

Környezetkímélő növényvédelem hatása futóbogár-együttesek (Coleoptera: Carabidae) fajösszetételére és biodiverzitására

Kutasi Csaba¹, Markó Viktor²

¹Bakonyi Természettudományi Múzeum

8420 Zirc, Rákóczi tér 1. e-mail: entomologia@bakonymuseum.koznet.hu

²Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék

1118 Budapest, Ménesi u. 44. e-mail: viktor.marko@uni-corvinus.hu

Összefoglaló: Talajfelszíni futóbogár-együttesek védelmének lehetőségeit vizsgáltuk egy széles hatásspektrumú inszekticidekkel kezelt (hagyományos), egy főként szelektív inszekticidekkel kezelt (integrált), és egy művelés alól kivont (felhagyott) almaültetvényben, három éven keresztül, Újfehértón. A talajcsapdákkal összesen 65 futóbogár faj 2 272 egyedét gyűjtöttük. A gyakori fajok csökkenő sorrendben a következők voltak: *Harpalus distinguendus*, *Amara anthobia*, *Calathus erratus*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus tardus*. Az üzemi ültetvények futóbogár együtteseinek összetételükben elkülönülnek a felhagyott ültetvénytől. Az üzemi ültetvényeken belül, az integrált növényvédelmi kezelés hatására fajgazdagabb és diverzebb futóbogár-együttesek alakultak ki, mint a széles hatásspektrumú inszekticidekkel kezelt ültetvényben. Ugyanakkor, minthogy a domináns faj, a *H. distinguendus* kompenzálta a nagyobb inszekticid terhelést, az egyedsűrűségben nem tapasztaltunk eltérést.

Kulcsszavak: Futóbogár, almaültetvény, integrált növényvédelem, inszekticid, *Harpalus distinguendus*

Bevezetés

A futóbogarak általában a talajszinten kialakult koleoptera-együttesek meghatározó csoportját alkotják. A fajok nagyobb része ragadozó, ezért a kártevők szabályozásában is fontos szerepet játszanak, de emellett mint bioindikátorok is jelentősek. Az élőhely minőségét befolyásoló antropogén hatásokra érzékenyen reagálnak, ezért gyakran használják őket a környezetszennyezés kimutatására, az élőhelyek természetvédelmi szempontú osztályozására (Huber et al. 1987, Maurer 1974, Lövei, Sunderland 1996). A biodiverzitás indikátoraiként szintén jól használhatók, valamint számos védett és vörös könyves faj akad közöttük (Merkl, Kovács 1997, Varga et al. 1990).

A hazai almaültetvényekben is nagy számban fordulnak elő (Kutasi et al. 2001, Markó & Kádár 2005, Mészáros et al. 1984). A nagy egyedszám mellett fajgazdagságuk is jelentős, a magyarországi almaültetvényekben a hazai futóbogár fauna 40 %-a megtalálható (Kutasi et al. 2004). Gyümölcsültetvényekben a csökkentett szerterhelés hatását a futóbogár-együttesekre többen vizsgálták (Epstein et al. 2001, Markó & Kádár 2005, Paoletti et al. 1996, Pearsall & Walde 1995).

Hazánkban eddig csak Kecskemétről közöltek ilyen vizsgálatokat (Markó & Kádár 2005). Célunk volt, egy másik hazai régióban (Újfehértó) megfigyelni a környezetkímélő növényvédelmi technológia futóbogarakra kifejtett hatásait, miközben egy művelés alól kivont, és egy hagyományos kezelésű ültetvényben is végeztünk gyűjtéseket. Célunk volt a

különböző kezelések hatására kialakult futóbogár-együttesek fajgazdagságának, abundanciájának és diverzitásának vizsgálata, valamint az együttesek dominancia és fajösszetételének összehasonlítása.

