazakat különböző lelőhelyeken vizsgáltuk. Az egyes területeken az összes (életképes+léha) átlagos aszmagszám, az életképes és a léha aszmagszám, az életképes/összes aszmagok aránya, az életképes aszmagok hossza és szélessége területenként szignifikánsan eltért. A genetenkénti virágszámnak erősen szignifikáns hatása volt a virágzati szára, az életképes aszmagok számára, a léha aszmagok számára és az életképes/összes aszmag arányára. Az eredmények arra engednek következtetni, hogy az *A. vernalis* a különböző élőhelytípusokra különbözőképpen reagál, vagyis a területek jellemzői az aszmagtulajdonságokban megjelennek.

Az *A. vernalis* Aculeata megporzóinak vizsgálata során 37 fajt azonosítottunk. A fő megporzók a *Lasioglossum* nemből kerültek ki, ezután az *Apis mellifera* következett. A háziméhek a *P. grandis* esetében a fő megporzókat jelentették, de – mivel az *A. vernalis* virágzása a *P. grandis* virágzása után következik be – ebben az időben a háziméhek már más táplálékot is találhattak a környező növények virágaiban. A rovarok a 10–14 óráig terjedő időszakban voltak a legaktívabbak. A többi fullánkos hártványásszárnyú pollinátor az *Andrena*, *Bombus*, *Osmia*, *Nomada*, *Halictus*, *Polistes*, *Vespula* és *Chelostoma* genuszt képviselte.

Diptera gyűjtéseink során *A. vernalis* virágokon 58 fajt azonosítottunk. Az összes egyedből csupán 2 egyed tartozott a Nematocera alrendbe, a többi egyed a Brachycera alrendet képviselte. A legtöbb egyed mindhárom területen a zengőlegyekből (Syrphidae) került ki. Ezen kívül Anthomyidae, Tachinidae, Sepsidae, Empididae, Bombyliidae, Calliphoridae, Culicidae, Muscidae, Platystomatidae, Stratiomyidae és Tephritidae képviselőket gyűjtöttünk. *Sphaerophoria scripta*, *Chrysotoxum vernale* és *Pipizella viduata* egyedekből gyűjtöttük a legtöbbet. Tephritidae lárvát is találtunk a virágokban. Az egyedek óránkénti mennyisége 10–11 óráig volt a legkevesebb, illetve 11–12 óráig a legtöbb. 17 zengőlégy fajnál új bakonyi viráglátogatási adatokat tártunk fel. Faj-és egyedszámban jelentős különbségek adódtak lelőhelyenként. Kutatásaink igazolták, hogy a kétszárnyúak az erdő melletti területeket részesítik előnyben.

Thysanoptera gyűjtéseink során *A. vernalis* virágokon és terméseken 6 fajt azonosítottunk, melyek a Thripidae és a Phlaeothripidae családba tartoztak. A legtöbb

egyedet *Tenothrips frici* és *Haplothrips acanthoscelis* imágókból gyűjtöttük. Az egyetlen lárvát termésen találtuk. A tripsz fajok 91 %-a a *P. grandis* egyedekről került elő. A különbség csak részben magyarázható azzal, hogy az *A. vernalis* csak virágot kínál, nektárt nem. Az eltérés vélhetően növénymorfológiai és rovarélettani okokra is visszavezethető. A tripszek kedvelik a taktilis ingereket, a bújóhelyeket; ezt a feltételt az aránylag csupasz felületű *A. vernalis* kevésbé biztosítja, mint a sűrű szőrökkel borított *P. grandis*.

Coleoptera és Heteroptera gyűjtéseink során *A. vernalis* virágokon 10 fajt sikerült azonosítani. A leggyakoribb viráglátogató a *Tropinota hirta* volt, mely az összes egyed 55%-át tette ki. A legtöbb viráglátogatót a Coleoptera rendből találtuk (73%), a Heteroptera rend 27%-kal képviselte magát. Bogarakat a *Tropinota*, *Cantharis*, *Clanoptilus*, *Malachius*, *Coccinella* genusból és a Mordellidae családból gyűjtöttünk, a Heteroptera rendet a *Lygaeus*, *Dimorphopterus*, *Pyrrhocoris*, *Canthophorus* és *Eurydema* genuszba tartozó egyedek képviselték. Bár ezek a fajok a virágban való mozgásuk során részt vehetnek a megporzásban, kérdéses, hogy mekkora hasznot hajtanak. A vizsgálataink alatt legnagyobb számban gyűjtött *Tropinota hirta* sok növényen kárt okoz, mert a virág reprodukív részeit és a virágszirmokat fogyasztja.

Fenti eredmények hozzájárulnak két ritka és védett növényfaj, a *P. grandis* és az *A. vernalis* megismeréséhez, és ezáltal védelmi stratégiájuk kidolgozásához. Eredményeink megerősítették, hogy a komplex rovar-növény kapcsolatok rendkívül összetettek, és kutatásuk elengedhetetlen annak érdekében, hogy ezeknek a bonyolult rendszereknek a fennmaradását a jövőben segíteni tudjuk. További vizsgálatok szükségesek az egyes növényfajok autökológiájának feltárása érdekében, melyek során hiánypótló eredmények szülehetnek.

5. Summary

Detailed knowledge of the biology and ecology of rare and threatened species is essential to their effective conservation. Therefore, we studied the autecology of two plant species which deserve special attention as they have high nature conservation value: *Pulsatilla grandis* and *Adonis vernalis*. These dry grassland species are members of the Ranunculaceae family and flower in early spring. They are important for insects too, as they offer early-spring food resources producing significant amount of pollen. *P. grandis* rewards pollinators with nectar as well. Beside morphological and nature conservation (game damage) studies, we focused mainly on pollinators and flower visitor insects.

P. grandis populations were studied between 2010 and 2020 on the Csatár Hill near Veszprém, on the Vörös Hill in Balatonalmádi and in Bakonykoppány. Achenes were measured to investigate the morphology and reproductive success of *P. grandis*. During our morphological studies we found significant differences in the number and size of achenes among populations. The mean number of achenes, the viable/total number of achenes ratio, the length and width of viable and non-viable achenes, the length of plume of viable and non-viable achenes were significantly different. The number of achenes heads per individuals had no significant effect on the mean number of achenes and mean length of the stem.

In our studies we found new differences in the morphological characteristics of *P. grandis* and *P. vulgaris*: the number of viable and non-viable achenes, and the total number of achenes per head is considerably higher in the case of *P. grandis*. We found differences in the length of achenes as well: this value was higher in the case of *P. grandis* achenes. This investigation support the differentiation of the two species.

Our studies on flowering phenology showed that the *P. grandis* population reached the peak of flowering in the first third of March, while fruits ripened around 10th May. Although every part of the plant is poisonous game species often feed the *P. grandis* shoots with buds and flowers, and preferred the former phenological stage. This damage is especially harmful as generative organs are very important in the reproduction of the species.

During our pollinator studies we have found 40 Aculeata species on *P. grandis* flowers. *Apis mellifera* was the most abundant pollinator, followed by species from *Lasioglossum* and *Andrena* genera. Though our main aim was to study wild bee species, we concluded honeybees played a key role in the pollination of the species.

