

MÉHEGÉSZSÉGÜGYI ISMERETEK

Szemelvények külföldi tapasztalatok alapján

21



Országos Magyar Méhészeti Egyesület
1089 Budapest, Bíró Lajos u. 51.
Telefon: 06 1 216 0015, 06 1 456 0377
Fax: 06 1 456 0378
E-mail: omme@omme.hu
Honlap: www.omme.hu

Ingyenes kiadvány



MÉHEGÉSZSÉGÜGYI ISMERETEK

Szemelvények külföldi
tapasztalatok alapján

21

A kötet írásaihoz tartozó szakirodalmi hivatkozásokat az érintett tanulmányok eredeti forrásának a szövegében találja meg az olvasó.

Lektorálta: Dr. Békési László

Felelős kiadó: Bross Peter
Kiadványfelelős: Huller Dániel
Olvasószerkesztő: Helfrich Judit

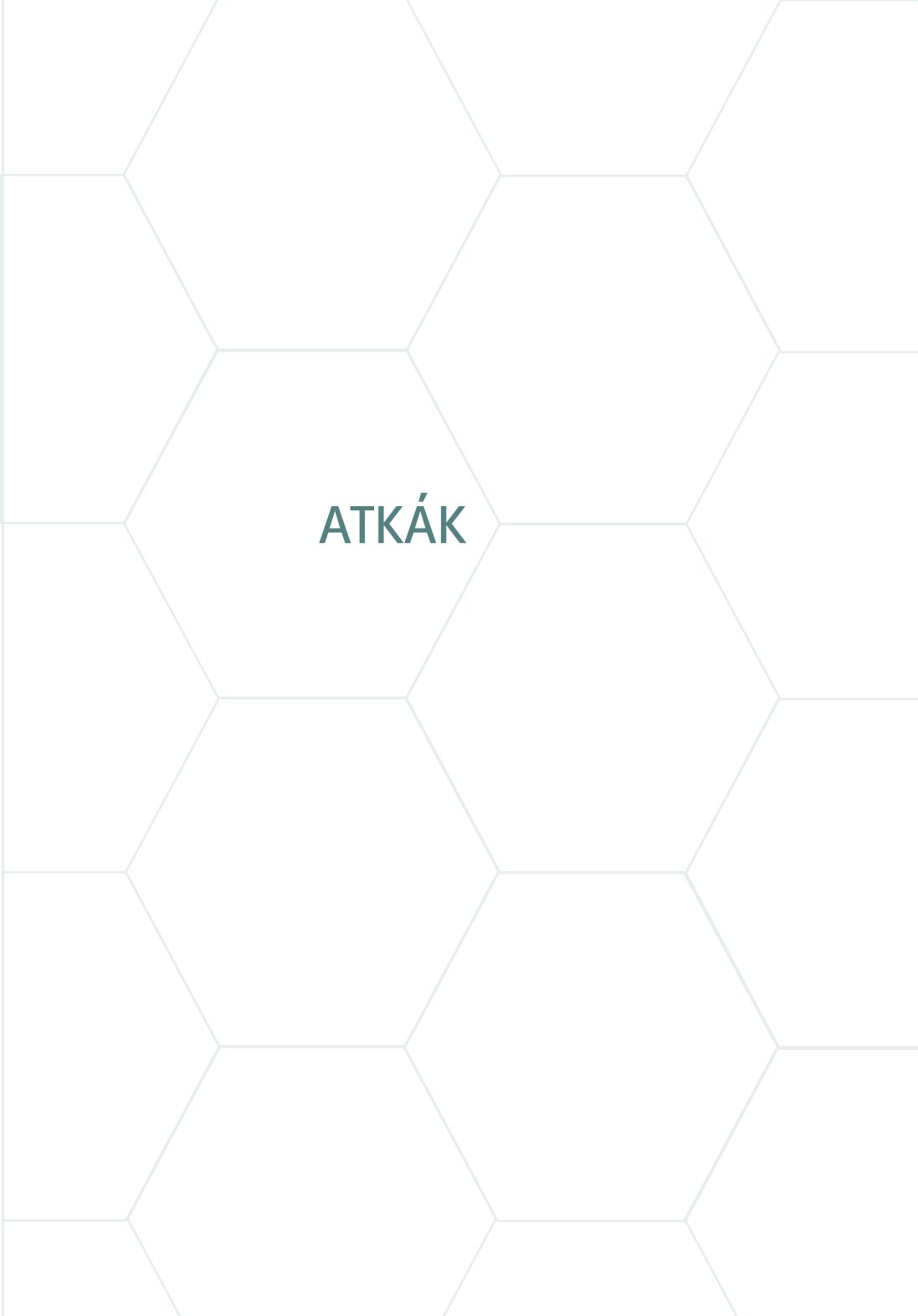
Tervezőszerkesztő: Németh Katalin
Borítófotó: xxx

ISSN 1789-2287

Tartalom

ATKÁK	7
VARROA ATKA	8
Atkáknak ellenálló méhanyák tenyésztése – 1. rész	8
Atkáknak ellenálló méhanyák tenyésztése – 2. rész	19
Atkáknak ellenálló méhanyák tenyésztése – 3. rész	30
Atkáknak ellenálló méhanyák tenyésztése – 4. rész	38
Atkáknak ellenálló méhanyák tenyésztése – 5. rész	48
Van módja a kezelésmentes méhészkedésnek?	60
Kezelésmentesség, tudatosság és biodiverzitás	67
A méhcsalád és a varroa atka együttélése	73
Szintet lép a méhek tenyésztése	79
A méheink támadják meg az atkákat, vagy legalább vegyék fel a harcot ellenük!	87
Az oxálsav titrálása	91
Oxálsavmaradék a kaptárban párologtatásos kezelés után	105
Az atkafertőzés ellenőrzése – Minél többet tudunk, annál jobb!	114
Vadescana – Géntechnológiával a varroa ellen	120
BroodSense – Fiasítás- és varroamegfigyelés síkágyas szkennelrel	126
TROPILAE LAPS ATKA	133
A remény nem stratégia	133
A <i>Tropilaelaps</i> terjedése Georgiában	138
<i>Tropilaelaps</i> és tsai.	144
<i>Tropilaelaps</i> -workshopok – Méhészeknek a <i>Tropilaelaps</i> atkáról	147
VÍRUSOK, BAKTÉRIUMOK	151
El lehet menekülni a vírusok elől?	152
Egy rejtélyes méhanyabetegség és kapcsolata a feketeanyabölcső-vírussal, valamint az európai költésrothadás baktériumával, az <i>M. plutoniusszal</i>	158

MÉHÉSZETI TECHNOLÓGIA	165
Füstölők és füstölőanyagok	166
Rajfogók a szabadban	172
Véleménycikk a méhcsaládpusztulásokról és a felmérések hibáiról	178
A méhcsalád életét befolyásoló legfontosabb tényezők közötti összefüggés	181
Meddig élnek az elpusztult családok, és mit jelent mindez a varroa atka számára?	193
Egy visszavont tanulmány margójára	200
 ÉLETTANI ISMERETEK	 207
A méhek nátriumszüksége befolyásolja a vízforrás kiválasztását	208
Hőszabályozás nagy melegben: az együttműködés és az alkalmazkodás élő példája	217
A méhek titka: így maradnak tiszták és egészségesek	224
A méhanya ürülékének vizsgálata mint diagnosztikai eszköz	229
 ÁZSIAI LÓDARÁZS	 231
Mennyire hatékonyak és szelektívek az ázsiai lódarázs elleni csapdák tavasszal?	232
 MÉHEGÉSZSÉGÜGYI HÁLÓZAT	 240



ATKÁK

VARROA ATKA

Atkáknak ellenálló méhanyák tenyésztése – 1. rész

Tenyésztettem már kifejezetten szelíd méheket, a költésrothadásra immunis méheket és a halálos légcsoatkának ellenálló méheket is. Ezért amikor felfedeztem az első varroát a ragadós fenéklemezen 1993-ban, azt hittem, ezzel is könnyű dolgom lesz. Nem is tévedhettem volna nagyobb!

CSALÁDPUSZTULÁS ÚJRATÖLTVE

Mindenki hallott a legutóbbi tél nagy családpusztulási hullámáról, de azt nehezen mondhatnánk, hogy ez bárkit is meglepett. Dr. Zachary Lamas szavait idézve: „Az [amitráz-]rezisztencia genotípusának általános előfordulása minden vizsgált [atka]mintában arra enged következtetni, hogy az amitráz nem volt hatékony ezeknek a varroapopulációknak a visszaszorításában. Az amitráz kiesése a varroa ellen használható kezelési módszerek közül jelentős zavarokat fog okozni a méhészetek működésében mindaddig, amíg nem jelenik meg egy helyettesítő irtószer vagy egy újfajta kezelési stratégia.”

Az amitráz hatásosságának a csökkenése miatt a kutatók és különféle startupvállalkozások egymással versengve igyekeznek előállni új varroa elleni „kezelési módokkal”. A sors iróniája azonban, hogy **bármilyen atkaölő vegyszer** használata elsősorban az **adott vegyszernek** ellenálló atkacsaládokat eredményező szelekciós nyomásként működik. A méhészek sikert sikerre halmoznak a „legjobb szernek” ellenálló atkák kitenyésztésében.

Sose feledjük azonban, hogy a különféle „kezelések” mind csak átmeneti megoldások (1. kép).

EGY MEGJEGYZÉS A LEGUTÓBBI CSALÁDPUSZTULÁSHOZ

Ez nem csak a varroán vagy az amitrázrezisztencián múlt. Múlt szeptembertől kezdve a mi méhcsaládjaink is gyengélkedni kezdtek – egyértelműen nem a varroa vagy a deformált szárny-vírus miatt (rendszeresen tartottunk lemosásos ellenőrzéseket, és nyoma sem volt beteg fiasításnak vagy deformált szárnyaknak, még a földön

is ritkán találtunk elhullott méhet), soha nem használtunk amitrázt, és alacsony volt a rovarirtóknak való kitettségünk is. De volt egy furcsa *déjà vu* érzésünk – a terepviszonyok nagyon hasonlítottak a „CCD”-re, amit a kétezres évek elején pusztító *Nosema ceranae* idején figyeltünk meg –, a felnőtt munkáméhek létszámának lassú fogyatkozása, ami az egészséges fiasítást körülvevő fürt csökkenéséhez vezetett (ez pedig a *Nosema apis* miatti családpusztulás egyik fő tünete). Így elővettem a mikroszkópot, és elszórtan találtam is gyomorvészre utaló nyomokat, de nem csak a csökkenő létszámú családokban.

Hiába etettünk a megszokott módon pollennel és sziruppal, tehetetlenül kellett végignéznünk a mandula beporzásához szükséges erős családok lassú megsemmisülését.

A jó hír: az érzékeny veszteség ellenére minden méhesben maradtak erős, egészséges családok is (amelyek ezek szerint ellenállóak voltak a rejtélyes kórokozóval szemben), így most óvatos bizakodással újra tudjuk indítani a működésünket.



1. kép: Méhészek generációi küzdöttek légycsapókkal és sebtapaszokkal az atkák ellen. Alapvetően semmi gond nem volt azzal, hogy a varroa első inváziójakor azonnal az IPM-piramis tetejére ugrottunk, de ésszerűen kell tartanunk, hogy az atkaölő szerek csak átmeneti tüneti kezelésnek alkalmasak, amíg ki nem tenyésztünk ellenállóképesebb méheket.

ELPAZAROLT ÉVEK

A varroa lassan negyven éve jelen van az Egyesült Államokban! Ha belegondolunk, mindössze nyolc év munkája volt embert küldeni a Holdra. Ezzel az erővel a varroa ellen is tehattünk volna valamit. Az olcsó és széles körben hozzáférhető szintetikus rovarirtók okán azonban megmaradtunk a tüneti kezelés szintjén, a probléma kiváltó okához hozzá sem nyúltunk.

Az igazság kedvéért fontos kiemelni, hogy az ARS laboratóriumok, különösen John Harbo, Jeff Harris, Tom Rinderer és Bob Danka (és még sok más méhészt, például Danny Weaver és Kirk Webster) munkájának köszönhetően már történtek kísérletek az atkának ellenálló méhállomány létrehozására – azonban **az egész méhészeti ipar** felelőssége is, hogy nem volt igény a rezisztens méhanyákra, más szóval nem tették kifizetődővé a tenyésztésüket.

Gyakorlati alkalmazás: A tenyésztők a piaci igényekhez igazodnak, és minden felnevelt méhanyára könnyen találnak vevőt. De egészen addig, amíg nincs igény az atkának ellenálló anyákra, az anyatenyésztőket semmi sem fogja motiválni a kínálat ilyen irányú bővítésére.



2. kép: A fenti méh tolerálja az atkákat (mivel még életben van). A varroa és az általa terjesztett vírusok azonban rendkívül sokat kivesznek az emésztés, a fiziológia és általában az immunrendszer terén a méhek egyébként is korlátozott erőforrásaiból. Jobb lenne inkább ellenállásra, nem pedig toleranciára szelektálni.

ÚJ TÍPUSÚ GAZDA – ÉLŐSKÖDŐ KAPCSOLATOK

Az ember megjelenése előtt bizonyos atkafajok Ázsiában élősködő életmódot kezdtek folytatni bizonyos méhfajokon – egy stabil gazda-élősködő viszonyrendszerben. Amikor az ember közvetítésével az európai mézelő méhekre is áterjedt ez a számukra **teljesen új élősködő**, egyáltalán nem voltak felkészülve az ellenük való védekezésre, így a varroa és újabban a *Tropilaelaps* garázdálkodásának (meg az általuk terjesztett vírusoknak) semmi nem szabhatott gátat.

Az észak-európai méhállomány jelentős része még negyven év elteltével sem mutat természetes, öröklődő ellenállást az atkafertőzéssel szemben (bár az elvadult méhcsaládokban a jelek szerint kifejlődőben van ez a tulajdonság).

Már tudjuk, hogy a varroa eredeti gazdaállata, az ázsiai mézelő méh (*Apis cerana*) képes kordában tartani a varroát (és a *Tropilaelaps* atkát) mint „**kisebbfajta élősködőt**” (jelen van, de nem okoz súlyos károkat). Eszerint a mézelő méhek is **képesek lennének** megküzdeni az atkákkal – **itt az idő, hogy most már tényleg rábizzuk ezt a feladatot magukra a méhekre**, ahelyett, hogy újabb és újabb atkaölő vegyszerekkel állunk elő.

Most pedig már a nyakunkon van a *Tropilaelaps* is. Elég lesz egyetlen raj egy teherhajón (vagy egy Kanadába vagy Mexikóba importált méhcsalád), hogy megvesse a lábát az amerikai kontinensen is. Mivel pedig az *Apis cerana* a varroát és a *Tropilaelaps* atkát egyaránt képes kordában tartani, jó eséllyel mi is felkészültebben fogunk az elkerülhetetlen invázió elébe állni, ha sikerül a varroának ellenálló méheket tenyészteni.

Gyakorlati alkalmazás: Az egyetlen esélyünk a varroa és a *Tropilaelaps* elleni védekezésre az, ha ki tudunk tenyészteni olyan méhcsaládokat, amelyek a mi segítségünk nélkül is képesek megküzdeni ezekkel az élősködőkkel.

A TENYÉSZTÉS VAGY EGYSZERŰ, VAGY MINDENNÉL BONYOLULTABB

Amikor a légcsőatka megvetette a lábát Kaliforniában, a méhcsaládjaink 70%-át kiirtotta. Néhány éven belül Steve Taber szelektív tenyésztéssel sikeresen létrehozott egy ellenálló vérvonalat, és mivel senki nem használta tenyésztéshez elpusztult családok génjeit, rövid időn belül az állomány legnagyobb része ellenállóvá vált a légcsőatkával szemben.

A lényeg: A légcsőatka támadásának a pillanatában már eleve léteztek az ellenálló képesség alléljait hordozó vérvonalak a méhek „tenyészpopulációjában”. Ugyanúgy, ahogy egyetlen allél eredményezhet amitrázrezisztenciát az atkákbán, a méheknek sem kellett óriási genetikai változások a légcsőatka elleni védekezőképesség megszerzéséhez. A varroa esetében azonban sajnos úgy tűnik, hogy egy allélnál sokkal többre van szükség.

TOLERANCIÁRA VAGY REZISZTENCIÁRA KONCENTRÁLJUNK?

Sokan javasolják, hogy tenyészünk az atkákat „toleráló” méheket, de vajon tényleg ezt akarjuk? (Lásd a 2. képet.)

A tolerancia ebben az esetben elsősorban a vírusokkal szembeni immunitást jelenti. Régebben a méhek immunisak voltak a vírusokra – dr. Leslie Bailey szerint a méhek kifejezetten nehezen kapnak el vírusos betegségeket a fertőzött táplálék elfogyasztásával. Amikor pedig a varroa először elterjedt, a méheink csodálatosan ellenállóknak mutatkoztak vele szemben, hiszen elég volt nekik össze egyetlen Apistan-kezelés, addig mindegy volt, milyen mértékben szaporodnak az atkák a családban. *De aztán a vírusok szintet léptek, és a varroát kezdték közvetítőként használni.*

Manapság is találkozunk toleráns méhcsaládokkal, amelyek viszonylag erős atkafertőzöttség mellett is egészséges fiasítást tudnak nevelni. Azonban az ilyen fiasításokból kikelő méhek soha nem lesznek olyan erősek, mint azok a társaik, amelyeknek az atkák nem csapolták meg a testnedveit álca korukban.

Gyakorlati alkalmazás: Amikor először kezdtem komolyabban foglalkozni az atkáknak ellenálló méhanyák tenyésztésével, a fiaim megkérdezték, hogy bevegünk-e toleráns (magas atkaszám mellett sem vírusfertőzött) családok által nevelt anyákat is. Ezek a családok azonban nem törekedtek az atkaszám csökkentésére, így a rezisztencia szempontjából nem megfelelő géneket adtak volna tovább. Nemet mondtam. Az atkáknak ellenálló családok viszont szinte mérhetetlenül alacsonyan tartják az atkaszámot, ezért aztán nincs is több gondjuk a vírusokkal, mint a varroa érkezése előtti időkben (akkoriban még csak nem is beszélt senki méhvírusokról, talán a tömlős költésrothadást kivéve).

Ebből egyenesen következik a nyilvánvaló kérdés:

HOGYAN KÜZD MEG AZ ATKÁVAL AZ EREDETI GAZDAÁLLATA?

Korábban már írtam erről, és nem is ismerjük még teljes mértékben a védekezésben szerepet játszó tulajdonságokat, de röviden talán úgy fogalmazhatnánk meg a dolgot, hogy itt az együttélés szabályait az *Apis cerana* írta, *és elsősorban az atka szaporodásának az ellehetetlenítése került fókuszba.* Amennyire tudom, a szerződésükben ez áll:

1. Ne is próbálj a dolgozófiasításunkban szaporodni – az álcáink feláldozzák magukat, ha megteszed. *(Ez eddig az Apis melliferánál egyáltalán nem volt megfigyelhető.)*
2. Megengedjük, hogy a herefiasításban szaporodj, azzal a feltétellel, hogy rendszeresen ellenőrizzük, mennyi stressz éri ezeket a bábokat (a fedélen vágott szaglóbábokat).

lyukon keresztül). Csak sérüljön meg a báb, és viaszkoporsóban fognak kivinni innen. *(Az Apis mellifera esetében eddig még nem volt megfigyelhető hasonló szaglónylás, és általában nem bontja fel a fertőzött herefiasítást, a dolgozófiasításból azonban eltávolítja a fertőzött sejteket.)*

3. A szaporodásotok további korlátozása érdekében csak bizonyos időnként nevelünk herefiasítást. *(Az Apis mellifera sajnos egészen a hordás legvégéig nevel herefiasítást.)*
4. Az előbbieken felül is megkeserítjük az életeteket agresszív harapdálással és tisztogatással. *(Mindennek ellenére néhány atka nagyon sokáig képes túlélni az Apis cerana családokban.)*

A felsoroltakon kívül az *Apis cerana*t valószínűleg egyéb tulajdonságok is segítik az atkafertőzés megfékezésében, illetve az eszköztára egy részével a mi mézelő méheink egyszerűen nem rendelkeznek. De szerencsére ezzel nincs veszve minden, az *Apis mellifera* másféle trükköket eszelt ki – ezek többsége figyelemre méltó módon szintén az atkák szaporodásának a megzavarását célozza (a fiasításos sejtek felnyitása), vagy az „atkaszaporodás elfojtásával” (*suppression of mite reproduction*, SMR), vagy a fertőzött bábok ún. higiénikus eltávolításával (VSH), amit a jelek szerint a bábok által kibocsátott „Áldozz fel engem!” jelzések váltanak ki.

SEJTPUSZTULÁS TÁRSADALMI SZINTEN

A társas élőlényeknél (és különösen azoknál a rovarfajoknál, amelyeknél van „harcos” kaszt) az egyén képes feláldozni magát, ha ez hasznára válik a teljes közösségnek (azok a méhek is ezt teszik, amelyek a kaptár védelmében használják a fullánkjukat). Ez hasonlít ahhoz, amikor a test bizonyos sejtjei elpusztulnak egy kórokozóval való fertőződést követően (feláldozzák magukat a test egészsége érdekében, még mielőtt a kórokozó szaporodhatna bennük). Az *Apis cerana* esetében, úgy tűnik, hogy a munkáméhek álcáiból ugyanilyen válaszreakciót váltanak ki az atkák nyálában található fehérjék; a herebábok pedig ugyanezt a hatást érik el egy bizonyos illatanyag kibocsátásával.

Elméleti példa: Képzeld el egy méhcsaládot, ahol az egyedek elrepülnek, amikor atkát érzékelnek magukon, és soha nem térnek vissza! A *varroa* képtelen lenne egy ilyen méhcsaládban létezni.

A második legjobb megoldás az atkák szaporodásának a megakadályozása lenne (ez a *varroa* Achilles-ina). Az *Apis mellifera* atkarezisztens vonalaiban a méhek nem feltétlenül áldozzák fel magukat a szó szoros értelmében, de az álcák kibocsátanak egy „Áldozz fel engem!” feromont, aminek a hatására a dajkaméhek felnyitják a sejtet, és adott esetben az álcát is eltávolítják.

A SZELEKTÍV TENYÉSZTÉS ÁTÉRTÉKELÉSE

A méhészek és a kutatók már régóta kísérleteznek az atkának ellenálló, az atkát tűró vagy „túlélő” vérvonalak kitenyésztésével. A legbrutálisabb módszer egyszerűen az anyatermeszetre bízta a feladatot: hagyják, hogy a méhek a maguk módján küzdjenek meg az atkákkal, és a túlélő családok anyáit tenyésztik tovább.

Ezzel a módszerrel több gond is van:

1. Ha a kiinduló család nem hordoz eleve az ellenálló képességet erősítő allélokot, az egész populáció elpusztulhat (ez meg is történt Santa Cruz szigetén).
2. Vagy apró, gyakran rajzó méhcsaládok jönnek létre, ahogy az a Gotland-programban történt.
3. Esetleg az új állomány „vadabb” lesz, mint hinnéd (mint például az afrikanizált méhek).
4. A legnagyobb veszély azonban az, hogy egyszerűen túl kevés család éli túl az első szelekciós kört a folytatáshoz (vagy a csőd elkerüléséhez).

Ez a módszer a nem hivatalos eredmények alapján sikeresnek bizonyult Dél-Afrikában és Kubában, hivatalos eredmények pedig John Kefuss franciaországi gazdaságában születtek (Kefuss alkotta a „Bond-módszer” elnevezést az *Élni és halni hagyni* című James Bond-filmre utalva). Sok elvadult populációban és a „kezelésmentes” irányzatot követő, elvadult családokat befogó méhészek között is vannak eredményei.

Gyakorlati alkalmazás: A Bond-módszer nagyon egyszerű, és működhet is, de rengeteg méhcsalád szükségtelen pusztulásával járhat. Ne büntessük halállal a családjainkat (vagy legalábbis ne akarjuk minden évben kiirtani az állományunk nagy részét!), amikor elég lenne egyszerűen a méhanyát kicserélni a nem ellenálló családokban.

Különböző tulajdonságokra fókuszáló tenyészprogramok

Az „élni és halni hagyni” megközelítés helyett több program az atkákkal szembeni ellenálló képességgel összefüggésbe hozott, mérhető tulajdonságokra fókuszál:

- Varroára érzékeny higiénia (VSH) – ezek a méhek eltávolítják a fertőzött bábokat.
- Az atkaszaporodás megakadályozása (MNR vagy SMR) – az atkák egy része képtelen szaporodni (Harbo-próba, 3. kép).
- Higiénikus viselkedés – a fiasítás fagyasztásával vagy betegségekre utaló feromonokkal (UBO) való kezelésével mérhető.
- Tisztogató viselkedés – a méhek leharapdálják egymásól az atkákat; a ragadós fenéklemezen összegyűlő hulladék vizsgálatával megállapítható.
- A fiasítás felnyitása és visszafedése – gyantacsíkok használatával.
- Rövidebb időtartamú fedett fiasítás – az *Apis capensis* esetében hatékony.
- Markeralapú szelekció – az ellenállással összefüggő genetikai markerek keresése.

Egy gond van az egyetlen tulajdonságra koncentráló szelektív tenyésztéssel – **önmagában egyetlen tulajdonság sem képes stabilan biztosítani az ellenálló képességet.** Az ellenálló családok több különböző módszer egyidejű használatával küzdenek az atka ellen, és minél többféle fegyver, eszköz és technika van a birtokukban, annál jobb!

A KÜLÖNBÖZŐ SZELEKCIÓS ELJÁRÁSOK ÁTTEKINTÉSE

Az utóbbi években több kutatócsoport is arra a következtetésre jutott, hogy nem vezet használható eredményekhez, ha csak egyetlen tulajdonságot jelölnek ki a varroa elleni védekezés eszközének.

Eynard szerint: „A varroarezisztenciát biztosító tulajdonságok nemrégiben elvégzett átfogó elemzése arra a következtetésre vezetett, hogy nincs kimutatható korreláció a varroa elleni védekezés eszközeként értékelt alaptulajdonságok, például a VSH, a tisztogatás, az MNR, a higiénikus viselkedés vagy a fiasítás újrafedése között.”



3. kép: A rezisztenciát jelző eszközök használata sok esetben rendkívül nehézkes és időigényes, és csak egyetlen tulajdonság meglétére fókuszál az általános ellenálló képesség vizsgálata helyett

Gyakorlati megfontolás: Egyetlen tulajdonságra tenyésztve korlátozzuk a méhek mozgásterét az atkák elleni küzdelemben! Meglepetésszerűen alkalmazva egyetlen jobb horog is elég lehet egy verekedés elintézésére, a hosszú küzdelem megnyeréséhez azonban sok különböző technika összehangolt alkalmazására van szükség. Az egyetlen tulajdonságra koncentráló tenyésztés nagy hátránya, hogy figyelmen kívül hagyhat egyéb ígéretes tulajdonságokat, amelyek véletlen mutációk során esetleg felbukkanhatnak, például az egyes rezisztens európai vonalak által folytatott molekuláris hadviselés.

Sprau kifinomult megfogalmazásával élve: „A négy éven át tartó tenyésztési programunk eredményei egyértelműen azt mutatják, hogy a varroarezisztancia szempontjából fontosnak ítélt tulajdonságok jelenlegi értékelési szempontrendszere nagyon bizonytalan és rendkívül időigényes, ezért az állattenyésztés gyakorlati terepviszonyai között nehezen alkalmazható. Az MNR és VSH tulajdonságokra kitenyésztett vonalak a következő generációkban a több génre visszavezethető tulajdonságok, a mutációk, a párzási szokások és a környezeti hatásokból eredő bizonytalanság kombinációja miatt nehezen öröközhetők. A kívánt tulajdonságok meglétét ezért a családok minden generációjában újra és újra ellenőrizni kell. Ezek a korlátozó tényezők eleve megkérdőjelezhetővé teszik a varroarezisztens méhcsaládok tenyésztésének a módszertanát és logikái alapjait.

LÉTRE LEHET HOZNI EZEKNÉL SIKERESEBB TENYÉSZPROGRAMOT?

A saját tenyésztési programunk eredményei alapján azt mondom, ez lehetséges (4. kép).

Tegyük fel magunknak két egyszerű kérdést (alább meg is válaszolom őket):

1. Melyik szelekciós kritériumrendszer mond a legtöbbet?
2. Melyik ellenőrzési módot lehet a leggyorsabban és a legkisebb erőfeszítéssel elvégezni?

A CÉLRA TENYÉSSÜNK, NE AZ ESZKÖZÖKRE!

Korábban rengeteg házat építettem. A megrendelőinket nem érdekelte, hogy milyen munkaeszközöket, technikákat és eljárásokat alkalmazunk, csak az, hogy **elvégezzük-e a munkát**. A házépítéshez hasonlóan az atkák elleni védekezőképesség is számtalan különböző tényezőtől épül fel (Eynard hatvan különböző genetikai „asszociációt” tárt fel, amelyek valamilyen módon szerepet játszanak az atkarezisztens vonalak kialakulásában).

Guichard a következőket mondta a kiválasztási stratégiákkal kapcsolatban: „Tekintettel arra, hogy azok a tulajdonságok, amelyeket jelenleg a méhcsaládok ellenálló képességének a biztosítékaként értékelünk, területenként eltérő hatékonysággal biztosítják a túlélést, illetve eltérő mértékben járulnak hozzá a családpusztulás mérsékléséhez, az ellenálló vonalak létrehozása szempontjából kockázatos stratégia előzetes döntést hozni arról, hogy bármely adott populációban melyek lesznek a túlélést leginkább elősegítő tulajdonságok. [...] A releváns tulajdonságok

kijelölését tovább nehezíti, hogy minden eddig megfigyelt, természetes ellenálló képességgel rendelkező családban többféle védekezést segítő tulajdonság egyedi kombinációja biztosította a család túlélését. [...] Következésképpen egyetlen tulajdonság kiválasztása esetén az öröklődés csökkent hatékonyságával kell számolni, ami minden jelenleg futó tenyésztőprogramban megfigyelhető.”

Az eszközök egy része (például a fiasítás ellenőrzése a Harbo-módszerrel vagy szétharapott atkák keresgélése mikroszkóp alatt a kaptárhulladékban, a higiénikus viselkedést ellenőrző tesztek, az újrafedett sejtek számolgotása vagy egy genetikai vizsgálat) nem csupán időigényesek és drágák, de a használatuk nem is garantálja, hogy a kitenyésztett méhcsalád ellenálló, emellett pedig **munkaképes és produktív** lesz.

Gyakorlati alkalmazás: Ahelyett, hogy egy, a védekezőképességhez kapcsolódó ellenőrzési eszköz (például VSH vagy az atkák szétharapása) eredményeire tenyészténénk, egyszerűen olyan méheket válasszunk, amelyek „elvégzik a munkát”. Egy szelektív tenyésztési programban a probléma (varroa- és vírus-fertőzés együttes hatására bekövetkező méhpusztulás) megoldása érdekében egyetlen kérdést kell feltennünk magunknak: **közvetett** (csak egy, általunk hatékonynak vélt tulajdonságra fókuszáló) vagy **közvetlen** szelekciót szeretnénk-e alkalmazni (ahol nem az a lényeg, hogyan védekeznek az atkák ellen, hanem az, hogy sikerrel járnak).

Az ARS kutatói, Harbo és Harris már 1999-ben tisztán és világosan megmondták ezt: „Az atkáknak való ellenállás definíciója: ellenálló az a méhcsalád, amely képes meggátolni a varroapopuláció növekedését.



4. kép: Sokan megpróbálták levágni az ellenálló méhcsaládok felé vezető hosszú és fáradtságos utat. De ez sajnos lehetetlen. Jobb azokra a családokra koncentrálni, amelyek simán csak megcsinálják, amit kell.

- Ez alapján a definíció alapján egy erősen rezisztens család képes lenne elérni az atkapopuláció csökkenését, ami után az atkák vagy eltűnnek, vagy nagyon kis számban maradnak fenn. Ez a tenyésztés célja.
- Az atkapopuláció növekedésének az összehasonlításával az egyes méhcsaládokban meghatározható az atkáknak leginkább ellenálló méhcsalád.
- Az atkának való ellenállásra tenyésztő programokban sem kellene méhcsaládoknak elpusztulniuk.”

Huszonöt évvel később Eynard csoportja a következő jelentést tette közzé: „A varroarezisztenciával foglalkozó kutatások (ezt is beleértve) egyik fontos korlátozó tényezője, hogy a védekezőképességet mérő jelenleg használatos módszerek többsége nehezen alkalmazható nagyobb mintákon. Például időigényes, illetve szubjektív mérési módszerekre támaszkodnak, mesterségesen generált varroafertőzésen alapulnak, egyidejűleg több tényezőt mérnek, becslésen alapuló arányszámokat használnak, és önkényesen döntenek el az észlelés alsó küszöbét. **Mindennek ellenére a varroafertőzöttség közvetlen becslése továbbra is az ellenálló képesség számszerűsítésének az egyik legegyszerűbb módja.** A csekély varroafertőzés a gyakorlatban többféle jelenséggel is magyarázható a környezeti hatásoktól a méhészeti gyakorlaton át az arkák biológiájáig, de még a méhcsalád lakóhelye is számításba jöhet.”

És most térjünk vissza a fejezet elején feltett két kérdéshez:

1. Melyik szelekciós kritériumrendszer mond a legtöbbet?
2. Melyik ellenőrzési módot lehet a leggyorsabban és a legkisebb erőfeszítéssel elvégezni?

Mindkettőre az a válasz, hogy végezzünk rendszeresen mosásos atkaszám-ellenőrzést, és azokból a családokból tenyészünk anyát, amelyek magától is el tudnak bánni az atkákkal.

Randy Oliver,
American Bee Journal, 2025(8): 887–891;
 fordította: Kernács Rebeka

Atkáknak ellenálló méhanyák tenyésztése – 2. rész

Emberi beavatkozás nélkül a természetes szelekció a varroának ellenálló méhcsaládok vérvonalait részesíti előnyben. Mi, méhészek azonban mesterségesen megakasztottuk ezt a folyamatot különböző atkaölő szerek alkalmazásával, ami a nem ellenálló családok számára is lehetővé tette a szaporodást. Egészen addig, amíg az anyanevelőink nem kezdik komolyan venni a varroának ellenálló vonalak tenyésztését, ez a harc soha nem fog véget érni – sőt most már a vegyszereknek ellenálló atkákkal is szembe kell néznünk.

Az evolúciós kiválasztódás természetes folyamata random génkombinációk örök költség–haszon elemzése. Egy teljesen új élősködő faj felbukkanása változást idéz elő a költségoldalon – azok a családok, amelyek képtelenek megküzdeni a varroával, nem tudják továbbörökíteni a génjeiket a következő generációra. Ha mesterségesen szabá-



1. kép: Aki régen szelíd méheket akart tenyésztetni, egyszerűen eltávolította a „harapós” családokból az anyát, és egy szelíd család által nevelt új anyát adott nekik. Nem volt szükség genetikai minták elemzésére, és egy méhcsaládnak sem kellett elpusztulnia.

lyozzuk a varroapopulációt (ami megszünteti ezt a költségtételt), egyúttal el is kel-
lene ismernünk a felelősségét mindennek, mert a méhanyák kiválasztásával úgy kell
beavatkoznunk, hogy egyetlen méhcsalád se pusztuljon el. **A jó hír az, hogy ez nem
jelentene különösebb nehézséget az anyanevelőknek.**

TÉRJÜNK A TÁRGYRA!

Számos anyanevelő úgy ugrik neki az atkarezisztens állomány létrehozásának, hogy
megveszik a megfelelő tenyészanőket, és reménykednek a legjobbakban (én is ilyen
voltam), de nem tudják hosszú távon fenntartani az ellenálló képességet. Sokunk vagy
teljesen elrugaszkodott reményekkel, vagy túlságosan szkeptikusan járt el
a tenyésztésre érdemes anyák válogatásakor. Az a baj, hogy legtöbbünk számára
túlságosan munka- és költségigényes volt egy realisztikus tenyésztési program fenntartása
– **sokkal egyszerűbb színre, szelídségre vagy mézhozamra tenyészteni.** Ezenkívül
okunk sem volt különösebb erőfeszítésre – így is eladtunk minden felnevelt méhanyát.

Gyakorlati alkalmazás: A szelektív tenyésztés nem „egyszeri dolog”. Évente ki
kell választani a tenyésztésre érdemes méhanyákat az alapján, hogy *kezelés nélkül*
mennyire képesek a családjaik *kordában tartani az atkákat*, illetve képesek-e
a gének átörökítéséhez megfelelő hereállományt nevelni. *Egészen addig nem lesz*
jelentős változás a piacon, amíg a megrendelőink el nem kezdik jutalmazni a tenyésztőket
az ellenálló állomány megjelenéséért a kínálatban!

Amikor 2015-ben először kezdtünk nagy arányú mosásos méréseket végezni, óriási
meglepetést okozott a „nulladik anya”, amelynek a családja mindenféle kezelés nélkül
is kordában tudta tartani az atkákat. Istenem – ráébredtem, hogy az ellenálló képesség
összes genetikai feltétele rendelkezésre áll az állományomban! Nem volt szükségem
csodára, de elérkezettnek láttam az időt a komoly munkára. Először is ki kellett talál-
nom, hogyan fogok évente több ezer mosásos atkaszám-ellenőrzést elvégezni. Miután
ez megvolt, elhatároztam, hogy lefuttatom a lehető legegyszerűbb szelektív tenyésztési
program *kísérleti demonstrációját – minden professzionális anyanevelő okulására –*,
folyamatosan vezetve a költségeket, és számot adva a sikerességéről. ***Az volt a célom,***
hogy semmiféle ürügyet ne hozhassanak fel arra, hogy miért nem tenyésztenek ők is
ellenálló méhanyákat.

Azóta évente publikáltam az eredményeimet. A programunk alapelgondolásában
nincs semmilyen új elem; nem más, mint „hagyományos” szelektív tenyésztés, amit
az ember évszázadok óta csinál – sokkal régebben találta fel, mint a „tudományt” meg
a „genetikát” (1. kép).

Gyakorlati alkalmazás: Nem kell pontosan megérteni, *hogyan* küzdi le a méhcsalád az atkafertőzést, elég tudni, hogy leküzd. Csak jelöljük ki a feladatot, és léptessük elő azokat, amik a legjobban végzik el. Ha nincs atka: tenyészd tovább! Ha túl sok az atka: cserélj anyát!

A MÉHEK SZELEKTÍV TENYÉSZTÉSE TÚL BONYOLULT!

Senki sem mondta, hogy majd „gyors és egyszerű” lesz. A mézelő méhek reprodukív biológiájában a **genetikai sokféleség megőrzése** a legfontosabb a szaporodó állományban – ami nem kedvez az egyetlen kiválasztott tulajdonságra történő szelektív tenyésztésnek.

Nézzük, miért sokkal nehezebb a szelektív tenyésztés méhek esetében, mint más állatfajoknál!

1. Egy méhanya sok herével párizk („többférjűség”) – **tehát természetes körülmények között az összes környékbeli sikeres család génállományából továbbad valamit.** Emiatt hihetetlen genetikai sokféleséggel megáldott családot tud létrehozni – *ami a családot vagy nyertes, vagy vesztes helyzetbe hozza* (nagy vonalakban minél nagyobb a családban a genetikai sokféleség, az annál sikeresebb lesz).

Ez a régió populációjának a nagy részét elpusztító természeti katasztrófa vagy újfajta kórokozó felbukkanása esetén is **segíti a genetikai sokféleség megőrzését**, hiszen a túlélő család tagjai nemcsak az anyjuk, hanem a vele pározott herék valamelyikének a génjeit is továbbörökítik. A szelektív tenyésztés szempontjából ez azért lehet probléma, mert a szabadon pározott méhanyák továbbörökített génjeinek a fele többféle forrásból származik (**aminek a minősége attól függ, hogy mennyire képes a tenyésztő befolyásolni a pázás körülményeit**).

2. Mindezzel együtt elsősorban nem a méhanya, hanem a lányaiból álló csapat teljesítménye van a tenyésztőprogramunk homlokterében (ez pedig lehet, hogy csak részben örökölhető).
3. Mivel a herék kizárólag az anyjuk génjeit hordozzák, ezért az ő genetikai összetételük a nagyszülői generáció genetikai sokféleségét tükrözi – **ami kétéves késést idéz elő a tenyésztőprogramban.**
4. A méhek könnyen keverednek. A mézelő méheknél a meiózis (a spermiumok és petesejtek képződése) során különösen magas a genetikai rekombináció aránya, **tehát egyes DNS-szakaszok kicserélődnek a szülők kromoszómái között** vagy ugyanabban a kromoszómában. A cserék új genetikai kombinációkat hoznak létre, **így az utód a szüleitől eltérő tulajdonságokkal fog rendelkezni**, ez pedig rendkívül gyors evolúciót tesz lehetővé.
5. Nem minden mutáció vagy genetikai rekombináció eredményez működőképes allélokat, ám a méhek a herék **haploiditásával kiszűrik a működésképtelen allélokat vagy a rossz kombinációkat.** Mivel a herék csak egyetlen kromoszóma-

csomagot hordoznak, nem mentesülhetnek a rossz génkombinációk továbbörökítése alól a másik szülőtől kapott „jó” gének segítségével. **Egy tenyésztőprogramban ez jó dolog.** (A kutyatenyésztők számára viszont például éppen emiatt akkora probléma a belterjesség.)

6. A szelektív tenyésztés szempontjából talán a leginkább korlátozó tényező viszont mégis **a nemet meghatározó gén**, ami megakadályozza, hogy a tenyésztő egy közeli rokonával pároztasson egy méhanyát. A szelektív tenyésztésben a közeli rokonságban álló egyedek pároztatása (**belterjesség**) sajnos mindennapos gyakorlat. A belterjesség révén a tenyésztő kiszámítható „tisztá vérű” vonalakban „stabilizálhat” bizonyos tulajdonságokat. A mézelő méhek populációjában azonban **muszáj fenntartani a nemet meghatározó allélok genetikai sokféleségét**, máskülönben sörétes fiasítást petéző anya lesz az eredmény.

Gyakorlati alkalmazás: A fentiek miatt méheket sokkal nehezebb szelektív tenyésztéssel „nemesíteni”, mint például marhákat, kutyákat vagy növényeket. A család teljesítményére szelektálunk, nem az egyedére, és a teljes tenyészállomány genetikáját meg kell változtatnunk, nem csak bizonyos érvonalakét.

DARWINI FEKETEDOBOZ-SZELEKCIÓ

Ahogy az előző részben már említettem, a méhek többféle módszerrel is küzdenek az atkák ellen, de senki nem ismeri az összes ilyen módszert. Szerencsére nincs is szükség teljes körű ismeretekre egy ellenálló család létrehozásához. Ezt az elgondolást Blacquiére már 2019-ben feketén-fehéren publikálta: „A fekete doboz hasonlatát használjuk abban az értelemben, hogy a doboz tartalma rejtve marad, de a hatásai ennek ellenére nyilvánvalóak és jól vizsgálhatók. Ezenkívül az útvonat nem ad előzetes értékelést bizonyos előnyösnek vélt tulajdonságokról, egyszerűen csak követi a természet rendjét a túlélés és a szaporodás tekintetében. A fekete doboz belsejében a sikeres fenotípussal összefüggő allélok megőrződnek, és fennmaradnak a következő generációban. A természetes szelekció tehát »inkluzív«, mivel minden túlélő fenotípust megőriz a fekete dobozban, ezáltal biztosítja a genetikai sokféleséget, és ritka, de az elősködőkkel és kórokozókkal szembeni ellenálló képesség szempontjából hasznos alléloknak is megadja a kifejeződés lehetőségét. A célzott szelektív tenyésztési programok ezzel szemben természetükön fogva csökkentik a genetikai sokféleséget azért, hogy a túlélő fenotípusok közül csak az általuk preferált tulajdonsággal rendelkezőket választják ki, és ezzel potenciálisan kizárnak egyéb, túlélőképességük bizonyuló allélokat.”

Gyakorlati alkalmazás: Felejtjük el a kijelölt tulajdonságokra koncentrálni szelekciót! A feladat az, hogy a méhcsalád tartsa alacsonyan a családban élő atkák számát. Aki erre nem képes, azt rúgjuk ki, aki pedig jól csinálja, azt léptessük elő! A szelekció egyetlen kritériuma az atkaszám legyen!

EHHEZ EGY CSAPAT KELL

Nincs olyan, hogy atkarezisztens méhanya – ez a család dolgozóitól függ, amelyek *csapatban dolgoznak* az atkafertőzés elhárításán. A dolgozók nem az anyjuk klónjai, hanem különböző apai vonalak leszármazottjai. Mivel az anya két kromoszómakészletet hordoz (mindkét szülőét), egy adott apai vonal (a méhanyával pározott valamelyik here lányai) fele az apja anyai nagyanyjának a génjeit hordozza, a másik fele pedig az apja anyai nagyapját. Ha tehát egy anya tizenöt herével párizik, a család dolgozói harminc különböző genetikai vonalat fognak hordozni – amiből bármelyik lehet atkarezisztens, míg mások biztosan nem lesznek azok.

Minden apai vonalra gondolhatunk úgy is, mintha azok azonos szerepet betöltő „játékosok” lennének egy sportcsapatban. Lesz, amelyiken az anya, míg másokon az apa génjei ütköznek ki inkább. Néhányan közülük érzékenyek lehetnek a fiasítás szagára, mások felnyitják a fertőzött fiasításos sejteket, egyesek erős higiénikus vagy tisztogató tulajdonságokkal rendelkezhetnek, mások pedig az atka szaporodását gátló feromonokat bocsáthatnak ki. Nem egyetlen genetikai vonal nyeri meg a meccset, hanem a teljes csapat, együtt (2. kép).



2. kép: A tenyésztőprogramban kiválaszthatunk bizonyos méhanyákat, de sose felejtjük el, hogy *nem létezik olyan, hogy a varroának ellenálló méhanya*. Az ellenállás az *egész család* közös erőfeszítésének az eredménye, amelyben minden munkásméhvonal a maga viselkedésmintáival, érzékenységével vagy feromonkibocsátásával, esetleg különleges feladatok ellátásával járul hozzá a sikerhez. Egy nemrég elhunyt barátom, Petr Borst szavaival élve egy „nyertes” ellenálló családban anyákat nevelni olyan, mintha azt remélnénk, hogy egy győztes kosárcsapatból véletlenszerűen kiválasztott játékos teljesen egyedül szintén nyertes csapatot épít majd fel.

Gyakorlati alkalmazás: Bárki vásárolhat atkarezisztens anyától származó méhanyákat, de valójában a tenészsanya unokáira fog várni az atkák fékentartásának a feladata. Ezek viszont számtalan különböző apától származnak, ezért kiemelkedően fontos, hogy a tenyésztésben részt vevő herék szintén „nyertes csapatok”, azaz hasonló védekezési módszereket használó rezisztens családok tagjai legyenek.

A SZELEKTÍV TENYÉSZTÉS OLYAN, MINT EGY KÁRTYAJÁTÉK

Minden mézelő méh ugyanazt a génkészletet hordozza (~ 10 000 gént 16 kromoszómapárban), amelyek között vannak fehérjéket kódolók is, de a legtöbb egy vagy több szabályozó mechanizmusban vesz részt, egy részük pedig „pleiotropikus”, ami azt jelenti, hogy több, egymástól látszólag független tulajdonságban is szerepet játszanak.

Minden nőivarú méh (a diploid méhanyák és a munkásméhek) két kromoszómakészletet hordoz, egyet az anyjuktól, és egyet az apjuktól. A herék csak egy kromoszómakészletet hordoznak (tehát haploidok), ez pedig vagy az anyai nagyapától, vagy az anyai nagyanyától jön – esetleg némi rekombinációval. A méhcsaládban a munkások tehát az anyjuk anyjától és apjától, illetve a méhanyával pározott összes here nagyszüleitől eredő kromoszómák sokféle variációját hordozzák.

Egy rendkívül leegyszerűsített példával úgy írhatnánk le a helyzetet, mintha a génkészlet egy kártyapakliban egy szín teljes sorozata lenne: minden gént külön lap képvisel. A pleiotropikus géneket a dzsóker lapok képviselik. Minden génnek különböző megjelenési formái vannak, ezek a variánsok vagy allélek – ebben a hasonlatban a különböző kártyaszínek (pikk, káró stb.) jelképezik a gének alléljait (így például bizonyos méhek a kőr hetest húzzák, míg mások a pikk hetest).

Most képzeljük el, hogy a 10-estől az ászig terjedő lapok **vesznek részt az atkarezisztenciában, de csak a kőr színbe tartozó allélok biztosítják a teljes ellenálló képességet**. A pakli összes többi lapja valami más viselkedésszerű vagy fiziológiai tényezőt kódol, a különböző lapkombinációk pedig a genetikai sokféleséget jelenítik meg (amit szeretnénk fenntartani).

Jelenleg senki sem tudja, hogy a kőr szín nagy lapjaiból mennyire van szükség, hogy egyetlen egyed elvégezzen egy bizonyos, az atkák elleni védekezéshez szükséges feladatot (például felnyissa a fedett fiasítást, vagy leharapdálja az atkákat egy másik egyedről), sem pedig azt, hogy ezekből a lapokból két egyformát (vagyis recesszív allélt) kell-e húznia ehhez, vagy azt, hogy hány apának kell továbbörökötenie a nyerő lapokból valamennyit ahhoz, hogy a család egésze ellenállóképesnek számítsa. Ha azonban a méhanya szerencsés volt, és a szüleitől örökölt lapokból kijön a „nyerő kombináció” (3. kép), a család **összes dolgozója** hordozni fog legalább egy példányt az ellenálló képességet biztosító kőr lapok közül.

Gyakorlati alkalmazás: Egy ellenálló családban meg kell lennie a kőr royal flush lapjainak a dolgozók között szétszórva. Nekünk azonban az a célunk, hogy a méhanyák az egész royal flusht birtokolják. (A pókerben a royal flush a 10-től ászig tartó nyertes színsor. – A lektor.) Egy szelektív tenyésztési program nem „kialakítja” az atkákkal szembeni ellenálló képességet, hanem igyekszik „kiküszöbölni” minden nem rezisztens allélt (eldobja a nem kőr színű nagy lapokat), miközben a pakli többi részében megtartja a színek változatosságát. A „nemesítés” eredményeként létrejövő ellenálló **vérvonalba** tartozó anyák csak

a kőr színű nagy lapokat hordozhatják (ebben az esetben az ellenálló képességet biztosító allélokat „stabilnak” kellene tekinteni ezekben a vérvonalakban).

De bármennyire „nemes” is a méhanyánk, vagy mesterségesen, esetleg egy elszigetelt párzóhelyen kell megtermékenyülnie, vagy vállaljuk annak a kockázatát, hogy a szabad párzás során legalább egy tucat különböző pakliból származó kártyák fognak a génállományával keveredni.

Gyakorlati alkalmazás: A cél a kőr royal flush allélkombináció rögzítése a *teljes tenyészállományban*. Csak így tudunk valóban „nemesített” méhanyákat tenyészteni, ettől azonban még nagyon messze vagyunk.

A kőr royal flusht alkotó lapok természetesen mind megvannak a tenyészállományban, de még mindig sok más színű nagy lap van a pakliban – és a jelek szerint ezért olyan bizonytalan, hogy az ellenálló méhanyáktól származó méhanyák mennyire fognak tudni megfelelni a követelményeknek (még mindig kell egy jó adag szerencse ahhoz, hogy minden „jó lap” egyetlen kézben gyűljön össze). Folytatnunk kell a nem kőr színű lapok „kigyomlálását”, de szerencsére évről évre javulnak az esélyeink a nyertes kombináció megszerzésére.

KÖTÉLTÁNCOT JÁRUNK

Amikor kijelölünk egy korlátozott számú egyedből álló tenyészpopulációt, fellép az „alapítóhatás” – vagyis a pakliban hagyott kártyák sokfélesége biztosan kevesebb lesz, mint az eredeti populáció paklijáé. A szelektív tenyésztés ezenkívül természeténél fogva preferál bizonyos allélokat másokkal szemben, ezáltal csökkentve a tenyészállomány „genetikai sokféleségét”.

Sok bizonyíték támasztja alá, hogy a genetikailag vegyesebb méhcsaládok jobban funkcionálnak, és ellenállóbbak a betegségekkel szemben, mint a belterjesebb családok, ezért figyelniük kell a genetikai sokféleség megőrzésére.

Ezt a lehetséges problémát hívják „palacknyakhatásnak” vagy „genetikai sodródásnak”. Ez nem feltétlenül rossz



3. kép: A genetikai royal flush, ami meghatározza az atkákkal szembeni ellenálló képességet. Az összes többi, *kevert színű* kártya gondoskodik a megfelelő genetikai sokféleségről minden más tulajdonságot és viselkedést illetően. Ha egy méhanya mindkét kromoszómakészletében „royal flush” lapot hordoz, akkor valószínűleg az utódai is „nemesek” lesznek, mivel a lányainak legalább a fele az ellenálló képességet biztosító tulajdonságokkal fog rendelkezni (az anyával pártzott heréktől függően).

dolog – ha például olyan méheket tenyésztünk, amelyek nem akarják a lelket is kiszurkálni az emberből, az extrém védőösztönért felelős allél elvész, de a genom többi része nem változik.

Ezért figyelniünk kell, hogy ne veszítsünk el kívánatos allélokat, illetve ne őrizzünk meg életképtelen kombinációkat. A kutya- és marhatenyésztők kínosan ügyelnek a palacknyakhatásra, hiszen ez akár halálos ítéletet is jelenthet egy tenyésztőprogram számára. A mézelő méheknél azonban a nemet meghatározó gének miatt nagyon hamar észrevehetővé válna a belterjesség, aminek egyik legárvulkozóbb jele a diploid herék miatt kialakuló sörétes fiasítás. A zárt populációban történő anyatenyésztés kérdéskörét Rob Page már évekkel ezelőtt részletesen elemezte.

Ne feledjük, hogy a legtöbb tenyésztőprogramban szereplő állatfajoktól eltérően itt egy sokféle egyedből álló, csapatmunkát végző méhcsalád kialakítása a cél. Hosszú távon azt szeretnénk elérni, hogy minden méhcsalád hordozza az atkákkal szembeni ellenálló képességet biztosító „royal flush” allélokat, a többi génjünkben azonban megőrződjön a sokféleség.

Gyakorlati alkalmazás:

1. El kell érni az egyensúlyt! A tenyésztőprogramban meg kell teremteni az egyensúlyt a tenyésztőpopuláció korlátozott méretéből következő palacknyakhatás és a teljes tenyésztőpopulációban megőrzendő megfelelő genetikai sokféleség között.

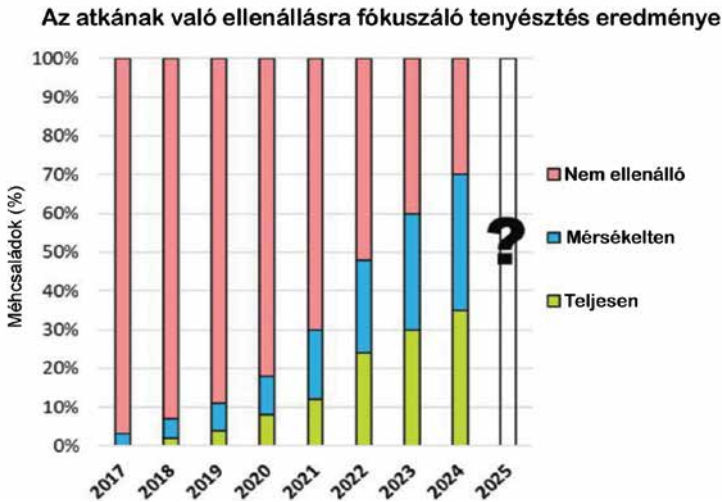
2. Elegendő méhanyából merítsünk! Minél kisebb a tenyésztőpopuláció (és a programba bekerülő méhanyák száma), annál nagyobb eséllyel veszítjük el a kritikus fontosságú genetikai sokféleséget. Ezért minden generációban több anyát kell használni. Nem tudok meghatározni egy ideális számot, de a Rob Page által felállított modell értelmezése alapján azt az alapszabályt állítottuk fel, hogy minden generációban legalább huszonhat (A-tól Z-ig betűjelekkel ellátott) anyát használunk – persze némelyikkel kivételezünk.

3. Győzzön a jobbik! Ha a tenyésztő nem műszeres megtermékenyítést alkalmaz, a méhanyáknak a tenyészállományban lévő herékkel való szabad párzása során a „természetes kereszteződés” hatása érvényesül. Ennek a növény- és egyes állattenyésztők által jól ismert és kihasznált hatásnak a lényege, hogy a legjobban teljesítő egyed a populáció számos más tagjával párosodhat. Az eljárás drasztikusan növeli a kívánatos tulajdonságok előfordulási gyakoriságát az állományban, ugyanakkor a genetikai sokféleség fennmaradásához is hozzájárul.

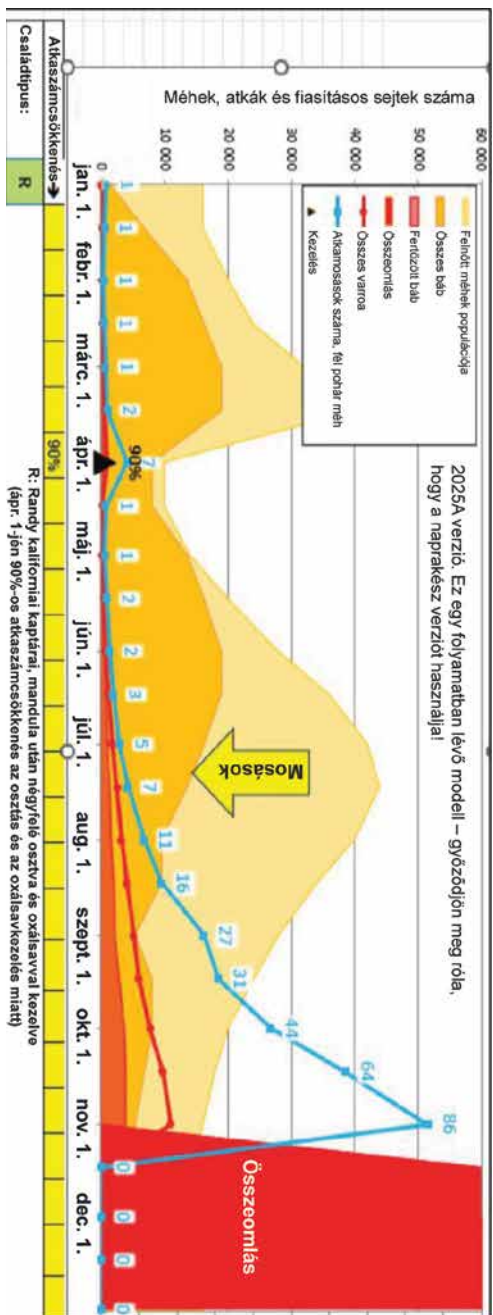
4. Nézzünk szembe a valósággal! Az 1922 előtt behozott méhállományok sokfélesége miatt az amerikai mézelőméh-vonalak genetikai sokfélesége minden más őshonos fajtaét meghaladja. Bár a házasított méhek túlnyomó többsége Közép-Európából származik, és a célzott tenyésztés csökkenti a genetikai sokféleséget, minden házasított állományban megfigyelhető valamilyen mértékű introgresszió külső génállományokból (kivéve az elszigetelten élő zárt populációkat vagy a mesterséges megtermékenyítéssel nevelt méhanyákat). A véletlenszerű mutációk keveredése, megfűszerezve az „idegen” herék által biztosított alkalmankénti introgresszióval, elegendő lehet a megfelelő genetikai sokféleség fenntartására.

A JELENLEGI ÁLLÁS

Figyeljük meg a 1. ábrán, hogy a nem ellenálló méhcsaládokból származó herék aránya évről évre csökken (az átöröklődés kétéves csúszása ellenére). Még nem tudjuk, mi fog történni, ha az ellenálló családból származó herék aránya átlépi az 50%-os küszöböt.

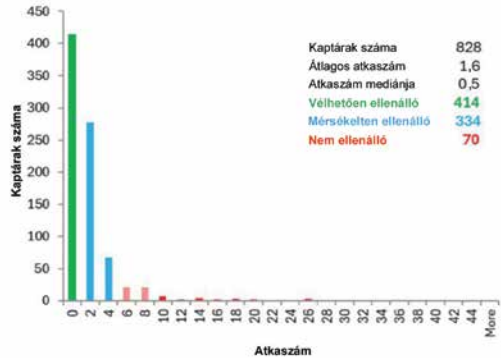


1. ábra: Amikor elkezdtük a szelektív tenyésztést, ezerötszázból összesen egy családnak nem volt szüksége atka elleni kezelésre, kilenc év elteltével azonban ez a szám már az összes család egyharmadát teszi ki (vagyis több mint háromszázszoros növekedés történt). Tehát még nem vagyunk egészen „késznek”, de mivel mostanra a legtöbb családunk rendelkezik valamilyen szintű rezisztenciával, már nem okoz gondot kizárólag természetes atkamentesítési módszerekkel is egészséges állományt fenntartani.



2. ábra: Amikor elkezdjük a tenyésztóprogramunkat, a július eleji várható atkaszám átlagosan hat lett volna félépohányi méhben. De a dolgok másképpen alakultak...

3. ábra: Ez az ábra a július eleji atkamosások eloszlási hisztogramját mutatja a 25 különböző méhesben álló 828 idei méhcsalád adataival (a többi méhesünkben tavalyi családok vannak). Ezeket a családokat március végén és április elején egy ládás kis kaptárakként kezdtük el, ekkor kaptak egy alkalommal oxálsavas, atka elleni kezelést. Figyeljük meg, hogy három hónappal később csak egymaréknyi kaptár atkaszáma mozog a 20–40-es tartományban (lehetővé téve az atkák szaporodását), a kaptárak felében viszont az atkamosás eredménye nulla volt.



FRISSÍTÉS JÚLIUSBAN

A fiúk épp nemrég végeztek el az idei családokban az első atkamosást – jelenleg a tavaly őszi népességsökkenés és az azt követő téli veszteségek, valamint úgy ezer család eladása miatt nagyjából feleannyi családdal működünk, mint általában (2. és 3. ábra).

Minden 1-nél magasabb értéket produkáló családot kezeltünk, és persze nem tudjuk, őszig mennyi fog még kezelésre szorulni (vagy mennyi küzdött meg magától a fenyegetéssel), de mióta elkezdtük a tenyésztési programunkat, az atkák elleni kezelés sokkal egyszerűbbé és olcsóbbá vált! (Sokkal olcsóbb az atkamosásokért fizetett munkadíj, mint azoknak a családoknak a kezelése, amelyekben ez nem is lenne indokolt.)

Gyakorlati alkalmazás: Nincs több panaszkodás a varroára! A kínálat a keresletet követi. Kérdezd meg, mennyivel többet ér egy méhanya, ha megspórolja neked a varroa elleni kezelések költségeit! Semmi nem fog változni, amíg a vevőknek nem lesz igényük (és pénzük) olyan állományra, amely képes magától kezelni a varroafertőzést, és amíg minden kereskedő el nem kezd a fentiekhez hasonló grafikonokat közzétenni a saját állományáról. A következő részben megmutatom, hogyan lehet ezt megcsinálni.

Randy Oliver,
American Bee Journal, 2025(9): 1005–1009;
 fordította: Kernács Rebeka

Atkáknak ellenálló méhanyák tenyésztése – 3. rész

Az Apis mellifera már sokszor bizonyította, hogy képes szert tenni az atkával szembeni ellenálló képességre – ha az atkák kiirtják a nem ellenálló családokat. Egy szelektív tenyésztési programban azonban egy családnak sem kell elpusztulnia, feltéve persze, ha csak azokat engedjük tovább szaporodni, amelyek képesek elbánni az atkákkal. Egy egyszerű módszer segítségével könnyen azonosíthatjuk ezeket a családokat.

BEVEZETÉS – NÉHÁNY CIKK 2017-BŐL

Úgy tűnik, már jó ideje próbálom rávenni a hivatásos méhanyanevelőket, hogy adjanak esélyt ennek a trendnek. 2017-ben és 2018-ban egész sor cikket is megjelentettem erről.

Az „Atkarezisztens méhek – Vágyálom vagy megvalósítható?” című cikkemben ezt írtam: „[2008-ban] az iparunk még nem állt készen [az atkáknak ellenálló állományra] – talán néhány hobbi-méhész igen, de azok a jelentős termelők, akik a legnagyobb hatással vannak a mézelőméh-populációkra, biztosan nem. [...] Ahogy korábban már írtam, az amitráz elkerülhetetlen kudarca talán hoz változást, mivel egy olcsó, könnyen hozzáférhető és hatékony atka-irtó szer nélkül az atkák elleni védekezés igencsak nehézkessé válik.”

Gyakorlati alkalmazás: Nos, tavaly már elég sok méhészetben megmutatkozott az amitráz kudarca ahhoz, hogy azt mondhassuk: ez az idő elérkezett. Azt is írtam még: „Úgy érzem, most nagyon is ideje lenne komolyabban foglalkozni a varroa kérdésével. Harminc éven keresztül légycsapóval és ragtapasszal kezeltük a varroaproblémát. Jócskán megkönnyíthetnénk a dolgunkat, ha iparági szinten együttműködve megváltoztatnánk az észak-amerikai méhpopuláció genetikáját, és olyan állományt hoznánk létre, amely külső beavatkozás nélkül is képes kezelni a varroát.”

Ezután a „Méhtenyésztés kezdőknek” című cikkemben azt is összefoglaltam, hogyan kellene csinálnunk: „Az Egyesült Államok méhanyanevelői évente több millió méhanyát adnak el. De amennyire én tudom, ezek közül nagyon kevés van »atkával szemben ellenállónak« címkézve, hiába a varroa a méhészek első számú ellensége. Egy nemrégiben megjelent tanulmányban dr. John Kefuss és a munkatársai két nagyon erős mondatot is leírtak, amelyek mellett teljes mellszélességgel kiállok: »Hiszünk benne, hogy minden méhtenyésztőnek felelőssége, hogy az atkával szembeni ellenállásra szelektáljon, ezzel is csökkentve a kaptárba kerülő vegyi anyagok mennyiségét. Tartozunk ennyivel a fogyasztóknak és a jövő méhészeinek.«”

Ezután a „Lépünk a tettek mezejére!” című cikkemben a következőket fogalmaztam meg: „Nekünk, méhészeknek túl kell lépünk a varroán, és az atkák elleni védekezés

gondját át kell adnunk végre a méheinknek. A varroaproblémára kétségbevonhatatlanul az ellenálló állomány kitenyésztése az egyetlen valódi, hosszú távú megoldás. Az eddigi, félvállról vett próbálkozásaim hoztak ugyan eredményeket, de még mindig nem annyit, hogy kiiktathassam az atka elleni kezeléseket. Komolyabban kell vennem a feladatot. Vannak, akik atka elleni kezelések nélkül is sikeresen méhészkednek, és én is szeretnék idáig eljutni (a Bond-módszerrel járó fájdalom és költségek nélkül, persze). **Talán ha megosztom a tenyésztési kísérleteim során szerzett tapasztalataimat, azzal a közös cél eléréséhez is hozzájárulhatok.**”

2018-ban aztán részletesen is bemutattam az eljárás alacsony költségvetését az „Atkának ellenálló méhek tenyésztése: 1000 kaptár, 100 óra” című cikkemben: „Most arra van szükségünk, hogy az összes anyanevelő is csatlakozzon. Ehhez kidolgoztam egy egyszerű és használható programot, amit lehetne követni.”

Az ajánlatom a méhanyanevelők számára a következő: hagyjuk abba a varroa miatti panaszkodást! Nem olyan nehéz (és nem is drága) változtatni a gyakorlatunkon, és létrehozni egy működő és *realisztikus* tenyészprogramot, ami hosszú távon az atkának ellenálló populáció fenntartható tenyésztéséhez vezet.

A CÉLOM

Ha a méhészek anyanevelőktől szerzik be a méhanyákat, egészen addig velünk marad a varroaprobléma, amíg ezek a termelők egytől egyig el nem kezdenek az atkának ellenálló vérvonalakat kínálni. A fiaimmal évente több ezer méhanyát nevelünk, de ebben a szezonban már elkéstünk az áprilisi piacra szánt anyák felnevelésével. Tavaly az Olivarez méhészzel együttműködve megpróbáltuk piacra dobni a méhanyáinkat, idén pedig már az egekbe szöktek a visszatérő vásárlók által leadott megrendelések.

Gyakorlati alkalmazás: 2017-ben túlságosan korán írtam le, hogy „nyomatékosan felhívom a figyelmet, hogy változóban van az atkának ellenálló méhanyák iránti piaci igény”. De most, 2025-ben már érzem a változás szelét, lehet, hogy a méhészek végre elkezdik keresni a rezisztens állományt. Ez új üzleti lehetőségeket nyit meg az innovatív anyanevelő vállalkozók számára.

Az a célom, hogy megmutassam más anyanevelőknek, hogyan vehetik le a vállunkról az atka elleni védekezés terhet. Az anyanevelők egytől egyig tapasztalt és sikeres méhészek, és sokuk teljes joggal büszke a kínálatában szereplő kiváló vonalakra. Azt próbálom megmutatni nekik, hogyan érdemes nekifogni egy *fenntartható* atkarezisztens méhállomány kitenyésztésének.

Gyakorlati alkalmazás: Mindent leírtam – csak el kell olvasni. Egyvalamit szeretnék tisztázni: ezeknek a cikkeknek nem az a céljuk, hogy a saját méhanyáimat reklámozzam. Minden méhanyanevelőnek szeretném megmutatni, hogyan lehet

kitenyészteni és fenntartani egy atkáknak ellenálló méhállományt. Az a legjobb az egészben, hogy ehhez nem kell tudósnak lenni, egyetlen méhcsaládnak sem kell elpusztulnia, és (amennyiben regisztrált atkairtó szereket használunk) a folyamat idővel visszahozza az árát!

SZABADULJUNK MEG EGY GYAKORI TÉVHITTŐL!

Gyakran hallom a méhészekről, hogy az atkáknak ellenálló méhek biztosan vadak lesznek, vagy nem adnak annyi mézet. Ez nem igaz – illetve teljes mértékben attól függ, hogy a tenyésztő hogyan rangsorolja a tulajdonságokat. Több nagyüzemben méhészkedő méhészt és anyanevelőt is meghívtam már, hogy nézzék meg az atkarezisztens állományunkat. Mindannyiuknak leesett az álluk, és belátták, hogy tévedtek!

Példaképpen álljon itt egy visszajelzés, amit egy kansasi méhésztől, Gary LaGrange-tól kaptam e-mailben. LaGrange az alapítója annak a csodálatos programnak, ami veteránokat vezet be a méhészkedés rejtelmeibe, ezzel segítve őket a traumafeldolgozásban: *„Már több száz családunk származik az Ön Golden West állományából. Ők a legszelídebb méhek, amelyekkel valaha dolgoztam, és hihetetlenül szorgalmasak, minden más családon túltesznek. Folyamatosan ellenőrizzük az atkafertőzöttséget, de az eddigi alkoholos mosásaink nagyjából feleakkora fertőzöttségről árulkodnak, mint a többi családéi.”*

Gyakorlati alkalmazás: Az atkáknak való ellenálló képesség lehet az elsődleges tenyésztési cél, azonban teljesen fölösleges ezzel bajlódni, ha a létrejövő állomány vad lesz, vagy kevés mézet ad. Állítsunk fel egy fontossági sorrendet a kívánatos tulajdonságok között. A miénk így néz ki:

1. „Szelídség” – békés méhek, amelyekkel öröm dolgozni (egyáltalán nem toleráljuk a „harapós” családokat).
2. Produktivitás – jelentős tavaszi népségnövekedés és átlag feletti méztermelés (valamiből élnünk is kell...).
3. A maguk módján megküzdene a varroával, nem igényelnek külső beavatkozást ezen a téren.

AZ ATKAMOSÁS KIFEJLESZTÉSE

A megvilágosodás pillanata akkor jött el, amikor elkezdtünk **tömeges atkaszám-ellenőrzést végezni**. Kisüzemi, teljesen átlagos állománnyal dolgozó kaliforniai anyatenyésztő voltam, amikor az első átfogó atkaszám-ellenőrzés során rátaláltam a „nulladik anyára” – ebből tudtam meg, hogy **az ellenálló képesség összes genetikai feltétele jelen van az állományomban**. És valószínű, hogy a többi anyanevelőnél is rejtőzik néhány ellenálló méhcsalád.

