

Opponensi vélemény Markó Viktor „Ízeltlábú-együttesek szerveződése almaültetvényekben a peszticidterhelés csökkentésének korszakában” c., az MTA Doktora cím elnyerésére benyújtott, értekezéséről

Egy rendkívüli szorgalommal, igényességgel és részletességgel végzett sok éves kutatómunka eredményei alapján készült értekezés van előttünk. Létrejöttében a modern növényvédelem kihívásai és sok egyetemi hallgató játszott szerepet. A bírálónak azonban az a feladata, hogy az értékek mellett a hiányosságokra is felhívja a figyelmet. Bizonyos, hogy nincs mindenben igaza és a jelöltnek lehetősége van a védekezésre.

Az első kérdés az, hogy miről szól az értekezés? Egyszerűen válaszolva: új lehetőségekről a növényvédelemben, mert míg az alapvető problémák a növénytermesztés és a kártevő együttesek kapcsolatát illetően ugyanazok maradtak, addig a világ megváltozott. A „környezettudatosság” és humán-egészségügyi szempontok új eljárásokat igényelnek. Ezek alapjait, lehetőségeit, peszticid-mentes vagy csökkentett mennyiségű inszekticidet alkalmazó módszereket vizsgál sok ökológiai ismerettel. Érdekes a növényvédelem, mint tudományterület, fejlődését figyelni: a korábbi bionómiai szemléletet napjainkra az ökológiai ismeretek szükségessége és alkalmazhatósága váltotta fel. Ehhez természetesen még ma is szükséges a kártevők és biológiájuk alapos ismerete. Emiatt is nagyon tiszteletre méltó az a széleskörű fajismeret, mellyel Markó Viktor rendelkezik.

„Mégis, mennyi ökológia szükséges a növényvédelmi problémák megoldásához?” – ez az az első látásra talán furcsa kérdés, amely az értekezés elolvasását követően a bíráló eszébe jut. A napjainkban sajnálatosan gyakori élelmiszerbiztonsági problémák ismerete alapján azt mondhatjuk, hogy sok, nagyon sok ökológia szükséges. De milyen ökológia? Olyan alap kutatások mezőgazdasági kártevőkön, melyeket már nagyjából elvégeztek és jelenleg is végeznek természetes és modell populációkon? Törvényszerűségek megállapítása közösségek szerveződése, populációk méretének szabályozása, a fajgazdagság és közösség komplexitása kapcsolatának és más súlyos kérdések tisztázása, melyekkel az ökológia az utóbbi 50 évben egyre mélyebbre hatolva foglalkozik? Nem valószínű, mert a feladat egészen más: csökkenteni szükséges valamilyen gazdasági értéket képviselő növényi monokultúra produkciós veszteségét kórokozók és kártevők tevékenysége következtében. Ehhez az ökológiai fogalmak megfelelő ismerete és eszköztárának használata elegendő. Markó Viktor rendelkezik ezekkel és innovatív módon használja is. Az ökológiai folyamatok a mesterségesen fenntartott mezőgazdasági rendszerekben nem különböznek a természetesekétől és ez a szemléletmód jól illeszkedik abba a napjainkban világszerte elterjedt kutatási irányba, ami „ökológiai szolgáltatásként” értelmezi mindazt, ami az emberiség számára szükséges és, melynek kutatási színvonalát egyik prominens alakja, a német Teja Tscharnkte képviseli több Nature-cikkkel. Tehát semmiképpen sem egy másodrendű területről van szó. Azonban ez nem jelenti azt, hogy nincsenek fogalmi pontatlanságok az értekezésben.