The diversity of wild bee species was remarkable in both study areas. Considerable number of individuals were collected from *Bombus*, *Colletes*, *Osmia* genera, while *Polistes*, *Nomada*, *Priocnemis*, *Halictus* and *Chysura* genera were represented by a low number of individuals. Most individuals were females, but notable number of males were collected as well, which proves combined functions of flowers. This means that insects visit flowers not only for forage but flowers also provide shelter and place for mating and warming. Insects were most active between 12–2 p.m. The fact that only 13 of the 40 collected species were present on both sites can indicate that the species composition of Aculeata pollinators of *P. grandis* is not constant.

During our studies on Diptera taxa we collected 15 species on *P. grandis*. Our results showed that *P. grandis* flowers were most frequently visited by Syrphidae species. We also recorded Calliphoridae, Tachinidae, Stratiomyidae, Empididae and Muscidae species. The most abundant Diptera visitor was *Brachypalpus valgus*, playing an eudominant role. The number of individuals/hour was the highest around 12 noon, and decreased during the afternoon. We recorded 9 new hoverfly visitors of *P. grandis* in the Bakony Hills. From the representatives of the Diptera order mainly hoverflies take part in pollen transfer, so our studies proved that Diptera taxa also can play an important role in the pollination of *P. grandis*.

We found 13 Thysanoptera species (adults and larvae) on *P. grandis* flowers and fruits, which were members of the Thripidae and Phlaeothripidae families. We collected the highest number of individuals from *Thrips minutissimus*. Thrips can cause damage in the reproductive organs of *P. grandis* during feeding, but can be sustainer elements as well, though their role in pollination is small.

Adonis vernalis populations were studied between 2016 and 2020 on the Csatár Hill near Veszprém, at Szentkirályszabadja, Csajág and Veszprém-Kádárta. The shoots of *A. vernalis* were counted. The ratio of vegetative shoots (67.27) was significantly higher than of generative shoots (32.73). The mean number of vegetative and generative shoots per clumps and populations was significantly different among study areas. The mean values of generativity indexes were also significantly different.

A. vernalis achenes and shoots were studied at different study areas. The mean of the total number of achenes (viable and non-viable), the number of viable achenes, the number of non-viable achenes, the viable/total number of achenes ratio and the length and width of achenes were significantly different among sites. The number of flowers per individuals (genets) has a significant effect on stem height, number of viable achenes, number of non-viable achenes and on the viable/total number of

achenes ratio. From our results we can conclude that *A. vernalis* shows different reactions on different habitats, so the characteristics of the areas appear in the traits of achenes.

During our studies on Aculeata pollinators of *A. vernalis* we recorded 37 species. *Lasioglossum* species were the most frequent pollinators, followed by *Apis mellifera*. In the case of *P. grandis* honey bee was the main pollinator but *A. vernalis* flowers later than *P. grandis* so honey bees can find other pollen sources as well. Insects were the most active between 10 a.m. and 14 p.m. Other collected pollinators were members of the *Andrena*, *Bombus*, *Osmia*, *Nomada*, *Halictus*, *Polistes*, *Vespula* and *Chelostoma* genera.

We collected 58 Diptera species on *A. vernalis* flowers. Only 2 individuals represented the Nematocera suborder and all the other individuals were members of the Brachycera suborder. Most individuals were hoverflies (Syrphidae) on all of the three study areas. Anthomyidae, Tachinidae, Sepsidae, Empididae, Bombyliidae, Calliphoridae, Culicidae, Muscidae, Platystomatidae, Stratiomyidae and Tephritidae species were collected as well. The highest number of individuals were collected from *Sphaerophoria scripta*, *Chrysotoxum vernale* and *Pipizella viduata*. Tephritidae larva was also found in the flowers. The number of individuals/hour was the lowest between 10–11 a.m. and the highest between 11–12 a.m. New flower visitation data from the Bakony Hills were recorded in the case of 17 hoverfly species. The number of individuals and species was significantly different among study areas. Our results proved that Diptera species prefer areas near forests.

We collected 6 Thysanoptera species on *A. vernalis* flowers and fruits which were members of the Thripidae and Phlaeothripidae families. We collected the highest number of individuals from *Tenothrips frici* and *Haplothrips acanthoscelis* adults. The only collected larva was found on a fruit. 91% of thrips species was recorded on *P. grandis* individuals. This can be only partly explained by the fact that *A. vernalis* is nectarless and offers only pollen for pollinators. The difference is presumably influenced by plant morphological factors and insect behaviour as well. Thrips species prefer tactile stimuli and shelters. The plumed *P. grandis* satisfies these conditions but the relatively smooth *A. vernalis* does not quite fulfil them.

During our studies on Coleoptera and Heteroptera visitors of *A. vernalis* we identified 10 species. The most frequent was *Tropinota hirta*, representing 55% of all individuals. Most visitors were members of the Coleoptera order (73%), while the ratio of the Heteroptera order was 27%. Beetles were collected from the *Tropinota*,

Cantharis, *Clanoptilus*, *Malachius*, *Coccinella* orders and Mordellidae family, the Heteroptera order was represented by *Lygaeus*, *Dimorphopterus*, *Pyrrhocoris*, *Canthophorus* and *Eurydema* individuals. Though these species can take part in pollination as they are moving in the flower, their effectiveness is questionable. *Tropinota hirta*, which was collected in significant number can cause damage as it feeds on the reproductive organs of plants.

The above-mentioned results contribute to the development of conservation strategies of two rare and protected plant species (*P. grandis*, *A. vernalis*). Our investigations also proved that the diversity of insects and plants is still high in Hungary. Our results confirm that insect-plant interactions are very complex and their investigation is indispensable to help the survival of these multiple systems. Further studies are needed to explore the autecology of endangered species which can lead to substantial results.

6. Tézispontok

1. Kimutattuk, hogy a *Pulsatilla grandis* esetében az átlagos aszmagszám, az életképes /összes aszmagok aránya, az életképes és a léha aszmagok hossza és szélessége, az életképes és a léha aszmagok repítőszőrének hossza területenként szignifikánsan eltér, vagyis a faj a különböző környezeti feltételek esetében reproduktív jellemzőinek megváltoztatására képes.
2. A *Pulsatilla grandis* és *P. vulgaris* fajok között újabb morfológiai bélyegeket tártunk fel: a *P. grandis* esetében a terméscsoportonkénti összes, életképes és léha aszmagszám magasabb, illetve az aszmagok hosszmérete nagyobb, mint a *P. vulgaris* esetében. E vizsgálatnak a két faj elkülönítésében van jelentősége.
3. A *Pulsatilla grandis* viráglátogatóira irányuló kutatások során 40 Aculeata fajt azonosítottunk. A legfőbb megporzó az *Apis mellifera* volt, így megállapítható, hogy a háziméhek elsődleges szerepet töltenek be a faj megporzásában. Diptera gyűjtéseink során 15 fajt azonosítottunk, a leggyakoribb faj a *Brachypalpus valgus* volt. A virágokat legnagyobb számban Syrphidae fajok látogatták, melyek a megporzásban jelentős szerepet töltenek be. A növényfaj esetében a bakonyi viráglátogatási adatokat 9 zengőlégy fajjal gazdagítottuk. A Thysanoptera fajokra irányuló vizsgálataink során 13 fajt azonosítottunk. Valószínűsíthető, hogy a generatív részek szívogatásával befolyásolhatják a terméscsoportokban kialakuló magok számát.
4. *Adonis vernalis* vonatkozásában a vegetatív és generatív hajtások, az aszmagok száma és mérete között szignifikáns különbséget bizonyítottunk az egyes populációk között, mely rámutat, hogy a faj a morfológiai tulajdonságok változtatásával is képes alkalmazkodni a különböző környezeti feltételekhez.
5. Az *Adonis vernalis* viráglátogatóira irányuló kutatások során 37 Aculeata fajt azonosítottunk. A legtöbb egyed a *Lasioglossum* nemből került ki, mellyel bizonyítást nyert, hogy a vadméhek jelentős szerepet töltenek be a faj megporzásában. Diptera gyűjtéseink során 58 fajt azonosítottunk. A legtöbb egyed a zengőlegyekből (Syrphidae) került ki, mellyel bizonyítást nyert, hogy

