

BIOPREPARÁTUMOS ÉS VEGYSZERES VÉDEKEZÉSI MÓDSZEREK HATÁSA A GYAPJASPILLÉRE ÉS A TÖLGYERDŐK ÖKOSZISZTÉMÁJÁRA*

HALMÁGYI LEVENTE

a biológiai tudományok kandidátusa

LENGYEL GYÖRGY

Erdészeti Tudományos Intézet, Budapest

SZALAY-MARZSÓ LÁSZLÓ

a mezőgazdasági tudományok kandidátusa

Növényvédelmi Kutatóintézet, Budapest

Századunkban a növényvédelem gyors fejlődése elválaszthatatlan a technika, és vele együtt a modern szintetikus növényvédő szerek robbanásszerű fejlődésétől és a vegyi védekezés csaknem kizárólagos egyeduralmától. A mezőgazdaság kemizálása világszerte a korábban elképzelhetetlennek tartott terméseredményekhez vezetett, fokozódott a termesztés biztonsága és csökkent a kártevők, növénybetegségek és gyomnövények által az emberiség egészségétől is elvont terméshányad. Ennek a jelentősége főképpen akkor domborodik ki, ha az éhező embermilliók élelmezési gondjaira gondolunk, amelyek a jövőben még fokozódni fognak. Nem kétséges, hogy a világ élelmezési és közegészségügyi problémáinak fényében fel sem vetődhet az elkövetkező évtizedekben a biológiailag aktív védekezőszerek kikapcsolásának lehetősége és a vegyszeres növényvédelem továbbra is a termelési folyamat nélkülözhetetlen, szerves része marad.

Ugyanakkor azonban közismertek a technikai fejlődéssel járó hátrányos másodlagos jelenségek is, amelyek között vezető helyen áll a környezet károsodásának kérdése. Kézenfekvő volt, hogy ezeknek a problémáknak a felismerésével az elmúlt évtizedek alatt a növényvédelmet is számos kritika érte, különösen a fejlett vegyiparral rendelkező tőkés országokban, ahol a túlzott méretű vegyszerfelhasználás — szakszerűtlen kezelésekkel párosulva — valóban a természetet, és vele együtt az embert is fenyegető károkhoz vezetett. A kritika elemei között szerepelnek a szermaradványokkal, a környezet szennyeződésével és közegészségüggyel kapcsolatos kérdések mellett az élővilág egészét ért hatások is.

Az erdőgazdálkodás kontinensünkön, így hazánkban is, munkaszervezési, gépesítési stb. okokból egyre nagyobb területeken elegyetlen faállományok telepítését végzi, amelyek védelmi problémái is közelebb állnak a termelési rendszerek nagy kiterjedésű monokultúráiban várhatókhoz. Az elegyetlen erdőkben

* Az MTA 1976. évi pályázatán díjazott tanulmány rövid változata.

az általános tapasztalat szerint gyakoribb tömegszaporodásra hajlamos károsítók fellépése, és az erdőgazda a kieső fanövedék, a faanyag minőségi romlása, nem egy esetben a fák pusztulásának megakadályozása érdekében kénytelen igénybe venni a korszerű technika nyújtotta lehetőségeket. Fokozza a problémákat, hogy hazánkban számos állomány nem a számára megfelelő termőhelyen található, így a károsítás nagyobb mérvű lehet. A közismert munkaerőhiány, ugyanakkor a korszerű technika nyújtotta megoldások lehetősége az, hogy az erdőgazdálkodás éljen a növényvédő szerekkel, földi és légi alkalmazásmódokkal. De amíg az egyik oldalon a károsítók elleni küzdelem szükségessége áll, addig a másik oldalon egyre nagyobb társadalmi súllyal jelentkeznek a bioszféravédelem-környezetvédelem kérdései.

Központi problémává vált a levegő, a víz és a talaj szennyeződése, a növény- és állatvilág pusztulása. Kétségtelen, hogy a növényvédelem csak egyetlen tényezőt jelent a környezetet érő hatások összességében, a nagyobb erdőterületekre kiterjedő vegyszeres beavatkozás azonban fokozhatja a bonyolult, sokrétű életközösségekre nehezedő nyomást. Mivel az erdei ökoszisztémák gazdagabbak, összetettebbek, mint az agrárterületek ökoszisztémái, az erdővédelmi beavatkozások bonyolultabb hatásokkal járhatnak. Így időszerűnek láttuk, hogy megvizsgáljuk egyrészt egyes, különböző típusú vegyi védekezőszereknek a különböző erdei állatsoportokra gyakorolt hatását, másrészt kipróbáljunk egy olyan védekezésmódot, amely az erdei rovarkárosítók, különösképpen a lombrágóhernyók ellen már sikerrel szerepelt a világ több pontján: a *Bacillus thuringiensis* segítségével végrehajtott mikrobiológiai védekezést.

