

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

KOLICS-HORVÁTH ÉVA

GEORGIKON CAMPUS

KESZTHELY

2025



MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

**A LÍTIUM-KLORID HATÁSOSSÁGA ÉS ALKALMAZÁSI
LEHETŐSÉGEI A *VARROA DESTRUCTOR* (ANDERSON
AND TRUEMAN, 2000) ATKA ELLENI VÉDEKEZÉSBEN**

Kolics-Horváth Éva

Keszthely

2025

A doktori iskola

megnevezése:	Festetics Doktori Iskola
tudományága:	Környezettudományok
vezetője	Dr. habil. Anda Angéla egyetemi tanár, DSc Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet, Agronómia Tanszék
Témavezető:	Dr. Kondorosy Előd egyetemi tanár, CSc Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet, Természetvédelmi Biológia Tanszék
Társtémavezető:	Petrovicsné Dr. Mátyás Kinga Klára tudományos munkatárs Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Genetika és Biotechnológia Intézet, Mikrobiológia és Alkalmazott Biotechnológia Tanszék

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető(k) jóváhagyása

TARTALOM

1. Bevezetés és célkitűzések.....	4
2. Anyag és módszer	7
2.1 A lítium kontakt <i>Varroa</i> elleni hatásosságának kimutatása.....	7
2.2 Az oxálsav és lítium <i>Varroa</i> atka elleni hatékonyságának összehasonlítása	8
2.3 A lítium-klorid kezelések méhészeti gyakorlat szerinti releváns kijuttatási módjainak összehasonlítása	9
3. Eredmények és azok megvitatása.....	10
3.1 A lítium kontakt <i>Varroa</i> elleni hatásosságának kimutatása.....	10
3.2 Az oxálsav és lítium <i>Varroa</i> atka elleni hatékonyságának összehasonlítása	12
3.3 A lítium-klorid kezelések méhészeti gyakorlat szerinti releváns kijuttatási módjainak összehasonlítása	13
3.3.1 Meleg és hideg ködöléses módszerek	14
3.3.2 Tartós hordozón történő kijuttatás (impregnált papírcsíkok).....	15
3.3.3 Csorgatásos módszer.....	16
3.3.4 Cukor adjuváns hatásának tisztázása	17
4. Következtetések és javaslatok	19
5. Új tudományos eredmények.....	25
6. Irodalomjegyzék.....	26
7. Publikációk jegyzéke.....	27

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A nyugati mézelő méh (*Apis mellifera*, Linnaeus, 1758) kiemelkedő szerepet tölt be az ökoszisztémában: nem csupán mézet és egyéb méhészeti termékeket szolgáltat, hanem beporzó tevékenysége révén az élelmiszer-termelésre közvetett hatást gyakorol. A méhészetek számos kihívással szembesülnek, amely veszélyeztetik az ágazat jövőjét és a beporzásra gyakorolt pozitív hatását. A klímaváltozás okozta szélsőséges időjárás nemcsak a méhekre, de a méhlegelőkre is negatív hatással van. Ezeken kívül a mézpiaci bizonytalanságok, a növényvédőszer problémák, valamint az olyan paraziták és betegségek, mint az ázsiai sárgalábú lódarázs (*Vespa velutina nigrithorax*, du Buysson, 1905), a *Varroa* atka (*Varroa destructor*, Anderson and Trueman, 2000), az amerikai nyúlós költésrothadás vagy a *Microsporidia* kórokozó, a *Vairimorpha* (korábban *Nosema*), stb. is komoly kihívások elé állítják a méhészeti ágazatot. Ezek közül a *Varroa* atka jelenti a legjelentősebb globális problémát, mivel a méhészek számára az ellene való védekezés egy folyamatos kihívás. A keleti mézelő méh (*Apis cerana*, Fabricius, 1793) eredeti parazitájaként a *Varroa destructor* a gazdaváltást követően gyorsan elterjedt világszerte. Ha nem kezelik, akkor egy-két éven belül, de nagy méhsűrűségű területen akár egy méhészeti szezonon belül is elpusztíthatja a méhcsaládokat. A védekezést nehezíti, hogy az atka a fedett fiasításban szaporodik, ahová a legtöbb varroacid hatóanyag nem képes behatolni. A hangyasav ugyan némiképp kivételt képez, ám hatékonysága jelentősen függ a környezeti hőmérséklettől, és hatásossága inkonzisztens lehet, ezért alkalmazása korlátozott a méhészeti gyakorlatban. A méhészek ezért gyakran méhészeti technológiákkal, például fiasításmentes állapot kialakításával egészítik ki az atka elleni védekezést. E módszer lehetővé teszi, hogy az atkák a sejtekből a kifejlett méhekre vándoroljanak, ahol így célzott kezeléssel hatékonyabban lehet őket elpusztítani. A jelenleg alkalmazott szerek hatékonysága gyakran nem kielégítő, emellett rezisztencia és szermaradvány-

problémákkal terhelt. Éppen ezért folyamatos az igény új hatóanyagok kifejlesztésére. Ziegelmann és mtsai 2018-ban RNS interferencia (RNAi) kutatásai során fedezték fel a lítium-klorid atkaölő hatását, amit eredetileg vivőanyagként használtak kísérleteikben. A lítium-klorid viszonylag olcsó és könnyen hozzáférhető szer, ezért is ígéretes alternatíva lehet a méhészek számára. A lítium-klorid méhészeti alkalmazásával kapcsolatosan nem álltak rendelkezésre kísérleti adatok Ziegelmann és munkatársai (2018) eredményein kívül, ezért kutatásainkat az ebben a tanulmányban foglalt eredményeikre alapozva kezdtük meg. Kísérleteink célja a lítium-klorid átfogó vizsgálata volt, hogy minél több információt szerezzünk erről a potenciális hatóanyagról annak eldöntése végett, hogy milyen kockázatok mellett, milyen kijuttatási módon és dózissal alkalmazható a Li^+ ion varroacidként a méhészetben, lehetővé téve a méhészek számára a biztonságos és hatékony atka elleni védekezést, amennyiben a lítium-klorid engedélyezett atkaellenes készítmény lesz.

CÉLKITŰZÉSEK

1. A lítium-klorid kontakt hatásának vizsgálata laboratóriumi modellkísérletben (*ex situ*) és *in situ* körülmények között, lehetséges új kijuttatási módok meghatározása érdekében.

2. A lítium-klorid és az oxálsav hatékonyságának összehasonlító vizsgálata a *Varroa destructor* elleni védekezési stratégiában.

