

# AZ INTEGRÁLIS NÖVÉNYVÉDELEM ÉS BIOLÓGIAI ALAPJAI\*

UBRIZSY GÁBOR

az MTA levelező tagja

Növényvédelmi Kutató Intézet, Budapest

Az ember civilizációjának kifejlesztése érdekében átalakítja a természetet. De minden emberi beavatkozás a természetbe és annak természetes életközösségeibe úgy hat, mint a választóvíz: bizonyos élő szervezetek elpusztulnak az anthropogén hatásokra, mások közömbösen elviselik azokat, ismét mások alkalmazkodnak az új biotikus feltételekhez. Az ember a Föld meghódítása során lerombolta a természetes biocönózisokat, átalakította a tájak ősi arculatát és helyettük a saját céljait szolgáló mesterséges és csak az ember állandó befolyása mellett fenntartható, igényes kultúrákat hozott létre. Ez a természetformáló, döntő átalakítás a biocönózisok eredeti, többé-kevésbé állandó cönológiai struktúráját, ökológiai egyensúlyát és kölcsönhatás-rendszerét megváltoztatta és a kultúrterületeken rendkívül ingatagá tette. A mezőgazdasági művelés alatt álló, de minden más kultúrterületen is voltaképp állandó küzdelem folyik az ember és az eredeti tenyészhelyét visszahódítani igyekvő növények (gyomok) és az ezeket követő állatvilág között (ún. biológiai rekonstrukció). Ez a permanens küzdelem maga az agrotechnika, a növénytermelés.

A műveleti növényállományokban kialakuló agrobiocönózisok szerkezetükben lényegében hasonlóak a természetes biocönózisokhoz, bár kölcsönhatás-rendszerük, összetételük és életmenetük jellegzetes, mert az ember állandó behatása (az egész agrotechnikai komplexum erős biológiai stresszt képvisel) folytán bioökológiai egyensúlyuk jelentősen labilissá vált. A kártevők és betegségek tömeges (gradáció), ill. járványszerű (epidemia epiphytia) elszaporodása emiatt az ember által befolyásolt tájakon gyakran fokozott mértékben következik be, a természeti tényezők hatalmas erejű megnyilatkozásaként, míg egyébként természetes viszonyok között a stabil táplálékláncok, a táplálkozási összefüggések, a szaporodás, a degeneráció és az elhalás bonyolult kölcsönhatásai a biocönózisokban megakadályozzák az egyoldalú káros túlszaporodást. Az ésszerű és biocönotikai növényvédelem feladata éppen abban áll, hogy meglassítsa vagy teljesen megakadályozza ezt a biológiai rekonstrukciós folyamatot, amelyet láthatóan szántóföldjeinken a gyomnövények, a kár-

\* Székfoglaló előadás. Elhangzott 1966. április 26-án.

tevő rovarok és a kórokozók képviselnek, s amely a termelő számára rendkívül káros. A növényvédelem, ha egy kultúrnövény-állományt veszünk figyelembe végeredményben egy jellegzetes biotopban tevékenykedik és arra törekszik hogy az abban létrejött agrobiocönózis állandó ellenőrzése alatt tartsa, és ne csak a műveleti növényt és annak kártevőit figyelje, hanem az egész életközösséget, annak biotikus és abiotikus tényező-komplexumával együtt. A kártevő állatok, főleg rovarok gyors gradációihoz vezető populációdinamikai folyamatait a mortalitás faktor szabályozásával, ill. azzal befolyásolhatjuk, hogy egész biológiai és kémiai tudásunkat, valamint a rendelkezésre álló növényvédelmi eljárásokat arra irányítjuk, hogy a kártevőt ne irtsuk ki, csupán a veszélyességi létszám alatt tartjuk.

Ma még túlságosan keveset tudunk az agrobiocönózisokról és azokról a táplálékláncokról, ökosztruktúrákról, melyek szervezik és szabályozzák ezeket az életközösségeket. S mivel az agrobiocönózisokban a cönosztruktúra mindig labilis, könnyen felborulhat, ezért minden olyan biológiai stress, amely tartósabban és egyoldalúbban hat, olykor egy-egy élő faktor tömeges elszaporodásához, a biodinamizmus egyoldalú megváltozásához vezet. A kártevők, a patogén szervezetek és gyomnövények ilyen túlszaporodása esetén a gyakorlatban az utóbbi 30 év folyamán az agrotechnikai módszerek mellett mindinkább előtérbe kerültek a kémiai jellegű eljárások (legáltalánosabban vett chemotherapia), azaz a peszticideknek különböző technikai kivitele a fertőzött területre.