Kísérleteinkben Magyarországon először szerepelt a Bacillus thuringiensis üzemi méretű védelmi kísérletben, helikopteres védekezés keretében. A vizsgálatokat erdei gyapjaspillével (Lymantria dispar) fertőzött tölgyerdőkben végeztük.

Hangsúlyozni kívánjuk, hogy kísérletsorozatunkat kezdettől *komplex modellkísérletnek* tekintettük. Célunk *általában* az erdei rovarkártevők ellen alkalmazható védekezésmódok összehasonlítása, eredményességük, szelektivitásuk megállapítása és az erdő életközösségét ért hatás felmérése volt. Ebben a tekintetben tehát a kísérletsorozat többcélú, módszerei tekintetében pedig komplex volt.

A kísérlet során a célkitűzéseinket négy fontosabb kérdés csoportban foglaltuk össze:

1. Erdővédelmi célkitűzések

Biopreparátumok első hazai üzemi s egyben erdészeti kipróbálása. Különböző szelektivitású és hatóképeségű vegyi védekezőszerek, valamint kijuttatási módok erdészeti alkalmazhatóságának megállapítása.

2. Ökológiai-cönológiai célkitűzések

Az alkalmazott eljárások és védekezőszerek hatásainak vizsgálata az

erdei ökoszisztémákban, különös tekintettel a különböző ízeltlábú csoportokra. Egyben adatok gyűjtése a vizsgált tájegységeken telepített erdők faunájának összetételére.

3. Ökonómiai célkitűzések

Adatok nyérése az erdővédelem gazdaságosságának vizsgálatához, különös tekintettel a megmentett értékre és a kártevők részéről fenyegető epidemiológiai szempontokra.

4. Módszertani célkitűzések

A faunisztikai és cönológiai felvételezési módszerek fenti célokra (1., 2.) való alkalmazhatóságának összehasonlító értékelése.

Amint említettük, a kísérletben modellként tekintettük a tömegszaporodásra hajlamos erdei gypjaspillét (*Lymantria dispar* L.), amelyegyrészt gyakori kártevő, másrészt a *Bacillus thuringiensis* szemben közepesen érzékeny és a nemzetközi irodalomban is gyakran szerepel mikrobiológiai védekezés „célbavett” kártevőjeként.

A kísérletek helyszíne

A kísérletsorozatot a Dunántúl két, sok tekintetben eltérő táján állítottuk be: így az Ormánságban (Dencsháza) és az Északi Pannonhátton (Karakó). A kísérleti parcellák területe variánsokként 10 hektár volt.

A két terület flórájával kapcsolatban mint általánosan jellemzőt megemlíthetjük a következőt. Dencsházán, bár teljesen sík területről s kultúrerdőkről van szó, mégis számíthatunk montán és szubmediterrán növényi taxonokra. Ez magyarázhatja montán rovarfajok jelenlétét is. — Karakón viszont acidofil növényfajok is előfordultak.

A fajok összevetéséből kiderül, hogy Dencsházán jobban érvényesül a környező mezőgazdasági területek gyomnövényeinek hatása. Az erdő fiatal (20—22 éves), korábban ott szántóföld volt. A két évtized sem volt elegendő arra, hogy a szomszédos idősebb szlavón tölgyesek erdei flórája uralomra jusson. — Karakón inkább jellegzetes erdei flórával találkoztunk, bár természetesen itt az egyes erdőrészek flórájában igen nagy különbségek voltak.

A két terület növényfajainak virágmorfológiai szempontból való összevetéséből kitűnik, hogy Dencsházán 35 fajt találtunk, ebből 23 faj rendelkezik virágnektáriummal, s közülük 10 faj virágzott. Még egy fajnak van ezenkívül virágonkízüli nektárium. Karakón alig 6-tal több: 41 faj fordult elő. Ebből virágnektáriumos van 26 fajnak, ezekből virágzott 21 faj. Tehát a nektáriumos fajokat tekintve itt kétszer annyi faj virágzott, mint a másik területen. Ez egyben gazdag viráglátogató rovarfaunát is vonzott.