Kezdhethetjük mindjárt a „szerveződéssel”, amely az értekezés címében is szerepel, és nem fedti teljesen azt, amiről az értekezés szól. Pusztán a cím alapján azt várnánk, hogy azokat a

kényszereket veszi sorra, amelyek a fajokat együttesekbe, guildekbe és közösségekbe szervezik. Természetesen nem szakcikk szíze alapján tárgyalt részproblémák ismertetését vártam, de azt igen, hogy mit ért szerveződésen. 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. Mivel ezek bőven adnak lehetőséget alternatív közösségi állapotok kialakulására, ezek elkülönítése, egyáltalán detektálásuk meglehetősen nagy feladat. Az együttes vagy közösség kialakulásának hozzá történeti faktora is van, azaz mi a megelőző állapot, honnan származnak a fajok, van-e számottevő diszperzió, amely a random vagy irányított betelepődést a fajforrásból lehetővé teszi? Ezekre nem kapunk választ, meglehet, nem is volt az értekezés célkitűzése, mégis a szerveződés-fogalom dolgozatbeli gyakori használata elviselt volna egy-két bekezdést arról, hogyan is értelmezi a jelölt. 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 *szervezetéről* és annak a kezelések miatti változásáról van szó.

Egy másik, az értekezésben rendszeresen visszatérő, valószínűleg a növényvédelmi gyakorlatban kialakult zsargont a „szabályzás”, a „szabályozzuk az ízeltlábúakat”, vagy „élőlény együttesek szabályzása” formában használ, ami egy fajta pongyolaság a szakszövegben. Nyilván úgy értendők, hogy az egyedszámukat, populáció dinamikájukat befolyásolják olyan módon, hogy azok egy gazdaságilag elfogadható egyensúlyi állapot körüli értéken mozogjanak. Nagy és bizonytalan értelmezésű kérdéskört takar. Tekintettel az együtteseket alkotó (egy adott növénykultúra tekintetében is) nagyszámú faj eltérő biológiájára és ökológiájára, a „szabályzás” kártevő-együttes szintjén való megoldása képtelenség, ha csak nem széleskörű toxicitással rendelkező peszticidet alkalmaznak, ami éppen a céllal ellentétes. Egy-egy populáció visszaszorítása lehetséges, de – ahogy az értekezés is mutatja pl. a kaolinos kezelések esetében – a populációs válaszok változatosak. De felvet egy további lényeges fogalmat is, amelyre több alkalommal hivatkozik a szerző az értekezésben, azonban sem a definícióra, sem számszerű meghatározására egyetlen faj esetében sem kerül sor. Ez a gazdasági kártételi küszöbérték. Pedig fontos lenne ismerni, hogy milyen levéltetű, vagy más kártevő szint mellett érdemes pl. a kaolin poros kezeléseket végezni. Legalább egy lényeges kártevő esetében bemutatott volna ilyen adatokat.

A harmadik pedig a „diverzitás”. Ez ismét egy pontatlanság, mert valójában a legtöbb esetben csak fajgazdagságról van szó az értekezésben. A fajgazdagság kifejezést megfelelő módon használja, de amikor szigorúan csak a faj-egyed diverzitásról lenne szó, akkor nem teszi meg a megfelelő megkülönböztetést a diverzitástól, ami így akár csak a fajgazdagság értelmet is felveheti. Az értekezésről szóló vitában, azt hiszem, nem szükséges a kettő közötti lényeges különbség magyarázata a jelenlévő szakemberek számára.

Miért említem mindezt? Mert a fogalmi használat pontossága egy magát ökológiai szemléletűnek deklaráló értekezés esetében fontos és, mert a pályázó maga is sokat tett a saját szakterületén a szemlélet kialakításáért. Szembetűnő példája ennek a Szelényi Gusztáv-féle ökológia népszerűsítése, Szelényi kandidátusi értekezésének kiadása (Szelényi 2015) és

kommentálása. Fontos itt megjegyezni, hogy bár Szelényi ismerte az akkori német és angolszász szerzőket (pl. Elton munkásságát), vagy éppen ezért, képes volt olyan funkcionális niche-fogalmat alkotni, amely – szerintem – megelőzte a később formálódót. Markó kitér a dolgozatban Szelényi Gusztáv és Balogh János vitájára is, ill. szemléletbeli különbségeikre, melyet csak azért említek, mert erre nézve saját forrásaim kissé eltérnek. Mindenesetre, Szelényi szakmai hagyatékának ápolása fontos és kandidátusi értekezésének, mely a gyakorlati szakember szemével készült, kötelező olvasmánynak kellene lennie az egyetemi ökológia oktatás angolszász dominanciájának tengerében. 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. Az is fontos, hogy a jelölt Juhász-Nagy Pál fogalmi rendszerével is tisztában van.