Anyag és módszer

Három éven keresztül (1999–2001) vizsgáltuk különböző művelésmódok hatását almaültetvények futóbogár-együtteseire, Újfehértón. Kutatásainkat három területen végeztük: egy hagyományosan, széles hatásspektrumú inszekticidekkel kezelt, egy környezetkímélő, integrált növényvédelemben részesített, főként szelektív inszekticidekkel kezelt és egy művelés alól kivont, felhagyott ültetvényben.

Mindhárom ültetvény homoktalajra lett telepítve és környezetük is hasonló volt, főleg hagyományos kezelésben részesített gyümölcsösök, távolabb gabona (rozs, zab és árpa) kultúrák vették körül őket. A hagyományos kezelésű ültetvény 7 hektáron terült el, 1985-ben telepítették, az almafák 7×4-es kötésben helyezkedtek el. Az integrált kezelésű ültetvény 8 hektáros volt, az almafákat 1992-ben, 5×2-es kötésbe ültették. A felhagyott ültetvény 0,4 hektáron terült el, 1970-ben telepítették, a gyümölcsfák 7×4-es kötésben helyezkedtek el, gypszintjét és az ültetvény közvetlen környezetét magas kórós gyomtársulás borította. A hagyományos és az integrált kezelésű ültetvényben a következő fajták fordultak elő: Jonathan, Starking és Golden Delicious. A felhagyott ültetvényben a Jonathan és a Starking fajtákat tudtuk azonosítani. Az integrált kezelésű ültetvényben csepegtető öntözést alkalmaztak, a másik két területen mesterséges vízpótlás nem volt. A művelt ültetvények sorközeiben mechanikai gyomszabályozást végeztek. A hagyományos kezelésű ültetvényben szerves foszforsav-észterekkel és piretroidokkal évente 15 – 16 alkalommal védekeztek a kártevők ellen. Az integrált ültetvényben környezetkímélő peszticideket használtak, bár alkalmaztak az integrált termesztésben korlátozottan használható, némileg toxikusabb, sárga jelzésű szereket is. A vizsgálatok megkezdésekor az integrált kezelésű ültetvény, már 4-5 éve kisebb szerterhelésben részesült, mint a hagyományos ültetvény. A felhagyott ültetvényt a vizsgálatok megkezdésekor már 5 éve nem művelték.

A gyűjtéseket talajcsapdákkal végeztük. Ezek 8 cm átmérőjű műanyag poharak voltak, melyeket az ültetvény belsejében a fasorokba, egymástól legkevesebb 5 méterre helyeztünk le. A csapdák etilénlikol 30 %-os vizes oldatát tartalmazták, a csapadék és a kiszáradás ellen minden csapdát alumínium tetővel láttunk el, amely a csapda fölé 5–10 cm-re került. Minden ültetvényben 6 talajcsapda üzemelt, a mintákat három éven keresztül (1999–2001) április hó utolsó dekádjától október hó végéig kétheti gyakorisággal vettük.

A futóbogár-együttesek ökológiai mutatói közül kiszámoltuk az évenkénti és kezelésenkénti egyenletességet, a Berger-Parker dominancia-index értékeit, a Shannon-diverzitást és a fajkicserélődést az egymást követő évek között. Kétszemponos, robusztus ANOVA (Welch teszt és Johansen teszt) eljárással vizsgáltuk az eltérő művelési módok (felhagyott, integrált, hagyományos) és az eltérő évek hatását a futóbogár-együttesekre.

Ültetvényenként és évenként vizsgáltuk a futóbogár együttesek faj- és egyedszámának, valamint a domináns fajok egyedszámának csapdánkénti alakulását. Ezen értékek összeha-

sonlítását, az elméleti szórások (O'Brien próba és Levene próba), majd az elméleti átlagok egyenlőségének (varianciaanalízis, illetve Welch, James és Brown-Forsythe próba) tesztelésével végeztük. Amennyiben az elméleti átlagok szignifikánsan különböztek, az egyes mintákat páronként Tukey-Kramer eljárással hasonlítottuk össze. A statisztikai értékelést Ministat 3.2 programmal végeztük (Vargha, Czigler 1999), melynél az alapadatok tízes alapú logaritmusával számoltunk, ezzel csökkentve a szórást.