3. A méhészeti gyakorlatban releváns, alternatív kijuttatási módok és azok hatékonyságának összehasonlító vizsgálata, úgymint a meleg ködölés, hideg ködölés, tartós hordozó és csorgatásos módszerek esetén.

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

A célkitűzésekben megfogalmazottakkal összhangban, a kontakt hatás, az oxálsav-lítium, valamint a méhészeti gyakorlat szerint értelmezett releváns kijuttatási módok összehasonlító vizsgálatai a továbbiakban ebben a sorrendben követik egymást az egyes fejezetekben.

2.1 A lítium kontakt *Varroa* elleni hatásosságának kimutatása

Ziegelmann és mtsai (2018) kísérleteikben a lítiumnak szisztémás hatásmechanizmusát írták le. Célul tűztük ki annak vizsgálatát, hogy a felszívódó hatás mellett a lítium ion kontakt hatással is rendelkezik-e. Ezt 2019. novemberében, laboratóriumi modellkísérletben (*ex situ*) és *in situ* kísérletekben egyaránt vizsgáltuk.

- A laboratóriumi modellkísérletben (*ex situ*) különböző koncentrációjú (10,78 mM - 11,04 M) lítium-klorid oldattal átitatott kartonlapokra helyezett atkákat vizsgáltunk. Megfigyeltük az atkák viselkedését (remegés, koordinálatlan mozgás), a mortalitást, és feljegyeztük az első tünetek megjelenésének, valamint az atkák leesésének időpontját. A kontrollcsoportban ioncserélt vízzel átitatott kartonlapokat használtunk. Az eredményeket varianciaanalízissel (ANOVA) és Tukey HSD post hoc teszttel elemeztük.

- *In situ* kísérletekben lítium-kloriddal átitatott mikroszálas törülőkendő csíkokat helyeztünk erősen fertőzött, fiasításmentes méhcsaládokba. Az atkahullást 5 napon keresztül monitoroztuk, majd további csíkok (5 db) behelyezése után 10 napig folytattuk a megfigyelést. A kontroll méhcsalád a kísérlet alatt nem kapott kezelést, csupán a természetes atkahullást jegyeztük

fel. A kísérlet végén az esetlegesen fennmaradó atkák ellenőrzésére lítium-klorid csorgatást végeztünk, majd porcukor tesztet alkalmaztunk a méhcsaládokon.

2.2 Az oxálsav és lítium *Varroa* atka elleni hatékonyságának összehasonlítása

Késő őszi, fiasításmentes időszakban (2019. késő ősz) hasonlítottuk össze a lítium-klorid és az oxálsav hatékonyságát. A lítium-kloridos kezeléseket 40 ml 250 mM lítiumos cukorszirup csorgatásával végeztük. Az oxálsavat 2g oxálsav-dihidrátot alkalmazva szublimálással juttattuk a méhcsaládokra. Három részkísérletet állítottunk be összesen 26 méhcsaládon, különböző sorrendben és kombinációban alkalmazva:

E1) Kilenc méhcsalád lítium-kloridos kezelését október 26-án kezdtük el, majd 11 napig követtük az atkahullást. Ezt követően oxálsavas szublimációt alkalmaztunk november 6-án és 8 napig figyeltük az atkahullást.

E2) Az oxálsavas kezelést négy méhcsaládon alkalmaztuk november 5-én, majd 8 napig követtük az atkahullást. Ezt követően november 14-én lítium-kloridos kezelést alkalmaztunk és 11 napig követtük a higiénikus aljdeszkára lehullott atkák számát.

E3) Lítium-kloridos kezelést alkalmaztunk 13 méhcsaládon. A december 11-i kezelést követően 11 napig, majd a kezelés ismétlése nélkül további 8 napig követtük az atkahullást.

A hatékonyságot a higiénikus aljdeszkára hullott elpusztult atkák számának kumulatív átlagával számszerűsítettük, és az eredményeket Kruskal-Wallis ANOVA és Mann-Whitney U *post hoc* tesztekkel elemeztük.

2.3 A lítium-klorid kezelések méhészeti gyakorlat szerinti releváns kijuttatási módjainak összehasonlítása

A lítium-klorid különböző kijuttatási módjainak hatékonyságát “Nagy Boczonádi” kaptárakban, termelő, fiasításmentes méhcsaládokon teszteltük (2021). Négy kijuttatási módszert vizsgáltunk:

- **Meleg ködölés (Furetto készülék):** Különböző hordozóanyagokkal (petróleum, paraffinolaj, glicerin, alkohol) próbáltuk meg kijuttatni a lítium-kloridot.
- **Hideg ködölés (VAT-1a készülék):** 5,5 M koncentrációjú lítium-klorid oldatot juttattunk ki.
- **Impregnált papírcsíkos (tartós hordozó) módszer:** 5,5 M koncentrációjú lítium-klorid oldattal impregnált papírcsíkokat helyeztünk a kaptárakba.
- **Csorgatásos módszer:** Különböző koncentrációjú (250 mM, 500 mM, 750 mM) és cukortartalmú (100%, 50%, 0%) lítium-klorid oldatokat csorgattunk egyszeri és ismételt kezelésekben.

A hatékonyságot az elhullott atkák számával és a túlélő atkák arányával értékeltük, az eredményeket általános lineáris modellel (GLM) és Tukey HSD *post hoc* teszttel elemeztük.

3. EREDMÉNYEK ÉS AZOK MEGVITATÁSA

3.1 A lítium kontakt *Varroa* elleni hatásosságának kimutatása

A papírcsíkon végzett laboratóriumi modellkísérletben (*ex situ*) a kontakt tesztek során a kontroll csíkon lévő atkák vagy mozdulatlanok maradtak ($n = 58$), vagy legfeljebb 2 cm-t mozdultak el a felületen ($n = 12$); egyikük sem esett le, vagy mutatott hasonló jeleket, mint a kezelt csíkon lévő atkák ($Z = 11,9$; $p < 0,001$ mind a remegő mozgás, mind az esés tekintetében a kontroll és a lítium-kloriddal kezelt csoportok között). A különböző lítium-klorid koncentrációval impregnált papírcsíkokon az atkák remegő mozgásának első megjelenéséig eltelt idő a töménységgel fordítottan arányosan rövidült.

