

A biológiai védekezés hazai és nemzetközi trendjei

The main Hungarian and international trends in biological control

Bereczki Krisztina¹ és Báldi András²

¹ Szent István Egyetem, Környezettudományi
Doktori Iskola

2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

² Magyar Tudományos Akadémia – Magyar Természet-
tudományi Múzeum, Állatökológiai Kutatócsoport
1088 Budapest, Baross u. 13.

E-mail: bereczki.krisztina87@gmail.com

Krisztina Bereczki¹ and András Báldi²

¹ PhD School in Environmental Sciences,
St. István University

H-2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1, Hungary

² Animal Ecology Research Group, Hungarian
Academy of Sciences and Hungarian Natural
History Museum

H-1088 Budapest, Baross u. 13, Hungary

Összefoglalás

A mezőgazdasági kártevők elleni védekezést az elmúlt évtizedekben a növényvédő szerek dominanciája jellemezte. Az alkalmazásuk kapcsán felmerülő környezeti és egészségügyi gondok felismerése azonban egyre inkább a biológiai védekezés felé irányítja a figyelmet. E – nemzetközi és hazai irodalmi adatbázisok elemzésén alapuló – cikkünkben a biológiai védekezés hazai és nemzetközi kutatási irányvonalainak feltárására törekszünk. Leginkább arra a kérdésre keressük a választ, hogy a hazai kutatások hogyan tükrözik a nemzetközi trendeket. Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy mind a hazai, mind a nemzetközi tanulmányok számos különböző tudományterületet átölő folyóiratban jelentek meg. A nemzetközileg legnagyobb arányban képviselt tudományterületek a rovartan, a mikrobiológia és biotechnológia, a növénytan és az ökológia. A hazai kutatások jól illeszkednek ezekhez a trendekhez, bár a biológiai védekezéshez kapcsolódó rovar- és ökológiai vizsgálatok terén jelentős az elmaradásunk. A megjelent cikkek alapján készült elemzésünk szerint tehát e területek erősítése javasolható a hazai kutatásokban.

Kulcsszavak: *biokontroll, ISI Web of Science, agrár-irodalmi adatbázisok, környezetbarát gazdálkodás*

Summary

The control of agricultural pests has been dominated by pesticides in the last decades. The recognition of environmental and health problems related to pesticide applications, however, have been drawing the attention to biological pest control. In this paper, based on the analysis of international and national literature databases, the Hungarian and international trends of biological control are strived to be explored. The main question presented is how Hungarian research reflects the international trends. Results revealed that both Hungarian and international studies have been published in various interdisciplinary scientific journals. The disciplines represented mostly include entomology, microbiology and biotechnology, plant sciences and ecology. Hungarian research fits well into this pattern, but there is a considerable lack in entomological and ecological studies related to biological control. Hence, on the basis of the literature databases involved, support of these disciplines in the Hungarian research activities is recommended.

Keywords: *biocontrol, ISI Web of Science, agricultural databases, environmentally friendly farming*

Földünket nem egyedül lakjuk, hanem fajok millióival osztjuk meg. Ez pedig számos kapcsolat kialakulását vonja maga után. E kapcsolatok egyike, amikor az élőlények – a mikroorganizmusoktól egészen az emlősökig – tevékenységük révén az ember számára hasznos

termékeket (állati vagy növényi eredetű élelmiszereket, faipari alapanyagokat, rostanyagokat stb.) mennyiségükben vagy minőségükben károsítanak. Ezen élőlényeket kártevőknek nevezzük [Flint és van den Bosh 1981].

Az emberi társadalmak az idők kezdete óta küzdelmet folytatnak a kártevők, különösen az élelmiszertermelést veszélyeztető mezőgazdasági kártevők ellen [Hajek 2004]. E küzdelem méretét jól jelzi, hogy a kártevők a potenciális termés 25-50%-ának pusztulását idézik elő globálisan minden évben [Pimentel és mtsai 1989]. A növekvő emberi populáció élelmiszer-ellátásának biztosításához tehát hatékony kártevő-szabályozásra van szükség.

