

VÁLASZ DR. SZENTESI ÁRPÁD OPPONENSI VÉLEMÉNYÉRE
Dr. Markó Viktor

Szeretném megköszönni opponensemnek dolgozatom alapos, számos kérdést érintő bírálatát!

A kérdéseket röviden, kivonatos formában idézem.

1. Fogalmi pontatlanságok vannak a dolgozatban. A szerveződés, szabályozás és diverzitás kifejezések használata pontatlan.

1.1. Szerveződés. „Pusztán a cím alapján azt várnánk, hogy azokat a kényszereket veszi sorra, amelyek a fajokat együttesekbe, guildekbe és közösségekbe szervezik. ... Milyen »szűrők« működnek egy almaültetvény kártevő együttesének kialakulásában? Például, ilyenek a populációs kölcsönhatások, a fajta, a kezelések, a helyi időjárási viszonyok, az ültetés térbeli sajátosságai stb. ... Az értekezés címe tehát a kártevő együttesek szerveződését jelöli meg az értekezés központi témájaként, ezzel szemben – bár sok táplálkozás hálózati kapcsolatra kitér a szerző – véleményem szerint, valójában a kártevő együttesek szerkezetéről és annak a kezelések miatti változásáról van szó.”

Lényegében az opponensem által felvázolt értelemben használtam a „szerveződés” kifejezést. Dolgozatomban az almaültetvények ízeltlábú együtteseit kialakító kényszereket vizsgáltam. Bár a „szerveződés” kapcsán először biotikus kölcsönhatások jutnak eszünkre, valójában a peszticidkezelések, mint környezeti „szűrők” szerepe inkább meghatározó. A peszticid kezelések nem csak a fajok abundanciáját, hanem a populációs kölcsönhatásokat is jelentősen befolyásolják. Bennem is felvetődött, hogy inkább a „szerkezet” kifejezés szerepeljen a címben, de ezt túlságosan statikusnak éreztem. Szabadföldi „kísérleteinkben” egy-egy tényező megváltoztatásával, majd a szerkezet változását és a populációs kölcsönhatásokat követve az együtteseket kialakító tényezők megismerésére törekedtünk. A bevezetőben érdemes lett volna erre röviden kitérnem.

1.2. Szabályozás. „Egy másik, az értekezésben rendszeresen visszatérő, valószínűleg a növényvédelmi gyakorlatban kialakult zsargont a »szabályzás«, a »szabályozzuk az ízeltlábúakat«, vagy »élőlény együttesek szabályozása« formában használ, ami egy fajta pongyolaság a szakszövegben”.

A „kártevők szabályozása” („pest management”) valóban a növényvédelemben használt szakmai kifejezés. A kártevők elleni védekezés „pest control” nyomán alakult ki az 1960-as évek elején (Geier és Clark, 1961). Lényege, hogy a kártevők irtása helyett azok populációit szabályozzuk úgy, hogy egyedszámuk ne érje el a kártételi küszöbszintet (Geier, 1966). Bár a kifejezés mögött John Nicholson (1954) szemlélete állt, és így, opponensem megjegyzésével összhangban, a szabályozás során valóban egy egyensúlyi állapot fenntartására törekedtek, valójában a fogalom deklaráltan inkább egy szemléletet, mint egy elméletet jelöl (Geier, 1966). Korábban a kártevők elleni integrált védekezés (integrated control), mint koncepció is hasonlóan szemlélte a kártevők és természetes ellenségeik populációit (Stern és mtsai., 1959), így nem meglepő, hogy a két kifejezés összeolvadt és az 1970-es évektől már „integrált növényvédelem”-ként („integrated pest management”) terjedt el (Kogan, 1998). Az integrált növényvédelem koncepcióját a kezdeti elképzelésektől kiindulva, miszerint a biológiai és a kémiai növényvédelemet kell összehangolni (integrálni), egyre komplexebb megközelítés jellemzi. Így mára integrált növénytermesztésről beszélünk, melynek részeként a kártevők, kórokozók és gyomok populációit és azok természetes ellenségeit is egy rendszer elemeiként kezeljük. Ezt gyakran úgy

fogalmazzák meg, hogy az integrált növénytermesztés nem egy mezőgazdasági tábla, hanem az ökoszisztéma szintjén szabályozza az agrárterületek élőlény együttesét (lásd például Kogan, 1998). Azaz élőlény együtteseket szabályozunk. Más kérdés, hogy ennek a szabályozásnak mely elemei és hogyan valósulnak meg (lásd részletesebben Markó, 2017).