A legalacsonyabb koncentrációnál (10,78 mM) a tünetek átlagosan 66 perc után jelentek meg, és az atkák 84 perc után estek le. A legmagasabb koncentrációnál (11,04 M) az atkák körülbelül 1 percen belül kezdtek remegő tüneteket mutatni, és átlagosan a kísérlet 3. percében estek le. Fontos megjegyezni, hogy a kezelt, papírcsíkról lehullott atka, egyik vizsgált lítium koncentráció esetén sem tért vissza a lítium okozta tünetekből. Remegésük fokozatosan irányíthatatlan mozgássá változott, majd végül mozdulatlanná váltak, mielőtt elpusztultak. Minden olyan atka, amely ki volt téve a lítiumos kezelésnek, először remegő tüneteket mutatott, majd leesett a csíkról. Csak a remegés és az atkák leeséséig eltelt idő mutatott különbséget a koncentráció függvényében.

Az *in situ* vizsgálatban azt vizsgáltuk, hogy a kontakt hatás terepi körülmények között is kiváltható-e. Az első kezelés során, amikor egyetlen lítiummal átitatott csíkot helyeztünk be a 2. és 3. kaptárba, 24 és 6 atkahullást jegyeztünk fel az első öt nap alatt. Ugyanakkor a kontroll méhcsaládnál (1.) mindössze 3 természetes atkahullást tapasztaltunk.

Az atkahullások száma azonban jelentősen megnőtt a második fázisban, amikor a két kezelt méhcsaládba további öt csíkot helyeztünk be, és 10 napig hagytuk hatni (az előző csík cseréje vagy frissítése nélkül). Ez a kezelés 198, illetve 41 atkahullást eredményezett a 2. és a 3. kaptárban, míg a kontroll kaptárban ugyanezen időszak alatt mindössze 4 atka volt a természetes atkahullás. A 15. nap végén lítium-klorid csorgatását alkalmaztuk mind a három kaptárban, amely 10 nap után 18, 5 és 120 atka hullását eredményezte a 2., 3. és az 1. (kontroll) kaptárban. Ezt követően 100 g méhen elvégzett porcukorteszt (Büchler, 2013) egyik kaptárban sem mutatott ki atkát. Mind a lítiumos csíkokkal, mind pedig a csorgatással végzett kezelések esetén a frissen elhullott atkák (higiénikus aljdeszkán megfigyelt) tünetei megegyeztek a kontakt vizsgálat során tapasztalt tünetekkel. A méhcsaládokon alkalmazott papírcsíkeszt megerősítette, hogy a kontakt hatásmód adott koncentrációban *in situ* is képes kifejtheti hatását.

Az eredményeink alapján egyértelmű bizonyítást nyert, hogy a lítium-kloridnak erős kontakt hatása van az atkákra. Ez kiszélesíti a vegyület potenciális alkalmazhatóságának körét, mint atkaölő szer a méhészeti gyakorlatban. Az impregnált papírcsíkokkal végzett kontakt vizsgálatok továbbá kimutatták a lítium-kloridnak atkákra gyakorolt irreverzibilis hatását már nagyon alacsony koncentrációban is. Meg kell jegyezni, hogy a csorgatásos módszerrel kijuttatott lítiumnak kettős (kontakt és szisztémás) hatását sikerült kimutatnunk, illetve igazolnunk. A lítium-klorid oldat legalacsonyabb vizsgált koncentrációját (10,78 mM) az alapján határoztuk meg, hogy az impregnált csík a kezelés teljes időtartama alatt nedves maradjon. Ezt a kritériumot azért határoztuk meg, mert azt feltételeztük, hogy a lítiumnak az atkába való jutása vizes oldatban valósul meg. A lítiumozott csíkok a legmagasabb koncentrációban (11,04 M) legalább 15 napig nedvesek maradtak mind a laboratóriumi modellkísérletben (*ex situ*), mind az *in situ* vizsgálatok során, ami azt mutatja, hogy a lítium-kloridnak nincs szüksége további nedvesítőszere a hosszú távú kontakt kezeléseknél, amennyiben ezt a koncentrációt alkalmazzák a tartós hordozón.

3.2 Az oxálsav és lítium *Varroa* atka elleni hatékonyságának összehasonlítása

Eredményeink alapján a lítium-klorid önmagában és kombinációban is hatékonyabbnak bizonyult, mint az oxálsav. A különböző részkísérletekben az atkaölő szerek hatékonysága jelentősen különbözött a kezelések típusától és módjától függően (Kruskal-Wallis ANOVA, d.f. = 5, n = 52, H = 40,7, P < 0,001). Az első két kísérlet (E1 és E2) során lítium-klorid és oxálsavas kezelés kombinációját alkalmaztuk. E1 kísérlet esetén először lítium-kloriddal kezeltünk főkezelésként, melyet oxálsavas kezeléssel egészítettünk ki, E2 esetén ugyanezeket fordított sorrendben alkalmaztuk, így az atkákra gyakorolt kumulatív hatásukat tekintve összehasonlíthatóak voltak.

Az E1 kísérletben az atkák lényegesen nagyobb százaléka pusztult el a lítium-kloridos főkezelés során (átlag 95,6%), mint az E2-es kísérletben az oxálsavas főkezelés során (58,7%). A lítium-klorid kiegészítő kezelésként is felülmúlta az oxálsav hatékonyságát. Az E2 kísérletben a kiegészítő lítium-klorid kezelés során az atkák 41,3%-a pusztult el, míg az E1 kísérletben a kiegészítő oxálsavas kezelés során az atkáknak csupán 4,4%-a pusztult el. Ezen kívül nem volt különbség az E2-ben az oxálsavas főkezelés és a lítium-klorid kiegészítő kezelés során elpusztult atkák százalékos aránya között.

Amikor a lítiumos kezelést oxálsavas főkezelés előzött meg (E2), átlagosan mintegy 200 méhegyed elhullása volt megfigyelhető, míg a többi kezelési beállításban nem történt jelentős pusztulás.

A harmadik kísérletben (E3) bizonyosságot nyert, hogy a lítium-kloridos fő kezelés hatása elhúzódhat, és jóval túlmutatott az előre meghatározott 11 napos megfigyelési időszakon; az atkák 84,2%-a pusztult el az első 11 nap alatt, és további 15,8%-a az azt követő 8 nap alatt (a kezelést követő 11. naptól a 19. napig). Ráadásul ez az elhúzódó hatás nem különbözött az E1-ben végzett

kiegészítő oxálsavas kezelés hatásától, amely tartalmazta a megelőző lítium-kloridos főkezelés maradványhatását is.

A kísérletben részt vevő valamennyi méhcsalád sikeresen áttelelt. A tél folyamán egyik méhcsaládban sem volt megfigyelhető jelentős méhpusztulás.