Az európai államok nagy részében ma már a mezőgazdaság belterjesítése elérte azt a szintet, amelyen erőteljesen jelentkezik a termés növelését, s különösen annak minőségét károsan befolyásoló kártevők, betegségek és gyomok elleni hatékonyabb védekezés fontossága. Nemcsak a várható termés mennyisége, annak biztonságos megtermesztése, de a kapott minőség, annak exportképessége is nagymértékben függ a növényvédelem hatásosságától, a növényvédelmi eljárások intenzitásától és egyáltalán a védekezések technikai színvonalától. Üzemtanilag nézve a növényvédelem intenzitási kérdést, hiszen az intenzív termelési ágak kultúrnövényei a legfogékonyabbak a kártevőkkel és betegségekkel szemben, s azonos kártétel esetén az intenzív üzemben mindig nagyobb a ténylegesen okozott termésvesztés, mint az extenzív üzemekben, mert a területegység hozama nagyobb (I. I. táblázat).

Az USA-ban jelenleg 900 eltérő hatóanyagot tartalmazó 60 875 különböző peszticidet tartanak nyilván, amelyekből mintegy 3500 készítmény került rendszeres alkalmazásra a mezőgazdaságban. A növényvédőszer eladásának értéke az 1930–40 közötti évek 30–40 millió dollárjáról, 1965-ben 771 millió dollárra emelkedett. A növényvédőszergyártás növekedési üteme itt sokkal gyorsabb, mint a kémiai ipar átlaga. Hazánkban a növényvédőszerigény és fogyasztás nagymértékű megnövekedését az alábbi adatokkal érzékeltethetjük: amíg 1950-ben az összes növényvédőszer-felhasználás csupán 3650 tonna volt, addig 1962-ben 54 ezer tonna, és 1960-tól kezdve kb. 63 ezer

## I. táblázat

Károk nagyságrendje az USA-ban a mezőgazdaságban  
W. C. SHAW szerint, 1964

Ok	Kártétel milliárd dollár
Talajerózió .....	1,5
Házi állatok betegségei .....	1,8
Rovarkárok .....	1,1
Növénybetegségek .....	2,5
Gyomkárók .....	4,5
Növényvédelmi károk összesen .....	8,1

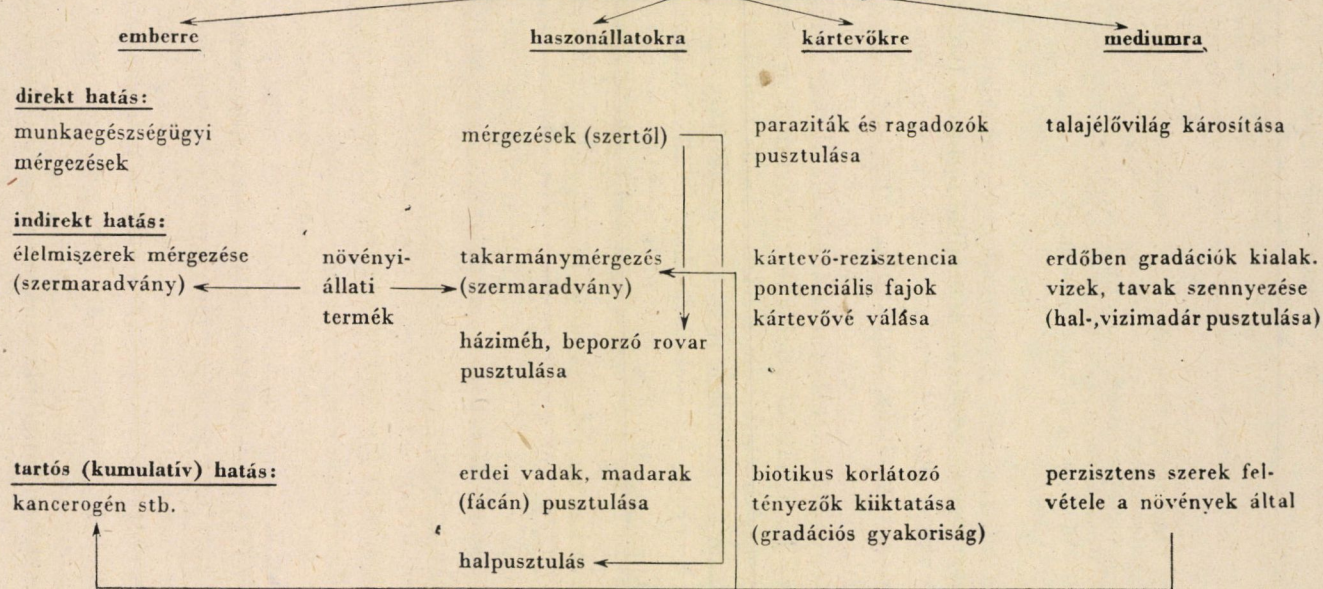
tonna, tehát kb. 20-szoros az emelkedés. A gyakorlati növényvédelemben felhasznált szerek értéke 1959-ben 460 millió forintot, 1962-ben 680 milliót, míg jelenleg kb. 750 millió forint értéket tesz ki. A növényvédelmi ráfordítások összköltsége (anyagköltség, munkabér, gépköltség stb.) 1959-ben 697 millió forintot tett ki, jelenleg pedig meghaladja az 1,2 milliárd forint értéket.