Dencsházán sajátságos, az Ormánságban több helyen jellemző kárlánco-lattal találkoztunk. A talaj elég kötött, kicsi a vízvezetése, pangó vizek alakul-

nak ki. Gyakori, hogy valamely területen — kísérleti területünkön is megfigyeltük ezt — az idős állomány több vizet fogyasztva, a talajt szárazon tartja, ugyanakkor a fiatalnak nincs elég párologtató felülete. Ha ehhez egyéb károsítók jönnek, a fiatal erdő erősen károsodhat, részben vagy egészen kipusztulhat. Külön figyelmet érdemel a területünkön helyenként igen nagy sűrűségben megjelenő magas aranyvessző (*Solidago gigantea*).

Karakón különböző korú, de meglehetősen egészséges erdőállományokkal találkoztunk. A vadak közül főleg az őz fordult elő a területen, ami a vizsgált állományokban kárt már nem tesz.

A kísérleti területek közötti legfőbb eltéréseket az I. táblázatban mutatjuk be.

I. táblázat

A kísérleti területek közötti legfőbb eltérések

Megnevezés	Dencsháza	Karakó
Termőhely tölgy számára	nem megfelelő	megfelelő
Telepítés	új telepítés	ősi erdőterület
Kor	azonos korú erdő	vegyes korú állományok
Egészségi állapot	kárláncolat	egészséges erdő (gyapjaspile gradációt leszámítva)
Gyapjaspile gradáció	tetőzés után	tetőzik

ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A) A felhasznált védekezőszerek és jellemzésük

A szerek kipróbálása tekintetében a kísérletet a következőképpen építettük fel:

Helikopterrel kijuttatva:

- a) széles hatásspektrumú, totális vegyszer;
- b) közepesen szelektív hatásúnak ismert vegyszer;
- c) szelektívnek ismert vegyi védekezőszer;
- d) szelektív, csupán lepkehernyókra ható biopreparátum.

Aeroszol generátorral kijuttatva: széles hatásspektrumú, totális vegyszer.

Az „a” típusba a Nuvacron 40, ill. az aeroszolként kijuttatott Bromex 100 tartozott, közepesen szelektív hatásúnak az erdővédelmi kísérletekben már kipróbált Fekama AT—25 készítményt tekintettük, míg szelektív szernek a franciaországi integrális gyümölcsfavédelemben is szereplő Zolone-t választottuk.

A kísérletben a következő védekezőszerek szerepeltek:

Nuvacron 40 (0-0-dimetilkarbamoil-1-metil-vinilfoszfát)

(Shell, Ciba-Geigy, Svájc) LD₅₀ patkányon 21 mg/kg,

méhekre veszélyes szer, erős mérég

Adagolás: 1 kg/hektár

Bromex 100 (0-/1,2-dibrom-2,2-diklóretil/-0-0-dimetilfoszfát)

(Calif. Chem. Co.-Ortho. USA)

akut orális LD₅₀ patkányon 430 mg/kg

dermális LD₅₀ patkányon 1100 mg/kg

méhekre veszélyes, erős mérég

Adagolás: 3 lit. elegy/ha (hatóanyag + gázolaj)

Fekama AT—25 (2,2,2,-triklór-1-n. butiriloxietil-foszfonsav)

(Fettchemie, NDK), akut orális LD₅₀ patkányon 3000 mg/kg

dermális LD₅₀ patkányon 3080 mg/kg.

Méhekre közepesen veszélyes mérég

Adagolás: 8 kg/hektár

Zolone (3-0-0-dietil-ditiofoszforil-metil/-6- klórbenzoxazonon) (Rhône-Poulenc,

Franciaország). Akut orális LD₅₀ patkányon 135 mg/kg, dermális LD₅₀

patkányon 390 mg/kg, méhekre veszélytelen (Franciaország, Svéd-

ország növényvédőszer-jegyzéke alapján), erős mérég.

Adagolás: 1 kg/hektár

Thuricide HP (*Bacillus thuringiensis* HD—1 törzs) (SANDOZ, Svájc). 30×10^9

spóra/gramm = 16×10^6 IU/gr minden toxikus hatás nélkül kipróbálva;

patkányon orálisan 5000 mg/kg, egéren orálisan 20 000 mg/kg. Önkéntes

embereken orálisan 5 napon át naponta 100 mg/kg felvétellel tünetmentes.

Adagolás: 1 kg/hektár

Dipel WP (*Bacillus thuringiensis* HD-1 törzs) (ABBOT Laboratories, USA)

$6,1 \times 10^{10}$ spóra/gramm = $15 + 10^6$ UI/gr toxicitás emberre, melegvérű-

ekre gyakorlatilag nulla, legyekre is hatástalan, miután a törzs exotoxint

nem termel

Adagolás: 1 kg/hektár

Megjegyzés: — A két utóbbi biopreparátum szuszpenziójához, a leveleken

történő jobb tapadás elősegítésére a permetlé mennyiségére számított 0,5 %

melaszt kevertünk.