Az egyes részkísérletek eredményei kimutatták, hogy a lítium-kloridos csorgatást téli záró kezelés esetén akár fő-, akár mellékkezelésben alkalmazva, jobb hatékonyságú a *Varroa* atka elleni védekezésben, mint az oxálsav. A lítium-klorid jobb hatékonyságát alátámasztja a hosszú távú hatásossága és az alternatív hatásmechanizmusa (kontakt hatás) is. Az oxálsavval szemben, amelynek hatékonysági időtartama 7-8 napra tehető (Mutinelli et al., 1997), azt az eredményt kaptuk, hogy a lítium-kloridos csorgatás 15-20 napig is hatékony.

Kísérletünkben a cukorszirupban oldott lítium-klorid csorgatással történő kijuttatási módját azért választottuk, mert a korábbi vizsgálatokban (etetéses kijuttatás) alkalmazottakkal ellentétben ez a kijuttatási mód kisebb kockázatot jelenthet potenciális szermaradvány keletkezését illetően és szisztémás és kontakt hatással is egyaránt rendelkezik. A méhek szociális viselkedésének köszönhetően a lítiumos cukorszirupot egymásról vagy a kaptár faláról lenyalogatva a lítiumot az egész méhcsaládon belül szétterítik. A lítium-klorid különösen hatékony atka ellenes szer lehet zárókezelés esetén, telelés előtti méhcsaládoknál alkalmazva, mivel ebben a fiasítás mentes időszakban a kezelés mellékhatása (fiasítás mortalitás) minimálizálható.

3.3 A lítium-klorid kezelések méhészeti gyakorlat szerinti releváns kijuttatási módjainak összehasonlítása

Az I. kísérleti csoportban, ahol kilenc lítium-kloridos kezelés hatékonyságát hasonlítottuk össze, a kezelés hatására lehullott atkák száma kaptáronként 3 és 327 (átlag $\pm$ SD: $54,3 \pm 73,4$) között változott. Az atkák számának hatása a kezelés hatékonyságára az egyes kezelési típusoknál eltérő

volt. A meleg ködöléses módszer (Furetto) eredményeit kizártuk a statisztikai értékelésből, mivel a vizsgált vivőanyagok egyike sem bizonyult megfelelőnek a kijuttatáshoz, ugyanis a lítium-kloridos vizes oldatból a víz elpárolgott és a lítiumsó a kijuttató készülék hőspiráljában kicsapódott. A GLM modellelemzés szignifikáns eltéréseket állapított meg a *Varroa* elleni hatékonyságban az egyes kezelési típusok között. A hideg ködölés (VAT 1a) nem bizonyult kellően hatékony lítiumkezelési módszernek, mivel a kaptárban lévő atkáknak csak $9,9 \pm 3,3\%$ -át pusztította el (átlag $\pm$ SD). A lítiummal impregnált papírcsíkos kezelés és az 1 x 500 mM lítium-klorid oldat csorgatása 3 napos megfigyelési időszakkal közepes hatékonyságot mutatott, az atkák $55,1 \pm 26,2\%$ -át, illetve $64,8 \pm 7,4\%$ -át pusztítva el. A másik öt csorgatásos kezelési mód hasonlóan magas, 85% és 99,7% közötti átlagos hatékonyságot mutatott.

Kísérleteink kimutatták, hogy a *Varroa* elleni kezelés hatékonysága nagymértékben függ az alkalmazás módjától. A négy általánosan alkalmazott kijuttatási módszer közül a meleg ködölés (Furetto) kivitelezhetetlennek bizonyult, a hideg ködölés (VAT1) valamint a tartós hordozón (impregnált csík) történő kijuttatás gyenge vagy közepes hatékonyságot mutatott, míg a csorgatás hatékonynak bizonyult.

3.3.1 Meleg és hideg ködöléses módszerek

Bár egyes atkaölő szerek (pl. amitráz, fluvalinát) esetében a meleg ködöléssel történő kijuttatás alkalmazása a méhészeti gyakorlatban bevált módszer, a kísérletünk azt mutatta, hogy a meleg ködölés egyik hordozóanyag (petróleum, paraffinolaj, glicerin, alkohol, glicerin + alkohol) esetén sem alkalmas a lítium-klorid a kaptárba történő bejuttatására. Ennek valószínűsíthető oka, hogy a lítium-klorid nem oldódik az méhészeti gyakorlatban alkalmazott

hordozókban, az oldószerként használt víz a folyamat során elpárolog, és a lítiumsó pedig kicsapódik a készülék hőspiráljában.

A lítium-klorid oldat bejuttatása a kaptárba hideg ködöléses eljárás formájában a VAT 1a készülékkel sikeres volt, de alacsony hatékonyságot mutatott az atka ellen. A 69,4 mg Li⁺-os egyszeri kezelés az atkapopuláció közel 10%-át távolította el. Ez a hatékonyság nem összehasonlítható az amitráz hasonló módon történő kijuttatásával, ahol ugyenezen módszer alkalmazása 90%-os hatékonyságot érhet el (Pohorecka et al., 2018). Hasonló eredményre vezet az oxálsavas szublimálással történő összevetés, amely a hatóanyag esetében a leghatékonyabb kijuttatási módszer; >90%-os hatékonyságot eredményezhet, fiasításmentes állapotban (Rademacher and Harz, 2006).

3.3.2 Tartós hordozón történő kijuttatás (impregnált papírcsíkok)

A tartós hordozón történő kijuttatás, ahol a hatóanyagot egy papírszalagra vagy műanyag csíkra impregnálják, a méhészeti gyakorlatban gyakran alkalmazott módszer a *Varroa* atka elleni kezelés során. Ez a módszer, kísérleteinkben elsősorban a lítium kontakt hatására alapoz, amely hatásmechanizmust korábbi vizsgálatainkban, laboratóriumi modellkísérletben (*ex situ*) és *in situ* körülmények között is igazoltunk. Jelentős atkacsökkenést eredményez ugyan, de ezt a hatékonyságot a csorgatással alkalmazott dózishoz képest megnövelt dózissal lehet csak elérni. A kísérletünkben ugyanolyan dózisú lítium-kloridot alkalmaztunk, mint amennyit a csorgatás esetén juttattunk ki (500 mM), azonban csak mérsékelt, 55,1%-os hatékonyságot eredményezett ez a módszer. Ezért úgy véljük, hogy a lítium papírcsíkon keresztül történő beadása a méhcsaládba nem egy megbízható alternatíva alacsonyabb hatékonysága miatt - a csorgatással összevetésben. Ezen kívül a lítiumos papírcsíkok előállítása időigényesebb, valamint az impregnáláshoz szükséges nagyobb mennyiségű lítium-klorid miatt költségesebb is, mint a csorgató oldaté. Ezen túlmenően

hátrányának tekinthető, hogy papírhulladék keletkezéséhez vezethet a kaptárban (a méhek a papírcsíkot elragadják), valamint a tartósabb jelenlét miatt növelheti a szermaradványoknak való kitettséget.