1.3. Diverzitás. „Harmadik pedig a »diverzitás«. Ez ismét egy pontatlanság, mert valójában a legtöbb esetben csak fajgazdagságról van szó az értekezésben.”

A vizsgálatok során a fajgazdagságon túl minden nagyobb együttesnél elemeztem a faj-egyed diverzitást is. A dolgozatban kilenc ábrán 24 Rényi vagy exponenciális Rényi diverzitásprofil szerepel, melyeket statisztikai módszerekkel hasonlítottam össze. Mindkét Rényi diverzitást jellemeztem és/vagy megfelelően hivatkoztam (29. és 68. oldal). A fajgazdagság nem más, mint az exponenciális Rényi diverzitás értéke az alfa skálaparaméter egy kitüntetett értékénél ($\alpha = 0$), azaz az exponenciális Rényi diverzitásgörbe egy pontja (Tóthmérész, 1995). Az elemzésekben egyértelműen megállapítható, hogy mit értek diverzitáson.

A fajszegény együtteseknél (Phytoseiidae atkák és a *Leucoptera malifoliella* parazitoidjai) nem számoltam diverzitást, – nem is nagyon szoktak –, hanem csupán az exponenciális Rényi diverzitási görbe két végpontját, a fajgazdagságot ($\alpha = 0$) és a legnagyobb egyedszámban előforduló faj dominanciáját ($\alpha \rightarrow \infty$, Berger-Parker dominancia index) vizsgáltam, ami egyszerű és egyértelmű képet ad a diverzitásgörbe alakulásáról. Ezt a Phytoseiidae atkáknál jeleztem, a parazitoid darazsaknál viszont szövegszerűen valóban csak a fajgazdagságra utaltam.

Végül megemlíthető, hogy a mai ökológiát pragmatikus fogalomhasználat jellemzi, és a legtöbb kutatási eredmény jól értelmezhető egyes fogalmak aprólékos definíciója, részletes distinkciók megfogalmazása nélkül is. Más esetekben viszont ezek nyilvánvalóan nem maradhatnak el.

2. Balogh–Szelényi vita. „Itt szeretném jelezni azt, hogy Markó értekezésében Szelényit »topológiai«, Baloghot pedig »topográfiai« szemléletűnek tekinti, ami nem világos számomra. Abban igaza van, hogy a funkcionalitás topológiára utal: egy faj milyen fajokkal kapcsolódik? A topográfiai jelző pedig talán arra utalhat, hogy Balogh a növényi szintezettséget mechanikusan alkalmazta a táplálkozási hálózatokra.”

Igen erre utal, továbbá arra, hogy Balogh a zoocönózisokat térben elkülönülő („térképezhető”) egységeknek tekinti, míg Szelényi szerint azok térben nem körülhatárolhatók. „Az állattársulást tehát nem területi határok foglalják egybe, hanem azok a szálak kötik össze, amelyeket a táplálkozásbiológiai kapcsolatok létesítenek” (Szelényi, 2015, 125. oldal).

3. Az almaültetvények ökofaunisztikai felmérése és a teljes fajgazdagság becslése.

Az ebben a témakörben feltett kérdésre részben Bakonyi Gábor opponensi véleményére adott válaszban feleltem. A továbbiakban az ott leírtakat egészítem ki.

3.1. Ökofaunisztikai felmérés és fajgazdagság. „A célkitűzés világos: a fajösszetétel, fajgazdagság, kevéssé ismert ízeltlábú együttesek mennyiségi viszonyainak megállapítása. Amivel viszont adós marad jelölt az, hogy mire jó mindez, milyen további lépések következnek ezek ismeretéből, mire használhatók a megszerzett információk?”