B) A kezeléseknél használt eszközök

a) Helikopter

Kísérletsorozatunkban a Repülőgépes Növényvédő Szolgálat által működtetett KA—26 típusú, kéttörzsű, kétmotoros helikoptert használtuk. A gép haladási sebessége 40 km/óra, terítési szélessége (munkaszélessége) 30 m volt.

A védekezés mindkét kísérletben reggel, 17—20 °C léghőmérsékleten, szélcsendes időben történt. A gép a permetezés folyamán az erdőállomány felett 3 m magasságban repült.

b) Aeroszol generátor

A karakói kísérletben használt aeroszol generátor a Termog I. típusba tartozott. A permetlétartállyal együtt egy terepjáró teherautó platóján elhelyezett berendezésben a gázolajban feloldott növényvédőszer gázosító térbe jut, ahol előzetes porlasztás után hő hatására gőzelegy képződik, amely a levegőn kondenzálódva finom, 10—30 mikron átmérőjű cseppekké alakul. A gép munkaszélessége 100—150 m, teljesítménye 4—10 km/óra haladási sebesség esetén 25—45 ha/óra. Kísérletünkben az adagolt szermennyiség 3 liter (szer + gázolaj) elegy volt hektáronként.

c) Motoros háti permetező

A Jessur-típusú motoros hátipermetező a kezelések után életben maradt rovarok összegyűjtésére használt permetezőszer kijuttatására szolgált.

d) A gyűjtési módszerek

A használt módszerekkel minden ízeltlábú csoportot nem gyűjthettünk, ez nem is lehetett célunk.

A következő gyűjtési módszerekkel dolgozunk:

a) Plasztikcsíkok. Parcellánként 4 db 4 × 1 m-es nyloncsíkot helyeztünk el. A kezelés után 24 órával a lehullott ízeltlábúakat üvegekbe gyűjtöttük. A kezelés után 24 órával ugyancsak plasztikcsíkokat helyeztünk el. Az ezek fölötti területet, nyloncsíkonként számítva kb. 20 m²-t, motoros háti permetezővel széles hatásspektrumú, erős méreggel (Dimecron) lepermeteztük. Újabb 24 óra elteltével ezt az anyagot is összegyűjtöttük („utópermetezés módszere”). A két minta (erdővédelmi kezelés és utópermetezés hatására lehullott rovarok) együtt adta a számításainkban szereplő teljes mennyiséget. Ebből számítottuk ki az egyes beavatkozási módok és szerek hatásosságát.

b) Talajcsapdák. 2 dl-es műanyagpoharakat ástunk be a talajba, ezeket félig etilénlikollal töltöttük fel. Ezek fölé erős fémből készült tetőt helyeztünk. Utóbbi jól bevált: a vadban bő területeken nem tapasztaltuk a csapdák tönkremenetelét.

c) Célfénycsapdák. A kísérletekben használt célfénycsapdatípus lényegében a Jermý-féle fénycsapda több részletben módosított változata volt. Az áram be- és kikapcsolása sötétedéskor, ill. hajnalban óraserkezettel történt. A csapdákban a rovarokat kloroform ölte meg. A csapdák ürítése az akkumu-

látorcserék alkalmával 48 óránként történt egyes esetekben (esőzés) egy napos eltolódás következett be.

A különböző csapdákat ún. csapdatelepekben állítottuk fel. A talajcsapdákat két sorban egymástól 2 m-re, a két sort egymástól 8—10 m-re helyeztük el. A célfénycsapdát többnyire az egyik sor közepén, a plasztikcsíkokat is a csapdatelepek környékén helyeztük el.

EREDMÉNYEK

Az egyes készítmények hatásosságának vizsgálata

A) *A lepkehernyókra gyakorolt hatás vizsgálata*

Amint a módszertani részben említettük, az értékelés egyik módszere parcellánként 4—4 db 4×1 m területű plasztikcsík segítségével történt, amelyek lehelyezésénél arra ügyeltünk, hogy széleik a környezetnél kissé magasabban álljanak, esetlegesen összegyűlő esővíz eltávozását a plasztikfólia átlýugatásával valósítottuk meg.