3.3.3 Csorgatásos módszer

A csorgató elegy alkalmazása esetén a hatóanyagot kis mennyiségű, töményebb oldattal (<50 ml) juttatjuk ki, amely tartalmazhat cukrot és egyéb adjuvánsokat. Ezen kijuttatás esetén a kaptár fedelének eltávolítása után az oldatot közvetlenül a méhekre csorgatják a lépek közé, amelyet egymásról lenyalogatják, a kereteken lévő cseppeket pedig felszívják. Az így kijuttatott hatóanyag méhek szociális viselkedésének köszönhetően terjed szét a méhcsaládban.

A vizsgált alternatívák közül a lítium kijuttatás leghatékonyabb módjának a csorgatásos módszer bizonyult; a különböző csorgatásos kezelések átlagosan 65-99,7%-kal csökkentették az atkák számát, az alkalmazott dózistól és a kezelések számától függően.

A kísérlet 8. napján mért hatékonyságot azonban mindegyik koncentráció esetében jelentősen növelte a 3. napon megismételt kezelés, ami az ismételt kezelések szükségességét jelzi. Bár a lítium viszonylag gyorsan dekontaminálódik a méhekből és termékeikből, a vizsgált 750 mM-os koncentráció megnövekedett szermaradvány-kockázatot jelenthet anélkül, hogy statisztikailag igazolható hatékonyságnövekedést mutatna az 500 mM-os koncentrációhoz képest, különösen ismételt kezelés esetén. Ezért úgy véljük, hogy az optimális választás a 2 x 500 mM koncentrációjú lítium kezelés lehet csorgatással, amely a méhcsaládban jelen lévő atkák számától függetlenül közel maximális hatékonyságot biztosít, és kisebb a szermaradvány kockázata, mint a magasabb koncentrációjú kezeléseknél. A kapott eredmények alapján a 2 x 250 mM-os kezelés szintén megfelelő alternatíva lehet alacsonyabb atkaterhelés esetén. Meg kell azonban jegyezni, hogy a családokban lévő atkák számát csak

hozzávetőlegesen lehet tudni az előző időszakok atkahullása alapján. A gyakorlatban a tényleges atkaterhelés csak a telelés előtti időszakban fiasításmentes állapotban derülhet ki.

I. kísérletünk eredményei azt mutatják, hogy a csorgatásos kijuttatás esetén maga a kezelés ismétlése fontosabb lehet, mint az alkalmazott koncentráció.

A vízmentes lítium-klorid nagy higroszkópossága miatt praktikus a teljes mennyiségű lítium-klorid porból törzsoldatot készíteni, melyből aztán további hígításokat (csorgató elegy) lehet készíteni, pl. cukorsziruppal.

Ezen eredmények alapján, a lítium hosszan tartó hatása miatt (az atkák kevesebb mint fele élte túl az első kezelést minden kísérletben) az 500 mM-os elsődleges kezelés 250 mM-os másodlagos kezeléssel való kombinálása adott esetben ésszerű megoldás lehet.

3.3.4 Cukor adjuváns hatásának tisztázása

A II. kísérletben az 500 mM-os lítium-klorid oldattal történő csorgatásos kezelések hatékonyságát hasonlítottuk össze három cukoroldat koncentráció esetén, egyszeri és ismételt kezelésben. A kezelések hatására az egyes méhcsaládoknál lehullott atkák száma kaptáronként 18 és 684 ($245,0 \pm 164,7$) között változott. Ez a variancia a méhcsaládok atkafertőzöttségének természetes különbségeiből adódik, mivel a *Varroa* atkák száma függ a méhcsaládban található adott évi fiasítás mértékétől, eltávolításból, esetleg rablási következményektől. A statisztikai elemzésben az atkák számának hatása a kezelés hatékonyságára homogén volt az egyes kezelési típusok között; a kezelés hatékonysága az atkák számának növekedésével inkább csökkent, de többnyire nem szignifikánsan. A kovariancia elemzés kimutatta, hogy a csorgató oldat cukor koncentrációja nem volt hatással a kezelés hatékonyságra. Az ismételt 500

mM lítium-kloridos csorgató kezelések szignifikánsan hatékonyabbnak bizonyultak ($97,3\% \pm 2,3\%$), mint az egyszeri kezelések ($79,7\% \pm 9,4\%$).

A korábbi vizsgálatokban a legtöbb csorgatásos kezelésnél cukoroldatot használtunk, azzal a feltételezéssel, hogy elősegítheti a lítium terjedését a kaptárban, mivel esetlegesen adjuvánsként működik, a méhek szívesebben fogyasztják, és a szociális viselkedés által jobban szétterjesztik a kaptárban. Eredményeink azonban azt mutatják, hogy a csorgató elegy cukortartalma nem befolyásolja a kezelés hatékonyságát. A gyakorlatban a csorgató oldat vízzel történő előállítása esetenként előnyösebb lehet a hígított cukoroldatnál, mivel hosszabb eltarthatósági idővel rendelkezik, és elkészítése akár előzetes törzsoldat készítés nélkül is kivitelezhető (viszont ez esetben nagyobb mennyiségű lítium oldatot kell tárolni).

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Korábban Ziegelmann és mtsai (2018) vizsgálataikban kimutatták a lítium-klorid szisztémás hatásmódját. Jelen kísérleteink egyértelműen bizonyították, hogy a lítium-klorid a szisztémás hatás mellett erős kontakt hatással is rendelkezik a *Varroa* atkára. Laboratóriumi modellkísérletben (*ex situ*) és *in situ* körülmények között is vizsgáltuk hatékonyságát és gyakorlati alkalmazhatóságát. A lítium-klorid kontakt kezelésként (tartós hordozó) történő alkalmazása előnyös alternatívát jelenthet a méhek etetésével szemben, és kihasználhatja szisztémás hatásmechanizmusát az atkák elleni védekezésben. Ezen kontakt kezelések a mézszennyezés lehetséges alacsonyabb kockázatát jelenthetik, szemben a korábbi megközelítésekkel, amikor is a lítiumot etetéssel juttatták ki. Mindezen eredmények alapján a kísérlettel igazolt kontakt hatás indokolta a lehetséges kijuttatási alternatívák vizsgálatát.