A kártevők elleni védekezés az idők folyamán jelentős változáson ment keresztül. A második világháborút követően a szintetikus növényvédő szerek dominanciája háttérbe szorította a biológiai és mechanikai védekezési módokat, s a XX. század utolsó évtizedeire a növényvédő szerek használata vált a kártevők elleni védekezés legáltalánosabb módjává [Van Driesche és Bellows 1996]. Alkalmazásuk ugyanakkor számos veszélyt rejt magában. A kijuttatott növényvédő szerek az élelmiszereinken túl elszennyezik a levegőt, a talajt, a felszíni és a felszín alatti vizeket [Darvas és Székács 2006]. Ráadásul a táplálékhálózaton keresztül felhalmozódnak a fogyasztók szervezetében és számos ökotoxikológiai problémát okoznak [Carson 1962, Darvas 2008, Warren és mtsai 2008].

A legtöbb mezőgazdasági kártevő ugyanakkor rövid generációs idejének köszönhetően hamar ellenállóvá vált a növényvédő szerekkel szemben [Pimentel és Lehman 1993]. Az évente kiszórt több millió tonna növényvédő szer így általában gyorsabban pusztítja el a kártevők természetes ellenségeit, mint magát a kártevőt, így gyakran eredményezi egy másodlagos kártevőpopuláció felbukkanását [Naylor és Ehrlich 1997]. E káros hatások felismerése vezetett a biológiai védekezés integrált növényvédelemben (*integrated*

pest management, IPM) betöltött központi szerepéhez, melynek célja a kártevő–ragadozó egyensúly helyreállítása az agro-ökoszisztémákban [Naylor és Ehrlich 1997].

De mit is értünk valójában biológiai védekezés alatt? A legerjedtebb és legáltalánosabban használt definíciót Eilenberg adta. Ennek alapján biológiai védekezésnek nevezzük a kártevők elleni védekezés azon formáját, amely során élő szervezetet alkalmazunk valamely kártevőpopuláció elnyomására, s így az adott népesség által előidézett gazdasági kárt csökkentjük [Eilenberg és mtsai 2001]. A biológiai védekezés tehát az ember által tudatosan használt védekezési lehetőség, melynek három alapvető stratégiáját különböztetjük meg attól függően, hogy a természetes ellenségeket milyen módon alkalmazzuk [Van Driesche és Bellows 1996]. E stratégiák közül talán legismertebb, s az elmúlt évtizedek során legnagyobb sikerrel alkalmazott módszer a klaszikus biológiai védekezés [Hajek 2004]. E stratégia során ragadozó- vagy parazitafaj megtelepítése történik idegenhonos vagy natív kártevőpopuláció hosszú távú szabályozás céljából [Eilenberg és mtsai 2001]. Ezzel szemben a második stratégia célja nem a természetes ellenségek önfenntartó populációinak létrehozása, hanem az adott élőhelyen jelenlévő, de hatékony szabályozást nem nyújtó populáció egyedszámának növelése laborban tenyésztett egyedek kijuttatása által [Van Driesche és Bellows 1996]. A harmadik stratégia pedig a természetes környezet



Bereczki Krisztina

2010-ben végzett az ELTE-n oklevéles környezetkutatóként. Jelenleg a Szent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskolájának első éves hallgatója. Kutatási témája a madarak hernyókártevők elleni védekezésben betöltött szerepének vizsgálata az erdőtermészettség függvényében. Érdeklődési körébe tartozik továbbá a környezetbarát erdő- és mezőgazdálkodási módok megteremtésének lehetősége.



Báldi András

Ökológus kutató, az MTA doktora (biológia), az MTA–MTM Állat-ökológiai Kutatócsoport tudományos tanácsadója. A biológiai sokféleséget, az élővilág gazdagságát vizsgálja különböző mezőgazdasági területeken a kezelés függvényében. Újabb az ökoszisztéma-szolgáltatások kutatása érdekli, elsősorban az ökológiához kapcsolódó területek, mint a természetvédelmi biológiai védekezés, továbbá az együttműködés más tudományterületekkel. A Szent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskolájának tisztagja, a *Society for Conservation Biology – Europe* soros elnöke, illetve az MTA Természetvédelmi és Konzervációbiológiai bizottságának titkára.

helyreállítására törekszik az adott élőhelyen őshonos ragadozó- és parazitafajok populációinak, valamint az általuk nyújtott természetes kártevő-szabályozásnak a megőrzése érdekében [Ehler 1998].