Az ökofaunisztikai adatsorok nem csak fajok listái, de azok elterjedtségét és mennyiségi viszonyait is tartalmazzák. Tehát az ökofaunisztikai adatok az együttesek (jelen esetben az almaültetvények

ízeltlábú együtteseinek) térben és időben lehetséges állapotait mutatják. Erre példaként a nagy-britanniai almaültetvényekben megfigyelt Coleoptera együttesek adatait mutattam be. A fajgazdagság gyakran használt mutató az agrárentomológiai kutatásokban, melynek növényvédelmi és természetvédelmi vonatkozásai is vannak. A teljes fajszám ismerete csoportonként és a teljes ízeltlábú együttesek esetén is a fajgazdagsági adatok értelmezését segíti.

3.2. Fajgazdagság becslése. „Miért kellene az eltérő területekből adódó faunaméret arányában kimutatni fajokat? Ennek azért sincs értelme, mert nem bizonyos, hogy a magasabb taxonok fajszáma arányosan növekedik a déli szélességek felé haladva, különös tekintettel az almát károsító fajokra.”

A teljes fajgazdagságot egyes csoportoknál megfigyelt, nagy ráfordításokkal kimutatott fajgazdagság ismeretében becsültem, felhasználva az adott ország teljes faunájának ismert adatait. A becslések szerint egy átlagos üzemi almaültetvényben az ízeltlábúak (Insecta és Arachnida) fajgazdagsága Magyarországon 2524, Nagy-Britanniában 2335 faj fölötti értéket vehet fel. Az egyes rovarcsoportok fajgazdagságának részeseződését a teljes faunából a két ország között nem hasonlítottam össze.

3.3 Guildek elkülönítésének kritériumai. „Egy külön problémát jelent az egyes ízeltlábú csoportok hozzárendelése az almaültetvényekhez, a funkcionális csoportok megállapítása és körülhatárolása. Erre Markó nem ad szempontokat.”

A guildek vagy táplálkozási csoportok elkülönítése almaültetvényekben, a vizsgált ízeltlábú csoportoknál könnyen megoldható – az előkerült fajok táplálékspektruma jól ismert. A csoportosítást a nagy-britanniai almaültetvények bogárfaunájának felmérésénél a 14. oldalon adtam meg, illetve ezt a táblázatokban kiegészítettem (3.4–3.12 táblázatok). A sorköztakaró növényekkel kapcsolatos vizsgálatokban a besorolás szempontjai a 68. oldalon, a táj szerepével kapcsolatos vizsgálatoknál a 114. oldalon szerepelnek. A kaolin-részecskesfilm kezeléseknél a Heteroptera és Araneae csoportoknál a besorolás egyértelmű. A Coleoptera együttesek esetén is döntően az, de opponensemnek igaz van, itt a kritériumokat pontosabban megadhattam volna. A besorolás a következő szempontok szerint történt; fungivorok: a lárva gombafogyasztó; xilofágok: a lárva fában fejlődik; predátorok: a lárva vagy az imágó ragadozó; turisták: nem almafogyasztó fitofágok és lebontók (utóbbi csoport elvéve fordul elő a lombkoronában), almafogyasztók: az imágó almát fogyaszt és nem xilofág. A vizsgált fajok döntő többségénél és a gyakori fajok mindegyikénél a lárvák és imágók azonos táplálékhoz kötődtek, úgyhogy a guildekbe sorolás – számos, például trópusi vizsgálatnál ellentétben – kevésbé jelentett gondot.

4. Kaolin-részecskesfilm kezeléseik.

4.1. „... amennyiben a kaolin tiszta hatására voltak kíváncsiak és a kontrollon 9 alkalommal fungicid kezelés is volt, amely az ízeltlábúakra nem toxikus, akkor ezt miért nem alkalmazták a kaolinos parcellákon is?”

A kezeléseik hatását párhuzamosan figyelték az almafa varasodás (*Venturia inaequalis*) mértékére is, ami Hollandiában, a vizsgált almafajtákon annyira jelentős kórokozó, hogy kontrollként inkább a rovarügyi vizsgálatoknál szokásos „üzemi kontroll” fungicid kezeléseket alkalmazták.