a kétszárnyúak is a faj fontos pollinátorai között szerepelnek. 17 zengőlégy fajnál új bakonyi viráglátogatási adatokat tártunk fel. Thysanoptera gyűjtéseink során virágokon és terméseken 6 fajt azonosítottunk. A legtöbb egyedet *Tenothrips frici* és *Haplothrips acanthoscelis* imágókból gyűjtöttük. Jelentős számú *Tropinota hirta* került begyűjtésre a virágokról, mely a generatív részek fogyasztásával csökkentheti a növények ivaros szaporodásának lehetőségét.

7. Thesis points

1. Our results evinced, that in the case of *Pulsatilla grandis* the mean number of achenes, the viable/total number of achenes ratio, the length and width of viable and non-viable achenes, the length of plumes of viable and non-viable achenes were significantly different among study areas, which shows that the species can change its reproductive characteristics between different environmental conditions.
2. In our studies we found new differences in the morphological characteristics of *P. grandis* and *P. vulgaris*: the number of viable and non-viable achenes, and the total number of achenes per heads is considerably higher in the case of *P. grandis*. The achenes of this species are longer as well. These results are important in the differentiation of the two species.
3. In our pollinator studies we found 40 Aculeata species on *P. grandis* flowers. *Apis mellifera* was the most abundant pollinator, so we conclude that honey bees can play a key role in the pollination of the species. During our studies on Diptera taxa we collected 15 species on *P. grandis*, *Brachypalpus valgus* was the most abundant of them. *P. grandis* flowers were most frequently visited by Syrphidae species, which play important role in pollination. We recorded 9 new hoverfly visitors of *P. grandis* in the Bakony Hills. We found 13 Thysanoptera species, which feed on the generative organs and this presumably have influence on the number of achenes per aggregates.
4. In the case of *Adonis vernalis* significant differences were found in the number of vegetative and generative shoots, number and size of achenes among its populations. This shows that the species can adapt to different environmental conditions with changing morphological characteristics.
5. We recorded 37 Aculeata visitors on *Adonis vernalis*. Most individuals were members of the *Lasioglossum* genus, which evinced that wild bee species play an important role in the pollination of the species. We collected 58 Diptera species. The number of hoverflies (Syrphidae) was the highest, which shows

that Diptera taxa are important pollinators of *A. vernalis* as well. New flower visitation data from the Bakony Hills were recorded in the case of 17 hoverfly species. During our study on Thysanoptera we collected 6 species on flowers and fruits. The most individuals were *Tenothrips frici* and *Haplothrips acanthoscelis* adults. Considerable number of *Tropinota hirta* was collected from flowers. This species can decrease the reproductive success of the plant with its feeding on generative organs.

8. Irodalomjegyzék

- ALLEN-WARDELL, G., BERNHARDT, P., BITNER, R., BURQUEZ, A., BUCHMANN, S., CANE, J., COX, P. A., DALTON, V., FEINSINGER, P., INGRAM, M., INOUE, D., JONES, C. E., KENNEDY, K., KEVAN, P., KOPOWITZ, H., MEDELLIN, R., MEDELLIN-MORALES, S., NABHAN, G. P., PAVLIK, B., TEPEDINO, V., TORCHIO, P., WALKER, S. (1998): The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology* 12: 8–17. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.1998.97154.x>
- BALOGH L. (szerk.), ÖRDÖG F. (szerk.), VARGA M. (szerk.) (2000): Veszprém megye földrajzi nevei IV. A veszprémi járás. Magyar Nyelvtudományi Társaság, Budapest. 750 p.
- BALZER, S. (2006): *Pulsatilla grandis* Wenderoth. In: Petersen, B. und Ellwanger, G. (Bearb.): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH -Richtlinie in Deutschland. Band 3: Arten der EU-Osterweiterung. - Bonn-Bad Godesberg (Landwirtschaftsverlag) - Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 69(3): 57-62.
- BARTHA D. (szerk.) (2012): Természetvédelmi növénytan. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 400 p.
- BAWA, K. S. (1980): Evolution of dioecy in flowering plants. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 11: 15-39.
- BENEDEK P., ERDÉLYI CS., JÁSZAI J. (1970): Lucernások Heteroptera-faunájáról. *Növényvédelem* 6: 289–294.
- BIERZYCHUDEK, P. (1981): Pollinator limitation of plant reproductive effort. *The American Naturalist* 117: 838-840.
- BIESMEIJER, J. C., ROBERTS, S. P. M., REEMER, M., OHLEMÜLLER, R., EDWARDS, M., PEETERS, T., SCHAFFERS, A. P., POTTS, S. G., KLEUKERS, R., THOMAS, C. D., SETTELE, J., KUNIN, W. E. (2006): Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313: 351–354.
- BIRÓ É., BÓDIS J., NAGY T., TÖKÖLYI J., MOLNÁR V. A. (2015): Honeybee (*Apis mellifera*) mediated increased reproductive success of a rare deceptive orchid. *Applied Ecology and Environmental Research* 13(1):181-192. https://doi.org/10.15666/aer/1301_181192