A gyakorlati alkalmazás tehát: hogyan lehet a legkönnyebben azonosítani az ellenálló képességet biztosító géneket hordozó állományt anélkül, hogy akár egyetlen családnak is el kellene pusztulnia?

Nagyjából ezer kaptárban kellett megállapítanom az atkafertőzöttség mértékét. Ehhez először is elmerültem az atkaszám-ellenőrzés kérdéskörében.

A kutatás befejezése után arra a következtetésre jutottam, hogy a legjobb módszer a keveréssel végzett atkamosás 90%-os alkohollal vagy Dawn *(fő összetevője a nátrium-lauril-szulfát – A lektor)* mosogatószerrel (az éterben mosás vagy a porcukrozás nem adott elég pontos eredményt, a ragadós fenéklemezre hullott atkák számolgatása pedig túlságosan munkaigényes).

De nem gondolhattuk, hogy kézi erővel fel tudunk rázni több ezer mintát, ezért szükségünk volt valamiféle forgatógépre, amit ki lehet vinni terepre a helyszíni vizsgálatok elvégzéséhez (hogy azonnal közbe tudjunk avatkozni, ha a kapott eredmények alapján erre van szükség).



1. kép: Az első atkamosásokhoz használt keverőgépem, ami a körkörös oszcilláció (egy középpont körüli, időben ismétlődő mozgás – A lektor) elvén alapult (kísérleti úton meghatározott forgásteneggellyel és állítható frekvenciával). Ebbe a rázógépbe 120 voltos motort szereltünk, átalakítóval, hogy a furgonom akkumulátoráról tölthessük, de nem volt egyszerű követni, hogy melyik mintákat dolgoztuk fel egységes oszcillációval.

AZ EZER ATKAMOSÁS ELVÉGZÉSÉRE ALKALMAS ESZKÖZ KIFEJLESZTÉSE

A kísérleteim során kiderült, hogy a rázás vagy a rezgetés nem megfelelő. Kalifornia, az arany országának lakosaként pontosan ismertem azt a kevergető kézmozdulatot, amivel az aranymosó tálakban forgatja az iszapot az ember, hogy az aranyszemcsék a felszínre kerüljenek. Kiderült, hogy ugyanez a mozdulat a méheket és az atkákat is ugyanígy képes elválasztani egymástól. Így átalakítottam egy régi motort, ami egyszerre tizenkét atkamosó üvegben tudta ugyanazt a ritmikus mozgást előidézni (1. kép).

A FÉLREÉRTÉSEK ELKERÜLÉSE VÉGETT...

A mosáshoz használt üvegeket valamilyen módon össze kell kapcsolni a kaptárral, aminek a mintáját éppen tartalmazzák. Mivel mindig többen, esetenként akár hatan dolgoztunk egyszerre a terepen (számozatlan kaptárral, olyan felosztásban, hogy míg valaki a mintavétellel volt elfoglalva, addig valaki más a keverőgépet üzemeltette), kifejlesztettünk (rengeteg kudarc eredményeként) egy „hülyebiztos” módszert a kaptárak és a belőlük vett minták megkülönböztetésére. Kiderült, hogy színek (nem pedig számok vagy betűk) használatával lehet a leghatékonyabban összekötni a kaptárakat a belőlük vett mintákkal (2–4. kép).

HORDOZHATÓ, TEREPEEN HASZNÁLHATÓ KEVERŐK FEJLESZTÉSE

A több minta keverésére alkalmas keverőgép jól használható a terepről begyűjtött minták feldolgozásához, de nem igazán lehetett vele egységesíteni az egyes minták keverési idejét. Voltaképpen elemmel működő, időzítővel beállítható gépekre volt szükségünk, amiket a terepen, egy darab deszkán vagy egy kaptár tetején is felállíthattunk. A kinyert eredményeket így **azonnal** felírhattuk a megfelelő kaptárra, és **kezelést is alkalmazhattunk, ha szükséges volt.**

Az évek során több tucat keverőgép-prototípust terveztem, építettem és teszteltem (5–10. kép) 12 voltos motorokkal felszerelve, hogy az elemeket közvetlenül a kocsim szivargyűjtőjáról fel lehessen tölteni.

A nagy áttörés akkor következett be, amikor sikerült elérnem, hogy ne tűzőgéppel kelljen rögzíteni a hálót a belső pohár alján. A legutóbbi ABJ-számban bemutattam ezt az olcsó mérőüveget, amelyet jelenleg az egyik segítóm, Jakob (Jake) McBride árusít. (A következő számban pedig azt is bemutatom, hogyan készíthetünk ilyet házilag.)

Ez a terepen használható keverőgép többévnnyi kísérletezés eredménye, ami alatt több tízezer atkamosást végeztünk el. Egy háromfős csapat nemrég százötven perc alatt mérte meg százhetven kaptár atkafertőzöttségét – tehát egy ember mintánként kevesebb mint három percet dolgozott.



P	Piros
Z	Zöld
K	Kék
S	Sárga
F	Fehér (vagy fekete)
L	Lila
E	Ezüst
N	Narancs

Bee wash counts					Fare
Date:	6/18	6/18			2020
Hive #	Count	Count	Count	Notes	
1	2	6	2		
2	5	1	0	Orange?	
3	3	5	3		
4	1	2	13	Green	
5	2	4	5		
6	5	2	15	Orange super	
7	1	3	7		
8	6	2	4		

2. kép: A poharakat színekódoljuk olcsó szigetelőszalaggal! A mintakiértékelő táblázatba írjuk fel a szín kezdőbetűjét a megfelelő érték mellé! Ezzel könnyen visszakövethetőkké válnak az eredmények. Ha a kaptárak számozva vannak, csak írjuk fel a számok mellé a megfelelő színt!



3. kép: Színekkel megjelölt poharakkal és megfelelő kaptárjelölőkkel jelezzük, hogy melyik minta melyik kaptárból származik. A szigetelőszalaggal egyúttal az optimális folyadékmennyiség szintjét is megjelöljük (kb. 7 cm – A lektor). Összesen ennyi eszköz szükséges a mintavételhez – egy nagy flakon mosogatószer, egy mérőpohár, szögletes mosogatótál, mosópoharak és jelölőnek használható fadarabok.



4. kép: Tara és Rachel 2017-ben a furgon platóján kialakított mérőállásnál, amint éppen előkészítik a poharakat és a kaptárjelölőket a minta feldolgozásához, míg a többiek mintát vesznek a kaptárakból.



5. kép: Az első verzióknál egy oszcilláló gyűrű tartotta a poharakat. Jól működtek, de nem volt egyszerű megépíteni és kezelni őket, és folyamatos nedvesítést igényeltek.



7. kép: Szerettem volna, hogy a technikusok (itt éppen Sandy) az árnyékban, a méhektől valamivel távolabb tudjanak dolgozni, ezért a Hondám csomagterében alakítottam ki egy kihúzható asztalt a vizsgálatok céljára.



9. kép: A képen látható újgenerációs keverőgépet Jake-vel közösen fejlesztettük ki. Ehhez már tartozik egy beépített nagyítóval ellátott üvegtartó és egy állítható időzítő is. Úgy alakítottuk ki, hogy bármelyik méhészt bárhol a világon könnyen összeszerakthassa otthon is a garázsban található alkatrészekből. Tervezem közzétenni a leírását, de jelenleg Jake értékesíti anyanevelőknek világszerte.



6. kép: Jobban beváltak az egyszerű rázóeszközök, mint azok, amelyek több poharat is képesek rázni egyszerre – így akkor sem akad meg a munka, ha az egyik géppel valami gond van. Brooke így is több mintán tudott dolgozni egyszerre. (Kipróbáltam a kétpoharas keverőgépeket is, de nem tetszettek.)



8. kép: A későbbi prototípusokban többféle poharat és tartót, illetve motort is kipróbáltam, és beépítettem egy nagyító tükröt, hogy könnyebb legyen számolni az atkákat.



10. kép: Van beépített sebességszabályozó is, amellyel a folyadék és a pohárban lévő méhek mennyiségéhez igazítható a forgás sebessége – hatalmas fejlődés!

Azok a méhészek, akik először végeztek atkamosást az összes méhcsaládjukon, egyöntetűen úgy írják le az élményt, mintha végre visszanyerték volna a látásukat. Az atkaszámok még azonos tartási körülmények és megegyező kezelések mellett is hatalmas eltéréseket tudnak mutatni a méhesek között, vagy akár egy méhesen belül is. A megfelelő felszereléssel sokkal egyszerűbb minden kaptárból atkamintát venni, és rengeteget spórolhatunk a szükségtelen kezelések elhagyásával, illetve megmenthetjük azokat a méhcsaládokat, amelyeknek egy kicsit több segítségre van szükségük.

Gyakorlati alkalmazás: Ha a munkadíjat óránként 20 dollárral számítjuk, akkor egy atkamosás munkadíja 1 dollár körül lesz. A mandulára 200 dollár körül szokás szerződéseket kötni, tehát egyáltalán nincs logikus indoka annak, hogy bármelyik nagy termelő miért hagyja veszni a családjai felét a varroa elleni nem megfelelő kezelések következtében. Egy anyanevelő nagyjából 1000 dolláros munkaköltséggel képes megállapítani ezer kaptár atkafertőzöttségét, ami valószínűleg megtérül az egyébként feleslegesen alkalmazott, tehát elhagyható kezeléseken és a varroafertőzés következtében elhulló családok megmentésén.

Randy Oliver,
American Bee Journal, 2025(10): 1139–1143;
 fordította: Kernács Rebeka

Atkáknak ellenálló méhanyák tenyésztése – 4. rész

*Nelson Mandela szavaival élve: „Nem tudtam, hogy lehetetlen, ezért megcsináltam.”
Most megmutatom, hogyan is csináljuk.*

MEGJEGYZÉS AZ ORSZÁGUNK MÉHANYANEVELŐINEK

Ez a sorozatot elsősorban a *méhanyanevelőknek* szánom (hiszen ők azok, akik a legtöbbet tudnak tenni a teljes mézelőméh-állomány genetikájának a megváltoztatásáért az egész világon), de mindenki profitálhat belőle, aki az atkáknak ellenálló méhek tenyésztésén töri a fejét.

Sok anyanevelő más anyanevelőktől szerzi be a szaporítani kívánt méhanyákat, amiket aztán a saját heréivel pároztat, ezért nem számítanak a szó szoros értelmében „tenyésztőknek”. Ha ellenálló vonalakból származó anyát vesznek is, azok csak akkor lesznek képesek a leszármazottaikra is átörökíteni a jó tulajdonságokat, ha a herék is ellenálló vonalakból származnak. Ezen bukott el a USDA által 2000-ben bevezetett orosz és a 2002-ben bevezetett SMR-méhállomány. A méhészek azzal szembesültek, hogy a nem ellenőrzött herékkel való párzást követően a tulajdonságok a következő generációban nagyrészt elvesztek (és különösen az orosz méhek utódai még vadabbak is lettek).

Gyakorlati alkalmazás: A kívánt tulajdonságokat csak úgy lehet megtartani, ha a herék ugyanazokat a géneket hordozzák, mint a tenyésztésre kijelölt méhanyák.

EZ NEM EGYSZERI BERUHÁZÁS

Nemcsak azt szeretném bemutatni, hogyan neveltünk az atkáknak ellenálló méhanyákat, hanem elsősorban azt, hogy mit tehet egy nagyüzemi *anyanevelő* az ellenálláshoz szükséges géneket nemcsak hordozó, de **továbbörökítő** méhanyák tenyésztése érdekében, akár saját nevelésű, akár máshonnan vásárolt méhanyákkal dolgozik.

A MI MÓDSZERÜNK

A működő tenyésztőprogram kulcselemeit PowerPoint-dián is össze tudom foglalni (1. ábra).

A méhtenyésztés egyszerűen:

- könnyű,
- nincsenek elpusztult családok,
- nincsenek idegen vérvonalak,
- nem kell mindent jegyzetelni,
- nincsenek pedigrék,
- nem kell szétszedni a fiasítást,
- nincs műszeres megtermékenyítés,
- megmarad a genetikai sokféleség,
- alacsony munkaköltséggel jár.

1. ábra: A méhészek (és a kutatók) hajlamosak a szükségesnél bonyolultabban, drágábban és munkaigényesebben intézni dolgokat. A magam részéről az egyszerű és olcsó dolgokat preferálom.

A TENYÉSZTÉSRE SZÁNT MÉHANYA KIVÁLASZTÁSA

Kezdjük a tenyésztésre kijelölt méhanyák kiválasztásával! Nincs értelme olyan ellenálló méheket tenyészteni, amelyek egyúttal a gondozásnak is ellenállnak! Az elsődleges kritérium ezért a szelídség, ezt követi a produktivitás. Minden tenyésztőprogramnak azt javaslom, hogy **tartózkodjon a túl sok kritérium kijelölésétől**. Háromnál több célkitűzés esetén már drasztikusan csökken azoknak az anyáknak a száma, amelyek képesek „megugrani a lécezt”. A mi programunkban a kritériumok – fontossági sorrendben – a következők:

1. **Szelíd állomány** – nem szeretünk védőruhát és bőrcesztyűt viselni, és az sem szerencsés, ha a méhek megnehezítik a dolgunkat.
2. **Termelékenység** – olyan méhcsaládokból tenyészünk, amelyek *átlag felett* termelnek, túlélnek a telet, és *könnyen megerősödnek a mandulabeporzásra*, emellett nem jelentkezik náluk fiasításbetegségek.
3. (Miután az előző két kritérium teljesült): **minimális atkamosási értékek** (általában minden 1 fölötti érték kizárást von maga után). **Megjegyzés:** Ha egyéb, ellenállásra utaló tulajdonságokra tenyészünk (pl. VSH, SMR vagy genetikai markerek), az olyan, mintha megpróbálnánk megszabni a méheinknek, hogyan védekezzenek az atka ellen, ezzel **önkéntelenül is kizárva az eltérő, de éppoly sikeres módszerekkel védekező családokat**.

Gyakorlati alkalmazás: Csak határozzuk meg a feladatot (ne legyen atka a családban), és az alapján szelektáljunk, hogy hol teljesül leginkább a kitűzött cél!

Tipp: Szándékosan nem szelektálunk színre, ehelyett a sokféle színt és mintázatot a genetikai sokféleség mércéjének tekintjük (az állományunkban minden van az arany-színűtől a feketéig, számtalan potrohmintázattal, amely generációról generációra változik). *(A magyar tenyészprogramban ez ki van zárva. – A lektor.)*

A NEMKÍVÁNATOS ALLÉLOK KIZÁRÁSA A GENETIKAI SOKFÉLESÉG FENNTARTÁSÁVAL

Egyetlen tenyészprogramban *sem keletkeznek új allélok*, ehelyett inkább az atkák elleni védekezésben szerepet játszó *néhány kiválasztott gén* nemkívánatos alléljait igyekszünk kiszorítani (palacknyakhatás), *miközben a génkészlet egészében törekszünk megőrizni a sokféleséget* (a több apa által biztosított genetikai sokféleség jobb „csapatmunkát” tesz lehetővé a méhcsaládban, amely így egészségesebb és termelékenyebb lesz).

Tehát a kezdéshez nem elég egyetlen méhanya – igaz, hogy ez a méhanya számos herével pározott, a valódi sokféleség fenntartásához azonban egy teljes „**tenyészpopulációra**” van szükség.

Gyakorlati alkalmazás: A genetikai sokféleség fenntartása érdekében körülbelül harminc gondosan kiválasztott (A-tól Z-ig betűjelekkel ellátott) méhanyától válogatunk. Ez a nagyjából kétezer méhcsaládot számláló állományunknak csak mintegy 2%-a, ennyi azonban elégnek látszik a genetikai sokféleség fenntartásához. Ne feledjük, hogy mindig számolni kell kis mennyiségű (és valószínűleg hasznos) külső behatással elkóborolt rajokkal vagy elvadult méhcsaládokkal (szerencsére varroa barátunk gondoskodik róla, hogy a kevésbé ellenálló családok ne éljék túl a telet, így a túlélőktől származó herék valószínűleg nem veszélyeztetik a tenyésztestét).

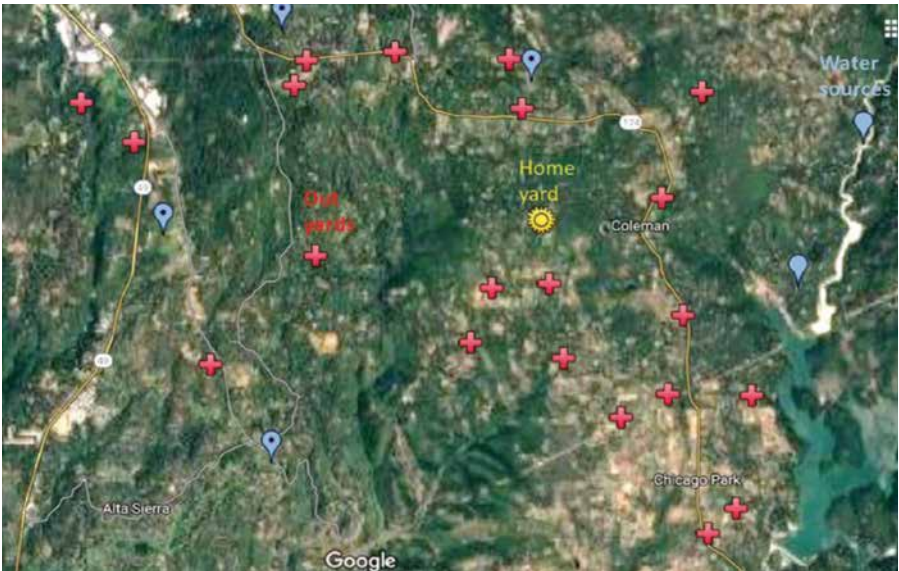
A TENYÉSZANYÁK SZAPORÍTÁSA

Mindegyik méhanyánktól felnevelünk néhány új anyát (1. kép).

Ezután anyátlan családokat hozunk létre, és elhelyezzük bennük ezeket az anyabölcsőket. A fiasítással indított családokat az elindítás utáni tizennyolcadik napon oxálsavval kezeljük (2. kép). A lerázott méhekkal indított családokat egy héten belül kezelni kell.



1. kép (balra): Egy jó méhanyának genetikától függetlenül jó táplálkozásra van szüksége álca korában, ahogy ezeken a kifejlett anyabölcsőkön is látszik (amelyek csak az elhelyezés miatt tűnnek kisebbeknek). 2. kép (jobbra): Csupán néhány másodperce és pár pennybe kerül az atkák elleni védekezés egy fiasítás nélküli családban, ha a tizennyolcadik napon adunk nekik egy oxálsavas csurgatást (addig várunk, hogy van-e párzás).



3. kép: A manduláról visszatérve elárasztjuk a környéket a heréinkkel, és minden szomszédunknak adunk ingyen anyabölcsőket. Egy külön párzóméhes is felállítunk a herenevelő anyákkal.

A HEREÁLLOMÁNY KEZELÉSE

A hereállomány genetikájára is viszonylag nagy a ráhatásunk, mivel a méhcsaládja-inknak (amelyek utána „heretermelőkként” működnek) kizárólag a kiválasztott tenyészanyák leszármazottai közül adunk új anyát. Az elvadult családok és esetleg a máshonnan származó állománnyal gazdálkodó szomszéd méhészek folyamatosan biztosítanak némi vérfriessítést.

Az anyákat nevelő családokat a párzás idejére olyan méhesekbe visszük át, ahol elsősorban a saját állományunkból származó herékkel tudnak párzani (3. kép).

A párzás után a családok nagyobb kaptárt kapnak, és hagyjuk, hogy rendszeren meg-erősödjenek (4. kép).

A VARROA VERSENY KEZDETE

Ezután megkezdődik a „varroaverseny” (5. kép), amikor a családoknak bizonyítaniuk kell a varroával szembeni ellenálló képességüket.

AZ ELLENÁLLÓ KÉPESSÉG MÉRÉSE

A szelekció feltételezi változatok meglétét – nem lehet szelektív tenyésztést folytatni, ha a tenyészállomány tagjai nem különböznek abban a tulajdonságban, amire szelektálni szeretnénk (például sárgák vagy barnák legyenek, 10 vagy 100 kilogramm mézet adjanak). A varroával szembeni ellenálló képesség tekintetében Harbo és Harris már 1999-ben feketén-fehéren leírták: *„az atkapopulációk növekedésének az összehasonlításával az egyes családokban megállapítható az atkával szembeni ellenálló képesség mértéke”*. **Ezért minden évben összehasonlítjuk az atkapopuláció növekedését, ehhez viszont hagyunk kell szaporodni őket, amíg az átlagos atkaszám el nem éri az ötöt.**

Június elejére a méhcsaládok már akkorára nőnek, hogy kétfiókos kaptár kell nekik. Ekkor végezzük el az első mosásos atkaszám-ellenőrzést (6. kép). Ilyenkorra az atkák legalább öt szaporodási cikluson túl vannak, és amikor először elkezdtük a programunkat, az átlagos atkaszám öt körül volt, de egy-egy család akár húsz-harminc közötti értékeket is produkálhatott.

Miután megjelöltük a lehetséges új tenyészállományt az atkamosás időpontjával és eredményével, nagyjából havonta újra megmérjük a fertőzöttség mértékét (7. kép).

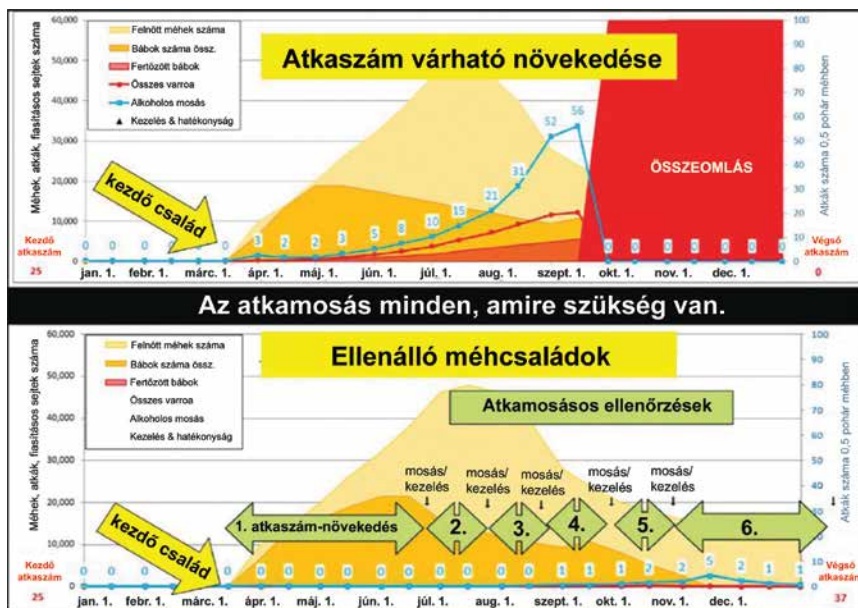
Gyakorlati alkalmazás: Egy átlagos méhésznek a szűrőpróba jellegű ellenőrzések nem fognak pontos képet adni az általános atkahelyzetről, és fennáll a lehetőség, hogy elkerüljük a figyelmét a rendkívül fertőzött, a többi kaptárt is veszélyeztető családok. Nekünk megéri nyáron legalább egyszer az összes kaptárban ellenőrizni az atkaszámot, így kiszűrjük az „atkagyarakat”. Külön haszon, hogy a lépek mozgatásával ellenőrizni tudjuk a méhcsaládok általános egészségi állapotát, és beavatkozhatunk ott, ahol szükséges.



4. kép (balra): Három héttel a petezés megkezdése után az új anya fiasítása elkezd kikelni, és a család lassan megtelik az új anyától származó dolgozókkal. Ekkor minden kaptáron feltüntetjük, hogy a méhanya melyik tenyészanyától származik, így könnyen nyomon követhetjük a lezármazottak teljesítményét (ez a tenyésztés valódi próbája). 5. kép (jobbra): Az első oxálsavas csurgatás után a méhcsaládok már nem kapnak további kezeléseket, amíg meg nem töltenek két fiókot. Ekkor a felső fiasításfészekből vett, félpohárnyi méhet tartalmazó mintán megállapítjuk, hogy milyen mértékben sikerült meggátolniuk az atkák szaporodását. (Minden tavasszal elkezdődik a „varroaverseny”).



6. kép: A háttérben a szeder virágzik. Egy négyfős csapattal percenként egy mosás sebességgel tudjuk ellenőrizni az atkaszámokat. A 0-s értéket produkáló családokat kijelöljük potenciális tenyészállománynak. A mintavétel során a lépek bolygatása jó képet ad a család szelídségéről (egyáltalán nem toleráljuk az agresszív méheket, mivel egyikünk sem szeret a nagy melegben védőruhában izzadni) és termelékenységéről is.



7. kép: Ez a két szimuláció a tipikus nem ellenálló és ellenálló család közötti különbségeket mutatja. Az első atkamosással legalább száz napot várunk, ezalatt a nem ellenálló családokban az atkaszám akár tízszeresére is nőhet.

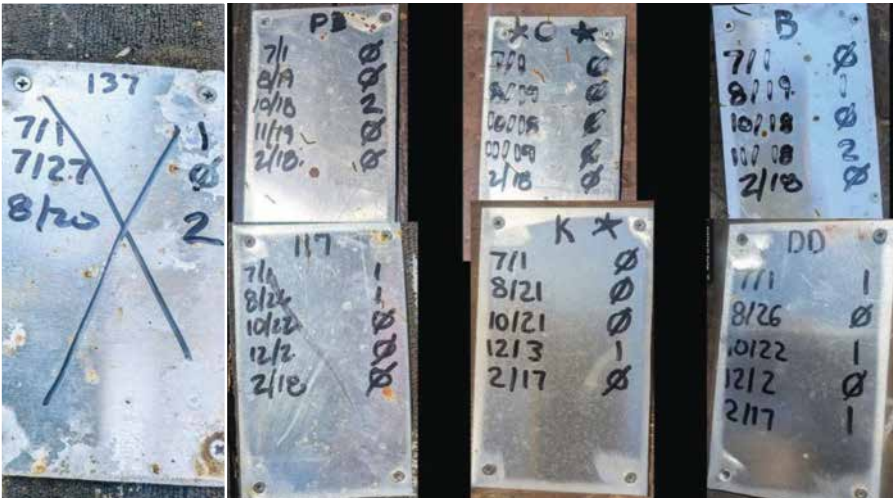


8. kép (balra): A „módosított Bond-módszert” használjuk, ami azt jelenti, hogy nem hagyjuk szenvedni a családjainkat. Ha 1 fölötti atkaszámot produkálnak, kezeljük őket (oxálsavval, hangyasavval vagy timollal, amelyik a legjobban megfelel az atkaszámnak és a környezeti tényezőknek). 9. kép (jobbra): Az utóbbi években néhány helyszínen augusztusig vagy még tovább kellett várni az első mintavétellel, hogy elég család produkáljon 0 feletti értékeket, és legyen mi alapján válogatni. Ezekon a helyszíneken egyszerűen a tíz legjobban teljesítő 0-s családot címkéztük fel, a többit kezeltük.

A 0-s értéket produkáló családokat besoroljuk a *lehetséges tenyészállományba*, és rögzítjük a mérés időpontját és eredményét (**pozitív szelekció**). Az ennél magasabb értéket produkáló családok kiesnek (néha kivételt teszünk egy-egy különösen produktív családdal, ha az értéke nem haladja meg az 1-et), és kezelést kapnak (8. kép). A különösen harapós, kevésbé termelékeny vagy magas atkaszámot adó családokat újraanyasításra jelöljük ki (**negatív szelekció**).

A program során az volt a legfeltűnőbb, hogy eleinte június elején ellenőriztük először az atkaszámot, utóbb azonban a néhány tucat család ebben az időpontban még 0-s értéket produkált – ezért most már legalább egy-két hónapot várunk kell a méréssel, hogy megtaláljuk a lehetséges tenyészcsaládokat (9. kép).

Gyakorlati alkalmazás: Kifejlesztettünk egy hatékony és gyors atkaellenőrzési módot, ennek ellenére ez mindig extra felkészülést igényel, és egyébként sem tartozik a kedvenc elfoglaltságaink közé (bár olcsóbb elvégezni a mosást, mint kezelést alkalmazni). Ezért ha találunk tíz potenciális tenyészcsaládot egy helyszínen, a többit egyöntetűen kezeljük, és megyünk tovább a következő helyszínre.



10. kép (balra): Nem minden lehetséges tenyészcsalád képes megtartani ezt a státuszt, van, amit kihúznak, és kezelünk. Arra jöttünk rá azonban (abból a feltételezésemből kiindulva, hogy ezekben a kiesett kaptárakban emelkedni fog az atkaszám), hogy kezelés nélkül valószínűleg sok méhcsalád magához ragadná az irányítást, és egyedül is visszaszorítaná az atkákat. 11. kép (jobbra): A tenyésztésre alkalmas családokat az atkaszámaik alapján választjuk ki, csillagot pedig a kivételesen erős, jól termelő családok kapnak. Persze olyan szelődnek is kell lenniük, mint a kiscicáknak.

ELLENŐRZŐ MOSÁSOK

Mivel több mint ötven helyszínen méhészkedünk, az atkaellenőrzés után legalább ötszáz tenyésztésre kijelölt családunk lesz, ami azt jelenti, hogy legalább ötszáz ellenőrző atkamosást kell elvégeznünk. De ez a szám még csökken, ha a családok egy része időközben elveszíti ezt a státuszt (akár az atkák szaporodása, akár az alacsony mézhozam miatt).

A másodiktól az ötödik ellenőrző mosásig tehát fokozatosan szűkül a lehetséges tenyészcsoportok köre (10. kép).

A VÉGSŐ ELLENŐRZÉS ÉS A KIVÁLASZTÁS

Novemberben elvégezzük a negyedik atkaszám-ellenőrzést azoknál a családoknál, amelyek még mindig tenyésztésre vannak kijelölve. Ekkorra a legtöbb család már nem nevel fiasítást, és a legtöbb atka a kifejlett méheken van, ezért a mosás során mért számok megugranak. A programunk elején még minden családot kihúztam a tenyésztésre valók közül, ahol ez megtörtént, de aztán (John Kefuss tanácsát követve) adtam nekik egy esélyt az atkaszám csökkentésére. Januárban, amikor elkezdjük felkészíteni a családjainkat a mandulára (*a lehetséges tenyészállománnyal együtt*), az atkák többsége visszamászik az új fiasításba, és a tenyésztésre kijelölt családok értéke újra 0 lesz. Az utolsó atkamosást a mandulavirágzás végén végezzük el, amíg a méhek még a gyümölcsösökben vannak. Ekkorra már csak körülbelül száz lehetséges tenyészcsoport marad; ebből nagyjából negyven fog ténylegesen bekerülni a programba.

A végső kiválasztáskor ezekre a szempontokra figyelünk:

- Szelíd-e a család a mandulanektár által kiváltott agresszió ellenére is?
- Erősnek bizonyult-e (és sok pénzt keresett-e nekünk a beporzással)?
- Az egy helyszínen dolgozó családok átlagánál több mézet termelt-e a mandulán?
- Visszacsként-e nullára az atkaszám?

Gyakorlati alkalmazás: A „haladó” állattenyésztési programok „becsült tenyészértéket” (*estimated breeding value*, EBV) állapítanak meg minden egyednél. Mi helyett egyszerűen teszünk egy csillagot azok mellé a családok mellé, amelyek az alacsony atkaszám mellett a legjobban is teljesítenek, kivételesen szelídek, vagy más, általunk értékesnek ítélt tulajdonságokkal rendelkeznek.

Gyakorlati alkalmazás: Figyeljük meg, hogy a C jelű tenyészcsoport nem csupán 0-s értéket produkált mind az öt mérésen, hanem két csillagot is begyűjtött! Ebből biztosan több új anyát nevelünk majd fel.

A KÖVETKEZŐ RÉSZBEN:

Azt elmondtam, hogy mi hogyan csináljuk, de mi van a többiekkel? A következő részben összefoglalom a sorozat tanulságait.

Randy Oliver,
American Bee Journal, 2025(12): 1363;
fordította: Kernács Rebeka

Atkáknak ellenálló méhanyák tenyésztése – 5. rész

Mi, méhészek több mint negyven éve küzdünk eredménytelenül a varroa ellen. A legnagyobb problémánk, hogy túlságosan is a vegyszeres kezelésekre hagyatkoztunk, amivel csak meghosszabbítottuk a szenvedéseinket. Most eljött az ideje, hogy a méhek végre a „saját kezükbe” vegyék az ügyeiket! Itt a lehetőség, hogy bárki a megoldás részévé válhasson!

Az első rajomat még kamaszkoromban, 1967-ben fogtam be, és egy tapasztalt méhész tanítványaként sajátítottam el a mesterséget. Huszonhat év békés méhészkedésben volt részem, mielőtt megláttam az első varroa atkát, mostanra azonban már harminckét éve küzdök ezzel az átokkal. Elegem van (1. kép), és nagyon vágyom vissza a „régis szép időkbe”!

Kirk Webster már 2007-ben szinte profetikusan fogalmazott a méhek szelektív tenyésztésével kapcsolatban: „A feladat nehéz, de csak azért, mert nem vagyunk hozzászokva. Ha szeretnénk gondoskodni az utánunk jövőkről, [...] nem szabad másoktól elvárni, hogy megoldják a problémáinkat; a többiekettől tanulnunk kell, nem elvennünk, és oroszlánrészt vállalnunk a munkából. Ez a feladat jelentősegteljesebb és kielégítőbb, mint bármi más, amit aktuálisan tenni tudnánk. A régi méhészkedés a múlté, az új pedig csak nehezen tud megszületni. A temetesen veszünk részt, vagy a szülésnél segédkezünk? Mindkettő egy időben zajlik le, ezért választanunk kell.”

Én úgy döntöttem, hogy a méhészkedés újjászületésében veszek részt, ahol a varroa csak egy kisebb elősködő, nem pedig a legfőbb problémánk. Ennek érdekében befogtam egy **demonstratív projektbe**, amelynek lényege, hogy a le-



1. kép: Sziszüphoszt azzal büntették az istenek, hogy az örökkévalóságig egy hatalmas sziklát kellett felfelé görgesztie egy hegyoldalon. A méhészek is a varroa elleni örök küzdelemre vannak kárhoztatva, amit ráadásul minden tavasszal a nulláról kezdenek újra? Vagy végre megszabadulhatnak ettől a teherből, és átadhatjuk a feladatot a méheinknek?

hető legegyszerűbb, „hülyebiztos” módszerekkel tenyészünk ki az atkáknak természetes módon ellenálló méhanyákat. A fiaimmal most már elég régóta futtatjuk ezt a programot, hogy lássuk a fényt az alagút végén – ahogy évről évre egyre nő az atkára simán csak rálegyintő méhcsaládjaink aránya.

A KÍNÁLAT A KERESLETET KÖVETI

Egy nagyüzemi méhészt néhány éve a forgalmazott méhanyák legtöbbször egyszerűen „atkanasinak” nevezte, mivel ezek elsősorban gyors népességnövekedésre és produktívásra voltak tenyésztve, miközben egyik anyanevelő sem foglalkozott *komolyan* az atkáknak való ellenállás szempontjaival. Részben ez az oka, hogy az anyanevelők egészen mostanáig kivétel nélkül minden anyát el tudtak adni, így semmi nem motiválta őket az ellenálló képességnek a szelekció kritériumrendszerébe való bevonására. A legutóbbi szezon óriási családpusztulása azonban elsősorban a rovarirtók hatékonyságcsökkenésének a következménye, a mezőgazdasági minisztérium által üzemeltetett méhészeti laboratórium támogatását pedig jelentősen visszavágták, ami talán megteremtheti a méhészekben az igényt az olyan méhanyák iránt, amelyek nem csupán produktívak, *de maguk is képesek elbánni az atkákkal*. A kínálat a keresletet követi, és a helyzet éppen megérett a változásra a piacon.

Gyakorlati alkalmazás: Ahogy egyre szűkül (és drágul) a varroa ellen eredményesen használható rovarirtó vegyszerek köre, úgy változnak az atka elleni küzdelem módszerei, ami a piacon is változásokat idéz elő. Ez a változás minden méh-anyanevelőnek esélyt jelent a minőségi ugrás felé, hiszen a piac érdeklődése a vegyszerektől való totális függéstől egyre inkább az atkáknak ellenálló méhállomány felé tolódik.

Amikor 2015-ben legnagyobb meglepetésünkre megtudtuk, hogy a méhészetünkben már van egy méhcsalád, amely külső segítség nélkül képes leküzdeni az atkafertőzést (az úgynevezett „nulladik anyánk”), bejelentettem, hogy a többi anyanevelő okulására belekezek egy nagyszabású demonstrációba: megnézem, milyen eredményeket érünk el a világ legegyszerűbb szelektív tenyésztési projektjével, amelynek alapja, hogy nem pusztán a teljesítményt, hanem az atkamosások eredményeit is figyelembe vesszük a tenyészanyag kiválasztásakor. Az előző cikkeimben részletesen elmeséltem, mi mindent tanultunk, miközben lassan beérnek a továbbra is folyó kísérlet gyümölcsei. Most, majdnem tízéves tapasztalattal felvértezve, már megoszthatok néhány tanácsot és javaslatot azokkal, akik szintén csatlakozni szeretnének a megújuláshoz a saját maguk által létrehozott ellenálló méhállománnyal.

Íme, néhány lehetőség:

1. lehetőség (Tenyésszünk a természetből!)

Amíg a méhészek az atkaölő szerek használatával önkéntelenül visszatartották az atkának való ellenállás felé vezető természetes evolúciós folyamatokat, az anyatermészet folyamatosan válogatta az elvadult méhcsaládokat. Az Egyesült Államok és a világ számos részén megfigyelhető már valamilyen szintű ellenálló képesség (vagy legalábbis tűrőképesség) a varroával szemben az elvadultan élő méhcsaládoknál. Kezddhetünk velük, és aztán belőlük válogathatunk tovább kezelhetőségre és produktivitásra, soha nem tévesztve szem elől az ellenálló képességet sem. A legtöbb probléma a vadon élő családokból származó herékkel lenne, de a külső megtermékenyítés legalább kizárólag olyan herék által történik, amelyek családja képes túlélni a varroát.

Gyakorlati alkalmazás: Sok kisüzemi és hobbi méhészt már eleve ezt csinálja. Ha a környéken befogható elvadult raj elég szelíd, a legellenállóbb és legszelídebb családokban kezdjük el méhanyákat nevelni, a többit pedig anyásítsuk újra ezekkel az új anyákkal!



1. ábra: Ezeket a kutyafajtákat számtalan generáció óta bizonyos kívánatos fiziológiai és viselkedésbeli (ösztönös) jellemzőkre tenyésztik, amiket mostanra „egymáshoz alkalmazkodott génkomplexumok” – bizonyos, egymással kölcsönhatásban álló gének meghatározott alléljait tartalmazó géncsoportok – biztosítanak. De nem tudhatjuk, mi lesz az eredmény, ha egymással keresztezzük őket.

2. lehetőség (A kockadobás)

Ha az ember szerencsés kezűnek tartja magát, elkezdhet kísérletezni véletlenszerű génkombinációkkal – két vagy több különböző vérvonal keresztezésével –, hátha egészen véletlenül az atkával szembeni ellenállás lesz az eredmény. Sokan próbálkoztunk már ezzel (és megalkottuk „Frankenstein méheit”!), ezért minden jót kívánok annak, aki megpróbálná (1. ábra)!

Gyakorlati alkalmazás: Megtippelni is nehéz, mi történik, ha kétféle ellenálló vonalat (pl. bármilyen tisztogatót, orosz, VSH-, SMR- vagy vad típusú méheket) keresztezünk. Van esély a sikerre, de valószínűbb, hogy az eredmény nem lesz kedvűnkre való.

3. lehetőség (Amit mi csináltunk)

Nézzük meg, hogy nincsenek-e eleve ellenálló méhcsaládok a méhészetünkben! *Ha válogatás nélkül az összes családot nyakon öntöttük egy csomó vegyszerrel, egyáltalán nem fogjuk tudni ezt megállapítani!* Mi sem tudtuk egészen 2015-ig, amíg egy atkamosás alkalmával meg nem találtuk a nulladik anyát. (Egy nagyobb méhészet szűrőpróbaszerűen választhat az ezer legjobb kaptárja közül.)

Ha kiderül, hogy a méhészetben már eleve együtt vannak az ellenálló képességhez szükséges gének egy családban, már csak hozzá kell adni az „alacsony atkaszám” kritériumot a tenyészállomány kiválasztásához, és attól kezdve minden évben minden méhcsaládnak a leginkább ellenálló család anyjától származó méhanyákat kell adni.

Gyakorlati alkalmazás: Kezdeképpen kiválasztottuk a méhcsaládjaink közül azokat, amik ellenálltak az atkának, és nagyon hosszú utat jártunk be velük. A siker akkor lesz a legteljesebb, ha nem csupán a legjobban teljesítő családokat választjuk ki, hanem különösen azokat, ahol az anya a következő generációra is tovább tudta örökíteni az ellenálló képességet biztosító tulajdonságokat. Ehhez minden méhcsalád leszármazását pontosan kell vezetni, és ha lehet, a harmadik évben is meg kell tartani az eredeti tenyészanyákat. Tipp: Korlátozzuk a petézést, így tovább élnek.

4. lehetőség (A legegyszerűbb!)

Kezdjük egy már kitenyésztett ellenálló vonalakkól álló állománnyal (a hangsúly a „vonalak” többes számán van!).

1. lépés: Vásároljunk jó pár „hereanyát” egy bizonyítottan ellenálló állományból – ezek lesznek a herenevelő családok. Amint elindul bennük a herefiasítás, térjünk át a 2. lépésre!

2. lépés: Vásároljunk **több** tenyészanyát ugyanabból az állományból (a genetikai sokféleség fenntartása érdekében)! Tőlük neveljünk új anyákat, amelyeket az 1. lépésben említett herékkel pároztatunk majd.

3. lépés: A méhészet összes családjában cseréljük ki a méhanyát az első két lépésben nevelt és ellenőrzött herékkel pározott új anyákkal!

4. lépés, a) lehetőség: A következő évben **minden méhcsaládon végezzünk mosásos atkaellenőrzést**, és válasszunk ki legalább huszonötöt a fenti módszerrel létrehozott családok közül. (**Kivételes esetekben** kevesebb anyától is tenyészthetünk, hiszen minden fiatal anya több herével párzik.)

4. lépés, b) lehetőség: Vagy ismét **vásároljunk tiszta vérű anyákat ugyanabból az állományból**, és a legjobb (és legellenállóbb) családjainkból származó herékkel pároztassuk őket!

5. Ismételjük a fentieket a végtelenségig!

Gyakorlati alkalmazás: Mindenki maga döntse el, hogy minden évben a teljes állományban atkamosást végezni gazdaságosabb, vagy inkább évente beszerezni néhány új tenyészanyát az állomány fenntartása érdekében (ami a genetikai sokféleség fennmaradását is elősegítené). A lényeg mindkét esetben a hereállomány tisztaságának a megőrzése.

HÁNY MÉHCSALÁDRA VAN SZÜKSÉG?

Ez attól függ, hogy mennyire erős a kezdő állomány ellenálló képessége az atkákkal szemben. A tenyésztóprogramunk első éveiben csak a családjaink elenyésző része felelt meg a feltételeknek, ezért minden évben több mint ezer kaptárban kellett atkamosásos ellenőrzést végeznünk, hogy elég méhcsaládot bevonhassunk a programba a szükséges genetikai sokféleség fenntartásához. Az első körben a mai napig ellenőrzünk minden családot, nemcsak a potenciális tenyészanyák kijelölése miatt, hanem azért is, hogy újra anyásítsuk azokat a családokat, amelyeknek a heréi a következő tavasszal lerontanák a tenyészet minőségét (mert nem elég ellenállóak, túl vadak vagy kevésbé produktívak).

Emellett elég „hereanyát” kell fenntartani ahhoz, hogy a kellő mennyiségű here termékenyíthesse meg a szűz anyákat. (Kezdetben ehhez négyszázötven „herenevelő” családot kellett átköltöztetnünk Olivarez izolált „párizsméhesébe”, amíg ott is létre nem jött a megfelelő minőségű állomány.)

Gyakorlati alkalmazás: Nézzünk szembe a valósággal! Egy realisztikus tenyésztőprogramhoz rengeteg méhcsaládra van szükség. Már a hereállomány minőségének a megőrzése is csak **több száz kaptárral lehetséges**, a kialakítható szelekciós nyomás mértéke attól függ, hogy **egy évben hány méhanya lecserélését engedhetjük meg magunknak**. Az optimális genetikai sokféleség fenntartásához minden évben legalább huszonöt anyától kell új anyákat nevelni. Néhány tucat kaptárral gyakorlatilag kivitelezhetetlen egy sikeres tenyésztőprogram.

HOGYAN ALAKÍTHATÓ KI A MEGFELELŐ HEREÁLLOMÁNY?

Az anyákat megtermékenyítő herék legalább ugyanolyan fontos szerepet játszanak a programban, mint maguk az anyák. Ezelőtt sok méhanyanevelő műszeresen megtermékenyített ellenálló anyákat dobott piacra, a kíváncsok tulajdonságok azonban csupán egy-két generáció alatt semmivé olvadtak.

Gyakorlati alkalmazás: Úgy tűnik, hogy az ellenálló képességet biztosító gének egy része recesszív, tehát hiába van meg egy anyában minden szükséges allél, nem fognak tudni kifejeződni, ha nincsenek meg ugyanezek az allélok az apagénállományában is. Ezért elengedhetetlen a megfelelő minőségű hereállomány biztosítása a kíváncsok allélok megtartásához az utódgenerációkban.

Gyakran felmerül a kérdés, hogy szükség van-e egy izolált pároztatóméhesre. Abban az esetben nincs, ha az ember nagyüzemi méhészt, és el tudja árasztani a pároztatóméhes környékét a saját heréivel. Ezt már Hellmich megállapította, aki jó stratégiai érzékkel engedte a duplán recesszív cordovan anyáktól származó szűz anyáit szabadon párzani a környező nagyüzemi méhészetekben. A tanulság a következő volt: *„Realisztikusan a párzás 90–95%-ban ellenőrizhető, ez az a szint, amit a legtöbb anyanevelő még tartani tud a jelenlegi gyakorlat nagy arányú megváltoztatása nélkül.”*

Egy 90%-ban ellenőrzött párzás nekem tökéletesen megfelel.

Gyakorlati alkalmazás: Bár az ideális megoldás a teljesen izolált pároztatóméhes vagy egy sziget lenne, erre nincs szükség, ha az ember elárasztja a környékét a saját méhészetéből származó herékkel. Aki azonban komolyan akar foglalkozni a tenyésztéssel, annak mindent meg kell tennie ennek érdekében. Ez azt jelenti, hogy a méhészetben és a pároztatóméhesekben az összes méhanyának ellenálló családból kell származnia.

RENGETEG ATKAMOSÁSRA LESZ SZÜKSÉG!

Kezdetben minden méhcsaládban kell egy atkamosást végezni nyár elején, mert csak így lehet kiválasztani a potenciális tenyészcsaládokat (a mosásban nulla vagy egy atkát produkáló családok). A többi családot kezelni kell. A kiválasztott családokban onnantól körülbelül havonta ellenőrizni kell az atkaszám alakulását – és ki kell iktatni azokat, amikben az atkák szaporodásnak indulnak (ezeket is kezeljük, bár később a herék miatt esetleg bevesszük őket a programba).

Ahogy az évek előrehaladtával nőni kezd a követelményeknek megfelelő családok száma, már a herék családjait is elkezdhetjük szigorúbban válogatni. Fentebb említettem, hogy kezdetben több száz GWB- (Golden West Bee) anyával ellátott családot kellett a saját állományunkból az Olivarez (OHB-) pároztatóméhesekbe szállítani a szűz GWB-anyák megtermékenyítéséhez – ami nem kevés munkát igényelt. Mostanra azonban már az OHB-méhesekben is elegendő tiszta származású GWB-család van, így elég, ha a fiam, Eric ellátogat oda ősszel az atkamosásokat ellenőrizni, és ezek alapján kiválasztja azokat a családokat, amelyekből szeretnénk anyákat nevelni. Idén októberben ezernégyszáz kaptárt ellenőrzött ezzel a módszerrel csak azért, hogy a családok népessége és teljesítménye alapján kiválogathassa a megfelelő here-állományt a következő tavaszi párzáshoz (meg is lepődtünk, milyen sok család bizonyult megfelelőnek).

Megjegyzés: A fenti atkamosások kizárólag a *herés családok* kiválasztására szolgáltak. A *tenyészanyák* kiválasztásához sokkal több atkamosást végzünk a GWB-állományunkban, és egy teljes éven át nyomon követjük a tenyésztésre kijelölt családok teljesítményét. A tenyészprogramunk kezdete óta legalább harmincezer atkamosást végeztünk el. De nagyon úgy néz ki, hogy megérte!

Gyakorlati alkalmazás: A harmincezres szám elsőre rengetegnek tűnik, azonban ne feledjük, hogy *olcsóbb elvégezni egy atkamosást, mint atka elleni kezelést alkalmazni* (és ha a terepen végezzük, azonnal alkalmazhatjuk a kezelést is, nem kell hozzá újra felnyitni a kaptárt). Ezzel a harmincezer atkamosással valójában rengeteget spóroltunk. A sorozat 3. részében részletesen bemutattam az ehhez használt felszerelésünket (lásd a 30. oldaltól).

SZÜKSÉG VAN MŰSZERES MEGTERMÉKENYÍTÉSRE?

Gyakran kérdezik tőlem, hogy miért nem használok műszeres megtermékenyítést. A válasz az, hogy mi kifejezetten egy egyszerű és mindenki számára elérhető programot igyekszünk demonstrálni, amelyben nem lehet az atkamosásnál bonyolultabb elem. Persze ez senkire nem kötelező érvényű – ha valaki rendelkezik a mesterséges

megtermékenyítéshez szükséges erőforrásokkal, felgyorsíthatja a tenyésztési programot azáltal, hogy egyetlen here spermáját használva stabilizálja a kívánatos allélokat az állományban. Ebben az esetben azonban figyelembe kell venni, hogy az egyetlen herével való megtermékenyítés rendkívül erős palacknyakhatást idéz elő (egy populáció létszámának a drasztikus, hirtelen lecsökkenése, a genetikai változatosság súlyos csökkenése miatt – A lektor) az ettől az anyától és herétől származó herék és anyák általános genetikai sokféleségében.

Gyakorlati alkalmazás: Megvan az oka, hogy a szűz anyák miért törekednek a minél több környékbeli herével való párosodásra. A természetes szelekcióval végbemenő evolúciós fejlődés egyik legfontosabb tanulsága, hogy a nagyobb genetikai sokféleség erősebb családokat eredményez.

Léteznek „klónpopulációkat” létrehozó állatfajok, a földi élőlények döntő többsége azonban genetikailag sokféle *egyedből* áll. A méhcsalád ezenfelül *többféle, változatos genetikájú apai vonalat* hordozó dolgozók csoportja. Minden apai vonal ugyanannyi gént hordoz, de minden génnek többféle változata (*allélja*) lehet. Ezek között lehetnek ritkák és gyakoriak, dominánsak és recesszívek, illetve pleiotropikusak (amikor egyetlen gén több,



2. kép: A cél a genetikai sokféleség fenntartása a tenyésztési populáció génállományának az egészében, ugyanakkor a nemkívánatos allélok száműzése. Ehhez minden évben korlátozott számú ellenálló méhanyától kell új anyákat nevelni (mi csak a családjaink 2%-ában nevelünk új méhanyákat).

egymástól eltérő tulajdonság kialakítását vagy működését határozza meg – A lektor), ezenkívül előfordulnak közöttük változatlan formában öröklődő (**epigenetikus**) variánsok. Az így kialakuló különbségek az egyes dolgozók ösztönös viselkedésében és testfelépítésében sikeresebbé teszik a változatos genetikai vonalat hordozó családokat a genetikailag azonos nővérekből álló családoknál. Ebből az alábbiak következnek:

A szelektív tenyésztés lényege az egyensúly

Ha nem a szerencsére vagy véletlen mutációkra bízunk hibridek létrehozását, akkor a **szelektív tenyésztés lényegévé végső soron a nemkívánatos gének** (illetve ezek bizonyos alléljai vagy kombinációi) **célzott kiiktatásának a folyamata** válik. De vigyázni kell, hogy ne öntsük ki a fürdővízzel együtt a gyereket is (2. kép)!

A belterjesség miatt kialakuló genetikai palacknyakhatás nagyobb mértékben segíti az életképtelen recesszív allélok kifejeződését is. Nem tudnám jobban megfogalmazni ennek a magyarázatát, mint az *American Breeder*: „A genetikai palacknyakhatás minden tenyésztőprogram kriptónitja. Meggyengíti az állatok egészségét, növeli a genetikai rendellenességek kockázatát, és végső soron az egész tenyészvonal megsemmisülését okozhatja. Hogyan küszöbölhetjük ki ezt a hatást? Legfőképpen egy kulcstényező, a genetikai sokféleség fenntartásával. A genetikailag változatos állomány egészségesebb, erősebb, és hosszú távon ellenállóbb.”

Gyakorlati alkalmazás: Ne bizonyos vérvonalakra koncentráljunk, hanem azoktól az alléloktól próbáljunk megszabadulni, amelyek lehetővé teszik az atkák elszaporodását a méhcsaládban. A genetikai állomány fennmaradó részének a teljes **méhállományban** a lehető legváltozatosabbnak kell maradnia.

MILYEN GYAKRAN KELL KÜLSŐ FORRÁSBÓL SZÁRMAZÓ GÉNEKKEL FRISSÍTENI AZ ÁLLOMÁNYT?

Rendszeresen hallok a „tenyésztőprogramjukat” folyton új genetikai állománnyal „frissítő” méhészekről, akik szerint ez javítja a teljes állomány minőségét. A szomszéd füve mindig zöldőbb (3. kép).

Az új vérvonalak bevonását a tenyésztőprogramba külső keresztezésnek (*outcrossing*) hívjuk, és a beltenyésztettség miatt csökkenő genetikai sokféleség káros következményeit igyekeznek kiküszöbölni vele. De kockázatokat is hordoz magában – felhívítja az ellenállást biztosító allélok kemény munkával létrehozott együttesét, megakasztja az atkával szembeni ellenálló képesség felé vezető genetikai dominóhatást, vagy legrosszabb esetben a méhállomány „visszavadulását” is eredményezheti (ami többek között agresszivitásban vagy alacsony teljesítőképességben nyilvánulhat meg).

Gyakorlati alkalmazás: Nem érdemes letérni a megkezdett útról. Ha van egy atká-
nak ellenálló méhcsalád a méhészetben, akkor máris rendelkezésre áll az ellen-
állást biztosító allélok mindegyike. Ne rontsuk el külső vérvonalak bevonásával!

FONTOS MEGÉRTENI AZ ELLENÁLLÁST EREDMÉNYEZŐ GENETIKAI HATÁSOKAT

Megjegyzés az értékesítésre termelő anyanevelőknek: A „genetika” szót először 1905-
ben használták; az ezt megelőzően kitenyésztett számtalan növény és állat egyszerű
kiválasztási folyamatok eredményeképpen jött létre, a kiválasztás alapját pedig bizo-
nyos külső jellemzők vagy viselkedésformák határozták meg. Ma sincs akadálya annak,
hogy néhány atkamosás segítségével kiválasszuk a megadott feladatot (az atkák vissza-
szorítását) legjobban teljesítő méhcsaládokat. A következő szakaszt azoknak ajánlom,
akik kicsit közelebbről szeretnék megvizsgálni ezt a kérdést is.



3. kép: Csábító gondolat lehet külső forrásból felfrissíteni a tenyészpuláció génállományát,
ez azonban ellentmond a szelektív tenyésztés lényegének, és nem eredményez tiszta vér-
vonalakat.

Legelsősorban azt kell szem előtt tartanunk, hogy **az atkával szembeni ellenállás lényege végső soron az, hogy a méhek valamilyen módon megakadályozzák az atkák szaporodását a kaptárban.** (A populáció fenntartásához minden nőtény atka legalább egy pázott nőtény utódot hoz létre, amely sikeresen behatol egy sejtbe, és szintén létrehoz egy utódot; ennél kevesebb utód esetén a populáció csökken.)

A méhek sokkal többféle módon képesek védekezni az atka ellen, mint amit mi, emberek el tudunk képzelni, de a közismertebb módszerek közé tartozik a tisztogatóhajlam (azaz az atkák leharapdálása egymás testéről), a társas apoptózis (irányított halál, amelynek során a fertőzött álca egyfajta „Áldozz fel engem!” értelmű jelzést bocsát ki), a fertőzött bábok higiénikus eltávolítása (VSH) az atkák szaporodási ciklusának a megszakítása a sejtek felnyitásával, az atkák által használt, kairomon jellegű (olyan kémiai vegyület, amelyet egy élőlény bocsát ki, ami a jelet észlelő másik faj számára előnyös – A lektor) jelek módosítása (SMR), vagy az atkák által felhasznált fehérjék szabályozása a méhek szervezetében.

Ez azt jelenti, hogy az ellenállást biztosító genetikai folyamatok rendkívül összetettek, különösen, mivel az ellenálló családok jellemzően több különböző eszközt is bevetnek a védekezés érdekében. A „genetikai folyamatok” pedig magukban foglalják a teljes genomot, az epigenetikát, az anyai és apai hatásokat, és még ki tudja, mi mindent.

A genetika nem több egy összetett használati útmutatónál. Egyes gének fehérjét kódolnak, például a szaglószerben elhelyezkedő receptorfehérjéket, amelyek egy, az atka által kibocsátott szaganyaghoz kötődnek, vagy az álcák olyan szaganyagait érzékelik, amelyek az atkából is válaszreakciót váltanak ki. Más gének hihetetlenül összetett, a fiziológiát vagy a viselkedést szabályozó molekuláris folyamatokat irányítanak. A szelektív tenyésztés célja **egy működő biológiai rendszer genetikájának a kialakítása és finomhangolása** – esetünkben olyan mézelő méh létrehozása, amely egyszerre szelíd, produktív és ellenálló a varroával szemben.

A szelektív tenyésztés nemcsak biokémiai jellemzők genetikai kifejeződésére és sejtszintű fiziológiára történik, hanem **az „ösztönökből” betonozott viselkedésminták bizonyos együttesére.** Az atkával szembeni ellenállást célzó tenyésztés eredményeképpen **allélok strukturális együttesének** kell létrejönnie, amelyek nemcsak a megfelelő (az atkák érzékelését lehetővé tevő) szagreceptorok fehérjéit kódolják, hanem **az atkára adott reakciók sorozatát szabályozó géneket is,** amelyek a tisztogatásért, a fedett sejtek felnyitásáért vagy a varroára érzékeny higiéniaért felelősek. Ezenkívül szóba jöhet azoknak a feromonoknak vagy fehérjéknek a szabályozása, amelyekre az atkák reagálnak, az atka által kiváltott önfeláldozás (társas apoptózis) vagy egyéb, változás nélkül öröklődő (epigenetikus) tényezők.

Hasonlóan például egy autóhoz, amely szintén mechanikus alkatrészek és elektromos szabályozóegységek precízen szerkesztett, harmonikusan működő egysége, egymással nehezen vagy egyáltalán nem felcserélhető alkatrészekkel, az atkákkal szemben ellenálló mézelő méhekben a kiválasztás strukturális (ezeknek az aránya nagyjából 5%) és szabályozó (a fiziológiai és ösztönös viselkedésbeli válaszokért

felelős) gének meghatározott „csomagjára” történik, amelyek egy „egymáshoz alkalmazkodott komplexumként” működnek együtt. Ezt nem érdemes megbontani.

Gyakorlati alkalmazás: Ha már beindult a szelektív tenyésztési programunk, ne akarjunk botot akasztani a küllők közé! Álljunk ellen a génfrissítés kísértésének!

KILÁTÁSOK A JÖVŐRE

Tíz éve folytatjuk az atkákkal szemben ellenálló méhanyák kitenyésztését célzó kísérletünket, és mostanra már jól látszik a fény az alagút végén. Örömmel tölt el, hogy a méhészetem legproduktívabb családjai aktuálisan mind az öt atkamosáson 0-s értéket produkálnak – kezd minden olyan lenni, „mint régen”.

Gyakorlati alkalmazás: Lassanként az lesz a legfőbb problémám, hogy honnan keríték elég atkás méhcsaládot, amelyen kipróbálhatom a kísérleti kezelési módokat.

A nagy római szónok, Cicero szavaival élve: *„Ültess fákat, hogy az unokáid az árnyékukban pihenhessenek.”* Összefogással véget vethetünk a varroaproblémának, nemcsak saját magunk, hanem az unokáink számára is.

Randy Oliver,
American Bee Journal, 2026(1): 67–71;
 fordította: Kernács Rebeka

Van módja a kezelésmentes méhészkedésnek?

A varroa atka már negyven éve jelen van a méhcsaládjainkban, és meghatározza méhészeti gyakorlatunkat. Az intenzív kutatás ellenére a rendszeres atkairtás továbbra is elengedhetetlen. Egy svájci kutatócsoport ezért új, kezelés nélküli méhtartási gyakorlat kialakítására tett kísérletet. Az eredmények nem egységesek, de reményt keltenek, és ösztönzőleg hathatnak.

Svájci megjelenése óta a varroa atka a méhészeti szakma legnagyobb kihívásainak egyike, ami ismételt, néhol kimondottan súlyos családveszteségekben mutatkozik meg, a hatékonynak bizonyult kezelési gyakorlatok ellenére. A szerves savak alkalmazása veszélyes, és óvintézkedéseket követel. Vitathatatlan az is, hogy a méhcsalád mint nagy egység szintén megszenvedi a beavatkozásokat és azok mellékhatásait. A svájci Méhegészségügyi Szolgálat (BGD) ajánlása szerint a méhészeti szezon folyamán három savas kezelésre van szükség, kivéve, ha az első nyári kezelést az anya korlátozása mellett végzik el – ebben az esetben kettő is elegendő. A kezelések gyakorisága az elmúlt húsz évben folyamatosan növekedett. Bizonyos körülmények hatására, mint például az éghajlatváltozás, tovább tart a méhcsaládokban a fiasítás, és ezzel az atka szaporodásának az időszaka is, ami megnehezíti a hőmérsékletfüggő kezeléseket.

Ebben a kilátástalan helyzetben alapvetően el kell gondolkozni azon, hogy nem lehetne-e másképpen elbánni a varroa atkával. Az elmúlt tíz-tizenöt év során bemutattunk néhány olyan méhészetet a svájci méhészságban, amelyekben sikerült tartósan kezelésmentes technológiát kialakítani (SBZ, 2018/1. és 2018/2.). Lássuk hát, mi történik, ha méhészek egy csoportja vállalja, hogy a teljes állományával vagy annak egy részével megkeresi a járható utat a varroa elleni kezelés elhagyásával!

Az ötletet ehhez a „Van módja a kezelésmentes méhészkedésnek?” elnevezésű kezdeményezéshez adta, hogy svájci méhészekből, ágazati szereplőkből és kutatókból álló csoport annak idején elutazott az Egyesült Királyságba, hogy Angliában és Walesben olyan, úttörőnek számító méhészeteket látogassanak meg – kis méhészeket, méhtenyésztőket és a természetes, rönkkaptaras vagy odús méhtartás híveit –, amelyekben nem kezelik a méhcsaládokat atka ellen. Különösen nagy hatást tett rájuk az észak-walesi kirándulás, ott ugyanis a méhészek fele már kezelés nélkül tartja a méheket (az úti beszámolókat lásd: SBZ, 2019/10. és 2019/11.). (A beszámolókat Méhegészségügyi ismeretek 16. című, 2021-ben megjelent kiadványunkban is közzétűk. – A ford.)

A szakmai utat követően megalakult egy munkacsoport a Bienen Schweiz irányítása alatt, benne a svájci Méhegészségügyi Szolgálat szakembereivel és elhívott méhészekkel. Az adatok gyűjtését és kiértékelését a svájci Méhkutatási Központ végzi. A kísérlet keretfeltételeit a munkacsoport határozta meg azzal a céllal, hogy választ kapjanak a kutatás fő kérdésére: Hogyan gondolható úgy a méhcsaládok, hogy kezelés nélkül is életben maradjanak?

A kísérlethez olyan méhészeket kerestek, akik nagy tapasztalattal rendelkeznek, jó megfigyelők, és készek követni a kísérleti protokollt, azaz családjaikat a szomszédos állományok védelmében szoros megfigyelés alatt tartják, és baj esetén időben közbelépnek. A rablást mindenképpen meg kell akadályozni! A programba csak az a méhészet kerülhetett be, amelyiknek a kantonja jóváhagyta a részvételt. A méhészeknek bele kellett egyezniük, hogy az elérhetőségüket megadják a kantoni állategészségügyi hatóságnak, továbbá vállalják az ellentételezés nélküli, rendszeres adatszolgáltatást, és azt, hogy az esetleges családvesztésekért sem kapnak kártalanítást. A részvétel tehát komoly elkötelezettséget kíván meg. A kísérlet résztvevői és a munkacsoport tagjai éves találkozókon és videókonferenciákon folytatnak egymással rendszeres megbeszéléseket. A kísérlettel kapcsolatos nyilvános megszólalásokat a munkacsoporttal kell előzetesen egyeztetni.

Kezelésmentesség

A méhek varroa atkához való alkalmazkodásának az elősegítése érdekében a kísérlet során nem végeznek atka elleni kezeléseket, azaz vegyszeres vagy biotechnikai beavatkozásokat az atkaterhelés csökkentésére. Helyette méhészetenként eltérő módszereket alkalmaznak, például a kaptárak kedvezőbb elrendezését (egyesével, egymástól bizonyos távolságra állítva fel azokat), a rajzás (és ezzel a természetesen bekövetkező fiasításmentes állapot) elősegítését, a méhek természetes igényeihez jobban igazodó méhtartást, valamint a családok egyéb támogatását (például homeopátiás eszközökkel).

A KÍSÉRLET FELÉPÍTÉSE

A kísérletben részt vevő méhészek más-más tájegységen gondolják az állományukat, különböző technológiával: van, aki svájci kaptárt használ méhesházban, de rakodókaptárakat is, vagy extenzíven tartja a méheket, Warré-kaptárban vagy farönkben. Néhány méhészt ezzel a kísérlettel kezdett bele a kezelésmentes méhészkedésbe, mások már régebb óta folytatták ezt a gyakorlatot. A technológiák intenzitása alapján négy kísérleti csoportot állítottak fel (lásd a táblázatot).

A kísérleti csoportok és technológiák áttekintése				
Kísérleti csoportok	Hagyományos	Kis részben termé- szetes	Közepesen termé- szetes	Nagy részt termé- szetes
Kaptártípus	rakodó- és svájci kaptár		rakodókaptár, max. 60 l kas, Warré	rönkkaptár, faodú
Családok közötti távolság	egymáshoz közel		legalább 10 méter távolság	
Pörgetés	szokásos		mézfölösleg	nincs
Etetés	igény szerint, a BGD technológiai ajánlását követve			nincs
Lépipítés	műlépes		természetes	
Szaporítás	a BGD ajánlása szerint	természetes rajzás vagy mesterséges rajoztatás a törzscsalád felosztásával		természetes rajzás
A méhek fajtája	svájci méh	helyi méhek telephelyi pároztatással		
Beavatkozások	BGD-ajánlás szerint		kevesebb	minimális
A kísérletben részt vevők száma	5	8	13	4
A méhcsaládok száma	74	82	727	22

A KÍSÉRLET

A „Van módja a kezelésmentes méhészkedésnek?” elnevezésű kezdeményezés lényegében a méhek túlélésére tett kísérlet. Olyan méhtartási módot keres, amelyben a méhek és az atkák megélik egymás mellett. Ez lehetővé teszi a méhcsaládnak, hogy saját maga találja meg a módját az atkák kivédésének – a méhészeti technológiának ebben kell segítenie a méheket. Az alkalmazkodás alapja a tűrőképesség (tolerancia) vagy az ellenálló képesség (rezisztencia) lehet. Az alapvető kérdés az, hogy sikerül-e olyan méhtartási módszert találni, amellyel megtámogathatjuk az alkalmazkodás folyamatát. A kísérletben részt vevő méhészeteket a méhészeti technológia intenzitása alapján osztottuk csoportokra. Abból a feltevésből indultunk ki, hogy a természetes tartásmód biztosíthat olyan körülményeket, amelyek között könnyebben kialakulhat a stabil gazda–parazita kapcsolat.

Varroatolerancia

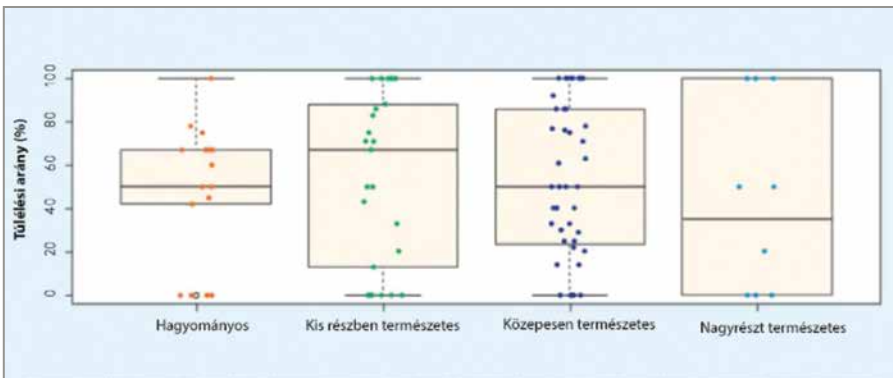
A méhcsalád képessége arra, hogy együtt éljen a varroa atkával. Ez azt is jelenti, hogy az erős atkafertőzöttség ellenére nem számottevő az atka és a vírusok okozta károsodás.

VARROAREZISZTENCIA

A méhcsalád képessége arra, hogy mérsékelje a varroa atkák szaporodását, annak érdekében, hogy az atkafertőzöttséget alacsony szinten tartsa.

EREDMÉNYEK

Az 1. grafikon azt mutatja, hogyan telelték át a kísérletben részt vevők méhcsaládjai az elmúlt években. A pontok az egyes méhészeteket jelölik egy-egy télen. A 100%-os túlélési arány azt jelenti, hogy veszteség nélkül vészelték át egy telet; ez minden kísérleti csoportban legalább egyszer előfordult. Legalul a 0% azt jelenti, hogy egyetlen méhcsalád sem maradt életben. A tizenhárom résztvevőnél húsz alkalommal történt teljes pusztulás. A mediánérték, vagyis az adatokat két egyenlő részre osztó középérték szerint a „hagyományos” csoport résztvevőinél 50% volt a túlélési arány, és ennek megfelelően 50% a téli veszteség is. A „kis részben természetes” csoportnál a családok 63%-a maradt életben, a „közepesen természetes”-nél 48%, a „nagy részben természetes” csoportnál pedig 38% feletti volt ez az arány. Az oszlopok magassága azt mutatja, hogy az eredmények szóródása igen tág.