A különböző kezelések mellett kialakuló futóbogár-együttesek hasonlóságának vizsgálatára a főkoordináta módszert (PCoA, single-link) használtuk (Syntax 2000 számítógépes programcsomag, Podani 1993). Szimilaritási függvényként a Horn, illetve a Jaccard hasonlósági indexeket alkalmaztuk (Krebs 1989).

A diverzitásrendezést (Tóthmérész 1996, 1997) a Rényi-diverzitásmutató alkalmazásával, a Divord 1.09-es programcsomag segítségével végeztük. Az egyes α paraméterekhez tartozó eltérő diverzitási értékeket t-próbával hasonlítottuk össze.

Eredmények

A három év alatt talajcsapdákkal összesen 65 futóbogár faj 2 272 egyedét gyűjtöttük. A leggyakoribb faj a *Harpalus distinguendus* (Duftschmid, 1812) volt 45%-os dominanciával, melyet a *Harpalus rufipes* (De Geer, 1774) követett. Az egymást követő években a felhagyott ültetvényben a *Calathus erratus* (C. R. Sahlberg, 1827), az *Amara anthobia* A. Villa et J.B. Villa, 1833, és a *Harpalus tardus* (Panzer, 1797), az integrált kezelésű ültetvényben a *H. rufipes* és a *H. distinguendus*, a hagyományos kezelésű ültetvény mindhárom évében pedig a *H. distinguendus* volt a domináns faj (1. táblázat).

Mindhárom évben a legtöbb fajt a felhagyott ültetvényben fogtuk, a Berger-Parker dominancia-index értéke pedig a hagyományos ültetvényben volt a legnagyobb (1. táblázat). A csapdánkenti fajszám a felhagyott ültetvényben volt a legnagyobb, szignifikáns módon nem tért el ($p > 0,1$) az integrált módon kezelt ültetvényben megfigyelttől, azonban mindkét ültetvény futóbogár-együttese szignifikánsan ($p < 0,01$) fajgazdagabb volt, mint a hagyományos kezelésű ültetvény együttese. A csapdánkenti egyedszám az integrált ültetvényben a felhagyott ültetvényhez hasonlóan nagy volt ($p > 0,1$) és szignifikánsan ($p < 0,05$) eltért a kisebb értékeket mutató hagyományos ültetvényétől.

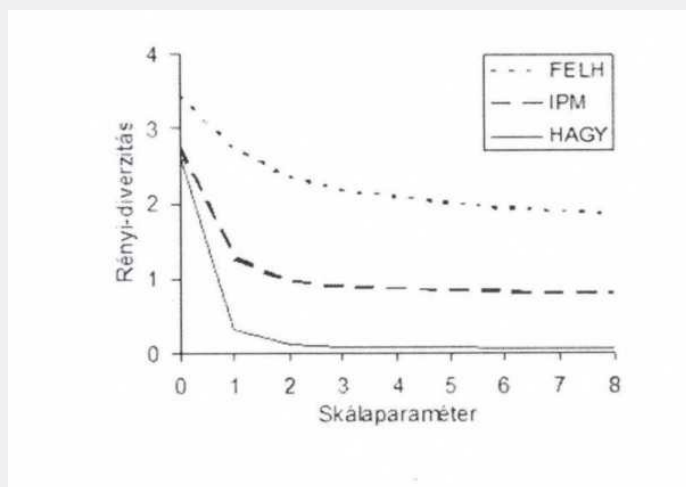
Az 1. táblázatban látható, hogy a felhagyott ültetvényben legnagyobb a fajszám, és az 1999-es évtől eltekintve, a Shannon-diverzitás és az egyenletesség. 1999-ben a diverzitás és az egyenletesség az integrált módon kezelt ültetvényben volt a legnagyobb.