A vegyszerhatásnál a 48 órai hernyómennyiséget vettük alapul. A biopreparátumoknál emellett a 172 órai hatást is bemutatjuk, tekintettel a biopreparátumok eltérő, így időben is elhúzódó hatására. — Dencsházán a *Thuricide* az első 48 óra során a *Lymantria* hernyók 41, egyéb fajok hernyóinak 51%-át pusztította el, a 172. órára az érték 93, ill. 97%-ra emelkedett. A Zolone hatása a 48. órában a fentiektől nem tért el lényegesen. Feltűnő különbség adódott a Fekama AT—25 hatékonyságában a *Lymantria* hernyókkal ill. egyéb lepkehernyókkal szemben (52, ill. 90%). A Nuvacron okozta mortalitás nem annyira a lepkehernyók, hanem az egyéb rovarcsoportok tekintetében volt szembetűnő.

Karakón a *Thuricide* 48 óra alatt a *Lymantria* hernyók 69%-át, az egyéb hernyók 57%-át pusztította el, ugyanez a 172. órára 87, ill. 83%-ra fokozódott. Hasonló eredményt figyeltünk meg a Dipel esetében a 48. órában (67 és 53%), a 172. órára azonban ezek az értékek 91 és 96%-ot értek el. Igen jó eredményt adott a 48. órára Fekama AT—25 (92 ill. 96%), valamint a Bromex köd, amely a 48. órára 97, ill. 88% mortalitást okozott a *Lymantria* hernyók, illetve araszolók, sodrómolysók stb. körében.

Nem kétséges, hogy a *Lymantria* hernyók elválasztása a többi fajtól kissé önkényes, hiszen amíg ez egyetlen fajt képvisel és a különböző parcellákon a hernyónépeség stádium szerinti összetétele viszonylag egységes volt (az L_2 : L_3 : L_4 hernyók aránya Dencsházán 80:15:5 körül, Karakón 40:45:15 körül mozgott), az „egyéb hernyók” kategória teljesen mesterséges, hiszen változó arányban foglal magába *Malacosoma*, *Euproctis* hernyókat (a *Lymantria*

tömegszaporodásokkal rendszerint egyidőben fellépő fajokat), araszolókat, bagolypille- és sodrómoly fajokat. Az utóbbiak esetében sok tekintetben nem csupán a tölgy alkalmi vagy rendszeres károsítóit kell látnunk, hanem paraziták létfontosságú köztesgazdáit is, amelyek révén viszonylag jelentéktelen egyedszámú fajképviseltek is jelentősen befolyásolhatják a gazdaközösség egyéb csoportjait. Meg kell említenünk, hogy a biopreparátumokkal kezelt területeken elpusztult hernyókból gyakran megfigyelhettük *Tachina* légylárvák kibúvását és bábozódását.

B) Egyéb ízeltlábú faunára gyakorolt hatás

A plasztikfólia csíkokra hullott egyéb rovaranyagot is összegyűjtöttük és a gyakoribb csoportokat értékeltük: így bogarak, kétszárnyúak (külön a szúnyogok), hangyák, egyéb hártáásszárnyúak (javarészt *Inchneumonidae*, *Braconidae*, *Chalcididae* családokba tartozó fürkészek), poloskák, pókok, egyéb rovarok. Ez utóbbi kategória természetesen gyűjtőfogalom, ebbe kerültek a ritkábban előforduló rendszertani csoportok vagy fejlődési alakok. Így ez utóbbi csoportban gyakori volt pl. a hernyók ragadozójaként is számon tarott *Panorpa communis* és ebbe a csoportba számoltuk a lepkéket is, feltűnően kicsiny egyedszámuk miatt.

A kontroll, valamint a biopreparátumok parcelláin a plasztikcsíkokra a hernyókon kívül egyéb értékelhető ízeltlábú nem hullott.

A csoportok közül különös figyelmet érdemelnek a bogarak, amelyeknek a növényevő fajok csak töredékét tették ki, ugyanakkor jelentős százalékként szerepeltek a ragadozó futóbogarak és a *Lymantria* ragadozójaként is számon tartott *Xylodrepa quadripunctata*. A Fekama AT—25 hatása különösen a szúnyogok, és egyéb hártáásszárnyúak esetében volt szembetűnő, a bogaraknak, legyeknek és hangyáknak mintegy a felét megkímélte, még ennél is kevésbé pusztultak a poloskák, pókok és az „egyéb” kategória tagjai. A Nuvacon viszonylag kevésbé pusztította kísérletünkben a bogarakat, viszont jelentős volt a hangyák, egyéb hártáásszárnyúak és pókok pusztulása. A Zolone hatása a lepkehernyók mellett még leginkább a bogarakon nyilvánult meg, megkímélte a legyeknek mintegy háromnegyed részét és szinte teljesen megkímélte a hártáásszárnyúakat; a parcellában a szertől elpusztult poloskákat és pókokat sem találtunk.