- BOCHENKOVÁ, M., KARLÍK, P., HEJCMAN, M., JIRAS, P. (2017): Does seed modification and nitrogen addition affect seed germination of *Pulsatilla grandis*? *Scientia Agriculturae Bohemica* 48(4): 216–223.
- BOGNÁR J. (2014): Tavaszhi hérics – *Adonis vernalis*. [http://www.plantarium.hu/tag/pollenvirag._\(2020.09.23.\)](http://www.plantarium.hu/tag/pollenvirag._(2020.09.23.))
- BOOTH, B. D., MURPHY, S. D., SWANTON, C. J. (2003): Weed ecology in natural and agricultural systems. CABI publishing.
- BÓDIS J. (1997): Az adriai sallangvirág (*Himantoglossum adriaticum* Baumann) demográfiai és virágzás-dinamikai adatai. *Kitaibelia* 2(2): 322.
- BÓDIS J., BIRÓ É., NAGY T., TAKÁCS A., SRAMKÓ G., BATEMAN R. M., GILIÁN L., ILLYÉS Z., TÖKÖLYI J., LUKÁCS B. A., CSÁBI M., MOLNÁR V. A. (2019): Biological flora of Central Europe *Himantoglossum adriaticum* H. Baumann. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 40:1-17. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2019.125461>
- BÖLÖNI J., MOLNÁR ZS., KUN A. (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei. Vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011. MTA Ökológiai és Biológiai Kutatóintézete Vácrátót. 439 p.
- BROUWER, W., STÄHLIN, A. (1955): Handbuch der Samenkunde für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft mit einem Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten landwirtschaftlichen Samen. DLG-Verlags-GMBH., Frankfurt am Main. 656 p.
- CHARLESWORTH, D., CHARLESWORTH, B. (1987): Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 18(1):237–268.
- CHITTKA, L., THOMSON, J.D., WASER, N.M. (1999): Flower constancy, insect psychology, and plant evolution. *Naturwissenschaften* 86(8):361–377.
- CHMURA, D., ADAMSKI, P., DENISIUK, Z. (2012): Spatiotemporal aspects of the occurrence of clonal steppe plant *Adonis vernalis* L. in the southern Poland. *Casopis slezského zemského muzea* (A) 61(3): 245-250.
- CHMURA, D., ADAMSKI, P., DENISIUK, Z. (2013): How do plant communities and flower visitors relate? A case study of semi-natural xerothermic grasslands. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 82(2): 99-105.
- CITES [Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora] (2000): Proposal 11.61: Inclusion of *Adonis vernalis* in Appendix II in accordance with Article II 2(a). Potted live plants to be excluded. Consideration

- of Proposals for Amendment of Appendices. Eleventh meeting of the Conference of the Parties - Gigiri (Kenya), 10-20 April 2000. <https://cites.org/eng/cop/11/prop/index.php>, <https://cites.org/sites/default/files/eng/cop/11/prop/61.pdf>. (2019.08.05.)
- CZENCZ K. (1987): The role of coloured traps in collecting thrips fauna, p. 426-435. In: Holman, J., J. Pelikan, A.F.G. Dixon, and L. Weisman (eds.). Population Structure, Genetics and Taxonomy of Aphids and Thysanoptera. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.
- CZENCZ K., MÉSZÁROS T. (2019): Tripsz fajok jelenléte a leánykökörcsinen (*Pulsatilla grandis* Wender.) és a tavaszi héricsen (*Adonis vernalis* L.) a Bakony vidéken. *Növényvédelem* 80[N.S.55](7): 289-294.
- DAINESE, M., RIEDLINGER, V., HOLZSCHUH, A., KLEIJN, D., SCHEPER, J., STEFFAN-DEWENTER, I. (2018): Managing trap- nesting bees as crop pollinators: Spatiotemporal effects of floral resources and antagonists. *Journal of Applied Ecology* 2018 (55):195–204. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12930>
- DEBINSKI, D.M., HOLT, R.D. (2000): A survey and overview of habitat fragmentation experiments. *Conservation Biology* 14: 342–355.
- DENISOW, B., POGROSZEWSKA, E., LASKOWSKA, H. (2015): The effect of silicon on nectar and pollen production in *Hosta* Tratt. ‘Krossa Regal’. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 14(4): 131–142.
- DENISOW, B., STRZAŁKOWSKA-ABRAMEK, M., BOŹEK, M., JEŹAK, A. (2014b): Early spring nectar and pollen and insect visitor behavior in two *Corydalis* species (Papaveraceae). *Journal of Apicultural Science* 58(1): 93–102.
- DENISOW, B., WRZESIEŃ, M. (2006): The study of blooming and pollen efficiency of *Adonis vernalis* L. in xerothermic plant communities. *Journal of Apicultural Science* 50 (1): 25-32.
- DENISOW, B., WRZESIEN, M., CWENER, A. (2014a): Pollination and floral biology of *Adonis vernalis* L. (Ranunculaceae)—a case study of threatened species. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 83(1): 29-37.
- DICKS, L., ABRAHAMS, A., ATKINSON, J., BIESMEIJER, J., BOURN, N., BROWN, C., BROWN, M.J.F., CARVELL, C., CONNOLLY, C., CRESSWELL, J.E., et al. (2013): Identifying key knowledge needs for evidence-based conservation of wild insect pollinators: a collaborative crosssectoral exercise. *Insect Conservation and Diversity* 6: 435–446.

- DOBOLYI K. (2007): A dolomitlen (*Linum dolomiticum* Borbás) kutatásának újabb eredményei. *Természetvédelmi közlemények* 13: 173–178.
- DOSTALOVA, A., KIRÁLY G. (2013): *Pulsatilla grandis*. – The IUCN Red List of Threatened Species 2013. <http://www.iucnredlist.org/details/162014/0> (2017.11.26.)
- DÖVÉNYI Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere. II. átd. bőv. kiad. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest. 876 p.
- ERBAR, C. and LEINS, P. (2013): Nectar production in the pollen flower of *Anemone nemorosa* in comparison with other Ranunculaceae and Magnolia (Magnoliaceae). *Organisms Diversity & Evolution* 13 (3): 287-300.
- ESSL, F. (2005): Bestandesentwicklung, Vegetationsanschluss und Gefährdungssituation der Gewöhnlichen Küchenschelle (*Pulsatilla vulgaris* Mill.) in Österreich von 1991-2005. *Linzer biologische Beiträge* 37(2): 1145-1176.
- FARKAS S. (szerk.) (1999): Magyarország védett növényei. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 416 p.
- FARKAS S. (2014): Leánykökörcsin (*Pulsatilla grandis* Wenderoth 1831). In: HARASZTHY, L. (szerk.): Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon. Pro Vértes Közalapítvány, Csákvár. pp. 46-48.
- FILELLA, I., PRIMANTE, C., LLUSIÀ, J., MARTÍN GONZÁLEZ, A.M., SECO, R., FARRÉ-ARMENGOL, G., RODRIGO, A., BOSCH, J., PEÑUELAS, J. (2013): Floral advertisement scent in a changing plantpollinators market. *Scientific Reports* 3: 3434. 1–6. <https://doi.org/10.1038/srep03434>
- FORYCKA, A., SZCZYGLEWSKA, D., BUCHWALD, W. (2004): Stock-talking of *Adonis vernalis* L. in the selected localities in Poland. *Bulletin of Botanical Gardens* 13: 55-58.
- FÖLDESI R. (2011): A zengőlegyek (Diptera: Syrphidae) szerepe a beporzásban és a biológiai védekezésben. *Természetvédelmi Közlemények* 17: 31-41.
- GALAMBOS I., MÉSZÁROS T., TÓTH SZ. (2017): A „Balatonalmádi kökörcsines” helyi jelentőségű védett természeti terület flórája és vegetációja. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* 34:77-85.
- GOSTIN, I.N. (2009): Scanning electron microscopy investigations regarding *Adonis vernalis* L. flower morphology *Fascicula Biologie* 16 (2): 80-84.