A Rényi-diverzitás értéke az integrált kezelésű ültetvényben, mindhárom évben, minden skálaparaméternél szignifikánsan nagyobb volt, mint a hagyományos kezelésű ültetvényben. 2000-ben (1. táblázat, 1. ábra) és 2001-ben felhagyott ültetvény futóbogár-együttesének diverzitása volt minden skálaparaméternél szignifikánsan nagyobb a másik két ültetvényben megfigyelteknél. 1999-ben viszont a hagyományos és a felhagyott ültetvény diverzitása nem különbözött, és szignifikánsan kisebb volt, mint az integrált kezelésű ültetvény diverzitása (1. táblázat).

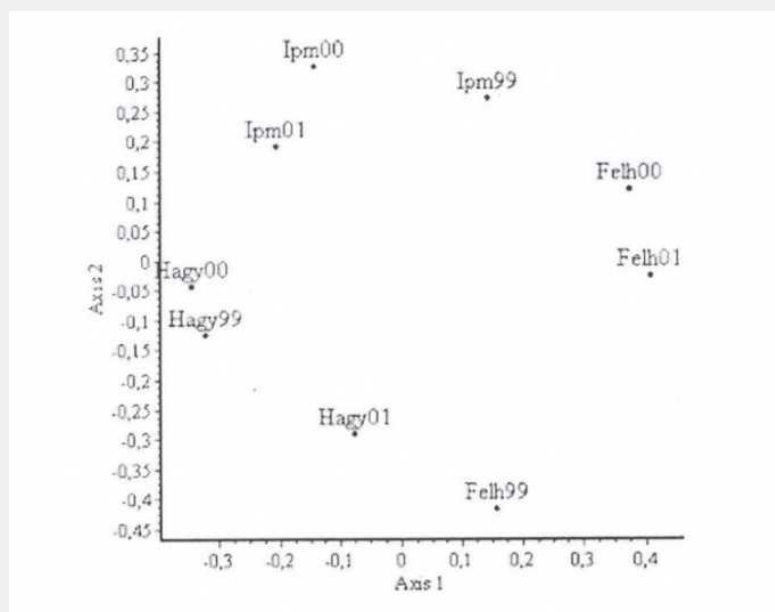
1. táblázat. Futóbogár-együttesek domináns fajai (%) és közösségszerkezeti mutatói évenként és kezelésként, almaültetvény, Újfehértó 1999-2001, a kezelések kódjai: FELH: felhagyott, IPM: integrált, HAGY: hagyományos)

Fajok	1999			2000			2001		
	FELH	IPM	HAGY	FELH	IPM	HAGY	FELH	IPM	HAGY
<i>Amara anthobia</i>	–	–	–	19	–	–	4,9	0,5	–
<i>Calathus erratus</i>	60	–	6,6	0,5	–	0,4	0,7	–	1,5
<i>Harpalus distinguendus</i>	–	28	61	1	49,4	95	1,4	26,8	48,8
<i>Harpalus rufipes</i>	1,8	32	15,1	12,7	37,1	1,5	13,3	44	34,6
<i>Harpalus tardus</i>	–	13,4	–	8	0,7	–	14	2,3	–
Egyedszám	162	97	106	189	415	522	143	387	254
Fajszám/6csapda	15	14	14	31	16	14	25	21	16
Fajszám/csapda	6	5,67	4,67	11,5	7,5	4,67	9,5	10	5,83
Shannon–diverzitás	1,48	1,92	1,43	2,73	1,27	0,32	2,43	1,75	1,38
Egyenletesség	0,54	0,72	0,54	0,78	0,46	0,12	0,75	0,57	0,5
Berger-Parker dom. index	0,6	0,32	0,61	0,19	0,49	0,95	0,14	0,27	0,49
Rényi diverzitás $\alpha = 2$	0,93	1,57	0,89	2,36	0,95	0,1	1,88	1,29	1,01
Rényi diverzitás $\alpha = 5$	0,63	1,32	0,61	1,99	0,83	0,07	1,41	1,01	0,85
Rényi diverzitás $\alpha = 8$	0,57	1,26	0,56	1,86	0,79	0,06	1,29	0,94	0,81
Fajkicserélődés	–	–	–	0,74	0,46	0,36	0,4	0,35	0,52