Hazánkban az IPM rendszerén belül kiemelt szerep jut a biológiai védekezésnek [Fischl 2000]. Ennek ellenére 2005-ben mindössze 122 ha területen alkalmaztak biológiai védekezési eljárást, s ezen belül a paprika és a paradicsom biológiai védelem alá vont területe a legnagyobb [Budai 2006].

A kártevők közül a molytetvek elleni védekezés érinti a legszélesebb területet, mely ellen leginkább parazitáját, a molytetű fűrkészt (*Encarsia formosa*) alkalmazzák [Balogh 1991]. Emellett tripszek (Thysanoptera) és levéltetvek (Hemiptera) elleni védekezés ölel fel nagyobb területet, valamint a talajból fertőző kórokozók ellen alkalmaznak mikrobiológiai készítményeket [Budai 2006]. E készítmények, az ún. biopreparátumok fő forgalmazói holland és belga cégek [Polgár 2008].

Az egyes biopreparátumok és biológiai védekezési stratégiák sikeres alkalmazásához azonban megfelelő tudásbázisra van szükség. Rosszul kivitelezett biológiai védekezés esetén ugyanis az alkalmazni kívánt természetes ellenség maga is könnyen kártevővé válhat az ember számára hasznos élőlények pusztítása nyomán [Standovár és Primack 2001]. A biológiai védekezés alkalmazása során tehát mind a kártevő, mind a természetes ellenség biológiájáról és ökológiájáról több háttérinformációra van szükség, mint a kémiai eljárások esetén [Hajek 2004]. Mindez a kutatás jelentőségére hívja fel a figyelmet.

Irodalmi adatbázisokon alapuló elemzésünk célja a biológiai védekezés hazai kutatótsági helyzetének áttekintése, erősségeinek, trendjeinek feltárása, mindezt a nemzetközi kutatások tükrében értékelve. Végül a hazai kutatások esetleges hiányosságaira mutatunk rá. Főbb kérdéseink a következők: Milyen a kutatások globális földrajzi eloszlása, illetve Magyarországon mely intézményekhez köthető a legtöbb kutatás? Mely folyóiratokban jelennek meg a nemzetközi és hazai kutatási eredmények? Milyen arányban jelenik meg a biológiai védekezés három stratégiája a nemzetközi, illetve a hazai szakirodalomban? Emellett vizsgáljuk, hogy a nemzetközi kutatások milyen szakterületeket ölelnek fel, illetve hogyan illeszkednek mindehhez a hazai kutatások.

Módszerek

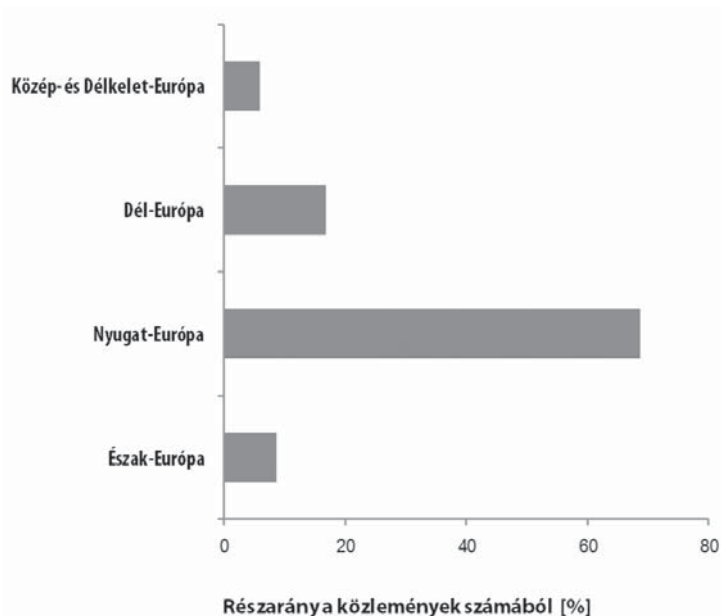
A biológiai védekezés hazai és nemzetközi irányvonalainak feltárásához az *ISI Web of Science* adatbázisát vettük alapul. Ezen adatbázisban a „*biological control*” or *biocontrol*) keresőszót alkalmazva listáztuk az összes, valamint a magyar szerzős cikkeket az 1975-től napjainkig terjedő időszakban (letöltés dátuma: 2010. december 8-9.). A keresés a címre, az összefoglalóra és a kulcsszavakra terjedt ki. Az így kapott találatok jelentették további elemzéseink alapját. Vizsgáltuk a cikkek földrajzi és intézményi eloszlását, témáját, valamint a cikkeket megjelentető folyóiratok tudományterületi megoszlását.