A fentiek ellenére úgy látom, hogy Markó Viktor személyében az ökológiai ismeretek tekintetében egy jól képzett oktató, modern kutatási hipotézisekkel és komoly statisztikai háttérrel kísérel megoldani növényvédelmi problémákat. Erre a szemléletre szükség is van, ez a fejlődés útja. De nem csak agroökológiáról van szó, hanem a fősodró ökológia szemléletének az alkalmazásáról. Előre kell azonban bocsátanom, hogy az értekezésben foglaltak növényvédelmi vonatkozásait kevésbé, az ökológiai összefüggéseket jobban ismerem, ezért a bírálatom kissé egyoldalú.

Az értekezés tárgya négy nagyobb téma. Ezek: ökofaunisztikai felmérés; kaolin kezelés hatása kártevő együttesekre; talajtakarás különböző fajtái és az ízeltlábú együttesek szerkezete; végezetül peszticid gradiens és tájszerkezet hatása almaültetvények bogárfaunájára. Mindez almaültetvényekben.

Az **ELSŐ TÉMAKÖR** tehát az almaültetvények ökofaunisztikai felmérése. A célkitűzés világos: a fajösszetétel, fajgazdagság, kevésbé 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? A pusztta fajleltározáson és (relatív) egyedszám különbségeken kívül, milyen hozadéka van az adatoknak? Erre nem találtam választ az egész 3. pontban. Természetesen kitalálható, hogy az együttesek alaposabb ismerete nem teljesen öncélú, azaz nem a „ki-mutat-ki-több-fajt” törekvéstről van szó. Ismerteti az előzményeket (elsősorban az NKI-ban, Jermy Tibor által kezdeményezett agroökoszisztéma kutatásokat), amelyek – a várakozással ellentétben – az akkor kifejezetten fajszegény rendszereknek tartott mezőgazdasági kultúrák vizsgálatával meglepően magas fajgazdagságot mutattak ki. Azóta mindez köztudott, de mire jó a fajleltár ismerete? Megoldódnak a problémák a fajgazdagság ismerete következtében? Ezekre a kérdésekre nem kapunk választ, bármennyire is értékes és, pl. az Egyesült Királyság vonatkozásában, újszerű eredmények születtek. Nem vitatható, hogy még alaposabb mintavételezések eredményeként még több faj lenne kimutatható az agrárterületeken, különösen a peszticid terhelés csökkentésével. Fontos, hogy a fajgazdagság adatai végezetül összeálljanak egy „hálózati” szemléletté, mert ehhez az első lépést jelentik. A fajsza szám megállapítása mellett a kölcsönhatások feltárása, a Szelényi-féle funkcionális aspektus,

kvantitatív táplálkozási hálózatok készítése, hálózati modulok és kulcsfajok kimutatása lennének a következő állomások.

A 3.1 pontban anyag és módszerként ismertetett számtalan adat tulajdonképpen eredmény és nem itt van a helye. A 17-18. oldalakon a kimutatott fajszám százalékos megoszlása a két ország (Magyarország és UK) között nagyjából azonos. 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 különbségeknek messze egyéb okai is lehetnek (pl. filogenetikai). Eljárása a rarefaction-módszerhez hasonlatos, amelyet a jelölt azonban nem alkalmaz. A 3.2 táblázatban a max1 és max2 fajgazdagságok kiemelésének jelentősége számomra nem világos, magyarázatra szorul. Egy külön problémát jelent az egyes ízeltlábú csoportok hozzárendelése az almaültetvényekhez, a funkcionális csoportok megállapítása és körülhatárolása. Erre Markó nem ad szempontokat. Milyen kritériumok alapján ismerte fel pl. a „turista” fajokat, vagy állapította meg a bogár guildeket (4.9 táblázat)? Elegendő feltétel-e a táplálkozás (levélen, másutt), vagy a tojásrakás és fejlődés a növényen az, ami számít? A táblázatokban megadott értékek – a mintavételi módszer ellenére, ami lehetőséget adott volna átlagok és szórások számítására – ilyenekkel nem rendelkeznek és ezért az összehasonlításuk nem lehetséges, ami valószínűleg éppen olyan fontos lenne, mint a teljes faj- és egyedszám ismerete.