A karakói erdőben a Bromex köd mutatta a kísérleti változatok közül a legszélesebb körű pusztító hatást. A lepkehernyók elleni hatékonysága mellett valamennyi csoportban az akkor aktív fauna legnagyobb részét elpusztította, így a 48 órával a Bromex kezelés utáni pótpermetezés hatására a plasztikfóliákra már alig hullott rovar. Feltűnő volt a hártáásszárnyúak és legyek körében tapasztalható nagyarányú pusztulás. A Fekama AT—25 hatása Karakón némileg

eltért a Dencsházán tapasztaltaktól, amennyiben kevésbé pusztultak a hatására a szúnyogok és pókok, viszont 100 %-ban a hártyásszárnyúak, amely a Fekama alkalmazásával kapcsolatosan óvatosságra int.

Az egyes parcellákon tapasztalt szerhatás összevetésekor nem hagyhatjuk figyelmen kívül a fauna összetételében mutatkozó különbségeket. Az ilyen különbségek sok tekintetben (ökológiai, faunisztikai) értékes információt szolgáltatnak, de erre itt nem térünk ki.

A hatástani értékelés bioszféravédelmi vonatkozásban egyértelműen a biopreparátumok szelektív hatására hívja fel a figyelmünket. A széles hatásspektruma ellenére sem tartjuk azonban használhatatlannak a Bromex ködöt, ha azonnali beavatkozás szüksége áll fenn, és ha megoldható a korlátozott terjedelmű góccezelés. Azokon a területeken azonban, ahol nem oldható meg erdőszélek vagy gócok kezelése és ahol az élővilág zoológiai ritkaságokból, tudományos vagy gyakorlati szempontból értékes fajokból tevődik össze — s éppen erdőkben erre gyakran van példa —, használatát kifogásoljuk.

A beavatkozások gazdaságossági kérdései

A *Lymantria dispar* gradációkkal kapcsolatos vélemények közül az egyik leggyakoribb: nem érdemes beavatkozni, mert a gradáció úgyis összeomlik. Az ellentétes vélemény: be kell avatkozni, mert ezzel értékes faanyagot menthetünk meg. A kérdésnek a gazdaságossági oldalát vesszük röviden vizsgálat alá, s próbálunk a kérdésben véleményt nyilvánítani.

A számítások alapjául a karakói erdő adatai szolgáltak. A másik kísérleti területen — mint azt az erdők egészségi állapotáról szóló részben ismertettük —, kárláncolatról volt szó, s ilyen esetekben még nem rendelkezünk megfelelő ökonómiai számítási módszerrel.

Márkus László (1975) adatait a Nyugatmagyarországi Fagazdasági Kombínát területére, tölgyre vonatkoztatva a II. táblázat szemlélteti.

II. táblázat
Tölgy értékek

Korosztály, év	Érték, mFt/ha	Érték, Ft/m ²
1— 10	26,1	
11— 20	28,1	
21— 30	28,0	267
31— 40	21,6	165
41— 60	80,1	341
61— 80	171,1	494
81—100	198,2	494
101—	224,9	

Tekintettel arra, hogy a karakói erdőben 20 évesnél fiatalabb és 85 évesnél idősebb állomány nem volt, a m³ adatokkal számoltunk.

Szovjet adatok szerint (Rafes, 1970) az első évi tarrágás mintegy 20% csökkenést jelent az évi növedékből, a második évi rágás pedig már 75%-ot. A veszteségek értékét a II. táblázat adataiból számítottuk, és a III. táblázatban közöljük.

III. táblázat
A karakói erdő adatai (tölgyes)

A	B	C	D	E	F	G	H	I
1a	16,9	4 039,1	177,4	35,48	133,05	55	12,098	45,370
2a	17,6	4 206,4	184,8	36,96	138,60	55	12,603	47,262
2b	5,1	708,9	56,1	11,22	42,07	25	2,995	11,23
4b	6,6	1333,2	75,9	15,18	56,92	35	2,504	9,391
4e	13,3	3178,7	139,8	27,92	104,70	28	7,454	27,954
5f	4,3	1027,7	45,1	9,02	33,82	26	2,408	9,029
5g	7,5	1177,5	82,5	16,50	61,87	55	5,626	21,097
5h	0,9	215,1	9,4	1,88	7,05	20	502	1,882
6a	13,1	5 812,5	62,9	12,58	47,17	85	6,214	23,302
6b	15,5	5 890,0	155,0	31,00	116,25	85	15,314	57,427
7d	6,5	1098,5	78,0	15,60	58,50	30	4,165	15,619
7e	8,5	1 130,5	102,0	20,40	76,50	24	5,446	20,425
össz.	115,8	2 9818,1	1168,7	233,80	826,50		77,329	289,900