Emellett a magyar cikkek felkutatásához az Országos Mezőgazdasági Könyvtár és Dokumentációs Központ (OMGK) számítógépes adatbázisát, valamint a magyar folyóiratok tartalomjegyzékeinek kereshető adatbázisát (MATARKA) használtuk. Ezekben az adatbázisokban a „biológiai védekezés” és a „biológiai növényvédelem” keresőszavakat alkalmaztuk. Az OMGK esetében az 1986-tól napjainkig terjedő időszakban megjelent magyar agrárcikkeket vizsgáltuk, míg a MATARKA esetében egészen 1800-ig visszamenőleg terjedt ki a keresésünk. Külön figyelmet szenteltünk az OMGK és a MATARKA találati listáinak összefésülésére. A találatok listázásának időpontja: 2010. december 16. A keresés ezen adatbázisokban cím alapján történt.

Eredmények és megvitatásuk

Az *ISI Web of Science* irodalmi adatbázisban 23 707 találatot kaptunk. Ezek közt 111 magyar szerzős munka található, melyből 55-nek kizárólag magyar szerzője van. Az összes találat 86,1%-a eredeti kutatási eredményt bemutató cikk, míg 5,3%-a az addigi kutatási eredményeket összegző, áttekintő cikk. A magyar szerzős találatok esetében azonban az áttekintő cikk aránya 10,8%, vagyis duplája a nemzetközinek.

Az OMGK adatbázisában 757 hazai agrárcikket találtunk az 1986-tól 2010-ig terjedő időszakban. A MATARKA adatbázisban 29 olyan tanulmány található, amely nem fed át az OMGK adatbázisával, vagyis összesen 786 biológiai védekezéssel kapcsolatos találatot kaptunk a hazai adatbázisok alapján.



1. ábra A cikkek Európán belüli százalékos eloszlása az ISI Web of Science alapján.
N=8749

A földrajzi eloszlás globálisan

Az ISI Web of Science adatbázisa alapján a tanulmányok leginkább Észak-Amerikához és Európához köthetők. Európán belül leginkább a nyugat-európai országokhoz, míg a közép- és délkelet-európai régió részesedése a legalacsonyabb (1. ábra).

A magyar szerzős cikkek intézményi eloszlása

A magyar szerzős impakt faktoros folyóiratban jelent cikkek intézményi eloszlását tekintve kiemelkedően magas a Magyar Tudományos Akadémiához kötődő munkák százalékos aránya (38,7%). Az ISI Web of Science besorolása szerint e munkák legnagyobb része biotechnológia és alkalmazott mikrobiológia (36,6%), illetve rovartan (27,9%) területéhez tartozó folyóiratokban jelent meg. Egyetemünk közül a Szegedi Tudományegyetem (14,4%), a Szent István Egyetem (9,0%), illetve az Eötvös Loránd Tudományegyetem (6,3%) részesedése a legnagyobb. Közülük a SzTE és az ELTE vizsgálataiban a biotechnológiai és mikrobiológiai, míg a SzIE munkáiban a rovartan kutatások aránya a legnagyobb. A hazai székhelyű kutatóintézetek közül a Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóközpont (MBK) kötődik a magyar

szerzős cikkek legnagyobb aránya (7,2%), a Magyarországon működő nemzetközi szervezetek közül pedig kiemelkedik a CABI (Centre for Agriculture and Biosciences International) részesedése (12,6%).