4.2. „Statistikai értékelések szignifikáns különbségekre mutatnak a kezeléseik között, de nyilván el kell gondolkodni azon, hogy érdemes-e a gyakorlatban is védekezni” azon kártevők ellen, melyek nagyon kis egyedszámban fordultak elő. A jelölt nem közli a gazdasági kártételi küszöbértékeket.

Ebben a kutatásban a kezelések hatékonyságát vizsgáltuk. Ez a kártevők egyedszámától függetlenül alakul. Ideálisabb lett volna, ha az összes vizsgált ízeltlábú csoport nagy egyedszámban fordul elő, de ez még a peszticidmentes parcellákban sem valósul meg. A vértetű (*Eriosoma lanigerum*) esetén közöltünk egy kártételi veszélyhelyzet-küszöbértéket (akcióküszöböt), a többi, kisebb egyedszámban előforduló fajnál nem. Ennek oka, hogy mindkét küszöbérték meghatározása rendkívül nehéz, a fajtától, a meteorológiai viszonyoktól, a kezelésektől és a növényvédelmi beavatkozások gazdasági vonatkozásaitól függ. Ezzel magyarázható, hogy bár az integrált növényvédelemben kulcsfontosságú szerepük van, mégis ritkán számítják őket (Ehler és Bottrell, 2000; Markó, 2017).

5. Sorköztakaró növényzet hatása.

5.1. „Ezzel összefüggésben több hipotézist is ismertet, amelyek a környezet szerepének különböző aspektusait emelik ki, amit az együttesek szerveződésében betölt. ... Sajnálatos, hogy a vizsgálatok elvégzése után a jelölt már nem tér ki arra, hogy eredményei melyik hipotézist támogatták.”

A vázolt hipotézisek mindegyike a kártevők (vagy általában a fitofágok) kisebb egyedsűrűséget jósolja a diverzifikált mezőgazdasági élőhelyeken. Ennek megfelelően vizsgálataink eredményei döntően nem támasztják alá azokat. A lehetséges okokat részletesen diszkutáltam, de a hipotézisek kritikája túlmutatott volna a dolgozat keretein. Ehhez két megjegyzést érdemes hozzáfűzni. Egyrészt a miénkhez hasonló eredményre jutott több más vizsgálat is (hivatkozásokat lásd a dolgozatban, valamint Campbell és mtsai., 2017). Másrészt a vonatkozó metaanalízisek szerint a hipotézisekben megfogalmazott összefüggések „statisztikusan” valósulnak meg, így egy-egy vizsgálat nem cáfolja azokat (Letourneau és mtsai., 2011).

5.2. „A kártevők és természetes ellenségeik mérete és fajösszetétele közötti korrelációk nem fednek fel ok-okozati összefüggéseket, ezért a következtetések levonása óvatosságra int, különösen a lehetséges háttér folyamatokat tekintve. Például, a 74. oldalon feltételezi, hogy a Phytoseiidae-együttesek dominancia viszonyainak eltolódásában verseny játszott közre. Ezt korreláció vagy megfigyelés alapján bizonyítani nem lehet, csak kísérletes módon. A dominancia egyéb okból is megváltozhatott.”

A korrelációk valóban nem fednek fel ok-okozati összefüggést, legfeljebb utalnak azokra. A kérdés általánosságban egy fontos, a szabadföldi vizsgálatoknál hangsúlyosabban megjelenő problémát vet fel. Miközben a megfigyelt mintázatokat matematikai-statisztikai módszerekkel elemezzük, addig a kapott eredmények értelmezésére nincs egzakt szabály. Egyik oldalról gyakran több magyarázat is lehetséges. Másik oldalról viszont támaszkodhatunk az eddig elért eredményekre, nyilvánvalóan nem kell és nem is lehet a korábban elvégzett vizsgálatokat mindig megismételni.