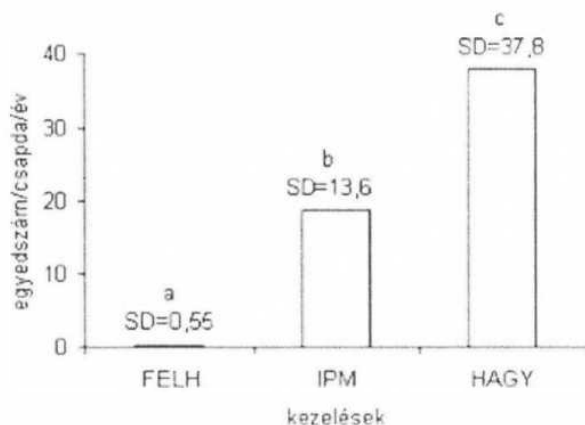
A együttesek fajösszetételének elemzése alapján (Jaccard-index) megállapítottuk, hogy mindhárom ültetvény futóbogár-együttese karakteresen eltér egymástól (2. ábra). A dominancia-viszonyok alapján (Horn-index) a felhagyott ültetvény együttese különül el erőteljesen a hagyományos és az integrált módon kezelt ültetvény futóbogár-együttesétől. Az egyedszámok 10-es alapú logaritmusával számolva a hagyományos és integrált blokk elválása is még kifejezettebb. Az ordináció eredményeihez hasonló eredményekre jutottunk a hierarchikus osztályozás (Jaccard-index, Horn-index) során is.



1. ábra. Futóbogár-együttesek Rényi-diverzitása kezelésenként 2000-ben. Jelmagyarázat: FELH: felhagyott, IPM: integrált, HAGY: hagyományos



2. ábra. Futóbogár-együttesek hasonlósága blokkonként és évenként Jaccard-indexszel. Jelmagyarázat: Hagy-hagyományos, Ipm-integrált, Felh-felhagyott ültetvény, 99–1999, 00–2000, 01–2001



3. ábra. A *Harpalus distinguendus* kezelésenkénti egyedszáma (eltérő betűk: $p < 0,01$). Jelmagyarázat: HAGY-hagyományos, IPM-integrált, FELH- felhagyott ültetvény, SD= tapasztalati szórás

A domináns fajok közül nagyobb számban a *H. rufipes*, a *H. distinguendus* és a *C. erratus* fajok fordultak elő, ezért ezeknek a fajoknak a csapdánkénti átlagos egyedszámait vizsgáltuk kezelésenként. A *C. erratus* szignifikánsan kötődött a felhagyott ültetvényhez ($p < 0,05$), a *H. rufipes* pedig a másik két ültetvényhez hasonlítva, az integrált módon kezelt ültetvényben fordult elő szignifikánsan nagyobb egyedszámban ($p < 0,01$). A *H. distinguendus* aktivitás-abundanciája, a nagyobb inszekticid terhelés ellenére, a hagyományos ültetvényben volt a legnagyobb, átlagos egyedszáma az integrált parcellától a felhagyott ültetvényig fokozatosan csökkent (3. ábra).

Megvitatás

Szemben Paoletti és munkatársainak (1996), valamint Markó és Kádár (2005) eredményeivel, vizsgálatainkban az integrált kezelésű ültetvényben nem nőtt a futóbogarak egyedsűrűsége. Fajonként elemezve az éves egyedszámokat azonban megállapíthatjuk, hogy egyetlen faj, a *H. distinguendus* egyedszáma nőtt jelentősen a hagyományos ültetvényben. A többi faj egyedeit összesítve, hasonlóan a Markó és Kádár (2005) vizsgálataihoz, az egyedszámok csökkenését tapasztaltuk a hagyományos kezelések hatására, az integrált ültetvényhez hasonlítva. Ezt a megállapítást erősíti, hogy az egy csapdára vetített fajsám is jelentősen kisebb volt a széles hatásspektrumú inszekticidok esetén, azaz kevesebb faj aktivitás-abundanciája érte el az észlelési küszöböt a hagyományos kezelésű ültetvényben. A fajsámra vonatkozóan eredményeink egybeeszenek Markó és Kádár (2005) eredményeivel.