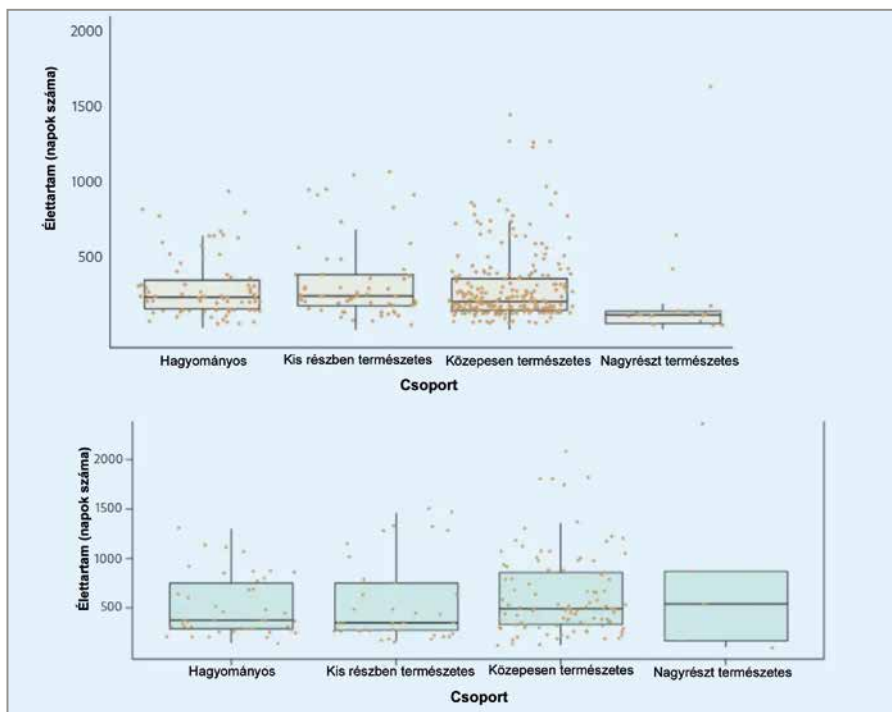


1. grafikon: Átlagos túlélési arány résztvevőnként és telenként (2021–2025)

MIÉRT FONTOS AZ ÉLETTARTAM?

Bizonyos COLOSS-kísérletek azt sugallják, hogy a telephelyhez alkalmazkodott méhcsaládoknak nagyobb az esélyük a túlélésre. A „telephely” azonban nemcsak a régiót és a méhészet helyszínét jelenti, hanem a család konkrét elhelyezkedését is. Egy méhcsalád életben maradását a jó elhelyezéssel tudjuk elősegíteni. A másik legfontosabb környezeti tényező maga a méhész. Technológiájával és tapasztalatával meghatározza a méhcsalád életét. Közrejátszik abban, hogy a méhcsaládnak sikerül-e hosszú távon fenntartható egyensúlyba kerülnie a varroával és a vírusokkal. Az alkalmazkodás sikerének mérhető számértéke az élettartam.

Nyilvánvaló, hogy az újonnan létrehozott (kölyök) családok nehezebben érik el az egyensúlyi helyzetet. Ezt mutatja az első év 47%-os túlélési aránya. A 3. grafikon szerint az első évet túlélő családoknak már jóval nagyobb a várható élettartamuk.



2. grafikon: A méhcsaládok élettartama (családonként 1 pont). A csoportok élettartamának középértékei: hagyományos – 267 nap, kis részben természetes – 416 nap, közepesen természetes – 365 nap, nagyrészt természetes – 277.

3. grafikon: Az első telet túlélő méhcsaládok élettartama. A csoportok élettartamának középértékei: hagyományos – 529 nap, kis részben természetes – 562 nap, közepesen természetes – 638 nap, nagyrészt természetes – 816 nap (néhány kiugró, kevés családból származó értéknek köszönhetően).

Élettartam

Kísérletünkben a méhcsalád élettartama egy kölyök család létrehozásától vagy egy raj befogásától a család felszámolásáig, illetve elpusztulásáig számított időtartam. Rajzással történő anyaváltás ezen az időtartamon belül lehetséges, és az építkezés mint méhészeti beavatkozás is szerepet játszhat benne.

A raj vagy a rajzásból származó tartalék család is új családnak számít, amelynél ismét előlről kezdődik az élettartam-számítás.

ÖSSZEGZÉS

A kezelésmentes családok átlagosan 40–60%-os téli veszteségei méhészeti szempontból magasnak számítanak. Szembeötlő, hogy az egyes csoportok között (a „hagyományos”-tól a „nagyreszt természetes”-ig) nincsen jelentős különbség. A méhészeti technológia intenzitása tehát nem eredményez jelentős eltéréseket. A „nagyreszt természetes” csoport azért szerepelhetett rosszabbul, mert a méhcsaládok vélhetőleg táplálékhiány miatt nem éltek túl a telet.

Feltűnő ugyanakkor, hogy egyes méhészetek a maguk 20% alatti veszteségével és több mint ötéves méhcsaládjaikkal másoknál lényegesen jobban szerepeltek.



1. kép: Kísérleti családok egy méhesházban, amelynek az állománya a rajzások következtében hét családra csökkent



2. kép: Magában álló kaptár „közepesen természetes” tartási körülmények között, legalább 10 méter távolságra a többi családtól (Fotók: Ruedi Ritter)

Csekély veszteséggel és rajos, illetve kölyök családok szaporítással nemcsak stabil állományt tudtak kialakítani, de növelték az állományukat, illetve annak egy részét értékesítették. Következésképpen léteznek olyan tartási körülmények, amelyek mellett a méhcsaládok életben maradása biztosabb. A kísérlet egy további szakaszában ezeket a kedvező tapasztalatokat szeretnénk majd megosztani és megvitatni, és bízunk abban, hogy a későbbiekben így módon az összes kísérleti méhcsalád élettartamát sikerül növelnünk. A munkát nem szeretnénk más méhészetekre kiterjeszteni addig, amíg el nem tudunk érni jelentősebb sikert a mostani résztvevőkkel.

Köszönjük mindazoknak, akik elkötelezték magukat e kísérleti munka mellett, akik próbálkoznak és töprengenek, megfigyelnek, és adatokat szolgáltatnak, de azoknak is, akiket kudarc ér, és mégis folytatják.

Martin Dettli és Vincent Dietemann,
Schweizerische Bienen-Zeitung, 2025(10): 30–34;
fordította: Makra Júlia

Kezelésmentesség, tudatosság és biodiverzitás

Mit tanulhatunk azoktól a méhészekről, akik a családok atkaellenes kezelése nélkül gondozzák a méheiket? Lehetséges, hogy a méhek tudattal rendelkeznek? Ezek az izgalmas kérdések álltak a svájci Rehetobelben megtartott, „Biodiverzitás, méhek és agrikultúra” című méhészeti konferencia középpontjában. Az egybegyűlt tudósoktól és szakemberektől hallhattak izgalmas beszámolókat számos témában, a világszerte vitatott kezelésmentes méhállományoktól kezdve az állatetikával kapcsolatos új ismeretekig.

Mintegy kilencven érdeklődő méhbarát látogatott el Appenzell havas dombjai közé, a rehetobeli (Appenzell Ausserrhoden kanton) Községi Házba. A konferencia szervezője, Emanuel Hörler, a rehetobeli méhes tanösvény ötletgazdája köszöntötte a jelenlévőket, és örömét fejezte ki az esemény iránti nagy érdeklődés láttán.



1. kép: Utazása során Thomas Gfeller meglátogatta Walesben Clive és Shân Hudson, akik nem kezelik atka ellen a méhcsaládjaikat (Fotó: Thomas Gfeller)

KEZELÉSMENTES MÉHÉSZKEDÉS VILÁGSZERTE

A napot Thomas Gfeller nyitotta meg, aki évek óta behatóan foglalkozik a témával nemzetközi szinten is. Előadásában igen alapos méhészeti diplomamunkájának az eredményeit mutatta be a hallgatóságnak. Négy év alatt végigkerékpározta Európát, összesen 25 ezer kilométert téve meg, és útja során olyan méhészeket keresett fel, akik a szokásos atkaellenes kezeléseket mellőzve tartanak méhcsaládokat, valamint gyakran vadon élő mézelőméh-családok életét is figyelemmel kísérik. Beszámolt angliai, írországi és hollandiai méhészekről, akik lelkesen mutatták meg neki kezelésmentes méhészetüket, továbbá azt is elmondta, hogy a szigetországban a méhészek 20%-a tart a szokásos kezelésektől elvezézés nélkül méheket. Nagy-Britanniában még mindig találhatók vadon élő mézelő méhek, amelyek az értékes génállományuk megőrzése végett igen fontosak. Európán túlra tekintve látható, hogy világszerre több a vadon élő méh, mint a gazdasági célokból tartott méhcsalád. Ez reményt ad a jövőre nézve. Ám el kellene gondolkodnunk azon a tényen, hogy a legnagyobb méhsűrűség, amit ezeknél a méhcsaládoknál megfigyelték, legfeljebb tíz család/négyszetkilométer volt.

Egy másik, kubai tanulmányból kiderül, hogy az ottani mintegy 220 ezer méhcsalád szintén képes kezelésektől életben maradni. A karibi szigeten a magas árak miatt sosem használtak gyógyszereket a varroa atka ellen. Mára ez a tény jelentős méretű varroarezisztens állománnyal hálálja meg magát.



2. kép: Thomas Gfeller Matt Somerville méhészetét is meglátogatta az egyesült királyságbeli Berkshire-ben (Fotó: Thomas Gfeller)

ÉS MI A HELYZET SVÁJCBAN?

Az előadó kifogásolta, hogy a külföldi kezelésmentes módszerek sikereit az illetékes svájci hivatalok és szervezetek alig veszik figyelembe. A fő kérdés az, hogy miképpen lehetne a kezelésmentes méhészetek tapasztalatait Svájcban hasznosítani. Hiszen az alpesi országban is vannak olyan méhészek, akik kifejezetten sikereseknek mondhatók, a kezelések mellőzése ellenére. Thomas Gfeller példaként említette az úttörőnek számító Fridolin Hesst, aki 2010 óta a szokásos varroa elleni szerek alkalmazása nélkül gondolja a méhcsaládjait, és nem tapasztal az átlagosnál nagyobb veszteségeket. Thomas Gfeller óvatos becslése szerint a svájci méhcsaládok 95%-a nem maradna életben a varroa atka elleni kezelések nélkül. Más szóval: Svájcban csupán a méhcsaládok 5%-a bizonyulna kezelés nélkül is életképesnek. Kétféle „varroavalóság” rajzolódik tehát ki: egyfelől a családok kezelés híján egy-két év után összeomlanak, másfelől viszont vannak olyan méhészek, mint Fridolin Hess, akik méhészeti kezelések nélkül is fenn tudják tartani a méhállományukat. Azaz Svájcban is létezik még olyan génállomány, amely ellenállóvá teszi a méheket, ám ez a tenyésztői munka miatt jórészt anélkül veszhet el, hogy egyáltalán tudomást szereznének róla.

A múltban a méhcsaládok kezelés nélküli tartására irányuló különféle kísérletekhez gyakran rosszul fogtak hozzá. Hogyan lehetne ezen javítani? Úgy, hogy felismerjük a téma sokrétűségét, és jól gazdálkodunk az erőforrásainkkal. Mindenekelőtt:



3. kép: Matt Somerville olyan kaptárakat épít, amelyek a természetes méhlakásokat utánozzák (Fotó: Thomas Gfeller)

a hordási lehetőségekhez kellene igazítani a méhsűrűséget. Egy Riggisbergben (Bern kanton) végzett vizsgálat kimutatta, hogy ott egy 2 kilométeres körön belül kis híján ötszáz méhcsalád él. Ez több mint 40 méhcsalád/négyzetkilométer. Thomas Gfeller szerint ez feltételezhetően nemcsak a mézelőméh-családok között támaszt óriási versengést, hanem az ott élő vadméheknek és minden más, nektárt és virágport kereső beporzó rovarnak is versenyhelyzetet jelent.

Az előadást Thomas Gfeller a következő gondolattal zárta: „Amikor a kezelésmentesség kérdésével foglalkozunk, azt is számításba kell vennünk, hogy milyen jövőben szeretnénk élni. Ragadjuk meg a lehetőségeket, nézzünk szembe a hibákkal, javítsunk a méhtartási szokásainkon a jobb tartási körülmények és a megfelelő méhsűrűség érdekében,

és mindenekelőtt képezzük tovább magunkat – a kezelésmentes méhtartással kapcsolatos tanulmányok ismeretében árnyalt képet kaphatunk a kérdés aktuális állásáról. Törekedjünk a méhek természetes igényeinek megfelelő méhtartásra, alkalmazkodó és életképes méhállományokkal, az utánunk következő nemzedékek érdekében.”

RENDELKEZNEK-E TUDATTAL A MÉHEK?

Egész más témának szentelte az előadását Markus Wild, a Bázeli Egyetem elméleti-filozófia-professzora. Mondandójának központi kérdése így szólt: kiterjeszthetjük-e a tudattal rendelkező élőlények körét a gerincesek törzsén túlra is? Egészen konkrétan: van-e tudatuk a méheknek? Markus Wild elmondta: sokáig vitatott kérdés volt, hogy a halak éreznek-e fájdalmat. Ma már a kutatók túlnyomó többsége nem vonja kétségbe ezt a tényt. De mi a helyzet a gerinctelenekkel? Svájcban az állatvédelmi törvény csak a gerincesekre vonatkozik. Az állatok védettségi státusza szempontjából döntő jelentőségű, hogy tulajdonítunk-e nekik tudatot. A kellemes és kellemetlen érzetek, és egyáltalán az érzetek: a tudat részei. „Az érzéköpesség az etika és a jogalkotás szempontjából fontos, mert ez az alapja az állat jóllétének vagy rossz közérzetének” – mondta Wild. Ahhoz, hogy egy gerinctelen faj a törvényi szabályozás hatálya alá kerüljön, tanulmányoknak kell igazolniuk, hogy az adott faj egyedei tudattal rendelkeznek. Ezt néhány évvel ezelőtt a homárok esetében sikerült kimutatni. Egy hosszabb politikai folyamat során módosították a vonatkozó rendeletet: a homárokat többé nem szabad élve forró vízbe dobni, és nem szállíthatók élve jégen sem.



4. kép: Élénk pódiumbeszélgetés a rehetobeli Közösségi Házban (Fotó: Paul Duri Degonda)

PESSZIMISTA POSZMÉHEK

És mi a helyzet a méhekkel? Poszméhekkel végzett kísérletek azt mutatják, hogy ezek az állatok is lehetnek lehangoltak, rosszkedvűek, tehát rendelkeznek érzetekkel. Markus Wild szerint az eredmények azt igazolják, hogy a méheknek van tudatuk. Ezenkívül amellet érvelt, hogy nem tanácsos túlzottan kétségbe vonni az állatok érző-képességét. Hiszen az utóbbi évtizedek során többször is fény derült arra, hogy valójában olyan fajok egyedei is érző lények, amelyekről ezt hosszú ideig nem hitték el.

TÚL SOK A HASZONÁLLAT?

Délután izgalmas pódiumbeszélgetésre került sor Markus Wild és a St. Gallen-i Természettudományi Múzeum zoológusa, Petra Wiesenhütter részvételével. A közép-pontban olyan kérdések álltak, mint hogy miként kaphatnának nagyobb hangsúlyt az állatok – a gerincteleneknek is – társadalmunkban, továbbá hogyan lehet érvényesíteni a hatályos jogszabályokat, és vannak-e már konkrét lépések vagy javaslatok ebben az ügyben. A délutáni programot Hanspeter Spörri teufeni (Appenzell Ausserrhoden kanton) szabadúszó újságíró és moderátor vezette. Bevezetőjében arra biztatta a közönséget, hogy gondolkodjanak együtt, és beszélgessenek az előadókkal, így végül sokrétű és élénk eszmecsere alakult ki. Markus Wild azzal a provokatív kijelentéssel indította el az izgalmas vitát, hogy túlságosan sok haszonállat van a földön – a madarak 70%-a és az emlősök 60%-a haszonállat –, és ezek számát nagymértékben csökkenteni kellene, mivel a haszonállattartás óriási károkkal jár.

A GYEREKEK ÉRZÉKENYÍTÉSE ÉS A RENDETLENSÉG ELFOGADÁSA

A beszélgetés ezután a biodiverzitás időszerű témájára terelődött. Arra a kérdésre, hogy miként lehetne ezt előmozdítani, Petra Wiesenhütter hangsúlyozta, hogy már az iskolában el kellene kezdeni érzékenyíteni a gyerekeket erre az ügyre. A St. Gallen-i Természettudományi Múzeum az aktuális témákat rendszeresen bemutatja kiállításain, amelyeket az iskolás csoportok sűrűn látogatnak. Az igény megvan, és a diákok érdeklődnek. A kérdés az, hogy miképpen lehet cselekvésre ösztönözni az embereket, és hogyan lehet fenntartani bennük a természet ügye iránti érdeklődést. Markus Wild úgy vélte, hogy a svájciaknak ideje búcsút mondaniuk a rendezett kerttel kapcsolatos elképzeléseiknek, és kicsiben el kellene fogadniuk a „rendetlenséget”, mivel ez biztosítja a fajok számára új élőhelyeket. Petra Wiesenhütter mosolyogva hozzátette: „Bent a házban nyugodtan tarthatunk rendet, de a kertben inkább ne tegyük.” Egy további hozzászólásban Markus Wild különleges jogi státuszt követelt a vadon élő mézelő méheknek, amelyet indítvány útján kellene elérni.

KRITIKA BERNNEK – ÉS EGYETÉRTÉS AZ ÁLLATETIKÁT ILLETŐEN

A közönség soraiból többen bírálták a berni méhészeti érdekvédelmi szerveket, amelyek megbízatása a mézelő méhek egészségének, a mézhozamnak és a beporzási teljesítménynek a fenntartására szól. Ezt a hallgatóság köréből sokan téves útnak tartották. Végül egyetértés született a természettel való bánásmód arany szabályáról és az állatetika alapelvéről: „Minden állattal úgy bánj, ahogyan szeretnéd, hogy mások veled bánjanak.”

Bigna Zellweger,
Schweizerische Bienen-Zeitung, 2025(4): 25–28;
fordította: Makra Júlia

A méhcsalád és a varroa atka együttélése

A Mellifera Méhészeti Egyesület szakmai konferenciát rendezett Németországban 2025 novemberében a méhcsalád és a varroa atka együttélésének a kilátásairól. Az összejövetelnek száz résztvevője volt, és online is sok érdeklődő követte az eseményt. Az ülésen emlékezetes beszámolók hangzottak el, többek között azért, mert az előadások szemléletesen érzékeltették a témában indult mozgalom méretét és lehetőségeinek sokféleségét.

A rendezvény előadói a legkülönbözőbb szakterületekről érkeztek: voltak közöttük kutatók, ágazati szereplők, méhtenyésztők és más-más technológiával dolgozó tapasztalt méhészek. Mindnyájan a méhek és a varroa atka együttélésének a jövőjét érintő kérdések miatt gyűltek egybe ezen a napon. Mindnyájan azért fogadták el a meghívást, hogy megvitassák ezt a témát.

A FEDETT FIASÍTÁS SZEREPE

A varroa szaporodásának alfája és ómegája a méhek fiasítása: az atkák elbújnak a fias sejtekben nem sokkal azelőtt, hogy a méhek lefednék azokat, és ezen a védett helyen a legnagyobb nyugalomban szaporodni kezdenek. Már maga a rajzással együtt járó természetes fiasításmegszakítás is megzavarja az életritmusukat, és arra kényszeríti őket, hogy a kifejlett méhekre átköltözve váltsanak át túlélési (foretikus) életmódra. Időbe telik, amíg erről ismét vissza tudnak állni a szaporodásra.

A lefedett fias sejtek másféle lehetőséget is kínálnak arra, hogy a méhek számottevően lelassítsák az atkanépesség növekedését. Ennek többféle módját is megfigyelték már: egyrészt a méhek meg tudják zavarni az atkák szaporodását; ezt nevezik az atkaszaporodás gátlásának, vagy angol rövidítéssel SMR-nek (*suppressed mite reproduction*). A jelenség pontos okai egyelőre nem teljesen ismertek. Különösen fontos szerepet játszik benne a méheknek az a viselkedése, hogy felnyitják, majd újból lefedik a fias sejteket (angolul: *uncapping/recapping*). Ennél egy fokkal hatékonyabb védekezés az, ha a méhcsalád felismeri a varroafertőzést, és a fertőzött bábokat kitakarítja a fias sejtekből. Ez a viselkedés, az úgynevezett VSH (*Varroa sensitive hygiene* – varroaszennyeztív higiénia) a méhek részéről valódi „telitalálást”, mert olyan rezisztenciamechanizmus, amely megakadályozza az atka fejlődését, és segít a méhcsaládnak abban, hogy megfékezze a varroa tömeges elszaporodását. E viselkedésforma központi szerepet játszik mind a kezelésmentes családok kiválogatására irányuló törekvésekben, mind pedig a kutatóintézetek és egyesületek tenyésztői munkájában.

A VADON ÉLŐ MÉHCSALÁDOK HATÁSA

A kezelésmentes méhcsaládokkal kapcsolatos egyik legismertebb kezdeményezést észak-walesi méhészek indították útjára. Közülük David Heaf csatlakozott a konferenciához Zoomon keresztül. Ő már tíz éve méhészkedik a szokásos kezelésektől, és eddigi megfigyeléseit, illetve eredményeit nagyon gondosan dokumentálta. Vidékükön a méhészek fele szintén nem kezeli a méheiket. Kevesebb veszteségük van, mint azoknak a méhészeknek, akik szerves savakat használnak.

A beszélgetésből kiderült, hogy Walesben mézelőméh-családok jelentős állománya él vadon, és ezek a családok hosszabb idő alatt valószínűleg megtanulták, hogyan bánjanak el az atkával – ami fontos feltétel, mivel a telephelyi pároztatások során a vadon élő és a méhészek által gondozott családok között genetikai csere megy végbe. Ez kisebb mértékben egész Angliában így van, ami bizonyára hozzájárult ahhoz, hogy a kezelésmentes méhészet mozgalma a szigetországból már meglehetősen eredményeket ért el.

NYOMOK KERESÉSE A HIGIÉNIKUS ALJON

Az ülésen részt vett két holland küldött is, akik több sikeresen működő kezelésmentes méhészetet ismernek. Albert Muller kiemelte, hogy a rajzóhajlam és a rajzással együtt járó fiasításmegszakítás mellett a tisztogatóhajlamra utaló nyomok is fontos szelekciós kritériumok: a higiénikus aljra hullott csápok és a bábmaradványok VSH-viselkedésre utalnak.



A fa-
odúkat nem
csak a madarak és
a kisemlősök kedvelik:
a vadon élő mézelő
méhek is otthonra
lelnek bennük.

1. kép: Úgy tűnik, Walesben a vadon élő méhcsaládoknak fontos szerepük van a kezelésmentes elérésében (Fotó: Sarah Grossenbacher)

LEMONDANI A MÉZTERMÉSRŐL

A Németország Alsó-Rajna-vidékéről érkezett Rainer Fehlmann tíz éven át, 2006-ig Demeter-méhészetet üzemeltetett, mézpergetőjét eladta, és kezelésmentes méh-tartásra állt át. Ám mivel a méhcsaládjain nem látta jelét a védekező viselkedésnek, újrakezdte egy másik anyával, amelyet a hollandiai Texel szigetről vásárolt. Mini Plus kaptárakra váltott, azaz kis egységekben tartotta és szaporította a méhcsaládjait. Csak idén állt vissza teljes kaptárra, és pörgetett ismét mézet. Állománya most kezelésmentes, a családokat külön-külön, egyesével helyezi el a méhesében. A környék többi elhivatott méhészával összetartanak, megbeszélik a tapasztalataikat, és család-vesztesség esetén kölcsönösen segítik egymást.

E cikk szerzője előadásában a saját kutatásairól beszélt, és bemutatta a „Van módja a kezelésmentes méhészkedésnek?” címet viselő kísérlet első átfogó eredményeit.

Ezután Isabelle Bandi, az említett kísérlet egyik sikeres képviselője tartott lenyűgöző beszámolót. A kezelésmentes méhészeti gyakorlat felé vezető útjának és munkamódszerének a bemutatásával nagy érdeklődést keltett. Technológiájának kulcseleme a rajzással történő szaporodás utáni fiasításmentesség, valamint a családok gondos, egyesével való elhelyezése legalább 60 centiméterrel a talaj felett. Kísérletének adataiból azonban arra is következtetni lehet, hogy a családok az év folyamán többször bekövetkező jelentős atkahullásnak köszönhetően maradnak meg nála elég jó arányban. Ez rávilágít arra, hogy minden helyszínen más-más mechanizmusok járulnak hozzá a méhcsaládok életben maradásához.



2. kép: A higiénikus aljon található bábsápok VSH-ra (varroaszénzítív higiénia) utalhatnak (Fotó: Ruedi Ritter)

A NORVÉGOK A PÉLDA

Inspiráló volt Melissa Oddie kutató előadása is, aki 2014-ben doktorandaként kapcsolódott be Terje Reinersten főállású méhész munkájába. Reinersten 1996-ban felhagyott a méhcsaládok kezelésével, és súlyos veszteségeket szenvedett el. Nagyjából tízévnnyi saját és természetes szelekció után immár a kezelések mellőzésével építette fel újra az állományát. Oddie különféle szempontok alapján vizsgálta Reinersten méhcsaládjainak a rezisztenciáját. A családokban természetes atkahullás tapasztalható, amely általában nem éri el a napi tíz atkát, és soha nem haladja meg a napi harminc atkát. A kezelt családokkal végzett összehasonlító kísérletek adataiból azonban arra is lehet következtetni, hogy Norvégiában kevesebb varroa él a méhcsaládokban, mint nálunk.

Érdekes az a Hurdalban, egy eldugott völgyben folytatott munka is, amelyben Oddie méhészek egy csoportjával tenyésztési programba kezdett a kezelésmentes méhészkedésre való áttérés érdekében. Itt olyan méhcsaládokkal dolgozott, amelyeket már nem kezeltek, és négy éven belül sikerült megerősítenie a családokban azt a viselkedést, hogy a méhek a fertőzött fias sejteket felnyissák, majd újra lefedjék (*uncapping/recapping*), és a varroa terhelést jelentős mértékben csökkentsék. Ebben kulcsszerepet játszott az a beavatkozás, hogy következetesen lecserélték az anyát azoknál a családoknál, amelyekben túlságosan magas volt az atkafertőzés.

A kutató hangsúlyozta, hogy a méheknek ez a viselkedése, a fias sejtek újbóli lefedése az egész világon megfigyelhető. Kivételt ezalól csak az ausztráliai méhcsaládok jelentenek, amelyekben csupán néhány éve jelent meg az atka. Az újrafedés a mi kezelt családjainknak legfeljebb 15%-ára jellemző, míg a dél-amerikai és európai rezisztens méhcsaládok esetében ennél jóval gyakrabban, akár 60%-ot is meghaladó arányban tapasztalható. A méhek főként a varroával fertőzött sejteket nyitják fel és



3. kép: Balra: A fiasításon a sejtfedelekből látszik, hogy melyik sejtet nyitották fel, majd fedték le újra a méhek. A megbolygatott sejtfedeleken nincsen bábszővedék, lásd a képen a felső sor bal oldalán és a középső sor jobb oldalán található sejteket. Jobbra: A fiasítás felnyitását fedetlen sejtek jelzik, lila szemű bábokkal (Fotók: Ruedi Ritter)

fedik le újra, de kisebb mértékben a nem fertőzött sejtekkel is megteszik ezt. Érdemes tehát erre a viselkedésmódra szelektálni. Hurdalban a fertőzött sejtek újbóli lefedésének a képessége 5%-ról 30%-ra emelkedett, jóllehet a sikerarány a csökkenő atkaterhelés miatt egyre kisebb lett.

INTÉZETEK ÉS EGYESÜLETEK TENYÉSZTÉSI KUTATÓMUNKÁJA

Lina Fölsch, a Hohenheimi Egyetem kutatója az intézetben folyó tenyésztési munkába engedett betekintést. A fiasítás rezisztenciamutatóinak a vizsgálata rendkívül munkaigényes feladat. Nagy munkacsoportok vizsgálják a fias sejteket. Általában olyan kis családok fiasítását ellenőrzik, amelyekbe mesterségesen telepítettek varroa atkákat. Röviddel a méhek kikelése előtt mintát vesznek a fias lépekből, és minden egyes sejtet megvizsgálunk. A kutató hangsúlyozta a tenyésztői munka értékét, de rámutatott annak korlátjaira is: még többévi intenzív szelekció után is gyakran előfordul, hogy a testvér anyák nagyon eltérően reagálnak az atkaterhelésre.

Marina Meixner, aki az intézetet korábban vezető Ralph Bücher utódjaként vette át a hosszú évek óta folyó tenyésztési munkát Kirchhainban, több lehetőséget is megragadott arra, hogy a tenyésztési eredményeiket nemzetközi kutatómunka keretében üzemi méretű méhcsaládokon is ellenőrizze. Az első a 2009-től 2012-igterjedő COLOSS-vizsgálat volt, amelyet a 2018–2021 között végzett EurBeST-tanulmány követett. Ezek során bebizonyosodott, hogy a genotípusok eltérő környezeti feltételek között másként reagálnak, tehát folyamatos genotípus–környezet kölcsönhatás figyelhető meg. A „környezet” ebben az értelemben nemcsak másik telephelyet jelent, hanem az év során állandóan változó körülményeket, például a hordást vagy az erős atkafertőzöttséget, sőt olykor magát a méhészt is. Meixner ki tudta mutatni, hogy a varroarezisztencia örökölhetősége hasonlóan alakul, mint más tenyésztési mutatóké. Intézetének kutatásai irányt adhatnak, de soha nem fognak egyszerű megoldásokat kínálni. Ezért Meixner regionális tenyésztői együttműködést szorgalmaz, hogy mindenütt a helyi adottságokhoz igazodó stratégiákat és méhészeti technológiákat lehessen kialakítani. Ideje búcsút mondani az egy kaptafára szabott, sémákra épülő atkagyérítésnek.

TÁG MOZGÁSTÉR

Thomas Heyneman Küenzi, a svájci Plantahof agrároktatási, kutatási és szaktanácsadási központ munkatársa az alapterenyésztés mellett érvelt. A szelekciót illetően az atkaterhelés alapján történő elbírálást helyezi az első helyre. Javasata szerint folyamatosan nyomon kell követni a varroanépesség alakulását, a kezeléseket a mindenkori szükségletekhez igazítani, a szelektálást pedig mindig az adott méhészet egyedi igényei alapján kell végezni.

Bernhard Heuvel izgalmas, ugyanakkor provokatív előadásában a hivatásos méhészek szempontjait mutatta be. Szerinte a varroafertőzöttség felmérése csak a kelés előtt álló fiasítás minden egyes átvizsgálásakor elvégzett tűpróbával lehetséges és célravezető. Legfontosabb szelekciós módszere a legkevésbé ígéretes családok felszámolása. A Német Méhészszövetséget (DIB) képviselő Torsten Ellmann főként azt emelte ki, hogy milyen nagy lendület hajtja a mozgalmat, és mekkora elhivatottság övezi a „Varroarezisztencia, 2033” (VR33) elnevezésű programot.

Bigna Zellweger részesült abban a megtiszteltetésben, hogy lezárhatta az előadás-sorozatot a vadon élő méhek életéről és pusztulásáról szóló, szinte költői elmélkedésével. Érzékletesen mutatta be az ember által gondozott és a különböző körülmények között vadon élő méhcsaládok közötti vékony választóvonalat, és arra is felhívta a figyelmet, hogy élet és halál más jelentéssel bír a háziállatoknál, mint a vadon élő állatok esetében.

A konferencia végeztével minden résztvevő azzal a reménnyel távozott, hogy a közeljövőben számos kísérlet és kutatás irányul majd arra, hogy megtalálják a méhek és a varroa atkák együttélésének a módját, és ezáltal elindulhat egy kedvező változás. A kezelésmentes méhészeti gyakorlat kialakulásáig még hosszú út vezet. A találkozó azonban megmutatta, milyen fontos, hogy minél többen induljanak el az úton, gondos megfigyeléssel és szelektálással a cél elérése érdekében.

Martin Dettli,
Schweizerische Bienen-Zeitung, 2026(2): 30–34;
 fordította: Makra Júlia

Szintet lép a méhek tenyésztése

Már a kereskedelem is kezd felfigyelni a nemesítési programokra

Albert Robertsonból, a Meadowridge Apiaries tulajdonosából azoknak a farmereknek a félelmetes nyugalma árad, akik már mindent láttak – szívesen mesél a méheiről, miközben ki-be száll a furgonjába, vagy próbálja beindítani a Saskatchewan-hegység havában lerobbant traktorát. A traktorra szüksége van a szarvasmarhák etetéséhez, de még ennyi elfoglaltság közepette sem tűnik idegesnek vagy kapkodónak.

Az immár jó ötven éve méhészkedő Robertson húsz éve kezdett bele a Saskatraz-programba, amely a mai napig töretlenül fut. Saját bevallása szerint évente ötszáz és kétezer közötti Saskatraz méhanyát értékesít Kanadában, de az Olivarez-méhészettel – Kalifornia egyik legnagyobb anyanevelőjével – társulva még szélesebb körben fogja tudni terjesztetni a Saskatraz-géneket.

„Rendkívül inspirálónak érzem az elmúlt három-négy év eredményeit – fogalmaz, példának pedig az atkával szemben jó ellenálló képességgel rendelkező »herenevelő« családok nagy számát említi. – Egy ilyen rengeteg idő felépíteni. Az anyai vonalak fontosak, de legalább ugyanennyire lényegesek az apai vonalak is, a varroával szembeni ellenállást pedig nagyon nehéz stabilizálni a populációban.”

A SASKATRAZ MÉHEK EREDETE

Robertson a kanadai prérin élő német, Buckfast, orosz és Amerikából származó atkarezisztens vonalakkal kevert populációval indult, amelyből minden évben kiválogatta a legjobb családokat. Elsősorban a méztermelést, az áttelelés sikerét, a tavaszi népességnövekedést és a lassan növekvő atkapopulációt vette figyelembe. A kiválasztott családokat egy „természetes szelekciós” méhesbe vitte át, ahol semmilyen kezelést nem kaptak, Robertson pedig folyamatosan figyelte a tulajdonságaikat, és ezek alapján évről évre „ismétlődő szelekciót” hajtott végre – ebben látja a siker kulcsát.

A legjobbnak bizonyult családokból ezután méhanyákat nevel, és elszigetelt méhesekben, ellenőrzött hereállománnyal pároztatja őket. Így például a legalacsonyabb varroafertőzöttséggel rendelkező családokból származó anyákat a legtöbb mézet termelő családokból származó herékkel pároztathatja, és így tovább. Az eredmény fajtatiszta, egy sor kíváncsatos tulajdonsággal rendelkező méhanya lesz, miközben a populáció sem válik túlságosan belterjessé.

„Sok munka van vele, mert egyszerűen nincs vége. Minden évben újra meg újra szelektálni kell a kíváncsatos tulajdonságokra, és újra meg újra keresztezni kell a jó anyai és apai vonalakat, ehhez viszont elszigetelt, jól ellenőrizhető méhesek kellenek – fogalmaz Robertson –, és ez így elmondva nagyon egyszerűnek hangzik, megcsinálni azonban sokkal nehezebb. Az eredmények viszont mindig bátorítanak, hogy érdemes tovább csinálni.” Robertson már a program elején bejegyeztette a Saskatraz nevet, hogy megőrizhesse a hitelességet és a márka iránti bizalmat. Azon van, hogy ez a név jól kifejezze a Saskatraz „fajta” nemesítésébe fektetett rengeteg munkát és energiát.

E rendszerrel azonban két probléma is volt: az időzítés és a méret. A Saskatchewan-hegységben az évben csak három hónap időjárása alkalmas az anyanevelésre, és Robertson nem tudott annyi új anyát nevelni, amennyi fedezte volna az év elején fel-lépő vásárlói igényeket. Ezért lépett kapcsolatba Ray Olivarezzel (az OHB – Olivarez Honey Bees, Kalifornia tulajdonosával), és együtt megalkották a Saskatraz hibridpro-jektet.

FEJLŐDÉS PARTNERSÉGEN KERESZTÜL

Ebben a felállásban Robertson inkább a szigorú szempontok alapján válogatott, zárt párzási rendszerben nevelt tenyészanyákra koncentrálhat, míg az OHB nagy tételben termel. Az engedélyeztetéssel és az adminisztrációval kapcsolatos frusztráló nehézsé-gektől eltekintve Robertson már jó néhány éve exportál tenyészanyákat a Saskatchewan régióból Kaliforniába, ahol a helyi családokba helyezik és újraválogatják őket, biztosítva, hogy tényleg csak a legjobbak maradjanak a projektben. Olivarez és Robertson együtt majdnem hatvanezer méhanyát adnak el évente, nagyjából har-mincszor annyit, mint amennyit Robertson egyedül nevelt egy évben.

Ezek az anyák „hibridként” kerülnek forgalomba (Robertson „termelő” méh-anyáihoz hasonlóan), mivel nem Saskatraz herékkel párzanak, és ezért a népük is kevert géneket hordoz. Robertson visszahozott néhány ilyen családot a Saskatchewan régióba a teljesítményük ellenőrzésére, és azt állítja, hogy felérnek a leggondosabb válogatásból nevelt itteni családokkal – kicsit több mézet adnak, és kicsit kevésbé ellenállóak a varroával szemben, de a mérései szerint a különbségek nem túl jelentősek.

„A méhanyák döbbenetesen jól bírták Kaliforniában – meséli Robertson. – Ennek nagyon örülök. Sok méhészt szkeptikus a kanadai méhanyákkal, de garantálhatom, amint elkezdenek dolgozni velük, rögtön megváltozik a véleményük.”

Az Egyesült Államokban kizárólag az OHB forgalmazhat Saskatraz anyákat – ennek az együttműködésnek köszönhetően a méhanyák korábban, nagyobb számban és szélesebb körben elérhetőek, mint ami Kanadában lehetséges lenne. A kaliforniai csapat az anyai vonalak ellenőrzésére és fenntartására is figyel, így Robertson (és bárki más is) használhatja herenevelőnek a hibrid családokat a zárt pároztatóméhesekben.

ÉRKEZIK A VSH-ÁLLOMÁNY

A Saskatraz-program már nagy pályán játszik, de lassan mások is kénytelenek bővíteni a kínálatot. Frank Rinkevich, a USDA-ARS méhészeti laboratórium (Baton Rouge, Louisiana) entomológusa szintén megnövekedett igényt lát a varroának ellenálló méhekre – szerinte a fordulat háttérében az amitráznak egyre inkább ellenálló varroa-populáció jelentette nyomás áll.

Rinkevich azon dolgozik, hogy a Baton Rouge-ban futó, varroaszennitív higiéniára (VSH) koncentrált tenyésztési programban – amelynek a genetikai eredményei már korán bekerültek Robertson programjába is – nevelt méhek szélesebb körben is könnyen elérhetőkké váljanak. Ezt a tenéyszprogramot az 1990-es években indították, és olyan, varroának ellenálló méhcsaládok születtek belőle, amelyek még mindig megállják a helyüket a kereskedelmi forgalomban is.

„Amikor elmondom az embereknek, hogy a kísérleti méheket egyáltalán nem kezelem varroa ellen, azt hiszik, hogy megőrültünk” – meséli Rinkevich, mikor szóba kerül, hogy a szelekciós programon kívül időnként a VSH-méhcsaládok is igényelnek kezelést, a természetes ellenálló képesség azonban segít tartalékot kialakítani a rendszerben, ezért idővel erre egyre kevésbé lesz szükség. Bár a Saskatraz-állományt első-



1. kép: Ennek a Saskatraz anyának a családja 100%-os eredményt ért el a higiénikus viselkedést mérő fagyasztottfiasítás-teszten. Albert Robertson, a Saskatraz-program alapítója rendszeresen támogat kutatásokat és techtranszfer kezdeményezéseket, többek között a higiénikus és VSH-tulajdonságok tesztelése terén is.

sorban az atkák korlátozott szaporodására, nem pedig kifejezetten a VSH-tulajdonságra tenyésztik, Robertsonnak is az a célja, hogy az atkákat szintetikus vegyszerek nélkül is kordában lehessen tartani; jelenleg nagyszabású kísérleteket végez, amelyek során kizárólag oxálsav és Thymovar használatával vizsgálja a módszer alkalmazhatóságát.

Kezdetben a USDA által tenyésztett ellenálló méhcsaládok (akkoriban SMR- [*Suppression of Mite Reproduction*] vonalnak hívták) nagyon jól ellenálltak az atkának, a mézhozamuk azonban hagyott maga után kívánnivalót. „A méhek kifejezetten jól kezelték az atkaproblémát – fogalmaz Rinkevich, de a korlátozott génállomány és az egyéb, gazdasági szempontból fontos tulajdonságok hiánya miatt a piacon hátrányba kerültek. – Nem voltak szorgalmas méztermelők, és akadtak köztük hiperérzékeny vonalak is, amelyek sürgősen sok fiasítást távolítottak el.”

Ma már más a helyzet. A jelenleg a *pollination line* rövidítésével Pol-line-nak nevezett SMR-vonalat magas mézhozamú, jó túlélőképességű és nagy népességű kereskedelmi fajtákkal keresztezték. Robertson tenyésztési stratégiájához hasonlóan ebben a keresztezésben is egyesült a gazdaságilag előnyös termelékenység a varroának ellenálló genetikai háttérrel, az eredmény pedig egy mindkét oldal legjobb tulajdonságait hordozó vérvonal lett. „A Pol-line méztermelése kissé még mindig elmarad az átlagtól, de a magam részéről elviselek egy 1,5-2 kilós veszteséget, ha cserébe a családjaim tovább élnek, hiszen az elpusztult méhek semennyi mézet nem adnak” – emeli ki Rinkevich.



2. kép: Robertson csapatának a tagjai: Tom, Flavio és Umbarto

A MÉHEK FORGALMAZÁSA

Rinkevich és a munkatársai most szeretnék a méhészek szélesebb közönségéhez is eljuttatni ezeket a méheket, hogy a termelés önellátóvá válhasson, mivel jelenleg a Baton Rouge-i méhészeti laboratórium az egyetlen forrása, és Rinkevich szavaival élve ez csak „csepp a tengerben, hiszen jelenleg a piac kezelést igénylő méhanyákkal van tele”. Igény a jelek szerint már van az új genetikára, és most itt az ideje növelni a termelést.

A kutatók csupán nemrég kezdték előkészíteni a méhek nagyobb volumenű előállítását és értékesítését, de valószínűleg ez is a Robertson és az OHB együttműködéséhez hasonló rendszerben lesz megvalósítható, tehát a Baton Rouge-i laboratórium által támogatott tenyésztő egy nagyüzemi szaporítóval dolgozik együtt. Ez a stratégia a kisebb volumenű, helyi érdekű, elszigetelt tenyésztési programok létrehozását célzó kezdeményezésekkel kiegészítve működhetne a legjobban.

Egy ilyen kétirányú program eredményeként egyrészt nagy mennyiségben kerülnének a piacra kívánatos génállománnyal rendelkező méhek, másrészt a helyi körülményekhez jobban alkalmazkodó vérvonalak is megjelennének. Egy ilyen volumenű termeléshez azonban a VSH-szűrésnél jól használható genetikai markerek kijelölésére van szükség, mivel a tulajdonság kiértékelése jelenleg is a sejtek manuális felbontásával, illetve egyszerű szemrevételezéssel történik.

A genetikai markerek ezenkívül az akkreditációs eljárás gerincét is jelenthetnék, így biztosíthatóvá válna, hogy a méhek valóban hordozzák a reklámozott VSH-tulajdonságokat. Rinkevich szerint a méhek egy kereszteződés (külső, jellemzően nem



3. kép: Az OHB egyik pároztatóméhese. A pöttyökből álló vonalak mind pároztatókaptárak.

tenyésztett populációból származó egyedekkel való párzás) után még viszonylag jól teljesítenek, kettő vagy több kereszteződés után azonban már nem lehet megkülönböztetni őket egy átlagos méhcsaládtól.

VÉGRE ELÉRHETŐVÉ VÁLIK A GENETIKAI TESZT?

Itt jön be a képbe Arian Avalos, aki Rinkevich munkatársa a Baton Rouge-i laboratóriumban. Avalos a VSH-tulajdonságot jelző genetikai markerek kidolgozásával foglalkozik, ami segítené a szelektív tenyésztést, illetve lehetővé tenné a VSH-vonalak igazolását. A kísérletek nagyon régóta folynak, de Avalos szerint most már hamarosan a végső fázisba érkeznek. „Hatalmas könyvtárat alakítottunk ki egyedi markerekből, amelyek a genotípus és a transzkriptom *(az egy sejtben jelen lévő RNS-molekulák összessége – A lektor)* tekintetében is összefüggnek a viselkedéssel” – magyarázza Avalos, majd hozzáteszi, hogy „gyakorlatilag az utolsó lépésnél tartunk”.

„Ideális esetben a tanulmányban szereplő célmarkerek átalakíthatók egy szűrőpennellé, amely segítségével a méhtenyésztők kifejleszthetnek új, az atkával szemben ellenálló vonalakat, vagy ellenőrizhetik a saját állományukat. Arra törekszünk, hogy ez a szűrés megbízható, költséghatékony és intuitív legyen.” Avalos megemlíti,



4. kép: A mézelő méhek tenyésztését, genetikáját és fizioológiáját kutató tudományos munkacsoport tagjai módosított megfigyelőkaptárakban figyelik a kísérleti VSH-méhcsaládok választát a fertőzött fiasításra. A munka a viselkedést jelző genetikai markerek megállapításához szükséges. A képen David Dodge (balra elől), Daniel Winfrey (balra hátul) technikusok, valamint Arian Avalos (jobbra elől) és Jodie Gerds (jobbra hátul) kutatók láthatók.

hogy szorosan együttműködnek a Breeding Insighttal – ez az amerikai Mezőgazdasági Minisztérium által működtetett támogató cég segít eljuttatni a kísérletek eredményeként létrejövő genetikai paneleket a méhészekhez. A régebbi szelektív tenyésztési programokból ez a lépés teljesen hiányzott.

A munkacsoport már sikeresen létrehozott egy, a meglévő genetikai állomány felismerésére szolgáló tesztet orosz méhek azonosítására egy másik tenyésztési programban, és remélik, hogy a VSH esetében is hasonló modellt tudnak alkalmazni. „Egy SNP- (*single nucleotide polymorphism*) panel segítségével elég könnyedén megállapítható, hogy mi tesz orosz méhvé egy orosz méhet” – magyarázza Rinkevich.

Az SNP-teszt viszonylag olcsó, az orosz méhek tenyésztését pedig átadták az Orosz Méheket Tenyésztők Szövetségének. A saját állományuk fenntartása az ő felelősségük, a USDA konzultációkkal és a genetikai interpretációk értelmezésével segíti őket, így a tenyésztők és a vásárlók is biztosak lehetnek benne, hogy tényleg valódi orosz méheket tenyésztenek. „Mostanra eléggé megemelték az orosz méh fajtakövetelményeit, így sokkal jobban kiütkeznek a tulajdonságai” – ismerteti a tevékenységüket Rinkevich.

Az orosz méhek tenyésztése Avalos szerint is „úttörő” a genetikai szűrések és az analízis rendszerének a kialakításában. Ugyanezt szélesebb körben meg lehet majd csinálni a VSH-val, amint lesz a kezünkben egy megbízható, kipróbált SNP-panel. Ez régóta a méhanyanevelők egyik legfőbb célja a világ minden táján, bár részben a tulajdonság rendkívüli összetettsége miatt egyelőre nemigen sikerült elérni. De úgy látszik, már nincs messze a cél.

„Csodálatos lenne, ha lenne valami molekuláris marker, ami a varroával szembeni ellenálláshoz vagy ezekhez a másik tulajdonságokhoz kapcsolódna” – így Robertson. Ő maga is kísérletezett ilyesmivel a molekuláris biológia terén folytatott PhD-kutatására támaszkodva, időnként pusztá kíváncsiságból még fizetett is a saját célra használt szekvenálásokért. Inkább egy másfajta vizsgálati módszer, a kinomvizsgálat (*sokféle könyvtár hozzáférést lehetővé tevő program – A lektor*) pártján áll, de az SNP értékeit sem tagadja.

MEGÉRKEZTEK A JOBB MÉHEK

A Saskatraz, a Pol-line és az ehhez hasonló programok markeralapú szelekció nélkül is a siker – széles körű alkalmazás és terjesztés – kapujában állnak, és rajtuk kívül is léteznek még hasonló programok. A Hilo tenyészprogram szintén ezt az elgondolást követi: varroával szembeni ellenállásra tenyészt, az állományt a kontinensen végzett terepkísérletekben teszteli, a legjobban teljesítő méhanyákat pedig visszahozza további tenyésztésre Hawaiira. A Marla Spivak által Minnesotában kitenyésztett higiénikus méhek hatása pedig már érezhető is a méhészeti iparban.

Rinkevich szerint a minnesotai tenyészprogram sikere mindenképpen figyelemre méltó. „Amikor külföldre utazom, sehol nem találók olyan méheket, amelyek akár

csak megközelítenék a mi higiénikus állományunkat. Ezt pedig a minnesotaihoz hasonló tenyésztóprogramoknak köszönhetjük.”

Rinkevich a következőket fűzi még hozzá a témához: „Az motivál, hogy látom, mennyivel jobban teljesítenek ezek a Pol-line méhek atkaölő vegyszerek nélkül is a varroával szembeni ellenálló képesség és a sikeres áttelelés terén. Tudom, hogy ez hasznos eszköz lesz a méhészeknek, és jelentősen növeli majd a méhészetek fenntarthatóságát, jövedelmezőségét.” Most ideje továbblépni az elméleteket igazoló kísérletektől a nagy arányú kereskedelmi forgalmazásra. Robertson a Saskatraz-programmal már megmutatta, hogy ez lehetséges, így más programok, például a Pol-line, is átvehetik a már kialakult jó gyakorlatokat.

Alison McAfee,
American Bee Journal, 2026(2): 167–170;
fordította: Kernács Rebeka

A méheink támadják meg az atkákat, vagy legalább vegyék fel a harcot ellenük!



A remény hal meg utoljára, és immár elérkezett a megfelelő alkalom a méhészek számára is, hogy a méhcsaládjaink génállományában pozitív változtatásokat hajtsunk végre. Mindez azzal kezdődik, hogy a varroa atkák irtása érdekében a legjobb géneket részesítjük előnyben. Szerencsére számos kutató kifejlesztett már olyan módszereket, amelyeket mi, földi halandók is használhatunk az atkaszámok minimalizálására. Tegyük fel, hogy ön vagy egy kedves barátja sikeresen átteleltette a méhcsaládjait! Vegyék fontolóra, hogy kiaknázzák mindazokat a genetikai tulajdonságokat, amelyek segítettek a túlélőknek megérni a tavaszt az adott éghajlaton annak ellenére, hogy közben atkafenyegetés is leselkedett rájuk. Többek között Steven Cook, a Mezőgazdasági Minisztériumban (USDA) dolgozó kollégám is rendíthetetlen szószólója annak, hogy a legerősebb, sikeresen áttelelt méhcsaládjaiból –ideális esetben ezek alacsony atkaszámúak – hozzon létre osztott rajokat, amelyek maguknak nevelnek majd anyát, vagy az újonnan rendelt kölyök családjaiknak ezekből neveljen anyát. Ez egyrészt az állománynak a helyi körülmények melletti túlélőképességét bizonyítja, másrészt azt is, hogy ezek a méhek a legkomolyabb telelési kihívással: az atkákkal és



a hozzájuk kapcsolódó vírusokkal is sikeresen néztek szembe. Még szerencsésebb, ha a már korán repülő herék maguk is egy erősebb, áttelelt család leszármazottai, ami különleges esélyt ad arra, hogy genetikai szempontból előnyös apai és anyai génekre is szert tegyünk.

A stabilizáló szelekció genetikai fitnesz-alapú alkalmazásának tudományos hátterét megerősítette a Guelphi Egyetemen dolgozó Alvaro De la Mora és munkatársai által 2024 decemberében publikált tanulmány (*Animals*, 2024, 14: 3537). Amint azt a tekintélyes szerzők hosszú listája is bizonyítja, ezt a kutatást olyan léptékben végezték, ami a legtöbbünk számára kivitelezhetetlen lenne.

Ettől függetlenül az alapelvek megvalósíthatók, az eredményük lenyűgöző, és ha valamit, hát ezt biztosan el lehet végezni olyan összehangolt módon is, hogy az pozitív hatással legyen a méhcsaládok túlélésére.

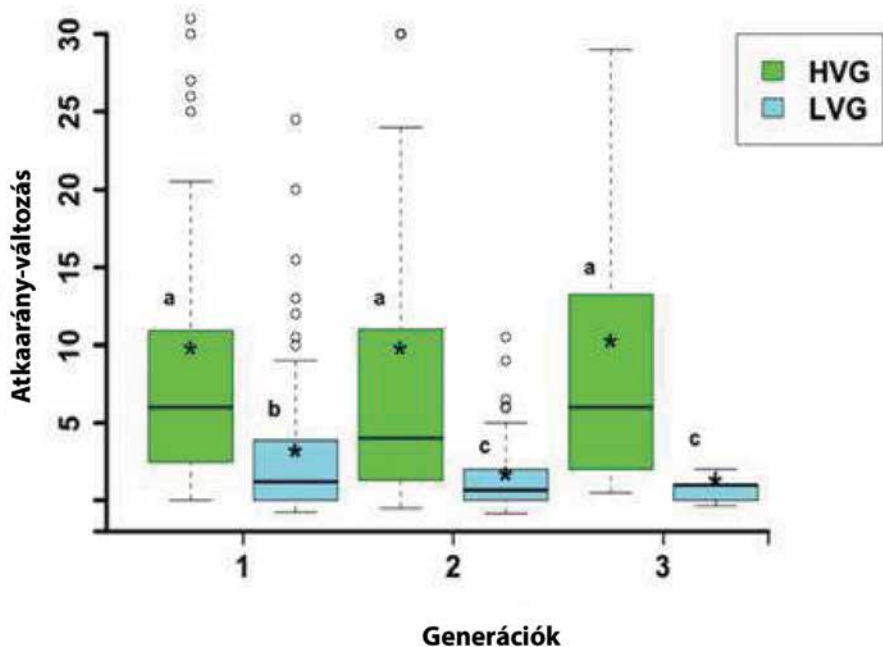
Fő szelekciós eszközük a régóta alkalmazott ragadós aljdeszka volt. Az ilyen aljdeszkájú kaptárakban élő, alacsony atkaszámú családokat egyszerűen meg lehet különböztetni a magas atkaszámúaktól: a lehullott atkákat háromnaponta megszámlálták. Összehasonlították az atkahullást több tucat családban a méhészdény eleje (azaz május, mivel ezt a tanulmányt Kanadában végezték) és a nyár vége (augusztus) között eltelt időszakban. A szaporodási mutató az atkaszám változása volt az adott időszakban, azaz az augusztusi atkaszám hogyan aránylik a májusihoz. A kísérlet kezdetétől fogva erős méhcsaládokat figyeltek meg mind az alacsony atkaszám (kismértékű varroaszaporulat vagy LVG), mind a magas atkaszám (nagyértékű varroanövekedés vagy HVG) esetében. Ezeket a családokat télen nyomon követték, és LVG vagy HVG családokból származó méhanyák tenyésztésére használták őket a következő tavasszal, több tucat osztott rajhoz. Az anyanevelés/anyásítás rész jelentette a legnagyobb kihívást a tanulmányban, és ezt tíz külön méhészetben végezték el a genetikai sokféleség fenntartásának a biztosítása érdekében. De ez akár egy méhészekből álló szövetkezet vagy egy tisztességes méretű anyanevelő üzem számára is megvalósíthatónak tűnik. Az eredmények már az első évben lenyűgözőek voltak: az atkarezisztenciában jelentős változatosság mutatkozott, ami a következő években még szembetűnőbb lett, s olyan méhcsaládokat eredményezett, amelyekben a szezonális atkák szaporodása 90%-kal csökkent a magas atkafertőzöttségű szomszédjaitokhoz képest. Ez abban mutatkozott meg, hogy a méhek könnyebben éltek túl, ami-

kor kísérletileg atkáknak tették ki őket, az egyedek alacsonyabb szinten hordozták a végzetes deformáltszárny-vírust, és a méhcsaládoknak jelentős mértékben, háromszorosára nőtt az esélyük, hogy átteleljenek a zord kanadai időjárásban. A kiválasztott családok amikor atkamentesek voltak, ugyanolyan jól teljesítettek a nyári növekedési és túlélési kísérletek tekintetében is, ami arra utal, hogy csak minimális hátrányuk származott az alacsony atkaszaporodási ráta és a magas arányú, sikeres áttelelés eléréséből.

Az 1990-es években vetették fel, hogy a dolgozóméhek „atkarágó” tulajdonságát is vizsgálni kell, mivel ez újabb mérhető viselkedés az atkarezisztens állomány kitenyésztésében. A Purdue Egyetemen



Greg Hunt, Krispn Given és mások is hamarosan ezt a tulajdonságot az atkarezisztens méhek tenyésztési eszközöként kezdték használni, aminek eredményeként létrejött egy olyan purdue-i atkarágó állomány, amelyre komolyan felfigyeltek a méhészek. Az egyetem több tucat méhanyanevelőt képzett ki ennek a genetikai tulajdonságnak az azonosítására. Hongmei Li-Byarlay, aki részt vett e korai tanulmányokban, máig folytatja az atkarágó méhek tenyésztéséért folytatott küzdelmét. Az ohioi Central State University hallgatóival (és Krispnnel) közösen két fontos cikket publikált, amelyekben leírja ezt a fajtajelleget, és olyan új eszközök kifejlesztésén dolgozik, amelyeket az anyanevelők használhatnak e tulajdonság kiaknázására. Az első publikáció, amelyet két hallgatóval, Jada Smithszel és Xaryn Clearevel jegyez (*Frontiers in Ecology and Evolution*, 9: 638308), kiemelte, hogy az atkák lerágására hajlamos családokból származó dolgozóméhek (amint azt a ragadós aljdeszkákon talált atkák hiányzó végtagjai is bizonyítják) valójában kissé eltérő szájszervvel rendelkeztek, mint az egyéb méhcsaládokból származó méhek. Talán ellentmondásosnak tűnik, de az atkalerágó méhek mandibulája (a méhek rágó szájszerve) valamivel rövidebb a vágóélek leghosszabb szakaszán mérve is. Ezt az eredményt további két atkarezisztens származási vonal esetében is megerősítették egy 2024. novemberi tanulmányban – lásd *Apidologie*, 56(1): 3. Miért lenne kisebb szájszervük az atkaharapó méheknek? A szerzők azzal



1. diagram: Atkaarány-változás

érvelnek, hogy a kisebb rágó jelentősen felgyorsíthatja a méheket az atkák végtagjainak az elkapása során. Ugyan azt feltételezik, hogy az atkarezisztens *Apis cerana* mézelő méheknek is kisebb szájszervük van, de a szerzők nem hozták összefüggésbe ezt a méretet az ázsiai méhek általánosan kisebb testméretével. Az atkák megharapása rendkívül ritkán megfigyelhető esemény, de nagyszerű lenne, ha valaki be tudná úgy mutatni, hogy megállapíthassuk: a rágó mérete ténylegesen hozzájárul-e a sikeres harapáshoz. Második eszköz gyanánt, amely segíthet az anyanevelőknek az atkarágó méhek kiszűrésében, a szerzők kifejlesztettek egy Android-alkalmazást: ez nagy felbontású atkafotókat használva segít számszerűsíteni a harapások gyakoriságát – lásd <https://zenodo.org/records/14045618>.

A csupán az atkaszám vagy az atkakar alapján végzett méhnemesítés nem végleges megoldás. Mint mindig, az atkabirodalom visszavág: „próbáljátok ki az aprócska rágóitokat EZEKEN a nehézpáncéltatú lábakon”. Sajnos mind a véletlenszerű, mind a költségalapú tényezők gátat szabnak a haladásnak (erre alkottam meg „a szándék romlandósága” kifejezést egy tanulmányomban, amely a *Bee Culture* 2018. májusi számában jelent meg; ez egy olyan szófordulat, amely határozottan nem terjedt el, de azt a tényt írja le, hogy minden előrelépés több kudarccal is társulhat, lásd <https://www.bee-culture.com/found-in-translation-15>). E mulandóság ellenére ezek a módszerek kiegészítik a higiénikus viselkedést és más, a méhek génállományának javítását célzó holisztikus módszereket az első számú ellenségük által jelentett fenyegetéssel szemben. Ha az önök állománya heterogén génkészlettel rendelkezik, vagy ha közösen ki tudnak dolgozni egy helyben működő módszert, fontolják meg, hogy idén arra összpontosítsanak, hogy a kevés lehulló atkával bíró méhcsaládokat azonosítsák, és nyomon követik. Esetleg ellenőrizhetik, hogy a lehullott atkáknál jellemzőek-e a hiányzó végtagok, és megjelölhetik a tulajdonságot mutató és nem mutató családokat, hogy lássák, hogyan teljesítenek ebben a méhészi éven és a következő tavasszal. Miután beazonosítják a sikeres családokat, érdemes lehet megosztani ezt a génállományt a szomszédokkal. Feltétlenül osszák meg a kapott eredményeiket Hongmeijel és Krispnnel; a tudósok mindig kíváncsiak arra, hogy a módszereik hogyan teljesítenek az érdeklődő méhészek kezében. Eközben figyeljenek azokra a kereskedelmi méhanyanevelőkre, akik képesek a jóval kifinomultabb, rendelkezésükre álló eszközeiket felhasználva ellenálló, „a szándék romlandóságától” mentes méhanyákat tenyészteni értékesítésre is.

Jay Evans,
Bee Culture, 2025(3): 16–17;
 fordította: Stall Nikolett

Az oxálsav titrálása

Kimérhetjük, hogy mennyi oxálsav kerüljön a kaptárakba, de szinte semmit nem tudunk arról, mi történik, amikor a sav eléri a méheket. Második éve kísérleteztem lassú felszívódású oxálsavval, amikor beláttam, hogy muszáj lesz rendet tennem ebben az ügyben. Így aztán leporoltam és tökéletesítettem a régen tanult kémiai analitikai módszereimet. Most kilencévnnyi adatom vár publikálásra. Öveket becsatolni!

Megjegyzés: Úgy terveztem, hogy a különböző párologtatási technikákkal a kaptárba kerülő sav mennyiségéről fogok írni, de jobbnak láttam, ha először bevezetem az olvasót a titrálás rejtelseibe. A párologtatás eredményeiről majd a következő részben lesz szó.

Az interneten és a szakirodalomban bőségesen elérhető útmutatók az elpárologtatandó oxálsav mennyiségét jórészt **megalapozott becsléssel, illetve azon az alapon állapítják meg, hogy mi az, ami „korábban már bevált”**. Az olvasóim pontosan tudják, hogyan viszonyulok az adatokkal nem alátámasztott becslésekhez, így amikor 2017-ben elmerültem az OAE- (lassú felszívódású oxálsav hatóanyagú) csíkokkal és betétekkel folytatott kísérletekben, kíváncsi lettem, hogy a különböző alkalmazási módszerekkel pontosan mennyi sav is kerül a méhek testére, hogyan oszlik el a vegyszer a kaptárban, mennyi ideig marad ott, illetve a glicerín hozzáadása mennyiben befolyásolja az eloszlását és a felszívódás sebességét. Kőkemény adatokat akartam, nem becsléseket meg feltételezéseket, de előbb a megszerzésük módját kellett kitalálnom.

A DÓZIS KÉRDÉSE

Gyakorlati kérdés: Mik a jóváhagyott dózisok, és hogyan viszonyulnak a méhekre kerülő vegyszer mennyiségéhez?

Az oxálsavas kezelésekhez használt vegyszert *grammban* mérjük ki, a varroákra azonban az egyes méhekre kerülő savmennyiség fejt ki közvetlen hatást – ami annyira kevés, hogy csak **mikrogrammokban** (μg , 1 gramm milliommodrésze) mérhető. A környezetvédelmi szabványoknak megfelelő utasítások alapján kiszámolható, hogy **elméletileg mennyi az egy méhre kerülő** átlagos savmennyiség – feltéve, ha az összes vegyszer a méheken köt ki (1. táblázat).

Gyakorlati alkalmazás: Az Api-Bioxal címkéjén szereplő utasítások szerint a kaptárankénti maximális dózis csurgatással 1,75 gramm, egy két fiasításfészket tartalmazó kaptárhoz párologtatással viszont 8 grammot ajánl. Nem is beszélve az 56 grammról, amit egy teljesen teli dupla mélyládás kaptárhoz ír (7 gramm × 8 csík).

Miért jóval magasabb a VarroSan címkéjén ajánlott dózis? Azért, mert csurgatással vagy párologtatással a vegyszer közvetlenül és azonnal a méhekre kerül. A lassú felszívódású VarroSan csíkokkal (vagy a kaptárba fektetett szivacsokkal) azonban a méheknek aktívan kapcsolatba kell kerülniük; a dózis csak az alkalmazást követő negyedik napon tetőzik, azután pedig lassan csökkenni kezd (hasonló hatást fejtve ki, mint a hosszú időn át hetente alkalmazott párologtatás).

Oxálsav elméleti dózisa 1 méhre vetítve (µg)					
Csurgatás		Spray		Párologtatás	
35	g oxálsav (OA)	35	g oxálsav (OA)	Eredeti adag	Elpusztult
1000	ml / cukorszirup	1000	ml / cukorszirup	1	g OA / fiasításfészkek
35 000	µg / ml	35 000	g / ml	20 000	méh / teli fészkek
5	ml / léputcányi méh	3	ml / 1000 méh	50 µg	párologtatóba kerülő OA (mg) / méh dózis
175 000	µg / OA / léputcányi méh	105 µg	µg OA / méh dózis	25 µg	50% korrigált µg OA / méh dózis
2000	méh / léputca			Új jóváhagyott adag	
88 µg	OA / méh dózis			4	g OA / fiasításfészkek
				20 000	méh / teli fészkek
				200 µg	párologtatóba kerülő OA (mg) / méh dózis
				100 µg	50% korrigált µg OA / méh dózis

1. táblázat: Az elméleti, méhenkénti dózis minden alkalmazási mód esetén kb. 100 mikrogramm. **Megjegyzés (1):** A címke szerint a csurgatáshoz csak 35 gramm szükséges, ami egy méhre leosztva elvileg 88 mikrogramm, de az oldatból „családonként maximum 50 milliliter használható, akár kölyök családokról, akár egyfiókos vagy többfiókos kaptárról van szó”, ami alapján egy méhre nagyjából 58 mikrogramm jutna egy közepesen erős, harmincezer egyedtel számoló méhcsalád esetén. Fent kiszámoltam a gyakrabban használt „közepes” erősségre vonatkozó adagolást, egy léputcányi méhre leosztva. **Megjegyzés (2):** Korrigáltam az elpárologtatott mennyiséget, így a számok jobban tükrözik azt a tényt, hogy a párologtatóba helyezett oxálsavnak nagyjából csak a fele létezik az eredeti formájában.

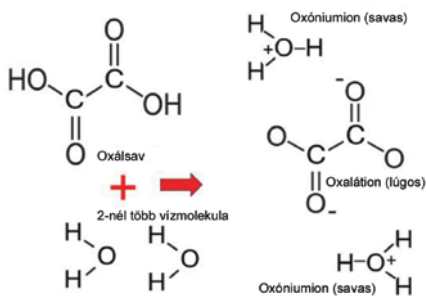
Gyakorlati alkalmazás: Rettenetesen frusztráló, hogy az EPA nem engedélyezi saját használatra a szabványoktól való eltérést, hiszen minden cégnek évekre telik egy-egy szer engedélyeztetése, a címkén szereplő ajánlások felülvizsgálata pedig legalább ugyanennyi időt vesz igénybe.

SAVAK BIZTONSÁGOS KEZELÉSE

Mielőtt továbbmennénk, kénytelen vagyok tartani egy kis kémiaórát. Az oxálsav egy természetes anyag, maga az emberi test is termeli, ezenkívül megtalálható még számos ehető növényben (a növényevők és gombák elleni védekezés egyik formájaként). Ahogy valószínűleg többen tapasztalták már, az oxálsav-dihidrát kristályos állapotban egyáltalán nem lép reakcióba a száraz bőrrel, de vízzel reagálva égést okoz (ezért veszélyes oxálsavas kézzel a szemet dörzsölni vagy belélegezni az elpárolgott savat). Ennek oka, hogy az oxálsavnak **fel kell oldódnia a vízben**, hogy kifejtse savas hatását (1. ábra).

A sav oldódása során felszabaduló ionok korrozív hatást fejtenek ki, ahogy ezen a bőrkesztyűn is látható (feltéve, hogy biztosítva van a nedves közeg; lásd az 1. képet).

A fiaim és én nagy mennyiségű kristályos savat és folyékony hangyasavat használunk, tehát a megfelelő elővigyázatossággal nem okoz gondot a savakkal való munka. Nem viselünk gázmaszkot, de mindig van rajtunk műanyag munkavédelmi kesztyű, a folyékony savak kiöntésekor kötelező a védőszemüveg, és mindig van a kezünk ügyében egy nagy üveg szóda-bikarbóna a sav semlegesítéséhez (2. kép).



1. ábra: A vízmentes oxálsav erősen higroszkópos (nedvszívó), tehát a környezettel, de akár a levegő nedvességtartalmával is azonnal reakcióba lép, és oxálsav-dihidrát képződik (ezt használjuk mi, méhészek is), ami szintén nem reaktív egészen addig, amíg további nedvességgel nem lép érintkezésbe. Ekkor disszociáció következik be, a molekula reaktív oxóniumra és oxalátionra esik szét.

1. kép: Ne hagyjuk, hogy a bőrkesztyűre kerüljön oxálsavat nedvesség érje! Akárcsak a bőrünk, a kesztyű is egészen addig marad épségben, amíg az oxálsav száraz, kristályos állapotban van. De a víz jelenléte (igen, még az izzadságé is!) a sav disszociációját idézi elő, amely során erősen maró hatású oxónium és kelátképző oxalátion keletkezik (ami kötést képez a fémionokkal, a rozsdát oldhatóvá teszi, de a kalciumból például oldhatatlan veseköveket csinál). Az oxálsav a glicerinen is elbomlik, majd mivel a szintén higroszkópos glicerint nedvességet nyel el a levegőből, tovább bomolva savat képez, különösen magas páratartalom mellett.

Vigyázat! Mindig legyen első a biztonság! Egyik sav sem fog azonnal égő érzést okozni a bőrön, ám a szövetek attól még károsodnak (ahogy a méhészek legtöbbször visszatekintve meggyőződhetett róla). Ezért rendszeresen nyaljuk meg az ujjainkat (a savas kémhatás a citromléhez hasonló ízként jelentkezik, ezért citromízű ujjakkal senki se nyúljon az orrába vagy a szemébe), mindig tartsunk valamilyen semlegesítő anyagot a munkahelyünk közelében, és igény szerint használjuk!

MI A VARROA ELLENI AKTÍV ÖSSZETEVŐ?

A vegyszereket tesztelő laboratóriumoknak általában megszabják, hogy számszerűen adják meg a mézbe vagy a méhviaszba kerülő vagy a kaptárba beadott csíkon maradó vegyszer mennyiségét, a laborok azonban rendszerint egy *proxy* – az *oxalácion* – jelenlétét tesztelik a sav kimutatásához, nem magát a savat mérik.

Ebből magától adódik a kérdés, hogy *a varroát a savasság vagy az oxalácion pusztítja-e el*. Nanetti már 1999-ben világosan kimutatta, hogy a hatást a savasság, nem pedig az oxalácion fejtí ki. A szakirodalomban azonban egymásnak ellentmondó eredmények olvashatók – némelyik szerint az oxalát ártalmatlan, mások viszont nagyon komoly testi károsodások veszélyeire figyelmeztetnek. Miután egy Apimondia-n halottam, hogy az oxálsav az atkák keringési rendszerének az összeomlását okozza, muszáj volt személyesen kiderítenem, hogy mi az igazság (3. kép és 2. ábra).

Most, hogy ezt megbeszéltük, ideje rátérnünk az eredeti kérdésre: hogyan tudjuk megmérni az oxálsavas kezelés után a méheken maradó vegyszermaradvány mennyiségét?



2. kép: Munka közben sav kerülhet a kézre, és a ruhára vagy az arcra is fröccsenhet belőle (ez elkerülhetetlen!). Mindig legyen nálunk jó adag erős szódadikarbóna-oldat egy felírtos flakonban, amivel azonnal semlegesíthető a sav, illetve megtisztítható a kaptárszolga és a füstölő.



3. kép: Összekevertem egy kevés oxálsavat nátrium-hidroxiddal (lúggal), így nátrium-oxalát keletkezett. Ezután egy csoport méhet spray segítségével oxálsavoldattal, egy másikat pedig az oxálsavval egyenlő koncentrációjú nátrium-oxaláttal kezeltem (mindkét csoportban négy-négy pohárnyi méh volt). Két nap elteltével megszámoltam a lehullott atkákat, majd lemosásos módszerrel megállapítottam a méheken maradt élő atkák számát.