A MÁSODIK TÉMA a kaolin kezelések hatása az almafán élő káros és hasznos ízeltlábú együttesek faj- és egyedszámára. A kaolin alkalmazásának jelentős előzményei vannak, bár a világirodalmi eredmények igen változatosak. A kezelés egyaránt okoz populáció csökkenést és növekedést. A kártevő rovarokra és makroízeltlábú együttesekre vonatkozóan a kezeléseket Hollandiában, az atka együttesekre nézve Magyarországon végezte. Az utóbbiak vizsgálata fontos hézagpótló munka. A kaolint 2,5-3 %-os szuszpenzió formájában alkalmazták, évente általában 12 alkalommal. Ez meglehetősen nagy mennyiséget jelent a levélfelületen és az embernek erről a cementgyárak környezetében látott növények jutnak az eszébe. Segített volna néhány fénykép elhelyezése erről az értékezésben. A parcellák fele kontroll volt, de azt nem említi, hogy vizes+metanolos permetezés volt-e ezeken. Az sem világos, hogy 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? Az ízeltlábú együttesekre gyakorolt hatás mellett kiemelten foglalkozik a levéltetvek és a pókhálós almamoly, a vértetű, az alma-gyümölcsdarázs és a már említett atka együttesekre gyakorolt hatással. Statisztikai értékelések szignifikáns különbségekre mutatnak a kezelések között, de nyilván el kell gondolkodni azon, hogy érdemes-e a gyakorlatban is védekezni, ha – mint pl. a 4.3 táblázatban – a kezelt és kontroll *Aphis pomi* telepek fánkénti átlagos száma 0,1 és 0,2. És az ilyen eredmény elég gyakori. Amennyiben ezekből kezelési hatékonyságot számolunk még egy 50 %-os különbség sem bizonyos, hogy indokolja a kezelést, tekintve, hogy a gazdasági kártételi küszöbről sem a szóban forgó, sem más fajok esetében a bírálónak bizonyosan nincs ismerete, viszont a jelöltnek esetleg igen, de nem közli (pl. 33. old., bekezdés közepe, 53. old., 3. bek. és másutt). Viszont nagyon jók az egyes al-részek után következő (a cikkek diszkusziójának megfelelő) értékelések, ahol az összes vizsgált szempontot együtt láthatjuk,

pl. a 4.2.2, 4.3.2 és más pontok. Ezekből kiderül, hogy a kaolin-kezelés hatásai ellentmondásosak, az egyes ízeltlábú csoportok – amint az várható volt – eltérő módon reagáltak a kezelésekre. Míg a bimbólikasztó bogár, az alma-gyümölcsharapsz, vagy a pajzstetvek populáció méretére nézve általában csökkentő hatású volt, addig egyes levéltetűfajokra, pl. a vértetvekre, Heteroptera együttesek faj-egyed diverzitására, vagy levélaknázófajokra egyenesen pozitív hatást gyakorolt. Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy nincs egyetlen jó megoldás és a kártevő életmódja jelentősen befolyásolja az eredményt, ezért egy kártevő együttes esetében nem várhatunk egy irányba mutató eredményeket. De egyben ez az értéke is a komplex vizsgálatoknak. Az egyidejűleg jelen lévő különböző fajminősítésű populációkat nem csak a kezelés, hanem kölcsönhatásaik is befolyásolják, amint azt a jelölt is kiemeli. Legfontosabb e tekintetben a természetes ellenségek viselkedése, amely több esetben gyors visszatelepülést mutatott, még ha a kezelés maga negatív hatású volt is (pl. egyes ragadozó poloskák, pókok).