Ami a konkrét kérdést illeti, a vizsgálatunk során a feketeugaros parcellákban nem változott a Phytoseiidae együttes összetétele, azokban szinte kizárólagosan csak az *Amblyseius andersoni* fordult elő. Ezzel szemben a virágzó növényekkel telepített parcellában az *A. andersoni* dominanciája évről-évre csökkent, míg a *Typhlodromus pyri* dominanciája jelentősen nőtt, és kisebb mértékben, de ugyanez történt a gyepesített parcellákban is. Az egyedszámokra vonatkozó eredmények a dolgozatban szerepelnek, erre itt nem térek ki. A következő szempontok alapján interpretáltam a megfigyelt mintázatot: (1.) az intraguild predáció és kompetíció nagyon gyakori a ragadozó atkáknál és almaültetvényekben, illetve a tárgyalt két faj vonatkozásában is jól dokumentált jelenség (például Ghazy és mtsai. 2016). (2.) Az almafák levelén megtapadó pollen növeli a *T. pyri* egyedsűrűségét

(vizsgálatunkban a gyepszint növényborításával nőtt az egyedszám). (3.) Ez az egyedszám-növekedés főként a táplálékszegény időszakokra, tavaszra és ősze korlátozódik (ez történt vizsgálatunkban is). (4.) A fenti mintázatokat jobban magyarázó egyéb okot nem találtam. (Hivatkozásokat lásd a dolgozatban). Véleményem szerint a vizsgálatokban a két faj versenyének következményeit figyeltük meg. Eredményeinket megfogalmazhatunk úgy is, hogy a virágzó sorköztakaró növények az *A. andersoni*-val szemben a *T. pyri* irányába tolják el a Phytoseiidae együttesek összetételét, és ennek az lehet az oka, hogy a leveleken megtapadó pollen befolyásolja versenyüket.

5.3. „Hasonlóan nem egyértelmű, hogy a 85. és 107. oldalakon állított növényi verseny feltételezett-e vagy bizonyított.”

A 3. függelékben közölt adatok a hajtásnövekedésről egyértelműen a vízért való versengésre utalnak. Ez a sorközök gyepesítésének és takarónövényekkel történő telepítésének jól ismert problémája.

5.4. „A 81-82. oldalakon a *Lasius niger* hangyafaj és a katicabogarak betelepülése a levéltetű telepekre nem csak pozitív, hanem negatív korrelációkat is takarhat. Mindkét faj pozitíve reagál a levéltetvek populáció növekedésére, ellenben negatívan egymás jelenlétére, mert kölcsönösen zavarják egymást. ... Felvetődik, hogy az eltérő növénytakarásokban nem jelentek-e meg más levéltetű fajok olyan egyedszámban, amelyek az afidofágokat elvonták a zöld alma-levéltetvek intenzív fogyasztásától?”

Nagy Csaba PhD. hallgatóval a levéltetű-hagya-ragadozó kapcsolatot részletesen vizsgáltuk és az eredményeket részben már publikáltuk (Nagy és mtsai., 2007; 2013; 2015). Ezen vizsgálatok szerint a különböző almalevéltetveket eltérő mértékben védi a *L. niger*, a hangyák jelenléte azonos levéltetű denzitás mellett valóban csökkenti a katicabogarak egyedszámát, de csak akkor, ha a levéltetű telepek mérete kicsi, végül a gyepszinten fejlődő levéltetvek nem csak a katicabogarakat, hanem főként a hangyákat vonhatják el a lombkoronától. A gyepszinten a levéltetveket külön nem vizsgáltuk, de jelentős mennyiségben nem fordultak elő.

5.5. „Az 5.13 táblázatban a Vir/Ugar populáció méretarány nem tekinthető a pókfajok növekedési rátájának, annak megállapítására különböző időpontokban, ugyanazon a területen kellett volna populáció méret felvételezést végezni.”

Igaza van opponensemnek. Bár egy „rátáról” van szó, az elnevezés félrevezető.