Vizsgálatunkban a Shannon-diverzitás értéke mindig nagyobb volt az integrált kezelés, mint a hagyományos kezelés esetén. A Rényi-diverzitás vizsgálata hasonló eredményhez vezetett. Ezzel szemben Pearsall és Walde (1995) hasonló diverzitást talált a hagyományos és biológiai módon kezelt ültetvény esetén, míg Markó és Kádár (2005) vizsgálataiban a nagyobb inszekticid terhelés a nagyobb növényborítású mikrohabitatokban növelte, míg a kisebb borítású élőhelyeken csökkentette a diverzitást.

A futóbogár-együttesek mind a dominancia-viszonyok szempontjából, mind a fajösszetétel szempontjából elkülönültek. A fajösszetétel esetén a különbség elsősorban a fajszámok közötti eltérésből adódott, míg a dominancia-viszonyok esetén azok átrendeződéséről beszélhetünk, azaz egyes fajok eltérően reagáltak a különböző inszekticid terhelésre. Vizsgálatunkban a *H. distinguendus* egyedszáma a hagyományos növényvédelmű ültetvényben nagyobb volt, mint az integrált kezelésű ültetvényben, azaz ez a faj túlkompenzálta a nagyobb inszekticid terhelést. Hasonló tendenciát tapasztalt, a szegélyekről betelepülő több futóbogár faj esetén (*Harpalus serripes*, *H. tardus*, *Calathus erratus*, *H. rufipes*) Markó és Kádár (2005).

Összességében megállapíthattuk, hogy az üzemi ültetvények futóbogár-együttesei karakteresen eltértek a művelés alól kivont ültetvény együttesétől. A környezetkímélő, integrált növényvédelmi kezelés hatására fajgazdagabb és diverzebb futóbogár együttes alakult ki, mint a széles hatásspektrumú inszekticidekkel kezelt (hagyományos) ültetvényben. Az egyedszámok (aktivitás-abundanciák) esetén eltérő eredményeket kaptunk, mivel egyes fajok, a kezeléseik utáni gyors betelepüléssel kompenzálhatják, illetve túlkompenzálhatják a nagyobb szerterhelést. Ennek eredményeként az integrált kezelésű ültetvény futóbogár-együttesei, mind fajösszetételük, mind dominancia-viszonyaik szempontjából elkülönültek a hagyományos növényvédelemben részesített ültetvénytől.

Irodalomjegyzék

- Epstein, D. L., Zack, R. S., Brunner, J. F., Gut, L. & Brown, J. J. (2001): Ground beetle activity in apple orchards under reduced pesticide management regimes. – *Biological Control*, **21** (2): 97–104.
- Huber, C., Marggi, W., & Hänggi, A. (1987): Bewertung von Feuchtgebieten des Berner Seelandes anhand der Laufkäferfaunen (*Coleoptera*, *Carabidae*). – *Jahrb. Naturhist. Mus. Bern*, **9**: 125–142.
- Kutasi, Cs., Balog, A. & Markó, V. (2001): Ground dwelling *Coleoptera* fauna of commercial apple orchards. – *Integrated Fruit Production. IOBC/wprs Bulletin*, **24**: 215–219.
- Kutasi, Cs., Markó, V. & Balog, A. (2004): Species composition of carabid (*Coleoptera: Carabidae*) communities in apple and pear orchards in Hungary. – *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, **39** (1-3): 71–89.
- Krebs, C. J. (1989): *Ecological methodology*. – Harper & Row, Publishers, New York, 250 pp.
- Lövei, G. L. & Sunderland, K. D. (1996): Ecology and behavior of ground beetles (*Coleoptera: Carabidae*). – *Annu. Rev. Entomol.*, **41**: 231–256.