A **HARMADIK TÉMA** a gypeszint különböző borítottságú állapotainak hatását tárgyalja az almaültetvényekben található ízeltlábú-együttesek összetételének kialakításában. Ezzel összefüggésben több hipotézist is ismertet, amelyek a környezet szerepének különböző aspektusait emelik ki, amit az együttesek szerveződésében betölt. Ezek a természetes ellenségek, forráskoncentráció és a redundancia hipotézis. Az utóbbi a fajgazdagság és ökológiai funkciók összefüggését magyarázó négy elmélet közül egy, bár a legfontosabbnak látszó modell. Azt fogalmazza meg, hogy a fajgazdagság növekedésével hasonló funkciójú fajok jelennek meg az együttesekben, melyek fajvesztések esetén is biztosítják a működést, mintegy stabilizálva a rendszert. Azonban a fajgazdagság (komplexitás) és stabilitás kapcsolata egyben az egyik legellentmondásosabb viszony. A józan ész logikája – természetes módon – arra hajlik, hogy a több lábon álló, „diverzebb” rendszerek egyben stabilabbak is. Ez azonban koránt sem ennyire evidens, mert a komplexitás növekedésével a kapcsolatok száma csökken. A tapasztalatok szerint, ami a stabilitást fenntartja, az a kölcsönhatások minősége: azaz gyenge *per capita* hatások között csak elvétve vannak jelen erősek. Sajnálatos, hogy a vizsgálatok elvégzése után a jelölt már nem tér ki arra, hogy eredményei melyik hipotézist támogatták.

A Nyírségben végrehajtott talajfelszíni kezelésekkal (gyommentes, gyepes és virágzó lágyszárúakkal telepített sorközök) azt vizsgálták, hogy a talajtakarás különböző módjai hogyan befolyásolják a fitofág és ragadozó atkák, a levélaknázó molyok és parazitoidjaik, a levéltetvek és ragadozóik és a pók együttesek fajösszetételét, faj-egyed diverzitását és denzitását az almafák lombkoronájában. A célkitűzéseit 9 pontban sorolja fel. Ezek taxonok szerint különülnek el. Mintavételezést 6 éven át végeztek. A vizsgálat két szempontból is érdekes. Egyrészt, a természetes ellenségek jelenlétét differenciáltan erősítik a sorköz-kezelések, másrészt a lombkorona és a talajszint közötti kapcsolatokat tárják fel. Ez a rész rendkívül nagyszámú és részletes vizsgálatot tartalmaz, alapos statisztikai analízisekkel, ami az értekezés kiemelkedően fontos részévé teszi terjedelemben és sokrétűségében. 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. Néhány sorral alább ugyanezen az oldalon azt állítja, hogy „Vizsgálatunkban igazoltuk, hogy az *Amblyseius andersoni* és a *Typhlodromus pyri* közötti **kompetíció** és intraguild predáció kimenetelét, a fizikai környezet (levél szőrözöttség) mellett, ... **valószínűleg** a leveleken megtapadó pollen mennyisége határozza meg.” Vagyis, ezen a helyen már tényként kezeli a versenyt, sőt a háttérre nézve is feltételezéssel él, ami azonban nem megengedett. Bár más szerzők verseny-vizsgálatokat végeztek és ez háttér okok megfogalmazására jogosítja ezeket, a jelen esetben nem így történt. Hasonlóan nem egyértelmű, hogy a 85. és 107. oldalakon állított növényi verseny feltételezett-e vagy bizonyított.

A rész olvasása során több kisebb jelentőségű kérdés is felmerült. 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. A viszonyt meghatározza az, hogy a hangyák nagyrészt helyhez kötöttek, míg a katica imágók nem és random betelepülést mutatnak (egyéb afidofágok befolyásáról nem beszélve). A levéltetvek populációméret változásait az afidofágok inkább követték és nem befolyásolták. Felvetődik, hogy az eltérő növénytakarásokban nem jelentek-e meg más levéltetű fajok olyan egyedszámban, amelyek az afidofágokat elvonták a zöld alma-levéltetvek intenzív fogyasztásától? Történt-e erre nézve vizsgálat? 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.