A növényvédőszer kutatásától és előállításától ma már nemcsak azt várjuk, hogy hatékony peszticideket juttassanak a termelők kezébe, mert szinte a legfontosabb követelmény lett a káros mellékhatások kiküszöbölése, az akkumuláció és a krónikus toxicitás megakadályozása. A növényvédőszer-maradványok kérdése az élelmiszeren és az állati takarmányon, valamint az ember miliójének szennyeződése a növényvédőszerektől, de más kémiai anyagoktól is, ma még meg nem szokott és ezért izgalmas probléma, amely sok vitát és szenvedélyt kavart fel. A kémiai növényvédőszer, mint tudjuk, ma nélkülözhetetlen fegyverek a mezőgazdaság kártevői elleni küzdelemben. Ugyanakkor a legtöbb vád is éppen a vegyi növényvédelmet éri, hogy az megbontja a biocönózis természetes egyensúlyát, a szermaradványok révén pedig haszonállatokat, sőt magát az embert is megmérgezheti (I. II. táblát).

A közelmúltban a nyugati világ sajtójában egyre nagyobb visszhangot keltett egy amerikai újságíró, RACHEL CARSON könyve: a „Silent Spring”, amely több nyelvre lefordítva szinte „best-seller”-ré vált és meglehetősen növényvédőszer-pánikot keltett. Kétségtelen, hogy a könyv a növényvédőszernek félelmetes bűnlajstromát szedte össze, de ezt szándékos egyoldalúsággal és ugyanakkor lelkes pátoosszal tálalta. Az is kétségtelen viszont, hogy ehhez a beállításhoz a hatalmas amerikai monokultúrák és az erre következő eltúlzott és drasztikus vegyi növényvédelem hatásos hátteret képezett. A könyv szerzőjétek között ezeket írja: „A későbbi nemzedékek aligha fogják nekünk me bocsátani, hogy nem volt meg a bölcs előrelátásunk a természet integritásának mint minden élet hordozójának megőrzéséhez. Korunk a specialisták korszaka, amelyben mindenki csak a saját problémáját látja és nincs tisztában, vagy legalábbis nem törődik az összefüggéseknek azzal a rendszerével amelybe problémája is beletartozik. Korunkban ugyanakkor az ipar uralko,

II. táblázat

PESZTICIDEK KÁROS MELLÉK- ÉS UTÓHATÁSAI



dik, amelyben 1 dollár előállításának jogát — bármibe kerüljön is az — ritkán vonják kétségbe.”