A=erdőrészlet jele

B=erdőrészlet területe, ha

C=összes fatömeg, m³

D=összes folyónövedék, m³

E=első évi veszteség, 20%, m³

F=második évi veszteség, 75%, m³

G=faállomány kora, év

H=első évi veszteség értéke, Ft

I=második évi veszteség értéke, Ft

A növényvédelmi közvetlen becsült ráfordítások adatai a következők:

Fekama AT—25 8 liter/ha 194 Ft/ha

Helikopter üzemkölsége 200 Ft/ha

Összes költség: 394 Ft/ha

A növényvédelmi költség, feltételezve, hogy a teljes területet Fekama AT—25-tel kezeltük: 45 627 Ft.

Ha tehát már a gradáció előkészítő szakaszában, annak első évében elpusztítjuk a hernyók többségét s meggátoljuk nemcsak a tarrágást, hanem a góc kiszélesedését is, jelentős értéket mentünk meg. De ha elmulasztottuk az első évi védekezést, hiányos szignalizáció vagy egyéb ok miatt, a második évi beavatkozás is gazdaságos, bár rendszerint már nagyobb területet érint. A számítás természetesen eredményes védekezést tételez fel, ami sok tényezőtől függ.

Modellkísérletről lévén szó, csupán egy általánosabb vegyszerre s az üzemi módszernek tekinthető helikopterre számoltuk ki az adatokat. Az aeroszol kód nem tekinthető üzemi eljárásnak, s így költségei igen nagyok. Külön megfontolást érdemelnek a biopreparátumok. Hazánkban — mint említettük — kísérletünkben került sor először biopreparátumok üzemi méretű kijuttatására. Külföldön — ott, ahol a biopreparátumokat már elterjedten használják — hozzávetőlegesen a vegyszerköltségek 1,5-szeresével számolnak. Ez az arány a biopreparátum-gyártás fokozódásával javulhat. A karakói erdőben, — feltételezve, hogy az egész erdőt biopreparátummal kezeltük — az eljárás így is gazdaságos lett volna, nem beszélve itt a bioszféravédelmi előnyökről, ami a biopreparátumok alkalmazásából adódik.

A védekezés szükségességének megítélésénél egyébként tekintetbe kell vennünk a növényvédelem újabban felismert társadalmi jellegét, amely egyes, járványszerű fellépéssel fenyegető károsítók esetében tovább tekint a szűk táblagazdaságosság kategóriánál (Nagy B., 1974) és nagyobb területegységek érdekét is figyelembe veszi. Így a példánkban modell károsítónak tekintett *Lymantria* korai gócinak visszaszorítása (az erdő életközösségét kímélő módszerekkel) távolabbi erdőrészeket, értékes csemetekerteket, sőt az erdő közelében levő gyümölcsösöket menthet meg a károsítástól; az így megmentett értéket azonban csak becsülni lehet a számításainkban, éppen esetleges jellegük miatt.

A fenti számítás adataival kapcsolatban óva intünk az általánosítástól, vagyis attól, hogy a lombrágók elleni védekezés minden megtámadott vagy veszélyeztetettnak vélt tölgyesben szükséges egyben gazdaságos. A védekezés okszerűsége az egyes gazdaságok sajátosságaitól, a faállományok mennyiségi és minőségi jellemzőitől, korától stb. függ. Az erdővédelmi ökonómia hazánkban még igen fiatal kutatási ágazat, módszerei sem kiforrottak még. A fentiekhez hasonló számítások szaporodásával párhuzamosan egyre tisztábban láthatunk majd s dönthetünk a beavatkozásokról, vagy azok elhagyásáról, illetve a beavatkozás esetén annak mikéntjéről.