Eredményként vegyes kép alakult ki: egyes kártevők egyedszáma csökkent, másoké változatlan volt a talajtakarás módjával összefüggésben. Általában a gyommentes kezelésben vizsgált együttesek összetétele tért el legnagyobb mértékben. Nem találtak bizonyítékot arra, hogy a zöld alma-levéltetveket a természetes ellenségek korlátozták volna. A pók együttesek egyedsűrűségét jelentősen növelte a sorközökbe telepített növényzet, ellenben a kártevők egyedszámának csökkentésében játszott szerepüket nem sikerült bizonyítani. Ebben valószínűleg az is közrejátszott, hogy a pók denzitás növekedtével ezek parazitoidjainak az aktivitása is emelkedett. A természetes ellenségek populációinak fennmaradását általában segítik a virágos növények pollenjével vagy nektárjával való táplálkozás.

A **NEGYEDIK RÉSZ** a nyírségi almatermesztési körzetben, 12 helyen vizsgálja a peszticid gradiens (kumulatív peszticid hatás) és a termesztési terület környezete táj-léptékű elemeinek (mezőgazdasági terület, erdő, más gyümölcsültetvény stb.) hatását kártevő és hasznos bogár-fajok denzitására. Három hipotézist fogalmaz meg és feltételezi, hogy a természetes ellenségek nemcsak érzékenyebbek a védekező szerekre, de rezisztencia is ritkábban alakul ki ezekre közöttük. Míg az első szempont – bár kimondatlanul – utal a Volterra-elvre és ebben igaza is van, 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

elég széles fajspektrumot vizsgáló irodalom? A peszticid-terhelés részletesebb tárgyalást érdemelne azért, mert valószínű, hogy az egyes ültetvényekben eltérő összetételű és hatású peszticideket alkalmaztak, melynek következtében a kumulatív hatás is eltérhet azonos koncentrációk mellett. Két lépték mellett vizsgált modelleket: az első „ültetvény modell”, a második „tájszerkezeti modell”.

Az eredmények ellentétesek voltak feltételezésekkel: az almaültetvényekben megtalálható fitofág bogár együttesek egyedszáma csökkent a peszticid terhelés növekedésével, ellenben a ragadozó bogaraké és a turista fajoké nem mutattak ilyet. Ez éppen az utóbbiak rezisztencia-állapotára is utalhat, bár a jelölt az eltérő diszperziós képességgel magyarázza. Nem vonható kétségbe, hogy a ragadozókra általában a nagyobb mozgékonyág jellemző és ez érvényes az ízeltlábúakra is, de az is tény, hogy a jelölt erre nézve nem végzett vizsgálatokat és a nevezett helyen a dolgozatban sem hivatkozik ilyen irodalmi forrásokra. Másrészt, a táji környezet nem hatott az almát fogyasztó fajokra, ellenben a ragadozó, gombafogyasztó és turista fajokra igen. Az utóbbival összefüggésben nem hagyható figyelmen kívül a ragadozó-zsákmány kapcsolat alapvető vonása – a numerikus fáziskésés – sem, melyet a táji hatásba bele kell számítani. A peszticid és a táji hatás kapcsolatban áll a diszperzióval is, ahogy azt a jelölt helyesen kiemeli. Bár ennek kimutatására és intenzitására nézve nem történt vizsgálat, mint lehetséges mechanizmusként való felvetése jogosnak látszik, ami nem csak egyes bogárfajok biológiájával van természetes összefüggésben, hanem a tájszerkezet szezonális átalakulásával (aratás, agrotechnikai beavatkozások) is. E tekintetben érdekes a jelölt azon megállapítása, hogy a ragadozó rovarok, mint pl. a harlekin és más katicafajok számára – fejlődési és élőhely sajátosságok következtében – az almaültetvények tavasszal nyelő élőhelyként funkcionálnak. Ugyanakkor az értekezésben sokat emlegetett turista fajokkal összefüggésben megjegyzendő – és ez már Moran és Southwood (1982) cikkének közzététele után felvetődött –, hogy a turistának nevezett fajok valójában fontos zsákmánycsoport a helyben maradt ragadozók számára és nem tekinthetők úgy, mint egy, a helyi közösségi kapcsolatoktól független csoport. Emiatt ezek szezonális mozgásának jelentősége lehet a ragadozó populációk szélsőséges dinamikájának csökkentésében. Erről az utolsó, negyedik részből összességében az mondható, hogy robusztus modelljeivel érdekes eredményeket mutat be.