6. Kumulált peszticid toxicitás és táji változók hatása Coleoptera együttesekre.

6.1. „Három hipotézist fogalmaz meg és feltételezi, hogy a természetes ellenségek nemcsak érzékenyebbek a védekező szerekre, de rezisztencia is ritkábban alakul ki ezekre közöttük. ... a második állítást nem látom megalapozottnak. Nem hinném, hogy genetikai állományuk annyira különbözne, hogy rezisztens allélok szelekciójára nem lenne lehetőség a ragadozó és parazitoid fajok esetében. Van erre nézve meggyőző és eléggé széles fajspektrumot vizsgáló irodalom?”

Igen, van ilyen irodalom. A peszticid-rezisztencia kutatások eredményeit az „Ízeltlábúak peszticid-rezisztencia adatbázisa” (Arthropod Pesticide Resistance Database, APRD) gyűjti. Legutóbb Bielza (2016) foglalta össze a természetes ellenségekre vonatkozó adatokat. Eszerint jelenleg 38 természetes ellenség és 336 kártevő fajnál mutattak ki peszticid rezisztenciát, és a természetes ellenségeknél 304,

míg a kártevőknél 8916 esetet regisztráltak (Bielza, 2016). Ugyanakkor a természetes ellenségeknél az esetek több mint felét (157 esetet) a közönséges zöldfátyolkánál (*Chrysoperla carnea*) figyelték meg (Bielza, 2016). Az általunk főként vizsgált csoportok esetén ezek az adatok a következőképpen alakultak: Coccinellidae (6 faj, 22 eset), Curculionidae (23 faj, 269 eset) (APRD, 2017). Megjegyzendő, hogy az adatok egy tendenciát jeleznek, de közvetlenül nem összehasonlíthatók.

6.2. „Az eredmények ellentétesek voltak feltételezésekkel: az almaültvényekben megtalálható fitofág bogár együttesek egyedszáma csökkent a peszticid terhelés növekedésével, ellenben a ragadozó bogarakéi és a turista fajokéi nem mutattak ilyet. Ez éppen az utóbbiak rezisztencia-állapotára is utalhat, bár a jelölt az eltérő diszperziós képességgel magyarázza.”

Vizsgálatunknak éppen az volt a lényege, hogy a peszticid terhelést kvantifikáltuk. Ezt a hasonló kutatásokban ritkán teszik meg. A vizsgált ültvényekben 30 különböző peszticid hatóanyagot juttattak ki. Mindegyik hatóanyag katicabogarakra (sokszor több fajra) kifejtett hatásáról laboratóriumi toxikológiai adatokat gyűjtöttünk publikált forrásokból, és ezekből számítottuk kumulált toxicitási értékeket (113. és 114. oldal). Négy katicabogár faj esetén állapítottuk meg, hogy szemben a kártevőkkel, egyedsűrűségük nem csökkent a növekvő kumulált toxicitás következtében. Ezen fajok esetén eddig nem mutattak ki a vizsgált hatóanyagokra rezisztenciát. Bár a különböző populációkban eltérő lehet a rezisztencia mértéke (Hoy, 1990), de az nagyon kevésbé valószínű, hogy a laboratóriumi vizsgálatokban mért toxicitással ellentétben, elsőként a mi vizsgálatunkban mutassunk ki rezisztenciát egyszerre négy katicabogárfaj esetén. Időközben elemeztük a poloska együttesek adatait is és a bogarakhoz nagyon hasonló mintázatot kaptunk (Varga, 2017).. Az almához kötődő faj egyedsűrűsége csökkent a peszticid toxicitás növekedésével, míg a vizsgált három ragadozó (zoofág és zoofitofág) faj egyedsűrűsége nem változott. Ráadásul ragadozó poloskáknál mindmáig nem figyeltek meg peszticid rezisztenciát (APRD, 2017).

Összességében a helyzet éppen fordítottja annak, amit opponensem felvet. A növekvő peszticid terheléssel nem azért maradt változatlan a vizsgált katicabogarak egyedszáma, mert rezisztencia alakult ki az alkalmazott peszticid hatóanyagokkal szemben, hanem más okok mellett valószínűleg éppen azért nem alakult ki rezisztencia, mert a jelentős diszperzió miatt a szelekció nem egy (viszonylagosan) zárt populációra hat. A vizsgált fajok diszperziójával kapcsolatos irodalmat a 122 és 123. oldalon foglaltam össze.