- GOSTIN, I.N. (2011): Anatomical and micromorphological peculiarities of *Adonis vernalis* L. (Ranunculaceae). *Pakistan Journal of Botany* 43: 811-820.
- GOULSON, D. (1999): Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 2: 185–209.
- HAMMER, Ø. (2012): PAST PAleontological STatistics, Version 2.17. Reference manual. Natural History Museum, University of Oslo. 229 pp.
- HAMPTON, S.E., PARKER, J.N. (2011): Collaboration and productivity in scientific synthesis. *Bioscience* 61: 900–910.
- HARPER, J. L. (1977): *The Population Biology of Plants*. Academic Press, London.
- HEGLAND, S.J., TOTLAND, Ø.(2005): Relationships between species' floral traits and pollinator visitation in a temperate grassland. *Oecologia* 145: 586–594.
- HENRY, M., FRÖCHEN, M., MAILLET-MEZERAY, J., BREYNE, E., ALLIER, F., ODOUX, J.-F., DECOURTYE, A. (2012): Spatial autocorrelation in honeybee foraging activity reveals optimal focus scale for predicting agro-environmental scheme efficiency. *Ecological Modelling* 225: 103–114.
- HENSEN, I., OBERPRIELER, C., WESCHE, K. (2005): Genetic structure, population size, and seed production of *Pulsatilla vulgaris* (Ranunculaceae) in Central Germany. *Flora* 200: 3–14.
- JAKUS P. (1980): Magyarázó a Bakony-hegység 20 000-es földtani térképsorozatához. Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest. 58 p.
- JANKOWSKA-BŁASZCZUK, M. (1988): Morphological-developmental properties as an agent forming spatial structure of *Adonis vernalis* (L.) populations. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 57(4): 573-587.
- JANKOWSKA-BŁASZCZUK M. (1991): Diagnostyczne właściwości struktury przestrzennej populacji *Adonis vernalis* L. [Diagnostic features of *Adonis vernalis* L. population spatial structure] [In:] *Dynamika roślinności i populacji roślinnych*, Faliński J. (red) *Phytocoenosis* 3 (N.S) Sem. Geobot. 1 WarszawaBiałowieża: 193-200.
- JANKOWSKA-BŁASZCZUK M. (1995): Biologia populacji miłka wiosennego *Adonis vernalis* L. w rezerwacie "Skowronno". *Ochrona przyrody* 52:47–58.
- JENSER G. (1982): *Tripszek – Thysanoptera*. Magyarországi Állatvilága (Fauna Hungariae) Akadémiai Kiadó, Budapest. 192 p.
- JENSER G., VASILIU-OROMULU, L., ORBÁN K., SZÉNÁSI, Á. (2005): Thysanoptera (Insecta) from Transylvania. *Entomologica Romanica* 10: 25-32.

- KALIGARIC, M., SKORNIK, S., IVANCIC, A., REBEUSEK, F., STERNBERG, M., KRAMBERGER, B., SENCIC, L. (2006): Germination and survival of endangered *Pulsatilla grandis* (Ranunculaceae) after artificial seeding, as affected by various disturbances. *Israel Journal of Plant Sciences* 54: 9–17.
- KEARNS, C. A. (2002): Flies and flowers: an enduring partnership. *Wings* 25(2): 3–8.
- KEARNS, C.A., INOUE, D.W., WASER, N.M. (1998): Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 29: 83–112.
- KEREKES O. (2013): A vadkizárás hatásainak vizsgálata a Pécselyi-medence leánykőröcsin állományára. Szakdolgozat. Gödöllő, Szent István Egyetem.
- KERESZTES SZ. (2016): A tavaszi hérics (*Adonis vernalis*) aszmagcsoportjainak vizsgálata. Szakdolgozat. Pannon Egyetem Georgikon Kar Növénytudományi és Biotechnológiai Tanszék.
- KEVAN, P. (2002): Flowers, pollination, and the associated diversity of flies. *Biodiversity* 3(4): 16–18.
- KIRK, W. D. J. (1984): Ecologically selective coloured traps. *Ecological Entomology* 9:35-41.
- KRATOCHWIL, A. (1988): Zur Bestäubungsstrategie von *Pulsatilla vulgaris* MILL. *Flora* 181: 261-324.
- KREMEN, C., WILLIAMS, N. M., THORP R. W. (2002): Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *PNAS* 99 (26): 16812–16816.
- KUCHARCZYK, H. (2010): Comparative morphology of the second larval instar of the Thrips genus species (Thysanoptera: Thripidae) occurring in Poland. Wydawnictwo Mantis, 152 p.
- KUDO, G. (1995): Ecological significance of flower heliotropism in the spring ephemeral *Adonis ramosa* (Ranunculaceae). *Oikos* 72(1):14.
- KUEFFER, C., NIINEMETS, Ü., DRENOVSKY, R.E., KATTGE, J., MILBERG, P., POORTER, H., REICH, P.B., WERNER, C., WESTOBY, M., WRIGHT, I.J. (2011): Fame, glory and neglect in metaanalyses. *Trends in Ecology & Evolution* 26: 493–494.
- LARSON, B.M.H., BARRETT, S.C.H. (2000): A comparative analysis of pollen limitation in flowering plants. *Biological Journal of the Linnean Society* 69(4):503–520.
- LEE, T. D., BAZZAZ, F. A.(1982): Regulation of fruit and seed production in an annual legume *Cassia fasciculata*. *Ecology* 63 (5): 1363-1373.

- LENDVAY B., KALAIPOS T. (2014): Population dynamics of the climate-sensitive endangered perennial *Ferula sadleriana* Ledeb.(Apiaceae). *Plant Species Biology* 29(2): 138-151.
- LEWIS, T. (1973): Thrips their biology, ecology and economic importance. Academic Press London and New York, 349 p.
- LINDELL, T. (1998): Breeding systems and crossing experiments in *Anemone patens* and in the *Anemone pulsatilla* group (Ranunculaceae). *Nordic Journal of Botany* 18: 549-561.
- LINDENMAYER, D.B., LIKENS, G.E. (2011): Losing the culture of ecology. *Bulletin of the Ecological Society of America* 92: 245–246.
- LLOYD, D.G., WEBB, C. J. (1986): The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperms I. Dichogamy. *New Zealand Journal of Botany* 24 (1): 135-162.
- LOVETT-DOUST, L. (1981): Population dynamics and local specialization in a clonal perennial (*Ranunculus repens*). *Journal of Ecology* 69:743–755.
- ŁUSZCZYŃSKI, L., ŁUSZCZYŃSKA, B. (2009): Current resources of the population of *Adonis vernalis* L. in the Niecka Nidziańska basin. *Herba Polonica* 55(3): 20-29.
- MAJER J. (1977): Katonalegyek - Gömblegyek (Stratiomyidae – Acroceridae – in: Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) 129., XIV. kötet, 10. füzet. Akadémiai Kiadó, Budapest. 75 p.
- MARTINOVICH V. (1962): A bundásbogár (*Epicometis hirta* Poda) kártétele, elterjedése, rajzásvizsgálata Magyarországon. *Folia Entomologica Hungarica* 15: 347–364.
- MÁTHÉ Á. (1977): Az *Adonis vernalis* L. virágzásának számszerű kifejezése. *Herba Hungarica* 16(2): 35-43.
- MCDONALD, G. (2003): Biogeography: Space, Time and Life. John Wiley & Sons, New York. 409 pp.
- MÉSZÁROS T. (2017): Az *Adonis vernalis* L. vegetatív és generatív hajtásainak vizsgálata. In: Nagy Z. B. (szerk.): LIX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia. A múlt mérföldkövei és a jövő kihívásai. (ISBN 978-963-9639-89-8) PE Georgikon Kar, Keszthely. pp: 350-356.
- MÉSZÁROS T. (2018a): *Pulsatilla grandis* Wender. aszmagok számának és méretének vizsgálata. In: Szabó Cs. (szerk.): Tavaszi Szél Tudományos Konferencia. (ISBN 978-615-5586-31-6) Doktoranduszok Országos Szövetsége, Győr. pp:

299-308. <https://doi.org/10.23715/TSZ.2018.1>

- MÉSZÁROS T. (2018b): *Adonis vernalis* L. aszmagok számának és méretének vizsgálata. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* 35: 27-34.
- MÉSZÁROS T., GALAMBOS I. (2017): A *Pulsatilla grandis* Wender. virágzásfenológiája és vadak általi károsítása a Veszprém melletti Csatár-hegyen. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* 34: 71–75.
- MÉSZÁROS T., GALAMBOS I., KEVEY B. (2018): A Veszprém, Csatár-hegyi és a balatonalmádi *Pulsatilla grandis* Wender. populációk társulástani viszonyainak összehasonlítása. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* 35: 63-78.
- MÉSZÁROS T., JÓZAN ZS. (2018a): Pollinators of *Pulsatilla grandis* Wender. in Southern Bakony (Hungary). *Applied Ecology and Environmental Research* 16(5):7045-7062. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1605_70457062
- MÉSZÁROS T., JÓZAN ZS. (2018b): Pollinators (Hymenoptera: Aculeata) of *Adonis vernalis* in Transdanubia (Hungary). *Studia Botanica Hungarica* 49(2): 61-71. <http://dx.doi.org/10.17110/StudBot.2018.49.2.61>
- MÉSZÁROS T., JÓZAN ZS. (2019): Diverse Aculeata pollinator fauna on two *Pulsatilla grandis* populations. Kézirat.
- MÉSZÁROS T., KONDOROSY E. (2019): Adatok az *Adonis vernalis* L. nem hártványászárnyú viráglátogatóihoz. *Botanikai Közlemények* 106 (2): 173–181. <http://dx.doi.org/10.17716/BotKozlem.2019.106.2.173>
- MÉSZÁROS T., TÓTH S. (2020a): Diptera flower visitors of *Adonis vernalis* in the Bakony Mts (Hungary). *Studia Botanica Hungarica* 51(1): 41–56. <http://dx.doi.org/10.17110/StudBot.2020.51.1.41>
- MÉSZÁROS T., TÓTH S. (2020b): Diversity of Diptera flower visitors of *Pulsatilla grandis* in the Bakony Mts (Hungary). *Studia Botanica Hungarica* 51(1): 57–66. <http://dx.doi.org/10.17110/StudBot.2020.51.1.57>
- MIHÁLYI F. (1960): Fúrólegyek – Trypetidae – in: Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae), XV. kötet, 56. füzet. Akadémiai Kiadó, Budapest. 76 p.
- MIHÁLYI F. (1975): Igazi legyek (Muscidae) – in: Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) 124., XV. kötet, 12. füzet. Akadémiai Kiadó, Budapest. 229 p.

- MIHÁLYI F. (1979): Fémeslegyek – Húslegyek (Calliphoridae – Sarcophagidae) – in: Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) 135., XV. kötet, 16. füzet. Akadémiai Kiadó, Budapest. 152 p.
- MOFFITT, H. R. (1964): A colour preference of the western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*). *Journal of Economic Entomology* 57: 604-605.
- MOSKÁT Cs. (1988): Diverzitás és rarefaction. *Aquila* 95: 97–103.
- MURAI, T., ISHII, T. (1982): Simple rearing method for flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on pollen. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 26: 149-154.
- MÜLLER-SCHNEIDER, P. (1986): Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. Veröff. Geob. Inst. Rübel 85: 1-263.
- NÉMETH N. (2016): A leánykököröcsin (*Pulsatilla grandis*) aszmagcsoportjainak vizsgálata. Szakdolgozat. Keszthely, Pannon Egyetem Georgikon Kar Növénytudományi és Biotechnológiai Tanszék.
- NOVAIS, S. M. A., NUNES, C. A., SANTOS, N. B., D'AMICO, A. R., FERNANDES, G. W., QUESADA, M., BRAGA, R. F., NEVES, A. C. O. (2016): Effects of a Possible Pollinator Crisis on Food Crop Production in Brazil. *Plos One* 11(11): e0167292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167292>
- OBORNY B. (2010): A növények növekedési stratégiájának evolúciója. *Magyar Tudomány* 171: 413-424.
- OETTINGEN, H. (1954): Beiträge zur Thysanopterenfauna Schwedenes. *Entomologisk Tidskrift* 75:134-150.
- OSBORNE, J.L., MARTIN, A.P., CARRECK, N.L., SWAIN, J.L., KNIGHT, M.E., GOULSON, D., HALE, R.J., SANDERSON, R.A. (2008): Bumblebee flight distances in relation to the forage landscape. *Journal of Animal Ecology* 77: 406–415.
- PAROLO, G., ABELI, T., ROSSI, G., DOWGIALLO, G., & MATTHIES, D. (2011). Biological flora of Central Europe: *Leucjum aestivum* L. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 13(4): 319-330.
- PATKÓ F. (2017): A rovarok (Insecta) általi beporzás. *Acta Scientiarum Transylvanica* 25(3): 126–132.
- PIELOU, E. C. (1966): The measurement of diversity in different types of biological collection. *Journal of Theoretical Biology* 13: 131-144.
- POLUYANOVA, V. I., LYUBARSKII, E. L. (2008): On the ecology of seed germination in *Adonis vernalis* L. *Russian Journal of Ecology* 39(1): 68-69.

- POTTS, S. G., BIESMEIJER, J. C., KREMEN, C., NEUMANN, P., SCHWEIGER, O., KUNIN, W. E. (2010): Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25: 345–363.
- RANDIC, M., BRKLJACIC, A., LUKAC, G., KREMER, D. (2013): New localities of rare NATURA 2000 species: *Pulsatilla grandis* Wender., *Genista holopetala* (Koch) Bald. and *Cypripedium calceolus* L. in the NW Dinarides in Croatia. *Natura Croatica* 22(1): 95-109.
- RASPUDIC, E., IVEZIC, M., BRMEZ, M., TRDAN, S. (2009): Distribution of Thysanoptera species and their host plants in Croatia. *Acta Agriculturae Slovenica* 93: 275-283.
- SASVÁRI L. (1986): Madárökológia I-II. Akadémiai Kiadó, Budapest, 166 +161 pp.
- SAUBERER, N., PANROK, A. (2015): Verbreitung und Bestandessituation der Großen Kuhschelle (*Pulsatilla grandis*) am Alpenostrand in Niederösterreich und Wien. Biodiversität und Naturschutz in Ostösterreich . *BCBEA* 1(2): 262-289.
- SCHEMSKE, D.W., HUSBAND, B.C., RUCKELSHAUS, M.H., GOODWILLIE, C., PARKER, I.M., BISHOP, J.G.(1994): Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. *Ecology* 75(3): 584-606.
- SCHLIEPHAKE, G., KLIMT, K. (1979): Thysanoptera, Fransenflügler. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena. 477 p.
- SCHNITTLER, M., K.F. GÜNTHER (1999): Central European vascular plants requiring priority conservation measures. An analysis from national red lists and distribution maps. *Biodiversity and Conservation* 8: 891-925.
- SCHWERDTFEGER, F. (1977): Ökologie der Tiere. Ein Lehrbuch in drei Teilen. Band I. Autökologie. Die Beziehungen zwischen Tier und Umwelt. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 460 pp.
- SHANNON, C. E. (1948): A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27: 379–423 és 623–656.
- SHANNON, C. E., WEAVER, W. (1949): The mathematical theory of communication. Urbana, Illinois, Univ. Illinois Press.
- SOLTÉSZ Z. (2017): A kétszárnyúakhoz (Diptera) kötődő ökoszisztémaszolgáltatások. *Természetvédelmi Közlemények* 23: 80–99. <https://doi.org/10.20332/tvk-jnatconserv.2017.23.80>
- SOÓ R. (1966): A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve II. köt. Akadémiai Kiadó, Budapest. 655 p.