Mielőtt rátérnék az új szemléletű és az említett dilemmából kivezető integrális növényvédelem behatóbb ismertetésére, legyen szabad Carson könyvéből néhány olyant pontot idézni, amelyek kétségtelenül elgondolkoztatók. A DDT világsikere és eltúlzott használata következtében az USA-ban az élelmiszerek fertőzöttsége aggasztó méreteken megnőtt. Már 1954-ben a száraz gyümölcsben 69 ppm, a kenyérben 100,9 ppm DDT-t találtak. A lakosság zsírszövetei az 1954–56-ban végzett vizsgálatok szerint kumulálódás következtében 5,3–7,4 ppm DDT-t tartalmaztak. Az 1960-ban megvizsgált 461 vajmintának  $\frac{1}{3}$ -a növényvédőszer-maradványokkal volt szennyezve. Tudni kell ugyanis azt, hogy 7–8 ppm DDT-t tartalmazó széna takarmányozása esetén a vaj már 65 ppm DDT-t tartalmazhat. HAYES megállapítja (1964), hogy az USA-ban majdnem minden élelmiszerben van DDT és naponként kb. 0,194 mg jut egy-egy ember szervezetébe. MAIER—BODE (1963) kimutatta, hogy 5 ppm-nél nagyobb DDT az USA-ban az esetek 28%-ában, Magyarországon 60%-ában, míg az NSZK-ban csak 7%-ában és Angliában 10%-ában fordult elő. Más vizsgálatok során nyert megállapítást, hogy Angliában az emberi zsírszövetben átlag 0,21 ppm Dieldrin volt kimutatható. SZ. DÉNES ANNA (1964) vizsgálatai szerint a vizsgált 50 emberi zsírmintában a DDT maradék 5,1–10 mg/kg között ingadozott. Ugyanakkor az anyatejben a DDT szint 3,6–6,6 mg/kg között volt. WILKINSON és munkatársai (1964) beszámolnak arról, hogy drótféreggel súlyosan fertőzött vályogtalajt Aldrinnal és heptaklórral egyszerre kezelve, még 9 év múltán is (5,6 kg/ha hatóanyag használata esetén) 0,006 ppm Aldrin és 0,153 ppm Dieldrin, illetve 0,009 ppm heptaklór és 0,169 ppm heptaklóreoxid maradék volt a talajban. Házállataink esetében a DDT és a halogénezett ciklodiének az anyagszere folyamán felhalmozódnak az állati szervezetben és így belejutnak a zsírba, a vajba, a tejbe, más tejtermékekbe és a tojásba. A DDT koncentrációja a vesében, az ovariumban és a hímállatok agyában volt a legnagyobb. A madarak szaporodását valószínűleg az ovarium közvetlen DDT mérgezettsége gátolja. A 10 ppm DDT-t tartalmazó anyagokkal táplált patkányok kevesebb A-vitamint tartalékolnak májukban, mint a normális étrenden tartott patkányok. A DDT, Aldrin és Dieldrin gyengén kancerogén tulajdonságúak. Sós akadémikus (1963) megállapítja, hogy a második világháború után az USA-ban gyakori volt egy gastroenteritisszel járó betegség, amelyet egy feltételezett X vírussal magyaráltak. Ez azonban DDT mérgezés volt. A DDT kis krónikus adagjai máj-, bél- és vesekárosítók. Intézeti vizsgálatai szerint a 2,4-D tartalmú gyomirtószer a kísérleti állatokon májkárosodást, súlyoskfenést és a pajzsmirigy jódkötésének csökkenését idézte elő. Antitirozin-vegyülettel lehetett csökkenteni nemcsak a pajzsmirigy jódkötését, hanem a jódnak a szerves formába kötődését is. Átmenetileg azonban fokozta a pajzsmirigy aktivitását, mert hipertireózis állapotot váltott ki.

A triptofánszerű vegyületek az érmozgató anyagok aktivitásában válhatnak ki zavarokat. Tudnunk kell ugyanis, hogy a herbicidek szerkezetük alapján bekapcsolódhatnak a triptofán, a fenilalanin és tirozin anyagcseréjébe. De van a herbicidek között antiaminosav sajátosságú is. Az IPC és CIPC tartalmú szerek rákkeltő hatásúak, akárcsak az aminotriazol (ATA) is.

Megemlítjük még, hogy az emberi szervezetbe a peszticid maradványok általában nem közvetlenül, hanem közvetve, az állati eredetű termékekkel jutnak be. FABINYI (1966) megállapítja, hogy nincsen olyan tojás nálunk, amiben DDT vagy HCH maradvány ne lenne. A sertészsír-minták mindegyike szennyezett volt DDT-vel és a legtöbben 2–3 mg között mozgott a DDT mennyiség. A haszonállatok a takarmány révén fertőződnek, s indokolt ezért mind a hazai, mind az import takarmányok (pl. földidió dara, gyapotmag-pogácsa stb.) gondos vizsgálata. Mert hiába vezetjük be Magyarországon a legkörülményesebb integrális növényvédelmet, és küszöböljük ki a gyakorlatban a perzisztens klórozott szénhidrogének használatát, ha az import takarmányok olyan országokból származnak, ahol még a ciklodién-származékok használata sincs korlátozva (I. III. táblázat).

### III. táblázat

*A vegyi növényvédelem eltűzéséből,  
illetve a hibás alkalmazásból eredő károk Magyarországon*

A kár oka	Évente millió Ft-ban
Hasznos rovarok, ragadozó rovarok pusztításából eredő károk .....	200
Levéltetű, takácsatka, vértetű stb. túlszaporodása következtében jelentkező károk .....	250
Mézelő méh, vadméhek, beporzó rovarok elpusztításával okozott kár ...	102
Rovarrezisztenciát következtében fellépő többletköltség, ill. kár .....	10
Haszonállatok (erdei vadak, madarak, halállomány) pusztulásából eredő kár	25
Rezisztens gyomok kialakulása következtében beálló kár .....	15
Herbicid utóhatás okozta termelési veszteségek (kb. 250 000 kh-on) .....	100
<i>Kár évente összesen .....</i>	<i>702</i>
Növényvédelmi költségfordítás évente (anyagköltség + munkabér) ...	1200
Kémiai növényvédelem következtében elért eredmény terméstöbbletben	4000
<i>A növényvédelem révén biztosított évi netto terméstöbblet .....</i>	<i>2008</i>