Fontos volt tisztázni, hogy más atka elleni készítmények esetén alkalmazott kijuttatási módok közül melyek azok, amelyek lítium-klorid esetében is hatékonyak és hatásosak lehetnek.

A meleg ködöléses eljárást (Furetto), a hideg ködölést (VAT 1a), az impregnált papírcsíkos, valamint a csorgatásos kijuttatási módszereket vizsgáltuk meg, hogy ezek közül melyek azok, amelyek a gyakorlatban alkalmazható alternatívái lehetnek az etetéses eljárásnak. A meleg ködöléses módszer esetén több hordozó anyaggal (glicerin, petróleum, alkohol, glicerin + alkohol) megpróbáltuk kijuttatni a lítium-kloridot, azonban egyik sem hozott eredményt, a lítium a készülék hőspiráljában kicsapódott.

A VAT 1a készülékkel történő kijuttatás ugyan eredményes volt, de hatékonysága alacsony volt az atkákkal szemben, egyszeri kezeléssel csupán az atkák 10%-át sikerült eltávolítani a kaptárból. A módszerrel kapcsolatos eredményeink alapján a jövőbeli alkalmazásának lehetőségei korlátozottak,

hiszen önmagában csupán atkagyérítésre lehetne alkalmazni méhészeti szezonban egy másik módszerrel vagy atkaellenes szerrel kiegészítve, önmagában nem lehet erre alapozni egy sikeres méhészeti atka elleni stratégiát.

Az impregnált papírcsíkos módszer hatékonyságát terepi körülmények között is igazoltuk, nem csupán laboratóriumi modellkísérletben (*ex situ*), azonban annak ellenére, hogy az előző módszerhez képest már jelentősebb atkacsökkenést eredményezett, melyet a higiénikus aljdeszkára lehullott atkák száma mutatott, hatékonysága 500 mM hatóanyag kijuttatása esetén is csupán 55,1 % volt. Ezen kívül a tartós hordozón történő kijuttatás számos hátránnyal is jár. Egyrészt, arányaiban sokkal nagyobb mennyiségű lítiumot kell a hordozóra impregnálni, mint amennyi a csorgató elegyhez szükséges, ami jelentősen drágítja ezt a módszert. Másrészt, a kaptárba helyezett csíkokat a méhek elrágják, ami papírhulladék keletkezéséhez vezet, növelve a szermaradvány kockázatát a méhészeti termékekben. Továbbá, a csíkok előállítás is sokkal időigényesebb, ami szintén nehezíti a módszer alkalmazását. Mindezek alapján elmondható, hogy ez a három módszer – a meleg ködölés, a hideg ködölés és az impregnált papírcsíkok – a gyakorlatban nem bizonyult elég hatékonynak, vagy egyáltalán nem alkalmas a lítium kaptárba juttatására.

Összegezve, a lítium kontakt hatása igazolást nyert. Azonban a termelő méhcsaládokon végzett (*in situ*) kísérletek rávilágítottak, hogy a kísérleteinkben alkalmazott, méhészeti gyakorlatban releváns módszerekkel kivitelezett tartós hordozó vagy hideg ködöléses eljárásokkal kiváltott, a lítium kontakt hatékonyságra alapozott módszerek a gyakorlat számára nem kielégítően hatásosak.

A leghatékonyabb módszernek a csorgatásos eljárás bizonyult. Megvizsgáltuk 500 mM koncentrációjú lítium-kloridos csorgatásos kezelések egymáshoz viszonyított hatékonyságát a csorgató elegy cukoroldatának három koncentrációja esetén (telített cukorszirup, víz és telített cukorszirup 1:1 arányú keveréke, valamint cukormentes víz), valamint egyszeri és ismételt kezelések

esetén. A csorgatást minden esetben a méhcsalád méretéhez lehet és kell igazítani; általában alkalmazható térfogatnak tekinthető a méhcsaládonkénti 40 ml csorgató elegy kijuttatása. Ez az a mennyiség, amikor még az oldat a méheken szétoszlik anélkül, hogy felesleg csorogna le a kaptár aljára. Így léputcánként a legelterjedtebb magyar szabvány a "Nagy Boczonádi" keretméretre vetített felület esetén 4 ml a csorgatással optimálisan kijuttatható mennyiség. A védekezés időszakában jellemzően augusztus közepétől október közepéig terjedő időszakban a méhek nem takarnak 10-11 „Nagy Boczonádi” léputcánál többet. A különböző kezelések az atkák számát átlagosan 65-99,7 %-kal csökkentették a kezelés számától, és az alkalmazott dózistól függően. A leghatékonyabb dózissnak az 500 mM koncentrációjú csorgató elegy mutatkozott, különösen két, ismételt kezelés esetén, a méhcsaládban jelen lévő atkák számától függetlenül. Az egyszeri 250 mM-os kezelés önmagában nem bizonyult elég hatékonynak, de ismétlésben már megfelelő hatékonyságot mutathat alacsonyabb atkaterhelés esetén. Ha az 500 mM kezelést kiegészítjük egy második 250 mM kezeléssel, ez már akár optimális kezelési alternatíva lehet év végi záró kezelés esetén, fiasítás mentes méhcsaládokban. A 750 mM-os koncentráció többelhatékonyasága az 500 mM koncentrációhoz képest nem volt statisztikailag igazolható, azonban a megnövekedett koncentráció emelkedett szermaradványkockázatot jelenthet a méhészeti termékekben, elsősorban a mézben.

További előnye a csorgatásos módszer alkalmazásának, hogy könnyen adaptálható bármilyen típusú kaptárhoz, valamint a méhcsalád méretéhez. A kijuttatandó csorgató oldat mennyisége könnyen kiszámítható, és a korábbi szerzők által alkalmazott etetéssel szemben az év bármely évszakaszában hatékonyan alkalmazható, hiszen a méhek azt a kis mennyiséget, amit a csorgatással kijuttatunk, könnyen elfogyasztják, illetve a szermaradvány kockázat is kisebb lehet az etetéssel szemben.