A biológiai védekezés főbb folyóiratai globálisan és Magyarországon

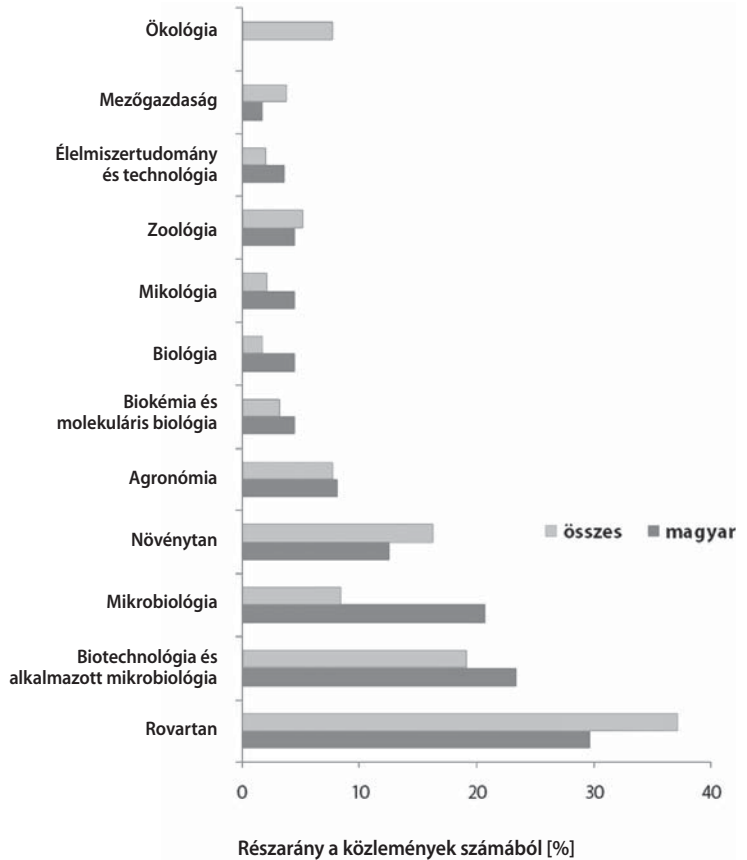
Az elmúlt évtizedekben a biológiai védekezés különböző területein dolgozó kutatók közti kommunikációt nagyban segítette a biológiai védekezés nemzetközi szervezete (International Organization for Biological Control) által megjelentetett folyóirat, a *BioControl* (1956 előtt *Entomophaga*). Emellett 1991-ben két új folyóirat (*Biological Control: Theory and Application in Pest Management*

[kiadó: Elsevier], *Biocontrol Science and Technology* [kiadó: Taylor & Francis]) kezdte meg működését. E lapokban megjelenő cikkek mindössze 13,1%-át teszik ki az összes biológiai védekezés területén megszerzett tudást bemutató munkának. A magyar szerzős cikkek esetében ez az arány tovább csökken (9,9%). Mindez előrevetíti, hogy a biológiai védekezés területén végzett hazai és nemzetközi kutatások, valamint elméleti munkák számos különböző tudományterület folyóirataiban jelentek meg. E folyóiratok között legnagyobb arányban növénykórtani (pl. *Phytopathology*, *Plant Disease*), rovartan (pl. *Environmental Entomology*, *Journal of Economic Entomology*) és mikrobiológiai (pl. *Applied and Environmental Microbiology*) lapok találhatóak. Mindemellett ökológiai és mezőgazdasági folyóiratokban (pl. *Crop Protection*, *Agriculture, Ecosystem & Environment*) is jelentős számú biológiai védekezést érintő cikk jelent meg. A magyar szerzős cikkek esetében is hasonló arányok figyelhetők meg, bár kiemelendő a mikrobiológiai és biotechnológiai lapok magas részesedése (pl. *Applied and Environmental Microbiology*, *Journal of Applied Microbiology*, *Journal of Biotechnology*).

A hazai és a nemzetközi kutatások témáinak összevetése

A biológiai védekezés eredményeit bemutató folyóiratok elemzésekor láthattuk, hogy rovarani, mikrobiológiai és biotechnológiai, növénytani, valamint ökológiai kutatások teszik ki a biológiai védekezéssel kapcsolatos munkák nagy részét (a tanulmányok 88,8%-át). Érdekes eredmény, hogy a biológia egyes részterületei, mint például a rovartan, a mikrobiológia vagy a növénytan sokkal nagyobb arányban vannak jelen, mint maga a biológia. Mindezt a vizsgált tanulmányok témákba sorolásának módja magyarázza. A „biológia” kategóriába azok a munkák kerültek, melyek több, különböző szerveződési szinten álló szervezet tanulmányozását végezték, illetve több tudományterület módszereit vették alapul, s ezáltal nem sorolhatók valamely szűkebb kategóriába. Eredményeink ezen átfogó tanulmányok alacsony arányát jelzik a specializált tudományágakhoz tartozó munkákkal szemben.