- SOUTHWOOD, T. R. E. (1984): Ökológiai módszerek különös tekintettel a rovarpopulációk tanulmányozására. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- SSYMANK, A., KEARNS, C. A., PAPE, T., THOMPSON, F. C. (2008): Pollinating flies (Diptera): A major contribution to plant diversity and agricultural production. *Biodiversity* 9(1–2): 86–89. <https://doi.org/10.1080/14888386.2008.9712892>
- STEFFAN-DEWENTER, I., KUHN, A. (2003): Honeybee foraging in differentially structured landscapes. *Proceedings of the Royal Society of London Series B–Biological Sciences* 270: 569–575.
- STRZALKOWSKA-ABRAMEK, M., JACHUŁA, J., DMITRUK, M., POGROSZEWSKA, E. (2016): Flowering phenology and pollen production of three early spring *Pulsatilla* species. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 15(6): 333–346.
- STRZALKOWSKA-ABRAMEK, M., TYMOSZUK, K., JACHUŁA, J. and BOŻEK, M. (2016b): Nectar and pollen production in *Arabis procurrens* Waldst. & Kit. and *Iberis sempervirens* L. (Brassicaceae). *Acta Agrobotanica* 69 (1):1656. <http://dx.doi.org/10.5586/aa.1656>
- TACKENBERG, O., POSCLOD, P., BONN, S. (2003): Assessment of wind dispersal potential in plant species. *Ecological Monographs* 73: 191–205.
- TANSKY, V. I. (1961): The formation of the thrips fauna (Thysanoptera) on wheat crops in new soil of Northern Kazakhstan. *Rev. Ent. USSR* 40 (4): 785–793.
- TERRY, I. L. (1997): Host selection, commucation and reproductive behaviour. In: Lewis (ed.): *Thrips as Crops Pests*. CAB Internat., Wallingford. 65–85.
- TÓTH M., SCHMERA D., IMREI Z. (2004): Optimization of a Chemical Attractant for *Epicometis (Tropinota) hirta* Poda. *Zeitschrift für Naturforschung* 59C: 288–292. <https://doi.org/10.1515/znc-2004-3-429>
- TÓTH S. (1975): Adatok a Tardi-patak völgye Diptera faunájához. *A Herman Ottó Múzeum Évkönyve* 13–14: 587–615.
- TÓTH S. (1977): Pöszörlegyek - Ablaklegyek (Bombyliidae – Scenopinidae) – in: Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) 127., XIV. kötet, 12. füzet. Akadémiai Kiadó, Budapest. 87 p.
- TÓTH S. (2001): A Bakonyvidék zengőlégy faunája (Diptera: Syrphidae). *A Bakony természettudományi kutatásának eredményei* 25: 1–448.
- TÓTH S. (2011): Magyarország zengőlégy faunája (Diptera: Syrphidae) – e-Acta, *Naturalia Pannonica, Supplementum* 1: 1–408.

- TURCSÁNYI, G. (szerk.) (2001): Mezőgazdasági növénytan. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 555 p.
- TUTIN, T.G., BURGESS, N.A., CHATER, A.O., EDMONDSON, J.R., HEYWOOD, V.H., MOORE, D.M., VALENTINE, D.H., WALTERS, S.M., WEBB, D.A.(szerkesztők) (2001): Flora Europaea Volume 1-5 on CD-Rom. Cambridge University Press.
- VIEIRA, C. (1960): Sorbe a hibridação natural em *Phaseolus vulgare*. *Revta Ceres* 11:103-107.
- WAGNER, E. (1975): Die Miridae Hahn, 1831, des Mittelmeerraumes und der Makaronesischen Inseln (Hemiptera-Heteroptera). Teil III. Entomologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden 40 (Suppl.): 1–483.
- WALKER, K. (2011): *Pulsatilla vulgaris* (L.) Mill. <https://www.scribd.com/document/296701252/Pulsatilla-vulgaris-Plantlifedossier-FINAL-Apr11-pdf>. (2018.03.25.)
- WALKER, K. J., PINCHES, C. E. (2011): Reduced grazing and the decline of *Pulsatilla vulgaris* Mill. (Ranunculaceae) in England, UK. *Biological Conservation* 144: 3098-3105.
- WALTHER-HELLWIG, K., FRANKL, R. (2000): Foraging habitats and foraging distances of bumblebees, *Bombus* spp. (Hym., Apidae), in an agricultural landscape. *Journal of Applied Entomology* 124: 299–306.
- WARDEN, K. (2001): An investigation into techniques for the propagation and augmentation of a wild population of pasqueflower, *Pulsatilla vulgaris*, Miller, including observations on the reproductive biology of the species. Unpublished MSc thesis, University of Reading.
- WÄRNER, C., WELK, E., DURKA, W., WITTIG, B., DIEKMANN, M. (2011): Biological Flora of Central Europe: *Euphorbia palustris* L. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 13(1): 57-71.
- WEBER, E., JAKOBS, G. (2005): Biological flora of central Europe: *Solidago gigantea* Aiton. *Flora* 200(2): 109-118.
- WELLS, T. C. E., BARLING, D. M. (1971): Biological flora of the British isles. *Pulsatilla vulgaris* Mill. (*Anemone Pulsatilla* L.) *The Journal of Ecology* 59 (1): 275-292.

- WERYSZKO-CHMIELEWSKA, E., SULBORSKA, A. (2011): Staminal nectary structure in two *Pulsatilla* (L.) species. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 53(2): 94–103.
- WÉBER M. (1975): Táncolegyek (Empididae) – in: Magyarország Állatvilága (Fauna Hungariae) 121., XIV. kötet, 13. füzet. Akadémiai Kiadó, Budapest. 220 pp.
- WIDÉN, B., LINDELL, T. (1996): Flowering and fruiting phenology in two perennial herbs, *Anemone pulsatilla* and *A. pratensis* (Ranunculaceae). *Symbolae Botanicae Upsaliensis* 31: 145-158.
- WILDE, W. H. A. (1962): A note on colour preference of some Homoptera and Thysanoptera in British Columbia. *The Canadian Entomologist* 94-107.
- ZIMMERMANN, W.M. (1935): Genetische Untersuchungen an *Pulsatilla* I-III. *Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung* 129 (2): 158-234.
- ZIMMERMANN, W.M.(1963): *Pulsatilla*, Werden und Wandeln einer Gattung (Genetische Untersuchungen an *Pulsatilla* IX). *Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien* 103: 99–122.