Megvizsgáltuk, hogy a csorgató elegy cukortartalma hatással van-e a kezelés hatékonyságára. Kiindulási hipotézisünk szerint a cukortartalom miatt a

méhek számára vonzóbb lehet, ha a csorgató elegyet cukros oldattal készítjük, illetőleg potenciális adjuvánsként is működhet, amennyiben a méheket fokozott tisztogatási hajlamra készíti. Ugyan utóbbi hatást nem lehet kizárni, az eredmények alapján azonban a cukortartalom a lítium atka elleni hatékonyságára nem volt hatással. Ezért a csorgató elegy vízzel készítése a gyakorlatban hasznosabb lehet, mivel így hosszabb ideig eltartható, valamint akár törzsoldat készítésének közbeiktatása nélkül is releváns lehet a csorgató elegy elkészítése.

Vizsgálatainkban összehasonlítottuk a lítium-klorid hatékonyságát az oxálsavval téli záró kezelésként alkalmazva fiasításmentes állapotban lévő méhcsaládokon. A lítium-kloridot csorgatással juttattuk ki, míg az oxálsavat szublimáltuk. Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a lítium-kloridot akár fő, akár kiegészítő kezelésként alkalmazzuk, hatékonyságban felülmúlta az oxálsav hatékonyságát a *Varroa* atka ellen. A lítium jobb hatékonyságát alátámaszthatja az elhúzódó hatásossága is. Amennyiben a lítium a jövőben engedélyezett atkaellenes hatóanyag lesz, akkor az oxálsavra alapozott védekezésnek egy releváns alternatívája lehet a bio méhészkedésben, hiszen jelenleg korlátozott az ezekben a méhészetekben alkalmazható szereknek a száma (oxálsav, tejsav, hangyasav).

Az atkaellenes hatóanyagok esetében fontos tényező a méhcsalád aktuális erősségéhez igazított dózírozás, mivel a méhekre és a *Varroa* atkára gyakorolt toxicitás között gyakran kicsi a különbség (pl. hangyasav). Az eddigi tanulmányokban a lítiumot többnyire *ad libitum* adagolták. Azonban az etetéses kijuttatási módszer egyetlen jelenleg engedélyezett *Varroa* ellenes készítmény esetén sem releváns módszer. Ennek több oka lehetséges:

- I) A méhek természetes táplálékát főként hordástalan időszakban helyettesíteni hivatott cukorszirupok predesztinálnak arra, hogy a méhek raktározott élelmébe jelentős mértékben belekeveredjenek és akár felhalmozódjanak. Mivel az a kaptárban nem vagy nehezen

különíthető el időben és térben a pergetendő méztől, az etetési kijuttatási mód alkalmazása emelt szermaradvány kockázattal járhat.

- II) Az etetési módszer során adott hatóanyag dozírozása sem valósítható meg kellő pontossággal, mivel a tömeges kezelések során nem, vagy nagyon nehezen oldható meg az adott méhcsalád erősségének megfelelő dozírozás.
- III) Vannak olyan kritikus időszakok, amikor az etetés nem alkalmazható a méhészeti gyakorlatban. A hordásos időszak mellett ilyen az ősz végi vagy tél eleji zárókezelés, de bizonyos őszi időszakok is, amikor a telelőre készülő méhek nem hordják el az etetőtálcába juttatott élelmet. Azonban ugyanígy kritikus az ősz közepi, már leállófélben lévő fiasítás időszakában az ilyen kezelés, mivel ez serkenti az anya petézését, ezáltal a telelést megelőző időszakban - nem kívánatos módon - indukálja a fiasítás újbóli felfutását, mely a *Varroa* atka újbóli felszaporodását eredményezheti olyan időszakban, ami kritikus a méhek túlélése szempontjából.

A csorgatásos kijuttatási mód, egy olyan hatékony kijuttatási módszer, amely más hatóanyagok esetén is (pl. oxálsav – Dany’s Bienenwohl, timol – Hive Alive, kumafosz – Perizin) lehetővé teszi a méhcsalád erősségéhez igazított dozírozást.

A rendelkezésre álló adatok alapján a lítium-klorid akár hagyományos, akár bio méhészetekben ígéretes lehet a *Varroa* atka elleni védekezésben. Fontos kiemelni, hogy a lítium, mint nyomelem, egy negyedik hatóanyagcsaládot jelenthet a *Varroa* atka elleni védekezésben a szintetikus akaricidek, szerves savak, valamint az illóolajok mellett.

Azonban további kutatások szükségesek a hatékonyságának, biztonságosságának, a rezisztencia potenciális kialakulásával kapcsolatban és a méhészeti termékekre gyakorolt hatásainak teljes körű megértéséhez. A

hatóanyag alkalmazásával kapcsolatban azonban több kérdés is felmerül. Egyrészt, bár a laboratóriumi eredmények biztatóak, a hatásmechanizmus és a lehetséges kockázatok még nem teljesen tisztázottak. Másrészt, a lítium-klorid alkalmazásával kapcsolatban felmerülhetnek környezetvédelmi és élelmiszer-biztonsági aggályok is, mivel a hatóanyag potenciálisan bejuthat a mézbe és más méhészeti termékekbe. Jelenleg a szer engedélyezése nem valószínűsíthető a magas költségek, a jelenleg még hiányos hatásvizsgálatok és a szabályozási kihívások miatt. Mindezek tükrében azonban a lítium-klorid ígéretes lehetőséget jelenthet a méhészek számára, hiszen eddigi kutatási eredmények biztatóak, amelyek hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a lítium-klorid a jövőben egy biztonságos alternatívája lehessen a jelenlegi atkaellenes készítményeknek.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Elsőként írtuk le a lítium-klorid kontakt hatását a *Varroa destructor* atka ellen, melyet laboratóriumi modellkísérletben (*ex situ*) és *in situ* körülmények között is igazoltunk vizsgálatainkban.
2. Kimutattuk a lítium-kloridos csorgatás jobb hatékonyságát fő és kiegészítő kezelésként alkalmazva oxálsavas szublimálással szemben, fiasítás mentes méhcsaládokon téli (november) záró kezelés esetén.
3. *In situ* körülmények között végzett alternatív kijuttatási módok vizsgálata során megállapítottuk, hogy a meleg ködölés (Furetto készülékkel) nem alkalmas a lítium-klorid kijuttatására. Ezzel szemben a hideg ködölés (VAT 1a készülékkel) és az impregnált papírsíkos módszer hatásosnak bizonyult az atka ellen, de hatékonyságuk közepes vagy gyenge volt.
4. A leghatékonyabb kijuttatási módnak a csorgatásos módszer bizonyult. A különböző dózisok vizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a 2 x 500 mM lítium-klorid csorgatás a leghatékonyabb.