Amennyiben az összes és a magyar szerzős cikkek témáját együttesen vizsgáltuk azt tapasztaltuk, hogy bár a magyar tanulmányok nagyjából tükrözik a nemzetközi trendeket, néhány témában magas a magyar szerzős munkák részesedése, míg más témákban alacsony (2. ábra). A magyar szerzős tanulmányokon belül nagyobb a biotechnológiai, mikrobiológiai, biológiai és élelmiszer-technológiai kutatások aránya, mint a teljes nemzetközi mezőnyben. Ezen kutatási témákban, különösen a mikrobiológiai kutatásokban tehát kétség kívül „erősek” vagyunk. Jelentős az elmaradásunk ugyanakkor a biológiai védekezéshez kapcsolódó rovarani, növénytani, mezőgazdasági, illetve az ökológiai kutatások terén. Ez utóbbi téma esetében figyelhető meg a legnagyobb hiányosság a nemzetközi kutatások részesedéséhez



2. ábra A magyar szerzős és az összes biológiai védekezést érintő tanulmányok tudományágankénti százalékos aránya az ISI Web of Science adatbázisa alapján

viszonyítva. Az *ISI Web of Science* adatbázisának elemzése alapján tehát elmondható, hogy a biológiai védekezés területén végzett hazai kutatások elsősorban a mikro-szervezetek alkalmazására, s ezen alkalmazások technológiai megoldására koncentrálnak, és hiány mutatkozik az alkalmazott ökológiai kutatásokban.

A tanulmányok tudományágankénti százalékos arányát bemutató ábrán csak azokat a témákat tüntettük fel, amelyekben magyar és nemzetközi cikk egyaránt található, illetve a cikkek összevont aránya meghaladja az 5%-ot. A világos oszlopok az összes (N=23 707), a sötét oszlopok pedig a magyar szerzős cikkek (N=111) százalékos arányát mutatják. Mivel egy tanulmány esetenként több témába is besorolható, a témák százalékos aránya meghaladja a 100%-ot.

A biológiai védekezés három fő stratégiájának megjelenése a nemzetközi tanulmányokban

A klasszikus biológiai védekezés esetében a rovar-tani kutatások aránya 65,5%-ot, míg a biotechnológiai és alkalmazott mikrobiológiai munkák 29,9%-ot tesznek ki. Hasonló arány figyelhető meg a természetes ellenségek „segítését” célzó második stratégiához kapcsolódó tanulmányok esetében, bár a rovar-tani kutatások aránya már meghaladja a 80%-ot, a biotechnológiai és alkalmazott mikrobiológiai munkák pedig 26,7%-ot tesznek ki. A természetes ellenségek populációinak megőrzésére koncentráló harmadik védekezési stratégia esetében azonban az előzőekhez képest teljesen eltérő képet kapunk. E munkák ugyanis – az itt is magas százalékban jelenlévő rovar-tan (47,6%) mellett – legnagyobb arányban ökológiai (25,4%), környezettudományi (10,5%), agronómiai (6,7%) és természetvédelmi biológiai (6,6%) kutatások.

Következtetések

Az irodalmi adatbázis elemzésén alapuló tanulmányok, s ezzel együtt a mi munkánk fő korlátját jelenti, hogy egyes tanulmányok kívül esnek keresésünkön (könyvek, könyvfejezetek, illetve például az adatbázisban nem szereplő folyóirat), míg más munkák az összefoglaló alapján bekerülnek, bár nem tartoznak szorosan a biológiai védekezés körébe. Eredményeink értelmezésekor azt is figyelembe kell venni, hogy ugyan a hazai és nemzetközi irányvonalakat vetettük össze, azonban a hazai kutatási irányoknak nem feltétlenül kell követniük a nemzetközi trendeket. Lehetnek olyan sikeres kutatási területek, amelyek globális szinten nem tartoznak a legkiemelkedőbbek közé, vagy amelyek hazai viszonyokhoz és igényekhez igazodnak.