Az agresszív bioaktív peszticidek a biocönózisokban is komoly mérgezést idézhetnek elő. Az USA több területén, ahol nagyarányú védekezést hajtottak végre repülőgépről granulált Aldrinnal és heptaklórral a japán cserebogár ellen, a vadállomány jelentős pusztulását figyelték meg. A kaliforniai Clear Lake tavat árvízszűnyogok ellen, melyek tömeges rajzásuk idején zavarják a horgászokat, a DDT-nél kevésbé mérgező DDD-vel kezelték. A vízben mindössze 1/50 ppm hatóanyag került, de ez felhalmozódva a planktonban (5 ppm) a planktonevő halakon keresztül (40–300 ppm) eljutott a ragadozóhalakig is,

amelyeknek zsírszövetében már 2500 ppm, míg a hlevő madarakban 1600 ppm DDT-t találtak. A halakkal táplálkozó madarak tojásaiban az embriók már nem fejlődtek ki, így számos madárfaj néhány év alatt kipusztult.

Drámai módon terelte nálunk is a közfigyelmet a növényvédőszeres, de környezetünk más kémiai szennyeződésének akut problémájára a múlt évi balatoni halpusztulás. A kérdés koránt sincs lezárva; azonban nem vitatható, hogy mind több oldalról kell megközelíteni a milió vegyi anyagokkal történő szennyeződésének, illetve toxifikációjának kérdését, hogy a biocönózisok és azok hasznos, számunkra értékes tagjainak fokozott védelmét a jövőben kellőképpen biztosítani tudjuk.

Anélkül, hogy lebecsülnénk a kémiai növényvédelemben alkalmazott humán toxikus anyagok fent említett közvetlen és közvetett hatásainak, valamint az egyes peszticideknek a természetes életközösségekre, a hasznos rovarokra és rovarevő madarakra, a vadállományra, a halakra, ill. a talaj termékenységére és mikroorganizmusaira gyakorolt káros hatását, hangsúlyozni kell azt, hogy a világ mezőgazdaságában az egyre növekvő munkaerőhiány miatt, amely a termelőmunka minél intenzívebb mechanizálását és kemizálását kívánja meg, valamint a fogyasztók növekvő minőségi igénye következtében és általában a növényvédelmi és termelési önköltségek jelentős mérséklése érdekében a kémiai növényvédelem változatlan szinten való fenntartása kívánatos. Mert a leghatékonyabb, a leggyorsabb és általában a legolcsóbb növényvédelmet a vegyi védelem jelenti, ezért a mezőgazdasági termelőmunka industrializálódása során változatlan súllyal jelentkezik a peszticidek széles körű alkalmazása a termelésben.

Közismert dolog azonban, hogy a növényvédőszeres, amelyek természetüknél biológiailag hatásosak (agresszív bioaktívak), erőteljes beavatkozást jelentenek a természetben kialakult életközösségekre. Az agrobiocönózisra gyakorolt hatás egyik oldala, ami az alkalmazás tulajdonképpeni célja is, előnyös, ti. a kártevők, kórokozók és gyomnövények egy csoportjának elpusztítása, ellenben a másik része az életközösség hasznos tagjainak megsemmisítését idézi elő, vagy kártevő rezisztenciát alakít ki, és ez káros. A számunkra hasznos parazita, ragadozó fajokat, valamint a megtermékenyítésben résztvevő beporzó rovarokat csak úgy tudjuk megkímélni, ha a korábban alkalmazott többé-kevésbé totális (omnipotens) hatású peszticidek és univerzális módszerek helyett — amelyek biológiai hatásspektruma nemcsak a célbavett kártevőket, illetve a táplálékláncnak azon szakaszát érte, amelyet kiiktatni kívántunk, hanem sokszor a teljes táplálékláncot is — a jövőben a szelektív és szuperselektív hatású vegyületeket használjuk, amelyek az élőlényeknek szűkebb csoportjára toxikusak, a táplálékláncnak csak kisebb szakaszait veszélyeztetik s ugyanakkor megkímélik a hasznos rovarokat. Be kell vezetni továbbá a növényvédőszeresek változó használatát, az ún. peszticid rotációt, amely különböző hatóanyagok és különböző irányú hatások váltogatásával megakadályozza