6. IRODALOMJEGYZÉK

- BÜCHLER, R. 2013. Methodenhandbuch Der Arbeitsgemeinschaft Toleranzzucht (AGT); Deutschen, I., Ed.; Deutschen Imkerbund: Kirchhain, Germany,
- MUTINELLI, F., BAGGIO, A., CAPOLONGO, F., PIRO, R., PRANDIN, L. & BIASION, L. J. A. 1997. A scientific note on oxalic acid by topical application for the control of varroosis. 28, 461-462.
- POHORECKA, K., SKUBIDA, P. & SEMKIW, P. 2018. Varroacidal efficiency of treatment with amitraz in honey bee colonies with brood. *Journal of Apicultural Science*, 62, 285-292.
- MUTINELLI, F., BAGGIO, A., CAPOLONGO, F., PIRO, R., PRANDIN, L. & BIASION, L. J. A. 1997. A scientific note on oxalic acid by topical application for the control of varroosis. 28, 461-462.
- ZIEGELMANN, B., ABELE, E., HANNUS, S., BEITZINGER, M., BERG, S. & ROSENKRANZ, P. 2018. Lithium chloride effectively kills the honey bee parasite *Varroa destructor* by a systemic mode of action. *Scientific reports*, 8, 683.

7. PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Idegen nyelvű publikációk lektorált folyóiratban:

Kolics, É., Mátyás, K., Taller, J., Specziár, A., & Kolics, B. (2020). Contact effect contribution to the high efficiency of lithium chloride against the mite parasite of the honey bee. *Insects*, 11(6), 333. doi:10.3390/insects11060333. **Q1 IF: 2,7**

Kolics, É., Specziár, A., Taller, J., Mátyás, K. K., & Kolics, B. (2021). Lithium chloride outperformed oxalic acid sublimation in a preliminary experiment for Varroa mite control in pre-wintering honey bee colonies. *Acta Veterinaria Hungarica*, 68(4), 370-373. <https://doi.org/10.1556/004.2020.00060> **Q2 IF: 1,127**

Kolics, B., **Kolics, É.**, Mátyás, K., Taller, J., & Specziár, A. (2022). Comparison of alternative application methods for anti-Varroa lithium chloride treatments. *Insects*, 13(7), 633. <https://doi.org/10.3390/insects13070633> **Q1 IF: 3,127**

Konferencia kiadványban teljes terjedelemben megjelent:

Kolics, É., Mátyás K., Taller J., Specziár A., and Kolics B. 2023. A Lítium-Klorid Kontakt Hatásának Igazolása *in vitro* és *in situ* Varroa Atka Elleni Alkalmazása Esetén. In *XXIX. Ifjúsági Tudományos Fórum : Konferenciakötet*, 185–190.

**EGYÉB, A DOKTORI TÁRGYKÖRÉBE NEM TARTOZÓ LEKTORÁLT
FOLYÓIRATBAN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK:**

Kolics, B., Mátyás K., Solti I., Bacsi Zs., Kovács S., Specziár A., Taller, J., **Kolics É.**, (2023) Efficacy of In Vitro Lithium Chloride Treatments on *Dermacentor Reticulatus*. *INSECTS* 14(2). doi:10.3390/insects14020110. **Q1 IF: 2,872**

Szepesi, K., Heltai, B., **Kolics, É.**, Mátyás, K., Kálmán, N., Taller, J., Kolics, B. (2022). A DNA based method to determine the origin of honey produced by *Apis cerana*. *GEORGIKON FOR AGRICULTURE*, 26(2), 20-34.

Kolics, B., **Kolics É.**, Solti I., Bacsi Zs., Taller J., Specziár, A., Mátyás K. (2022) Lithium Chloride Shows Effectiveness against the Poultry Red Mite (*Dermanyssus gallinae*). *INSECTS* 13(11). doi:10.3390/insects13111005. **Q1 IF: 3,127**

Solti, I., **Kolics É.**, Keszthelyi S., Bacsi Z., Staszny Á, Nagy E., Taller J., Mátyás, K., and Kolics B. (2022) Evaluation of Acaricidal Activity of Lithium Chloride against *Tetranychus Urticae* (Acari: Tetranychidae). *HORTICULTURAE* 8(12). doi:10.3390/horticulturae8121127. **Q1 IF: 3,274**

Kolics, É., Sajtos Z., Mátyás K., Szepesi K., Solti I., Németh G., Taller J., Baranyai E., Specziár A., and Kolics B. (2021) Changes in Lithium Levels in Bees and Their Products Following Anti-Varroa Treatment. *INSECTS* 12 (7). doi:10.3390/insects12070579. **Q1 IF: 3,150**

Kolics, É., Parrag T., Házi F, Szepesi, K., Heltai B., Mátyás K., Kutasy B., et al. (2020) An Alternative, High Throughput Method to Identify Csd Alleles of the Honey Bee. *INSECTS* 11 (8). doi:10.3390/insects11080483. **Q1 IF: 2,7**

Kolics, B., Sajtos, Zsófi, Mátyás, K., **Kolics**, Éva J. Taller, and E. Baranyai. (2019) Lithium-Chloride in Apiculture - Hazard or Possibility? In *46th APIMONDIA International Apicultural Congress Abstract Book*, 285–285.

Heltai, B., Szepesi K., Frank, K., Fehér, P., Tokár A., Mihalik B., Bognár G., **Kolics-Horváth, É.**, Kolics B., Stéger V. 2018. “Development of Microsatellite Markers Related to the Hygienic Behaviour of Honey Bees.” In *Fiatal Biotechnológusok Országos Konferenciája “FIBOK 2018”: Abstract Book*, 68–68.

Heltai, B, K Szepesi, K Frank, R Bakonyi, A Tokár, P Fehér, G Nyerges, G Bognár, **Kolics-Horváth, É.**, Kolics B., Stéger V. (2018) Előzetes Eredmények a Varroa Szenzitív Higiénikus (VSH) Viselkedéssel Kapcsolt Markerek Fejlesztésében a Hazai Méhfajtan. In *XXIV. Ifjúsági Tudományos Fórum*, 1–6.

Balázs, Kolics, Tamás Zilay, Chobanov Dragan, **Éva Kolics-Horváth**, and Tamás Müller. (2010) A Magyarországi Fauna Kipusztult Szöcskeóriása: A Tüskéslábú Pozsgóc (*Bradyporus dasypus*). Összefoglaló a Faj Biológiájáról, a Tartásáról És Visszatelepítésének Lehetőségeiről. *ÁLLATTANI KÖZLEMÉNYEK* 95 (1): 35–46.