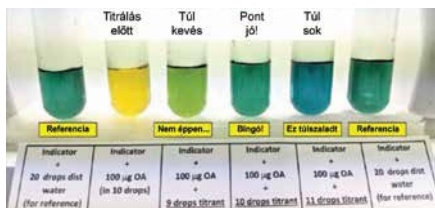
2. ábra: Egyértelmű, hogy a sav öli meg az atkákat, nem pedig az oxaláttal!

3. ábra: A méhészek világszerte egyre gyakrabban használják az oxálsavat atkairtásra, a kaptárban való eloszlás és a tartósság jobb megismerése nélkül azonban sötétben tapogatózunk

A MÉHEKEN MARADÓ OXÁLSAVMARADVÁNY MENNYISÉGÉNEK A MEGHATÁROZÁSA

Több mint harminc éve használunk oxálsavat a méhek kezelésére, de fogalmunk sincs róla, hogyan oszlik el, és meddig marad meg a vegyszer a kaptárban (3. ábra).

2017-ben hosszas kísérleteket folytattam annak a megállapítására, hogy pontosan mennyi oxálsav kerül egyetlen méhre *mikrogrammban*. Közben azonban rájöttem, hogy nem használhatom a gramm nagyságrendű titrálásokhoz alkalmazott indikátort (fenolftaleint), mivel a levegőben lévő szén-dioxid gyorsan oldódik, és szénsavat képez, ezáltal meghamisítja a titrálás eredményét. Olyan indikátorra volt tehát szükségünk,



4. kép: A titráshoz pipettával adagoljuk a kalibrált titrálóoldatot (nátrium-hidroxidot) a savasság meghatározására, az eredményt pedig átszámítom az oxálsav megfelelőjére (mivel a titrálás a H⁺-ionokat mutatja ki, nem magát az oxálsavat). A titrálás eredménye mikrogramm-pontosságú, mivel a kék elszíneződést lehetetlen nem észrevenni.



5. kép: Az otthoni laboratóriumban több munkaszettet is kialakítottunk. Rengeteg időt vesz igénybe a titrálóoldat kalibrálása és az oldat megfelelő kékeszöld színének a beállítása, de ha ez kész van, maga a titrálás már gyerekjáték (egy vizsgálat csak néhány másodpercet vesz igénybe). A weboldalunkon (Scientificbeekeeping.com) videón is megtekinthető a folyamat.

amely a szénsav savasságánál alacsonyabb pH-értéken is megváltoztatja a színét – a brómkrezol-zöld lett a befutó.

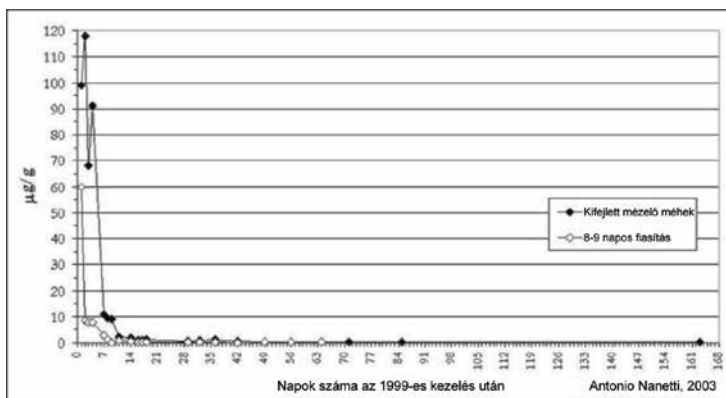
A kezdő oldatunkat kékeszöld színre állítottuk be. Ha ebbe beledobunk egy méhet, a testén levő oxálsavmaradvány azonnal (és arányosan) a sárga–narancssárga irányába változtatja az oldat színét (4. kép).

Az évek alatt a munkatársammal, Rose-zal több ezer alkalommal mértem meg titrálós módszerrel a méhekre tapadt sav szintjét egyenként és csoportosan is, a legkülönbözőbb oxálsavas kezeléseket követően (5. kép).

A SAV KONCENTRÁCIÓJA IDŐVEL MEGLEPŐEN GYORSAN CSÖKKEN

Az első titrálós kísérleteim alatt több alkalommal megfigyeltem, hogy a néhány napig szobahőmérsékleten (vagy akár a mélyhűtőben) tárolt, oxálsavkezelés következtében elhullott méhek savassága drasztikusan csökkent (ami miatt sajnos több száz lefagyasztott mintát ki kellett dobnom).

Nem én figyeltem meg elsőként az oxálsav villámgyors eltűnését: ebben a kérdésben felülmúlhatatlanok az olasz Antonio Nanetti, az oxálsavas kezelések egyik úttörőjének érdemei. Az egyik módszere az volt, hogy C_{14} -et tartalmazó oxálsavat használt, így a C_{14} bomlása alapján pontosan meg tudta határozni az oxalátion jelenlétének az időtartamát a méhek testén és a szervezetükben is (4. ábra), ezenkívül a szén-dioxiddá való átalakulását is megfigyelte (és arra következtetett belőle, hogy a méhek lebontották a savat).



4. ábra: Nanetti a C_{14} izotóp segítségével követte nyomon az oxálsavat a kaptárban, és úgy találta, hogy a csurgatásos kezelés után közvetlenül az izotópos oxalátion gyorsan eloszott a méhek között, majd a kezelést követő hetekben feltűnő gyorsasággal eltűnt, a maradványai azonban nyomokban még hónapokkal később is kimutathatók voltak. Minden adatpont átlagosan öt méhet jelent, ezek szerint a legmagasabb leolvasott értékek átlaga 12 mikrogramm lehetett méhenként (ez majdnem egyezik a mi mérési eredményeinkkel is).

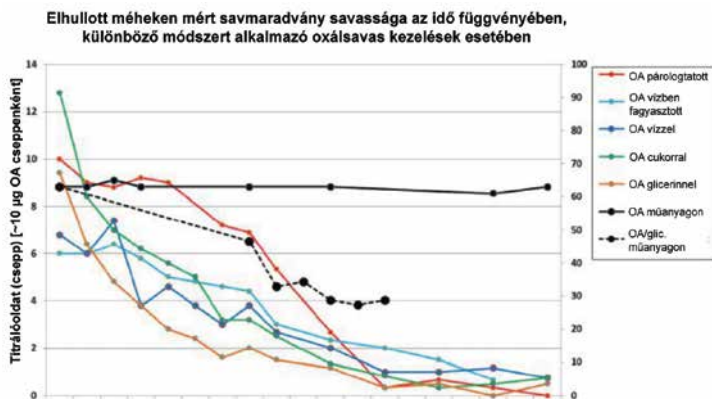
Ezek a mérések azonban csak az oxalátiórra, az oxálsav aktív tulajdonságának – **a savasságának** – egy megbízhatatlan jelzőjére érvényesek. E savasság pedig gyorsan eltűnt az **elpusztult, száraz** méheimről, vagyis elvileg ebben nem játszottak szerepet biológiai folyamatok. Lefolytattam tehát egy kísérletet, amellyel nyomon tudtam követni a savasság csökkenését az elpusztult, száraz méheken (5. ábra).

A további kísérletek során megtudtam, hogy a sav a rákok páncélján szinte azonnal semlegesítődik, valószínűleg a páncél kalcium-karbonát-tartalma miatt. A rovarok kitinpáncélja azonban jellemzően kevés karbonátot tartalmaz, tehát úgy tűnik, hogy az oxálsav oxóniumionjai valamilyen módon bázis hiányában is képesek semlegesítődni (még száraz, alacsony páratartalmú környezetben is). Vajon mi folyik itt?

Gyakorlati alkalmazás: Itt egy vizsgálatért könyörgő kutatási téma. Milyen kémiai reakciók játszódnak le ebben a folyamatban, és milyen melléktermékek jönnek létre, ha az oxálsav cukorral, glicerinnel vagy a méhek kutikulájával érintkezik?

ÉS MI VAN AZ ÉLŐ MÉHEKKEL?

Ennek a cikknek a begépelése közben vetődött fel bennem, hogy mennyire tudják a méhek egyszerűen lesöpörni magukról az oxálsav párologtatása során rájuk kerülő mikrokristályokat. Ezt is megvizsgáltam egy egyszerű kísérlettel. Összeraktam néhány elpusztult, kiszáradt méhet élő méhekkal egy kis műléppel felszerelt műanyag



5. ábra: A két fekete vonal az oxálsav jelenlétét mutatja vízben és glicerinnel, műanyag tárgylemezen; a többi vonal különféle módszerekkel kezelt, elhullott és kiszáradt méheket jelöl. Figyeljük meg, hogy a műanyag lapra helyezett oxálsav savassága nem változott. A száraz méhtesteken, cukorral vagy glicerinnel keverve azonban a savasság gyorsan csökken.

zárkába, majd adtam nekik egy kis oxálsavpárát (egészen addig, amíg az összes kicsit „porosnak” nem látszott). Ezután az elpusztult méheket elkülönítettem egy másik ketrecbe (hogy ne érintkezhessenek az élőkkel), és mindkét csoportot betettem egy 30 Celsius-fokra és 65%-os páratartalomra beállított inkubátorba. Két óra elteltével az élő méheket gázzal elkábítottam, hogy mikroszkóp alatt megvizsgálhassam, van-e különbség a két csoport kinézete között. Volt különbség! (Lásd a 6. képet!)

De ez nem jelenti azt, hogy az összes savat egyszerűen letisztogatták egymásról – amikor megvizsgáltam az élő méheket, az indikátoroldat még mindig meglehetősen savas kémhatást mutatott ki. Megfigyelhető az is, hogy a méhek testén a „szőrszálak” mindenhol csapzottnak látszottak, ahol a tisztogatás elérhette őket (ellentétben a tor felső részével, amit nem érnek el). Tehát szerepet játszott a tisztogatás is, de akkor mi lett a tor tetejére került savkristályokkal?



6. kép: Két óra elteltével már látványos volt a különbség a két csoport között – az élő méheken (balra) a savkristályok alig voltak láthatók, az elhullott méheken azonban még mindig tisztán kivehetők voltak (jobbra)



7. kép: Balra: Összegyűjtöttem annyi méhet, amennyi egy rétegben teljesen lefed egy lépet, és párologtatott oxálsavval fújtam be őket, amíg enyhén porosnak nem látszottak (a képen már visszazártam a poharukra a fedelet). Ezután elvittem őket a laborba, és hármat megvizsgáltam titrálással (átlagosan 225 μg sav volt rajtuk, jóval több, mint terveztem). Jobbra: Ezután egy 30 Celsius-fokra és 65%-os páratartalomra beállított inkubátorba tettem őket, és óránként megvizsgáltam belőlük három-ötöt.

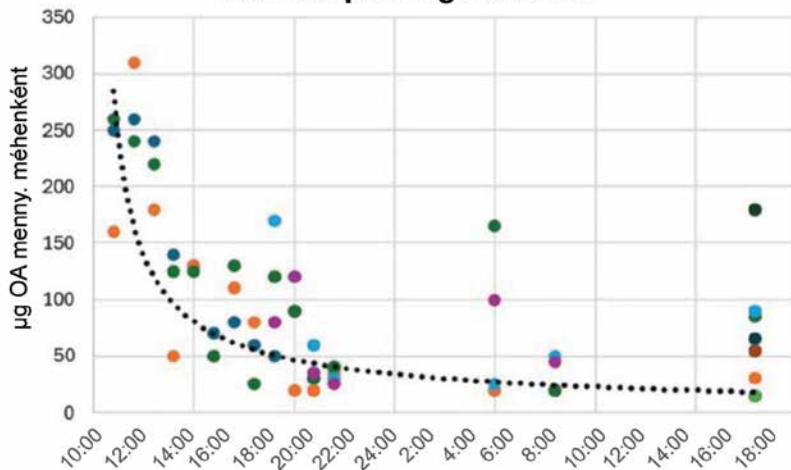
Most már igazán kíváncsi voltam, hogy mi történhetett az élő méhekre került savval. Gyorsan csináltam még egy kísérletet (egy nappal ennek a cikknek a leadási határideje előtt), amellyel nyomon követhettem az élő méhekre került savkristályok eltűnésének a folyamatát (7. kép és 6. ábra).

Nem adagoltam túl szándékosan ezeket a méheket, többet mégis elpusztulva találtam a kaptár alján tizenkilenc órával a kezelés után. Ezek kétszer olyan savasnak bizonyultak a vizsgálat során, mint az öt élő példány átlaga ugyanabból a kaptárból. Ebből az következik, hogy 200 mikrogramm párologtatott oxálsavval való érintkezés a méhekre nézve halálos (a 7. kép egy hasonló esetet mutat). A kísérlet végén, harminckét órával a kezelés után a méhek körülbelül egyharmada elpusztult, de ekkorra az elpusztult méhek savassága már nagyjából megegyezett az élő társaikéval – egy méh még 180 mikrogramm oxálsavkristállyal a testén is igencsak aktív maradt (fogalmam sincs, hogyan).

A fenti eredmények alapján 250 mikrogramm már erősen mérgező a méhekre; ez azonban ellentmond Martín-Hernandez eredményeinek, aki kétszer ilyen magas határértéket állapított meg – igaz, ő mikropipettával juttatta a savat a méhekre.

Ennyi oxálsav még az emberekben is kárt tenne! Hogyan bírják mégis elviselni a méhek?

A savasság mértékének változása zárkázott méheken oxálsav-párologtatás után



6. ábra: Minden időpillanatban nagy különbségek voltak a savasságban, a savasság csökkenése azonban világos irányt mutatott. Nagyon meglepett, mennyi méhen mutatott kiugró értékeket a savasság mérése. (Vajon ez segíthet a varroa elleni védekezésben?)

Gyakorlati alkalmazás: A méhek elviselik a mérsékelt oxálsavterhelést, de ez nem jelenti azt, hogy semmilyen ártalmat nem szenvednek tőle. Szemmel láthatóan irritálja őket, és bár családszinten a negatívumokat messze meghaladja az atkaszám csökkenése által elért pozitív hatás, többet kell megtudnunk az oxálsavval kapcsolatos költség–haszon viszonyrendszeréről.

HOGYAN KÜZDHETNÉK MEG A MÉHEK A SAVVAL?

Milyen hatása van tehát a méhek „bőrére” került savnak, és hogyan tudják (aktívan vagy passzívan) kémiaiilag semlegesíteni azt?

- Először is, a méhek enyhén savas környezetben élnek. A méz is enyhén savas, éppúgy, mint a méhkenyér (a baktériumok által termelt tejsav miatt). **Egy virágpor-csomónyi méhkenyér vagy méz savassága a titrálás eredménye szerint több száz mikrogrammnyi oxálsavval egyenértékű.** A méhek tehát egyértelműen képesek lenyelni és lebontani az oxálsavat, ahogy az Nanetti kísérleteiből is kiderül (bár tény, hogy ez okozhat átmeneti emésztési zavarokat, azonban érdekes módon éppen ez hatékonynak bizonyulhat a nozéma ellen).
- A méhek ezenkívül képesek „mérget” kenni a testükre, ami hatékonyan semlegesít mindenfajta savasságot (erről lesz még szó bővebben a további részekben).
- Az oxálsav ezenkívül reakcióba lép a méhek kültakaróját alkotó kitinnel (ipari méretekből is alkalmazzák kitin tisztítására mikroszálak előállításakor). Ez azonban károsítja a kitin felszínét, és azt sem tudjuk még, hogy milyen hatást gyakorol az oxálsav a méhek szagláshoz és ízleléshez használt szervecskéire.
- A fentiekkel összefüggésben úgy tapasztaltam, hogy az oxálsav a méhek testén az atkákat taszító szagot képez (ezt a későbbiekben részletesebben kifejtem).

Tanulság: Egyértelmű, hogy az oxálsavval való érintkezés gyorsan elpusztítja az atkát. Ugyanez a sav 100 mikrogrammnál nagyobb dózisban károsíthatja vagy akár el is pusztíthatja a méheket is. Azt viszont még nem tudjuk, mit kezdenek a méhek ezzel a korrozív vegyszerrel, ha a testükre kerül.

Gyakorlati alkalmazás: Csábító lehet a dózis megemelésének a gondolata, ha a lehető legtöbb atkát akarjuk elpusztítani, de oda kell figyelniünk, nehogy kárt tegyünk egyúttal a méheinkben is. A titrálás segítségével megtalálhatjuk a kényes egyensúlyt.

VISSZA A TITRÁLÁSHOZ

Még nem egészen sikerült rájönnöm, *miért* veszíti el gyorsan a savasságát az élő vagy elpusztult méhek testére került oxálsav, azt azonban megtanultam, hogy a mintákat rögtön analizálni kell (és nem lehet lefagyasztva tárolni, mint a más célokra preparált méhmintákat). Ezért a legtöbb titrálást már helyben, a terepen végezzük (8. kép).



8. kép: Kisebb dózisban az oxálsav nem tesz kárt a méhben, 200 **mikrogramm** oxálsav egy méh 110 milligrammos testén azonban olyan, mintha egy 80 kilogrammos ember testén 132 **gramm** oxálsav lenne. A képen kizárólag illusztrációként 132 gramm oxálsavat tartok a kezemben (nem akarok semmit sugallni, de gyanítom, hogy ennyi oxálsav bármilyen bolhát, atkát, tetűt vagy kullancsot megölne egy emberen).

A SAVASSÁG VÁLTOZÁSA A MÉHEKEN

Akármilyen egyenletesen próbáljuk is eloszlatni az oxálsavat a kaptárban, mindig hatalmas különbségeket mérünk az egyes méhekre kerülő sav mennyiségében (9. kép).

A titrálás nem árt a méheknek! Figyeljük meg, hogy a folyamat során a méhek nem pusztulnak el! A terepen végzett munka egyik nagy előnye, hogy a mérés után szabadon elhagyhatják a kémcsövet, és azonnal visszarepülhetnek a kaptárjukba, vagy ha nagyon vizesek, hagyjuk őket nyugodtan megszáradni!



9. kép: Rose titrálásokat végez a terepen (olyan sebességgel, ahogy én a kémcsövekbe tudom rakosgatni a kiválasztott méheket)

MI A MÉHEKNEK LEGKEVÉSBÉ ÁRTALMAS DÓZIS?

Rengeteg méhen elvégzett titrálás alapján az *átlagosan* 15–50 **mikrogramm** méhenkénti savmaradvány *az egész kaptárban eloszlatva* hatékony az atkák ellen, a 100 mikrogramm feletti savmennyiség azonban már képes elpusztítani a méheket (10. kép).

Gyakorlati alkalmazás: Megfigyeléseink szerint az oxálsav a közvetlen érintkezés során a savas kémhatás következtében fejt ki a hatását a varroóra (bár a citromsav hasonló dózisban semmilyen hatást nem gyakorol az atkákra). A titrálások és a lehullott atkák vizsgálata arra a nem meglepő eredményre vezetett, hogy oxálsavas kezelést követően a gyors atkapusztulás erősen korrelál a méhek testének a savasságával.



10. kép: Egy tipikus kémcsőtartó méhtitrálásokkal egy kezelés után – ebben az esetben tíz perccel a párologtatás után (amiről feltételezzük, hogy a pára egyenletesen oszlott el a kaptárban). Figyeljük meg az indikátoroldat színében mutatkozó eltéréseket a kékeszöldtől a narancssárgás árnyalatokig! (A tartót úgy raktam össze, hogy a bal szélén egyáltalán nem savas kontrolloldatok legyenek, mellettük pedig tíz méhminta.) Ezen a képen a méhek egy részén nem volt érzékelhető savmennyiség (nincs színváltozás), a sárga színű oldatok viszont 200 mikrogramm savat jeleznek.



11. kép: Közvetlenül az 1 gramm oxálsavval végzett párologtatásos kezelést követően kiderült, hogy néhány méhet telibe találhatott a vegyszer, mert a tetemeik hamarosan megjelentek a kijárónál. A felső méhet 1100 mikrogramm oxálsav érte, és azonnal elpusztult. A többi méh savassága 20 mikrogramm vagy ennél is alacsonyabb volt.



12. kép: Most már tisztán látunk! Többé nem kell hónapokat tölteni egy oxálsavas kezelés hatékonyságának a meghatározásával, mert néhány perc alatt előre tudjuk jelezni az eredményt.

Mostanra az olvasó meggyőződhetett róla, hogy a titrálás rendkívül hasznosnak bizonyult az atkairtasra használt oxálsavas kezelés hatásainak a vizsgálatában (11. kép).

EGYETLEN KUTATÓNAK SEM KELL VAKON DOLGOZNI

Boldogan megosztom a kísérleteink során alkalmazott módszereinket minden kutatótársammal, jelenleg is az általunk használt protokoll megírásán dolgozom.

Lassan kifogyok a megengedett karakterszámból, tehát a következő részben bemutatom körülbelül húsz-, **különböző módszerek és dózisok alkalmazásával oxálsav-párolgató kezelésben részesített** kaptár titrálási adatait. Ezután a titrálásaink eredményeit jóval többféle kezelési módszerre (például a VarroXSan és egyéb lassú felszívódású csíkok és betétek alkalmazására) is kiterjesztem.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönöm mindenkinek, aki anyagilag támogatta a vizsgálataimat – az egyetlen forrássomat a méhésztársaim jelentik. Szeretném ezúton is hálámat kifejezni a munkatársaimnak, Rose Pasetesnek és Corrine Jonesnak, akik segítettek elvégezni a „piszkos munkát”.

Randy Oliver,
American Bee Journal, 2025(12): 1327;
 fordította: Kernács Rebeka

Oxálsavmaradék a kaptárban párologtatásos kezelés után

PÁROLOGTATÁSBÓL SZÁRMAZÓ OXÁLSAV-LERALÓDÁS VIZSGÁLATA

Az előző cikkemben részletesen bemutattam a savas kémhatás meghatározásához és méréséhez használt titrálást (lásd a 91. oldalon); most ideje visszatérni az oxálsav párologtatásához (később végigvesszük a csurgatást, a lassan felszívódó verziókat és a többi alkalmazási lehetőséget is). Mivel bebizonyosodott, hogy a párologtatóba tett savnak csak körülbelül a fele távozik egyáltalán a gépből, ideje újraértelmezni az „adagolás” fogalmát.

A méhek a kaptárban nem az oxálsavpárának vannak kitéve – mire a felhő elér a méheket, mikrokristályokból álló permitté alakul át, ami aztán leülepszik, vagy elektrosztatikusan hozzátapad a kaptár felületeihez. Ellentétben a fiasítás fedelén is áthatoló hangyasavval, az oxálsavkristályok csak a méhek testén és a lép felszínén, illetve a felfelületeken rakódnak le (1. kép).

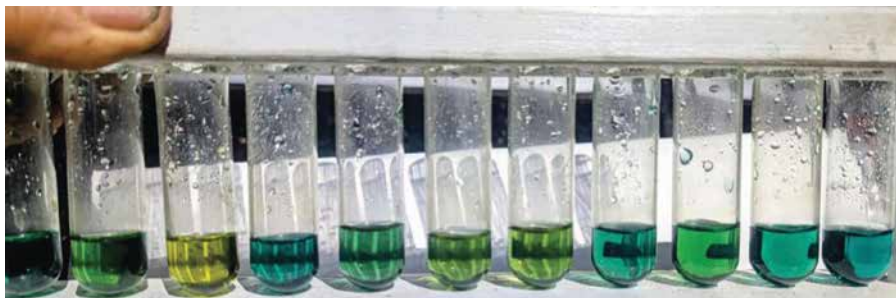
Tapasztalataink szerint a párologtatás után nagyjából két-három órával mérhető a legerősebb savas kémhatás a méhek testén, a következő huszonnégy órában azonban a savasság rendkívül gyorsan csökken (akár 90%-kal) – ezért a párologtatás utáni lerakódásokat mérő titrálást két-három órával a párologtatás után végeztük.

AZ 1 GRAMMOS „ADAG” TANULSÁGAI

Az Api-Bioxal párologtatás EPA (az USA Környezetvédelmi Hivatala – A lektor) által jóváhagyott dózisa eredetileg 1 gramm por állagú oxálsav volt **kaptáranként**, amit később **fiókonként** 1 grammra emeltek, majd 2025-ben ezt is módosították, így jelenleg **fiókonként** 4 gramm az előírt adagolás. (A hatékonyság ellenőrzése nem az EPA hatásköre, ők csak „az ember és a környezet szükségtelen mértékű terhelését” szabályozzák.)

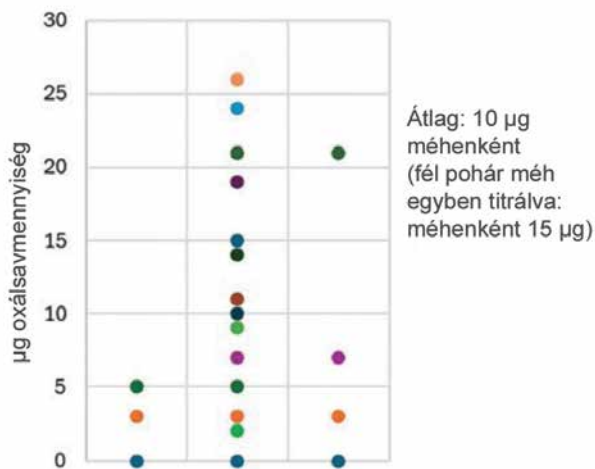


1. kép: Közvetlenül a kaptár oxálsavpermittel való kezelése után a méhek kicsit porosaknak fognak tűnni – mivel porosak is! A képen látható, enyhén poros méhen látszik, hogy mikroszkopikus méretű, csillogó savkristályok tapadnak meg a „szőren”.



2. kép: Méhek egyenkénti titrálása két órával egy 1 gramm oxálsavat felhasználó permetezés után. Figyeljük meg, hogy a permetezés módjától függetlenül bármilyen kaptárban hatalmas különbségek figyelhetők meg az egyes méhekre lerakódott savas anyag mennyisége között. A képen ezt az indikátortól különböző színárnyalatai jelzik (itt 0 és 26 mikrogramm közötti skálán). Megjegyzés: ebben a tanulmányban az oxálsav mennyiségét mindig az oxálsav-dihidrát mennyiségére vonatkoztatva adjuk meg.

**20 méh titrálása nyolckeretes kaptárból;
InstantVap, 1 g OA, 18, 3 °C,
2 órával a kezelés után**



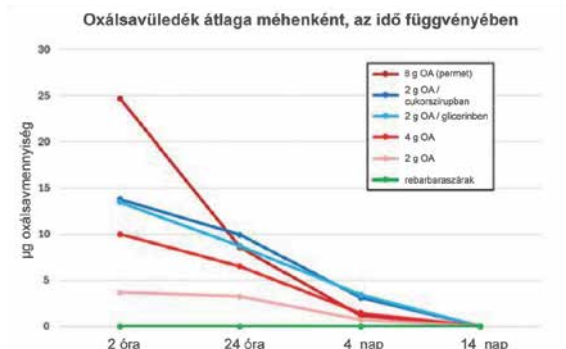
1. ábra: A húsz méhen mért anyagmennyiség átlaga 10 mikrogramm volt. Másrészt a fél pohár méhet tartalmazó minta szinte pontosan az elméleti számításokkal (16 mikrogramm) megegyező eredményt produkált: méhenként kb. 15 mikrogramm volt. Ezek az eredmények azt jelentik, hogy a kaptárba került oxálsav legnagyobb része a kezelés után két órával már a méhek testére került (a lábaikat is beleértve). A mérési eredmények további számítások alapjául is szolgálhatnak.

Érdeemes azonban utána számolni ezeknek az adagoknak. Ha 1 gramm oxálsavat párologtatunk, aminek a fele kerül a kaptárba, és feltételezzük, hogy egyenletesen oszlik el a kaptár teljes belső felületén (tíz méhekkkel fedett lépen és a kaptárláda belső falain, a fenékdeshkán és a fedélen), az egy méhre jutó savmennyiség (feltéve, hogy egy lépen kétezer méh tartózkodik) **méhenként 16 mikrogramm oxálsav lesz** (az egy méh által takart lépfelszínből számolva).

Kíváncsi voltam, milyen viszonyban áll ez a becsült érték a valósággal, ezért betöltöttem 1 gramm oxálsavat a párologtatóba, és lepermeteztem vele egy nyolc méhvel fedett keretet tartalmazó egyszerű kaptárládát. Két óra elteltével kiszedtem húsz méhet, figyelve, hogy az összes lépről kerüljön méh a mintába, és azonnal titráltam őket (2. kép). Emellett kivettem félpoháryi méhet, és egyben titráltam őket (1. ábra).



3. kép: A szárakat húsklopfolóval puhítottam, hogy kieresszék az oxálsavtartalmú nedveket, majd viaszos papírra tettem őket, hogy ne szívódjanak be azonnal a keretek felső részébe. Másnap (amikor a szárak megszáradtak) eltávolítottam a papírt, hogy a méhek szabadon hozzáférhessenek a szárakhoz, és megrághassák (ami nem történt meg).



2. ábra: Mivel az ugyanazzal a módszerrel kezelt kaptárak eredményei eléggé egybecsengtek, a továbbiakban az átlagukkal számolok. Ahogy az ábrán is látszik, a méheken mért savas kémhatás a párologtatással bejuttatott savmennyiséggel arányos. Figyeljük meg azonban, hogy a csurgatással bejuttatott sav aránytalanul nagyobb mennyiségben volt mérhető a méheken, mint a permet, és tovább meg is maradt!

HOGYAN ARÁNYLIK A DÓZIS A MÉHEKEN LÉVŐ ANYAGHOZ?

Az ember *feltételezné*, hogy az elpárologtatott adag megduplázása duplájára emelné a méhek testén lerakódó sav mennyiségét is – de az olvasó már tudja, hogyan viszonyulok a megalapozatlan feltételezésekhez. Éppen volt kéznél tizenegy dupla ládás kaptár, amit még nem kezeltünk oxálsavval (ezt a biztonság kedvéért minden kaptárból fél pohár méh titrálásával ellenőriztük). A kaptárakat véletlenszerűen ötféle oxálsavas kezelés egyikében részesítettük (így mindegyik kezelésfajtát két kaptáron alkalmaztuk):

- 2 gramm oxálsav (OA) 5%-os glicerinben, csöpögtetéssel
- 2 gramm OA 50%-os cukoroldatban, csöpögtetéssel
- 2 gramm OA párologtatva
- 4 gramm OA párologtatva
- 8 gramm OA párologtatva

De még mindig maradt egy kezeletlen kaptárunk, és mivel éppen volt kéznél néhány rebarbaraszár, elhatároztam, hogy megnézem, mi történik, ha összetört rebarbaraszárakkal kezelek egy kaptárt (3. kép).

A kezelés után két órával, huszonnégy órával, négy nappal és tizennégy nappal fél pohár méhnyi mintát vettünk az összes kaptárból, és titrálással mértük a rajtuk lerakódott oxálsav mennyiségét (2. ábra).

Gyakorlati alkalmazás: A fenti eredmények megegyeznek Hasan Al Toufailia eredményeivel, miszerint a csöpögtetéssel adagolt oxálsav kétszeres mennyiségű párologtatott oxálsavnak felel meg – ez nem meglepő, ha tekintetbe vesszük, hogy a párologtatóba tett oxálsavnak körülbelül csak a fele párolog el (tehát nagyjából 4 gramm párologtatásából származna annyi maradék, mint 2 gramm csöpögtetéséből). Az viszont meglepő volt, hogy a cukorban és a glicerinben feloldott oxálsav is tovább megtartotta a savasságát (és ezzel együtt feltételezhetően az atkákkal szembeni hatékonyságát is), mint a permet. Mellesleg az is kiderült, hogy jobban járunk, ha a rebarbarát inkább mi magunk esszük meg.

MEGJEGYZÉS: A fent közölt számadatokat kellő kritikával kezeljük! Az eredmények mindig félpohárnyi (átlagosan kb. háromszáztizenöt) méh titrálásából származnak, mert ez a módszer a leggyorsabb, és ez teszi a legkevesebb kárt a méhekben. A tapasztalataink alapján azonban tíz-húsz méh egyenkénti titrálásából több információt nyerhetünk (akár a savasság méhek közötti eloszlását is), amelyek nem mindig esnek egybe a félpohárnyi méhből kapott eredményekkel (gondolom, egyetlen gyors öblítés nem mos le minden savat a méhekről). Mind a 3. ábra, mind az egyedi titrálások alább közölt eredményei nagyobb tömörségben mutatták ki a 4 grammnyi párologtatott oxálsav maradékát, mint a fenti ábrák.



4. kép: Két órával az oxálsavas permetezés után kiszedek tíz méhet a külső keretéről, majd a középső és a belső keretéről is, és mindegyiket bedobom egy indikátoroldatot tartalmazó kémcsőbe.

Ettől eltekintve, bár vannak kétségeim a fenti eredmények *abszolút* értékét tekintve, a különböző csoportok közötti összehasonlító értékek nagy valószínűséggel rendben vannak.

TEHÁT MENNYI OXÁLSAVAT KELL HASZNÁLNI?

Bár az irodalomjegyzékben felsorolt tanulmányok egyike szerint sem okoz károkat az oxálsav-párologtatás a méhcsaládokban, megemlíteném, hogy a múlt hónapban elvégzett inkubátortesztjeim alkalmával azok a méhek, amelyeket közvetlenül nagy adag savas permet ért, elpusztultak, így nem érdemes a szűk-szélességénél több oxálsavat alkalmazni.

HA A CSALÁDBAN NINCS FIASÍTÁS

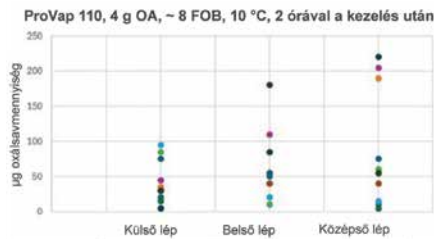
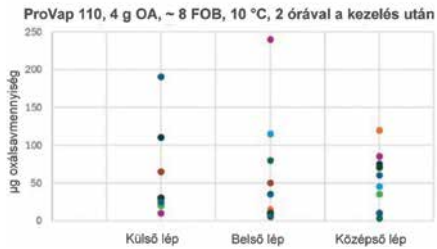
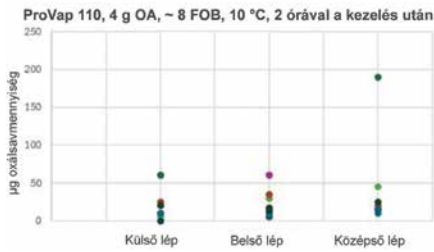
Al Toufailya szerint 1–2 gramm oxálsav (permetként alkalmazva) már nagyon hatékony a fiasítást nem tartalmazó egyládás kaptár esetén, és 2,2 gramm nem okozott kárt a méhcsaládban (egy dupla kaptárban lévő, *fiasítás nélküli* méhcsalád esetén tehát 4 gramm lenne a megfelelő mennyiség).



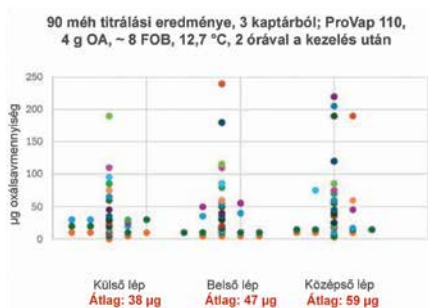
5. kép: Az asszisztensem, Rose azonnal titrálja a méheket.



6. kép: A kaptárak kijáróit a permetezés idejére összehajtott hullámpapírral betöltöttük, majd minden kaptárt 4 gramm oxálsavval kezeltünk. A kezelések között hagytunk egy kis időt, hogy két óra múlva kényelmesen elvégezhessük a titrálásokat. A három kísérlet eredményei a 3. és a 4. ábrán láthatók.



3. ábra: A három ProVap 110 permetezővel kezelt kaptár eredményein jól látható, hogy a többi permetezőhöz hasonlóan itt is nagy a változatosság a kaptárakban mérhető savmennyiségben. A színes pöttyök egy-egy méhet jelölnek (minden oszlopban tíz adatpont van, amelyek azonban gyakran egybeesnek).

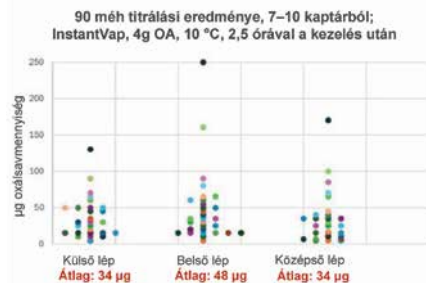


4. ábra: Az ábra a három kaptár összesített eredményeit mutatja. Igyekeztem függőlegesen széthúzni a skálát, hogy kisebb legyen az átfedés a kilencven, egy-egy méhet jelölő adatpont között. Meglepő volt, hogy két órával a kezelés után a fészek közepéből kiszedett méhek testén erősebb savas kémhatást mértünk, mint a fűt szélé felé tartózkodó méheken.



7. kép: Az oxálsav párologtatása rengeteg áramot fogyaszt, ezért legyen nálunk tartalék akku az InstantVaphoz! Az eredmények a 5. ábrán láthatók.

5. ábra: Az InstantVappal kezelt kaptárakban egészen egyenletes volt az oxálsav eloszlása. A méhenkénti átlag 39 mikrogramm volt.



HA A CSALÁDBAN VAN FIASÍTÁS

Úgy tűnik, hogy a fiasítást is tartalmazó családokat kicsit radikálisabban kell kezelni. Cameron Jack kísérletei szerint a fiasítást is tartalmazó családokat *fiókonként* 3–4 gramm oxálsavval érdemes kezelni (de még így is többszöri permetezésre volt szükség a megfelelő hatékonysághoz). Ezért sok méhész a nyári kezelés alkalmával az erősebb családokat akár 8 grammos adagokkal kezeli (ezt én mindig is egy kissé túlzónak tartottam, és jelenleg is vizsgálom a hatásait).

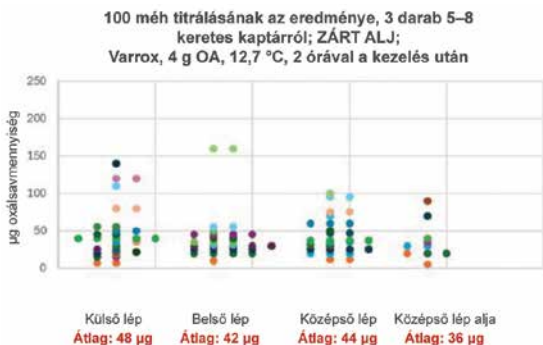
A fenti matematikai összefüggésekből kiindulva 3–4 gramm oxálsav párologtatva elméletileg méhenként átlagosan 16×4 , azaz **50–64 mikrogramm** savterhelést jelentene. Most nézzük meg, mennyire van összhangban ez az elmélet a valósággal!



6. ábra: Megfigyeltük, hogy az oxálsavfelhő egy része megszökik a rácsos kaptáraljon keresztül, így azon sem lepődtünk meg, hogy a méheken mérhető oxálsavmennyiség átlagosan csupán 19 mikrogramm volt (a zárt fenekű kaptárakban mért 39 mikrogrammos átlaghoz képest).

AMIKOR BEINDUL A GÉPEZET

Miután befejeztük az oxálsav-párologtatóból távozó permet mennyiségének a vizsgálatát, kíváncsiak lettünk, hogy a távozó párából mennyi éri el ténylegesen a méheket (és ezáltal esetleg az atkákat is). Január közepén kimentünk tehát az egyik méhesünkbe, és kiválasztottunk néhány kaptárt, ami az előző szezonban nem volt oxálsavval kezelve (ezt titrálással is megerősítettük). Ezután EZ-OX tablettákat használva



7. ábra: A Varrox esetében a teljes minta átlaga méhenként 41 mikrogramm oxálsav volt (majdnem ugyanannyi, mint az InstantVapnál. Érdekes módon a legkevesebb anyagot a közvetlenül a párologtató fölött elhelyezkedő lépekről vett méheken mértük. Érthetetlen!

4 grammnyi (fiókonként 2 gramm) oxálsavpermettel kezeltük a dupla ládás kaptárakat, a permetezést pedig Instant-Vap, ProVap 110 vagy Varrox párologtatókkal végeztük. Két órával a kezelés után megmértük, hogy a különböző eszközökből mennyi oxálsav került a méhekre (4. és 5. kép).

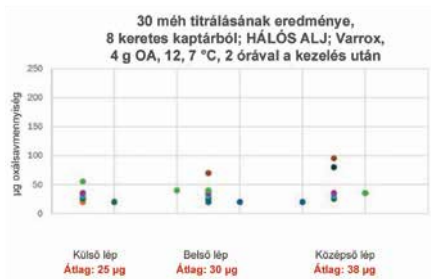
A 3. kép alapján arra számítottunk, hogy a 4 grammos adagból egy méhen kb. 30 mikrogramm maradna, a 2. ábra alapján azonban csak kb. 10 mikrogramm lehetett volna kalkulálni. Jobbra látható a valós eredmény.

PROVAP 110

Ehhez a párologtatóhoz váltakozó áramra volt szükség, ezért egy feszültségváltó segítségével a kocsim akkumulátoráról üzemeltettem. A párologtatást a gép gyári alapbeállításán, 230 Celsius-fokon végeztük.

Gyakorlati alkalmazás: Figyeljük meg, hogy a hatalmas savfelhő ellenére az egyes méheken mérhető savmennyiség rendkívül tág határok között mozgott (0–250 mikrogramm). További vizsgálatok szükségesek annak a kiderítésére, hogyan befolyásolja ez a hatalmas változatosság (amit minden alkalmazási módnál megtapasztaltunk) a varroa elleni kezelés eredményességét.

A nagy átlag méhenként **48 mikrogramm** volt – ez nem esik olyan messze az elméleti átlagtól, és mindenképpen elég az útjába kerülő atkák kiirtására (tehát azokra, amik nem a fedett fiasításban rejtőznek).



8. ábra: A nagy átlag méhenként 31 mikrogramm volt (a tömör aljú kaptárakban mért 41 mikrogrammhoz képest).



8. kép: A Varroxszal rácsos aljú kaptárakon is folytattunk méréseket. A képen látható, ahogy a savfelhő egy része elszívárog a kaptárból. A rácsos alj ebben az esetben is csökkentette a méheken mérhető savmennyiséget.

INSTANTVAP

Ez az eszköz tölthető akkumulátorokkal működik, ezért különösen alkalmas a szabadtéri munkára (7. kép). Megint csak a gyárilag beállított 230 Celsius-fokos hőmérsékleten párologtattunk.

Egy gyakori kérdést megválaszolando, jelzem, hogy hálós fenéklemezzel (1/8" száltávolságú dróthálóval) ellátott kaptárakat is kezeltünk így (8. kép).

Gyakorlati alkalmazás: A legjobb eredmény elérése érdekében a permetezés után zárjuk le a kaptárt (a hálós aljút is), hogy ne szökjön ki belőle a permet!

VARROX

A Varrox a hagyományos serpenyős párologtatóberendezések közé tartozik, autóakkumulátorról működtethető, és egy kezelés több percig is eltarthat. Az ebből származó maradék mennyisége megint figyelemre méltóan egyenletes volt (7. ábra és 8. kép).

Gyakorlati alkalmazás: Párologtatás után ne felejtjük el levenni a Varroxot az akkuról, mert különben lyukat éget a kaptárba, és kifüstöli a méheket! (Ezt tapasztalatból mondom – az egyik kaptáramat sikerült kiégetnem egy kísérlet alatt.)

EREDMÉNYEK

- A párologtatóba töltött oxálsavnak csak egy része jut el egyáltalán a méhekgig.
- Ezzel együtt még mindig jelentős mennyiségű erős sav éri őket.
- 4 gramm elpárologtatott oxálsav mind a három különböző párologtató esetében hasonló eredményeket hozott, a keletkező larakódás mennyisége pedig elméletileg hatékony **a vele kapcsolatba kerülő atkák ellen** (méhenként átlagosan 48, 39 és 41 mikrogramm).
- Mivel azonban ez a sav nagyon gyorsan semlegesítődik, a legjobb eredmény érdekében **a kezelést többször is meg kell ismételni, ha van a családban fiasítás** (ezt a témát egy másik cikkemben részletesebben is körbejárom).

Randy Oliver,
American Bee Journal, 2026(1): 97–101;
 fordította: Kernács Rebeka

Az atkafertőzés ellenőrzése – Minél többet tudunk, annál jobb!

Méhegészségügyi ellenőrként sok kaptárt látok Észak-Karolina állam nyugati részén – a jót, a rosszat és a csúfot is. A tapasztalataim szerint a méhészetekben látott problémák 90–95%-a három tényezőre vezethető vissza: a varroa atkára, az anyával kapcsolatos hibákra és az etetésre (vagy túl sok, vagy túl kevés). Mindenkinek ez a legjobb tanácsom: „A jó döntésekhez jó információk kellenek!”

Egy anyátlan család esetében például elég betenni egy fiasításos lépet a kaptárba, hogy kiderüljön, szükség van-e új méhanya vásárlására. Adjunk a méheknek egy rakás petét és nagyon fiatal álcát, és nézzük meg, mit kezdenek velük. Készülnek új anyabölcsők a kereten? Ha igen, ez azt jelenti, hogy reménytelenül anyátlanok, és elkelne nekik egy kis segítség egy új, pározott méhanya formájában. Vagy egyáltalán nincs jele anyabölcsőnek? Ez azt jelenti, hogy valahol már nevelik az új anyát, és most egy ideig békén kellene hagyni őket – ha ilyenkor kapnak új anyát, nagy valószínűséggel nem fogják elfogadni, tehát ne erre pazaroljuk a pénzünket! Itt is a jó információk vezetnek jó döntésekhez.

Folyamatosan emlékeztetem a méhészeket a varroa rendszeres ellenőrzésére is. Ez létfontosságú, ha a lehető legjobb egészségben akarjuk tartani a méheinket. Egy jó ellenőrző eljárás mindig pontos képet ad arról, mikor kell kezelni az atka ellen, vagy esetleg már elkéstünk vele, jelzi, hogy elég hatékonyak-e a kezelési módszereink, és meg-

Méhcsalád	Atkák száma 300 méhen	Atka- fertőzöttség, %
84.	50	16,7
97.	42	14,0
80.	32	10,7
25.	21	7,0
14.	12	4,0
95.	12	4,0
99.	10	3,3
96.	8	2,7
48.	8	2,7
37.	8	2,7
46.	7	2,3
100.	7	2,3
64.	6	2,0
98.	4	1,3
8.	4	1,3
20.	3	1,0
47.	2	0,7
65.	2	0,7
26.	1	0,3
94.	0	0,0
29.	0	0,0

1. táblázat: Varroa atkák száma fél pohár (~ 300 db) méhen, 2025. június 4-én, a legmagasabbtól a legalacsonyabb értékig



1. kép: Az ellenállás tesztelésére használt pohár



2. kép: Az ellenállás tesztelése zajlik a konyhasztalonon

mutatja, ha például kilőtt a varroa mennyisége a kezelés után. Ez mind nagyon hasznos információ.

Ebben a cikkben szeretnék megosztani néhány hasznos információt, amit a saját méhészetemben gyűjtöttem tavaly nyáron, és amelyek sokat segítettek jó döntéseket hozni. Két méhesem van, mindkettőben tizenegy-tizenkét méhcsaláddal. Június elején, a tavaszi hordásból készült méz elvétele után atkamintákat gyűjtöttem az ellenőrzéshez. A jó hír az, hogy a legtöbb (a családok 60%-a) az ajánlott fertőzöttségi küszöb (három atka száz méhen; lásd az 1. táblázatot) alatt volt. 14%-uk éppen egy hajszálnyival volt a küszöb fölött, száz méhen három-négy atkával. Ennyit még túlélünk. A rossz hír az volt, hogy a fennmaradó négy kaptár jelentősen túllépte ezt a küszöböt hét, tizenegy, tizennégy és tizenhét atkával száz méhen. Azonnal tennem kellett valamit.

Elhatároztam, hogy ezt a négy családot az év hátralévő részére kivonom a termelésből, és azonnal adok nekik egy apivaros kezelést (ennek az aktív összetevője az amitráz). Persze én is hallottam már, hogy egyre több varroa ellenállónak bizonyul az amitrázzal szemben, de ez a szer nagyon bevált nekem az elmúlt több mint nyolc évben, és azt hittem, engem nem érhet utol ez a probléma, hiszen mindig csínjában bántam a szerrel – évente csak egyszer, nyáron alkalmazom, télen oxálsav párologtatásával kezelek, nem veszek vagy hozok méheket ellenőrizetlen külső forrásból (és így az amitrázrezisztens atkák behurcolásának a lehetőségét is minimalizálom), illetve nem keveredem olyan méhészekkel, akik túlhasználnák az Apivart. Mindent egybevetve úgy gondoltam, hogy az Apivar jó választás lehet az azonnali beavatkozást igénylő méheimnek, bár figyelmeztettek rá, hogy nem feltétlenül lesz annyira hatékony, mint korábban.

Elvégeztem a kezelést, de közben is végeztem ellenőrzéseket, hogy megbizonyosodjam a szer hatékonyságáról. Az Apivar beadása után három héttel minden családtól mintát vettem, és a jelek nagyon biztatóak voltak. A 84. számú család atkaszáma fél pohár méhben ötven atkáról ötre csökkent. Jó irány! A 97. család negyvenkét atkáról hétre csökkent, ami szintén nagyon jó. A 80. családban harminckét atka után most csak kilenc volt, a 25.-ben huszonegy atka után tizenegy. Néhány családnál tehát kiemelkedően jó eredmények mutatkoztak, bár csupán három hét telt el a hat-nyolc hetes kezelési időszakból. Meg voltam győződve róla, hogy minden rendben lesz.

Aztán eltelt négy hét a kezelést követő mérés után. A 84. családban a kezelés elején ötven atka volt, a végén kettő. Nem rossz! A 97. család negyvenkét atkával kezdte, most nulla volt benne. Még egy jó eredmény! A 25. család huszonegy atkával kezdte, hét maradt benne. Ez is fejlődés, de nem nevezném hatékony védekezésnek. A 80. számú család viszont harminckét atkával indult, három héttel a kezelés után kilenc atka volt benne, a kezelés végén pedig huszonegy?! Ez már riasztó volt! Régebben az Apivar tökéletesen megtisztította a méheimet az atkáktól. Így aztán fél pohár méhben a kezdeti huszonegy után éppen csak a küszöbérték alatti kilenc atkát találni finoman szólva is csalódást keltő volt.

Ez a figyelmeztető jel további vizsgálódásra készítetett. Felhívtam az Apivarral szembeni ellenállás legismertebb szakértőjét, dr. Frank Rinkevichet a USDA-ARS Baton Rouge-i laboratóriumában, és megmutattam neki a 80. családban mért értékeket. Megkérdeztem, hogy szerinte okozhatta-e kívülről jövő visszafertőződés (a szomszédos kaptárakból) az atkaszam növekedését, vagy inkább amitrázrezisztenciáról van szó. Frank eléggé biztos volt benne, hogy itt rezisztenciáról beszélünk, és biztatott, hogy csináljak további tesztek. Korábban már dolgoztunk együtt amitrázzal szemben ellenálló atkákkal, ezért minden szükséges felszerelés kéznél volt.

Frank tesztje elegáns, gyors és egyszerű. Az alkalmazásával egy kissé megnő ugyan az atkaellenőrzéssel töltött idő, de kárpótlásképpen sokkal több hasznos információhoz jutunk az atkafertőzöttségről, mintha csak az egyszerű mennyiségeket ismernénk. Az is kiderül, hogy működik-e az Apivar az adott méhészetben. Vegyünk egy 400 grammos műanyag ételtároló vödröcskét, vágjuk ki a tetejét közvetlenül a perem mentén, és ragasszunk a lyukba nagy lyukú szúnyoghálót (mintha egy porcukorba forgatáshoz használt poharat készítenénk; 1. kép)! Az aljába ragasszunk egy Apivarnegyzetet! Az ellenállás teszteléséhez tegyünk körülbelül félpohárnyi méhet a tartóba, és rögzítsük a fedelét! Tartsuk a tartót lefordítva egy vékony olajréteggel bevont papírtányér fölé, amelyen megragadhatnak a kipotyogó atkák. A tartót támasszuk meg valamivel, hogy legyen némi hely a háló és a papírtányér között (2. kép)!

A teszt három óráig tart. A végén számoljuk meg a papírtányérra hullott atkákat! Ezek a „nem ellenálló” atkák (mivel az Apivartól elpusztultak, így estek le a méhekről). Ezután mossuk át a méheket szappanos vízzel, öblítsük át a mosóedény tartalmát egy hálón (amelyen a méhek fennakadnak, de az atkák átmennek), és számoljuk meg a kimosott atkákat! Ezek az atkák „ellenállóak” az amitrázzal szemben.

Most osszuk el a tányéron lévő atkák számát a teljes atkaszámmal (a tányér és a mosadék tartalmát adjuk össze), és megkapjuk az Apivar hatékonyságát. A 80. számú családban például egy atka volt a tányéron, és huszonhárom a mosásban, tehát összesen huszonnégy atkát találtam, az Apivar hatékonysága pedig 4,2% volt (ami messze elmarad a 70%-os hatékonyságtól, ahonnan az Apivar értékelhető védekezési eszköznek számítana). Egyszerűen fogalmazva a magas (70% fölötti) hatékonyság jó, az ennél alacsonyabb hatásfok rossz, a 4,2% pedig egyenesen szörnyű.

Meg kell említenem, hogy a 80. családon az apivaros kezelést követően végeztem el ezt a hatékonysági tesztet, tehát az eredmények nem egészen megbízhatók,

Méhcshalád	Apivarral leesett atka	Mosással leesett atka	Atkaszám 300 méhen	Hatékonyság	Atka- fertőzöttség %
47.	0	0	0		0,0
64.	0	1	1	0,0	0,3
8.	0	2	2	0,0	0,7
98.	1	2	3	33,3	1,0
31.	2	2	4	50,0	1,3
26.	1	3	4	25,0	1,3
95.	2	3	5	40,0	1,7
94.	1	4	5	20,0	1,7
65.	2	6	8	25,0	2,7
5.	5	4	9	55,6	3,0
20.	10	1	11	90,9	3,7
29.	15	1	16	93,8	5,3
96.	5	11	16	31,3	5,3
48.	16	1	17	94,1	5,7
99.	0	18	18	0,0	6,0
46.	4	23	27	14,8	9,0
14.	17	23	40	42,5	13,3
100.	23	29	52	44,2	17,3
37.	66	47	113	58,4	37,7

2. táblázat: Atkaszámok augusztus elején. Apivar hatékonysága = (lehulló atkák / teljes atkaszám felpohárnyi méhen) × 100. A szürkével jelölt sorokban nem volt elég atka ahhoz, hogy a teszt érvényes legyen (ehhez fél pohár méhen legalább tíz atka kellene). A zöld sorokban az Apivar hatékonyan kipusztítaná az atkákat. A piros sorokban az Apivar nem lenne elég hatékony.

ha figyelembe vesszük, hogy a kezelés valószínűleg már eltávolította a sérülékeny atkák legnagyobb részét. **Az ellenállást ezért érdemes a kezelések előtt elvégezni.** A 80. család esete ennek ellenére jól megmutatta, hogy a méhészetemben gondot okoznak az amitrázzal szemben ellenálló atkák, ezért az összes többi családon is elvégeztem a tesztet.

A kezelésen átesett többi család (a 84., a 97. és a 25. számú) szintén alacsony hatékonyságot mutatott, de ezek az eredmények éppen az előzőleg elvégzett kezelés miatt nem tekinthetők teljesen megbízhatónak. A 84. családban a hatékonyság 13,3% volt, a 97. családban 0% (bár ennél összesen öt atka jött ki, ami messze túlságosan kevés bármilyen következtetés levonásához). Ennek ellenére látszott, hogy az eredmények rávilágítanak egy problémára.

A többi méhcsaládot ekkor még nem kezeltem varroa ellen, és mivel úgyis el kellett végezni a kezelés előtti rendes atkaszám-ellenőrzést, elhatároztam, hogy a méréseket ezúttal a hatékonyságméréssel egybekötve végzem el. A tizenkilenc fennmaradó családból összesen háromban bizonyult hatékonynak az amitráz – a 48., 29. és 20. családban 90–94% volt az eredmény, tehát az Apivar ezekben jól működne. További tíz családban nem jött ki elég atka az eredmény megállapításához, ami szintén jó hír (az atkaszám a 3%-os küszöb alatt volt, tehát ezeknek nem is volt szükségük kezelésre). A maradék hat családban azonban sok atka volt, az Apivar pedig nem bizonyult elég hatékonynak – a számok 0% (99. számú család) és 58% (37. család) között változtak. Bármilyen jól bevált is az Apivar korábban, most bizonytalan időre kikerül az eszköztáramból, mivel már nem alkalmas a varroa kordában tartására. Ezért idén ApiGuarddal (timollal) kezeltem a méheimet.

Az ellenálló képesség tesztje az augusztusi atkaszámokról is jó képet adott. A haranggörbe mindkét szélén akadtak értékek, ami egyáltalán nem meglepő. A jó hír az, hogy a családok 47%-a a kezelési küszöb körül vagy az alatt volt – az egyik család egyenesen nulla atkát produkált (kivételes érték!). A rossz hír az, hogy az egyik család fertőzöttsége 37,7% volt, vagyis fél pohár méhben száztizenhárom atkát találtam. Ez a család lényegében már halott, ilyen mértékű fertőzöttséget ugyanis nagyon nehéz visszaszorítani. A családok 26%-a 3,7% és 6%-os fertőzöttség között volt, 2%-uk pedig 6,5% és 17,3% között. Annak ellenére, hogy vannak a kezelési küszöb alatti értékeket produkáló családjaim, mindegyiket egyformán kezelni fogom, mivel tudom, mire képesek az atkaszámok így augusztus végén és ősz elején.

Az esetemből levonható legfontosabb tanulságok:

1. *Ellenőrizzünk minden családot, és keressük a kivételes értékeket!* Kiemelten fontos, hogy megtaláljuk és időben kezeljük a magas atkaszámokat produkáló családokat. A szűrőpróbaszerű ellenőrzések nem mindig hozzák ki a kiugró értékeket. Június elején a huszonegy méhcsaládból csak négy igényelt azonnali beavatkozást, egy szűrőpróbaszerű ellenőrzés valószínűleg nem mutatta volna ki őket. Ez nem kirívó eset – a korábbi tapasztalataim (és számos tudományos kísérlet) alapján nagy biz-

tonsággal megállapítható, hogy bármely adott időszakban csupán a méhcsaládok 10–20%-a haladja meg a kezelési küszöböt. Ezért minden családot ellenőrizni kell, hogy lássuk, pontosan melyiknek van szüksége azonnali segítségre.

2. *A közvetlenül a kezelés után végzett mérések nem feltétlenül adnak pontos eredményt.*
A 84. számú család ötven atkáról lement ötre, majd a kezelés után kettőre, de utána csupán két hét alatt megint felugrott harmincra! Könnyen megnyugodhatam volna, hogy rendben vannak a dolgok, ha csak a kezelés után ellenőrzöm az atkákat, de egy két héttel későbbi ellenőrzés elég volt hozzá, hogy kiderüljön a fertőzés kiújulása. Ezért érdemes mindig odafigyelni, és élni a gyanúperrel, hogy a dolgok nincsenek annyira rendben, mint gondolnánk!
3. *A június elején mért számok nem jelzik megbízhatóan az augusztusi számokat.*
Abban a családban, amelyikben augusztus elején fél pohár méhen száztizenhárom atkát találtam, június elején még csak nyolc atka volt fél pohár méhen. Ebből is látszik, hogy az atkaszám villámgyorsan képes kilőni, ezért nem szabad abban a hitben élni, hogy az atkapopuláció lassan és egyenletes ütemben növekszik. A többi családból való bevándorlás, az atkák és a méhek életkorából adódó körülmények, valamint egyéb tényezők rendkívüli mértékben felgyorsíthatják ezt a folyamatot.

És sose feledjük: minél több információval rendelkezünk, annál jobb! Az ellenőrzésnek a méhészkedés rendszeres elemévé kell válnia, beleértve az amitráz hatékonyságának a tesztelését is. A pluszmunka bőségesen megtérül, hiszen a méheink egészségesek maradnak.

További információ: <https://pollinators.ces.ncsu.edu>.

Ezt a cikket eredetileg a North Carolina State Extension oldalán (www.ces.ncsu.edu) publikáltam vendégszerzőként.

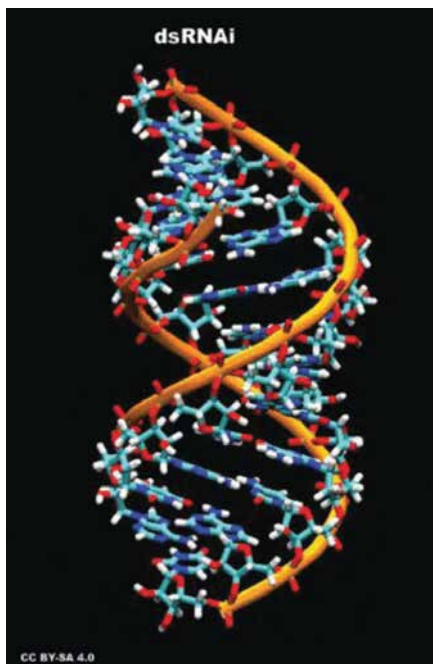
Lewis Cauble,
American Bee Journal, 2025(12): 1369–1371,
fordította: Kernács Rebeka

Vadescana – Géntechológiával a varroa ellen

A méhészek évtizedek óta szintetikus rovarölő szerekkel próbálják féken tartani a varroát, de a legújabb tudományos eredmények most teljesen újraírják a védekezés szabályait. A géntechológia új módszerei precízen megkomponált, a természetes folyamatokkal összhangban álló megoldások alkalmazását teszik lehetővé a mezőgazdaságban. Ezek közül a legígéretesebb a szintetikus dupla szálás RNS-molekula (dsRNS), ami képes célzottan elnémítani a kártevők egyes génjeit (1. ábra). Ezek az RNS-alapú termékek nem a kémiai mérgezés elvén hatnak, hanem a minden élő szervezetben végbemenő természetes génkifejeződési folyamatokba avatkoznak be. A modern biológia eszközeivel élve a kutatók célzott RNS-szekvenciákat állíthatnak elő, amelyek a méhek vagy más hasznos állatok veszélyeztetése nélkül teszik lehetővé a kártevők elleni védekezést.

Az egyik legígéretesebb termék jelenleg a piacon az EPA (az USA Környezetvédelmi Hivatala – A lektor) által nemrég jóváhagyott „vadescana”, egy dupla szálás RNS-molekula, amely egy természetes sejtszintű védekezési mechanizmus, az RNS-interferencia (RNSi) folytán elnémítja az atkák egyik létfontosságú génjét, a *calmodulint*.

A továbblépés előtt említést kell tenni a minden szintetikus biológiai ágens forgalomba hozatalához elengedhetetlen átfogó tesztelési folyamatról. Azért is, mert továbbra sem elhanyagolható a közvélemény gyanakvása a génmódosított szervezetekkel, így a génmódosított kártevőkkel szemben is. Az EPA ezért körültekintően vizsgálja az összes célzott dsRNS-technológiát alkalmazó eljárás kockázatait.



1. ábra: dsRNSi

EPA-BIZTONSÁG ÉS -SZABÁLYOZÁS

Az EPA által jóváhagyott többi dsRNS-technológiához hasonlóan a *vadescanát* is egyetlen fajra fejlesztették ki, tehát a környezet más élőlényekre biztonságos. A dupla szálú RNS-molekulákat kifejezetten egy bizonyos kártevőfajnak egy bizonyos génszekvenciájára tervezik, tehát minden más, nem célzott szervezetben, így a méhekben és az emberekben is hatástalan. A biztonsági kockázat elemzése során átfogóan vizsgálták a kitétettség lehetőségeit, a káros hatások valószínűségét és a termék ökológiai hatásait.

Ez a cikk bemutatja az RNS-interferencia működését, feltárja, hogy miért éppen a varroa calmodulin génje a célpont, és felvázolja, hogy mire számíthatnak a méhészek az első forgalomba hozott vadescanatartalmú terméktől, a Norroától.

AZ RNS-INTERFERENCIA MŰKÖDÉSE

Az RNSi (interferencia) a sejtek citoplazmájában lezajló természetes folyamat, más néven útvonal, amelynek a célja bizonyos gének „elnémítása”. Az RNSi-útvonal növényekben, állatokban és gombákban a vírusok elleni védekezés egyik formájaként fejlődött ki. Hogy jobban megismerhessük, miképpen játszik szerepet a vadescana és az RNSi a varroa szaporodási ciklusában, érdemes áttekintenünk ezt az útvonalat és szerepét a vírusok elleni védekezésben. A folyamat kulcsa a fehérjék létrehozásáért felelős hírvívó (*messenger – A lektor*) RNS (mRNS), ezért ennek a bemutatásával kezdjük.

A HÍRVÍVÓ RNS ÉS AZ RNSI-ÚTVONAL

A hírvívó RNS természetes molekula. Ez állítja elő a sejtek normális működéséhez szükséges összes fehérjét. A többi természetes úton előállított fehérjéhez hasonlóan a vírusoknak is mRNS-molekulák segítségével kell meghatározott fehérjéket létrehozniuk a fertőzés előidézéséhez. Ha a vírus mRNS-molekulái elpusztulnak, képtelen lesz a szaporodásra. Ugyanez az elv érvényes a sejt minden fehérjéjére, ez pedig kulcsfontosságú a vadescana működésének a megértéséhez.

Az RNSi-útvonal azért ismeri fel a vírusokat, mert azok nagyon gyakran csak rájuk jellemző dupla szálú RNS-molekulákat (dsRNS) termelnek a sejtekben. A leggyengébb az egész folyamat sejt szintű szervezettsége és szabályozottsága. Amikor a sejt felfedezi a dsRNS-molekulát, egy Dicer (ejtsd: dájcsör) nevű enzim elkezd az feldarabolni. A létrejövő töredékek (siRNS-molekulák) továbbhaladnak az útvonalon egy RISC nevű fehérjekomplex felé, amely a darabkák kódjának megfelelő mRNS-molekulák után kutat a citoplazmában (2. ábra). Ha a RISC komplexum megtalál egy ilyen molekulát, azt is feldarabolja, ezáltal megakadályozva, hogy elkészüljön az mRNS-ben kódolt fehérje. Az előre meghatározott mRNS-molekulákat célzó dsRNS-molekulák bejuttatásával a sejtekbe bármely fehérje keletkezése megakad-

lyozható, beleértve a természetes eredetű, a szervezet működéséhez elengedhetetlen fehérjéket is. Pontosan ez a vadescana feladata.

Fontos megérteni, hogy az RNSi egy szekvenciaalapú folyamat, tehát teljesen mindegy, hogy a dsRNS honnan származik – vírusos, mesterséges vagy természetes eredetű –, kizárólag az a fontos, hogy illeszkedik-e a kiválasztott mRNS-molekulához. Ez a precíz, célzott működés teszi az RNS-interferenciát a varroa és más kártevők elleni védekezés tökéletes eszközévé. A vadescana a varroa egyik létfontosságú génjét, a calmodulint némítja el egy kifejezetten erre a célra mesterségesen előállított dsRNS molekula segítségével, ami aktiválja az RNSi-útvonalat. A calmodulin a kalcium-jel-átvitelért felelős a sejtekben. Ez a létfontosságú folyamat minden sejtfunkció alapja az egyszerű izommozgástól a szaporodásig.

A CALMODULIN ELNÉMÍTÁSA

A calmodulin nevű kis méretű fehérje majdnem minden élő szervezetben megtalálható az élővilágban. A feladata különféle kötések létrehozása kalciumionokkal, illetve a kalcium-jelátviteltől függő fehérjék aktiválása. A működését tulajdonképpen egy molekuláris kapcsolótáblaként is elképzelhetjük. Nélküle a sejtek képtelenek megfelelően irányítani a növekedést és az osztódást. A varroában a calmodulin különösen a szaporodásban játszik meghatározó szerepet. A calmodulin megzavarása olyan, mintha lekapcsolnánk a sejtben a biztosítékot. A vadescanának kitett anyaatkákat tartalmazó fiasításos sejtek vizsgálata kimutatta, hogy a kezelt atkák nem petéztek, vagy ha igen, a peték soha nem keltek ki.

A VADESCANAKEZELÉS HATÁSA AZ ATKÁKRA ÉS A MÉHEKRE

A kezelés során a méhek vadescanát tartalmazó szirupot kapnak (3. ábra). A méheken és egyéb kaptárbeli élőlényeken, például viasmolyokon végzett átfogó kísérletek eredménye arra mutat, hogy a specifikus célmolekulára létrehozott vadescana kizárólag a varroában idézi elő a gének elnémítását. Egy megjelenés alatt álló tanulmány szerint a varroa a kültakaróján át, a dajkaméhek által előállított pompóval érintkezve kerül kapcsolatba a vadescanával. A dajkaméhek lenyelik a vadescanát, így kerül a dsRNS a fiasítás táplálékába. A varroa közvetlenül a lefedés előtt hatol be az álcát tartalmazó sejtbe, és a hátán fekszik a sejt fenekén összegyűlt, dsRNS-t tartalmazó táplálékban, ami a kültakaróján át felszívódik. A varroa ezenkívül közvetlenül a beadott sziruppal való érintkezés révén is kapcsolatba kerülhet a vadescanával, ami így másodlagos bejutási útként is figyelembe vehető.

A GreenLight Biosciences, a vadescana előállítóit szerint a wellingtoni Victoria Egyetem kutatóinak sikerült videóra venniük, ahogy a vadescanát tartalmazó oldattal való érintkezés után az atkák testében igazolható volt a vadescana. Egy megjelent tanulmányban (Garbian, 2012) kimutatták, hogy a vadescana horizontális átvitel útján,

a méhek vérynirkából, valószínűleg a zsírtestből való táplálkozás révén is bekerülhet a méhek testén élősködő atkák szervezetébe. A horizontális átvitel azonban nem meghatározó a hatékonyság szempontjából.

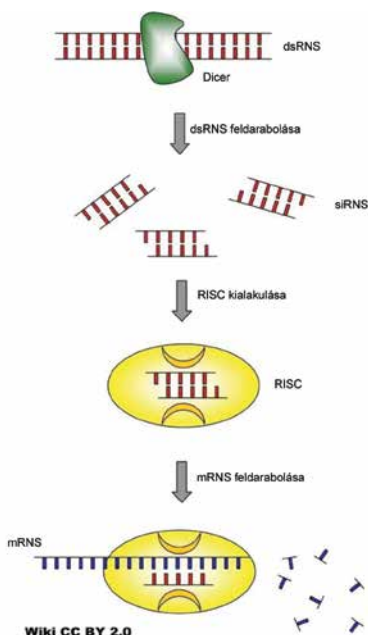
MIÉRT NÉMÍTANÁ EL AZ ATKA A SAJÁT CALMODULINKIFEJEZŐDÉSÉT?

Első ránézésre ellentmondásosnak tűnhet, hogy az atka elpusztíthatja a saját egyik létfontosságú fehérjét, a természetes úton keletkezett calmodulint. Ahogy korábban már említettük, a sejtek ritkán gyártanak maguktól dupla szálás RNS-molekulákat, a vírusok azonban rendszerint tartalmazznak ilyeneket. Ezért amikor egy sejtben dupla szálás RNS-molekula bukkan fel, az automatikusan a vírusokkal szembeni ellenállást vált ki. A varroa védekezőrendszere nem tud különbséget tenni a természetes eredetű vírusmolekulák és a saját génszekvencióját utánzó, mesterségesen létrehozott molekula között. A calmodulin gén egy részét utánzó mesterséges dsRNA bejuttatásával az atka vírusok elleni védelmi rendszerét rá vesszük, hogy szabotálja a saját egyik létfontosságú fehérjéének a működését.

A MÉHÉSZEK KILÁTÁSAI

A méhek a pollen, a nektár és különböző mikrobák elfogyasztásával eleve visznek be a szervezetükbe RNS-molekulákat, így a táplálékhoz adott extra RNS eredményesen nem árt nekik. Az eddigi kísérletekben nem volt megfigyelhető káros hatás a túlélésükben, a fiasítás fejlődésében vagy a méhcsalád teljesítményében.