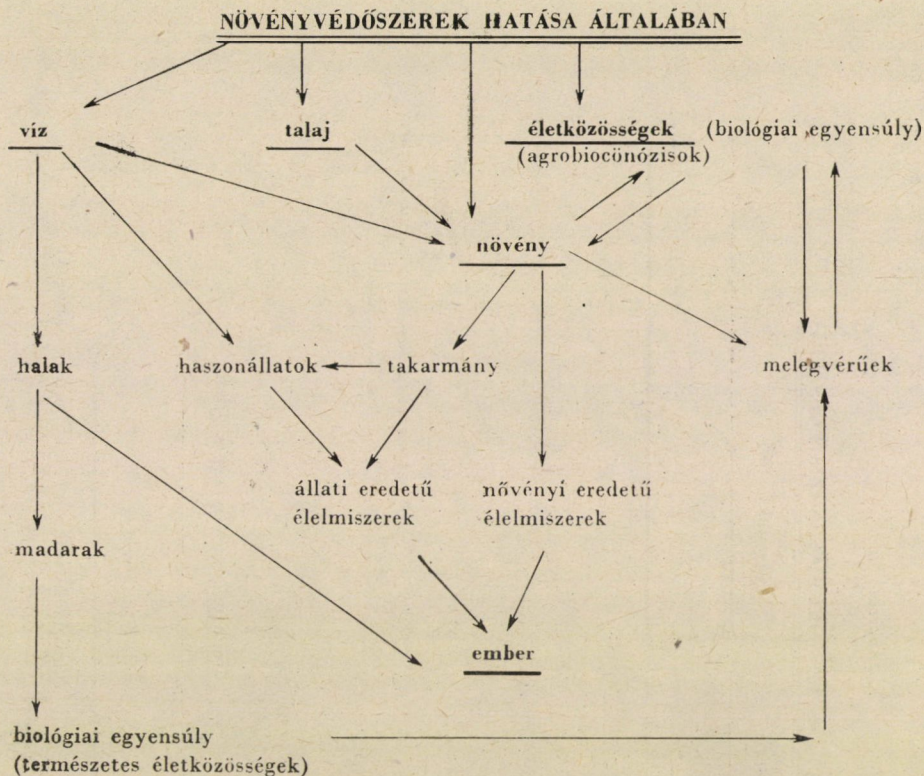
az egyoldalú biológiai stress kialakulását. E tekintetben jelentősége van a speciális (inkább csoportspeciális, mint fajspeciális) hatású preparátumok kutatásának és előállításának. Szerepet kapnak a biológiai preparátumok (antibiotikumok, fitoncidok), mikrobiális inszekticidek és ezeknek a peszticidekkel képzett kombinációi. A vegyszeres növényvédelem új irányait ma a biológiai szemlélet előretörése és a nagyüzemi gyakorlat követelményei szabják meg. Előbbi inkább a hatóanyagok továbbfejlesztéséhez, utóbbi inkább az alkalmazási formák megválasztásához mutat irányt. Az a vetélkedés, ami egy jó évtizede a kémiai és biológiai védekezés irányzata között kifejlődött, végeredményben közelebb hozta a kettőt egymáshoz és mindkét irányzatra kedvezően hatott.

Ismeretes, hogy az inszekticid vegyész bizonyos biológiai alapelvekbe ütközik kutatásai során. Ilyenek pl. a rovaroknál a populáció-dinamikai, ill. a mortalitás faktor. A halál oka a rovaroknál igen sokféle lehet, és ezek közül csak az egyik faktor hatékonyságának kell kissé megnövekednie, hogy lényegesen visszaszorítsa a populációt. A természetes tényezőkön kívül a nagy biológiai hatású szerves inszekticidek a mortalitás új és igen hatékony okozói. Mivel a rovarpopulációk amúgy is hajlamosak a robbanásszerű egyedszám-növekedésre (gradáció), ezt a tendenciát az inszekticidek, különösen a parazitákat és predatorokat sem kímélő kontakt szerek még csak növelhetik. Nyilvánvaló azonban, hogy a rovarkártevők legnagyobb részével szemben a kémiai védekezés az egyetlen hatásos módszer jelen pillanatban, és ez a helyzet valószínűleg a jövőre nézve is fennáll. A toxikus vegyszerek azonban nem másik vegyszerre hatnak, mint a kémcsőben, hanem élő rovarnépeségek ellen. Az inszekticid vegyésznek ezért szorosan együtt kell működnie a biológussal, hogy megismerje és számon tartsa azokat a biológiai erőket és törvényszerűségeket, amelyekkel szemben áll. Röviden, törekedni kell olyan stratégia kialakítására, amely lehetővé teszi az inszekticidek használatát oly módon, hogy az ne károsítsa, ellenkezőleg segítse a folyamatosan működő természetes reguláló rendszert (L.: IV., V., VI. táblázat).