9. Tudományos tevékenység adatai

Szakcikkek:

Angol nyelvű, impakt faktorral rendelkező, nemzetközi folyóiratban megjelent:

1. **Mészáros T.** – Józán Zs. (2018a): Pollinators of *Pulsatilla grandis* Wender. in Southern Bakony (Hungary). *Applied Ecology and Environmental Research* 16(5):7045-7062. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1605_70457062 IF₂₀₁₈: 0.689

Angol nyelvű, lektorált folyóiratban megjelent:

1. **Mészáros T.** – Józán Zs. (2018b): Pollinators (Hymenoptera: Aculeata) of *Adonis vernalis* in Transdanubia (Hungary). *Studia Botanica Hungarica* 49(2): 61-71. DOI: 10.17110/StudBot.2018.49.2.61
2. **Mészáros, T.** – Tóth S. (2020): Diptera flower visitors of *Adonis vernalis* in the Bakony Mts (Hungary). – *Studia Botanica Hungarica* 51(1): 41–56. DOI: 10.17110/StudBot.2020.51.1.41
3. **Mészáros T.** – Tóth S. (2020): Diversity of Diptera flower visitors of *Pulsatilla grandis* in the Bakony Mts (Hungary). – *Studia Botanica Hungarica* 51(1): 57–66. DOI: 10.17110/StudBot.2020.51.1.57

Angol nyelvű, lektorált folyóiratban közlésre elfogadva:

1. **Mészáros T.** – Tóth S.: Diverse Aculeata pollinator fauna on two *Pulsatilla grandis* populations. *Studia Botanica Hungarica*.
2. **Mészáros T.** – Tóth S.: Effects of temperature and precipitation on Diptera species, and flower preference of Diptera species in an *Adonis vernalis* population. *Georgikon for Agriculture*.

Magyar nyelvű, lektorált folyóiratban megjelent:

1. **Mészáros T.** – Galambos I. (2017): A *Pulsatilla grandis* Wender. virágzásfenológiája és vadak általi károsítása a Veszprém melletti Csatár-hegyen. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* 34: 71–75.
2. Galambos I. – **Mészáros T.** – Tóth Sz. (2017): A „Balatonalmádi kökörösines” helyi jelentőségű védett természeti terület flórája és vegetációja. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* 34: 77-85.

3. **Mészáros T.** (2018): *Adonis vernalis* L. aszmagok számának és méretének vizsgálata. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* 35: 27-34.
4. **Mészáros T.** – Galambos I. – Kevey B. (2018): *Adonis vernalis* L. populációk társulástani viszonyainak összehasonlítása Veszprém megyében. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* 35: 35-61.
5. **Mészáros T.** – Galambos I. – Kevey B. (2018): A Veszprém, Csatár-hegyi és a balatonalmádi *Pulsatilla grandis* Wender. populációk társulástani viszonyainak összehasonlítása. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei* 35: 63-78.
6. Czencz K. – **Mészáros T.** (2019): Tripsz fajok jelenléte a leánykökörcsinen (*Pulsatilla grandis* Wender.) és a tavaszi héricsen (*Adonis vernalis* L.) a Bakony vidéken. *Növényvédelem* 80[N.S.55](7): 289-294.
7. **Mészáros T.** – Kondorosy E. (2019): Adatok az *Adonis vernalis* L. nem hártványú viráglátogatóihoz. *Botanikai Közlemények* 106 (2): 173–181. DOI: 10.17716/BotKozlem.2019.106.2.173
8. **Mészáros T.** – Józán Zs. (2020): Az évjárat hatása az *Adonis vernalis* L. Aculeata megporzóira. *Botanikai Közlemények* 107(1): 45–55. DOI: 10.17716/BotKozlem.2020.107.1.45

Magyar nyelvű, lektorált folyóiratban közlésre elfogadott:

1. **Mészáros T.** – Józán Zs.: A *Pulsatilla grandis* Aculeata megporzóinak változása a hőmérséklet és a csapadék függvényében. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei.*
2. **Mészáros T.:** Adatok az *Adonis vernalis* L. Coleoptera és Heteroptera viráglátogatóihoz. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei.*
3. **Mészáros T.** – Tóth S.: A hőmérséklet és a csapadék hatása a *Tropinota hirta* előfordulására *Adonis vernalis* populációban. *Folia Musei historico-naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei.*

Ismeretterjesztő cikkek:

1. **Mészáros T.** (2018): Pollinációs krízis- Kora tavaszi megporzók és a leánykökörcsin. *Élet és Tudomány* LXXIV(10): 302-304.

Előadások:

Magyar nyelvű előadások:

1. **Mészáros T.** (2017): Az *Adonis vernalis* L. vegetatív és generatív hajtásainak vizsgálata. LIX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia. A múlt mérföldkövei és a jövő kihívásai. Kivonat-kötet. ISBN 978-963-9639-88-1. PE Georgikon Kar, Keszthely. 2017. szeptember 28-29. p. 123.
2. **Mészáros T.** (2018): *Pulsatilla grandis* Wender. aszmagok életképességének és méretének vizsgálata. Tavasz Szél Konferencia 2018. Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia. Absztraktkötet. ISBN 978-615-5586-26-2. Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest. 2018.május 03-06. p. 104
3. **Mészáros T.** – Józán Zs. (2020): A *Pulsatilla grandis* virágok jelentősége a kora tavaszi Aculeata (Hymenoptera) rovarok táplálkozásában. Tavasz Szél Konferencia 2020. Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia. Absztraktkötet. ISBN: 978-615-5586-70-5. Doktoranduszok Országos Szövetsége, Budapest. 2020. október 16. p. 135.

Konferencia kiadványban teljes terjedelemben megjelent előadás:

1. **Mészáros T.** (2017): Az *Adonis vernalis* L. vegetatív és generatív hajtásainak vizsgálata. In: Nagy Z. B. (szerk.): LIX. Georgikon Napok Nemzetközi Tudományos Konferencia. A múlt mérföldkövei és a jövő kihívásai. (ISBN 978-963-9639-89-8) PE Georgikon Kar, Keszthely. pp: 350-356.
2. **Mészáros T.** (2018): *Pulsatilla grandis* Wender. aszmagok számának és méretének vizsgálata. In: Szabó Cs. (szerk.): Tavasz Szél Tudományos Konferencia. (ISBN 978-615-5586-31-6) Doktoranduszok Országos Szövetsége, Győr. pp: 299-308. DOI: 10.23715/TSZ.2018.1

10. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki Dr. Bódis Judit témavezetőmnek, aki szakmai publikációs tevékenységemet egyengette, ötleteivel, tanácsaival irányt mutatott.

Köszönettel tartozom Dr. Galambos Istvánnak, aki szakmai pályafutásomat az elejétől kezdve segítette, és akihez szakmai kérdéseimmel bármikor fordulhattam.

Köszönetemet fejezem ki továbbá Józán Zsoltnak, Dr. Tóth Sándornak, Dr. Kondorosy Elődnek és Dr. Czencz Kornéliának a rovarok határozásában nyújtott segítségükért, hiszen nélkülük ez a dolgozat ilyen formában nem jöhetett volna létre.