A vegyszeres atkairtóással ellentétben a vadescana nem pusztítja el azonnal az atkákat. Ez azt jelenti, hogy az atkák száma fokozatosan, szaporodási ciklusról ciklusra csökken, nem tűnnek el egyik pillanatról a másikra. Ha a méhcsalád fertőzöttsége átlépi a gazdasági küszöbértéket, a méhészkiegészítő kezelésként alkalmazhat a vadescana mellett valamilyen azonnali hatású, például hangyasavas vagy oxálsavas kezelést. A Green-Light Biosciences képviselőivel készített interjúm alapján hamarosan a kísérő



2. ábra: RNSi-útvonat (forrás: Wikipédia)

kezelések hatásvizsgálata is megjelenik ellenőrzött szaklapokban. Ha a vadescana a terepen hatékonynak bizonyul más szerekekkel együtt alkalmazva, a teljesítménye egy integrált kártevő-mentesítő program értékes összetevőjévé válhat.

A kísérleti termék cukorszirupot tartalmazó tasakban lesz megvásárolható. A lehúzható védőréteg segítségével a tasak könnyen rögzíthető akár a keretek tetején, akár a fenékdeshkán (3. ábra). A kutatási eredmények alapján a kezelést az intenzív fiasítás időszakában a legérdemesebb elvégezni, de a szezonról függően egyéb alkalmazási időszakok is elképzelhetők. A szer hatékonyságának a végleges kiértékelése a méhésztől türelmet kér, hiszen a vadescana nem azonnal irtja ki az atkákat, hanem fokozatosan, a szaporodás gátlásával csökkenti a populációjukat.

MI A HELYZET A REZISZTENCIÁVAL?

A vegyi anyagokkal ellentétben, amelyekkel szemben kifejlődhet a rezisztencia, az RNSi-útvonal a génekben kódolt alapvető biológiai folyamat, ezért bármiféle rezisztencia kialakulása is csak hosszabb idő alatt mehet végbe. A biológiai folyamatok rendkívüli összetettségét és az élő szervezetek alkalmazkodóképességét figyelembe véve azonban nem is zárható ki teljesen a rezisztencia kifejlődése.

MI VÁRHATÓ MOST?

Az RNSi-alapú szerek, mint a vadescana, új korszakot nyithatnak a méhegészségügyben. Az éves IPM-nek mostantól a vadescana is a részévé válhat a fiasítás megszakítása és a szelektív tenyésztés mellett, így egyre kevésbé lesz szükség rovarirtókra. Hasonló módszerekkel később más élősködők és kórokozók is célba vehetők, például a nozéma vagy akár a deformáltszárny-vírus. Valószínű továbbá, hogy más dsRNS-szekvenciák hatékonyan lesznek alkalmazhatók a *Tropilaelaps* atka ellen is – a teszteket már idén elkezdik Thaiföldön. A *Varroa jacobsoni*val és a légcsőatkával (*Acarapis woodi*) kapcsolatban szintén felvetődött ez a védekezési mód.



1. kép: Vadescanát tartalmazó szirup (vagyis Norroa) alkalmazása



2. kép: Norroát fogyasztó méhek

FELELŐSSÉGÜNK A MÉHEK VÉDELME ÉRDEKÉBEN

A mézelő méhek kulcsfontosságú szereplők az ökológia és a mezőgazdaság szempontjából, mivel a tevékenységükkel egyformán támogatják az élelmiszer-termelésünket és a természetes ökoszisztémát. A tudomány a modern biológia eszközeivel minden eddiginél precízebb védekezést tesz lehetővé a kártevők ellen, ugyanakkor felhívja a figyelmet a szélesebb körű felelősségünkre is – hogy felelősségteljesen használjuk az innováció eredményeit, törekedjünk a beporzók egészségének a megőrzésére, és a beavatkozásunk mértéke ne borítsa fel a mezőgazdasági tevékenységek, valamint a természetes környezeti folyamatok egyensúlyát. Egyelőre reménykedhetünk benne, hogy a vadescanával egy minden eddiginél hatékonyabb, az atkák szaporodását közvetlenül gátló eszköz kerül a birtokunkba – apró, de jelentősegteljes lépés az élőködő ellen, amely lassan fél évszázada tizedeli a méheinket.

(Az itt tárgyalt RNS-interferenciai technológiát számos kórokozó és kártevő ellen tesztelik napjainkban, egyelőre átütő eredmény nélkül, pl. méhvírusokkal folyó kísérletekről is tudósítottunk már. – A lektor.)

Bill Hesbach,
American Bee Journal, 2026(1): 51–53;
 fordította: Kernács Rebeka

BroodSense – Fiasítás- és varroamegfigyelés síkágys szkennel

A sejtek felnyitása nélkül is bele lehet pillantani a fedett fiasításba? Az alábbi írásban a szerző bemutatja, hogy a fias sejtek megfigyelésében milyen előnyei és korlátai vannak a síkágys szkennel alkalmazásának.

Nem túl nagy reményekkel láttunk neki 2024-ben az első szkennel átalakításának egy próbavizsgálat elvégzéséhez. Hogyan fognak reagálni a méhek a szkennelre? Hajlandó lesz egyáltalán az anya belepetézni a megfigyelt sejtekbe?

Három hónappal később és egy szkennelfedél árán már tudtuk: igen, az anya, az udvartartása és a kaptár népe minden további nélkül elfogadja az üvegaljatot!

A döntő lépést egy viaszozott sejrács behelyezése jelentette, amelyet a dolgozók kiépítettek, majd az anya bepetézett. A 6,9 milliméteres sejtekben összesen ötszáz-tizenkét here fejlődését sikerült megfigyelnünk, és ki lehetett értékelni a varroa-fertőzöttséget, a költés-meszesedést, valamint a méhek higiénikus viselkedését is.

Egy méhcsalád egészsége és teljesítőképessége attól is függ, hogy mennyire tudjuk kontrollálni a fiasítás állapotát, illetve a kártevők szaporodását. A szokásos módszereknek – például a kivágott fias sejtek egyesével történő kézi átvizsgálásának – azonban megvannak a maguk hátrányai: időigényesek, és jobban vagy kevésbé, de fel-forgatják a család életét. Minél pontosabban szeretnénk például a kivágott fias sejtek ellenőrzésével tenyésztési jellemzőket keresni vagy tudományos vizsgálatot végezni, annál gyakrabban és annál több sejtől kell mintát venni.

Erre a célra találtuk ki és javasoljuk a síkágys szkennel alkalmazását: az eltávolított fedelű készülék egy (Dadant-) keretbe illesztve, majd a terepen egy tenyérnyi méretű számítógéphez csatlakoztatva máris használatba vehető. A hálózati árammal, napelemmel vagy külső akkumulátorral (powerbank) működtetett szkennelrel tetszőleges – perces, órás vagy napi időközönként – felvétel készíthető a sejtekről. Így A4-es méretű szkennelt képek sorozatát kapjuk, amelyek mindegyikén sejtek ezrei lesznek láthatók. Az ezzel a megoldással nyert kutatási adatokból választottunk ki hét szkennelt sejtet, ehhez az íráshoz. Ezzel egyúttal arra a további 1,2 millió szkennelt felvételre is szeretnénk felhívni a figyelmet, amelyeknek a közlése meghaladná e kiadvány kereteit, ám az itt látható QR-kódokon keresztül megtekinthetők.

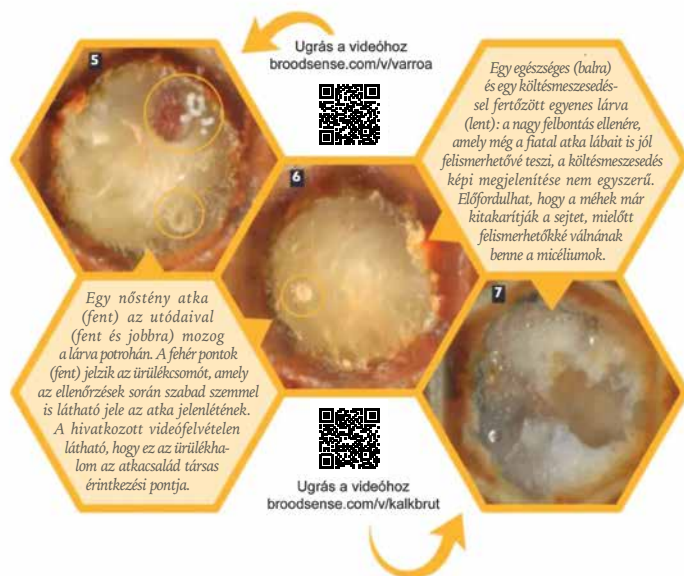
1. ÉS 2. SEJTFOTÓ:

Az adatokban szereplő összes költési ciklus természetszerűleg a petével kezdődik. Három nap elteltével – ebben egészen biztosak lehetünk – a petéből kikel a lárvá. Már e két lépés után megmutatkozik a szkennerek egyik hasznos tulajdonsága: a felvételek időbélyegének köszönhetően a fiasítás életkora percre pontosan meghatározható. Ugyanakkor azonban fény derül a technika korlátaira is. A szkennereket úgy tervezték, hogy csak a közeli és mozdulatlan objektumokat jelenítsék meg élesen. Az álló helyzetű peték ezért mélységélesség híján eltűnnek, a fiasítás táplálásáról gondoskodó dajkaméhek pedig a mozgásuk miatt válnak életlenekké a felvételeken; csak elmosódottan ismerhetők fel. Ám amint bekerül a sejtbe az első adag méhpempő, a fiasítás már nem téveszthető szem elől. Minden további folyamat közvetlenül az üvegfelületen zajlik: a lárvá keringeni kezd a táplálékban, és igen rövid idő alatt tekintélyes méretűre nő.

3. ÉS 4. SEJTFOTÓ:

A méhanya nem minden sejtet petéz be. A legtöbb sejt vagy teljesen kihasználatlan marad, vagy néhány órán át a nektár- és virágporkészletek ideiglenes raktározására szolgál.





5. ÉS 6. SEJTFOTÓ:

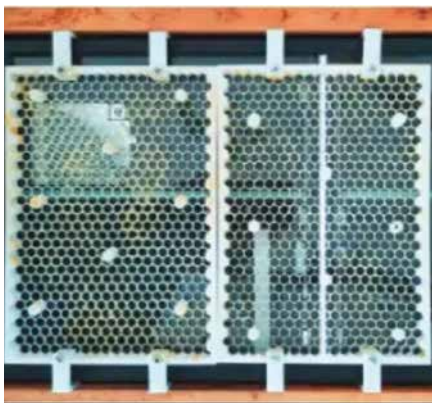
Általában közvetlenül a fias sejtekbe jutáskor lehet része az embernek abban a kétes szerencsében, hogy varroa atkára bukkan. A nőstény atka illatanyagok alapján ismeri fel, hogy mikor áll küszöbön egy-egy sejt lefedése. Ez a megfelelő időpont arra, hogy elhagyja addigi gazdaállatát, és megkezdje a sejtben a szaporodást.

Az atkák sikeresen fejlesztették ki azt a képességüket, hogy észrevétlenek maradjanak a méhcsaládban. Ehhez az is hozzátartozik, hogy miután behatoltak egy sejtbe, a sejtfenéken rejtőzködnek mindaddig, amíg a méhek a sejtet le nem fedik. Így elkerülik a dajkaméhek ellenőrző körútjait, és várják, hogy magukra maradjanak a lárvával. Ennek a viselkedésnek a haszna olyan nagy, hogy az atkák még azt is rendszeresen megkockáztatják, hogy a „bújócska” során beleragadnak a pempőbe, ahonnan mozdulni sem tudnak. Van abban némi ironia, hogy a pempőbe ragadt atkát éppen az áldozata szabadítja majd ki szorult helyzetéből a pempő elfogyasztásával. Mármint, ha figyelembe vesszük, hogy esetünkben a búvóhelyül választott sejtfenék nem más, mint a szkanner üveglapja, azonnal érthetővé válik, hogy miért olyan alkalmas ez az eszköz a varroa megfigyelésére.

Míg az atkák a sejtbe jutás és a pempőből való kiszabadulás közötti időszakban jól felismerhetők, addig a következő szakaszban, amikor a lárván ejtett seb és az ürülécsomó között ingáznak, már csak szórványosan kerülnek elő.



1. kép: A fiasítás kézi átvizsgálása fáradságos munka, és rombolással jár. Tenyésztők és kutatók számára mégis elengedhetetlen, például a VSH-tulajdonságok számbavétele miatt. A mintavétel károsítja a családot, és csak pillanatnyi állapotot mutat, nem ad képet a lezajló folyamatokról. Az Európai Bizottság egyik jelentése szerint Németországban egy varroavizsgálat költsége (személyi költségekkel együtt) meghaladja családonként a 200 eurót. És van itt még egy bökkenő: minél behatóbban vagy gyakrabban vizsgálódunk, annál inkább meghamisítjuk az eredményeket az ismételt beavatkozással és a fiasítás nagyobb mértékű eltávolításával.

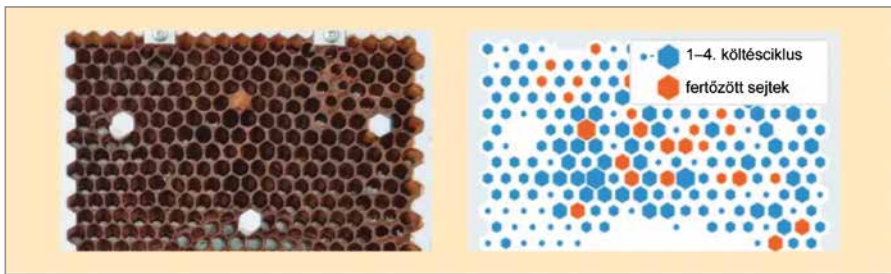


2. kép: A fiasítás szkenneres vizsgálata lehetővé teszi egyszerre akár 2288 munkás- vagy 1200 heresejt áttekintését. Nagy előnye, hogy a sejteket nem kell közben tönkretenni. Így ugyanazok a sejtek többször is beszkennelhetők, aminek köszönhetően először kapunk folyamatos idősorokat, igény szerint akár néhány perces időközönként készült felvételekkel. A módszer többletértéke egyebek között a megismételhetőség, valamint az átfogóbb és pontosabb adatok.

Ahogy emelkedik az atkák száma a sejtben, úgy nő az esélye annak is, hogy lenceseire kapjuk őket. Látni fogjuk: viszonylag könnyen felismerhető, hogy egy atka szaporodott-e – némi gyakorlattal még az utódok neme is meghatározható. Azt viszont, hogy pontosan hány utód jött világra, csak akkor lehet megállapítani, ha véletlenül mindnyájan egyszerre láthatók.

Tapasztalatunk alapján nem valószínű, hogy egyetlen fertőzött sejt is elkerüli a figyelmünket. Ennek egyik oka az atkák viselkedése, nevezetesen, hogy kezdetben a sejt alján, azaz a szkennel üvegén rejtőznek el, a másik pedig az a nagy jövés-menés, ami egy életerős nőtény atka által fertőzött sejtben uralkodik.

A varroarezisztenciára való tenyésztés szempontjából fontos információval szolgál a higiénikus viselkedés megfigyelése, valamint az ebből következő kérdés, hogy vajon képesek-e a méhek a varroával fertőzött sejteket célzottan kitakarítani. A hivatkozott videókból egyértelműen látszik, hogy ez a viselkedés jól felismerhető, viszont a fiasítás elfogyasztásának (kannibalizmus) az okai ismeretlenek. Az okok között sze-



3. kép: A szkennelt lép egy részlete (balra) és digitális megfelelője (jobbra)

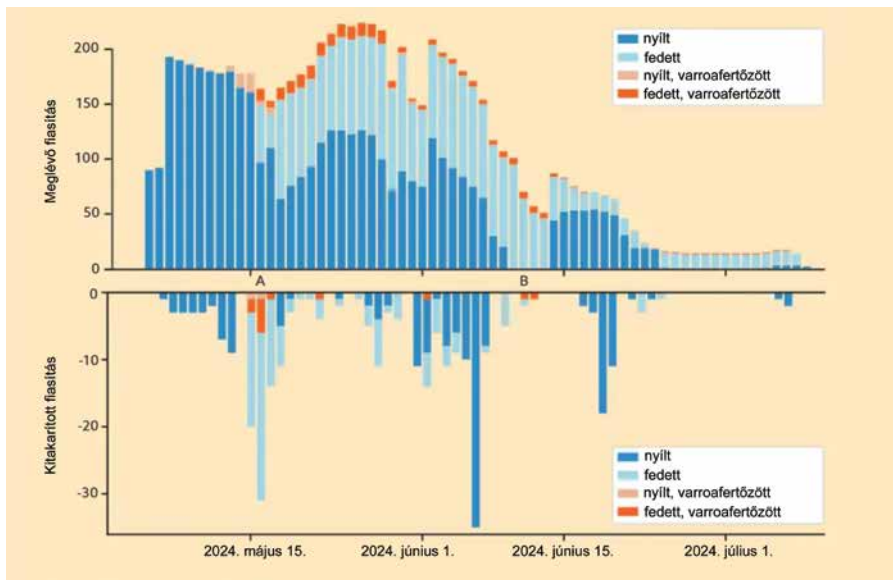
repelhet táplálékhiány, herefelesleg, varroafertőzöttség vagy más, nem vagy csak nehezen felismerhető betegség (lásd 7. számú sejtfortó).

AZ ADATOK KIÉRTÉKELÉSE

A szkennerek akár 2400 dpi felbontású képek készítésére is képesek. Ez körülbelül 90 MB-os fájlméretnek, illetve nagyjából 568 megapixelnek felel meg. Ez a hatalmas adatmennyiség nehézkessé teszi a nyers adatok kezelését. Aki szeretné, igénybe veheti az online BroodSense platformot a felvételek feltöltéséhez. Ott a nagy méretű képeket a program automatikusan külön sejterületekre vágja szét, és minden egyes sejt felvételeiből videót állít össze. A beépített címkézőeszközzel az érdekes mozzanatok megjegyzésekkel láthatók el. Ezt követően mind a videók, mind a megjegyzések letölthetők, vagy közvetlenül a böngészőben, interaktív módon elemezhetők. A manuálisan vagy automatikusan kinyert adatok térben és időben is (lásd a következő oldalon) ábrázolhatók és kiértékelhetők.

TETTHELY: A SEJT

A méhészek és a kutatók is komoly nyomozást folytatnak, amikor a méheik viselkedését igyekeznek megérteni. A szkennerek értékes nyomozati anyagokkal szolgálhat a vizsgálódásaikhoz. Például: mi történt május 17-én a kora reggeli órákban a 86-os sejtben, tíz nappal és huszonegy órával azután, hogy a „86-os lárvá” fiatal élete hirtelen véget ért? A megfigyelő kamera felvételei egyértelműen megmutatják: a nővérei falták fel őt! De mi volt az indítékuk? A „86-os lárvá” egyszerűen rosszkor volt rossz helyen, táplálékhiány vagy a herefelesleg áldozata lett? Vagy személyes indítékok játszottak közre? Egy pillantás a szkenneredatokra (broodsense.com/v/tatort), és egyből láthatjuk: már három nappal és kilenc órával a tett elkövetése előtt egy varroa atka fertőzte meg a sejtet. Vajon észrevett ez idő alatt valamit a dajkaméh – megváltozott illatot vagy egyéb rendellenességet –, amikor ellenőrzésképpen felnyitotta, majd újból lefedte a sejtet?



1. grafikon: A napi, meglévő fiasítás (fent) és a kitakarított fiasítás mennyisége (lent). Az A és B jelzésű napokon a teljes fiasítás 8%-a, illetve 10%-a volt varroával fertőzött. A kitakarított fiasításban ezzel szemben jóval nagyobb, 19%, illetve 50% volt a varroafertőzöttség.

Teljes bizonyossággal nem mondhatjuk meg, de annyit megkockáztathatunk, hogy a tett elkövetésének idején százötvenhárom sejt volt fias, így annak az esélye, hogy véletlenül éppen a tizenkét varroafertőzött sejt egyikét nyissák fel a méhek, kevesebb mint 8%. Ebből a példából látható, milyen pontosan vizsgálhatjuk a szkennel segítségével azt is, hogy a varroával fertőzött sejteket valóban gyakrabban takarítják-e ki a méhek, mint amennyit a véletlen számlájára írhatnánk. Minél szembetűnőbb a különbség, annál értékesebb ez a viselkedés a varroarezisztens családok tenyésztése szempontjából.

SKENNERHÁZ ÉS LÉPSZERKEZET

Aki rendelkezik 3D-nyomtatóval, az otthon is nyomtathat politejsavból (PLA) a Dadant-mérethez (a felső lécz hossza: 482 milliméter, keretmagasság: 285 milliméter) illeszkedő szkennelházat, vagy a világhálón kereshetünk szolgáltatót a nyomtatáshoz. A készüléket magunk is összeállíthatjuk úgy, hogy beillesztjük a szkennert egy drótozatlan fészekkeretbe, a hézagokat pedig lécdarabokkal tömjük ki, hogy ne épüljenek rájuk zugéptmények. Mivel a méhek fentről lefelé építkeznek, az elfogadást mindkét esetben megkönnyíti egy megfelelő kezdő perem.

HOGYAN VEGYÜK RÁ A MÉHEKET A SZKENNER ELFOGADÁSÁRA?

Aki méhészkedett már műanyag lépekkel, az tudja: ha választhatnak, a méhek a viaszlépet fogják minden egyébben szemben előnyben részesíteni. Hogy miként lehet őket mégis rávenni a szkennel elfogadására, azt a világhálón megtalálható építési útmutatónkban három példán keresztül szemléltetjük: egy viaszból készült kezdőcsíkkal, egy saját nyomtatású műanyag ráccsal, valamint egy hatszögletű perforált lemezzel.

GYAKORLATI TANÁCSOK

Minden kezdet nehéz: a tapasztalatok szerint két-három hétbe telik, amíg a méhek már nem tekintik idegen testnek a szkennert. Az építési folyamat ellenőrzéséhez nem kell felnyitni a kaptárt, elegendő az USB-tárolóra mentett szkennelt képeket megtekinteni. Ha a felületet egyszer kiépítették, a későbbi használatkor már könnyebben elfogadják majd. Ezt a megfigyelést a műanyag lépet használó méhészek is megerősíthetik. Ha ezenfelül kihasználjuk az erős építési ösztön időszakát és a fészek közelségét, még egyszerűbb lesz az elfogadtatás. A szkennel igen hasznos tartozéka egy közösleges főzőlapkaparó, amellyel az üvegfelület könnyen, tisztítószert használata nélkül is maradéktalanul letakarítható.

TÁVLATOK

A BroodSense platform már most is elérhető a világhálón, és lehetővé teszi azoknak a kutatási adatoknak a tanulmányozását, amelyek jelen írásunk alapjául szolgáltak. Saját eszközökkel végzett sejt szkennelések várhatóan 2026 elejétől lesznek rá feltölthetők. A sejtvideók elkészítése és megtekintése, valamint a tartalmak kézi címkézése ingyenes. Az automatikus, tömeges címkézés fizetős szolgáltatásként a platform továbbfejlesztését hivatott finanszírozni.

A BroodSense.com egy közösségi kezdeményezés, amely örömmel fogad minden fejlesztést, ötletet, workshopot és építési útmutatót. A vezérlőszoftver nyílt forráskódú, és a github.com/broodsense oldalon érhető el.

Parzival Borlinghaus,
Schweizerische Bienen-Zeitung, 2025(12): 22–27;
 fordította: Makra Júlia

Dr.-Ing. Parzival Borlinghaus a karlsruhei műszaki egyetemen szerzett diplomát a képző eljárások méhészeti alkalmazásából. Elérhetősége: parzival.borlinghaus@broodsense.com.

TROPILAEELAPS ATKA

A remény nem stratégia

Veszélyes változás fenyegeti az amerikai méhészeti ágazatot. Nem vagyunk rá felkészülve.

Többször írtam már a *Tropilaelaps mercedesaeről*, és rengeteg kutatómunkám fekszik a megismerésében. De mielőtt továbblapoznának, várjanak!

Van egy gyöngyszeme az amerikai méhészetnek. Megérdemli a támogatásunkat: az Amerikai Méhegészségügyi Felelősök Szövetsége.

Amikor bármilyen élőlényt veszély fenyeget, az vagy harcol, vagy menekül. A méhészek sem harcolni nem tudnak a *Tropilaelapsszal*, sem elmenekülni nem tudnak előle. Meg kell hát fékeznünk. De nem tudjuk, hogyan. Megérdemeltük a harcot.

A „remélem, nem ér el minket” az nem stratégia.

A Föld tíz legnagyobb méztermelő országa:

Kína

Törökország

Irán

India

Argentína

Oroszország

Mexikó

Brazília

Ukrajna

Új-Zéland

Megjegyzés: Sem az Egyesült Államok, sem Kanada nem szerepel a Föld tíz legnagyobb méztermelő országát felsoroló listán.

A tíz legnagyobb méztermelő listán szereplő országok közül az első hatból három Amerika esküdt ellensége.

Kínát, Oroszországot és Iránt enyhén szólva is szabályozott vagy tervgazdaságokként írhatjuk le. Oroszország és Ukrajna nyíltan ellenséges viszonyban állnak egy-

mással. Irán és megbízottai felkavarják a közel-keleti helyzetet, erőszakra buzdítva. A tízes listán szereplő országok közül hat már most is *Tropilaelaps*-fertőzött. Megfigyelések szerint a *Tropilaelaps*szal (vagy a köztesgazda patkányokkal) fertőzött országok azt kívánják, bárcsak egyikkel se fertőződtek volna meg.

Az ír *Agriland* című folyóirat 2025. április 30-i cikke („A méhészek összehangolt, egész Írországra kiterjedő méhegészségügyi ellenőrző szolgálatot sürgetnek”) szerint Észak-Írországból összeomlott a méhegészségügyi ellenőrző szolgálat. 2024-ben csupán hat méhegészségügyi ellenőrzésre került sor. A méhészet Észak-Írországból a Mezőgazdasági és Vidékügyi Minisztérium, az Ír Köztársaságban pedig a Mezőgazdasági, Élelmiszerügyi és Tengerészeti Minisztérium hatáskörébe tartozik. Az Ír Méhésszövetség szóvivője, Colette O’Connell aggódik az ázsiai lódarázs (Európából) és a költésrothadás közelgő inváziója miatt. Az atkákról szó sem esik.

A választópolgárok, akik (szerintünk) végső soron eldönthetik, hogy mire költik el az adójukat, ennél a megállapításnál csak unottan ásítognak.

A globális méhészet helyzete, vagy legalábbis az, amit mi annak gondolunk, változik; és nem jó irányba.

Van egy gyöngyszeme az amerikai méhészetnek. Megérdemli a támogatásunkat: az Amerikai Méhegészségügyi Felelősök Szövetsége (AIA).

Hallgassák meg a *Beekkeeping Today* 286. számú podcastjét Becky Mastermannal és Jeff Ott-tal. Ebben a podcastben Brooke Decker, aki Vermont állam méhegészségügyi felelőse és az AIA elnöke is, így jellemzi a foglalkozásunkat: „Támogató csoport vagyunk egymás számára” – ami nagyon megérintett. Mindannyian együtt úzzuk a méhészet ősi művészetét.

Soha nem írtam még támogató levelet az AIA-nak, de biztosan fogok. Hogy a szerkesztőm, Jerry Hayes (aki maga is nyugdíjas állami méhegészségügyi felelős) véleményét tolmácsoljam: milyen kínos és frusztráló lehet egy méhegészségügyi felelős számára néhány olyan ötlettel előállni, amelyeket a következő bekezdésekben fogok bemutatni. Az állami méhegészségügyi felelősök, az ő helyetteseik és egyes vidékeken a megyei méhészfelügyelők általában az Állami Mezőgazdasági Minisztérium nagyobb költségvetési finanszírozásáért versenyeznek. Ezekben az államokban az agrárbiztosok vagy mezőgazdasági miniszterek költségvetési javaslatokat nyújtanak be az adott állam törvényhozó testületeinek vagy nemzetgyűléseinek.

Az az elképzelés, hogy a méhegészségügyi felelősök munkája nyugdíjas állás, vagy hogy független lenne a költségvetési keretektől, vagy nem ér fel egy teljes munkaidős állással, valószínűleg néhány, de tényleg csak alig néhány állami méhegészségügyi felelőstől eltekintve sokak fejében megfordulhat. Pár állam viszont önfinanszírozó mechanizmussal rendelkezik.

Észak-Dakotában méhcsaládonkénti vizsgálatot végeznek. Kaliforniában viszont a „Bee Where” nevű program működik – egy kaotikus egyveleg. Minnesotában nincs állami méhegészségügyi felelős.

A szavazók – akik mind szeretnek enni; akik választanak; vagy a kormányzók, akik kinevezik az élelmezésbiztonsági döntéseket hozó agrárbiztosokat vagy mezőgazdasági minisztereket – szemben az egyszerű méhegészségügyi felelőssel (Sziszüphossal), aki évente vagy félévente elkezd felfelé tolni a méhegészségügyi felelősök finanszírozásának terhét, tudván, hogy az adott programot bármelyik választás, törvényhozó testület vagy egy mezőgazdasági miniszter megvonhatja, vagy a korábbi szintre visszaállíthatja. Aki csak azt hangoztatja, hogy: „Láttam egy méhet a múlt héten, semmi baja nem volt.” Sziszüphosz, nyugodtan megindulhatsz lefelé a lejtőn.

Érdemes támogatni az AIA-t? Az Amerikai Méhegészségügyi Felelősök Szövetsége egyedülálló státusszal rendelkezik, amellyel egyetlen országos, állami, helyi vagy regionális méhészeti szervezet sem rendelkezik. Az AIA-nak a különböző állami mezőgazdasági minisztériumok által adott hatásköre egyedülálló. Megérdemli a méhészek és a méhészeti egyesületek támogatását.

Gondoljunk például az AIA egyedülálló helyzetére a *Tropilaelaps*-oktatás jelenlegi légi üres terében! Egy rendkívül fontos célközönségnek szüksége van erre a *Tropilaelaps*-oktatásra. Az Egyesült Államok Vám- és Határvédelmi Hivatalának (CBP) a feladata az, hogy megóvja a határainkat azáltal, hogy véd az invazív organizmusoktól. A belépési pontok közé tartoznak az óceánjáró hajók, a repülőgépek és az előre megfontolt emberi cselekedetek. Ezzel már korábban is foglalkoztunk.



Forrás: CSIRO, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=35486198>

A CBP ellenőreinek egy olyan, hiteles szervezetre van szükségük, amely betéve ismeri a méheket, a méhek élettanát és a méhparazitákat is. A CBP személyzete (véltetően) alig vagy egyáltalán nem rendelkezik képesítéssel a hajókon vagy repülőgépeken található méhekkel kapcsolatban. A javaslat a következő: az AIA szakmai háttérrel képezné a CBP személyzetét – díjazás ellenében. A CBP lehet önkéntes ügyfél, akinek a javadalmazása igazodhat az AIA nonprofit státuszához, mivel az „kommunikációs és oktatási” tevékenység. A CBP együttműködési megállapodást (MOU) köthet az AIA-val éves képzésekről, mivel minden évben az újonnan esküt tevő CBP-ellenőröknek is szükségük lesz a méhészeti képzésre.

Ha a szolgáltatási díjazás vagy az együttműködési megállapodás nem lehetséges – ez a képzési ötlet akár pályázati felhívásnak is tűnhet, amely megírásra vár, szó szerint az egyetlen olyan szervezet részéről, amelyik Amerikában felkészült lenne erre.

Az AIA egy másik, az iparág számára is támogatást érdemlő területe a növényvédők szerek kiskultúrás felhasználására irányuló kérelmek. 2022-ben az AIA célja az volt, hogy határozattal elfogadjon egy tervet, a ***Tropilaelaps* korai felismerésével és a védekezés stratégiájával kapcsolatban**. (Bárcsak az Állat- és Növényegészségügyi Ellenőrző Szolgálat követné ezt a példát saját – immár idejétmúlt – tervének a közzétételével!) Az AIA azon törekvése, hogy a varroa elleni védekezésben a kiskereskedelemben a szerves savakra kiadott engedélyeket szorgalmazza, az olyanfajta ágazatirányítás, amelyre ennek az iparágaknak szüksége van. Az AIA-nak megvan a tekintélye ahhoz, hogy tudományosan megalapozott ajánlásokat tegyen a Környezetvédelmi Ügynökség (EPA) számára.

Hogyan fognak kinézni a *Tropilaelaps* elleni kezelések? Van valakinek ötlete?

A válasz: Feltétel, államközi szállítási engedélyek.

A floridai méhészeti ágazat résztvevői a védekezés erősödését tapasztalják. Októberben sok méhanyás kőlyök családot nevelnek Floridában, hogy januárban Kaliforniába tudják szállítani őket a mandula beporzására. Néhány ilyen család elég támadó viselkedésű. A Kaliforniai Méhtenyésztők Szövetsége (melynek korábban tagja voltam) olyan ellenőrzési folyamatot vagy genetikai szűrőrendszert keres, amellyel megakadályozhatja az agresszív méhek Sacramento-völgybe történő szállítását. A Sacramento-völgy a Föld legfontosabb méhtenyésztési központja. Az a jó szabályozás, ha segítik Észak-Kaliforniát „afrikai méhektől mentesnek” maradni.

Az AIA számos laboratóriumot használ kórokozók, paraziták, betegségek diagnosztizálására, és néhány, de korántsem minden esetben még genetikai elemzést is. Ez teljesen érthető. Az egyes államok azt akarják, hogy a „saját” laboratóriumaik végezzék el a munkát a „saját” szervezetük vagy szövetségük számára. A laboratóriumi status quo vagy államkapitalizmus már nem igazán védhető a Bee Informed óta. A Bee Informed 2013-ban (!) mintákat kapott az észak-dakotai Gackle-ből; előkészítette, elemezte és hetvenkét órán belül – megbízhatóan – küldte az eredményeket. Akkoriban ez kiemelkedő gyorsaságú szolgáltatás volt. (2012 és 2021 között a Bee Informed Partnership igazgatótanácsában szolgáltam.) Hamarosan eljön a nap, ami-

kor az iparágnak azonnali, pontos eredményekre lesz szüksége a terepi adatgyűjtésekből. A közelmúltban történtek azt mutatják, hogy ez lehetséges. Az iparágnak támogatnia kellene az AIA kezdeményezéseit a minták azonosításának, szállításának, tárolásának, a diagnosztikai eredmények közlésének a korszerűsítése érdekében.

Több mint egy évtizeddel ezelőtt részt vettem egy előremutató tudományos munkában: a varroa megfékezése kettős szálú RNS-interferenciakezelésekkel. Akkoriban fáradtságos munkával, papíralapú terepi jegyzeteket használtunk csíptetős irattartókon írva. Hamarosan a táblagépek felváltották a papírt, lehetővé téve a terepi megfigyelések valós idejű összegyűjtését. Miután megtaláltuk a helyi dombtetőn a térerőt (ez Észak-Dakotában volt), az adatokat sikerült feltölteni. Az eredmények elképesztő sebességgel és pontossággal gyűltek össze. Az iparágnak ugyanilyen sebességre és pontosságra van szüksége 2025-ben is.

Az állami mezőgazdasági minisztériumok támogatják a tejgazdaságokat, a sertés-tenyésztőket, a baromfitartókat, a szarvasmarha-tenyésztőket, a halgazdaságokat, a gyümölcsösök és a szőlőültetvények tulajdonosait a már jelenleg használatos technológiák beszerzésében – de ez a méhészetek számára is elérhető kell hogy legyen.

Nem tudom, hogy az AIA üdvözl-e a méhészeti csoportok támogató határozatait. Jelenleg az Észak-dakotai Méhészek Szövetségének az elnökeként szolgálók (valószínűleg halálomig). Az éves találkozóink október 7-én lesz Bismarckban. Üzleti találkozóink során az állami méhészfelügyelőkkel, Samantha Brunnerrel, az AIA korábbi elnökével együttműködve a méhészek feltehetően megszavazzák az AIA-t támogató határozatokat. Bízom benne, hogy a méhészek egyáltalán megjelennek.

John Miller,
Bee Culture, 2025(7): 24–25;
 fordította: Stall Nikolett

A *Tropilaelaps* terjedése Georgiában

2026 februárjában visszatérek Thaiföldre, és folytatom a *Tropilaelaps* atkával kapcsolatos kutatásaimat. Ez az utazás majdnem pontosan három évvel az első thaiföldi utam és a *Tropilaelaps*szal való első találkozásom után történik. Az első úton és aztán következetesen az összes többin is egy dolog nyugőzött le újra meg újra: az, ahogy a helyi méhészek védekeznek a *Tropilaelaps* ellen.

Az első látogatás alkalmával több mint száz méhcsaládot ellenőriztünk ottani méhészetekben, és Thaiföld északi csücskétől a déliig a legkülönbözőbb méhészekkel dolgoztunk együtt. A helyszínek és a méhészek sokfélesége ellenére a helyzet mindenhol figyelemre méltóan hasonló volt. Minden méhészetben, az összes vizsgált méhcsaládban folyamatos volt a vegyszeres kezelés. A szerek többsége szintetikus készítmény volt, és többet közülük eredetileg nem méhészeti alkalmazásra szántak. Néhány riasztó esetben a méhészek kutyabólhára vagy tehenek kullancs elleni kezelésére való vegyszerekkel igyekeztek kiirtani a *Tropilaelaps*ot. Így nem lepődtünk meg, amikor megtudtuk, mennyire nehezen értékesíthető a helyi termelésű méz nagy nemzetközi forgalmazóknak. A legtöbb mézben rovarirtóvegyyszer-maradványok vannak, és az ilyeneket a felvásárlók csak nyomott áron veszik át. Ez aggasztó helyzet, és ráadásul igazságtalan is, ha tekintetbe vesszük, hogy a forgalmazók az olcsó, szennye-



I. ábra: Georgia térképe a *T. mercedesae* belépési útvonalával (piros nyíl) 2024-ben és az észlelési pontok. Készítette: Giorgi Balakhadze, Wikimedia, CC BY 4.0 (<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=65618377>).

zett mézet szintén gond nélkül felhasználják a termékekben. A másik lehetőség, hogy a méhészek helyben, piacokon és kisebb üzleteken keresztül értékesítik a mézüket. Ennek a gyakorlata is meglehetősen széles skálán mozog a mosott whiskey-s üvegekben, kartonpapírra írt felirat alatt a kapualjakban árult méztől az igényesebb, piaci standokon kínált, szakszerűen üvegezett és címkézett mézekig, pollenig és méhviasztermékekig. A vegyszerszennyezettség problémája azonban az árusítás módjától függetlenül fennáll. A legtöbb méhész ráadásul a gazdasági rendszer alsó peremén működik, így ez a probléma közvetlen megélhetési nehézséget és kihívást jelent számukra. Az ázsiai védekezési módszerekben járatlan külföldiként nehezen tudtam megállapítani, hogy szükséges-e egyáltalán az ilyen szintű védekezés, vagy a méhészek csak megszokásból vegyszerezik a méheiket, mert mindig is így csinálták, és mindenki más is így csinálja.

A 2025-ös év számomra is más megvilágításba helyezte a *Tropilaelaps* elleni védekezést, a fordulatot pedig egy egyedülálló lehetőség jelentette: Georgiában dolgozhatam olyan méhekkal, amelyek csak nemrég fertőződtek meg, és méhészekkel, akik igyekeztek gyorsan alkalmazkodni a számukra teljesen új kártevő jelentette helyzethez. 2024 elején Georgia északnyugati, orosz fennhatóság alatti részén, Abháziában élő méhészek körében felröppent a szóbeszéd, hogy a *Tropilaelaps* jelen lehet abban a régióban. A politikai helyzet azonban szinte lehetetlenné tette ezeknek az észleléseknek az igazolását. 2024 nyarán aztán az új élősködő az elfoglalt terület határain túlra terjeszkedett, és a *Tropilaelaps mercedesae* jelenlétét igazolták két méhészetben a Samegrelo-Zemo Svaneti régióban (lásd a térképet). Júniusban utaztam először Georgiába, ahol sok méhésszel dolgoztam együtt, és közvetlen bepillantást nyertem a *Tropilaelaps*-helyzet alakulásába. Az év hátralévő részében az Egyesült Királyság és Georgia között ingázva a kutatásaim során közelről figyelhettem meg a grúz méhészek sikeres és sikertelen próbálkozásait ennek az egyre súlyosbodó veszélynek az elhárítására.

A munkám során közeli barátságot kötöttem egy testvérpárral, a Kaukázus lábánál elhelyezkedő kis falu, Nigoiti közelében fekvő jikheti Szent Szűz Mária-kolostorban méhészkedő Daniellával és Natalie-val. Tizenkét évvel ezelőtt Natali fűnyírás közben a kolostor földjén talált három művelésen kívüli, de lakott méhkaptárt, és elhatározta, hogy gondozásba veszi őket. Eleinte a helyi méhészek segítettek neki, de a jelek szerint természetes méhészösztönrel megáldott Natalie-ban hamarosan kérdések merültek fel a tanácsaikat illetően, és attól kezdve a méhek alapos megfigyelésével tanulta ki a méhészkedés művészetét. Hat év elteltével Daniella is belépett a rendbe, és onnantól ő is segített a nővérének a méhészkedésben. Idővel a méhészetük nyolcvanhat családost számlált, és most már a helyiek azok, akik segítségért fordulnak hozzájuk. A grúz méhészek többsége az évad folyamán legalább egyszer vándoroltatja a méheit, vagy két méhészet, vagy vándortanyák között. Apácaként Natalie és Daniella zárt méhészetet művelnek, nem foglalkoznak rajbefogással, és mivel a kolostor viszonylag el van szigetelve a külvilágtól, a tapasztalataik érdekes bepillantást enged-

nek a *Tropilaelaps* terjedésének és szaporodásának a folyamatába. Mindketten részletes feljegyzéseket vezetnek, és az utolsó ott-tartózkodásomkor megtudtam, hogy Daniella biológus volt az örökfogadalom letétele előtt. A *Tropilaelaps*szal kapcsolatos tapasztalataik ezért mindenkinek tanulságosak.

Amikor Georgiában igazolták a *Tropilaelaps* megjelenését, Natalie és Daniella is riadót fújt: attól kezdve hetente ellenőrizték a fiasításban az atka jelenlétét. 2024 tele felé közeledve egyik méhcsaládjukban sem észlelték a *Tropilaelaps* jelenlétét, a legközelebbi észlelés pedig a kolostortól nagyjából 20 kilométerre volt. A varroa elleni védekezés részeként a testvérek minden teleléskor rutinszerűen zárkazzák a méhanyát. Az anya ilyenkor jellemzően négy hónapot tölt egy nagyobb méretű anyazárkában. Natalie és Daniella először megkeresik a méhanyát, és meggyőződnek róla, hogy a családban még van fiasítás. Az anyazárkát függőlegesen, a kaptár első oldalától nagyjából 15 centiméterre rögzítik egy petéket és fiatal fiasítást tartalmazó kereten (1. kép). A méhek tovább gondozzák ezt a fiasítást, és így a lehető legtovább az anya közelében is maradnak. Amikor a külső hőmérséklet 12 Celsius-fok alá csökken, a méhek fürtbe rendeződnek a megmaradt fiasítás körül, s ekkor fennáll a veszélye annak, hogy a zárkázott anya magára marad, és megfagy. Natalie és Daniella ezért hetente ellenőrzik a telelőfürt helyzetét az anyazárkához képest, és szükség esetén áthelyezik a zárkát, hogy a fürt beborítsa. A fiasítás kikelése után a fürt már jellemzően egy helyben marad, Natalie és Daniella azonban továbbra is két-három hetente csekkolják a pozícióját. 2024-ben a méhanyákat október 15-én zárkázták, és egészen február 13-ig nem engedték ki. Mivel eddigre már egyik családban sem volt fiasítás, az esetleg a méheken áttelelő atkák ellen oxálsav-párologtatással kezelték a kaptárakat. Voltak méhészetek, amelyek 80%-os veszteséget könyveltek el azon a télen, a kolostorban azonban minimális maradt a veszteség. Tavasszal, a fiasítás megindulásával egy időben a *Tropilaelaps*-ellenőrzések is újrakezdődtek, és március közepén két családban is felfedeztek egy-egy atkát. Egyetlen új méhcsalád sem került



1. kép: Téli anyazárkák elhelyezése a kereten – Irakli, Natalie és Daniella a kolostor méhészetében – Daniella fiasításbiopsziával megállapítja az atkafertőzöttséget szintjét

a méhészetbe, és rajokat sem fogtak be, így az atkák kizárólag herékkel vagy a környékbeli méhészetekből eltájtolt gyűjtőméhekkel kerülhettek be. A lényeg, hogy bekerültek: most már ez a méhészet is fertőzött volt. A felfedezést követően Natalie és Daniella elhatározták, hogy újra kezelik oxálsavval az összes méhcsaládot.

Először június 18-án látogattam meg a kolostort, azután, hogy nagyjából egy héten át együtt dolgoztam egy másik méhésszel, a tbiliszi Georgiai Mezőgazdasági Egyetemen is tanító Irakli Janashia-val. Irakli több mint huszonöt éve méhészkedik, és ő észlelte elsőként a *Tropilaelaps* atkát Georgiában. A kolostorban tett látogatásunk előtt körbeutaztuk Georgia nyugati részét, és meglátogattuk azokat a méhészeket, akik segítséget kértek Iraklitól. Vezetés közben Irakli telefonja szinte megállás nélkül csörgött: a méhészek hívták. A hívások ki voltak hangosítva, és bár nem beszélek grúzul, minden hívásból kihallottam az „amitráz”, „hangyasav”, „oxál” és persze a „*Tropilaelaps*” szavakat. Ezek a beszélgetések érezhetően komor hangulatban zajlottak. A meglátogatott méhészek többsége vándorolt, és 2024 vége felé észlelte a *Tropilaelaps*-fertőzést. Nyugat-Georgiában a vándorméhészek a Kutaiszi vidéken elterülő alföldön telelnek a méheikkel. Tavasszal felfelé vándorolnak a Kis- és a Nagy-Kaukázus folyóvölgyeiben az akác, a hár, a szelídgesztenye és más mézelő növények egymást követő virágzásához igazodva, mígnem augusztus elejére eléri a magasan fekvő alpesi mezőket. Ezután visszatérnek telelni Kutaiszibe. A hegyi utak mentén különösen gyakran



2. kép: Vándorméhészet a Nagy-Kaukázus vidékén, Georgiában



3. kép: A *Tropilaelaps* kezelésére kínált vegyszerek egy thaiföldi üzletben

látni a nagyjából vízszintes helyeket ellepő, több száz kaptárt számláló méhészeteket. Több mint valószínű, hogy ez a fajta vándorlás jelentős mértékben gyorsította a *Tropilaelaps* terjedését Nyugat-Georgiában. Natalie és Daniella azonban nem vándor-méhészek.

Nem igazán tudtam, mire számítsak, amikor Irakli elmondta, hogy egy kolostort is meglátogatunk, és kicsit lámpalázás lettem, amikor megemlítette, hogy az apácák iránti tisztelet jeleként szoknyát kellene felvennem. A felfelé vezető út olyan volt, mintha visszafelé haladnánk az időben. Egy keskeny, kanyargós hegyi útra kerültünk, egy több mint száz tehénből és borjúból álló gulya mögé rekedve, amelyet lovas pásztorok hajtottak éppen egy másik legelőre. A gulyát terelő kutyák voltak a legnyugtalanítóbbak: némelyik borjúnál is nagyobbak voltak, és soknak hiányzott egy-egy füle vagy a farka; a medvékkel való küzdelemből származó sebhelyek borították őket. A kolostor és a templom épülete nagyon egyszerű volt, és talán éppen ez, no meg a rejtett helyszín védte meg őket a kommunista Szovjetunió terjeszkedésétől. Natalie és Daniella szemmel láthatóan örültek Irakli látogatásának, a szoknyám azonban inkább egy kicsit összezavarta őket. Legnagyobb megkönnyebbülésemre Natalie azonnal felajánlott nekem egy nadrágot. Irakli a szezon kezdete óta folyamatos kapcsolatban állt a nővérekkel, és mindnyájan izgatottan vártuk, hogy végre megmérhessük a kaptárak fertőzöttségét. Az eredmény változó volt, egyes kaptárakban alig 3% volt, míg másokban a 22%-ot is meghaladta. A legelkeserítőbb az volt, hogy minden megvizsgált kaptárban jelen volt a *Tropilaelaps*. Natalie és Daniella elmagyarázták, hogy ebben az időszakban szokták zárkázni a méhanyákat a varroa elleni védekezési stratégia részeként, hogy aztán négy hét elteltével ismét szabadon eresszék őket, és a kaptárakat oxálsav-párologtatással kezeljék. Nyolcvanhat méhcsaláddal kettejüknek nagyjából két napig tart ennek a feladatnak az elvégzése.

A *Tropilaelaps*szal foglalkozó szakirodalom minden esetben kiemeli, hogy az atkák csak a fiasításban képesek szaporodni, ezért a nővérek eljárása biztató volt.



4. kép: Thaiföldi méhészek és az általuk kínált méz

Mégis maradt bennem egy rossz érzés. Ha valamit megtapasztaltam a *Tropilaelaps*szal végzett munkám során, az az, hogy az atkák nyilvánvalóan nem olvassák a róluk szóló szakirodalmat. A Thaiföldön és Georgiában végzett kutatásaink ugyanarra az eredményre jutottak: hogy a *Tropilaelaps* képes rajokban is túlélni, és élő, valamint elhullott méheken is napokig életben marad; ezt korábban senki sem figyelte meg. A *Tropilaelaps* georgiai terjedésének a sebessége és a kaptárak fertőzöttségi szintje minden thaiföldi tapasztalatomat messze túlszárnyalta, és komoly aggodalomra adott okot. Sehogy sem értettem, miért történik mindez. Ráadásul szeptember elején Irakli egy sor egészen sokkoló videót küldött nekem, amelyek szerint a nővérek méhcsaládjai közül sok a pusztulás szélén állt. A helyzet súlyos volt, és a nehéz idők nehéz döntések meghozatalát követelték. Augusztusban elkezdtünk kísérletezni egy *Tropilaelaps* elleni hangyasavas kezeléssel, többféle beviteli módszert és adagolást is tesztelve. A kezelés még bőven kísérleti fázisban volt, de tudtuk, hogy most nincs sok vesztenivalónk. Irakli, Natalie és Daniella hamarosan az összes kolostorbéli méhcsaládban elvégezték az általunk kikísérletezett kezelést. A visszajelzések biztatóak voltak, és a végén sikerült visszarántanunk a méheket a szakadék széléről. Ennek ellenére alig vártam, hogy visszatérhessek Georgiába, és a saját szememmel láthassam, hogy vannak a méhek, illetve felmérhessem a megmaradt fertőzés szintjét.

Az október elején megejtett látogatásom nagyrészt megnyugtató eredményekkel zárult. Ismét fiasítások mikroszkópos vizsgálatával töltöttem a napot, és a legtöbbször nagyon alacsony volt mind a varroa-, mind a *Tropilaelaps*-fertőzöttség. Két kaptárban azonban kiugróan magas, 30%-os *Tropilaelaps*-fertőzöttséget mértünk. A legjobb tipem az, hogy ezek a méhcsaládok leraboltak más, összeomlófélben lévő családokat, és így hurcolták be az atkát a saját kaptárukba. Ezt a két kaptárat még egy hangyasavas kezelésben részesítettük, remélve, hogy a lehető legtöbb atkát ki tudjuk pusztítani a fiasításban. Natalie és Daniella ezután november első hetében lezárta a méhészeti szezont a méhanyák zárkázásával. A tél közeledtével a helyzet óvatos bizakodásra adott okot, de ahhoz, hogy idáig eljussanak, Natalie-nak és Daniellának iszonyú sokat kellett dolgoznia, messze sokkal többet, mint amennyit egy átlagos méhészet megkíván. A legtöbb méhésznek egyszerűen nincs ideje vagy kapacitása ennyire intenzív módszerekkel védekezni a *Tropilaelaps* ellen, és talán ez az oka, hogy az ázsiai méhészek többsége inkább a folyamatos vegyszeres kezelésekre hagyatkozott, akár a mézminőség árán is.

Maggie Gill,
Bee Culture, 2026(3): 54;
 fordította: Kernács Rebeka

Tropilaelaps és tsai.



Sok szó esett már a *Tropilaelaps* atkáról és a kártételéről, különösen, amióta az eredeti élőhelyén kívül a Közel-Keleten és Kelet-Európában is megjelent. Ez az atka könnyen alkalmazkodik a mérsékelt égöv körülményeihez, így veszélyt jelent az Egyesült Államok és gyakorlatilag minden méztermelő ország mézelőméh-állományára. Az állami szervek a saját hatáskörükben mindent megtesznek a „Tropi” korai észlelésére és elterjedésének megakadályozására, de még ezzel együtt is meglehet, hogy egy éles szemű méhészt észleli majd az első aktív fertőzést. Ezek az atkák ugyanis a varroánál is kisebbek, jól álcázzák magukat a sejtfedélben és a viaszban, és a legtöbb időt a fiasítás sejtjeiben töltik.

Több olyan eset is volt már az utóbbi években, amikor a fertőzés felfedezése egy méhészt jó megfigyelőképességének és gyorsaságának volt köszönhető. Egy texasi méhészt, Stephanie Kyles döbbenetes videója sokunkat elért a közösségi médiában 2024 márciusában, messze megelőzve a többszűrös szakmai publikációs folyamatokat. Ez a szemfüles méhészt számos videót és fotót is közölt apró, barna, ovális alakú, a *Tropilaelaps*hoz aggasztó mértékben hasonló atkákkal borított méhekről, a törvényhozók és a tudósok reakciója pedig nem sokáig váratott magára. Az atkákról hamar kiderült, hogy a *Tropilaelaps* világszerte elterjedt, de kevésbé ismert és viszonylag ártalmatlan rokonairól van szó. A Floridai Mezőgazdasági Minisztérium munkatársai James Fulton vezetésével meghatározták az atkát, a neve pedig mindannyiunk szerencséjére nem tartalmazza a „Tropilaelaps” szót. Ezek az atkák a megjelenésük és a genetikai jellemzőik alapján leginkább a *Macrocheles muscaedomesticae* fajhoz sorolhatók. A világszerte előforduló *Macrocheles* család tagjai számos gerinctelen állatfajon élősöknek (például rovarokon, más atkákon és férgekben is), és a rendkívül széles elterjedési területükből, valamint változatos viselkedésformáikból kiindulva feltételezhető, hogy a család a jelenleginél több fajra osztható. Ragadozó természetűek, a társas méhekre pedig pozitív, semleges és negatív hatást is kifejthetnek. Egyes megfigyelések alapján képesek nagy mennyiségben ráakaszkodni a méhekre, ez pedig káros is lehet (például ebben az esetben poszméhekre). Számos fajuk a legyek petéin élősök, méhek fészkeiben azonban még egyszer sem mutatták ki őket. Semmi nem utal arra, hogy a méhek petéire vagy álcáira is veszélyt jelentenének.

A Tropit utánzó atkák jelenléte fejlettebb monitorozási eljárásokat tesz szükségessé. Szakmai körökben egyre nagyobb hangsúlyt kap az atka monitorozása, miközben a téves riasztások veszélyeire is felhívják a figyelmet. A Méhegészségügyi Egyesület (Honey Bee Health Coalition) szerzőgárdája által kiadott digitális útmutató célja a „Tropi” szélesebb körű megismertetése a méhésztársadalommal (<https://honey>

beehealthcoalition.org/wp-content/uploads/2024/11/Tropi-Full-Primer.pdf). Ez a kiadvány kiemeli a hasonlóságot egyes ártalmatlan, a kaptárban megtalálható atkafajok és az invázióval fenyegető *Tropilaelaps* között. Ugyanezt a témát tekinti át a Washingtoni Állami Egyetem Brianna Price által vezetett kutatócsoportja egy nemrég megjelent publikációban (Price, Buckley, Hopkins és Basu, 2025).

Francisco Posada-Florez és Steven Cook, munkatársaim a USDA Bee Labnál, egy éven át vizsgálták a kaptárban és a kaptár környékén előforduló, nem élősködő atkákat két nemzetközileg elismert atkaszakértő, Ronald Ochoa és Austin Fife segítségével. Francisco a kaptárak melletti hulladékban számos atkafajt dokumentált (fényképekkel), amelyek közül néhány a fenéklemezen gyűlő hulladékban is felbukkant. A *Tropitól* elkülönülő atkafajok viselkedéséről szóló publikációjuk a közeljövőben várható.

A *Tropilaelaps* szakszerű megfigyelését egy pontos eredményeket biztosító, megfelelően érzékeny szűrési módszer tenné lehetővé, amely nem igényel speciális felsze-



1. kép: A méhkaptárak környezetéből származó törmelékből gyűjtött atkák sokfélesége jól szemlélteti a kaptárt potenciálisan látogató fajok körét

relést és nagyobb ráfordítást, illetve a kaptár jelentős károsodása nélkül végrehajtható. Maggie Gill és munkatársai Angliában és Thaiföldön a természetes úton megfertőződött thaiföldi méhcsaládokon vizsgálták a legígéretesebb monitorozási módszereket (Gill, Chuttong, Davies, Etheridge, Panyaraksa, Tomkies, Tonge és Budge, 2024). Először „ragadós”, illetve növényi olajjal bevont fenéklemezek segítségével meghatározták a kísérletben részt vevő hatvan család *Tropilaelaps*-alapértékét. A huszonnégy óra alatt lehullott atkák számát összevetették számos aktív szűrési technika (például a fiasításos lépek ütögetése, különböző módszereket és anyagokat használó atkamosások, illetve a fiasítás eltávolítása, valamint az álcák és sejtek egyenként való átvizsgálása) eredményeivel. Talán senkit sem lep meg, hogy a legpontosabb eredményt az álcák és a sejtek egyenként való átvizsgálásával nyerték, ugyanakkor ez a módszer messze a legidőigényesebb is. A porcukorba forgatás is figyelemre méltó eredményeket produkált. További vizsgálatot érdemel a kérdés, hogy az alkoholos lemosás miért bizonyult a többi módszernél jóval kevésbé hatékonynak az atkák és méhek szétválasztásában, holott a varroa atkák esetében eddig ez volt a legsikeresebb. A kutatók a porcukor hatékonyságát annak tulajdonítják, hogy az atkák lábait bevonva csökkenti azok tapadóképeségét, így kevésbé tudnak kapaszkodni, és könnyebben leesnek a méhekről. A fiasításvizsgálat módszerét is tökéletesítették: a fiasítás egyenetlenségét és hézagosságát is figyelembe véve száz sejtben határozták meg a felnyitandó és megvizsgálendő sejtek számát. Ez a módszer messze a legérzékenyebb, ami különösen alacsony fertőzöttségnél válik igen fontossá, hiszen kulcsszerepet játszhat a fertőzés terjedésének megelőzésében.

A *Tropilaelaps* helyes meghatározását nehezítő körülmények ellenére ez a „feltétlenül szólj, ha látsz valamit” időszaka. A méhészeknek nagyon oda kell figyelniük erre a veszélyre, jó, ha minden gyanús jelről nagy felbontású fotót vagy videót készítenek, és azt közzéteszik a megfelelő fórumokon, különösen, ha a varroától eltérő alakú atkafélét észleltek. Elsőként a helyi méhészeteket vagy méhészegyesületeket, illetve a méhegészségügyi felelőst érdemes értesíteni. Ha a hír hallatán ők gondterhelt arcot vágnak, fűjjünk riadót a közösségi médiában is. Az atkák a következő évtizedben valószínűleg felbukkannak Európa és Amerika eddig érintetlen területein is, így az esély a terjedésük megállítására vagy lassítására az, ha korán észleljük a megjelenésüket, és időben cselekszünk.

Jay Evans,
Bee Culture, 2025(9): 14–15;
 fordította: Kernács Rebeka

Tropilaelaps-workshopok – Méhészeknek a Tropilaelaps atkáról

„Várjunk csak, ezek ilyen kicsik?!” Ezt a kérdést már számtalanszor hallottam, amikor a méhészek először látják a *Tropilaelaps* atkákat. Mivel a *Tropilaelaps* megjelenéséről egyre újabb területeken számolnak be, fontos, hogy a méhészeket tájékoztassuk erről a parazita atkafajról. Míg az Auburni Egyetemen írt PhD-dolgozatom egy része a *Tropilaelaps*-szal kapcsolatos ismeretek pótlására elvégzett kísérletekre összpontosított, lehetőségem volt a méhészeket erről az invazív atkafajról oktatni is. Az amerikai méhegészségügyi felelősökkel (AIA) együttműködve az Auburni Egyetem Méhészeti Központja (az egyetemtől néhány hónappal ezelőtt kaptuk ezt a státuszt!) azon dolgozott, hogy tájékoztassa a méhészeket a *Tropilaelaps* biológiájáról, észleléséről és kezeléséről. Eddig a thaiföldi Csiangmajban és az alabamai Auburnben szerveztünk workshopokat, valamint számos előadást is tartottunk országos rendezvényeken, hogy segítsük a méhészek *Tropilaelaps*-szal kapcsolatos ismereteinek a bővítését.

A workshop formájában történő képzés 2024 januárjában kezdődött, amikor hét AIA-tag, az Amerikai Méhésszövetség (ABF) egy képviselője és a Kanadai Méhészek Szakmai Szövetségének (CAPA) egy képviselője Csiangmajba, Thaiföldre utazott, hogy többet tudjon meg a *Tropilaelaps*-ról (1. kép). A Project Apis m., a Nemzeti Méztanács, az Észak-dakotai Mezőgazdasági Minisztérium, az Alabamai Mezőgazdasági és Ipari



1. kép: A thaiföldi Csiangmajban megrendezett Tropilaelaps-workshopon jelen lévő résztvevők az AIA-t, a CAPA-t és az ABF-et képviselték



2. kép: A thaiföldi *Tropilaelaps*-workshop résztvevői első kézből figyelhették meg a *Tropilaelaps* atkákat, beleértve a ragadós fenékdesházak vizsgálatát is

Minisztérium, valamint a USDA-APHIS (az USA Mezőgazdasági Minisztériumának Állat- és Növényegészségügyi Felügyelősége – A lektor) által támogatott eseményt mi, Auburnból a Csiangmaji Egyetem Meliponini és Apini Kutatólaboratóriumával közösen szerveztük. A workshopon a résztvevők első kézből tapasztalhatták meg a *Tropilaelaps* jelenlétét a méhcsaládokban, végezhették el a megfigyelését, és ismerhették meg különböző észlelési módszereit (2. kép). A workshop az előadásokat és a gyakorlati tudnivalókat ötvözve segített az érdeklődőknek jobban megérteni, hogyan él a *Tropilaelaps* a méhcsaládokban. Ezenkívül a jelentkezők három helyi méhészrel is találkoztak, hogy megértsék, hogyan küzdenek egész évben ezzel az atkával Thaiföldön, ami fontos információ, tekintve, hogy több

mint ötven éve kell együtt élniük ezzel az atkával a méhcsaládjaikban.

A thai workshop után a résztvevők leültek, hogy megvitassák a legfontosabb tanulságokat, és azt, hogy miképpen lehet ezeket később, a méhészek oktatása során felhasználni. Az esemény egyik legnagyobb meglepetése volt, hogy a *Tropilaelaps*-szal kapcsolatos monitorozási módszerek teljesen hiányoznak. A jelenlegi diagnosztikai eljárásoknak vannak hibáik, amelyek korlátozzák a hatékonyságot, pedig az létfontosságú elem, amennyiben az atkák potenciális kiirtása lenne a cél abban az esetben, ha azok Észak-Amerikába is eljutnak. Ráadásul még a thai méhészek sem teljesen értik a fertőzöttségi arányok követését, és inkább a nyitott fiasításos sejteket keresik a magas fertőzöttség jelzőjeként, ahelyett, hogy bármilyen meghatározott diagnosztikai technikát alkalmaznának. Az Auburni Egyetemen azt reméljük, hogy ezt a problémát a módszereket összehasonlító kísérletek elvégzésével meg tudjuk oldani, így megállapíthatjuk, van-e hatékonyabb módszer a *Tropilaelaps* kimutatására.

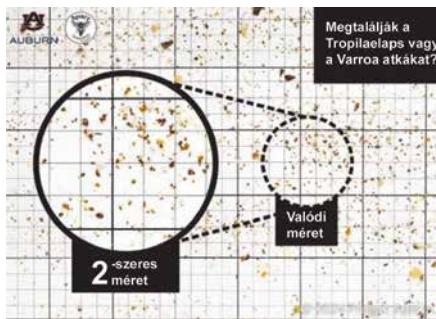
A másik fontos tanulság az volt, hogy nem egyértelműek a sürgősségi intézkedések *Tropilaelaps*-észlelés esetén. Végül a workshop résztvevői véleményt nyilvánítottak arról, hogy minden méhész számára elérhető oktatási forrásokra van szükség ahhoz, hogy naprakészek maradhassanak a legújabb *Tropilaelaps*-kutatásokkal kapcsolatban. Ezek a megbeszélések és a tudásbeli hiányosságok segítettek kialakítani a későbbi, Auburnben tartott amerikai workshop napirendjét.

Az „Oktasd az oktatót!” modellt követve az AIA azon tagjai, akik részt vettek a thaiföldi workshopon, az Auburni Egyetem Méhészeti Központjával együtt szerveztek

oktatást az alabamai Auburnben 2024 novemberében. Összesen ötvenkilenc résztvevő érkezett harmincnégy amerikai államból és tartományból, valamint négy kanadai tartományból és Thaiföldről. A résztvevők között voltak az AIA és a CAPA tagjai, az ABF és az Amerikai Méztermelők Szövetségének képviselői, továbbá több kormánytisztviselő is. A thaiföldihez hasonlóan az esemény nálunk is előadásokból, gyakorlatokból és moderált beszélgetésekből állt azért, hogy segítsen a méhegészségügyi felelősöknek és a méhészeti vezetőknek elsajátítani a *Tropilaelaps* atkákkal kapcsolatos alapismereteket. Bár egyetlen *Tropilaelaps*szal fertőzött méhcsaládot sem állt módunkban megvizsgálni (szerencsére még nincsenek itt!), a résztvevők ettől függetlenül is megnézhatték magát az atkát (ami már rég elpusztult) ragadós fenékdzsekszakon, és láthatták, milyen lenne alkoholos lemosás után és porcukrozást követően. Ezután egy káreset-irányítási szimulációs képzésen is részt vettek, ahol azt gyakorolták, hogyan reagálnának arra, ha *Tropilaelaps*sokat észlelnének az Egyesült Államok és Kanada területén. A USDA-APHIS képviselői különösen segítőkészek voltak abban, hogy részletesen megismerhessük, a USDA egy potenciális észlelés esetén miként reagálna, és hogyan támogatná a méhészeket.

A felmérések során biztató volt látni, hogy a résztvevők tudása jelentősen fejlődött a *Tropilaelaps* élettanának és monitorozásának az alapvető ismereteiről, valamint abban, hogy mit kell tenniük, ha az atkát felfedezik a körzetükben. Ezeken a képzéseken kifejezetten az AIA tagjai vettek részt, mivel ők országszerte nagyszámú méhcsalád-ellenőrzést végeznek. Lévén, hogy a méhegészségügyi felelősök a méhészet frontvonalában dolgoznak, nem ésszerűtlen azt gondolni, hogy egyikük lehet az első, aki Észak-Amerikában *Tropilaelaps* atkával találkozik.

E workshopok egyik legnagyobb hozadéka a parazitáról szóló információs anyagok kidolgozása volt a méhészek számára. A kiadványok, a *Tropilaelaps* aktuális elterjedési térképe és a legfrissebb kutatásokra mutató linkek mind megtalálhatók az AIA weboldalán (www.honeybeepests.org/tropi, 1. ábra), a Project Apis m. videóihoz vezető linkekkel együtt, amelyek a *Tropilaelaps*-problémát részletezik, valamint számos fotót bemutatnak az atkáról. Ezek a szakmai anyagok ingyenesen elérhetők minden érdeklődő számára.



1. ábra: Egy ragadós fenékdzseka *Tropilaelaps* és *Varroa* atkákkal. Megtalálják őket? Próbálják ki a mi „Hol van Waldo?” játékunkat, majd a www.honeybeepests.org/tropi oldalon ellenőrizték, mennyire voltak sikeresek!

Rogan Tokach,
Bee Culture, 2025(5): 20–21;
 fordította: Stall Nikolett



VÍRUSOK, BAKTÉRIUMOK

El lehet menekülni a vírusok elől?



Ahogy a tél végét elhagyva a március irányába lépkedünk, a tavasz reménye sejlik fel abban a néhány meleg napban, amelyek lehetővé teszik, hogy kimenjünk a szabadba, és friss levegőt szívjunk. Alig várjuk, hogy újra méhészkedhessünk, levethessünk néhány réteget magunkról, és magunk mögött hagyassuk a megfázásos és influenzás időszakot. Hanem akárcsak minket és más állatainkat, a mézelő méheinket is számos különböző vírus sújthatja. Elgondolkodtak már valaha azon, hogyan működnek a vírusok? Esetleg a túl sok örült tudomány elriasztotta önöket? Az idei tavaszi szemeszterben abban a kiváltságban van részem, hogy közegészségügyi és fertőző betegségekről szóló kurzust tarthatok az egészségügyi alapképzésben részt vevő hallgatóimnak. Megtanuljuk, hogy legyen szó méhekről vagy szarvasmarhákrol, emberről vagy sertésről; a vírusfertőzések leggyakrabban azonos, de régóta ismert elvek szerint zajlanak le. Engedjék meg, hogy egy kicsit professzorként beszéljek, bevonjam önöket egy előadásomba, és megnézzem, hogyan alkalmazható az elméletem a méheinkre.

MIK A VÍRUSOK?

A vírus (vagy a virion, ami egy fertőző vírus) nem más, mint egy fehérjecsomag, amely a két nukleinsav, a DNS vagy az RNS egyikét tartalmazza. Ezek a nukleinsavak vagy hordozzák (DNS), vagy dekodolják (RNS) azokat a genetikai kódokban rejlő utasításokat, amelyek a testünkben található fehérjék előállításához szükségesek. Ezek tesznek olyanná bennünket, amilyenek vagyunk, és szabályozzák azt, ahogyan működünk. A virionok úgy fertőzik meg a sejteket, hogy saját nukleinsavukat beépítik a gazdasejtbe, hogy azok végrehajtsák a virion parancsait.

Még mindig vita folyik arról, hogy a vírusok élőlények-e, vagy sem, de azt



senki sem vitatja, hogy képesek hatást gyakorolni az élőlényekre, néha kifejezetten súlyos formában is. A vírusok arra használják a sejteket, hogy további vírusokat állítsanak elő bennük, és megbújnak a sejtekben, néha akár évekig is. A vírusfertőzöttség gyengítheti vagy el is pusztíthatja a sejteket, sőt immunsejtjeinket még arra is ösztönözheti, hogy támadják meg és pusztítsák el saját, vírusfertőzött sejtjeinket. Csak azok a vírusok okozhatnak fertőzést, amelyek képesek behatolni bizonyos sejttípusokba (ember, kutya, méh, madár), és ezekben a fajokban képesek fertőzést okozni. Vannak vírusok, amelyek egyetlen állatfajra veszélyesek, mások viszont kifejlesztik magukban azt a képességet, hogy számos fajt meg tudjanak fertőzni. Az állatokat és embereket is megfertőzni képes virionok a **zoonotikus** vírusok. Szerencsére zoonotikus méhvírusokat még nem ismerünk.

Mivel a vírusok gyakran sejtről sejtre és állatról állatra terjednek, ezzel komoly esély nyílik a nukleinsavak keveredésére és átrendeződésére, ami különböző **variánso**kat eredményezhet. Ezért láthatjuk minden évben azt, hogy változatos influenza-



Eredeti kép:
Mara Polczynski

és koronavírus-típusok jelennek meg, és ezért fedeztünk fel a mézelő méhek vírusai között is több különböző variánst, például a deformálszárny-vírus (DWV) esetében ma már A, B és C variánsként osztályozzuk a változatokat.