Az egyoldalú és rotáció nélküli szerhasználat következménye a hasznos élőlények, elsősorban parazita rovarok nagymértékű kigyérülése. Hazánkban pl. a nagyarányú DDT-s és foszforsavészteres (parathionos) védekezés az almafavértetű fürkészdarázsát olyan mértékben gyérítette meg, hogy ma már a vértetű jelentős kártevővé vált. Amíg a korábban alkalmazott mérszarzenátos szerek esetében a gyümölcsösökben a vértetvek 72%-a volt parazitált, addig a DDT-vel kezelt gyümölcsösök parazitáltsága csak 2,5% volt. A burgonya-bogár elleni rendszeres DDT-s védekezések hatására feltűnően elszaporodtak a levéltetvek. S mivel ezek a burgonya levélsodródás vírusait is közvetítik, ezáltal elősegítették a vírusos leromlás terjedését, amely évente 400 millió forint nagyságrendű. Csak a levéltetű kár értéke is eléri a 100–200 millió forint nagyságrendet. Az újabban ajánlott Sevinnel permetezve a levéltetvek



IV. táblázat

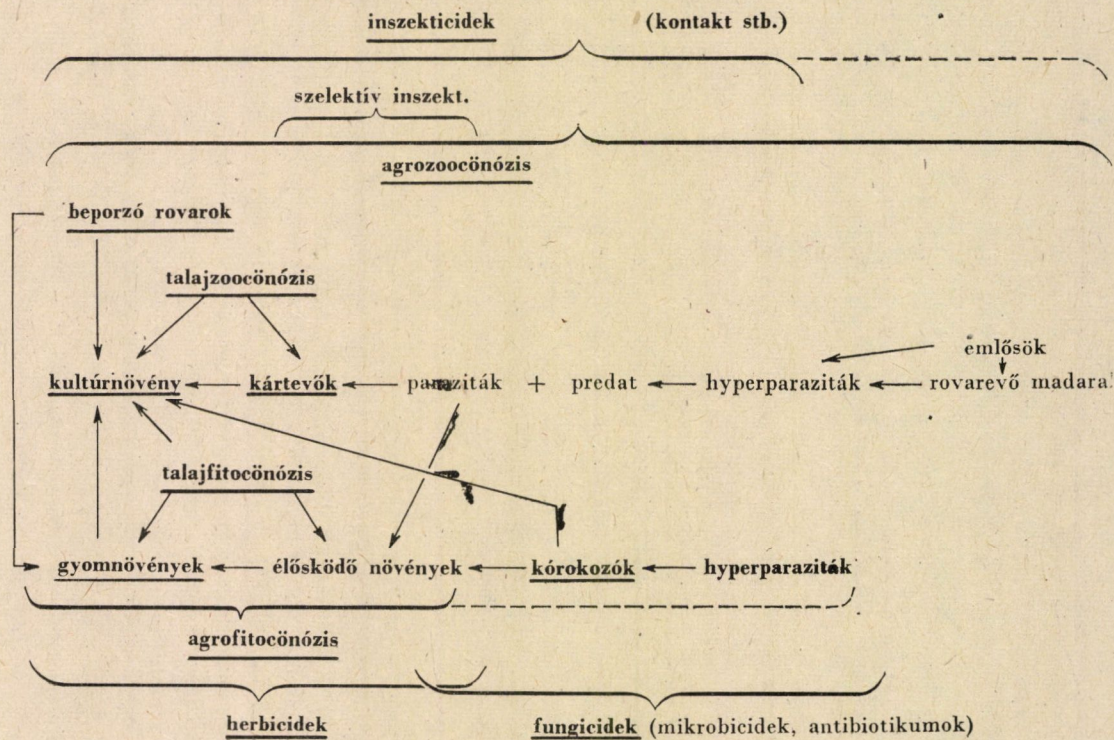


még jobban elszaporodtak, mert az eredeti egyedszám 28-szorosára növekszik a populáció. A DDT-s és parathionos védekezések következménye, hogy nálunk is be kellett vezetni a levéltetveket, de különösen az elszaporodó takácsatkák ellen a specifikumokat, vagyis az akaricideket. A használt akaricidek mind importból származnak (pl. Diazinon-Phenkapton, Tinox, Intration, PCBS típusú akaricidek) ezek évente mintegy 10 millió forintos nagyságrendű védekezést jelentenek. A hasznos rovarok irtásából eredő kár nagyságrendülég több száz millió forintra tehető Magyarországon.