- Markó, V. & Kádár, F. (2005): Effect of different insecticide disturbance levels and weed patterns on the carabid beetle assemblages. – *Acta Phytopatologica et Entomologica Hungarica*, **40**: 111–143.
- Maurer, R. (1974): Die Vielfalt der Käfer- und Spinnenfauna des Wiesenbodens im Einflussbereich von Verkehrsimmissionen. – *Oecologia*, **14**: 327–351.
- Merkel O. és Kovács T. (1997): *Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer VI. Bogarak*. – Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 43. pp.
- Mészáros, Z. (szerk.), Ádám, L., Balázs, K., Benedek, I., Csikai, Cs., Draskovits, D. Á., Kozár, F., Lövei, G., Mahunka, S., Meszleny, A., Mihályi, K., Nagy, L., Oláh, B., Papp, J., Papp, L., Polgár, L., Radwan, Z., Rácz, V., Ronkay, L., Solymosi, P., Soós, Á., Szabó, S., Szabóky, CS., Szalay-Marzsó, L., Szarukán, I., Szelényi, G., Szentkirályi, F., Sziráki, Gy., Szőke, L. & Török, L. (1984): Results of faunistical and floristical studies in Hungarian apple orchards (Apple Ecosystem Research No. 26). – *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, **19** (1–2): 91–176.
- Paoletti, M. G., Sommaggio, D., Bressan, M. & Celano, V. (1996): Can sustainable agricultural practices affect biodiversity in agricultural landscapes? A case study concerning orchards in Italy. – *Acta Jutlandica*, **71** (2): 241–254.
- Pearsall, I. A. & Walde, S. J. (1995): A comparison of epigaeic coleoptera assemblages in organic, conventional, and abandoned orchards in Nova Scotia, Canada. – *The Canadian Entomologist*, **127**: 641–658.
- Podani, J. (1993): SYN-TAX 5.0: Computer programs for multivariate data analysis in ecology and systematics. – *Abstracta Botanica*, **17**: 289–302.
- Tóthmérész, B. (1996): *Nucosa. Programcsomag botanikai, zoológiai és ökológiai vizsgálatokhoz*. – Scientia kiadó, Budapest, 84 pp.
- Tóthmérész, B. (1997): *Diverzitási rendezések*. – Scientia kiadó, Budapest, 98 pp.
- Varga, Z., Kaszab, Z. & Papp, J. (1990): Rovarok. Insecta. – In: Rakonczay, Z. (szerk.): *Vörös Könyv*. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 178–262.
- Vargha, A. és Czigler, B. (1999). *A MiniStat statisztikai programcsomag: 3.2 verzió*. – Pólya Kiadó, Budapest

Effect of environmentally safe plant protection methods on the biodiversity and species composition of apple orchard carabid (*Coleoptera: Carabidae*) assemblages

Csaba Kutasi¹, Viktor Markó²

¹Bakonyi Természettudományi Múzeum

²Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék

The possibility of protection of orchard carabids was investigated in apple orchards treated with broad spectrum insecticides (conventional orchard), treated mainly with selective insecticides (IPM) and in an abandoned orchard, in 1999-2001, at Újfehértó, Hungary. A total of 2272 individuals comprising 65 species were collected by pitfall trapping. The most common species in decreasing order were: *Harpalus distinguendus*, *Amara anthobia*, *Calathus erratus*, *Harpalus rufipes*, *Harpalus tardus*. The composition of carabid assemblages in the commercial orchards separated well from the abandoned orchard. The less intense insecticide pressure in the IPM orchard has resulted greater species richness and diversity compared to the conventional orchard. However, as the dominant species (*H. distinguendus*) was able to compensate for the higher insecticide disturbance, the activity-abundance of carabid assemblages was not different between the IPM and the conventional orchard.

Key-words: ground beetle, apple orchard, integrated plant protection, insecticide, *Harpalus distinguendus*