Összefoglalás

A kísérletek eredményeit a célkitűzések sorrendjében az alábbiakban foglalhatjuk össze:

1. *Erdővédelmi célkitűzések.* A kísérlet során alkalmazott vegyi védekezőszerek és biopreparátumok segítségével lényegében valamennyi kezelt parcellán sikerült nemcsak a lombveszteség elhárítása, de a gypjaspille hernyók és egyéb lombkártevő lepkehernyók egyedszámának veszélytelen szint alá történő lecsökkentése. A leghatásosabbnak a Bromex (kód) bizonyult, de kielégítő eredményt adtak a hazánkban erdészeti üzemi körülmények között első ízben

helikopterrel kijuttatott Dipel és Thuricide biopreparátumok, valamint a Zolone, a Nuvacron és a Fekama AT—25 is. A biopreparátumok hatására a hernyók táplálkozása a kezelés utáni napon leállt, de a pusztulásuk egy hetet is igénybe vett.

2. *Bioszféravédelmi célkitűzések.* A Bromex köd, valamint a többi védekezőszerek közül leginkább a Nuvacron, kevésbé a Fekama AT—25 és viszonylag a legkevesbé a Zolone a hasznosnak, ill. közömbösnek ítéltető ízeltlábúakat is pusztította a kártevők mellett. Így leginkább a hártványasszárnyúak, kétszárnyúak, valamint az ikerszelvényesek (Diplopoda) károsodtak leginkább, nem kevésbé a bogarak. A legérzékenyebbnek — aktivitásuk révén — a védekezőszerekkel inkább érintkező hasznos futóbogarak bizonyultak. A védekezőszerek közvetlen hatása erősen érintette a kaszáspókokat, kevésbé a pókokat.

A biopreparátumok a lepkehernyókra gyakorolt hatás mellett semmiféle egyéb csoportot nem károsítottak. Így teljesen hatástalanok voltak, — az irodalmi közlésekkel összhangban, — az erdő életében fontos szerepet játszó futóbogarakra, parazita legyekre, fűrkészdarazsakra, pókokra stb.

3. *Ökonómiai célkitűzések.* A károsítás mértékét, a kártevők továbbterjedéséből származó veszélyt és a megmenthető értékeket figyelembe véve megállapítottuk, hogy az erdővédelmi beavatkozás gazdaságos (a karakói erdő adatait, a kereskedelmi forgalomban kapható Fekama AT—25 árát és a helikopteres kezelés költségeit számítva). A vegyszer alkalmazása esetén azonban meg kell fontolnunk a kezelésből esetlegesen származó ökoszisztéma-károsodást és hangsúlyoznunk kell a korán felismert fertőzéskor alkalmazott góccezelés előnyeit. A biopreparátumok alkalmazása során felmerül ugyan ezek nagyobb szerköltsége, a védekezés azonban még így is a gazdaságosság határán belül marad, nem beszélve a bioszférát kímélő hatás előnyeiről. Az értékelés az erdővédelmi ökonómia jelenlegi fejlettségi szintjén egyelőre csak tájékoztató lehet.

4. *Módszertani célkitűzések.* A kísérletben alkalmazott zoológiai módszerek közül a legtöbb adatot a plasztikfólia csíkok módszere szolgáltatta, a kezelést követő 48 órán belül végzett utánpermetezéssel kombinálva. A módszer egyszerű, olyan fajok is gyűjthetők amelyek egyéb gyűjtőmódszerek számára kevésbé hozzáférhetők (lombkoronában élő fajok). Előnye, hogy adatai megfelelő óvatossággal ugyan, de területegységre is átszámíthatók.

A talajcsapdák főképpen a talajfelszínen és avarban mozgó csoportok (pókok, futóbogarak, ikerszelvényesek stb.) aktivitásának mérésére voltak alkalmasak, kevés adatot nyújtottak az abszolút egyedszámokra nézve. A gyűjtött anyag értékesen egészítette ki az egyéb gyűjtőmódszerek adatait.

A célfénycsapdákban nagytömegű lepke és hártványasszárnyú, valamint bogárányag gyűlt össze: az eredmények értékelését azonban nehezítette, hogy a rovarok repülése ismeretlen távolságból történt és még a nagy felületű kezelé-

seknél sem zárhattuk ki a parcellák esetleges kölcsönhatásait. Ez a gyűjtési mód függött leginkább az időjárás változásaitól.

5. Az erdővédelmi vonatkozások mellett a kísérlet a legkülönbébb ízelt-lábú csoportokra nézve szolgáltatott faunisztikai adatokat, így a gyűjtésekben számos, a magyarországi faunára nézve új vagy ritka faj került elő. Az utóbbiak értékét fokozza, hogy a gyűjtések az ökológiai körülmények (növénytakaró, éghajlati tényezők stb.) felvételezésével történtek, két zoológiailag gyakorlatilag feldolgozatlan területen.