Foglalkoznunk kell az értekezésben alkalmazott módszerekkel is. Ezek elsősorban a mintavételezési és értékelési eljárások, beleértve a statisztikai módszereket is. A bírálatban az egyes témakörökkel összefüggésben már tettem megjegyzéseket, ezeket itt nem ismételtem meg. Általában a jelölt alapos mintavételezésre törekedett, a tradicionális ökológiai módszerek széles körét alkalmazva (kopogtatástól az egyedi mikroszkópos vizsgálatig). A minták értékelése az egyedszámolástól a gyümölcskártétel megállapításáig terjedt. Nem lehet kifogásunk a sokféle és jól alkalmazott statisztikai eljárás ellen sem, melyek használatában szakemberektől segítséget kapott, remélhetően azonban önmaga is kellően megismerkedett bennük. A mai középkorú és idősebb kutatóknak rendszerint nagy segítséget jelent az, hogy a hallgatóik minden nehézség nélkül elsajátítják az R-programkörnyezetben végezhető statisztikai eljárásokat. Specifikusan az egyes témakörökre vonatkozó további megjegyzések: az első témakörben nem alkalmazott statisztikai módszereket az értékelésre, általában faj- és egyedszámokat találunk a táblázatokban. A

második, harmadik és negyedik témában igen változatos, az adott részfeladathoz illő statisztikai tesztekkel találkozunk, nagy választékban (paraméteres és nem-paraméteres módszerekkel egyaránt).

A dolgozat alaktanáról, stílusáról:

Olvasmányos, nyelvezete jól követhető, bár sok idegen kifejezést használ, pl. fitness, ami a magyar szóhasználatban „rátermettség”, vagy a „habitat”, amely helyett az „élőhely” jobb lett volna. Az elütések száma relatíve nagy ahhoz képest, hogy a szövegszerkesztés során ezeket könnyen javíthatta volna. Az értekezés az irodalmi jegyzékkel együtt 147 oldal. A Bevezetés (az új védekezési módszerek helye, jelentősége) 11 oldal; az ízeltlábú fauna felmérése (UK és Mo) 14 oldal; a kaolinrészecske film kezelések 36 oldal; a gypszint szerepe az ízeltlábú együttesek szerveződésében 48 oldal; a peszticid gradiens és tájszerkezet hatása 14 oldal. Nincs viszont egy általános összefoglaló. Az irodalmi források 450 tétele (melyekből 44-ben első vagy társszerző) 21 oldalt használ el, az appendixek pedig 12-t. Ahogy azt szokás megemlíteni, az irodalom jegyzék pontossága és használata tükrözi az alaposságot. E tekintetben az értekezés átlagos: a szövegből 5 hivatkozás hiányzik, ugyanennyi az irodalom jegyzékéből, amelyek viszont a szövegben megtalálhatók, nincs 7 esetben az ugyanolyan évben megjelent forrás megkülönböztetve, mint „a” vagy „b”, nem tisztázott 2 irodalom, és 3-nál évszám elírás van. A lapszéleken ezen kívül számos kis jelentőségű megjegyzést tettem.

Az értekezésben 31 ábra és 41 táblázat található, ezeken kívül 9 táblázat és ábra a függelékben található meg. Általánosságban az elrendezésük és áttekinthetőségük megfelelő.

A tézis-füzet viszont teljes félreértés. Ez egy kis disszertáció a maga 32 oldalas terjedelmével. Feleslegesen részletes, elegendő lett volna a fontosabb eredmények (az a 18 bekezdés, melyek ezeket összefoglalják) és az összefüggések kiemelése.