AZ EPIDEMIOLÓGIA ÉS STATISZTIKAI ALAPJAI

Bármely tanulmány vagy publikáció által szolgáltatott „adatok” és „tények” értelmezésekor hasznos, ha rendelkezünk alapvető statisztikai ismeretekkel, és tisztában vagyunk a szerzők által használt általános terminológia egyértelmű jelentésével. A betegségek működésének a tudománya az epidemiológia.

Legelőször **négy** különösen fontos dolgot kell megértenünk a vírusos megbetegedésekkel kapcsolatban:

1. Nagyon sajnálom, bacifóbiások, de ki lehetünk téve több trillió vírusnak: lehet, hogy a testünk felszínén hordozzuk őket, lehet, hogy bennünk bujkálnak. Minden egyes nap. Ez a földi életünk szerves része. A koronavírusok (beleértve a SARS-CoV 2-t), a rhinovírusok, az influenzavírusok stb. mind olyan virionok, amelyek folyamatosan az emberekben (és egyes állatpopulációkban) keringenek. A mézelő méhek populációiban is többtucatnyi vírus van jelen, és minél tovább keressük őket, annál többet találunk belőlük.
2. A legtöbb fertőzés **szubklinikai** formában van jelen. Ez azt jelenti, hogy bár az egyén egy ideig hordozhatja a vírust, nem mutat klinikai tüneteket, és nem „beteg”. Az egészséges emberek jellemzően kevés negatív következménnyel képesek megszabadulni a virionoktól, vagy „együtt élni velük”. Ez a legtöbb méhvírusra is igaz.



Nanocseppek – Találunk RNS-t?
(Fotó: Jenn Hiles, GCC)



A tudományos eredmények rögzítése
(Fotó: Jenn Hiles, GCC)

3. Míg a populációba érkező új vírusfertőzések átmenetileg **járványt** okozhatnak (a klinikai esetek kiugró számban jelennek meg), a vírusfertőzések természetes módon megtörnek az általánosan jó egészségi állapotú populáció „nyájimmunitásának” a falán, és hónapok alatt **endémiássá** válnak (alacsony, kiszámítható esetszám). Ez a kikerülhetetlen jelenség a legtöbbünk számára jó hír.
4. A vírusfertőzések a legsúlyosabban a populáció immunhiányos, nagyon fiatal, nagyon idős, más betegségben (társbetegségben) szenvedő vagy rosszul táplált egyedeit érintik. Ezek a csoportok nagyobb valószínűséggel betegszenek és halnak meg a vírusfertőzéssel összefüggésben. A jelenség a kulcsa a vírusokkal összefüggő méhpusztulásnak is.
5. Íme néhány további fogalom, amelyeket érdemes megtanulni.

Egy betegség **prevalenciája**, avagy gyakorisága az előforduló összes esetszám egy populációban (állatok vagy emberek csoportjában) egy adott időpillanatban.

Az **incidencia** az egy populáción belül megjelenő új esetek számát fejezi ki egy adott időszakban (általában egy évben).

Az egy populáción belüli klinikai esetek száma összefügg a **morbidity aránnyal**, amely a beteg egyének teljes népességhez viszonyított százalékos aránya. Tehát ha az Egyesült Államokban 121 millió ember betegszik meg rhinovírustól (a nátha leggyakoribb kórokozója, a koronavírusok állnak a 2. helyen), és ha az Egyesült Államok lakossága 346 millió fő, akkor a rhinovírus morbiditási aránya 35% ($121 \text{ millió} / 346 \text{ millió} \times 100$).

A halálesetek számát népességarányos **halálozási arányként** fejezzük ki. Minden betegség valamilyen mértékű halálozással jár. Az influenzavírusok 20–51 ezer ember



A méhminták pipettázása
(Fotó: Jenn Hiles, GCC)



A „méhkivonat” centrifugálása
(Fotó: Jenn Hiles, GCC)

halálát okozzák „átlagosan” évente az Egyesült Államokban, akiknek többsége idős és/vagy legyengült immunrendszerű. De nyilvánvalóan szeretnénk ezeket az arányokat a lehető legalacsonyabb szinten tartani, jellemzően 1%-nál is alacsonyabban. Az 1%-nál magasabb halálozási arány aggasztó, a 10%-nál magasabb arány pedig kifejezetten riasztó. A Covid-19-re beállított halálozási arányok jelenleg 0,02–0,15% közötti értékeket mutatnak a teljes „járvány” alatt: a halálesetek túlnyomó többsége idős, társbetegségben szenvedő és/vagy legyengült immunrendszerű betegeknél fordult elő. Összehasonlításképpen, az ebolavírus átlagos halálozási aránya 50% körül van, a veszettségvírusé pedig majdnem 100%-os.

MÉHVÍRUSADATOK

Bár még sok mindent kell megtanulnunk és megértenünk a mézelő méhek vírusairól, mára sokkal többet tudunk, mint tíz évvel ezelőtt. Biztosan tudjuk, hogy a vírusok jelen vannak a méhcsaládokban. Az alábbiakban számos kutatás eredményét osztom meg azokkal, akik részletesebben szeretnék olvasni a témáról.

A USDA-APHIS adatai felhasználóbarátak és érdekesek. Bár a minta mérete viszonylag kicsi, az adatok éves áttekintést biztosítanak tíz különböző vírus amerikai előfordulási gyakoriságáról. **A deformáltszárny-vírus A és/vagy B variánsai a minták többségében, akár azok 100%-ában is megtalálhatók.** Ez azonban nem jelenti, hogy minden család meg is betegedett a vírustól, de azt biztosan jelzi, hogy a vírus széles körben elterjedt, valószínűleg már jóval a vírusvizsgálatok megkezdése előtt.

A méhvírusok és más vírusok egyetemes viselkedése közötti alapvető hasonlóságok miatt még a „gyerekeim” is kutatómunkát folytatnak a témában. A mézelő méheket kutató hallgatóim összefogtak a genetikaprofesszorunkkal, hogy megtanulják, hogyan fejlesszenek ki jól alkalmazható PCR-tesztelési technikákat a vírusok szövetmintákból történő kimutatására. Így meg tudtuk határozni a deformáltszárny-vírus előfordulási gyakoriságát a saját méhcsaládjainkban. Kis tanulmányunkban a vírust keresve huszonkét mintát gyűjtöttünk nem kísérleti mézelőméh-családokból. PCR-tesztet végeztünk a vírus RNS-ének a kimutatására, és **körülbelül 91%-os prevalenciát** találtunk (a huszonkét családból húszban volt jelen). Ez az előfordulási gyakoriság megegyezik az APHIS-adatokkal, és a vírusok jelenlétét is bizonyítja a szubklinikai állapotú méhcsaládokban. A hallgatóim által ebben a tanulmányban elsajátított technikák bármilyen kutatásban vagy kísérleti-klinikai helyzetben alkalmazhatók bármely faj vírusainak a diagnosztizálására vagy tanulmányozására.

VÉDŐOLTÁSOK VAGY KEZELÉS?

A történelem során láttuk már, hogy egyes védőoltások kulcsfontosságú, életmentő szerepet játszottak a vírusos betegségek leküzdésében, mások viszont teljes kudarcot vallottak. Jelenleg nem állnak a rendelkezésünkre méhvírusok elleni védőoltások, de az erre irányuló kutatások folyamatban vannak. Az emberek és más állatfajok számára készült vírusellenes gyógyszerek gyakorlati alkalmazása az évek során vegyes eredményekkel járt. Az egyetlen csodaszer létezése, amely enyhíthetné a vírusok okozta fenyegetéseket, továbbra is illúzió csupán. Szóval, mit tegyünk...?

ÚJÉVI FOGADALOM?

Várjunk csak, azt hittem, az újév januárban van. A történelem során sok kultúrában az új év márciusban kezdődött, és a legtöbb méhész számára valóban ekkor indult a méhészdény (elnézést kérek a nagy, kereskedelmi méhészeketől). A vírusfertőzések leküzdésének legjobb módja, ha azokra **az alapvető stresszforrásokra összpontosítunk, amelyeket az ellenőrzésünk alatt tudunk tartani, kutatjuk és tanulmányozzuk őket.** Ez az eljárás a leghatékonyabb a vírusfertőzések leküzdéséhez. A jó egészség kulcsa a megfelelő táplálkozás, valamint a társbetegségek megfékezése révén a stressz csökkentése és az egészséges, fiziológiai állapot megőrzése. A varroa, a nem kielégítő táplálkozás és a méhanyaproblémák továbbra is a családpusztulások legfőbb okai az Egyesült Államokban. Ha ezt a három dolgot mérsékelni tudjuk, és képesek vagyunk fenntartani a méhcsaládjaink egészséges immunitását, a legtöbb vírusfertőzés visszaszorítható.

1. A legfontosabb a varroa tesztelése, kezelése és irtása, mivel képes gyengíteni az immunitást, és vírusvektorként is működik.
2. A megfelelő táplálék biztosítása, amely hatékony védelmet biztosít, és erős immunrendszert épít.
3. Jó anyát kell nevelni, amely a méhcsalád működésének a fiziológiai alapja – beleértve az immunitást is.

Ahol szükséges, a biobiztonsági óvintézkedések betartása és a méhészeti növényvédő szerek helyes használata szintén csökkentheti a méhekre nehezedő stresszt.

Tehát legyen ez a méhészeti újévi fogadalmunk, hogy az alapszükségletekre összpontosítunk, és a többi jön majd magától. És ami önt illeti, mindenképpen kérdezze meg a kezelőorvosát, hogy elegendő D-vitaminhoz jut-e. Kezd kisütni a nap.

Dr. Tracy Farone,
Bee Culture, 2025(3): 36–39;
 fordította: Stall Nikolett

Egy rejtélyes méhanyabetegség és kapcsolata a feketeanyabölcső-vírussal, valamint az európai költésrothadás baktériumával, az *M. plutoniusszal*

Az elpusztult anyabölcsőkben mindkét kórokozót kimutatták, ami hatalmas veszéllyel fenyeget a méhanyanevelők számára, a laboratóriumi vizsgálatok eredményei azonban már egy lehetséges kezelési módot is előrevetítenek.

2024 május elején Emily Huxter és a munkatársai egy pároztatóméhes felé vették az irányt. Ekkor még csak egy rutinjellegű méhanyakifogás volt betervezve aznapra. Huxter a férjével, Shayne Doerksennel együtt üzemelteti a Wild Antho nevű méhészetet Armstrongban, Brit Columbiában. Nagyjából ezer méhcsaláddal évente hat-hét-ezer méhanyát nevelnek. Egy „kifogónapon” a siker aránya átlagosan 90%, vagyis száz pároztatóból körülbelül kilencven pározott anyát tudnak kifogni. Ez a nap sem különbözött volna az átlagtól, arra a csapásra azonban senki sem számított, ami a méhesben várta őket.



Emily Huxter és Shayne Doerksen, a Wild Antho tulajdonosai

„Mentünk, hogy kifogjuk az anyákat a pároztatókaptárakból, és kevesebb mint a felében volt sikeresen pározott anya – meséli Abigail Chapman, aki szintén a házaspárral tartott. Chapman jelenleg posztdoktori státuszban kutat, és kollégák vagyunk a Brit Columbiai Egyetemen, de időnként Huxteréknek is besegít. – Nagyon rossz előjel volt, hogy hirtelen az anyabölcsők fele nem kelt ki, különösen annak fényében, hogy máskor milyen egyenletes a termelés.”

Huxter szintén visszaemlékezik azokra a zavarba ejtő és sötét napokra. „A probléma egyre súlyosabbá vált, mi pedig próbáltuk begyűjteni azokat az anyabölcsőket, amelyek még nem voltak leszaggatva, és elpusztult bábokra vagy összezsugorodott anyaálcákra bukkantunk bennük. Nem gyakran találunk ki nem kelt bölcsőket... Nagyon alaposan átvizsgáltunk minden anyabölcsőt, mielőtt beadtuk volna őket a kis népnek. De a gyertyázás egymagában haszontalan volt, mert a legtöbb bölcsőben – nem az összesben – már idősebb báb volt, és mind jól néztek ki.” Huxteréknek az elpusztult sejtekről készített jegyzetekből és néhány futtában végzett kísérletből sikerült megállapítaniuk, hogy a probléma gyökere az anyabölcsőket építő méhekben, nem pedig a petét rakó méhanyákban keresendő, de ezek között sehol nem bukkantak betegség nyomára.

„Halvány fogalmunk sem volt róla, hogy mi okozhatja a problémát, és tehetünk-e egyáltalán bármit a károk mérsékléséért” – mondja Chapman. Huxterrel újabb anyabölcsőkkel kezdték pótolni az elpusztultakat, és 2025-ben, amikor a betegség újból felütötte a fejét, gyorsan kivonták a munkából, és újraanyásították az érintett családokat. Ezenkívül felhagytak a lépek cserélgetésével a családok között, és minden kaptár után fertőtlenítették a kesztyűket és a kaptáreszközöket.



Huxter a pároztatókaptár népét ellenőrzi. A Wild Antho átlagosan ezer kaptárral méhészkedik, és minden évben ezer pároztatókaptárt állít fel.

Egy ideig úgy tűnt, ez lelassítja a rejtélyes betegséget, de Huxter még mindig nem volt nyugodt: „Félek, hogy továbbterjed majd az egész méhészetünkben, és rendkívül megnehezíti az anyanevelést. Attól is tartok, hogy ez hatással lesz a méhanyáink minőségére.” Egyelőre úgy tűnik, hogy a sikeresen pározó anyák később is jól teljesítenek, de még mindig semmit nem tudunk arról, hogy a rejtélyes betegségnek való kitettség milyen hatással van a kifejlett méhanyák további életére.

Huxter nem az egyetlen anyanevelő, aki észlelte ezt a problémát. 2021-ben Brit Columbia Lower Mainland vidékén egy másik méhanyanevelő hasonló problémát jelentett, az akkoriban külső partner által végzett vizsgálatok azonban módszertani hiányosságok miatt nem vezettek egyértelmű eredményre. Egy nagyüzemi anyanevelő Kaliforniában éveken át szintén tapasztalta ezt a jelenséget – ott az anyabölcsők 40–70%-a nem volt életképes annak ellenére, hogy a bennük lévő anyaálca „teljesen kifejlettnak és egészségesnek tűnt” az anyanevelő szerint. A Chapman által a kanadai anyanevelőnek kiküldött kérdőívre adott válaszok alapján négy különböző tartományból legalább egy tucat anyanevelő számolt be hasonló tünetekről.

Mi okozhatja ilyen rengeteg anyabölcső pusztulását? Az első gyanúsított rögtön a fekete anyabölcső vírusa (BQCV), a méhanyák leggyakoribb betegsége lett. Az anyabölcsők jellegzetes megfeketedése a legtöbb esetben nem volt észlelhető, a fekete anyabölcső vírusa azonban nem minden esetben olyan formában jelentkezik, ahogy azt a neve alapján várnánk. A Kanadai Hivatásos Méhészek Egyesülete által publikált *Honey Bee Diseases and Pests* című kézikönyv leírása szerint a fertőzött anyák először „sárgák” és „tömlősek” lesznek, mielőtt megfekednének, és felragadnának az anyabölcső falára. A Varsói Egyetem Méhegészségügyi Kutatóintézetének munkatársa, Anna Gajda által a *Bee Culture*-ben közölt cikk szerint a fertőzött anyaálca „teljesen normálisnak” is tűnhetnek annak ellenére, hogy valójában már elpusztultak.

Hat lengyel anyanevelő körében végzett felmérés eredményei szerint azonban az elpusztult anyabölcsők egyharmadában (55/165) egyáltalán nem volt kimutatható a fekete anyabölcső vírusa, tehát egy másik, mindeddig ismeretlen betegséggel kell számolnunk. Mi pusztította el Huxter méhanyáit? BQCV vagy valami más?

Mint kiderült, a válasz: mindkettő. A megoldást keresve Chapman segítséget kért a CAPA levelezőlistáján, és ezen keresztül kapcsolatba került a Guelphi Egyetemen posztdoktorként dolgozó, mikrobiológus Brendan Daisley-vel. Daisley felajánlotta, hogy megvizsgálja a beteg és az egészséges anyabölcsőket az ismert kórokozókra, illetve elemzi a biológiai összetételüket, hátha nem várt mikrobákat is talál. Egyelőre csak az előzetes eredményeket ismerjük, szakmai lektorálás még nem történt, de egészen meglepő dolgokra derült fény.

„Megdöbbenett, hogy mennyire hasonló volt a beteg minták mikrobiom-összetétele – nyilatkozott Daisley. – A legtöbb mikroba, ami jellemzően megtalálható az egészséges anyabölcsőben, itt teljesen hiányzott.” Helyettük az átlagosnál nagyjából ezerszer nagyobb mennyiségben volt kimutatható egy, a *Melissococcus plutonius* – egyetlen anyabölcsőben akár egymillióval több baktérium volt, mint az egészségesekben.

A BQCV vírus szintje is magasabb volt, de ez kevésbé állt szoros összefüggésben az anyaálca pusztulásával.

„A statisztikai modellezésünk alapján az *M. plutonius* sokkal szorosabb kapcsolatban állt a betegség súlyosságával, mint a BQCV – magyarázza Daisley –, ezért izoláltuk a beteg anyabölcsőkből felfedezett baktériumot, és elvégeztünk rajta egy teljes genomszekvenálást. Így derült ki, hogy minden eddig ismert genetikai variánstól különbözik, és olyan jellemzőkkel rendelkezik, amelyek lehetővé teszik az eddigiektől eltérő körülményekhez való alkalmazkodást.” Az *M. plutonius* normális esetben az enyhe költésrothadást okozza a munkásfiasításban, de az anyabölcsőben kimutatott változata eltért az általában a munkásfiasítást megbetegítő változatoktól. Ezek a genetikai változások magyarázhatják, hogyan tudott a baktérium szokatlan módon elszaporodni az anyabölcsőben, miközben az érintett családok munkásfiasítása egészséges maradt. „Elsősorban az lepett meg, hogy az *M. plutonius* az eddigi tudásunk szerint nem érintette a méhanyákat, és egyetlen korábbi vizsgálatban sem



Elpusztult anyabölcsők Huxter méhészetében. Némelyik teljesen kifejllettnek tűnt, mások azonban bebábozódni sem tudtak.

mutatták ki a BQCV-vel együtt, ami két váratlan, de fontos irányvonalat jelölt ki a további laboratóriumi vizsgálatokhoz” – teszi hozzá Daisley.

Bár az *M. plutonius*-ról eddig is tudtuk, hogy képes megfertőzni anyaalcákat is, a valóságban még soha nem jutottunk részletes adatokhoz ilyen fertőzésről. Az Amerikai Mezőgazdasági Minisztérium (USDA) szaklapjában Gersham Franklin White írta le, hogy a „munkás-, here- és anyaalcákat egyaránt megfertőzheti a *Bacillus pluton* [akkoriban ez volt a neve], és bármelyik el is pusztulhat az európai költés-rothadásban”, konkrét esettanulmányokat azonban nem hozott a méhanyák fertőzöttségére, sem azokat a megfigyeléseket nem közölte, amelyekre ezt az állítást alapozta. A frissebb tanulmányok szintén közlik ezt az állítást, részben White-ra hivatkozva, részben azonban mindenféle hivatkozás nélkül. A jelenleg elérhető egyetlen tanulmány a témában felnőtt méhanyákban vizsgálja az *M. plutonius* jelenlétét – eszerint a méhanyák szervezetében esetenként rendkívül nagy mennyiségben fordul elő ez a baktérium (akár a bélflóra egynegyedét is kiteheti), ami arra utal, hogy nem csak elvétve találkoznak vele.

De abból, hogy egy kórokozót nagyobb mennyiségben lehet kimutatni egy beteg mintából, nem következik közvetlenül, hogy ez a kórokozó okozta a minta pusztulását is. Közrejátszhattak egyéb stresszorok, például rovarirtóknak való kitettség, vagy tápanyaghiány, amely erősíti a meglévő fertőzések hatását. Daisley tehát Garrett Slater laboratóriumi anyanevelési módszereiből kiindulva végrehajtott egy kísérletsorozatot, ami önmagukban és egymással kombinálva vizsgálta a különböző kórokozók hatását.



Brendan Daisley a Guelphi Egyetem tetőteraszán berendezett méhesben. Hozzá tartozik a Canadian Bee Gut projekt is, a méhek egészsége és a testük mikrobiomja közötti kapcsolatokat vizsgáló szövetségi szintű kutatóprogram.

Az eredmények összhangban voltak az anyanevelők által tapasztalt EFB-helyzet-tel (európai költésrothadás). A Huxter elpusztult anyabölcsőiből izolált *M. plutonius* a kísérletben részt vevő anyaalcák nagyjából 40%-át elpusztította. A fertőzött alcák ezenkívül visszamaradtak a fejlődésben, és elszíneződtek, hasonlóan Huxter és Chapman terepen végzett megfigyeléseihez.

A BQCV vírus azonban meglepően hatástalan maradt, ami arra utal, hogy a fertőzés kiteljesedéséhez további, mindeddig ismeretlen körülményeknek is fenn kell állniuk. A jelenlegi ismereteink szerint a laboratóriumban nevelt anyaalcákat nem lehet táplálék útján megfertőzni a fekete anyabölcső vírusával – ilyen fertőzést eddig mesterségesen csak olyan méhcsaládokban sikerült előidézni, amelyek a fertőzést követően is neveltek anyákat – ezért azt sem zárhatjuk ki, hogy maga a laboratóriumi környezet jelentette a gátló tényezőt a fertőzés előidézésében. A BQCV vírusa és az *M. plutonius* együttesen a táplálékkal beadva szintén nem vezetett súlyosabb megbetegedéshez, mint a baktérium önmagában.

Tehát az *M. plutoniusszal* önmagában is megismételhetők voltak a terepen tapasztalt tünetek, a baktérium és a BQCV közötti kapcsolat természetére azonban továbbra sem derült fény (Daisley „zavarba ejtőnek” nevezte az eredményeket). „Nagyon valószínű, hogy a mikrobiom egyensúlyának a felborulása a fertőzés hátterében jelentős súlyosbító tényezőként esik latba – magyarázta Daisley az eredményeket –, de még további kutatásokra van szükség annak a felderítésére, hogy pontosan miképpen játszanak szerepet ezek a kölcsönhatások a betegség alakulásában természetes környezetben.”

A további vizsgálatoknak azonban szerencsére nincs akadályuk. Daisley és témavezetője, prof. Emma Allen-Vercos nemrégiben egy nagyjából 90 ezer dolláros kutatási támogatásban részesült a Project Apis m. részéről (ebben a projektben dolgozom én is). A támogatás ennek a meglepő és aggasztó betegségnek a további kutatását hivatott elősegíteni. A kutatási terv még több fertőzőes vizsgálatot, további mintagyűjtést és persze a lehetséges gyógymódok kutatását is magában foglalja.

A munka oroszlánrészre még a kutatók előtt áll, a méhanyákból kivett és tenyésztett *M. plutonius* minták különböző fajtájú és dózisú antibiotikumokra adott reakcióiból azonban kezd körvonalazódni, hogy milyen antibiotikumkúrák lehetnek hatékonyak a betegség kezelésében. Amit Daisley és (akkor még) hallgatója, Elizabeth Mallory cseppet sem találtak hatékonynak, az az oxitetracliklin. Az *M. plutonius* baktériumok minden törzse ellenállónak bizonyult ezzel az antibiotikummal szemben, ami összhangban van az érintett kaliforniai anyanevelő tapasztalataival – neki a Terramycin (amelynek aktív összetevője az oxitetracliklin) szintén nem segített a betegség leküzdésében.

A jó hír azonban az, hogy két másik antibiotikum, a linkomicin és a tilozin hatékonyan elpusztította a tenyésztett baktériumokat, és ezek más betegségek (elsősorban az amerikai költésrothadás) ellen bejegyzett gyógyszerként már most is elérhetők a méhészek számára. Magától értetődő, hogy a terepkísérletek ebbe az irányba halad-

janak tovább. „A rövid távú kísérletek eredményei szerint az *M. plutonius* rendkívül virulens törzse az oxitettraciklinnel szemben rezisztens, a linkomicin és a tilozin azonban még mindig hatékony ellene, ami segíthet a járványok korai megfékezésében – magyarázza Daisley, bár nem hiszi, hogy ez lenne a tökéletes megoldás a problémára. – Hosszabb távon inkább probiotikus és mikrobiom-alapú megközelítéseket részesítenénk előnyben, amelyek antibiotikumok nélkül is csökkenthetnék a betegség kitörésének a veszélyét.”

Chapman szavaival élve az eredmények „felülmúlják a várakozásait” – és felhívta a figyelmet, hogy a kutatások és így a továbblépés alapját a méhészek által bejelentett megfigyelések és tapasztalatok jelentik. „A méhészek gyakran tartózkodnak a problémáik közzétételétől, különösen, ha betegségekről van szó, mivel félnek a szégyentől, vagy nem akarják, hogy csorba essen a reputációjukon. El tudom képzelni, hogy ha Emily és én nem vesszük fel a kapcsolatot a CAPA-val, a méhészek éveken keresztül suttogtak volna erről a problémáról, amíg bármilyen előremutató kutatás történhetett volna” – összegzi Chapman.

Alison McAfee,
American Bee Journal, 2026(3): 274–277;
fordította: Kernács Rebeka



The background of the entire page is a light gray honeycomb pattern, consisting of a grid of hexagons.

MÉHÉSZETI TECHNOLÓGIA

Füstölők és füstölőanyagok

A füstölő mérete és a használt füstölőanyag nagymértékben függ a méhész elvárásaitól. A nagyobb füstölőket általában könnyebb meggyújtani, és hosszabb ideig is égnek. A kézvédővel ellátott füstölőket pedig kényelmesebb használni. A füstölőanyag típusa befolyásolja a füstölő hosszan tartó működését. A füst megfelelő használata segíti a méhészeket a méhek ellenőrzésében és kezelésében.

Kétféle nézet létezik arról, hogy miért működik a füstölés. Az egyik szerint a füst zavarja a méhek érzékelését, és elnyomja az őrméhek által kibocsátott riasztóferomónokat. A másik nézet szerint riasztja a méheket, hogy tűz van, és a család élete veszélyben forog, emiatt gyors táplálkozásba kezdenek, és teleszívják a mézgyomrukat. Ez egyúttal megnehezíti számukra azt, hogy szűrjanak.

A felső keretlécekre fújt füst lefelé mozdítja onnan a méheket, így kézzel is kiemelhetjük a keretet. Füstöléskor elég egy-két pöffentés egy jól meggyújtott füstölőből, hogy megfélezzük a méheket. Ha túl sokat fújunk be, az gyakran felzaklatja őket. Miután néhány családdal már foglalkozunk, kezdjük érezni, mennyi füstöt kell használnunk, azáltal, hogy hallgatjuk a család zúgását, és figyeljük a méheink viselkedését. Ez remek alkalom arra, hogy megtanuljuk, hogyan viselkedik a normális méhcsalád.

Egy idő után rá fogunk jönni, hogy a kesztyű használata körülményes. Vannak azonban olyan esetek, amikor mégis érdemes lehet felvenni. A kesztyű viselése hűvösebb időben lehet észszerű és hasznos, amikor a méhek védekező viselkedése erős, például ősszel, télen és kora tavasszal, mikor a hőmérséklet 10–13 Celsius-fok vagy még alacsonyabb. A méhcsaládokat akkor érdemes átnézni, amikor legalább



1. kép: 4 × 10 colos füstölő



2. kép: Egy keret kiemelése

16 Celsius-fok meleg van, ami magasabb érték, mint aminél már láthatóan fűrtbe kezdenek vonulni (13–15 Celsius-fok). Máskor is célszerű kesztyűt húzni, például amikor csak gyorsan átnézzük a családokat, egyiket a másik után, vagy nedves időben, kora reggel, késő este, vagy bármikor, amikor a gyűjtőméhek nagy számban vannak a kaptárban. Érdemes lehet olyan kesztyűt választani, amelynek az ujjá végei ki vannak vágva, hogy szokjuk a kesztyű hiányát. Két rétegben viselve az orvosi nitrilkesztyű is működhet.

Célszerű lassan mozogni a méhcsaládok kezelése során, hogy a méhek ne támadjanak. Nem szabad erős parfümöt vagy illatosított dezodort használni. Ha mégis szúrást kapunk, kaparjuk le azonnal a fullánkot a bőr felszínéről egy határozott mozdulattal, hogy minimalizáljuk a méreg további bejutását a bőrbe; a fullánkot nem szabad összenyomva kihúzni a bőrből! Ezután fújunk le füsttel a megszárt területet, hogy elfedjük a riasztóferomon szagát. Hordás idején a méhekkel könnyű dolgozni. Hordástalan időszakban vagy télen védekezőbb viselkedést mutatnak.

A méhek füstölésekor a kijáróba, a belső takaró vagy a menekülőtér alá füstöljünk, aztán finoman a keretek tetejére, majd fújunk füstöt a keretlécek végeire is, hogy a kereteket anélkül tudjuk kiemelni, hogy összenyomnánk a méheket. Fontos hallgatni és nézni a méheket, hogy eldönthessük, mikor kell füstölni. Fújunk be újabb adagot finoman, amikor a méhek a keretek közül felnéznek ránk. Füstöljük meg őket akkor is, ha hangosak vagy zajosak. A kijárón át történő füstölés alátámasztja azt az elméletet, hogy amikor a méhek füstöt érzékelnek, teleszívják magukat mézzel, arra számítva, hogy esetleg el kell hagyniuk a kaptárt. Amikor megtöltötték a mézgyomrukat, nehezebben tudják behajlítani a potrohukat a szűrőáshoz. A kijárónál történő füstölés azt az elméletet is alátámasztja, hogy a füst zavarja a méhek szaglólérzékét. Vigyázzunk azonban, nehogy véletlenül a füstölőt a kaptárhoz



3. kép: A méhek felnéznek ránk



4. kép: Füstölődoboz, amelybe használat után betehetjük a füstölőt

üssük! Meg kell jegyezni, hogy a túlzott füstölés ingerelheti a méheket. Egy jól meggyújtott füstölőből egy-két pöffentés is elegendő. Ha a méhek hangos zümmögést hallatnak, az azt jelezheti, hogy túl sokáig tartózkodtunk a kaptárjukban.

Hagyományos kaptárszolga használata esetén a keret meglazítását és eltávolítását a felső keretléc alá nyúlva kell kezdeni, ott felfeszíteni, ahol a keret a legerősebb és legvastagabb. Ne feszegessük a füleket, mert ez egyes esetekben eltörheti a keretléc végét (kerüljük a keret vége és a belső keretfűltámasztó sín közötti feszítgetést is)! Ha a lép egy része a kiemeléskor megsérül, a méhek könnyen megjavítják. Természetesen keretkiemelő kampót is használhatunk, azzal könnyen benyúlhatunk a keretléc

vége alá, de néha letörhet a füle. A legkülső keretek (az első és a tizedik keret egy tízkeretes kaptárban) meglazítása gondos munkát igényel. Kapargassuk le a propoliszt a felső keretlécnek külső végéről, és az oldalléceket óvatosan feszítsük le a kaptár oldala és a keret közé benyúlva!



5. kép: Üres füstölő



6. kép: Indulási mennyiségű fenyőtű. Megfelelő fűtőanyag ahhoz, hogy meggyulladjon a szén.



7. kép: A füstölő tartályát szorosan meg kell tölteni fenyőtűvel

Amikor a méhcsaláddal dolgozunk, az a legszerencsésebb, ha a kaptár körül mozgunk, és nem a keretek felett nyúlunk a kezünkkel vagy a karunkkal. A méhek izgagtak lesznek, ha a kezünket a keretek felett mozgatjuk – különösen, ha kapkodunk. A tapasztalt méhészt mindig a kezében tartja a kaptárszolgát, miközben egymás után veszi ki és vizsgálja meg a kereteket.

Emeljük ki a széléről a második keretet (ez általában a második vagy a kilencedik egy tízkeretes kaptárnál), mivel a külső keret gyakran propoliszsal tapad a kaptár belső falának a faanyagához. Lassan, gyors mozdulatok nélkül haladjunk! Egyenként távolítsuk el a kereteket! Ellenőrizzük, hogy az elsőként kiemelt kereten van-e az anya! Ha a méhanyát nem látjuk, tegyük félre a keretet! Egymás után távolítsuk el a többi keretet is, mindegyiket átnézve, majd helyezzük vissza a már megtekintett kereteket a kaptárba! Az elsőként kiemelt keret kivételével mindegyiket tegyük vissza, és tartuk a kaptárban! A keretek kaptárban tartása minimalizálja annak az esélyét, hogy a méhanya leesik, és elveszik a földön. Ezenkívül segít abban is, hogy meg tudjuk tartani a keretek helyes sorrendjét és tájolását. A keretek visszahelyezésekor ügyeljünk arra, hogy ne „sodorjuk el” az anyát, és ne is bántuk! Toljuk szét a kereteket a kaptárban a kaptárszolga segítségével annyira, hogy elegendő hely legyen a keret behelyezéséhez vagy eltávolításához anélkül, hogy a méheket vagy az anyát elso-dornánk és összenyomnánk.

A kereteket ugyanabban a sorrendben és irányban kell behelyezni, mint ahogyan a kaptárból kivettük őket. A rakodókaptárnál a fészket és minden fiókot ugyanabban a sorrendben kell összerendezni, ahogyan szétszedtük.

A füstölő méretének igazodnia kell a méhcsaládok számához, amelyekkel



8. kép: Szorosra tömött füstölőtartály



9. kép: A jól meggyújtott füstölő (Fotók: David MacFawn)

dolgozunk. Egy jó minőségű, 4×10 colos (10 cm átmérőjű, 25 cm magas) rozsdamentesacél füstölő kézvédő ráccsal 55 és 60 dollár között mozog. Egy 4 col átmérőjű és 7 col magas füstölő öt-tíz méhcsalád átvizsgálására alkalmas egy adott méhesben, mielőtt további füstölőanyagot kellene beletenni. A kézvédő rács jó szolgálatot tesz, hogy a méhész ujjai ne érjenek hozzá a forró füstölőtartályhoz. **4 col átmérőjű és 10 col magas füstölő ajánlott tíznél több méhcsalád vagy több méhesben elhelyezkedő méhcsaládok gondozásához. Itt is erősen javasolható a kézvédő rács. A mai füstölők rozsdamentes acélból készülnek bádog helyett, amitől hosszabb az élettartamuk.**

Ez a 4×10 colos füstölő két-három órán át is bírja, ha helyesen töltöttük fel füstölőanyaggal. A tüzet meg kell gyújtani, és a szenet bele kell rakni, mielőtt a tartályt szorosan megtöltenénk füstölőanyaggal. A füstölőt alulról kell meggyújtani. Én fenyőtűt használok, és annyival tömöm tele a füstölőt, amennyit csak bele tudok nyomni a tartályba. A dél-karolinai Columbia környékén lakom, így ingyen tudok fenyőtűt szedni.

Az olyan fenyőtűk összegyűjtése, amelyeken keresztülmentek már az autók, megkönnyíti és kényelmesebbé teszi a füstölő meggyújtását. A fenyőtűk puhák és hajlékonyak lesznek a „gázolástól”, így könnyen beletömhetők a füstölő tartályába. Sőt azok a fenyőtűk, amelyeken fűnyíróval mentünk keresztül, majd zsákba gyűjtjük őket, kellően meg is puhulnak.

Fém füstölődoboz használata ajánlott a füstölő egyik méhesből a másikba való átszállításához, valamint a használat utáni elrakáshoz. Ilyen fém füstölődobozt méhészeti termékek forgalmazásával foglalkozó cégtől lehet vásárolni, vagy lehet olyan egyszerű dolog is, mint egy régi, megfelelő méretű lőszertároló. A füstölő használata után a fűvóka nyílását egy dugóval, ronggyal vagy más anyaggal be kell tömni, hogy lefojtsuk a tüzet a füstölőben. Így lesz maradék parázs a füstölő következő alkalommal történő gyors meggyújtásához.

Ha a füstölő fémdobozba helyezése után nem zárjuk le a fűvókát, akkor helyes pozicionálás mellett is füstolni fog egy későbbi használatkor. Ha azonban a füstölőt már nem használjuk, a fűvóka nyílását dugóval, ronggyal vagy más anyaggal be kell tömni, mert ez megakadályozza a kreozotkátrány lerakódását fenyőtűkkel való füstölés esetén, és megment némi parazsat is a későbbi használatra.

Sokféle füstölőanyag létezik. Válasszunk mindig valami teljesen természetes anyagot, zsírozás, olajozás, növényvédő szerek vagy tartósítószer nélkül! A fenyőtűk, az olyan kiszáradt vagy elkorhadt keményfák, mint a cseresznye, a hikoridió vagy mások, a faforgács és a zsákvászon, mind jól működnek. Egyesek szárított füvet vagy szénát is használnak. A füstölőanyagok gyakran beszerezhetők méhészeti termékeket árusító cégektől is.

Kreozotkátrány-lerakódás fenyőtű és más, gyantát tartalmazó füstölőanyagok esetében fordulhat elő. Ezt propánfáklyával megégethetjük, és utána egy kaptárszolgálat vagy vésővel eltávolíthatjuk a füstölőről.

„Frank Eischen, aki a USDA Mezőgazdasági Kutatószolgálatának weslacói (Texas állam) munkatársa volt, negyven különböző növény füstjét tesztelte a varroa atkák irtására. A legígéretesebbnek a szárított grépfrútlevél és a kreozotcserje [*Larrea tridentata*, más néven *sonrai kreozotcserje*, az *észak-amerikai sivatagok egyik legelterjedtebb, szívós örökzöld cserjéje* – A lektor], egy fás szárú évelő bizonyultak. A kreozotcserje füstje egyperces zárkázott tesztben az atkák 90-100%-át leűzte a méhekről. A grépfrútlevél füstje harminc másodperc alatt az atkák 90-95%-át riasztotta el. Az eredmények még csak előzetesek: további kutatásokra van szükség, mielőtt a tudósok javasolhatnák a méhészeknek, hogy ezeket a növényi füstöket használják az atkák irtására.” Meg kell jegyezni, hogy a kreozot és a grépfrút a dohányhoz hasonlóan súlyosan káros hatással lehet a méhekre.

„Harminc másodperc elteltével a grépfrútlevelek füstje a zárkázott tesztben az atkák 90-95%-át leszedte, azonban csak kevés atka pusztult el. A legtöbb egyszerűen lehullott a méhekről.”

Amikor kiűrtjük a füstölőből a teljesen elégett füstölőanyagot, fordítsuk fejjel lefelé a füstölőt, és fújassunk vele néhányat, hogy teljesen eltávolítsuk a törmeléket az alján található fémrács alól. Ha van olyan füstölőanyag, ami nem égett el, vissza lehet helyezni a tartályba a füstölő későbbi könnyű meggyújtása érdekében.

A 6. képen látható, hogy egy üreget hagytam a fenyőtűkupac közepén, hogy oda beleejthessek egy gyufát, és a tűleveleket a tartály aljáról gyújthassam meg. Ez lehetővé teszi az első adag szén könnyebb meggyújtását is.

A füstölő begyújtásának és tartós égésének a feltételei a következők.

Kezdetben sok szemet kell elhelyezni a tartály alján.

Miután a füstölő jól ég, töltsük meg szorosan a tartályt füstölőanyaggal, például fenyőtűvel. Ha a füstölőt kezdetben megfelelően meggyújtottuk, a szorosra tömés után sem alszik ki, amíg a füstölőanyag el nem fog. A füstölő így gyakran két-három órán át is égve tud maradni.

Ha egy jól meggyújtott füstölő néhány percre használatlanul áll, két-három pöffentéssel újra működésbe hozhatjuk.

Hűvös, fehér színű füstnek kell távozni a füstölőből. Ha mégis forró füst távozik, az megégetheti a méhek szárnyait, szőrkontóását és csápjait.

A megfelelően meggyújtott füstölő megkönnyíti és élvezetesebbé teszi a méhekkel való munkát. Alulról történő meggyújtásuk, egy jól égő parázsalap létrehozása és a füstölő tartályának a szoros megtöltése füstölőanyaggal a titka a jól égő füstölőnek, amely bőséges mennyiségű hűvös, fehér füstöt bocsát ki. Általában az ilyen füstölőből csak egy-két pöffentés szükséges a méhek kordában tartásához. A megfelelő füst-használat segíti a méhek ellenőrzését és kezelését.

David MacFawn,
Bee Culture, 2025(4): 75–77:
 fordította: Stall Nikolett

Rajfogók a szabadban

FOGJUK MEG A RAJT, MIELŐTT ELHAGYJA A MÉHEST!

A szabadtéri rajcsapdák nem rajbefogók, mivel azokkal ellentétben a segítségükkel még azelőtt elkaphatóak a rajok, hogy elhagynák a méhest. A rajok általában messzebb telepednek le attól a családtól, amelyből kirepültek, a legtöbb esetben azonban először ideiglenes helyet keresnek a szabadban az elhagyott kaptár közelében.

A szabadtéri rajfogóknak köszönhetően nem veszítjük el az értékes, jó génállományú anyát és a szorgalmas mézgyűjtők tömegét, illetve a szomszédokat is megkímélhetjük a hozzájuk betelepülő rajoktól.

Tom Seeley kutatásai segítettek megérteni, milyen helyszíneket választanak a rajok a végleges megtelepedéshez. De annak ellenére, hogy a megfigyelések szerint egyes ideiglenes helyszíneket gyakran választanak a rajok, senki nem vizsgálta meg alaposabban ezeket a helyszíneket.

A kutatások hiánya ugyanakkor szerencsére nem jelenti azt, hogy semmit ne tudnánk a témáról. A szabadtéri rajfogókkal kapcsolatos ismeretek általában a szájhagyomány útján vagy a gyakorlatban öröklődnek, tehát könnyű hozzájutni a tudáshoz, csak a megfelelő helyen kell keresni.



JELENTÉSEK ELSŐ KÉZBŐL

Tammy Horn Potter, Fred Dunn és a Medovik az általuk használt rajfogókat ismertetik, és elmagyarázzák a használatukat. A különböző módszerekről az érdeklődők a cikkhez tartozó hivatkozásokat követve találhatnak további információkat.

Tammy Horn Potter szerint a férje volt az „ausztrál faágmódszer” feltalálója (lásd 1–3. kép). Így írja le a működését: „Veszünk egy nagyobb fenyőágot (viharak után bőven lehet ilyeneket találni, mondjuk, golfpályákon). A csalt (egy pamutcsomó, amit fele-fele arányban citromfűolajból és valamilyen Naszonov-feromonos csaliból, például Swarm Commanderből álló keverékkel fújunk be) rátesszük az ág tetejére. [Különféle feromonos rajbefogó csalik nálunk is kaphatók. – A lektor.] Ezután ászunk egy lyukat, ami megtartja a PVC-csőbe állított ágot. A cső alsó végét lezárjuk, hogy megtartsa a vizet. Minden méhesbe kirakunk ezekből vagy négyet. Ha az egyikre rátelepszik egy raj, belerázzuk egy kaptárba. Hajnalban vagy sötétedéskor átvisszük a kaptárt egy másik helyre. Kentuckyban ez a csapda nagyjából június közepéig működik, utána már nem.”

Fred Dunn egészen egyszerű módszerrel csalogatja a szabadtéri rajfogókra a rajokat. Egy anyatermékkel (a méhanya állkapocsmirigyében termelt feromonnal – Temp Queen néven forgalmazzák) átitatott anyagot kötöz egy olyan fa egyik alacsonyabb ágára, ahol a kirajzott méhek rendszeresen megpihennek. Fred azt az elterjedt nézetet vallja, hogy a rajok illata megmarad a pihenőhelyükön, és ez az illat vonzza ugyanarra a helyre a többi rajt is.

Az orosz **Medovik** weboldal a következő módszert írja le (*az angol szöveg az orosz eredeti fordításán alapul – a magyar pedig az angol fordítása – A ford.*):

„A raj megfogásához szúrjunk embermagasságú póznákat a földre a méhesben és körülötte. A póznák tetejére rögzítsük az alábbi dolgok valamelyikét:

- túlevelű fák ágait;
- egy nagyjából 40 × 60 cm-es deszkát vízszintesen (a méhek szívesen megpihennek fekete, rücskös felületeken, ezért a deszka alsó részét szenesítsük el, és kaparással tegyük egyenetlenebbé a felületet);
- egy darab régi fakérget;
- egy régi, fekete lépet.

A nagyobb siker érdekében az ágakat vagy deszkákat dörzsöljük be friss citromfűvel vagy citromhéjjal.”

JELENTÉSEK MÁSODKÉZBŐL

Az itt idézett személyek – Tom Seeley, Leo Sharashkin és Rusty Burlew – szintén tudnak a szabadtéri csapdákról, bár ők maguk még nem használtak ilyet.

Tom Seeley a doktori témavezetője, Martin Lindauer nyomán mutatja be a csapdát, aki azt gyermekkorában Bajorországban látta: „Felidéz egy emléket, ami jól demonstrálja az apja varázslatos érzékét a méhekhez. Májusban történt, a rajzási időszak kezdetén. Az apjával felkapaszkodtak egy magasan fekvő láphoz, ahol az állan-

dóan fújó erős szelek miatt a lápot sűrűn beborító fenyőfák nem tudtak 1-2 méternél magasabbra nőni. Az apja kiválasztott egy egyenes törzsű fát, kivágta, levágta az alsó ágakat, majd hazavitte. Itt a kaptáraktól nagyjából 10 méterre a földbe állította a fenyőt. Ezután minden alkalommal, amikor egy raj elhagyta valamelyik kaptárt (akkoriban még nem tudtuk megakadályozni a rajzást), megtelepedett az alacsony hegyi fenyő sötét ág-bogában – onnan nem szálltak fel a méhek a gyümölcsösben álló magas almafák tetejére. A raj befogásához elég volt kihúzni a kis fenyőfát a földből, és egy kaptárba rázni róla a méheket.”

Leo Sharashkin a következő módszert ismerteti: „Először az anya száll le, őt veszi körül az egész raj. Az anyák könnyebben észreveszik a vonalszerű, a környezetüktől élesen elütő tárgyakat. Az orosz méhészek ezért régebben fogtak egy sötét, öreg lépet vagy egy 15 cm széles és kb. 60 cm hosszú deszkát, tűz fölött megfeketítették, és egy pózna tetejére tűzték a kaptáraik környékén, hogy erre szálljon le a raj. Hasznos módszer, de nem 100%-os; semmiféle varázslat nincs benne.”

Rusty Burlew egy barátja módszerét osztja meg, bár ő maga még nem próbálta ki (az ismertetés alapját képező poszt évekkal ezelőtt került ki): „A barátom útmutatása, amit a Szlovéniából származó őseitől örökölt, nagyon egyszerű: egy csomó rongyot merítsünk régi lépekből készült olvadt viaszba. Dobjunk át egy kötelet egy vas-



1. kép: Tammy szabadtéri csapdája: egy zárt aljú PVC-cső a kaptárakkal szemben, amiből nem folyik ki a víz, 60–80 cm-re beásva a földbe, hogy stabilan megtartsa a beleállított kb. 4 méter magas fenyőágat



2. kép: A Naszonov- és citromfűillat keverékével kezelt faág vonzónak bizonyult a raj számára

tag faágon, kössük rá a csalit, és húzzuk fel. Ha leszáll rá egy raj, eresszük le addig, amíg elérjük, és rázzuk bele a méheket egy kaptárba vagy dobozba. Figyeljük meg, hogy melyik fán pihennek meg gyakrabban a méhek, és erre tegyük a csapdát. Minél többet teszünk ki, annál jobb.”

FEROMONNAL ÁTÍTATOTT CSALIK

Az általam talált források egyöntetűen a csapda valamilyen illatanyaggal való kezelését javasolják. Sok oldal egy méhcsalád illatával átítatott kendőt ír, ennek a leggyakrabban javasolt módja pedig a régi, fekete lépekből olvasztott viaszban való megmerítés, bár választhatunk kaptárbélésnek használt, kiselejtezett rongyot is.

A második leggyakoribb javaslat valamilyen kereskedelemben is kapható Naszonov-feromon-alapú illatanyag. Ilyen például a Bee Bait, a Swarm Commander (különösen a hosszan tartó hatású verzió), a Betterbee Swarm Catch, a Swarm Science vagy a Mann Lake HD 376. A legtöbb weboldal az illatosított kendő és a feromonos csali együttes alkalmazását ajánlja.

Erre a célra használható illat még a Temp Queen QMP, a citromfű, a macskamenta és a frissen nyírt fű (a fára dörzsölve).



3. kép: Tammy egy műlépekkel berendezett kaptárládába söpri az elkapott rajt. Másnap reggel, mielőtt a gyűjtőméhek kirepülnek, elszállítja a rajt egy másik helyszínre.

Egy nemrégiben zajlott kutatás szerint pedig a Naszonov-illatok és a QMP együtt több méhet vonzottak, mint bármelyik anyag önmagában (<https://bees.ucr.edu/bee-traps>; utolsó letöltés: 2026. április 11.).

ELHELYEZÉS

Seeley kutatásából kitűnik, milyen gondosan választják ki a rajok a végleges fészek helyét. Több helyszínt és rengeteg szempontot figyelembe vesznek, így szemelik ki a legmegfelelőbbet. Az ideiglenes pihenőhelyek kijelölését nem vizsgálja hasonló kutatás, de az EAS Master Beekeepers által végzett felmérés szerint egy adott méhesben a rajoknak nagyjából a fele ugyanazt a pihenőhelyet választja. Ez arra utal, hogy a méhek az ideiglenes pihenőhelyük kiválasztásakor is ugyanolyan körültekintően járnak el, mint a végleges fészek helyének a kijelölésekor. A hibák végzetesek lehetnek. Az előzetes kutatások alapján a méhek elsősorban a védettséget, a biztonságot és a használhatóságot veszik figyelembe a pihenőhely kiválasztásakor.

Következésképpen a méhészeknek is érdemes felmérniük a saját méhészetükben jellemző ideiglenes pihenőhelyeket, és ehhez mérten vonzóvá tenniük, illetve még vonzóbb helyekre tenniük a rajfogókat.

HÁZI VAGY BOLTÍ?

A legtöbb méhész saját maga készíti el a rajfogóját a ház körül található vagy könnyen beszerezhető anyagokból. Az Egyesült Államokban egyik kereskedő sem kínál kifejezetten szabadtéri rajfogókat, az orosz méhészeti oldalakon lehet készen találni ilyeneket (Oroszországban a jelek szerint széles körben elterjedt a használatuk), és – legnagyobb meglepetésemre – az Amazonon is kaphatók (kerüljük az olcsóbb fajtákat).

ZÁRÓ GONDOLATOK

A szabadtéri rajfogók kiegészítik a rajbefogó eszközöket. A segítségükkel a kaptárt éppen elhagyó és útnak induló rajokat lehet elkapni még a méhesen belül, míg a hagyományos rajbefogók a végleges új otthont kereső méhcsaládokhoz valók, és jellemzően a méhestől távolabb kell felállítani őket.

Eddig még senki nem vizsgálta kísérleti módszerekkel az ideális szabadtéri rajfogót, bár a világ számos táján régóta a hagyományos méhészkedés részét képezi. Ezekből a gyakorlatban öröklődő hagyományokból meríthetnek azok, akik a saját méhészetükben is szeretnék rajfogót felállítani.

A részletekben ugyan nagy a változatosság a különféle rajfogók között, abban mindegyik megegyezik, hogy többet is érdemes felállítani a méhesben, és a csapdákat kezelni kell valamilyen, a méhek számára vonzó illatanyaggal.

A rajok gyors, még a méhesen belüli elfogása több előnnyel jár:

- Nem szökik meg a drága, előnyös géneket hordozó méhanya.
- Megmarad a méhállomány, és következésképpen az általuk gyűjtött méztermés is.
- És nem okoznak riadalmat a szomszédok között a megtelepedő méhrajok, különösen városi, kertvárosi környezetben.

Frank Linton,
American Bee Journal, 2025(4): 405–407;
fordította: Kernács Rebeka

Véleménycikk a méhcsaládpusztulásokról és a felmérések hibáiról

2024. december 5-én a *Bee Culture* folyóirat *Catch the Buzz* e-mail-hírlevele tette közzé az Auburni Egyetem és az Amerikai Méhegészségügyi Felelősök Szövetsége által végzett éves amerikai méhészeti felmérés előzetes eredményeit. A cikk lényege, hogy a nagy, kereskedelmi méhészetek, azaz azok, amik több mint ötven méhcsaládot kezelnek, a 2023–2024-es időszakban évi 55,1%-os veszteséget szenvedtek el. 55,1% – de mit is jelent ez? Ez azt jelenti, hogy ha tízezer méhcsaládot kezel valaki, akkor az év során bármilyen okból kifolyólag ötezer-ötszázötven elvész belőlük. Ha ötvenezer családot tart fenn, akkor huszonhétézer-ötszáz kaptárat zárhat be. Őrület ez a mennyiség, emberek! Őrület!

Egészen a mai napig, 2024. december 15-ig tartott, mire annyira lement a vérnyomásom, hogy reagálni tudjak erre a sületlenségre. A cikk a következő szerzőket idézi: Geoff Williams, az Auburni Egyetem docense, Samantha Brunner állami méhegészségügyi felelős (Észak-Dakota) és Anne Marie Fauvel programigazgató (AHPA – Amerikai Gyógynövénytermék-szövetség).

Elkeserítőnek és bosszantónak találom, hogy egyetlen méhészt sem idéznek. Nem kellene egy valódi méhészt is megkérdezni? Mármint tényleg elhisszük, hogy a negyedik, ötödik és hatodik generációs méhészeknek nincs véleményük arról, hogy mi történik a méhcsaládjaikkal? Komolyan elfogadjuk, hogy ugyanezek a méhészek *még mindig* nem tudják, hogyan kell kordában tartani a varroát azok után, hogy több mint húsz éve küzdenek ellene? Én nem. Úgy gondolom, hogy sokat tudunk a méhcsaládjaink kezeléséről, és hogy a számok nem hazudnak – de a hazugok igen.

Észrevették már, mennyi kukorica van a földeken? Ha esetleg nem, akkor képzeljék el, hogy 94,1 millió hektárnyi területen termesztik ezt a növényt! Hogyan tartsunk méheket ott, ahol a szója a fő haszonnövény? Sok szerencsét hozzá! További 40 millió hektár szóját termesztenek Észak-Amerikában. Mi a helyzet a gypottal? A búzával? A lucernával? Mi a közös ezekben az elsődleges haszonnövényekben? A csávázott vetőmag! És mi az a vetőmagcsávázás? Rovarirtó szeres kezelés! Azt gondolhatnánk, hogy ha a becslések szerint 220 millió hektárnyi amerikai termőföldet ültettek be rovarirtó szerekkel kezelt magvakkal, akkor legalább megemlítik a növényvédő vagy a rovarirtó szereket egy rovarégészségügyről szóló tanulmányban.

De NEM. Az „Előzetes eredmények a 2023–2024-es amerikai méhészeti felmérésből: A méhcsaládpusztulás és -kezelés” című tanulmányban egyetlen alkalommal sem szerepel a „növényvédő” vagy „rovarirtó” szó. A tavasz és a nyár a rovarok

és a természet nagy részére nézve bőkezű, áldásos időszak. Ennek ellenére most tapasztalunk 304%-os pusztulást. Tessék? Miért van ekkora veszteség az évnék ebben a szakaszában? Hát persze, a varroa, a varroa, a varroa – de én személy szerint ezt marhaságnak tartom. Ez az egyenlet sokkal bonyolultabb annál, mint hogy az A-ból (varroa) következik a B (méhcsaládpusztulás). Ez a káoszelmélet, amit működés közben figyelhetünk meg egy szociális rovaron! Számptalan változó van. Én leszűkítem a kört arra az öt tényezőre (angolul: 5 P), amelyet a klímaváltozás tető alá hozott: rossz minőségű táplálék, növényvédő szerek, kártevők, kórokozók és politika; de még ez a kis bonyolult egyenlet is elbújhat a gyakorlatban tapasztalható tényleges helyzet mögött.

Emberek – bőséges adat támasztja alá a fenti állításomat. Egyik tanulmány a másik után mutatta ki, hogy az amerikai mezőgazdaságban a növényvédő szerek széles körű használata közvetlenül és közvetett módon is káros hatással van a méhek egészségének minden aspektusára. A vegyszerekkel beszennyezett felszerelésektől kezdve a varroa növekedését erősítve befolyásoló tényezőkön át a méhanyák élettartamának és termékenységeinek a problémáig és a herék reprodukciós képességének a hanyatlásáig rengeteg adat szól arról, hogy a növényvédő szereknek, különösen a neonikotinoidoknak (de természetesen nem korlátozódnak csupán erre a rovarirtószercsoportra) a haszonállatként tartott méhcsaládok pusztulásában komoly szerepük van. Holisztikusan kell kezelniük a méhek egészségét. A varroa, varroa, varroa atkákra irányuló folyamatos figyelem nem oldja meg a problémát. Ennél nagyobb a gond. Komolyabb. Jóval összetettebb.

Ideje, hogy ez az ágazat ne engedje, hogy ez a szemét úgy jelenjen meg a szakmai kiadványainkban, mintha egyetérténénk vele, és hallgatólagosan elfogadnánk a magyarázatait. Ideje, hogy a méhészek kitalálják, hogyan képesek úgy boldogulni, hogy ténylegesen részt is vegyenek közösen a politikai folyamatokban, és változást érjenek el azáltal, hogy SZERVEZETTEN ÉS EGYÜTTMŰKÖDVE tevékenykednek. Ó, tudom, hogy nincs idejük erre! Tudom, hogy elfoglaltak, és szorgosan dolgoznak (mint egy méh...)! Tudom, hogy azt hiszik, hogy „mi nem akarunk politikai szerepet vállalni”. Viszont én azért vagyok itt, hogy tájékoztassam a méhészeket, hogy már most is részt vesznek a méhészettel kapcsolatos politikai döntésekben, pusztán azzal, hogy méheket tartanak.

Ha ön hobbiméhész, akkor a méheivel együtt ki van téve egy olyan koktélnak, amely a jó szándékú önkormányzatok és szomszédok növényvédő szereiből áll. Vannak önkormányzati és/vagy megyei rendeletek, amelyeket be kell tartanunk. Ha ön mézet állít elő, akkor a terméket valamilyen őstermelői előírás mentén értékesíti. Ha termelői piacon forgalmazza a termékeit, akkor rendelkeznie kell kiskereskedelmi értékesítési engedéllyel, és adót fizet mindennek az eladása után. Ha alkalmazottai vannak, adót fizet utánuk is, és be kell tartania a helyi és állami munkaügyi szabályozásokat. Alapvetően mindenre, amit a méhészettel kapcsolatban tesz, értelemszerűen valamilyen politikai előírás vagy szabályozás vonatkozik.

Ha ön nagybani kereskedelmet folytató méhészt, az előző lista jelentősen bővül, és magában foglalja a szövetségi kormányval való kapcsolatot: az államközi áruszállítási szabályokkal, a munkaügyi korlátozásokkal, a teherszállítási órák szigorú betartásával, a mézhamisításból eredő feszültséggel, az importtal kapcsolatos kérdésekkel, és igen, a növényvédőszer-szabályozással (vagy annak hiányával) kapcsolatban is, stb.

Álljon itt emlékeztetőül: a méhészek már most is részt vesznek a méhészet-vel kapcsolatos politikai döntésekben, pusztán azzal, hogy méheket tartanak.

Az Egyesült Államok „a népből, a nép által, a népért” kormányzat mentén működik. Tehát abba kell hagyni a kormány döntései miatti nyavalygást és panaszkodást, és vegyük rá a kormányt, hogy figyeljen oda érzékenyebben ránk, a kormányzottakra.

Ha a méhcsaládjainkat hátrányosan érinti a helyi szűnyogirtás, menjünk el a helyi önkormányzati ülésre, és fejezzük ki aggodalmainkat! Ők nem ismerik a helyzetünket – de bíznak bennünk, és tiszteletben tartják azt, hogy mi igen – hiszen ez a szenvedélyünk!

Ha az ön állami vagy a nemzeti méhészsövetsége olyan jogszabályokért küzd az érdekében, amelyek pozitívan befolyásolják a méhészeti tevékenységét, akkor álljon ki értük, és támogassa őket! Jelenjen meg a meghallgatásokon! Nyújtson be támogató leveleket a helyi, állami és szövetségi szintű képviselőinek! Hívja is fel ugyanezeket a törvényhozókat. Hívja fel az állam kormányzóját is! Ők nem ismerik az ön helyzetét – de bíznak önben, és tiszteletben tartják azt, hogy ön igen, hiszen ez a megélhetése!

Szánja rá az idejét és pénzét, és támogassa azokat a szervezeteket, amelyek az ön nevében szélesebb körben is fellépnek a beporzókat támogató közösségekben. A Beporzók Felügyeleti Tanácsának (PSC) önkéntes tisztviselőjeként biztosíthatom önt, hogy fáradhatatlanul dolgozunk az olyan problémákon, mint a növényvédő szerek és a méhcsaládveszteségek közti összefüggések. Tehát gondolja végig ön is, hogy támogat-e bennünket!

Legyen az az újévi fogadalma, hogy a következő évben VALAMIT TESZ, és nem SEMMIT! A méhei, az ágazata, a személyes és üzleti sikere is mind meghálálják majd önnek ezt.

Beth Conrey,
Bee Culture, 2025(3): 82–83;
 fordította: Stall Nikolett

A méhcsalád életét befolyásoló legfontosabb tényezők közötti összefüggés

Ebben a cikkben olyan kérdésekre próbálok választ adni, amelyek fontosak ahhoz, hogy megértsük a méhcsaládok biológiai folyamatait, a méhek és az élőhelyük kapcsolatát, és mindenekelőtt azt, hogy mennyire egymásra vannak utalva. Ezeknek a kölcsönhatásoknak köszönhetően a mézelő méheket (*Apis mellifera*) nem lehet arra kényszeríteni, hogy azt tegyék, amit mi akarunk, azonban a természetes viselkedésük bizonyos mértékig a méhészt javát is szolgálhatja. A méhésznek semmilyen körülmények között sem szabad elhanyagolnia a méhcsaládjai alapvető szükségleteit, mert a család erőforrásainak bármilyen túlzott kihasználása hamarosan legyengüléshez vagy pusztuláshoz vezet. Mindent, amit itt vagy más helyeken olvashatnak, fenntartásokkal kell kezelni. Jovan Kulinčević professzor gyakran mondja, hogy a méhek nem olvassák a szakkönyveket, és ebben én magam is elég biztos vagyok. Meg kell azonban jegyezni, hogy a méhek biológiájának megértése a sikeres méhészkedés egyik előfeltétele.

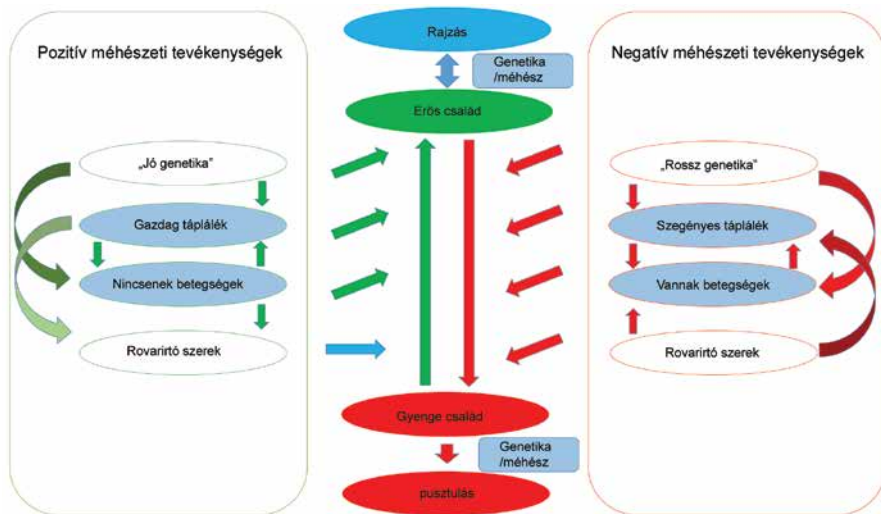
A sikeres méhészt legfontosabb feltételei a következők: bőséges és kiváló minőségű tápanyag (jó telephelyválasztás, a családok vándoroltatása és etetés révén), „genetikailag jó” méhek (a méheknek a méhészek szempontjából jó örökletes tulajdonságai), a betegségek megelőzése és leküzdése, valamint a jelen lévő növényvédő szerek mennyisége. A jövedelmezőség szempontjából sikeres méhészethez ennél sokkal többre van szükség. Az éghajlati viszonyok is nagyon fontosak, de mivel ezeket mi közvetlenül nem tudjuk befolyásolni, ezért nem fogok külön foglalkozni velük.

Ennél a pontnál javaslom a következő felosztást: a méhészt által befolyásolható tényezők, mint például az etetés, a „méhgenetika”, a *Varroa destructor* elleni védekezés, az elővigyázatosság (betegségmegelőzés), valamint a méhészt által nem vagy csak részben befolyásolható faktorok – ezek elsősorban az éghajlati tényezők és a növényvédő szerek. A méhészek képesek pozitívan befolyásolni az előbbieket, és ezáltal gyorsíthatják a fejlődést, és növelhetik a méhcsaládjaik számát. Ugyanakkor negatív hatást is gyakorolhatnak, ami a méhcsaládjaik legyengüléséhez és pusztulásához vezethet. Az 1. ábra a méhcsaládokat befolyásoló tényezők leegyszerűsített vázlata. Ezek a tényezők pozitívan vagy negatívan befolyásolják a méheket, egymástól függenek, és különböző mértékben lehetnek jelen. Az összes, itt bemutatott befolyásoló tényező hatásának az összessége a méhcsaládok szaporodásához vagy pusztulásához

vezethet. Mindegyik másképp jelenik meg minden kaptárban, sőt még ugyanabban a méhészetben is.

Ahogy a méhészek, úgy a méhcsaládok is különböznek egymástól. A méhészek közötti egyik különbség, amely fontos a sikeres méhészkedés szempontjából: a méhcsaládról alkotott eltérő szemléletük. Ezért fontosak a szabványok. Mivel én LR- (Langstroth–Root-) kaptárakat használok, a méhcsalád erősségét kifejező méreteket az „LR-rendszerben” fejezem ki. Egyesek számára egy család akkor „erős”, ha tíz darab népes kerettel rendelkezik, mások számára pedig akkor, ha tizenöttel. Az állapotfelmérésnek van egy időbeli tényezője is: az évszaktól függ. Kora tavasszal három fiasítási keret ugyan sok lehet, de júniusban biztosan nem az. A család erőssége, valamint a nektárgyűjtési lehetőségek helytelen megítélése miatt könnyű nagy hibákat elkövetni. Különösen akkor, ha valamilyen új eljárást szeretnénk kipróbálni a méhészetben. Mindig az a legjobb, ha megkérdezzük magunktól, hogy miért viselkednek a méheink így vagy úgy, vagy miért lenne szükségük egy adott beavatkozásra. Más méhészek munkamódszereit fenntartásokkal kell kezelni, nem szabad kritika nélkül elfogadni. Lehet, hogy teljesen eltérő körülmények között tartanak méheket, ezért biztonságosabb, ha az újdonságokat először csak kevés családdal próbáljuk ki.

A méhészek gyakran kíváncsiak, hogy melyik jobb, ha LR- (Langstroth–Root-), DB- (Dadant–Blatt-) vagy más típusú kaptárt használnak. A méhcsaládok sikeres túl-



1. ábra: Ezen a rajzon a pozitív hatások zölddel, a negatívak pedig pirossal vannak jelölve. E tényezők mindenkor különböző kombinációkban és eltérő mértékben vannak jelen. Az ábra két részre van osztva, kizárólag az érthetőbb magyarázat és a szöveg könnyebb követése érdekében.

élése és szaporodása szempontjából azonban a kaptár típusának a megválasztása a legkevésbé fontos tényező. Az 1. ábrán látható összes többi tényező sokkal meghatározóbb. A kaptár típusa csak a méhészt számára lényeges, mert a kiválasztásakor meg kell győződnie arról, hogy az adott kaptártípus a méhészet terveit szolgálja (pl. az előállítani kívánt méhészeti termék), és jól illeszkedik a lehetőségeihez (pl. fizikai erő). A méhcsalád „erősségére” irányuló összes becslés a kaptár típusától és a méhészt tapasztalatától függ. Ez a bizonytalanság bizonyos mértékig megkerülhető a méhek teljes számának a megállapításával. Például hazánkban, Szerbiában, egy körülbelül harmincötezer (krajnai) méhből álló család nagyon erős, ez nagyjából tizenöt LR- (Langstroth–Root-) keretet jelent, amelyeket minden oldalról teljesen beborítanak a méhek, amikor a népesség eléri a csúcspontot. Ha egy méhcsalád sikeresen áttelel, akkor ez általában körülbelül tizenötezer áttelelt méhet vagy öt-hat, méhekkel teljesen fedett keretet jelent. Az időjárást, az évszakot, a táplálékforrást és egyéb körülményeket minden család esetében külön kell figyelembe venni, ilyenek például a méhek és a fiasítás mennyisége, az eltárolt táplálékkészletek, a méhanya minősége, majd mindezek alapján el lehet dönteni, hogy melyik méhészeti eljárásra lesz szükség. A méhészetben végzett munka megkönnyítése és felgyorsítása érdekében egyenlő erősségű családok fenntartására kell törekednünk. De semmiképpen se legyenek egyformán átlagosak vagy egyformán gyengék. A méhcsaládok egyenletes erőssége megkönnyíti a tervezést, és gyorsabb munkát tesz lehetővé, különösen egy nagy méhészetben. Természetesen a tervezés attól függ, hogy milyen célt tűztünk ki a méheink számára, azaz milyen termékeket szeretnénk előállítani. Csak az összes fontos tényező figyelembevételével lehet megfelelően megtervezni és elvégezni a munkát.

Hogyan kapcsolódnak egymáshoz a jó környezet, a „jó” tulajdonságok és a méhészt pozitív tevékenysége?

Köze van a „jó genetikának” a jó gyűjtéshez?

A „jó genetikát” kifejezést itt idézőjelbe tettük azért, mert a méhek számára jó tulajdonságok gyakran nem jók a méhészeknek, és fordítva.

- Egyes méhek örökletesen több mézet és/vagy virágport gyűjtenek, mint mások. Ez azt jelenti, hogy egyes méhek hasznosabbak, mint mások.
- A hosszabb életű méheknek több idejük van a táplálékgyűjtésre, így egy méhcsaládban egyszerre több dolgozóméh áll rendelkezésre. A hosszú élettartamot részben a genetikát határozza meg.
- A betegségekkel szemben ellenállóbb méhek tovább élnek. A különféle betegségekkel szembeni ellenálló képesség örökölhető. Ezenkívül a bizonyos betegségektől (elsősorban fiasításbetegségek) való mentesség miatt a méheknek több táplálék áll rendelkezésükre.

Jó genetika → magasabb termelékenység + a dolgozók hosszabb élettartama → jobb táplálkozás

A méhanya és a dolgozóméhek élettartama szorosan összefügg. A hosszú életű anyáknak nagyobb esélyük van arra, hogy hosszú életű utódaik legyenek. A hosszabb életű dolgozók miatt a méhanya kevesebb pete lerakása mellett is biztosítani tudja a család erősségét. Így az anya hosszabb ideig megőrizheti a vitalitását. Ezenkívül az életképtelen fiasítás aránya – amely bizonyos mértékig minden családban jelen van – is alacsonyabb lesz, szintén lehetővé téve a méhanya számára, hogy kevesebb petét kelljen raknia. A természetes fiasítás pusztulásarányát a lerakott peték száma és a fiasításból sikeresen kibújó, azaz kifejlett egyedekké fejlődő méhek száma: a dolgozók és a herék száma közötti különbség adja meg. A mortalitást, amelyet részben a genetika határoz meg, más tényezők is befolyásolják: például a rendelkezésre álló táplálék mennyisége, a betegségek jelenléte, a hőmérséklet és egyéb tényezők. Minél magasabb a fiasítás mortalitása, annál több petét kell az anyának raknia a veszteség pótlására. És végül a hosszú élettartam a méhanya lárvakori tápláltságától is függ, mielőtt kikelne a bölcsőből, valamint azon herék minőségétől és mennyiségétől, amelyekkel sikeresen párosodott.