Az elemzésünk során megtalált hazai tanulmányok magas száma (összesen 897) arról tanúskodik, hogy Magyarországon jelentős mértékben folynak/folytak a biológiai védekezést megalapozó kutatások és kísérletek. E kutatások eredményeit azonban leginkább hazai lapokban publikálják, így azok nemzetközi láthatósága a vártnál kisebb. Impakt faktoralal rendelkező lapban az összes tanulmány mindössze 12,4%-a jelent meg. E kutatások főbb irányai ugyanakkor jól tükrözik a nemzetközi irányvonalakat, és élénk nemzetközi együttműködésről tanúskodnak. Eltérés azonban, hogy a hazai szerzők általában nem jelzik, melyik stratégiába tartozik a tanulmányuk, szemben a külföldi cikkekben

tapasztaltakkal. Emellett a hazai eredményekben az ökológiai megközelítés szinte teljességgel hiányzik. Mindennek hátterében valószínűleg az áll, hogy Magyarországon a biológiai védekezés alkalmazása szinte kizárólag üvegházakra és fóliásátrakra, vagyis zárt termesztő berendezésekre korlátozódik [Budai 2006]. A legfontosabb jövőbeli feladat tehát a biológiai védekezésbe bevont üvegházi területek növelése mellett a szabadföldi alkalmazást megalapozó kutatások kivitelezése. Ehhez azonban elengedhetetlen az ökológiai szemlélet bevonása a biológiai védekezés kutatásába.

Irodalomjegyzék

- Balogh S (1991) A biológiai növényvédelem lehetőségei és helyzete Magyarországon. *Növényvédelem* **27**, 196-201.
- Budai Cs (2006) Helyzetkép a hazai üvegházi biológiai növényvédelemről. *Növényvédelem* **42**, 439-446.
- Carson R (1962) *Silent Spring*. Houghton Mifflin, Boston, MA, USA. (magyarul: *Néma Tavasz*. Katalizátor Iroda, Budapest, 1994.)
- Darvas B (2008) A kémiai növényvédelem és kritikája. In: *A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon* (Darvas B, szerk.) MTA, NKI, Budapest, pp. 15-48.
- Darvas B, Székács A (szerk.) (2006) *Mezőgazdasági ökotoxikológia*. L'Harmattan Kiadó, Budapest.
- Ehler LE (1998) Conservation biological control: past, present and future. In: *Conservation Biological Control*. (Barbosa P, Ed) Academic Press, San Diego, USA, pp. 1-9.
- Eilenberg J, Hajek A, Lomer C (2001) Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl* **46**, 387-400.
- Fischl G (2000) A biológiai védekezés története. In: *A biológiai növényvédelem alapjai*. (Fischl G, szerk.) Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 9-10.
- Flint ML, van den Bosch R (1981) *Introduction to Integrated Pest Management*. Plenum Press, New York, USA.
- Hajek A (2004) *Natural Enemies. An Introduction to Biological Control*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Naylor R, Ehrlich PR (1997) Natural pest control services and agriculture. In: *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. (Daily GC, Ed) Island Press, Washington, USA, pp. 151-174.
- Pimentel D, Lehman H (1993) *The Pesticide Question: Environment, Economics, and Ethics*. Chapman & Hall, New York, USA.
- Pimentel D, McLaughlin L, Zepp A (1989) Environmental and economic impacts of reducing U.S. agricultural pesticide use. In: *Handbook of Pest Management in Agriculture*, Volume **4** (Pimentel D, Ed) CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA, pp. 223-278.
- Polgár AL (2008) Antagonista élő szervezetek – hasznos élő szervezetek. In: *A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon* (Darvas B, szerk.) MTA, NKI, Budapest, pp. 67-77.
- Standovár T, Primack RB (2001) *A természetvédelmi biológia alapjai*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Van Driesche RG, Bellows TS (1996) *Biological Control*. Chapman & Hall, New York, USA.
- Warren J, Lawson C, Belcher KW (2008) *The Agri-Environment*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.