A bíráló beférése előtt szeretnék visszatérni a növényvédelem és az ökológia kapcsolatára és ismét feltenni a kérdést: mennyi ökológiára van szüksége a növényvédelemnek? A válasz az, hogy nagyon sokra és egyre inkább a finom részletekre. Nemcsak a mondanást megerősítendő, mely szerint az ördög a részletekben bújkál meg, de ezért is. A haszonnövényeken kialakuló együttesek és közösségek, legyen az a kultúra – az agrotechnikai és más kezelések következtében – fajszegény, mégis csak kölcsönhatásokban lévő fajokat jelent. A következő lépések – ahogy a precíziós mezőgazdaság is már centiméteres léptékű talajheterogenitásban gondolkodik – a fajkapcsolatok és táplálkozási láncok feltárását, indirekt és ún. tulajdonságok által közvetített kapcsolatok megismerését és precíziós beavatkozást kíván majd meg. Meg kell tudni, hogy melyek a kulcsfajok, milyen intenzitású legyen a zavarás (permetezés, agrotechnika), hogy a legnagyobb fokú faj-egyed diverzitás fennmaradjon, mely részeket kell kihagyni a védekezésből, mert ott a talaj sajátosságai következtében a növény képes megküzdeni a kártevőivel, tájleptékű hatásokat vizsgálni, melyet ez a dolgozat is pedzeget, és így tovább. Mindehhez – Szelényi szellemében – a zoo-, de inkább azt mondanám az agrobiocönózis alaposabb megismerése szükséges, melyhez a maga módján ez az értekezés is hozzájárult.

Azt hiszem, hogy az elvtelen dicséret éppen olyan visszataszító, mint a pusztán negatív bírálat. Szeretném azt a látszatot elkerülni, hogy csak az utóbbival éltem és kiemelem, hogy hatalmas munka, jó eredmények találhatók az értekezésben, amelyeket modern ökológiai kontextusban tárgyal Markó Viktor. Tájékozott az irodalomban, valamint tudatában van és az értekezésben meg is valósítja, hogy a statisztikai értékelések lényeges részét képezik az adatfeldolgozásnak.

E nagylélegzetű munka főbb eredményeinek a következőket tartom:

1. Következetes ökológiai szemléletét, amely nem csak a magyar iskola, hanem a modern nemzetközi ökológia eszközrendszerét is magában foglalja.
2. Jelentősen gazdagította ismereteinket az almaültetvények ízeltlábú faunájáról.
3. Környezetkímélő módszert (kaolin filmet) alkalmazott és vizsgálta hatását ízeltlábú együttesek faj-egyed diverzitásán és populáció méretén. Ennek során kimutatta, hogy az egyes kártevő és funkcionális csoportok eltérő mértékben válaszolnak a kezelésre és populáció méret korlátozás is elérhető.
4. Kimutatta, hogy a talajfelszín borításának hatása az alma lombkoronájában élő ízeltlábú együttesek szerkezetére igen eltérő: a gypszint a takácsatkák betelepülését, virágzó növények jelenléte pedig a ragadozó atkák és a levélaknázó molyok parazitoidjainak jelenlétét segíti, bár populáció méret szabályozás nem mutatkozott. A gyümölcskártételt sem befolyásolta a talajtakarás, ellenben a zöld alma-levéltetű elleni biológiai védekezést igen. Összességében a virágzó növények növelik a természetes ellenségek jelenlétét.
5. A tájszerkezet változatossága, az almaültetvények közvetlen környezete erős hatást gyakorol a lombkorona bogár együtteseinek a szerkezetére és egyedsűrűségére és ez tükrözi a környezet sajátosságait.

Összefoglalva: újszerű az értekezés erős ökológiai szemlélete, ami a környezetkímélő növényvédelmi módszerek alkalmazásához nélkülözhetetlen. Eredményei alapján az értekezést nyilvános vitára alkalmasnak tartom.

Budapest, 2017. szeptember 17.

Szentesi Árpád, DSc