A méhanya élettartama = „genetikai hajlam” + lerakott peték száma (minél kevesebbet raknak le egy méhészdényben, annál jobb)

Az USA-ban rajok előállítására és értékesítésére használt olasz méhfajta esetében mind a dolgozók, mind a méhanyák rövid életűek, mivel úgy tenyésztették őket, hogy rengeteg fiasítást adjanak, és a lehető legtöbb egyed termeljük ki. A nagy mennyiségű fiasítás nem jó fajtajellem, különösen táplálékhiányos időszak esetén, mivel ez a két tényező általában a fiasításból kikelt méhek rövidebb élettartamát okozza. Az ilyen családok csak olyan körülmények között lehetnek sikeresek, ahol szinte egész évben bőségesen rendelkezésre áll nektárforrás, azaz a melegebb vidékeken. Meg kell jegyezni, hogy ezek az Egyesült Államokban élő olasz méhek genetikailag meglehetősen különböznek az európai vagy a világ más részein élő olasz méhektől. Ez egyrészt a tenyésztés következménye (amikor bizonyos, általunk kíváncsi tulajdonságokra nézve szaporítunk, ugyanakkor – többnyire akaratlanul – néhány nemkívánatos tulajdonságra nézve is), de a más alfajokkal való keveredésnek is.

Más méhfajták betelepítését egy országba gondosan mérlegelni kell. Amellett, hogy illegális, és veszélyes lehet a betegségek elterjedésének a lehetősége miatt, végérvényesen meg is zavarhatja az őshonos méhfajta genetikai szerkezetét

azáltal, hogy számos negatív tulajdonságot is magával hozhat. Az ilyen intézkedésekre hazánkban (Szerbiában) nincs indok, mivel a krajnai méhfajta valószínűleg a legalkalmasabb a kereskedelmi, nagybani méhészetre, különösen a kontinentális éghajlati viszonyok között. Pontosabban, a Szerbiába illegálisan behozott Buckfast hibrid genetikailag leginkább az olasz méhekhez hasonlít, így jól lehet dolgozni vele Nagy-Britanniában és más tengerparti régiókban, ahol a tél viszonylag enyhe. Az olasz méhekhez hasonlóan ennél a fajtánál is sok az egyed és a fiasítás, így számottevően több táplálékot fogyasztanak, és a méhek rövidebb ideig élnek. A hosszú és hideg telek sikeres túléléséhez a méhcsalád számára fontos, hogy a dolgozóméhek a lehető leghosszabb ideig éljenek. A Buckfast méheket a brit őshonos méhek tömeges kihalása után tenyésztették ki, amit az olasz méhek által behurcolt légcsőatka (*Acarapis woodi*) okozott. A mi méheink genetikailag ellenállnak ennek az atkának, így nincs okunk ezt a hibridet importálni. Mivel a Buckfast egy hibrid, a viszonylag jó tulajdonságai csak addig maradnak fenn, amíg eredeti méhányával dolgozunk, amelyet egy megbízható tenyésztőtől vásároltunk. Bár Szerbiában ennek a hibridnek a fennmaradására valószínűleg kevés az esély a gyengébb teljesítménye miatt, ez nem fogja megakadályozni, hogy a méhek időközben szaporodjanak, és olyan, rosszabb tulajdonságokat hozzanak létre, amelyek időnként kifejeződésre is jutnak.

Elmondható, hogy minél több a fiasítás, annál rosszabb a lárvák tápláltsága, következképpen annál rövidebb a méhanya és a dolgozók várható élettartama. Az álcák minőségi táplálásához a fiasítást tápláló dajkaméhek és a fiasítás mennyiségének az arányszámát a lehető legmagasabban kell tartani.

Hogyan kapcsolódik a „jó genetika” a betegségek hiányához? A „betegség hiánya” kifejezést használom az egészség helyett, mert egy méhcsalád látszólag egészségesen is sok kórokozót hordozhat. Amikor a méhek valamilyen kórokozó ellen küzdenek, további erőfeszítésekkel képesek kompenzálni a fiasítás vagy a dolgozók elvesztését, és egészségesnek is tűnhet a család, miközben valójában a védekezés a végletekig felemésztí az erőforrásait. Amikor elvesztítk ezt a kompenzációs képességüket, a betegség nyilvánvalóvá válik, megjelennek a tünetek, és a méhcsalád egészsége gyorsan romlani kezd. Ez azonban nem jelenti azt, hogy egy egészségesnek látszó kaptárban nincsenek jelen kórokozók. Azt is mondhatnánk, hogy a betegség hiánya azt mutatja, hogy a méhek könnyedén ártalmatlan szinten tudják tartani a kórokozókat.

Köztudott, hogy a méhek szinte bármilyen tulajdonságra nézve tenésztíthetők, és így bármilyen betegség hiányára nézve ís. Ez azt jelenti, hogy a betegségekkel szembeni ellenálló képesség öröklődik. Amikor több méhcsaládot összehasonlítunk, azt tapasztaljuk, hogy különböző betegségekre fogékonyak, és azokra eltérő mértékben. Az egyik betegség hatással lehet egy másikra, tehát ha a méhek ellenállóak az egyik betegséggel szemben, akkor jobban tolerálhatnak bizonyos más betegségeket ís. A méhcsaládok egyik nagyon kívánatos örökletes tulajdonsága az erős higiénikus

viselkedés. Az ilyen családok általában kevésbé fogékonyak a nyúlós költésrothadásra (*Paenibacillus larvae*), a költésmeszesedésre és a *Varroa destructor* atkára. Ez azért van, mert a méhek korábban észlelik a fertőzött álcákat, és jóval hatékonyabban képesek a lépekből eltávolítani őket. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy ezek a méhek teljesen ellenállóak lennének ezekkel a betegségekkel szemben. Azt sem, hogy ennek a jó fajtajellegnek köszönhetően nincsenek rossz tulajdonságai vagy egy sor más gyengeségük. Gyakran a túlzott higiénikus viselkedés alacsonyabb termelékenységgel jár, ami annak a következménye, hogy több dolgozót foglal le a tisztogató és higiénikus viselkedést kifejező munka (pl. propoliszgyűjtés), így kevesebb dolgozó marad a táplálékgyűjtésre.

A jó táplálkozás és a betegségek hiánya szorosan összefügg, ezért együtt szükséges őket vizsgálni. A jó táplálás közvetlenül a méhcsalád fokozott ellenálló képességéhez vezet minden betegséggel szemben. Másrészt a betegségek hiánya közvetlenül növeli a begyűjtött táplálék mennyiségét. Ez egy olyan körkörös láncreakciót hoz létre, amely a méhcsalád fejlődését és megerősödését eredményezi. Minél kevesebb a betegség, annál jobb a tápláltság, és minél jobb a tápláltság, annál nehezebb a betegségeknek komoly károkat okozniuk a méhcsaládban. Természetesen mindezt más tényezők is befolyásolják, elsősorban a hozzáférhető táplálék mennyisége és a környezetben lévő kórokozók mennyisége. Vegyük például azt a helyzetet, amikor a méhcsalád jól táplált! Köztudott, hogy a betegségek egyik velejárója, hogy a kórokozó szervezetek elveszik a tápanyagok egy részét a gazdaszervezettől, esetünkben a méhektől.

Télen a méhcsaládok megfertőződnek a *Nosema ceranae* és/vagy a *N. apis* mikroszporás kórokozókkal. A *Nosema* nem rendelkezik teljesen kifejlett mitokondriumokkal, így nem tud ATP-t (adenozin-trifoszfátot) termelni, egy olyan molekulát, amely az energia tárolásáért és továbbításáért felel a sejten belül. Emiatt az erősen specializált kórokozó közvetlenül a méhek középbelsejteiből veszi fel az ATP-t. A méhek az ATP-t túlnyomórészt mézből állítják elő. Ez azt jelenti, hogy ha bőségesen a méhcsalád rendelkezésére áll jó minőségű méz (nem mézharmat), akkor függetlenül attól, hogy mennyi ATP-t „lopnak el” tőlük, a méhek annál is többet tudnak szintetizálni a szükségleteik kielégítésére. Itt jön képbe a táplálék minősége. Azoknak a méheknek, amelyek nozémásak, több mézet kell fogyasztaniuk, a saját szükségleteiknek és a növekvő *Nosema*-populáció szükségleteinek a kielégítésére. Ez továbbá azt is jelenti, hogy télen, amikor nincsenek meg a feltételek a tisztuló repüléshez, az ilyen méhek számára a legjobb, ha azt a mézet fogyasztják, amelyik a lehető legkevesebb emésztetetlen részecskét tartalmazza, mert ebben az esetben nem telítődik túl a végbelük ezekkel az anyagokkal. Így hát ilyen körülmények között, amikor télen nincs fiasítás, a méhek számára a legjobb, ha a méhésztől beadott cukorszirupból készült „mézet” fogyasztják. Ha elegendő „minőségi” táplálék áll rendelkezésre, a fertőzött méhek túlélnek a telet az első tisztuló repülésig. A legfertőzöttebb méhek a legidősebb gyűjtőméhek, és tavasszal ők hozzák az első virágport. Ennél fogva mielőtt elpusztulnak,

javítják a méhcsaládjukban a táplálék mennyiségét és minőségét. Ráadásul ha a kaptáron kívül pusztulnak el, akkor nem járulnak hozzá a *Nosema* további terjedéséhez, ami különösen akkor alakulna így, ha az ilyen méhek az üres lépekben pusztulnának éhen. Amennyiben a fertőzött méhek a rossz minőségű táplálék miatt (pl. kizárólag mézharmatot fogyasztva) nem élik túl a telet, akkor nem fognak hozzájárulni a méhcsalád fejlődéséhez a kora tavaszi virágporszállítással. Ehelyett a családnak fiatalabb méheket kell bevetnie az első, (a rossz időjárás miatt) nagyon veszélyes tavaszi táplálékgyűjtésre. Ezáltal kevesebb méh marad a kaptárban végzendő munkára, ami az egész család és mindenekelőtt az első tavaszi fiasítás szegényesebb táplálását okozza. Az első fiasításból származó, rosszabbul táplált méhek kevesebb munkával tudnak hozzájárulni a család fejlődéséhez, ami ismét táplálkozási problémákhoz vezet, mivel ezek a méhek rövidebb életűek lesznek, és fogékonyabbak más betegségekre. A jó minőségű, betegségmentes méhek tovább élnek, és több idejük van arra, hogy nagyobb mennyiségű táplálékot vigyenek vissza a kaptárba. A több táplálék lehetővé teszi olyan méhek felnevelését, amelyek átlagosan tovább élnek, és jobban tolerálják a betegségeket.

Hogyan kapcsolódik a helyes táplálkozás a növényvédő szerek hatásához?

Először is meg kell érteni, hogy a növényvédő szerek toxicitása, csakúgy, mint minden más anyag hatása, összefügg a koncentrációjukkal. Ez a tényező a növényvédő szerek maximálisan megengedett koncentrációjára vagy a megengedettnél kissé magasabb és kissé alacsonyabb koncentrációkra vonatkozik. Ha a növényvédő szerek (különösen a rovarirtók) koncentrációja jóval magasabb a maximálisan megengedettnél, az biztosan elpusztítja a méhcsaládokat. A valóságban azonban a méhek a legtöbbször a törvényesen megengedett vagy annál valamivel magasabb koncentrációban vannak kiteve a növényvédő szereknek.

Ilyen körülmények között még biztosabban állíthatjuk, hogy a méhcsaládok megfelelő táplálása létfontosságú. Azok a méhek, amelyek egy jobban táplált fiasításból keltek ki, nagyobb testtömeggel is rendelkeznek. A nagyobb tömeg önmagában a növényvédő szerekkel szembeni nagyobb ellenálló képességet is jelent. Ha a méhek alultápláltak, korábban kezdenek el kikelni a fiasítási sejtéből, következésképpen a kikelő méhek tömege kisebb lesz. Az ilyen méhek fogékonyabbak a betegségekre, kevésbé termelékenyek, és érzékenyebbek a növényvédő szerekre. Egyszerűen fogalmazva, egy 110 milligramm tömegű méh elpusztításához több növényvédő szerre van szükség, mint egy 90 milligramm tömegűhöz.

Ezenkívül a jobban táplált méheknek fejlettebb zsírtestük van. Általános vélekedés, hogy a kaptárban eltárolt fehérje- és lipidkészletek a méhkenyérben találhatók. Azonban ezeknek az anyagoknak a legfontosabb tárolási helye a zsírtest. A zsírtest olyan szerv, amely hasonló szerepet játszik, mint a máj: a legfontosabb szerv, ami a növényvédő szerek lebontásáért és a méhek szervezetéből való kiválasztásáért felel. Előfordulhat, hogy minden kijáró gyűjtőméh mérgezés következtében elpusztul,

és csak a kaptárban maradó méhek élnek túl. Mielőtt gyűjtővé válnának, a dolgozók lefognak, a zsírtestük eltűnik, és ennek eredményeként elveszítik a növényvédő szerek lebontásának és a szervezetből való kiválasztásának a képességét. Ezenkívül feltehetően valamivel nagyobb koncentrációjú toxinoknak vannak kitéve, mint a házi méhek. Ennek az a következménye, hogy azonos növényvédőszer-koncentráció mellett a jobban táplált méhcsaládok túlélnek a mérgezést, a kevésbé tápláltak pedig elpusztulnak. Mint minden más, ez is függhet más tényezőktől is, elsősorban a méhek különböző területekre való rátárolásától (ahol más-más növényvédő szerekkel permeteztek) és a méhcsaládokat alkotó méhek számától. Elképzelhető, hogy itt sokféle fokozat létezik. Például egy jól táplált család elveszíti az összes gyűjtőméhet, mégis felépül belőle. Vagy egy rosszul táplált család pusztul el, mert nem képes kompenzálni az elvesztett gyűjtőméheket, mert rajtuk kívül a kaptárban maradó egyedek nagy része, a kevésbé fejlett zsírtestű méhek is elhullanak, és nincs elegendő táplálékterület. Ráadásul a betegségek kaptárban való jelenléte vagy hiánya dönti el, hogy melyik méhcsalád pusztul el, és melyik marad életben.

A betegségek hiánya növeli a méhcsalád esélyét a növényvédő szerek hatásainak a túlélésére. A betegség hiánya azt jelenti, hogy a méhcsalád jobban táplált, ami továbbá azt is magával hozza, hogy a méhek testtömege nagyobb, ennek köszönhetően az egyedek sikeresebben képesek ellenállni a növényvédő szereknek. A varroa hatása a peszticidek jelenlétében különösen erős. Az atkával fertőzött fiasításból kikelő méhek kisebb tömegűek, ezért érzékenyebbek a növényvédő szerekre. Ma már ismert, hogy a varroa mégsem a méhek hemolimfájával, hanem a zsírszövetükkel táplálkozik. Mivel a zsírtest egy olyan szerv, amely a növényvédő szerek lebontását is szolgálja, egyértelmű, hogy az atkának kitett méhek nehezebben bírják a növényvédő szerek hatását, akár a kisebb tömegük, akár a toxinok lebontására és kiválasztására való csökkent képességük okán. Minél nagyobb az olyan méhek aránya, amelyek az életük bármely szakaszában már ki voltak téve a varroának, annál valószínűbb, hogy a méhcsalád nem éli túl a mérgezést.

A „jó genetikára”, a megfelelő táplálkozásra és az általános egészségre közvetlen hatással lehet a méhészt, míg a növényvédő szerek hatását közvetve befolyásolja ez a három, korábban említett tényező.

Hogyan függnek össze a rossz környezet, a méhek „rossz” tulajdonságai és a méhészt hibái?

Hogyan köthető a „rossz genetika” a rossz táplálkozáshoz?

Elmondható, hogy ekkor is minden nagyon hasonló ahhoz, mint amikor az ellenkező esetről beszélünk: azaz amikor a „jó genetika” a jó tápláltsággal társul.

- Egyes méhek örökletesen kevesebb mézet és/vagy virágport gyűjtenek, mint mások. Ez azt jelenti, hogy egyes méhek kevésbé termelékenyek.

- A rövidebb életű méheknek kevesebb idejük van a táplálékgyűjtésre, így az adott méhcsaládnak kevesebb rendelkezésre álló dolgozója van. A rövid élettartamot, akárcsak a hosszút, részben a genetika határozza meg.
- A betegségekre fogékonyabb méhek rövidebb életűek. A különféle betegségekkel szembeni ellenálló képesség örökletes tulajdonság. Ezenkívül bizonyos betegségek jelenléte miatt a méheknek kevesebb táplálék áll rendelkezésére.

„Rossz genetika” → alacsonyabb termelékenység + a dolgozók rövidebb élettartama → rosszabb táplálkozás

A méhanya és a dolgozók rövid élettartama szorosan összefügg egymással. A rövid életű anyáknak nagyobb az esélyük arra, hogy rövid életű dolgozókat hozzanak létre. A dolgozók rövid élettartama miatt a méhanyának több petét kell raknia ahhoz, hogy fenntartsa a méhcsalád erősségét. Az anya emiatt nem tudja hosszabb ideig megőrizni a vitalitását. Ráadásul a fiasítás magasabb pusztulási aránya is arra kényszeríti a méhanyát, hogy több petét rakjon. Ahogy már említettük, minél magasabb az elpusztult fiasítás aránya, annál több petét kell az anyának raknia a veszteség kompenzálásához.

Amikor a méhanya genetikailag hajlamos a költésmeszesedésre – és ez a törvényszerűség elvileg minden más betegségre is kisebb mértékben igaz –, akkor a méhcsalád több táplálékot fogyaszt. Ez annak a következménye, hogy a méheknek a kórokozók fejlődéséhez és szaporodásához szükséges tápanyagokat is el kell fogyasztaniuk. Ha például azt vesszük, hogy a család álcáinak 10%-a a költésmeszesedés kórokozójával megfertőződött, akkor az azt jelenti, hogy a fiasítás etetésére fordított táplálék közel 10%-a kárba vész. Sőt az is következmény, hogy 10%-kal kevesebb méh fog kikelni a fiasításból, így a családnak 10%-kal kevesebb dolgozója lesz a feladatok elvégzéséhez, és ezért azok kevesebb táplálékot fognak gyűjteni. Az éghajlattól, a rendelkezésre álló tápláléktól és az öröklött táplálékraktározás mértékétől függően egyes méhcsaládok gyorsan elpusztulhatnak a költésmeszesedés miatt, míg mások meglehetősen sikeresen tolerálják azt.

Hogyan kapcsolódik a rossz genetika a betegségek megjelenéséhez? A betegségekkel szembeni ellenálló képesség öröklött tulajdonság. Amikor több méhcsaládot összehasonlítunk, azt látjuk, hogy eltérő mértékben fogékonyak a különböző betegségekre. De ne feledjük: ha egy család egészségesnek tűnik, az jelentheti azt is, hogy a méhek mindent megtesznek a betegségek leküzdésére. Egyik betegség hatással lehet a másikra, tehát ha a méhek fogékonyak az egyikre, akkor jobban ki lesznek téve számos más betegségnek is.

A varroával szemben ellenálló képességet nem mutató méhek fogékonyabbak a vírusokra és egyes baktériumokra, mivel könnyebben megfertőződnek.

Ez annak köszönhető, hogy a varroa atka táplálkozás céljából átszűrja a méhek védő feladatát ellátó kutikuláját. Ez a helyzet az *A. woodi* légcsőatkával is, amikor átszűrja a légutak (légcsőek) felszínét, csak kisebb mértékben. A *Nosemosis* és a nyúlós költésrothadás betegségek is hasonló mechanizmust alkalmaznak más fertőzések terjesztésében. Itt a *Nosema ceranae* gomba vagy a *P. larvae* baktérium károsítja a bélfal felszínét, és így rést nyitnak más kórokozónak, például különféle vírusoknak, amelyek a bélből a hemolimfába („a méhek vérébe”) jutnak, majd az egész testben szétterjednek. Kimutatták, hogy gyakorlatilag lehetetlen az egészséges méheket vírusokkal megfertőzni. Annak ellenére, hogy a méhekkel feletetett szirupban magas volt a víruskoncentráció, annak a méhekre nézve nem voltak káros következményei.

A rossz táplálkozás és a betegségek jelenléte összefügg, és egymás hatását erősíti. A rosszul táplált méhcsaládok rosszabb minőségű, rövidebb élettartamú méheket nevelnek. Az ilyen alacsony minőségű méhek kisebb testtömeggel, kevesebb zsírszövettel rendelkeznek, és ennek eredményeként korán érő gyűjtőméhekké válnak. Az ilyen dolgozók kevésbé hatékonyak a táplálékgyűjtésben. Mindezek miatt lerövidül az élettartamuk, és az életük során összegyűjtött táplálék mennyisége is kisebb. Mivel a méhcsaládoknak egyre kevesebb dolgozójuk és táplálékuk marad, ha a körülmények nem változnak, ez gyorsan és elkerülhetetlenül a család pusztulásához vezet. Vagy a környezet táplálékszerzési feltételeinek kell jelentősen javulniuk, vagy a méhésznek etetnie kell a családokat, és/vagy a kórokozókat kell kiirtania.

A peszticidek tovább súlyosbíthatják ezt az amúgy is rossz helyzetet. Az olyan növényvédőszer-koncentrációk, amelyek nem károsítanak súlyosan az egészséges, jól táplált méhcsaládot, könnyen elpusztíthatnak egy beteg és alultáplált családot. Ez azért van, mert a rosszul táplált és beteg méhcsaládokban a méhek átlagos súlya és a peszticidek lebontásának a képessége is alacsonyabb.

Különösen veszélyes a varroa elleni kémiai szerek használata, ha azok hatékonysága alacsony. Ezek azok a vegyszerek, amelyekkel szemben a varroa már valamilyen szintű rezisztenciát fejlesztett ki. Az ilyen vegyszerek használatával az atkák száma nem csökken kellőképpen, de a méhcsaládokra nézve mérgezőek lehetnek. Különösen akkor, ha a használt vegyszer szinergikus, egymást erősítő hatású egy másik jelen lévő anyaggal. Ugyanilyen, ha nem még rosszabb hatást eredményez az, amikor valaki ragaszkodik a növényvédő szerek használatának a mellőzéséhez anélkül, hogy ehhez a döntéshez az előfeltételek adottak lennének. A méhészeti gyakorlatunkat a varroa elleni kémiai kezelések nélkül is elvégezhetjük, de nem úgy, hogy családokat vásárolunk, és azt mondjuk: „a kezelés természetellenes vagy egészségtelen, ezért nem kezelem őket semmivel, mert a méhek maguktól is rezisztenciát fejlesztenek ki”. Egy ilyen megközelítés biztosan a megvásárolt családok összeomlásához vezet, és ahhoz, hogy a fertőzés a környező kaptárakra is áterjed. Először is, a méhésznek varroatoleranciával rendelkező méheket kell beszereznie, fenékdeshkát kell beszerelnie, rendszeresen el kell távolítania a fedett herefiasítást, stb.

A méhcsaládok szaporodása. Amikor e tényezők összessége azt eredményezi, hogy nagyon erős méhcsalád jön létre, és a környezeti feltételek is kedvezőek, akkor a méhcsalád szaporodni fog. Már csak a méhésztől és a méhek genetikájától függ, hogy a méhek megrajzanak-e, és ha igen, mikor, kivéve, ha ezt megelőzendő a méhészkorábban osztott rajokat készíti.

A méhcsaládok pusztulása. Ezzel szemben, amikor különböző tényezők kombinációja miatt a család jelentősen legyengül, és a környezeti feltételek kedvezőtlenek, a méhcsalád elvesztése fenyegető közelségbe kerül. Ilyenkor nagyon fontos, hogy a méhészk ezt ne engedje, mert az rablásához, a betegségek terjedéséhez vagy a legenyhébb esetben a viaszmolymia miatt léppusztuláshoz vezet. A nagyon gyenge családokat nem érdemes megmenteni, az veszélyes is lehet, vagy lehetetlen. Például ha egy nagyon gyenge méhcsaládot cukorsziruppal próbálunk etetni hordáshiányos időszakban, nagyon valószínű, hogy ezzel rablást idézünk elő. Az ilyen családokat még időben el kell távolítani a méhészetből, mielőtt elpusztulnának.

Összefoglalva elmondható, hogy egy tapasztalatlan vagy gondatlan méhészk negatívan befolyásolhatja e tényezőket. Először is, a betegségek észrevétlenül maradása és az ellenük való védekezés elmulasztása mind a saját, mind a környező méhészetek károsodásához vezet. A túlzásba vitt mézelvétel vagy pollenelszedés veszélyeztetheti a gyenge méhcsaládok fennmaradását. A varroa elleni védekezésben a rovarölő szerek túlzott használata több kárt okoz, mint amennyi hasznot hoz. Könnyen előfordulhat, hogy egy méhészk indokolatlanul bajba sodorja a méhcsaládot a méhlegelő- és az időjárási viszonyok, valamint a méhcsalád erősségének a helytelen megítélése miatt, mert több műlépes keretet tesz a kaptárba (ráadásul rossz helyre), mint amennyit a méhek ki tudnak építeni, ezáltal elválasztja egymástól a fiasításos kereteket, így a méhek nem tudják eléggé felmelegíteni azokat.

Kezdetben, a méhek és a méhészek közötti első kapcsolatfelvételnél egyikük tulajdonságai sem függenek a másikuk tulajdonságaitól. Idővel a méhészk megfelelő munkával felerősíti a méhcsaládok kívánatos tulajdonságait, és csökkenti a nemkívánatosakat. Természetesen az ellenkezőjét is elérheti. Erre egyértelmű példa az anyabölcsők használata az osztott rajok létrehozásához. Az ilyen bölcsőket csak nagyon erős családokból szabad kivenni, és kizárólag akkor, ha tudjuk róluk, hogy kedvező körülmények között rajzanak. Ellenkező esetben egy véletlenszerű bölcső kiválasztásával olyan méheket szaporíthatunk, amelyek gyakrabban rajzanak, így a félig üres kaptárakból is folyamatosan rajok bújnak majd elő.

Kétségtelen, hogy a méhészek pozitív és negatív módon is befolyásolják a méhcsaládjaikat. Ezt minden alkalommal megteszik, amikor kinyitják a kaptárt, vagy bármit csinálnak a méhészetükben vagy a műhelyükben, ami befolyásolhatja a méhek táplálkozását, egészségét és viselkedését. Annak érdekében, hogy ez a tevékenység a lehető legpozitívabb és a lehető legkevésbé káros legyen, megbízható forrásokból kell tájékozódni, és alkalmazni a megszerzett ismereteket. Így módon a méhészk a gyakorlati tapasztalata révén fejleszti a méhészetben végzett munkaképességeit.

A méhészetben uralkodó helyzet objektív megfigyelése és a különböző tényezők kölcsönöshatásainak az ismerete lehetővé teszi a méhész számára, hogy felismerje a problémákat, és azokra helyesen reagáljon. Elmondható, hogy néha a méhészeknek sikerül a legtöbbet kihozniuk a rossz tulajdonságokkal rendelkező családokból, míg máskor a kiváló tulajdonságokkal rendelkező családokat is sikerül tönkretenniük. Természetesen ez lehet akár egy és ugyanaz a méhész.

Ratko Pavlović,
Bee Culture, 2025(6): 83–87:
fordította: Stall Nikolett

Meddig élnek az elpusztult családok, és mit jelent mindez a varroa atka számára?

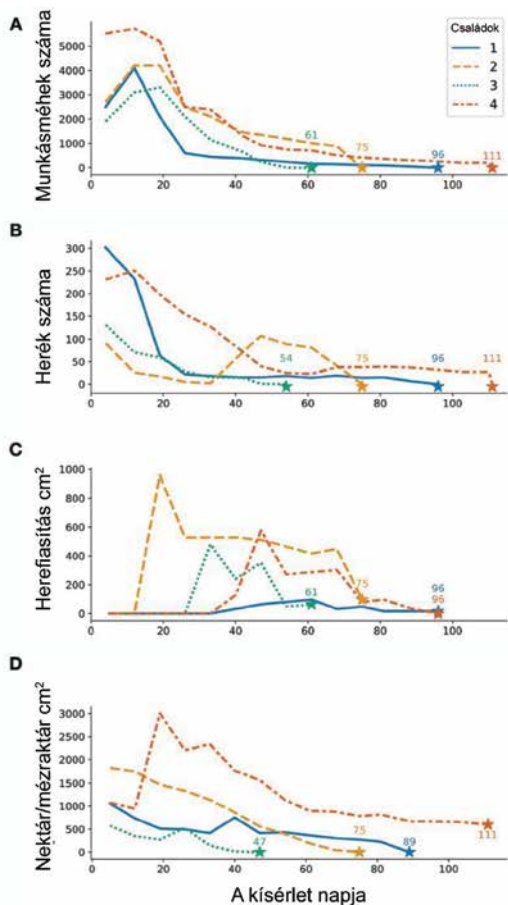
Meddig „él” az elpusztult méhcsalád? Elsőre értelmetlennek tűnhet a kérdés, hiszen az élőlények egyszerre csak egy állapotban létezhetnek: vagy élnek, vagy nem. A méhek esetében azonban elmosódik az élő és halott állapot közötti határ.

Jó példa erre az átmeneti állapotra a reménytelenül elanyáttlanodott családok esete. A család akkor „reménytelenül” anyáttlan, ha egyetlen életképes anya sincs benne, nem nevelnek új anyát, és nincsenek a fészekben az anyanevelésre alkalmas peték. Az anyáttlan család egyesíthető egy egészséggel, vagy új anyát is adhatunk nekik, így a helyzet viszonylag könnyen menthető. A vadon élő méhcsaládok számára azonban az elanyáttlanodás egyenlő a halálos ítélettel.

Megtermékenyített, petéző anya nélkül a méhcsalád elveszett, hiszen munkás-méhek csak megtermékenyített petékből fejlődhetnek ki. A reménytelenül elanyáttlanodott családban a munkásméhek is petézni kezdenek, a megtermékenyítetlen petékből azonban csupán herék kelnek ki, amelyek legfeljebb a család génállományának a továbbörökítéséről képesek gondolkodni, már ha repül arra egy szűz anya; a család fennmaradásához nem járulnak hozzá. Ha az ilyen családoknak lenne orvosuk, azt kérdeznék tőle: „Doktor úr, mennyi időm van még hátra?” – de erre a kérdésre voltaképpen még nem tudjuk a választ.

A szociometria „a társas rovarcsaládok fizikális és számszerű jellemzőit rögzítő és elemző” tudományág. A mézelő méhek esetében a szociometria a következő jellemzőket vizsgálja: a dolgozók száma egy családban, a lép mérete és típusa, a fészek felépítése és tartalma, termékenységi mutatók (a kifejlett herék száma a családban, a kivált rajok és ezek mérete). Bizonyos társas rovarfajok esetében az ilyenfajta adatok csak a család elpusztítása árán gyűjthetők be (egy hangyakolónia méretét kizárólag az egész boly kiásásával tudjuk meghatározni), a mozgatható, kivehető keretek segítségével azonban a kaptárakban élő méhcsaládokat rendszeresen vizsgálhatjuk anélkül, hogy kárt tennénk bennük. A megfigyelőkaptárak folyamatos megfigyelésre is lehetőséget adnak, miközben minimalizálják a beavatkozást a család életébe.

A szociometriai adatok fontosak, a gyűjtésük azonban rendkívül időigényes és fárasztó, így sokszor elmarad. A méheken végzett eddigi szociometriai felmérések többnyire a családok születését és növekedését vizsgálták, pedig a pusztulás ugyanilyen fontos a szuperorganizmus teljes életciklusának a feltérképezéséhez. A vadon élő méhcsaládok nagyon könnyen elanyáttlanodhatnak, elég hozzá, ha a szűz anyát már a nászrepülésén megessi egy madár. Így annak ellenére, hogy a reményte-



1. ábra: A munkásméhek (A) és a herék (B) száma, valamint a herefiasítás (C) és a mézraktár (D) mérete reménytelenül elanyátlanodott családokban a kísérlet kezdete óta eltelt idő függvényében (a családokat különböző színekkel jelöltük). A csillagok minden mért érték végpontját (tehát a család végleges pusztulását) jelölik, a feltüntetett számok pedig a napot. A kísérlet 2017. szeptember 1-jén kezdődött, ez a 0. nap. Az A grafikonon figyelemre méltó, mennyire hosszú ideig kitartottak az anyátlan családok (a családot kisszámú túlélő tartotta „bizonyos értelemben” életben). A B grafikon azt mutatja, hogy a herék az őszi hónapok folyamán végig a munkásméhek mellett maradtak. A C grafikonon látható, hogy mind a négy család munkásai nagy mennyiségű herefiasítást petéztek, de a herék csak egy családban (#2) jutottak el ténylegesen a kikelésig (lásd a kiugrást a B grafikonon). A D grafikonon megfigyelhető, hogy a családok pontosan akkor pusztultak el végleg, amikor a méz- és nektártartalékuk is elfogyott; a négy családból háromban éhezés okozta az utolsó méh halálát, az utolsó családban pedig a hideg (idővel kénytelenek voltunk kikapcsolni a fűtést, de ekkor már bőven benne jártunk a decemberben)!

len elanyátlanodás a házilag tartott méhek között gyakorlatilag nem fordul elő, ez is hozzátartozik a méhek természetes életciklusához. Azok az egyszerű kérdések, hogy mennyi ideig él egy méhcsalád anyja nélkül, elpusztulnak-e a méhek, mielőtt elfogy a táplálékuk, vagy mennyire sikeres a munkásméhek által létrehozott herefiasítás, kulcsfontosságúak a folyamat megértéséhez.

A családok pusztulási folyamatának a jobb megértése a varroa terjedésére nézve is tanulságos. Ha egy pusztulásra ítélt család még sokáig kitart, rablás áldozatává válhat, ami elősegíti a varroa terjedését. Tudjuk, hogy az elanyátlanodott családban a munkásméhek ováriuma aktíválódik, és herepetezésbe kezdenek, de vajon mennyire segíti elő ez a herefiasítás a varroa szaporodását? Meglehető módon egyik kérdésre sem jelent meg eddig érdemi válasz a szakirodalomban: sem az elanyátlanodást követő pusztulási folyamatot, sem ennek a varroára gyakorolt hatásait nem ismerjük.

Ezért David Peck kollégámmal (akkoriban még hallgatótársammal) megterveztünk egy kétirányú kutatást – egyrészt az anyátlanság okozta pusztulási folyamatra, másrészt a pusztuló családokban megfigyelhető varroaszaporulatra voltunk kíváncsiak.

A kísérlethez négy anyátlan családot hoztunk létre négykeretes megfigyelőkaptárakban. Mind a négy kaptárt egyformán szereltük fel (egy kereten lefedett mézraktár, két kereten vegyes életkorú fiasítás, egy kereten pedig herefiasítás volt); a családok kezdetben 3150–3190 közötti munkásméhet számláltak. Ezenkívül gondoskodtunk róla, hogy minden család reménytelenül anyátlan legyen (elpusztítottunk minden anyabölcsőt, ezzel megakadályozva, hogy új anyát neveljenek).

A pusztulási folyamatot feltérképezendő hétnaponta megvizsgáltuk a kaptárak tartalmát (táplálékmennyiség, dolgozó- és herefiasítás) és a családok állapotát (a munkásméhek és a herék létszámát). Emellett kétnaponta ellenőriztük, hogy petéznek-e már a munkásméhek, hogy rögzíthessük, pontosan mikor indul be ez a folyamat.

Az atkaszámok ellenőrzéséhez a kaptárak alsó részét apró lyukú dróthálával láttuk el, amelyen át a hulladékkal együtt az atkák is kipotyoghattak, a méhek azonban nem fértek át rajta. Minden másnap összegyűjtöttük a lepotyogó atkákat egy olajjal bevont fenéklemez segítségével, illetve kerestük a rablás jeleit (a rabló méhek általában sok szemetet hagynak maguk után, a rablást letépett sejtfedeleik és viaszdarabok jelzik). A kísérleti családjaink világos színű olasz méhek voltak, rajtuk kívül nem volt más hasonló fajtájú család a környéken. Ha a kísérleti kaptárainkban sötétebb színű egyedek bukkantak fel, az annak a biztos jele volt, hogy máshonnan keveredtek ide.

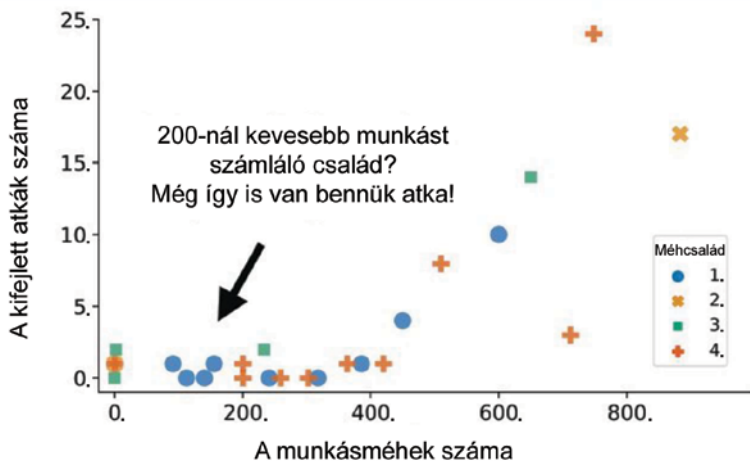
A kísérletet szeptemberben kezdtük, mivel New York állam Ithaka régiójában ekkor repülnek ki a második rajok, ami könnyen elanyátlanodással végződhet. A legtöbb rablás is ebben az időszakban történik, az pedig meggyorsítja az anyátlan családok pusztulását, illetve átviheti egészséges családokba a pusztuló családban termelődő atkákat (ha az atkák képesek átugrani egy virágról a méhre, akkor feltételezhetően képesek a fészekben is a méhekre akaszzkodni).

Azért döntöttünk a megfigyelőkaptárak mellett, mert így a családok megzavarása nélkül végezhetjük a vizsgálatainkat. Emiatt azonban a méheknek egy mesterséges, félig-meddig kétdimenziós térben kell élniük (a lépek ebben is kétoldalúak, de nem rendezhetők lapjukkal egymás mellé, mint egy normális üregben). A megfigyelőkaptár által okozott stresszt úgy próbáltuk korrigálni, hogy a helyiséget enyhén fűtöttük (a fűtőtestek bekapcsoltak, ha a hőmérséklet 10 Celsius-fok alá süllyedt, de a kaptárak kijáróján át minden méh kimehetett a külvilágba). Ez kompromisszum volt az eredeti elképzeléseinkhez képest, ám egy normális kaptárt minden megfigyelés alkalmával fel kellett volna nyitnunk. Nekünk azonban fontosabb volt, hogy rendszeresebben megfigyelhessük a méheket, ezért a megfigyelőkaptárak és némi extra fűtés mellett döntöttünk.

Nagyon lényeges, hogy ez a kísérlet nem a varroa pusztításáról szólt, hanem a család anyátlanság miatt bekövetkező természetes pusztulásáról. Másodlagos tényezőként vizsgáltuk, hogy az eleve pusztulásra ítélt családban hogyan járul hozzá ez a bizonyos halálok a varroa szaporodásához és terjedéséhez.

Hogy is néz ki tehát az „anyátlanság okozta pusztulás”?

Az anyátlan családok sokkal tovább kitartottak, mint eredetileg gondoltuk (1. ábra). Akkor nyilvánítottunk egy családot „teljesen halottnak”, amikor az utolsó munkáméh is elpusztult; ez átlagosan a nyolcvannegyedik nap körül következett be (az első



2. ábra: A kifejtett atkák száma (y tengely) az elanyátlanodott családokban maradt munkáméhék számának (x tengely) a függvényében. A családokat különböző színekkel jelöltük. Figyeljük meg, hogy akkor is van kifejtett atka a családban, amikor a munkáméhék száma kétszáz alá csökken! Ezek kiemelkedően gyenge családok, és ennek ellenére van bennük atka.

család ötvenegy, az utolsó száztizenegy nap elteltével pusztult el teljesen). Az első huszonöt nap alatt elhullott a munkások fele. Amíg az élelemkészlet kitarzott, az életben maradt munkások tökéletesen képesek voltak „bizonyos értelemben” életben tartani a családot (az egyik családban például harmincöt napon át kétszáznál kevesebb munkás volt). A négyből három családban a pusztulás végső oka az éhezés volt; az utolsó család pedig megfagyott, amikor lekapcsoltuk a fűtést a megfigyelőkaptárak helyiségében (a fűtés valószínűleg jelentősen növelte a család túlélési idejét, a megfigyelőkaptárak azonban szinte lehetetlenné teszik a hőszabályozást, így próbáltuk mindkét tényezőt egyensúlyban tartani).

Meglepő volt, hogy a heréket nem üzték ki a kaptárból, azok a munkásokkal együtt végig kitarottak (1. ábra). A kísérlet kezdetén minden családban volt néhány száz here (átlagosan 189), három családban pedig az utolsó here az utolsó munkással együtt pusztult el (a negyedik családban a munkások mindössze hat nappal éltek túl az utolsó herét). Egy „normális” család ősszel kiűzné a heréket a kaptárból, az anyátlan munkások azonban nem fordultak a testvéreik ellen, feltételezhetően azért, mert a család génállományának a továbböröklődése kizárólag akkor lett volna lehetséges, ha a herék párzanak egy arra járó szűz anyával (akkor is, ha a nászrepülés valószínűsége késő ősszel gyakorlatilag a nullával egyenlő). Ez is jól példázza, hogy a család általános állapota (a méhanya jelenléte vagy hiánya) befolyásolja az egyedek viselkedését (elűzik a heréket, vagy nem).

Mennyire voltak termékenyek ezek a családok? A reménytelenül elanyátlanodott családok munkásai gyorsan aktiválták az ováriumukat. Az első munkások által rakott petéket a kísérlet tizenkilencedik napján figyeltük meg (átlagosan harminckét nap alatt mindegyik családban megjelent munkások által rakott pete). Ez a megtermékenyítetlen petékből álló fiasítás figyelemre méltó helyet foglalt el, a legszaporább családban a teljes lépállomány 1/8-át kitöltötte (1. ábra). Ez elméletileg rengeteg here születését eredményezte volna, egy családban 3562 here lett volna (a négy család átlaga: 1586). A rengeteg petéből azonban a becsléseink szerint csupán 0–107 here született (átlagosan 41). A reménytelenül anyátlan családokban tehát a dolgozók gyorsan elkezdnek petézni, és a herefiasítás a fészek nagy részét elfoglalja, a kikelést megérő egyedek száma azonban alacsony marad (ebben a kísérletben kb. 3%). Az „akkor számold a csirkéket, ha már kikeltek” mondás tehát az anyátlan méhcsaládokra is érvényes. Az alacsony kikelési arány több tényezőre is visszavezethető, például az évszakra, az elérhető forrásokra és még a munkások közötti versengésre is. A munkások által rakott peték 3%-os kikelési aránya anyátlan családokban jelentősen meghaladja az egészséges családokban megfigyelhető arányt (a többiek beavatkozásának köszönhetően egészséges családokban a munkások által rakott petéknek csupán 0,12%-a kel ki).

Összegezve: az anyátlan családok sokkal lassabban pusztulnak el, mint eredetileg gondoltuk (eloszlás kisszámú, hosszan kitartó túlélővel). A munkások gyorsan akcióba lendülnek, és petézni kezdenek, de csak nagyon korlátozott mértékben tudnak ezekből a petékből szaporodóképes heréket nevelni. Sem az élő, sem az újonnan

született heréket nem úzik azonban el a fészekből. A herék szempontjából tehát nincs is jobb hely, mint egy anyátlan méhcsalád.

De mit jelent ez a helyzet a varroa számára?

Az első kérdésünk az volt, hogy ki húzza tovább: a méhek vagy az atkák. Két kísérleti családban az atkák éltek túl a méheket (tehát az utolsó atkát két nappal az utolsó méh halála után találtuk a ragadós fenéklemezen). Az egyik családban a méhek tizenhárom nappal túléltek az atkákat, az utolsó családban pedig egyszerre pusztultak el a méhek és az atkák. Négy adatból nehéz általános következtetést levonni, de úgy tűnik, hogy az atkák mindaddig képesek életben maradni, amíg van élő méh a fészekben, és legfeljebb két napig még ezután is.

Majd azt vizsgáltuk, hogy a megnövekedett herefiasítás növeli-e az atkaszaporulatot. Köztudott, hogy az atkák jobban szaporodnak a herefiasításban, az anyátlan családok pedig rengeteg herepetét raktak.

A munkások által rakott herefiasítás azonban – legalábbis ebben a kísérletben – nem vezetett az atkaszám robbanásszerű növekedéséhez. Mind a négy családban megfigyeltünk fiatal atkákat (ami a szaporodás jele), de ezeknek az előfordulása egy kivétellel az összes családban szórványos volt, a kifejlett atkák száma pedig nem növekedett. A legnagyobb herefiasítást létrehozó családban volt megfigyelhető a legtöbb fiatal atka is, ám még abban a családban is láttunk fejletlen atkát, amelyikben a felnőttkort elért



1. kép: A szerző (jobbra) az első méhészmesterével, Chrisszel. A háttérben a fészker, amelyben felállítottuk a megfigyelőkaptárakat.

herék száma nulla volt. Az anyátlan családokra jellemző hereszaporulat tehát nem járt együtt az atkaszám hirtelen növekedésével. Ennek az lehet az oka, hogy az anyátlan családok munkásai sok herepetét raknak ugyan, de nem jeleskednek ezek felnevelésében. A sejtet, amelybe az atka beköltözött, talán soha nem nyitják fel, az atkaszaporulat bent reked. A négy családból három valóban tartalmazott még fedett fiasítást az utolsó munkás pusztulásakor. Az ezekben maradt atkák óhatatlanul elpusztultak, anélkül, hogy lehetőségük lett volna egy másik családba vándorolni.

Végül pedig, hogyan befolyásolhatta ezeknek a családoknak a pusztulása az atkák terjedését?

Először bemutattuk, hogy az anyátlanság általi pusztulás hosszú, elhúzódó folyamat, és amíg egy családban vannak méhek, addig vannak atkák is. A rablás tehát, ami ebben a régióban és ebben az évszakban különösen gyakori, hozzájárulhat az atkák méhcsaládok közötti terjedéséhez. Még akkor is rendszeresen hullottak atkák a fenéklemezre, amikor a családban már csak nagyjából kétszáz munkás maradt (2. ábra).

A legnagyobb meglepetésünkre azonban a négy kísérleti kaptár közül egyiket sem rabolták le a kísérlet során. Rendszeresen ellenőriztük őket, de soha nem láttunk rablásra utaló jeleket (nem olasz méhek a kaptárban, feltépett fedelű mézes sejtek, viasz hulladék). A megfigyelőkaptárak keskeny kijárónyílása talán hozzájárult a rablások megakadályozásához, vagy az idő nem kedvezett a rablással szemben védtelen családok kifürkészésének. Az a tény azonban, hogy a pusztuló családok gyakorlatilag a legutolsó pillanatig tartalmaztak atkákat, arra utal, hogy a rablás az atkák terjedésének az egyik legvalószínűbb útja (még akkor is, ha ezt most nem volt alkalmunk megfigyelni). Ennek alapján a halálra ítélt családok kirablása miatti atkafertőzés ritkaságnak tűnhet, ám ha jobban meg akarjuk érteni az atkafertőzés terjedését természetes körülmények között (pl. faodúkbán lakó méhcsaládok esetében, ahol a családok messzebb vannak egymástól, és így az eltávolítás nem jellemző), minden lehetséges fertőzési módot figyelembe kell vennünk.

Minden méhésztudja, hogy a reménytelenül elanyátlanodott méhcsaládok halálra vannak ítéelve, de pontosan mennyi idő alatt megy ez végbe, és mi vezet az utolsó méh pusztulásához? Természetesnek vesszük, hogy számadatok vannak a kezünkben, azonban ehhez valakinek ténylegesen el is kell végeznie ezeket a kísérleteket. Rendszeresen hallom, hogy „ezt biztosan megcsinálták már”, pedig aki valóban utánanéz, azt érhetik meglepetések. Különösen a szociometria területén rengeteg még a megoldandó feladat, csak egy jegyzetfüzetre, éles szemre és jó adag elhivatottságra van szükség hozzá.

Michael L. Smith,
American Bee Journal, 2025(6): 637–640;
 fordította: Kernács Rebeka

Egy visszavont tanulmány margójára



AZ EMBEREK ÉS MÉHEK JOGAI

Komoly kérdéseket vet fel a glifozát biztonságosságának a megítélésével kapcsolatban egy, a *Regulatory Toxicology and Pharmacology* folyóiratban 2000-ben megjelent, nemrégiben visszavont, ám évtizedeken át széles körben hivatkozott tanulmány, amely az Egyesült Államok jelenlegi szabályozási gyakorlatára is hatással volt. A „Safety evaluation and risk assessment of the herbicide Roundup and its active ingredient, glyphosate, for humans” („A Roundup gyomirtó és aktív összetevője, a glifozát biztonsági értékelése és az emberre gyakorolt hatás kockázatelemzése”) című cikke évtizedekig hivatkoztak a glifozát mellett érvelők, akik erre alapozva állították, hogy a glifozát biztonságos és nem rákkeltő.

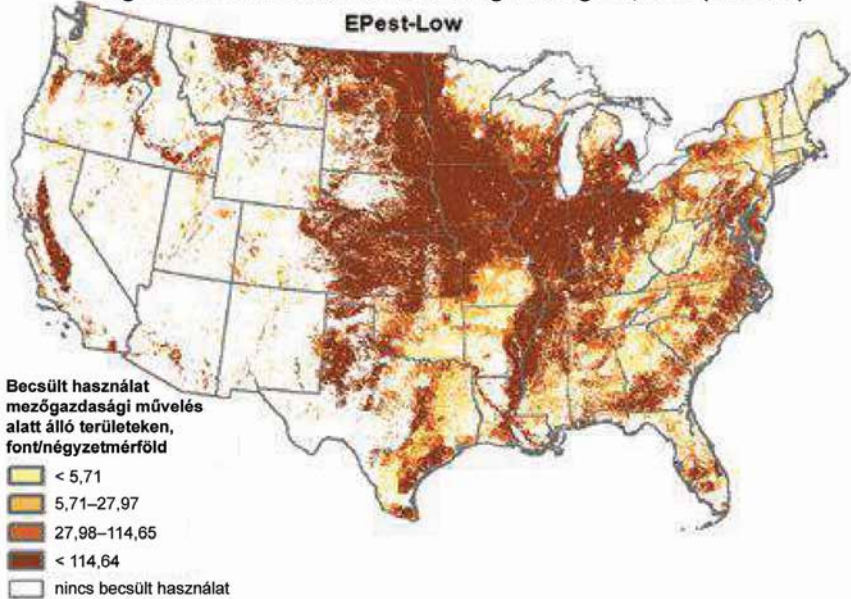
A *Bee Culture* hasábjain korábban már foglalkoztunk a méhek Rounduppal való érintkezésének a káros következményeivel. A Roundup nem halálos dóziséval való érintkezés hatására többek között a kognitív funkciók csökkenésével, a tanulás és az emlékezet romlásával lehet számolni, ezenkívül sérül a méhek bélflórája, ami gyengíti a fejlődést és a tápanyagfelvételt, és idő előtti öregedéshez vezet.

Minket, méhészeket mindig arra intenek, hogy bízzunk az engedélyeztetési folyamatokban. Az USA környezetvédelmi ügynöksége (EPA) behatóan vizsgálta a dolgot. A vegyszerek biztonságosak, feltéve, ha nem hágjuk át a címkén szereplő utasításokat. Minden felmerülő problémát az okoz, hogy a felhasználók nem tartják be megfelelően az utasításokat.

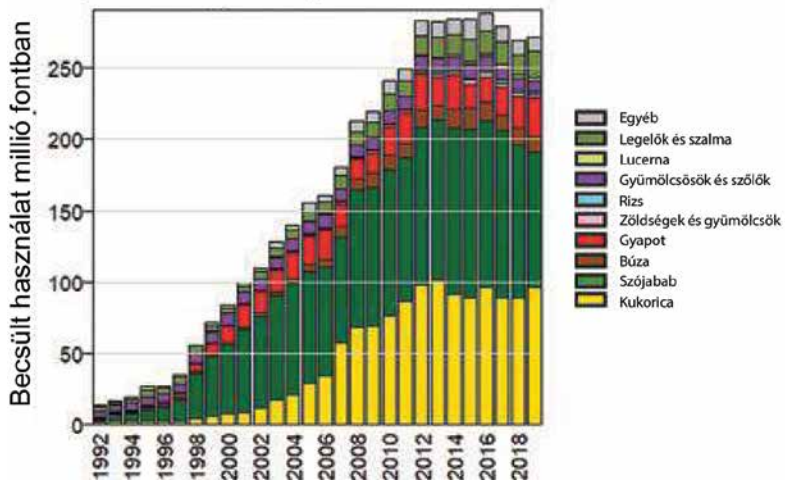
A megnyugtatásunkra szánt állításoknak azonban ellentmondanak az évtizedek óta gyűlő figyelmeztető jelek, amelyek óvatosságra intenek a hasonló állítások naiv elfogadását illetően: például több, az EPA engedélyeztetési eljárására rálátó forrás szerint a magas szintű döntési helyzetekben lévő tisztviselők gyakran az ügynökség által megrendelt tudományos vizsgálatok álláspontja ellenére engedélyeztek bizonyos rovarirtókat és más vegyszereket; korábban engedélyezett



A glifozát becsült használata a mezőgazdaságban, 2019 (előzetes)



Használat terményenkénti és éves bontásban



Az Egyesült Államok geológiai felmérése – https://water.usgs.gov/nawqa/pnsp/usage/maps/show_map.php?year=2019&map=GLYPHOSATE&hilo=L&disp=Glyphosate. A glifozáttartalmú gyomirtók használatának becsült elterjedése az Egyesült Államok területén 2019-ben, és az éves eloszlását mutató grafikon 1992-től napjainkig.

vegyszereket visszavontak, miután fény derült az állatokat és embereket károsító hatásaikra; és súlyos módszertani hibáktól hemzsegő, rosszul kivitelezett kutatások, amelyeket az EPA megdönthetetlen tudományos eredményként használ fel az engedélyeztetési eljárásokban.

SÚLYOS ETIKAI KÉRDÉSEK

A visszavonás is azt mutatja, hogy a biztonsági értékelés nem ellenőrzött, publikált tanulmányokon, hanem „kizárólag a glifozát tulajdonosa, a Monsanto által végeztetett, nem publikált tanulmányokon alapult”. Ezt a céget vásárolta fel a német multinacionális vállalat, a Bayer, hivatalos nevén Bayer Aktiengesellschaft (Bayer AG), amely cég történetesen a világ egyik vezető gyógyszeripari vállalata is.

Ez egy mesésen jövedelmező üzleti modell. A vállalat milliárdokat keres olyan növényvédő szerek (például a glifozát és a neonikotinoidok) értékesítéséből, amelyek megbetegítik az embereket és az állatokat, aztán további milliárdokat keres a vegyszerek káros hatásaitól szenvedőknek eladott gyógyszereken. (Igen, tudom, hogy a Bayer által gyártott CheckMite+ a varroa, nem pedig a növényvédő szerek által okozott problémák kezelésére való, de tudományos eredmények bizonyítják, hogy a nem halálos dózisu növényvédő szereknek való kitettség gyengíti a méhek immunrendszerét, és ezáltal sebezhetőbbé teszi őket az atkákkal szemben.)

A visszavonásról szóló közlemény szerint „a szerzők nem használtak fel több hosszú távú, krónikus mérgezést és rákkeltő hatásokat vizsgáló tanulmányt, amelyek az áttekintés megírásának időpontjában, 1999-ben már rendelkezésre álltak”. Az eredeti tanulmányban a szerzők közlik, hogy tudomásuk van más tanulmányokról is, de azok vagy nem jelentek még meg, vagy nem voltak elérhetőek. Következésképpen a kockázatelemzés kizárólag a Monsanto kutatásaira támaszkodott, és nem vett figyelembe számos független kutatást, amelyek súlyos veszélyekre figyelmeztettek.

A közlemény arra is kitér, hogy a biztonsági értékelést és a kockázatelemelést a Monsanto alkalmazottai végezték el, azonban ezt a kötődésüket nem tüntették fel a tanulmányban. E súlyos szakmai összeférhetetlenség és megtevesztés szintén nyilvánvalóan azzal a céllal történt, hogy a tanulmány a függetlenség és megbízhatóság látszatát keltse, illetve több súlyt kapjon, és nagyobb hatást fejthessen ki, mint amekkorát megérdemelne. A szerzők a jelek szerint még anyagi kompenzációban is részesültek a Monsantoától a munkájukért. Ennek a javadalmazásnak az elhallgatása megintcsak súlyos kérdéseket vet fel a tanulmány és a szerzők objektivitását illetően.

A glifozát biztonsági és kockázatelemzése során ezenkívül a szerzők a bizonyítékok súlyán alapuló áttekintést (WoE-módszert) alkalmaztak a vegyszer karcinogénitásának (rákkeltő hatásának) és genotoxicitásának (génkárosító hatásának, amelynek következménye örökletes mutációk kialakulása és a magzatok károsodása) a kiértékelésére. Ezzel a módszerrel kapcsolatban a visszavonásról szóló közlemény a tudományos szövegekre jellemző visszafogottsággal közli, hogy: „Bár ez a módszer

elméletben használhatónak tűnik, a Monsanto alkalmazottainak be nem vallott közreműködéséből eredő lehetséges elfogultság és más létező, a karcinogenitással foglalkozó hosszú távú hatásvizsgálatok figyelmen kívül hagyása torzíthatta az adatelemzés eredményeit.”

MIÉRT MOST?

Természetesen jobb későn, mint soha, de miért csak most derül ki mindez? Ezt is azoknak a Dávidoknak köszönhetjük, akik mertek szembeszállni a Monsanto nevű Góliáttal, és hosszú éveken át kitartottak a jogi útvetszőkben is. Egy ilyen pereskedés során kerültek elő azok a dokumentumok és egyéb bizonyítékok, amelyekből kiderültek a fent leírt etikai vétségek (vagy sokkal inkább bűntények).

A leleplezés már csak azért is rendkívüli, mert a glifozát a világ egyik legelterjedtebb gyomirtója. Évente több millió acre (0,4 hektár – *A lektor*) területre juttatják ki, és a használata teljesen átszövi az élelmiszeripart. Manapság például bevett szokás Rounduppal kezelni a terményt (különösen a gabonaféléket) az érés után és nem sokkal aratás előtt. A kezeléstől a növények elhalnak, és már az aratás megkezdése előtt elkezdenek kiszáradni. A termelő rengeteget spórol ezen, hiszen jelentősen lerövidül a magok aratás utáni szárításának a folyamata. A dolog hátulütője viszont, hogy így Amerika gabonakészletének a jelentős része – és egyúttal minden ebből készült termék – glifozátmaradványokkal szennyeződik.

A Monsanto peres ügyei rengeteg fejfájást okoztak az új tulajdonosnak, a német Bayer AG-nek. Hiába próbálták hatalmas erőfeszítéssel fenntartani a látszatot, hogy a Roundup biztonságos és nem mérgező, több mint százhatvanötezer per indult ellenük a vegyszerrel és a glifozáttal kapcsolatban. A fent idézett visszavont tanulmány volt az EPA által végzett biztonsági értékelés egyik sarokköve.

Az EPA természetesen azon az állásponton van, hogy az élelmiszerekben található glifozátmaradványok mind a tudomány által megállapított egészségügyi határérték alatt vannak, tehát semmi ok az aggodalomra. Ez azonban cseppet sem megnyugtató, ha hozzávesszük, hogy a különböző vegyszermaradványokra, így a glifozátra megállapított egészségügyi határértékek az Egyesült Államokban jóval magasabbak, mint sok más országban, például az Európai Unióban.

A fent elmondottakból az embernek olyan érzése támadhat, hogy a vegyi anyagokra és rovarirtó-maradványokra vonatkozó biztonsági előírások Amerikában sokkal inkább szolgálják a nagyvállalatok védelmét a biztonsági kockázat miatti felelősségvállalástól, mint a fogyasztók egészségét. Az ember csak akkor lehet biztos abban, hogy az élelmiszere nincs tele mérgező vegyszermaradványokkal, ha saját maga termeli, vagy ha organikus, biodinamikus vagy permakultúrás módszereket használó termelőtől vásárol.

A *Regulatory Toxicology and Pharmacology* folyóirat munkatársainak érdeme, hogy gyorsan cselekedtek az újonnan előkerült információk hatására. A kérdéses tanulmány visz-

szavonásával a folyóirat tudományos integritását védték. Ezek után várható lenne, hogy az EPA is felülvizsgálja a glifozátalapú termékek régóta fennálló biztonsági besorolását, és esetleg ki is vonja őket a forgalomból – viszont itt több milliárd dollár forog kockán. Az EPA támogatása az utóbbi időben jelentősen csökkent, és óriási leépítések váltak szükségessé, ráadásul az ügynökség nagyrészt az általa szabályozott ipari termelőkötől függ, mivel a rovarirtó programját nagyrészt ezeknek a befizetéseiből fedezi. Ezek tükrében nem sok értelme van abban reménykedni, hogy bármit is újraértékelnek.



Fullánkatalan méhek (*Tetragonisca angustula*) (Fotó: Bernard Dupont, Franciaország, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=40740333>)

AZ AMAZONASI MÉHEK JOGAI

Míg az észak-amerikai kontinensen élő emberek joga az egészséghez és a biztonságos élelmiszerekhez folyamatosan háttérbe szorul, illetve alárendelődik a nagyvállalatok kapzsiságának és a korrupciónak, Dél-Amerikában kezdik elismerni a méhek jogait.

A történelemben először egy rovar, az Amazónia perui vidékén élő fullánk nélküli méh jogi személyiséget kapott. Ez nem is olyan elrugaszkodott lépés, ha figyelembe vesszük, hogy csak papíron létező nagyvállalatok szintén lehetnek jogi személyiségek, holott a létezésük egyedül azon múlik, hogy mi, emberek létezőnek fogadjuk el és emberi, anyagi erőforrásokkal látjuk el őket. Miért ne lehetne jogi személy egy ténylegesen létező, élő, lélegző létforma?

Peru több mint százhetven fullánktalan méhfajnak ad otthont. A fullánktalan méhek is rendelkeznek ugyan fullánkkal, amely azonban kicsi és fejletlen, ezért elsődleges védekezésként ezek a méhek a fogazott rágó szájszervüket használják. Ennek a cikknek a megírásakor (2026. január elején) Peru két tartománya, a perui Amazonas középső részét magában foglaló Satipo tartomány és egy Peru északnyugati részén található város, Nauta is rendeletbe foglalta a fullánktalan méhek jogainak a védelmét.

Az őshonos méhek többségéhez hasonlóan a perui fullánktalan méhek állománya is csökkenőben van az élőhely és a méhlegelők csökkenése (magyarán az erdőirtás), az egyre kiszámíthatatlanabb időjárás és a vegyszereknek való kitettség miatt. A fullánktalan méh számos növény, többek között a kakaó, a kávé és az avokádó beporzását végzi, emellett létfontosságú szerepet játszik az esőerdők biodiverzitásának a fenntartásában, mivel az itteni flóra nagy részének egyedüli beporzója. Az európai mézelő méhekhez hasonlóan a fullánktalan méh méze is jelentős gyógyászati tulajdonságokkal rendelkezik; többek között ez az oka, hogy az őshonos lakosság különös kulturális és spirituális jelentőséget tulajdonít neki. Az Avaaz.org weboldalon elérhető petíció azért küzd, hogy a perui állam emelje törvényerőre a méhek jogait védő rendelkezéseket, és hatályukat terjessze ki az egész ország területére.

Ross Conrad,
Bee Culture, 2026(3): 59;
 fordította: Kernács Rebeka



ÉLETTANI ISMEREK

A méhek nátriumszükséglete befolyásolja a vízforrás kiválasztását

Talán az egyetlen tanács, amit mindig következetesen megfogadtam a kezdő méhészek kézikönyvéből, az volt, hogy mindig gondoskodjam vízforrásról a méhek számára. Kertvárosi környezetben élek, ahol több szomszédom kertjében van medence, madáritató és jakuzzi, így mindenképpen el akartam kerülni, hogy a méheim zaklassák őket a víztől.

A vízvételi helyet már az első méhcsaládom megérkezése előtt felállítottam, és reméltem, hogy tényleg főképp innen fognak vizet hordani. Bár valóban használják is ezt a vízforrást, az évek alatt megfigyeltem, hogy egyáltalán nem ez az összes méh kedvenc vízlelőhelye. Sokszor megfigyelek vizet gyűjtő méheket a cserepes növények alátétjében, egy eléggé elhasznált, koszos madáritatóban, de még az autónk kerékdobjában is. Miért vennék a méhek a fáradságot egy sokkal távolabbi vízforráshoz való ellátogatásra, amikor szó szerint 1,5 méterre a kaptártól mindig találnak tiszta vizet, különösen, hogy a rendszeresen látogatott vízforrásokban többnyire kifejezetten koszos, vegyszerszennyezett víz gyűlik össze?

Ez a kérdés vált a fő kutatási témámmá, amikor a felsőfokú méhészvizsgámra készültem a Montanai Egyetemen. Úgy találtam, hogy a méhészek és a tudósok figyelmét is felkeltette a méhek látszólagos vonzódása a koszos vízhez. A kérdésre adott egyik legelfogadottabb válasz egy 1940-ben íródott, a méhek ivóvízválasztásáról szóló tanulmányban olvasható a brit entomológus, Colin G. Butler tollából. Butler szerint a méheket elsősorban a víz szaga vonzza.



Ezt a magyarázatot nem cáfolta meg senki – egészen mostanáig. A legújabb kutatók azonban egy másik irányba mutatnak: a vízgyűjtő méhek olyan tápanyagokat tartalmazó vízforrások után kutatnak, amelyeket az éppen elérhető növényi táplálékukból nem kapnak meg. Ezek egyike, a nátrium gyakran hiányzik a nektárból és a pollenből. A méhek vízhordásával, tápanyagszükségletével és ásványisó-preferenciájával foglalkozó tanulmányok áttekintése után arra a véleményre jutottam, hogy a nátrium a kulcsa a méhek alternatív vízforrásokhoz való vonzódásának.

NÁTRIUM: FONTOS, DE RITKA TÁPANYAG

Igaz, hogy még mindig nem tudunk eleget a méhek tápanyagszükségletéről, annyi azonban biztosnak tűnik, hogy a nátrium a fontos tápanyagaik közé tartozik. A rovarok az izom- és idegszövetekben, illetve a sejtek és a testnedvek pH-szintjének a szabályozására használják a nátriumot, egyes kutatások pedig kimutatták, hogy a nátrium szintje a fiasítást is befolyásolja. Robert Brodschneider és Karl Crailsheim 2010-ben publikált tanulmánya a méhek tápanyagairól Elton W. Herbert és H. Shimanuki 1978-ban megjelentetett munkájára hivatkozik, akik azt találták, hogy 1% pollenhamu (a szerves anyagok eltávolítása után megmaradó szervesetlen maradványok, például ásványi anyagok) hozzáadása a méhek táplálékához növelte a fiasítás volumenét. Az általuk javasolt ideális étrend 50 milliomodrészes nátriumot tartalmaz.

De bármilyen fontos is a nátrium a méhek számára, a természetes táplálékukban csak ritkán fordul elő. Michal Filipiak és munkatársai egy 2017-ben publikált tanulmányban igazolták a pollen alacsony nátriumtartalmát. A szakirodalomból és különböző pollenfajták kémiai elemzéséből származó adatokat együttesen elemezve Filipiak megállapította, hogy a pollen nátriumtartalma nem elégséges a méhek fejlődéséhez, a nektár nátriumtartalma pedig szintén alacsony. A kutatók meg-

Só % és a kísérlet ismételései során észlelt méhlátogatások száma					
Kísérlet II. Só	MgCl ₂ 0,12%	NaCl 1,2%	MgCl ₂ 0,24%	MgCl ₂ 0,5%	MgCl ₂ 1%
Méhek száma	209	164	135	54	28
Kísérlet III. Só	NaCl 0,6%	FeCl ₂ 0,54%	Na ₂ CO ₃ 0,53%	MgSO ₄ 0,6%	Na ₂ HPO ₄ 0,7%
Méhek száma	497	121	24	13	7
Kísérlet IV. Só	NaCl 0,15%	NaCl 0,07%	NaCl 0,3%	NaCl 0,04%	NaCl 0,6%
Méhek száma	966	926	759	567	387

1. táblázat: Butlernek a mézelő méhek sópreferenciáját vizsgáló 1940-es kísérletei, a desztillált vízre vonatkozó adatok nélkül

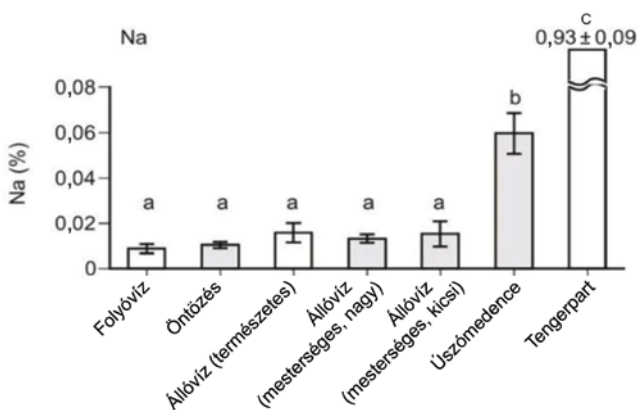
állapítása szerint a méhek kénytelenek más forrásokból pótolni ezt az ásványi anyagot.

A növényi tápanyagok nátriumtartalmát feltáró kutatások még nem léteztek Butler kísérletei idején, azonban a méhek vízforrásválasztásáról tett megállapításai a mai napig elfogadott magyarázatot adnak arra, hogy méhek miért a koszos vizet szeretik. Butler eredményeinek az összevetése a friss kutatási eredményekkel új megvilágításba helyezi ezt a kérdéskört, és alátámasztja az elméletet, miszerint a vízforrás kiválasztásában a méheknek fontos szempont a nátriumpótlás.

BUTLER 1940-ES KÍSÉRLETE MÁS SZEMSZÖGBŐL

Ahhoz, hogy Butler eredményei összevethetők legyenek a modern kutatásokkal, fontos áttekinteni a kísérletei módszertanát. Egy vizsgálóasztal segítségével kétféle kísérletet végzett el, mindkettőben arra keresve a választ, hogy a méheket a víz sóartalma vonzza-e. Az első kísérletben azt vizsgálta, hogy mely ásványi sók és milyen koncentrációban vonzzák a legjobban a méheket.

Az asztalon 6×6 -os négyzetrácsot alkotva különböző ásványi sókat tartalmazó oldatokat, illetve desztillált vizet helyezett el, és négy órán keresztül állni hagyta. Ez alatt az idő alatt számolta, hogy melyik helyet hány alkalommal látogatják méhek. A kísérletet különböző ásványi sókkal, többek között nátrium-kloriddal (NaCl), több alkalommal is megismételte. Egy alkalomtól eltekintve, amikor az egyféle ásványi só tartalmazó oldatokat esővíz helyettesítette, a méhek gyakrabban látogatták a desztillált vizet, mint a sóoldatokat.



1. ábra: Lau és Nieh eredményei a méhek által a környezetükből gyűjtött víz Na-tartalmáról, San Diego és Los Angeles megyékben. Minden oszlop felett szerepel az átlagos értékek hibahatára. Az a, b és c betűk az összes kategóriában a nátriumkoncentrációban mérhető jelentős különbségeket jelölik.

Butler ezekből az adatokból azt a következtetést vonta le, hogy a méheket elsősorban nem a víz sótartalma érdekli, hiszen a legtöbbször a desztillált vizet keresték fel. Ez az eredmény azonban figyelmen kívül hagyta azt a lehetőséget, hogy nem minden méhet vonz az ásványi anyagokat tartalmazó víz. A későbbi kutatások kimutatták, hogy a méhek a vizet a fiasítás táplálásához és a kaptár hűtéséhez használják. Elképzelhető, hogy egyes méhek a saját aktuális igényeiknek megfelelően választanak vízforrást, különösen, ha a méheknek csak egy része preferálja az ásványi anyagokkal dúsított vizet. Ha Butler adataiból kivesszük a desztillált vízre vonatkozókat, a következő legnépszerűbb lehetőség a nátrium-kloriddal dúsított víz volt. Az 1. táblázat három kísérlet eredményeit mutatja Butler első kísérletsorozatából; a desztillált vizet mindháromban kivettem az eredmények közül.