Végül ismételen szeretném megköszönni opponensem munkáját, hasznos és továbbgondolásra ösztönző észrevételeit.

Budapest, 2017. október 18.



Dr. Markó Viktor

IRODALOM

- APRD, 2017. Arthropod Pesticide Resistance Database, Michigan State University. <http://www.pesticideresistance.org> Hozzáférés: 2017. október 17.
- Bielza, P., 2016. Insecticide resistance in natural enemies. In: Horowitz A.R. and Ishaaya I. eds. *Advances in Insect Control and Resistance Management*, 313–329. Springer International Publishing.
- Campbell, A.J., Wilby, A., Sutton, P. and Wäckers, F., 2017. Getting more power from your flowers: Multi-functional flower strips enhance pollinators and pest control agents in apple orchards. *Insects*, 8, 101. doi:10.3390/insects8030101
- Ehler, L.E. and Bottrell, D.G., 2000. The illusion of integrated pest management. *Issues in Science and Technology*, 16, 61–64.
- Geier, P.W., 1966. Management of insect pests. *Annual Review of Entomology*, 11, 471–490.
- Geier, P.W., Clark, L.R., 1961. An ecological approach to pest control. *Proceedings of the eighth Technical Meeting, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*, 8th, Warsaw, 10–18.
- Ghazy, N.A., Osakabe, M., Negm, M.W., Schausberger, P., Gotoh, T. and Amano, H., 2016. Phytoseiid mites under environmental stress. *Biological Control*, 96, 120–134.
- Hoy, M.A., 1990. Arthropod natural enemies: Variability and selection responses. *Pesticide resistance in arthropods*. In: Roush, R. and Tabashnik, D.E. eds. *Pesticide resistance in arthropods*. 203–236. Routledge, Chapman & Hall.
- Kogan, M., 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43, 243–270.
- Letourneau, D.K., Armbrrecht, I., Rivera, B.S., Lerma, J.M., Carmona, E.J., Daza, M.C., Escobar, S., Galindo, V., Gutiérrez, C., López, S.D. and Mejía, J.L., 2011. Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications*, 21, 9–21.
- Markó, V., 2017. Kártevők integrált és ökológiai szabályozása almaültetvényekben – történeti áttekintés. *Növényvédelem* 78 (53), 333–346.
- Nagy, Cs., Cross, J.V., Markó, V., 2013. Sugar feeding of the common black ant, *Lasius niger* (L.), as a possible indirect method for reducing aphid populations on apple by disturbing ant-aphid mutualism. *Biol. Contr.* 65, 24–36.
- Nagy, Cs., Cross, J.V., Markó, V., 2015. Can artificial nectaries outcompete aphids in ant-aphid mutualism? Applying artificial sugar sources for ants to support better biological control of rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* Passerini in apple orchards. *Crop Prot.* 77, 127–138.
- Nagy, Cs., Markó, V., Cross, J., 2007. Effects of exclusion or supplementary honey feeding of the common black ant, *Lasius niger* (L.), on aphid populations and natural enemies on apple. *IOBC WPRS Bulletin* 30, 43–50.
- Nicholson, A.J., 1954. An outline of the dynamics of animal populations. *Australian Journal of Zoology*, 2, 9–65.
- Stern, V.M.R.F., Smith, R., Van den Bosch, R., Hagen, K., 1959. The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid: the integrated control concept. *California Agriculture*, 29, 81–101.
- Szelényi G. 2015. *Az agrozoocönológia alapvonalai*. Budapest, Dr. Szelényi Gusztáv Emlékalapítvány
- Tóthmérész, B., 1995. Comparison of different methods of diversity ordering. *J. Veg. Sci.* 6, 283–290.
- Varga Ákos, 2017. Táji környezet, peszticidterhelés és tápnövény-fitofág fenológiai szinkronitás hatása almaültetvények poloska (Heteroptera) együtteseire. Doktori (PhD) értekezés, Szent István Egyetem, Budapest