Butler a második kísérletsorozatában azt vizsgálta, hogy a méheket egy bizonyos vízben oldott ásványi anyag vonzza inkább, vagy az adott vízminta szagingereit határozzák meg a választásukat. A minták között esővíz, tehénvizelet és tehéntrágya is volt, néhány nátriumtartalmú és egy ammónium-klorid-tartalmú vízminta mellett. Ezekben a kísérletekben a méhek nem a desztillált vizet részesítették előnyben, hanem az esővizet, valamint a tehénvizeletet és tehéntrágyát tartalmazó vizes oldatok bizonyultak a legnépszerűbbeknek.

Butler a második kísérletsorozat eredményeiből arra következtetett, hogy a méheket egyrészt a vízforrás szaga, másrészt más méhek jelenléte vonzotta a leginkább. Hozzátette továbbá, hogy a méhek megjegyezték, és mint ismert vízforrást, ismételten látogatták ezeket a terepre kihelyezett folyadéktrárolókat. Az esővizet és a tehéntrágyából, illetve tehénvizeletből készült oldatokat Butler sajnos nem vetette alá alaposabb kémiai elemzésnek, ezeknek az információknak a hiánya pedig hatással lehetett az eredmények kiértékelésére.

Az állati ürülék számos ásványi anyagot, többek között nátriumot is tartalmaz, ami hozzájárulhatott az ilyen anyagokat tartalmazó vízforrások kiválasztásához. Későbbi tanulmányok is megállapították, hogy a méhek képesek ásványi sókat felvenni az ürülekből és az enyhén sós vízből. Mivel a Butler második kísérletében használt oldatok pontos kémiai összetételét nem ismerjük, nehezen dönthető el, hogy a következtetései helytállóak-e. A méhek választását nemcsak a szagválaszok, hanem az ásványi sók jelenléte is befolyásolhatta.

A VÍZBEN OLDOTT NÁTRIUM GYŰJTÉSÉT VIZSGÁLÓ FRISS TANULMÁNYOK

Mostanáig rendkívül kevés kutatás foglalkozott azzal, hogy mi vonzza a méheket a koszos vízhez. A legújabb vizsgálatok azonban megdönteni látszanak Butler szagelméletét, mivel kimutatták, hogy a méhek a vízben oldott ásványi sókkal pótolják az ásványianyag-szükségüket. A nátriumról bebizonyosodott, hogy a méhek gyűjtik a környezetükben, az esővíz és más természetes vízforrások pedig tartalmazzák ezt

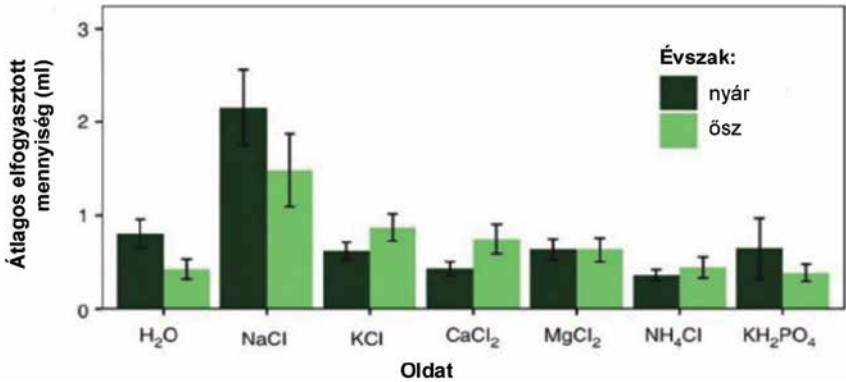
az anyagot. Pierre W. Lau és James C. Nieh 2016-ban publikált tanulmánya a méhek egyedi ásványisó-preferenciájáról szintén az ilyen típusú vízgyűjtés elméletét támasztja alá.

Lau és Nieh a szipókakinyújtási reflexen (*proboscis extension reflex*, PER) alapuló kísérletekkel és a méhek által gyűjtött víz kémiai analízisével megállapította, hogy a méhek a nátriumot különböző koncentrációkban tartalmazó vízhez vonzódnak. A szipóka kinyújtásának reflexét kiváltó nátriumkoncentráció átlagosan 1,5% volt, néhány méh azonban még a 10%-os oldatot is tolerálta. Azokon a területeken, ahol a méhek bizonyítottan gyűjtöttek vizet, a vízforrások kémiai analízise szintén többféle nátriumkoncentrációt tárt fel, ezek azonban jellemzően jóval alacsonyabbak voltak a PER-kísérletekben használt oldatok koncentrációjánál. A vizsgált helyszíneket a kutatók hét kategóriába sorolták: természetes (folyó- és állóvizek, illetve tengerparti sós vizek) és ember alkotta források, például öntözőrendszerek (idetartoztak a csöpögő csapok, szórófejes öntözőberendezések, medencék és az ezekből származó víz). Az alacsony nátriumkoncentrációjú vízforrások mellett kivételt jelentettek az úszómedencék és a tengervíz. Az 1. ábra Lau és Nieh terepvizsgálatának a nátriumkoncentrációkra vonatkozó eredményét mutatja (lásd a 210. oldalon).

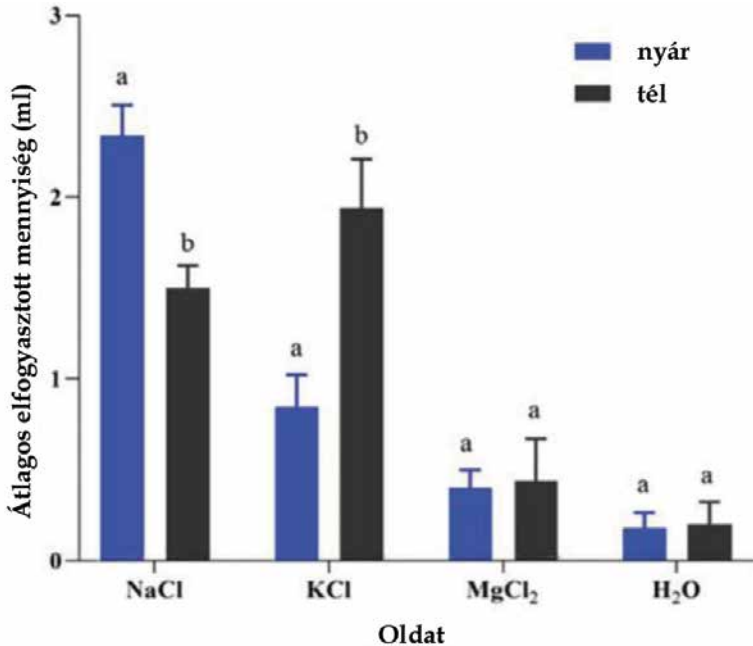
Lau és Nieh kísérlete bizonyította, hogy a méheket a víz nátriumtartalma vonzza, és aktívan keresik az ilyen vízforrásokat a környezetükben. Rachael Bonoan és munkatársai 2017-ben és 2018-ban publikált tanulmányukban szintén a nátrium gyűjtését vizsgálták. A témában végzett legfrissebb kutatást Khalid Ali Khan és munkatársai publikálták 2021-ben. Butler kísérletéhez hasonlóan Bonoan csapata is egy vizsgálóasztal segítségével tanulmányozta a méhek vízválasztását, amire különféle ásványi sók 1%-os oldatait tartalmazó edényeket helyeztek ki.

A 2017-es vizsgálatot Massachusetts állam mérsékelt égövi részén folytatták. Az összegyűjtött adatok arra engedtek következtetni, hogy a méhek különböző mikrotápanyagokhoz való vonzódását az adott évszakban elérhető növényi táplálék ásványianyag-tartalma befolyásolja (2a ábra). A nátrium-kloridot tartalmazó vizet a méhek nyáron és ősszel is előszeretettel látogatták.

Bonoan és munkatársai egy új vizsgálatnál szerették volna alátámasztani, hogy az elérhető táplálékok ásványianyag-tartalma összefügg a méhek ásványianyag-preferenciájával, ezért a 2017-es tanulmány adatait összevetették a nyáron és ősszel elérhető növényi táplálékok kémiai analíziséből származó adatokkal, amelyekből kimutatható volt egyes tápanyagok alacsony szintje vagy éppen hiánya. Az elérhető tápanyagok nátriumtartalma mindkét évszakban rendkívül alacsony volt, ami megerősítette a méhek nátriumtartalmú víz iránti preferenciájára vonatkozó feltételezéseket. Az eredményeket összevetették Butler 1940-ben végzett kísérletével, hangsúlyozva, hogy az tavasszal zajlott, így a virágokból és egyéb természetes forrásokból gyűjtött ásványi anyagok szintén befolyásolhatták a méhek választását. Butler nem vette figyelembe, hogy az egyes ásványi anyagok bősége vagy éppen hiánya a természetben befolyásolhatta a méhek választását.



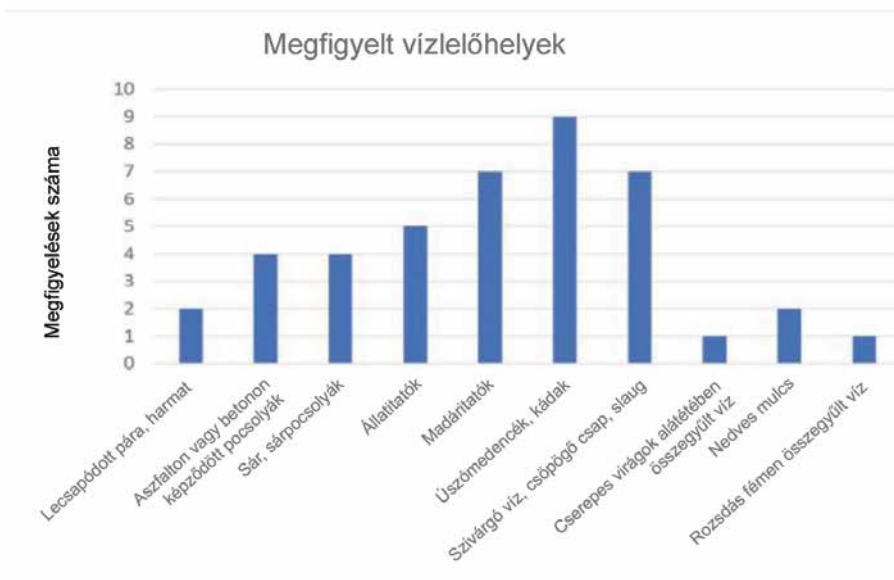
2a ábra: A Bonoan által mért átlagos fogyasztási mennyiség 1%-os koncentrációjú sóoldatokból, évszakok szerint elkülönítve Massachusetts államban. A hibásávok az egyes kísérletek során, az adott évszakon belül mért fogyasztási mennyiség változékonyságát mutatják. Az évszaknak nem volt jelentős hatása az elfogyasztott mennyiségre; az ásványi oldat típusának azonban igen.



2b ábra: A Khan által mért átlagos fogyasztási mennyiség 1,5%-os koncentrációjú sóoldatokból, nyári és téli időszakban, Szaúd-Arábiában. Az a, b betűk a jelentős különbségeket jelölik.

Khan és munkatársai Szaúd-Arábia sivatagi klímájában vizsgálták a méhek vízgyűjtését a mikrotápanyagok vonatkozásában nyári és téli időszakokban. Az eredmények különbséget mutattak a nyáron és télen mutatkozó mikrotápanyag-preferenciában. Bonoan kutatásához hasonlóan itt is a nátrium volt a leginkább keresett tápanyag. A kísérletben kimutatták, hogy a méhek nyáron a vízben oldott nátrium-kloridot fogyasztották leginkább, ahogy a 2b ábrán is látható. Khan terepvizsgálatából ezenkívül az is kiderült, hogy az 1,5%-os oldatot fogyasztó méhek sokkal szorgalmasabban gyűjtöttek, és több fiasítást is neveltek.

Herbert és Shimanuki 1978-ban publikált tanulmányából is kiderül, hogy a nátrium mennyiségének a növelése a méhek étrendjében pozitív hatással volt a fiasításnevelésre. Ugyanez a tanulmány azonban arra is felhívta a figyelmet, hogy a túlzott nátriumfogyasztás viszont éppen, hogy negatívan befolyásolja a fiasítást; az eredmények szerint az 1%-nyi, 0,22%-os nátriumtartalmú pollenhamut tartalmazó mesterséges táplálékot fogyasztó fiatal méhek sokkal több fiasítást neveltek, mint a 3,3%-os só-tartalmú mesterséges tápanyagot fogyasztó társaik. Az 1978-as tanulmány óta nem adtak ki új ajánlást a méhek javallott nátriumbevitelére. Mindkét tanulmány kis mennyiségű nátrium bevitelét javasolja, az optimális mennyiség és a mérgezési küszöb pontos megállapításához azonban további kutatásokra lenne szükség.



3. ábra: Nem természetes és nem a méhészt által biztosított vízlelőhelyek, amiket a válaszadók megfigyelései szerint a méhek látogattak

HONNAN JUTNAK NÁTRIUMHOZ A MÉHEK?

A szakirodalom áttekintéséből bebizonyosodott, hogy tudjuk, miért részesítik előnyben a méhek a koszos vizet, azonban kíváncsi voltam arra is, hogy más méhészek is észlelték-e ezt a jelenséget. Létrehoztam egy Google-kérdőívet, amelyben arra kerestem a választ, hogy milyen itatókat használnak a méhészek, és milyen más forrásokból figyeltek meg vízgyűjtést. A válaszadókat a Montanai Egyetem méhészmester-tanfolyamának 2025. júniusi évfolyamából, a connecticuti méhészeti egyesületből és két, méhészzel foglalkozó Facebook-csoportból gyűjtöttem össze.

A kérdőívet harminckilencen töltötték ki (egy választ pedig kettéosztottam, mivel két, különböző állam területén lévő méhesre vonatkoztak az adatai). Három (német, holland és kanadai) válaszadón kívül mindenki az Egyesült Államok területén méhészkedik. A negyven válaszból huszonkilenc esetben figyeltek meg a kihelyezett itatón és a természetes vízforrásokon (folyók, patakok, tavak, esővíz) kívül más forrásból történő vízgyűjtést. A 3. ábra ezeket az alternatív forrásokat sorolja fel.

Bár nem mérhettem meg minden forrás nátriumtartalmát, az 1. és a 3. ábra összevetéséből kiviláglik, hogy az általam felsorolt források nagymértékben hasonlítanak Lau és Nieh eredményeire. A 3. ábrán felsorolt vízforrások többségéről feltételezhető, hogy nátriumot tartalmaz. Az utakon és betonon képződő pocsoltyák tartalmazhatnak útsózásra használt sót, ami legfőképpen nátrium-kloridból áll, és a kiszórása után akár több hónapig kimutatható a talajvízben és a felszíni vizekben. A nátrium-hipokloridot gyakran használják úszómedencék fertőtlenítésére, és egy idő után nátrium-kloridra és vízre bomlik le. A madáritatók pedig állati ürüléket tartalmaznak, aminek köztudottan magas az ásványianyag-tartalma.

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelenleg nincs hivatalos állásfoglalás vagy javaslat a méhek táplálékának a nátriummal való kiegészítésére vonatkozóan. A Méhegészségügyi Koalíció 2024-ben kiadott javaslatában szerepel, hogy „minden ásványi só egyformán fontos a méhek számára, a pollen pedig jellemzően több káliumot tartalmaz, mint nátriumot”. A kiadvány ezenkívül tájékoztat, hogy a méhek a szükséges ásványi sókat a pollenből nyerik, és kutatások bizonyítják, hogy „pollenhiány idején a méhek enyhén sós vizet gyűjtenek, ezzel pótolják a kieső ásványi sókat”. Azt azonban nem említi, hogy a méhek városi környezetben egyéb vízlelőhelyek, például medencék, kádak vagy mesterséges öntözőrendszerek iránt is érdeklődni kezdenek.

A városi méhészek számára hasznos lenne egy útmutató a méhek nátriumszükségletének a meghatározásához és megfelelő biztosítására. A természetes vizek közelében elhelyezkedő méhészetekben ez valószínűleg soha nem lesz probléma, a városi környezetben tartott méhek azonban nem feltétlenül férnek hozzá természetes vízforrásokhoz, és valószínűleg ezért látogatják a környékbeli madáritatókat, úszómedencéket – ami megakadályozható lenne egy kevés nátriummal kezelt vizet tartal-

mazó itató kihelyezésével a kaptár közelében még a vízhordás időszaka előtt. A nátrumpótlásnak ezzel a módjával talán megakadályozható lenne, hogy a méhek potenciálisan rovarirtókkal szennyezett forrásokból, például farmok szennyvizéből vagy gyakran kezelt városi gyepekről gyűjtsenek vizet.

Remélem, hogy a jövőben friss kutatások is vizsgálják majd a méhek nátrium-szükségletét és egy állandó nátriumforrás hasznát. Az első lépés némi sóval dúsított víz kihelyezése lehetne a méhészetben a szükségleteik kielégítésére. Magam is tervezem kipróbálni ezt a módszert abban a reményben, hogy egészségesebb méheket nevelhetek, amelyek így legalábbis kevésbé háborgatják a szomszéd medencéjét.

Michele Raffaele,
American Bee Journal, 2026(2): 193–196;
fordította: Kernács Rebeka

Hőszabályozás nagy melegben: az együttműködés és az alkalmazkodás élő példája

A természetben a mézelő méhek képesek a legprecízebben szabályozni a környezetük hőmérsékletét. Bármekkora is a külső hőingadozás, egy egészséges méhcsalád fészkeben a hőmérséklet mindig figyelemre méltóan egyenletes marad. Ha megvizsgáljuk, hogyan érik el a méhek ezt a tökéletes egyensúlyt, egy elegáns, viselkedésen alapuló hőszabályozási rendszert ismerhetünk meg. Minél többet tudunk meg a különböző évszakokban megfigyelhető hőszabályozásról, annál inkább egyértelmű lesz, hogy minden esetben a szinte már lenyűgöző együttműködés áll a jelenség hátterében.

Ebben a cikkben azt vizsgálom, hogy a méhcsaládok miként szabályozzák a fiasításra és akár a kifejlett méhekre is veszélyesen magas hőmérsékletet. A fiasítás rendkívül precíz hőszabályozásával számos tanulmány foglalkozik részletesen. Tudjuk, hogy a méhek 50 Celsius-fokig képesek tolerálni a kaptár belső hőmérsékletét, a fiasítás környékén azonban a hőmérsékletnek állandóan 32–36 Celsius-fok között kell maradnia, az optimális hőmérséklet pedig 34,5 Celsius-fok. A legkisebb eltérés is komoly problémákhoz vezethet, mivel az optimálistól eltérő hőmérséklet a fiasítás pusztulását, a fejlődés megtorpanását, illetve a szárnyak, fullánk és egyéb testrészek eldeformálódását válthatja ki.

TERMÉSZETES PASSZÍV HŐSZABÁLYOZÁS

A méhek kifejezetten jól tűrik a hőstresszt, amit nagyrészt a passzív hőszabályozó képességüknek köszönhetnek. Ez főleg meghatározott viselkedésekből, illetve egy olyan fészek kiválasztásából áll, amelyben nem reked meg annyira a meleg levegő, hogy aktívan szellőztetni kelljen. Ez a passzív védekezés nemcsak az egyenletes hőmérséklet fenntartásához járul hozzá, de energiát is megtakarít. A hőszabályozási stratégia kulcseleme a megfelelő fészek kiválasztása. A méhcsaládok a vastag falú, szigetelt üregeket, például faodúkat vagy védett falzugokat kedvelik, ahol a közvetlen környezet tompítja a hőingadozást.

Ezekben az üregekben a méhek a lépeket és bennük az élelemraktárakat egy rendkívül következetes és a hőszabályozás szempontjából stratégiai jelentőséggel bíró mintázatot követve rendezik el, ami szintén a fészek jobb szellőzését szolgálja. Középen található a kompakt fiasításfészkek, ezt méz és nektár veszi körül, a fiasítás

és az élelem között pedig gyakran egy vékony sávban pollent helyeznek el. A méz magas hőkapacitása miatt ez a természetes „gyűrű” tökéletes hőszigetelést alkot a fiasítás körül, mivel napközben elnyeli a hőt, éjjel pedig a külső hőmérséklet csökkenésével egyidejűleg lassan kiengedi.

A passzív hőszabályozás hatékonysága azonban nagymértékben függ a méh lakás falának a stabilitásától. A fatörzs természetes repedései vagy akár egy rosszul szigetelt Langstroth-kaptár csökkentheti vagy akár teljesen meg is szüntetheti a passzív hőszabályozást. Ha a probléma tartósan fennáll, a folyamatos hőstressznek kitett, és ezért fiasításnevelésre alkalmatlanná váló üregek lakói két költséges megoldás közül választhatnak – vagy jelentősen növelik az aktív hőszabályozást, vagy elhagyják a fészket.

A szökés a méhcsalád által választható legradikálisabb megoldások egyike. Rengeteg energiát vesz igénybe, ezenkívül kockázatos is, mivel a nép minden lépet, élelmiszerraktárt és fiasítást hátrahagy, és az egész munkát előlről kezdi valahol máshol. A hőstressz miatti szökésről egyelőre nem tudunk sokat, mert az esetek legnagyobb többségében észrevétlen marad. A mérsékelt égövünkön sokkal nagyobb valószínűséggel figyelhetünk meg aktív hűtést szellőztetéssel, vízgűjtéssel, vagy a kaptárfalak betakarásával, amiről a következőkben bővebben lesz szó. Ezek a tevékenységek is sok energiát igényelnek, de szükségesek. A szökés és az aktív hűtés magas energiaszükséglete miatt a család számára létfontosságú, hogy a dolgozók aktív hőszabályozásával valóban hatékonyan lehessen csökkenteni a kaptár veszélyes belső hőingadozását.

HŐSZIGETELÉS A KAPTÁR FALÁN

Az itt vizsgált jelenség jól megmutatja, hogy a méhcsaládnak a kaptár hűtésére tett kollektív erőfeszítései az egyes méhek jól összehangolt tevékenységein alapulnak. Azok az időszakok, amikor a legnagyobb szükség van az aktív hűtésre, jellemzően a méhcsalád legaktívabb életszakaszai: folyamatos a hordás és a fiasításnevelés, és az ezeken a feladatokon dolgozó méhek egy részének abba kell hagynia a munkát, és csatlakoznia kell a kollektív hűtéshez. Ez hátráltatja a méztermelést, a pollen-gűjtést és a fiasításnevelést.

A méhek magas hőmérsékletre adott válaszai között évtizedekig csak a szellőztetést, a vízpárologtatást és a kijáró körüli tőgyelést tartották számon. 1999-ben azonban Starks és munkatársai leírták az általuk *hőpajzs*nak nevezett viselkedést – ez a magas hőmérséklet által kiváltott hőszabályozás egy formája, amelynek során a munkáméhek nagy mennyiségben különböző felszínekhez tapadnak, betakarják, és a testük elnyeli a felület hőjét.

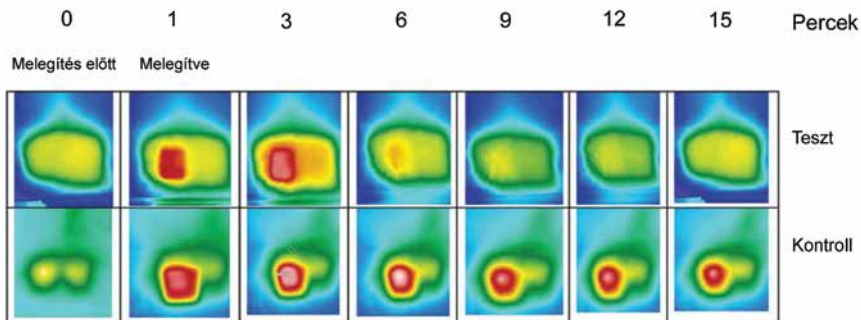
A tanulmányban Starksék egy irányított hőforrással felmelegítettek egy megfigyelő-kaptárban elhelyezett, fiasítást tartalmazó lépet, és infravörös képalkotó módszerekkel figyelték a méhek reakcióját. Ahelyett, hogy elkerülték volna a fűtött területet, a munkás-

méhek egy csoportja elhelyezkedett a lépen, nekinyomta a potrohát, és ebben a helyzetben maradt, míg a hőmérséklet csökkenni nem kezdett. A felület lehűlése után a munkások szétszéledtek – a viselkedésüket tehát kifejezetten a hőmérséklet változása motiválta. Stark szerint a méhek egyfajta élő hőszigetelő réteggént viselkedtek: a testük átvette a felszín hőjét, így megakadályozták a fiasítás túlhevülését.

Egy átlagos munkásméh potrohának a tömegéből kiindulva kiszámítható, hogy egy méh nagyjából 1 kalória hőt képes felvenni (1 kalória az 1 gramm víz 1 Celsius-fokkal való felmelegítéséhez szükséges energia mennyisége).

A FIATALOK FELADATA

Ezekre az eredményekre alapozva Starks és Blackie (2004) a következő lépésként azt vizsgálták meg, hogy mennyire függ a hőszigetelésben való részvétel a méhek életkorától. Egy megfigyelőkaputárban azonos jelöléssel látták el az azonos életkorú méheket, majd a fiasítás egy részét célzott hőhatásnak tették ki, és megfigyelték, hogy melyik korosztály vett részt a legnagyobb számban a hőszigetelésben. Starks 1999-es tanulmányában többek között azt a megfigyelését is közölte, hogy a herék nem vesznek részt a hőszigetelésben, a 2004-es tanulmány adatai alapján pedig már arra következtettek, hogy a herék kifejezetten kerülik ezt a feladatot. Egy here teste elméletileg több hő felvételére képes, a potroh szándékos melegítése azonban termékenységi problémákhoz vezethet: „Bár a viselkedés eredeti leírásában a herék nem vettek részt a hőszigetelésben (Starks és Gilley, 1999), az adataink alapján kifejezetten kerülik is ezt a feladatot.



A hőszigetelés hatását demonstrálандó, egy átlátszó fészek egy részét melegíteni kezdték. A felső képsor a kísérleti méhcsalád infravörös képe a szigetelést végző méhekkel. Az alsó sor egy kontrollcsaládot mutat, amelyből a szigetelést végző méheket eltávolították. Figyeljük meg, hogy a kontrollcsoportban nem csökken jelentősen a kitett felület hőmérséklete a tizenöt perces időtartam alatt! A kísérleti méhcsaládban a munkások csökkentették a hőt, és a fiasítás körülbelül tizenöt perc alatt normális hőmérsékletűre hűlt vissza. (Infravörös képek: Rachel E. Bonoa)

Ezekből az adatokból az következik, hogy a magas hőmérséklet különösen káros a herék számára, amely feltételezés főként abban az esetben helytálló, ha magasabb testhőmérsékleten a spermatermelés elmarad az optimálistól. A herék előtt nyitva áll a sikeres párzás lehetősége, ez a feladat tehát túlságosan költséges lenne a fajfenntartás szempontjából. A munkásméhek ezzel szemben terméketlenek, ezért rájuk ilyen korlátozások nem vonatkoznak.”

Ami a munkásméheket illeti, a tizenkét–tizennégy napos méhek vettek részt a legnagyobb számban a hőszigetelésben. A kísérlet megerősítette az előzetes feltételezést, miszerint a viselkedést erősen befolyásolja a kaptár belső hőmérséklete, főleg a fedett fiasítás környékén mérhető hőmérséklet. Az életkort illető további megfigyelésekhez a kutatók minden idősebb méhet eltávolítottak a kaptárból. Ekkor a lépek lehűléséhez szükséges idő jelentősen hosszabb lett. Ez arra utal, hogy a munka dandárját, a konkrét hőszigetelő réteg létrehozását a fiatalabb méhek végzik ugyan, de az idősebbek más viselkedésekkel, például legyezéssel, vízgyűjtéssel és belső szellőztetéssel segítik a munkát. Az életkorral összefüggő együttműködés, amelynek során különböző élet-



A hőszigetelést a legkiteljesedettebb formájában a szabadban fészkelő méhcsaládoknál figyelhetjük meg. A méhek három rétege alatt található fiasítást testek ezrei védik a trópusi hőtől, amelyek elnyelik és a fűt felszínére vezetik a fölösleges hőenergiát.

korú csoportok egymást kiegészítő feladatok elvégzésével biztosítják a család belső környezetének a stabilitását, a biológiai alkalmazkodás mintapéldája. Ugyanakkor ez azzal a hátránnyal jár, hogy a munkások közreműködését igénylő többi kaptárfolyamat lelassul vagy megáll.

Megfontolásra érdemes az elmélet, miszerint a fiatal méhek fejlődéséhez szükség van a hőszigetelés során elszenvedett hőhatásra, mivel az készíti fel a testműködésüket a következő feladatok (például a lépépítés vagy a hordás) során várható nagyobb hőingások elviselésére.

MOZGÓ SZIGETELŐEGYSÉGEK

Siegel és munkatársai (2005) ezen a gondolatmeneten továbbhaladva kimutatták, hogy a szigetelés nem csupán összefügg az életkorral, de a feladatot végző méhek egyfajta mozgó szigetelőegységként szolgálnak, az elhelyezkedésük sűrűségét és pozícióját képesek a kaptár belső hővezető képességének megfelelően változtatni. Koncentrált hő hatására a méhek egy része összegyűlt, és mozdulatlan réteget alkotott a kaptárfalon, valamint a fiasítás felett is, míg mások intenzívebben mozogtak a kaptár külső falán.

A felmelegedő felszínen való csoportosulással a méhek szigetelő légrétegeket hoznak létre, amelyek korlátozzák a hőtöbblet továbbadását a fiasításnak. A kaptárfalon megjelenő méhek érdekes módon több különböző tevékenységben is részt vettek. A lépeken csökkent a mozgás, a falakon azonban erősödött, talán hogy légáramlást keltsenek, és ezzel hőt vonjanak el a kaptár felületétől.



A tőgyelés az egyik legkézenfekvőbb hőelvonó viselkedés, de eddig még keveset tudunk a kaptáron kívüli tőgyelés és a párhuzamosan a kaptáron belül zajló keringés jellegű hőelvezetés kapcsolatáról. Infravörös képalkotó eljárások segítségével azonban erről is sokkal többet megtudhatnánk.

MINT A VÉRKERINGÉSI RENDSZER

Bonoan és munkatársai (2014) a méhek hőszabályozó viselkedéseit összefoglaló munkájukban a keringési rendszerhez hasonlították ezt a viselkedést. A méhek az egyik helyen felveszik és elszállítják a fölösleges hőenergiát oda, ahol biztonságosan le lehet adni, éppúgy, mint a testben a vérkeringés. A melegvérű állatok szervezetében a vér a végtagokba szállítja a test központjában termelődő hőt, ahol az a testfelszínen leadódik. A munkásméheknek is le kell adniuk valahogyan a felvett hőt, Bonoan munkája pedig két fő stratégiát azonosított. Az egyik során a felmelegedett munkások hűvösebb területre, gyakran a méz- vagy pollenraktárakhoz, illetve a kijárat felé sétálnak.

A második stratégia lényege a légáramlás általi hőleadás, tehát a munkások olyan helyre állnak, ahol a többi munkás által keltett légáramlás hőt von el a testükből. Bonoan hőkamerás felvételein gyakran látható, hogy a felhevült testű méhek az aktív legyezés vagy a kijárónyílás felé mozdulnak el. Ezeken a hűvösebb területen a huzat is segíti a minél gyorsabb hőleadást. A szigetelés, a mozgás és az összehangolt legyezés együttes hatása az egész családot átjáró keringési rendszert hoz létre. Az egyik területen a munkásméhek felveszik a hőt, és máshová szállítják, ahol a külvilághoz kapcsolódó légáramlatban leadhatják. Ezt az összefüggő elemekből felépülő rendszert nevezi Bonoan a kaptár „keringésének” – ami tehát a hő elosztásáért és leadásáért felelős élő hálózat.

GLOBÁLIS FELMELEGEDÉS

Az *A. mellifera* néhány alfaja, például az Arab-félszigeten élő *jemenitica* márciustól júliusig rendkívüli hőségeknek van kitéve, ezekben a hónapokban ugyanis a hőmérséklet a 40 Celsius-fokot is meghaladhatja. Ez csak szeptemberben vagy októberben kezd csökkenni, bár még olyankor is meglehetősen meleg van. Az extrém környezet miatt a *jemenitica* hőtűrő képessége is megnőtt, míg a mi méheinkkel természetesen nem ez a helyzet.

A mérsékelt égövön tartott méhfajokat, többek között az európai és amerikai hibrid méhállomány legnagyobb részét is érinti a globálisan egyre fokozódó mértékű klímaváltozás. A mérsékelt égöv időjárása változik, ehhez pedig a kevésbé jó hőtűrő képességű méhfajoknak is alkalmazkodniuk kell. A hőstresszt jelenleg nem tartják számon a méhpusztulás vezető okai között – a közbeszédet legnagyobb mértékben a rovarirtó vegyszerek, a kórokozók és a táplálkozás uralja. A fentiekből azonban jól látszik, hogy a hőstressz szintén nagy károkat tud okozni a méhcsaládban. Ezek közé tartozik a lassuló hordás, a beporzás csökkenése, illetve fiziológiai változások, például gyengülő immunrendszer, a csökkent reprodukciós képesség vagy a megváltozott, szabálytalan fejlődés. A fejlődés során magas hőmérsékletnek kitett *A. mellifera* egyedek ezenkívül az életkoruknak nem megfelelő feladatokba foghatnak, például fiatalabb korban repülhetnek ki, és kezdenek hordani. A meleg az agy fejlődésére és a memóriájukra is hatással van.

MIT TEHET A MÉHÉSZ?

Lehet, hogy a hőstressz jelenleg nincs az érdeklődés homlokterében, a tendenciák alapján azonban a hosszabb és intenzívebb hőhullámok, a magasabb átlaghőmérséklet és a hordás lehetőségének a csökkenése okán, illetve néhány régióban a vízhiány miatt hamarosan kritikus problémává válhat. A méhészeknek ennek fényében elsősorban arról kell gondoskodniuk, hogy mindig legyen a méhesükben megfelelő itató, a kaptárakat pedig lehetőleg árnyékos helyen kell elhelyezni, különösen olyan klímán, ahol általánosabbakká válnak a hosszú hőhullámok. Ha a klímaváltozás az eddigi irányba folytatódik, nem lesz szabad napfényes helyen hagyni a kaptárakat a déli órákban.

A jó szándékú méhész a legmelegebb időszakokban hajlamos ventilátort elhelyezni a kaptár közelében. Bár ez elsőre jó ötletnek tűnik, a hőhullámok idején a forró külső légáramlat nagyban csökkentheti a méhek hőszabályozásának az eredményességét. A légkondicionált szobába sem vezetünk be forró légáramlatot, ha azt akarjuk, hogy hűvösebb legyen...

Ne feledjük: a méhek számára a hőség elleni védekezés első lépése a fészekhely kiválasztása, ennek során pedig elsődleges szempont a passzív hőszabályozás. A méhész által biztosított kaptárnak a lehető legjobban hasonlítani kell egy olyan tulajdonságokkal rendelkező természetes üregre, amit a méhek maguktól is kiválasztának – egy jól szigetelt, megfelelő méretű kijárával ellátott odúra.

Bill Hesbach,
American Bee Journal, 2026(3): 288–291;
 fordította: Kernács Rebeka

A méhek titka: így maradnak tiszták és egészségesek

A méhcsalád az egyik legszűfoltabb természetes lakóközösség. A lépeken több tízezer méh dolgozik egymás közvetlen közelében a fiasítás nevelésén, az élelem raktározásán és a méhanya védelmezésén. A kaptár élettel teli döngése azonban veszélyeket is rejt magában: ennyi összezsúfoltodott rovar között a betegségek is rendkívül gyorsan terjedhetnek.

A méhek ennek ellenére évezredek óta élnek és virulnak. Mi lehet a titkuk? Egy titkos szövetséges, ami talán az olvasó gyógyszerei között is ott lapul: a hidrogén-peroxid.



Egy méhkaptárban több tízezer méh él együtt. Ezen a képen egyetlen kereten dolgozó méhek láthatók, a méhanyát pedig a kép közepe táján a jellegzetes, megnyúlt potrohán kívül élénkzöld pötty teszi könnyebben felismerhetővé.

ÖNTISZTULÓ KAPTÁR

A tudományos világban régóta közismert, hogy a méz nem képes megromlani, és antimikrobiális tulajdonságokkal rendelkezik. Most Lewis Bartlett, a Georgiai Egyetem Rovartani Tanszékének oktatója egy általa vezetett friss kutatással rávilágított, hogy a méz jótékony tulajdonságait nem a pusztá véletlen szülte, hanem célzott biológiai stratégiák.

A méhek aktívan termelik a hidrogén-peroxidot, ami a kaptárban tárolt élelmet mindent átfogó védelmi rendszerré változtatja. Ezt már majdnem egy évszázada tudjuk. Bartlett most arra kérdezett rá, hogy mi ösztönzi erre a méheket, és milyen evolúciós hatások járultak hozzá ennek a viselkedésnek a kifejlődéséhez.

A munkáméhek egy glükóz-oxidáz nevű enzimet választanak ki, és az összegyűjtött nektárba keverik. Miközben a kaptárban tárolt nektár besűrűsödik, és mézzé alakul, az enzim által kiváltott kémiai reakció során hidrogén-peroxid keletkezik. Az eredmény olyan élelem lesz, ami nemcsak táplálja a méhcsaládot, de meg is védi a baktériumoktól, gombáktól, sőt még a nagyobb kártevőktől, például a kaptárbogártól is.

Bartlett, aki a Georgiai Egyetem Mezőgazdasági és Környezettudományi Karán és az egyetem Ökológiai Intézetében is tanít, „kollektív immunrendszernek” nevezte ezt a jelenséget. „Egyedül egyetlen méh sem tudná ezt elérni, de együtt képesek megteremteni a kórokozómentes környezetet.”

A LEGGYENGÉBBEK VÉDELME

A hidrogén-peroxid-termelésnek ára van. A glükóz-oxidáz előállítására energia- és fehérjeigényes feladat – ezekre az erőforrásokra pedig a kaptár más részein is nagy szükség van. A befektetés azonban bőségesen megtérül. Bartlett kutatásai során bebizonyosodott, hogy a méhek stratégiai szervezettséggel döntenek el, mikor és hol alkalmazzák az enzimet.

„Úgy tűnik, tudják, hol van rá a leginkább szükség. A fiasítás élelme sokkal nagyobb arányban tartalmazza. Az álcák még nem rendelkeznek a kifejlett méhekre jellemző, védő funkciót ellátó mikrobiommal, ezért a nővéreiknek kell gondoskodniuk az egészségükről” – magyarázta Bartlett az eredményeket.

A védekezés megszervezésével a méhek a lehető legjobb túlélési esélyt biztosítják a következő generáció számára.

TOLERANCIÁRA KIKÉPEZVE

Még figyelemre méltóbb, hogy a méhek mekkora dózisban képesek elviselni a hidrogén-peroxidot. Bartlett laboratóriumában egy egyszerű kísérlettel tesztelték a méhek tűréshatárát: egyre nagyobb és nagyobb adag hidrogén-peroxidot tartalmazó cukoroldatot etettek velük. Az eredmény döbbenetes volt.

„A méhek hihetetlenül nagy dózisban képesek elfogyasztani a hidrogén-peroxidot. Ekkora adag bármely más rovar számára bőven halálos lenne” – írta Bartlett.

Bartlett most arra a kérdésre keresi a választ, hogy nem azért fejlődött-e ki ilyen mértékű tolerancia a méhekben, mert – egyes feltételezések szerint – a növények nagy része hidrogén-peroxiddal tartósítja a nektárt. Az elmélet szerint a növények által termelt hidrogén-peroxid megvédi az édes nektárt a gombáktól és egyéb mikrobáktól, amelyek máskülönben a nektár gyors megromlását okoznák. Az ilyen nektárral táplálkozó beporzók, például a méhek, alkalmazkodtak a magas koncentrációhoz. Az idők során ez a tolerancia beépült volna a beporzók biológiájába, és más területeken, például kollektív immunrendszer formájában is hasznosulhatott.

TANULSÁG

A méhek betegségekkel szembeni védekezése a mi világunkra nézve is fontos tanulságokkal szolgál. Minden évben sok méhcsalád esik áldozatul különféle fertőzéseknek és élősködőknek, de a természetes védekezési módszerek jobb megismerése jobb tartáskörülmények kialakítását teszi lehetővé.

„Még mindig csak a kirakósdarabkák összeillesztésénél tartunk – fogalmaz Bartlett. – De ha megértjük, hogyan alkalmazzák a méhek a hidrogén-peroxidot természetes körülmények között, az etetési és kezelési stratégiáink megváltoztatásával mi is erősíteni tudjuk a védelmüket.”



A UGA entomológusa, Lewis Bartlett (balra) kutatásából megismerjük, hogyan termelnek a méhek hidrogén-peroxidot a kaptárban, ami egyúttal az élelmiszerraktáiraikat átfogó védelmi rendszerré alakítja (Fotó: Dorothy Kozlowski)

A kutatás tanulságai túlmutatnak a méhészeteken is. A méz antimikrobiális tulajdonságai már régóta foglalkoztatják a táplálkozástudományt és az orvosokat. A hatásmechanizmusok jobb megismerése által a méhbiológia kutatási eredményei kihathatnak az élelmiszerbiztonság, a természetes tartósítószeres és akár még a gyógyszerészet területére is.

TALÁLÉKONYSÁG EGY ZSÚFOLT VILÁGBAN

A hidrogén-peroxid esete a méhek mint társas rovarok csodálatos találékonyságára is rávilágít. A kaptárakban uralkodó zsúfoltság kockázatos, de egyúttal innovációra ösztönöz. A méhek nem ismerik a távolságtartás vagy az izoláció fogalmát – ezért kifejlesztettek egy kémiai folyamatot, amely az egész méhcsalád egészségét megóvjá.

„A méhek nem tudnak biztonságos távolságot tartani egymástól, ezért más módon óvják a közösség egészségét. A hidrogén-peroxid csak egy a túlélést biztosító eszközök között” – mondja Bartlett.

TÖBB MINT MÉZ

A felületes szemlélő számára a mézelő méhek egyszerű gyűjtőgetők, amelyek virágról virágra szállva nektárt keresgélnek. Bartlett kutatása azonban ennél sokkal mélyebb folyamatokra is rávilágít: ez a faj megtanulta hasznosítani a környezetét – és a saját biológiáját – a fenyegetések elleni védekezésben.



Bartlett éppen egy méhekkal teli keretet vizsgál (Fotó: Allyson Mann)

Ezek a leckék különösen fontosak manapság, amikor a beporzókat egyre több és több veszély fenyegeti. A kaptárban zajló kémiai folyamatok jobb megértésével a tudósok hozzájárulnak az ökoszisztéma és a mezőgazdaság kulcsszereplőinek, a méheknek a védelméhez.

Hiszen – ahogy Bartlett is rámutat – a méhcsalád sokkal több a tagjainak az összességénél.

„A mézelő méhek szuperorganizmust alkotnak. Minden méh hozzátesz egy kicsit a fennmaradásához, de együtt valami hihetetlenül erős dolgot hoznak létre: az egész család közös immunrendszerét” – fogalmaz Bartlett.

A Georgiai Egyetem kutatási programjáról az alábbi linken érhetőek el további információk: www.bees.caes.uga.edu.

A mézelő méhek természetes védelmi rendszer részeként hidrogén-peroxidot termelnek. A méhek egy enzimet adnak hozzá a nektárhoz, ami a mézben hidrogén-peroxidot képez, és ezáltal nemcsak táplálja, de meg is védi a családot a baktériumoktól, gombáktól és egyéb kártevőktől.

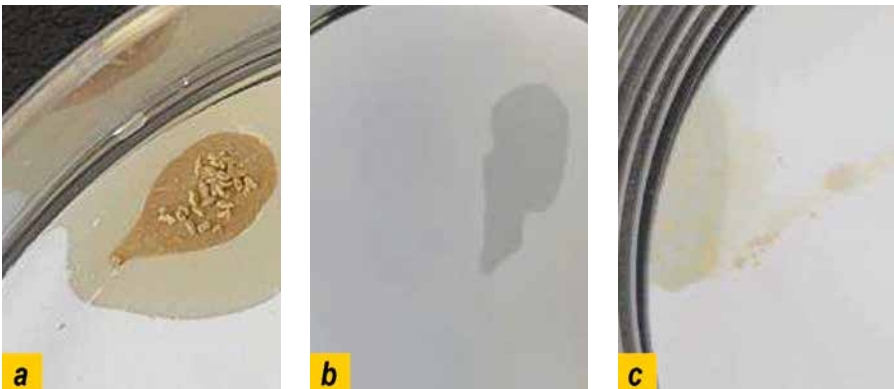
A kaptár kémiai folyamatai védik a sebezhető fiasítást. A munkáméhek szándékosan több hidrogén-peroxidot tartalmazó mézet is készítenek a fiasítás táplálására. Ez megvédi az álcákat, amíg ki nem alakul a saját immunrendszerük.

A kutatás eredményei nemcsak a méhészetet, hanem az élelmiszeripart és az orvostudományt is támogatják. A méz antimikrobiális tulajdonságainak a kutatása segíti a méhegészségügy fejlődését, új természetes tartósítószerke előállítását teszi lehetővé, és megalapozza ellenállóbb méhészeti stratégiák kialakítását.

Maria Lameiras,
Bee Culture, 2026(2): 44;
fordította: Kernács Rebeka

A méhanya ürülékének vizsgálata mint diagnosztikai eszköz

A méhanyák vizsgálatára alkalmas, nem kártékony vizsgálati eljárások és eszközök hiánya folyamatos kihívást jelent a méhészetben. Kifejlesztettünk egy nem invazív, azaz beavatkozást nem igénylő módszert a méhanyák vizsgálatára, mely során összegyűjtjük az ürüléküket, hogy meghatározhassuk a benne lévő mikroflórát, amely a bélmikrobiom megfelelője. A mikroorganizmusok fontos szerepet játszanak az emésztésben, a táplálkozásban és az immunitásban, valamint a stresszfaktoroknak való kitettség is jelezhetik. A roncsolásos mintavétel, amelynek során a méhanyát feláldozzák, korlátozza a teljes bélmikrobiom (és a felboncolt méhanyák!) vizsgálati felhasználásának a lehetőségeit. Ehelyett a méhanya ürülékének az értékelése lehetővé teszi számunkra, hogy meghatározzuk a méhanya ürülékében élő mikrobiomot, és többet megtudjunk arról, hogyan változik az anya egészsége, immunitása, valamint a környezeti stresszforrásokra adott fiziológiai válaszai a felnőtt élete során. E technikák kidolgozása során megfigyeltük, hogy a méhanya ürüléke különböző, ha páratlan vagy már pártott; az előbbi ürüléke barna, míg az utóbbié világos (1. kép). Ezért arra voltunk kíváncsiak, hogy milyen fejlődési és/vagy környezeti kölcsönhatások felelősek a méhanya ürülékében bekövetkező változásokért a korai életszakasza során – konkrétan arra, hogy az életkor és a párzás miképpen okozza a pártatlan és a pártott anyák ürülékében megfigyelt változásokat.



1. kép: Méhanyaürülék-minta egy egynapos, pártatlan anyától (a), egy kéthetes, pártott anyától (b) és egy kéthetes, de pártatlan méhanyától (c)

2024 tavaszán negyven kis, hatkeretes kölyök családot állítottunk fel. Minden kölyök család kaptárjában volt egy fiasításos keret, hogy a dolgozók anyabölcsőket húzassanak rá, és anyákat nevelhessenek. Egy kivételével az összes család esetében mindegyik bölcsőt elpusztítottuk azok lefedése után, és az egyetlen lefedett anyabölcsőt egy zárkába helyeztük, hogy megakadályozzuk, hogy az újonnan kikelt méhanya kirepüljön, és elhagyhassa a kaptárt párzás céljából. Egnapos anyákat ($n = 26$) vittünk a laboratóriumba ürülminta-vételre, majd még aznap visszatettük őket a saját családjukba. A méhanyák felét a zárkájukba helyeztük vissza a családokba, hogy megakadályozzuk a párosodásukat, míg a másik felét kézzel engedték vissza a kaptárba, és hagytuk, hogy kirepüljenek párzani. Két héttel később, amikor napos petéket találtunk a pározott anyák lépeiben, összegyűjtöttük az összes zárkázott, párzatlan ($n = 13$) és pározott ($n = 12$) méhanyát is ürülminta-vétel céljából. Az anyák ürülmintáit ezután a Nemzeti Méhdiagnosztikai Központba, illetve a Genome Quebec Intézetbe küldtük DNS-kivonásra és 16S rRNS amplikon szekvenálásra, hogy jellemezzék az egyes méhanyák ürülékében bekövetkezett változásokat az egnapos és a kéthetes kor között, amikor is párzatlanok maradtak, vagy párosodhattak. Bár még várunk a szekvenálási eredményekre, megfigyeltük, hogy a kéthetes párzatlan méhanyák ürüléke hasonlóknak tűnik a kéthetes, pározott anyákéhoz (1. kép), ami arra utal, hogy a párzás nem feltétlenül az elsődleges oka annak, hogy a méhanyák ürülékének a színében különbségek vannak az újonnan kikelt és a pározott anyák között. Ehelyett a színbeli különbség a méhanya kikelése során fellépő lépanyagfogyasztásnak tudható be. Azonban a bélmikrobiom érésbeli változásának a jellemzése még várat magára a begyűjtött szekvenálási adatok tükrében.

Az állatok bélmikrobiomja szorosan összefügg azok immunfunkciójával, és korábbi tanulmányok kimutatták a méhanya termékenysége és az immunfunkciói közötti allokációs kompromisszumot, azaz választási kényszert. Azonban az, hogy a méhanyák bélmikrobiomja hogyan fejlődik a felnőttkoruk során, miként reagál a stresszre, és hogyan lép kölcsönhatásba az alapvető immunfunkciókkal, még nem világos, és a jelenlegi destruktív kutatási módszerek mellett nem könnyen feltárható. Így a méhanya felnőttkorán átívelő bélmikrobiom-jellemzésre szolgáló nem invazív módszerünkkel feltárhatjuk, hogy az anya fejlődése és környezete miképpen befolyásolja a bélmikrobiomját, ami viszont befolyásolhatja a termékenységet és az immunitását. Ezenkívül a méhanyaürülék potenciális felhasználását is vizsgáljuk az anyák vírusos és egyéb fertőzésének a szűrésére. A méhanyaürülék-mintavételi módszerünkkel és annak az anyák vírusszűrésére való képességével kapcsolatos részletek megtalálhatók a publikációnkban: *Scientific Reports*, 2026, 16: 2318.

Leslie A. Holmes – Jemma M. Todoschuk – Patricia Wolf Veiga – Jeffery Pettis –
M. Marta Guarna – Shelley E. Hoover,
Bee Culture, 2025(7): 34–35;
fordította: Stall Nikolett



ÁZSIAI LÓDARÁZS

Mennyire hatékonyak és szelektívek az ázsiai lódarázs elleni csapdák tavasszal?

Méhész- és tudományos körökben egyaránt vitatott módszer a tavaszi csapdázás az ázsiai lódarázs elleni védekezésben. Egy új svájci adatelemzés rámutat, hogy a vizsgált csapdák egyike sem kellően szelektív és hatékony, ezért kockázatot jelentenek a nem célzott rovarfajokra. Emiatt javasoljuk a védekezés során más módszerek előnyben részesítését, például az ázsiai lódarázs elsődleges fészkeinek az eltávolítását.

A társas rovarok petéző nőtényeinek a befogására irányuló módszert, amelynek célja a következő nyáron épülő fészkek számának a csökkentése, először Új-Zélandon próbálták ki. Ezzel az invazív német darázs (*Vespula germanica*) terjeszkedését kívánták visszaszorítani. Ám ami elméletileg ígéretesnek tűnt, az a gyakorlatban kevésbé bizonyult sikeresnek. Egy aucklandi kutató, Thomas már 1960-ban feljegyezte: „A kontroll-kísérletek során az anyák telelés alatti vagy tavaszi elpusztítása lehetetlennek bizonyult, mivel a népesség akkor is fennmaradt, ha az anyáknak csak csekély hányada élte túl.”

Ez azt jelenti, hogy még ha nagyszámú darázsanyát sikerült is elpusztítani, az gyakorlatilag semmilyen hatással nem volt a következő nyáron épülő fészkek mennyiségére. Ennek ellenére az anyák befogását, az egykori új-zélandi gyakorlathoz hasonlóan, az ázsiai lódarázs (*Vespa velutina nigrithorax*) elleni védekezési stratégiaként is javasolták, és a faj franciaországi megjelenése óta alkalmazzák is. Míg a méhészek körében gyakran kedvező ennek a módszernek a megítélése, addig a kutatók szerint az csupán egy „csepp az invázió tengerében”. Egy franciaországi tanulmány a következőképpen összegzi az eredményeket: „Miközben a csapdázás tényleges hatását a biodiverzitásra sokkal behatóbban is meg kell vizsgálni, az anyák tavaszi befogása továbbra is erősen megkérdőjelezhető gyakorlat marad, hacsak nem találunk hozzá specifikus csalétket.”

Miért ennyire alacsony hatékonyságú az anyák befogása? Egy lódarázsanya nyár végén több száz fiatal új anyát hoz világra. Ezek közül sok elpusztul a téli hideg, az anyák közötti természetes versengés vagy a kedvezőtlen tavaszi körülmények miatt. Ám így is elegendő egyed marad életben ahhoz, hogy a fészkek száma évről évre növekedjen. Az ázsiai lódarázs egyetlen másodlagos fészke százával bocsátja ki a fiatal anyákat. Így hát az elhullásukat és a fészkek későbbi mennyiségét alig befolyásolja az, hogy egy anya csapdában vagy természetes körülmények között pusztul-e el. A csapdák egyszerűen nem elég hatékonyak.

A CSAPDÁK SZELEKTIVITÁSA

A csapdák másik hiányossága az, hogy nem válogatnak: számos nem célzott rovar esik áldozatul nekik. A kutatók figyelmeztetnek a nem célzott rovarok nagy számára, valamint a csapdázás helyi rovarállományokra és a biodiverzitásra gyakorolt kedvezőtlen hatásaira. A csapdában alkalmazott csalétek leggyakrabban valamilyen cukortartalmú oldat, amelyet alkohollal (borral vagy sörrel) és olykor élesztővel vagy ecettel kevernek el, hogy még vonzóbbá tegyék a lódarazsak, de kevésbé vonzóvá a méhek számára. Bár az oldat valóban vonzza az ázsiai lódarazsakat, sajnos sok más rovar is odacsalogat. Köztük az őshonos európai lódarazsakat, egyéb darazsakat, valamint számos légyfajt, amelyek így szükségtelenül pusztulnak el a csapdákban.

Sürgősen szükség van tehát szelektívebb módszerekre. Kínai kutatók kifejlesztettek egy feromonalapú csalétket, amelyet francia kutatókkal együttműködve teszteltek. Sajnos a felhasznált női szexferomon csak a hím lódarazsakat vonzza, ezek azonban a szezon későbbi szakaszában kelnek ki – már túl későn a megelőzéshez. Eddig nem találtak más módot a feromon alkalmazására a lódarazsak elleni védekezésben.

Ehelyett különféle csapdaszerkezetekkel próbálták mechanikai úton csökkenteni a nem célzott fajok számát. Különböző csapdákat teszteltek több országban és eltérő inváziós környezetben. Sajnos a csapdák mechanikai módosításaival sem sikerült eddig áttörést elérni a szelektivitás javításában és a megfelelő mennyiségű ázsiai lódarázs befogásában.



1. ábra: A Svájcban végzett vizsgálatok során tesztelt és ebben a cikkben ismertetett különböző csapdatípusok: VespaCatch (Véto-pharma, Franciaország), VelutinaTrap (BeeVital, Ausztria), Ornetin (Franciaország), Jabeprode (Franciaország), Good4Bees® (V1) (Protoconcept Engineering Sàrl, Biel/Svájc), TapTrap (Carello Roberto, Olaszország), valamint egy 3D-nyomtatóval előállítható modell, amely az Ornetin csapdához hasonló elven működik

Kanton	Év	Csapdázás időszaka	Csapda típusa	Csapdák száma	Ázsiai ló-darázs	Egyéb rova-rok	Ázsiai ló-darázs csapdán-ként	Egyéb rovar csapdánként	Egyéb ro-var ázsiai ló-daráz-szanként
GE	2024	márc. közepétől jún. közepéig	VespaCatch	10	55	97 799	5,500	9779,9	1778
			Ornetin	10	5	872	0,500	87,2	174
			3D	10	5	2382	0,500	238,2	476
NE	2024	ápr. elejétől jún. közepéig	VespaCatch	10	16	178 413	1,600	17 841,3	11 151
			Jabeprode	10	2	903	0,200	90,3	452
			VelutinaTrap	10	27	639	2,700	63,9	24
VS	2024	márc. közepétől máj. elejéig	TapTrap	508	2	5507	0,004	10,8	2754
VD	2025	márc. közepétől máj. végéig	Ornetin	669	466	24 589	0,697	36,8	53
AG	2025	ápr. elejétől jún. végéig	VelutinaTrap	10	2	332	0,200	33,2	166
NE	2025	márc. végétől jún. elejéig	3D	12	9	61	0,750	5,1	7
			Good4Bees	12	5	83	0,417	6,9	17
			VelutinaTrap	12	26	183	2,167	15,3	7
JU/BE	2025	ápr. elejétől jún. közepéig	VespaCatchSelect	10	5	10 897	0,500	1089,7	2179
			Good4Bees	10	12	1847	1,200	184,7	154
			VelutinaTrap	10	49	4072	4,900	407,2	83
Összesen				1313	686	328 579	0,522	250,3	479
Átlagosan							1,456	1992,7	1298

1. táblázat: Információk a 2024-ben és 2025-ben elvégzett csapdázásokról, valamint statisztikai eredmények a befogott ázsiai lódarázsok és egyéb, nem célzott rovarok egyedszámára vonatkozóan

EGYETLEN CSAPDA SEM ÁLLTA KI A PRÓBÁT

A lódarázscsapdák hatékonyságát tesztelő tanulmányok eredményeit az 1. táblázat foglalja össze. Ezeket a vizsgálatokat különböző kutatócsoportok végezték Svájc több kantonjában, az 1. ábrán látható csapdatípusok alkalmazásával.

Az eredmények egyértelműen azt mutatják, hogy a vizsgálatok során kipróbált csapdák egyike sem szelektív az ázsiai lódarázsra nézve, és egyik sem alkalmazható kellő hatékonysággal ennek a rovarnak a befogására.

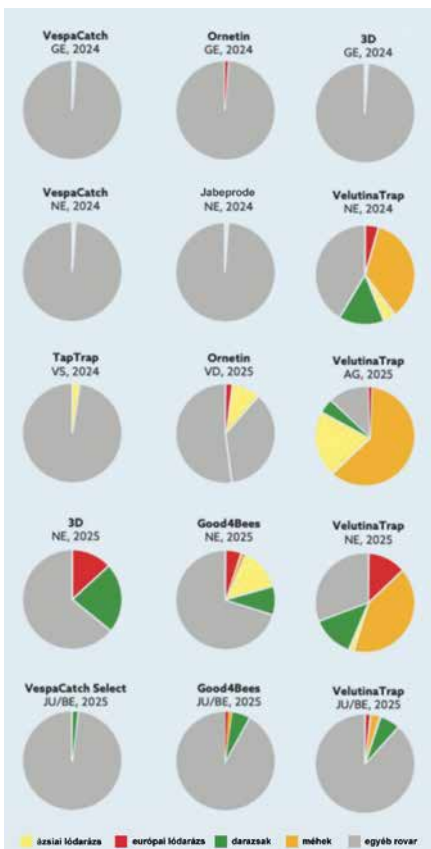
Amint az 1. táblázatból kitűnik, minden egyes befogott ázsiai lódarázsra átlagosan 1298 nem célzott rovar jut. A szelektivitás hiánya a befogott ázsiai lódarázsok más

fajokhoz viszonyított százalékos arányában is megmutatkozik. Az eredményeket a 2. ábra szemlélteti. Világosan látható, hogy a legtöbb vizsgálatban csak igen csekély számú ázsiai lódarazsat sikerült befogni. Az európai lódarazsak, darazsak és házi méhek száma ugyan változó volt, de főként legyek és más kis termetű rovarok szinte minden esetben tömegével kerültek a csapdákbá.

A hat különböző csapdatípus közötti eltéréseket a 3. ábra szemlélteti. Csapdánként és szezononként átlagosan 3,6 ázsiai lódarázzsal a VespaCatch csapda bizonyult a leghatékonyabbnak, ugyanakkor ez volt a legkevésbé szelektív: átlagosan 13 811 nem célzott rovar ejtett fogságba csapdánként és szezononként. A többi csapda jóval szelektívebbnek bizonyult, összességében kevesebb rovarot fogtak be (80–120 egyed csapdánként és szezononként), és ezekből mindössze 0,5–2,5 ázsiai lódarazsat.

A BeeVital által gyártott VelutinaTrap erősen változó eredményeket mutatott, és különösen sok európai lódarazsat ejtett fogságba. A bejáratánál elhelyezett műanyag gyűrűk ki tudják rekeszteni a nagyobb testű rovarokat, ám az még tisztázatlan, hogy az ázsiai lódarázs nőstényeinek a befogási arányát is befolyásolják-e. A méhészekről és a kutatóktól származó adatok közötti eltérések elsősorban a kis termetű rovarok mennyiségéből adódnak, amelyeket a méhészek gyakran nem számoltak bele az összesítésbe. A nem kívánt fogások száma a csapda finom szövésű rovarhálójával való átalakításával csökkenthető, miként azt Solothurn kantonban tették.

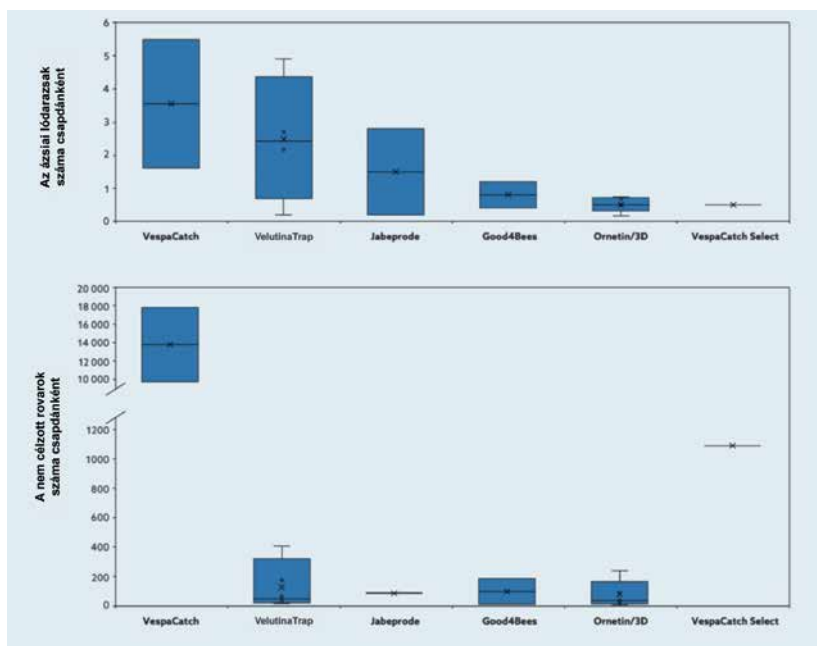
Az eredmények eltérése a csapdák közötti különbségek mellett más tényezőkre is visszavezethető. A befogott lódarazsak száma természetesen függ a faj elterjedtségének a mértékétől, vagyis az adott régióban az előző szezonban épült fészkek számától. Egyéb tényezők – mint például a csalétek összetétele, a csapda pontos elhelyezkedése, az ellenőrzések gyakorisága és az üzemeltető ébersége – szintén szerepet játszanak, de ezeket az elemzésünk során nem vettük figyelembe.



2. ábra: Kördiagramok a Svájcban végzett vizsgálatok eredményeivel, amelyek a különböző csapdatípusokban befogott ázsiai lódarazsak, európai lódarazsak, darazsak, méhek és egyéb rovarok százalékos arányát mutatják

MILYEN HATÁSSAL VANNAK A CSAPDÁK AZ ÖKOSZISZTÉMÁRA?

Még ha vannak is, akik kétségbe vonják a nem célzott rovarfajok befogásának a jelentőségét az ázsiai lódarázs elleni csapdákbán, mondván, hogy azok „csak legyek” vagy „csak apró rovarok”, tisztában kell lenni azzal, hogy ezek a rovarok rendkívül fontos szerepet töltenek be az ökoszisztémánkban. Sánchez és Arias például megállapították, hogy az ázsiai lódarázs ellen kihelyezett csapdákbba esett rovarok többsége olyan fontos ökoszisztéma-szolgáltatásokat végez, mint a beporzás, a lebontás és a kártevők elleni védelem. Ezeknek a csapdázásoknak a hátrányai tehát nem tagadhatók. Éppen ezért tévedés azt állítani, hogy a csapdák járulékos fogásaként elpusztult többkilónyi rovart úgyis elfogyasztotta volna egy fészek lódarázs. Ez az összehasonlítás három ok miatt sem helytálló: 1) egyetlen befogott lódarázs nem jelent eggyel kevesebb fészket; 2) a csapdába esett rovarok nem feltétlenül ugyanazok a fajok, mint amelyekkel az ázsiai lódarázs táplálkozik; és legfőképpen 3) a rovarok mennyisége mellett azok sajátos ökológiai szerepét is figyelembe kell venni.



3. ábra: Felső grafikon: A különböző csapdák hatékonysága az elejtett ázsiai lódarázsok egyedszámára vetítve csapdánként és szezononként. Alsó grafikon: Ugyanezeknek a csapdáknak a szelektivitása az elejtett nem célzott rovarok egyedszámára vetítve csapdánként és szezononként. A csapdázási időszakokat az 1. táblázatban közöljük. A TapTrap típusú csapda nem szerepel az elemzésben, mivel a lódarázs-inváziót megelőzően mindössze egyetlen tanulmány során alkalmazták a Rhône völgyében.

MÉZELŐ MÉHEK A CSAPDÁKBAN

Néhány tanulmány viszonylag sok mézelő méhet mutatott ki a csapdákból (2. ábra). Ez különösen a szezon kezdetén volt gyakori, amikor a méhek még nem találtak természetes nektárforrásokat. Ebben az időszakban a csapdákból lévő cukortartalmú oldat nagyszámú mézelő méhet vonz. Bár a szelektívebb csapdákból a legtöbb méh életben marad, ez a jelenség mégis kockázatokat rejt magában (1) a betegségek lehetséges terjedése és 2) a méz esetleges szennyeződése miatt (a csalétekben található bor vagy élesztő révén).

A CSAPDÁZÁS NINCSEN HATÁSSAL A FÉSZKEK FEJLŐDÉSÉRE

A Wallis és Vaud kantonokban tavasszal végrehajtott két tömeges csapdázási akció eredményei megerősítették azt, amit már több kutatás is igazolt: az anyák tavaszi befogásával nem csökkenthető jelentősen a nyári időszakban épülő fészkek száma. A Wallis kantonban 2024 tavaszán kihelyezett 508 darab csapdával csupán 2 ázsiai lódarazsat sikerült befogni, majd a következő szezonban 4 fészket találtak a csapdázott területen. Bár a csapdázást 2025-ben megismételték, és ekkor már 376 ázsiai lódarazsat fogtak be, a Wallisban talált fészkek száma 18 darabra emelkedett. Ugyanígy Vaud kantonban, ahol a 2025 tavaszán 669 darab csapdával végrehajtott akcióban 466 anya befogása után sajnos ismét drámai növekedés volt tapasztalható a fészkek számában: míg 2024-ben 230 fészket észleltek, 2025-re a megtalált fészkek száma már kis híján 1000-re emelkedett. Nem állapítható meg, hogy a csapdázás hatására kevesebb fészkek épült-e ahhoz képest, mintha nem csapdáztak volna, de az egyértelmű, hogy sem egy új terület meghódítását, sem a fészekszám egyik szezonról a másikra való jelentős emelkedését nem lehet megakadályozni ezekkel a csapdákkal.

Ajánlások

A tanulmányok egyértelművé teszik, hogy a jelenleg rendelkezésre álló csapdák nem elég hatékonyak az ázsiai lódarázs elleni védekezéshez, ezért használatuk nem javasolható. Emellett veszélyt jelentenek a biodiverzitásra és a nem célzott rovarfajokra nézve. A csapdákkal elvégzett kísérletek mégis hozzájárultak ahhoz, hogy felhívják a résztvevők figyelmét az ázsiai lódarázs rohamos terjedésére és a csapdázás problematikusságára.

A bemutatott eredmények alapján az alábbi ajánlások fogalmazhatók meg:

- Az ázsiai lódarázs állományának a csökkentése érdekében alkalmazott, de arra a szelektivitás és a hatékonyság nyilvánvaló hiánya miatt alkalmatlannak bizonyult tavaszi csapdázás a jelenlegi csapda- és csalétek típusokkal nem javasolható az ázsiai lódarázs elleni védekezés eszközeként.

- Azokat a csapdákat, amelyek nagyszámú nem célzott rovar ejtenek el, be kell tiltani Svájcban, ahogyan Franciaországban és Németországban is betiltották már a folyadékos rovarcsapdák használatát.
- A csapdaforgalmazók szelektivitásra és hatékonyságra vonatkozó, többnyire üres ígéreteit a szakirodalom alapján meg kell kérdőjelezni az ázsiai lódarázssal kapcsolatban.
- A csapdák kihelyezésével járó költségeket és munkát inkább olyan tevékenységekre kell fordítani, amelyek hatékonyság tekintetében ígéretesebbeknek bizonyulnak, mint például a fészkek (különösen a tavaszi és kora nyári elsődleges fészkek) felkutatása és szakszerű megsemmisítése, valamint a megfelelő méhészeti stratégia alkalmazása az ázsiai lódarázs megjelenése esetén.

Lukas Seehausen, Marco Ventrici, Kevin Golay és mtsai.,
Schweizerische Bienen-Zeitung, 2026(3): 30–35;
 fordította: Makra Júlia

Vármegye	Név	Telefon	E-mail
Vezető szaktanácsadó	Horváth Gábor	06 30 635 1259	horvath.gabor@omme.hu
Baranya	May Gábor	06 30 635 1255	may.gabor@omme.hu
Bács-Kiskun	Laczi János	06 30 635 1260	laczi.janos@omme.hu
Békés	Árgyelán János	06 30 635 1256	argyelan.janos@omme.hu
Borsod-Abaúj-Zemplén	Farkas János	06 30 635 1257	farkas.janos@omme.hu
Budapest	Márkosy Gábor	06 30 635 1258	markosy.gabor@omme.hu
Csongrád-Csanád	Lászlóffy Zsolt	06 30 635 1272	laszloffy.zsolt@omme.hu
Fejér	Nyerges József	06 30 635 1261	nyerges.jozsef@omme.hu
Győr-Moson-Sopron	Varga Tamás Imre	06 30 635 1262	varga.tamas@omme.hu
Hajdú-Bihar	Barkó Árpád	06 30 635 1263	barko.arpad@omme.hu
Heves	Biró Péter	06 30 635 1264	biro.peter@omme.hu
Jász-Nagykun-Szolnok	Molnár Ferenc	06 30 635 1270	molnar.ferenc@omme.hu
Komárom-Esztergom	Brunner Sándor	06 30 635 1265	brunner.sandor@omme.hu
Nógrád	Nagy Boldizsár	06 30 635 1266	nagy.boldizsar@omme.hu
Pest	Jandácsik Attila	06 30 635 1267	jandacsik.attila@omme.hu
Somogy	Juhász Zsolt	06 30 635 1268	juhasz.zsolt@omme.hu
Szabolcs-Szatmár-Bereg	Kovács Csaba	06 30 635 1269	kovacs.csaba@omme.hu
Tolna	Kersák Róbert	06 30 635 1271	kersak.robert@omme.hu
Vas	Benedikti Árpád	06 30 635 1273	benedikti.arpad@omme.hu
Veszprém	Tóth Péter	06 30 635 1275	toth.peter@omme.hu
Zala	Hampuk Gábor	06 30 635 1274	hampuk.gabor@omme.hu