Jelentős az a kár, amelyet a házi és vadméhek, továbbá más beporzó rovarok pusztítása révén mutatkozik. Tudjuk azt, hogy hazánkban tavasszal munkába induló méhek száma  $2,5 \times 10^9$ , ami naponta  $5 \times 10^{11}$  viráglátogatást és beporzást jelent. A különböző kultúrákban, elsősorban a pillangós vetésekben végzett rovarmegfigyelések alapján az egyes beporzó rovarok részvétele a következőképpen oszlik meg: mézelő méh kb 90%-ban, magános és poszméhek 7%-ban, legyek 1%-ban és egyéb rovarok 2%-ban. A megfelelő beporzás nemcsak mennyiségi, hanem minőségi előnnyel is jár, mert az ilyen termés ízesebb, kedvezőbb a mag súly, héjárány stb. A Szovjetunióban egy becslés szerint

V. táblázat

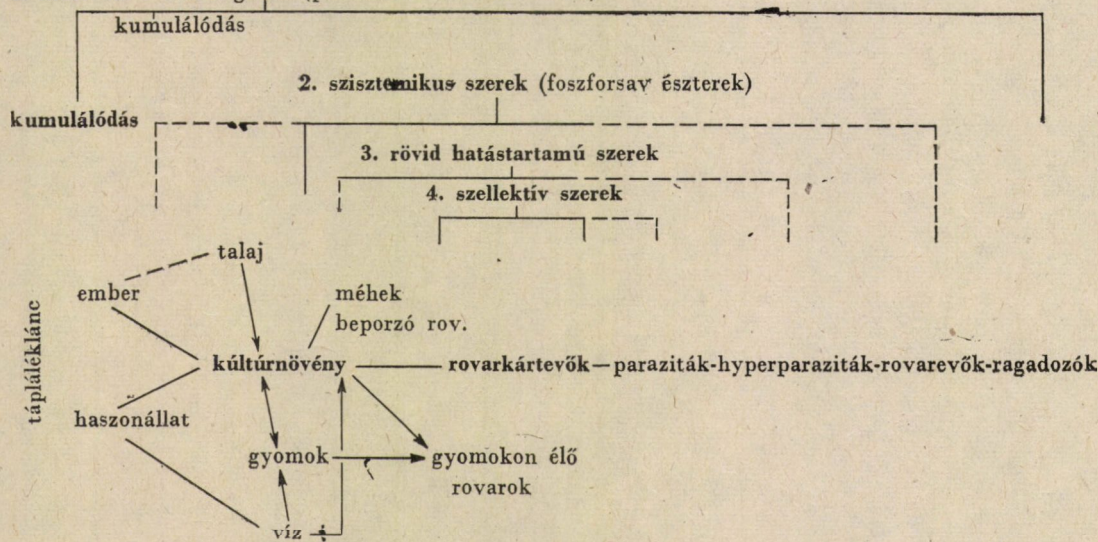
PESZTICIDEK HATÁSA AZ AGROBIOCÖNÓZIS EGÉSZÉRE



## VI. táblázat

INSZEKTICIDEK HATÁSA AZ AGROZOOCÖNÓZISRA

## 1. klórozott szénhidrogének (perzisztens kontakt szerek)



a háziméh megporzás elhanyagolása és semmibevevése az erősen kemizált területeken  $3-4 \times 10^9$  régi rubel veszteséget okozott. Általában az a vélemény, hogy a megporzásból eredő haszon nagyságrendűleg a közvetlen haszonnak (méz + viasz) 10–15-szöröse. Ilyen alapon nálunk 100–200 millió forint értéket reprezentál.

A kémiai növényvédelem nyilvánvalóan a leggyorsabb és legbiztosabb hatást jelenti főképp preventív és protektív kezelések formájában, de a mind jobban terjedő kuratív, valamint különleges eljárások (repellensek, attraktánok, antibiotikumok, fitoncidok, bakteriotoxinok, ún. mikrobiális inszekticidok és kemosterilánsok alkalmazása stb.) alakjában is. Amellett a technika mai színvonalán a legnagyobb mértékű gépesítés és a csaknem iparszerű technológia megvalósítását teszi lehetővé, ugyanakkor viszonylag a legolcsóbb is (UBRIZSY 1963).

Az eltúlzott, a túl gyakran megismételt és rendszerint totális hatásokra törekvő vegyi növényvédelem mégis az oka annak a sok vádnak, amit ma a peszticidek alkalmazásával szemben felhozunk és emlegetnek. Ezek közül fontosabbak, mint láttuk: az élelmiszerek és a takarmány megmérgezése a szermaradványok révén, egyes peszticidek erősen kumulatív hatása, a perzisztens típusú szerek hosszú időn való jelenléte a talajokban és a talajvízben és ezáltal a talajtermékenység kedvezőtlen befolyásolása; a nem szelektív hatások miatt az egész agrobiocönózisra kiterjedő átfogó hatás, különösen a kontakt szereknél s így az érzékenyebb hasznos parazita és ragadozó fauna mint regulatív faktor meggyengítése, vagy kikapcsolása. Egyáltalán a szerek nem tisztázott hatásmechanizmusa, ill. amiatt, hogy a különböző peszticideknek nem tanulmányozták kellőképpen a hasznos parazitákra, a beporzó rovarokra stb. gyakorolt kedvezőtlen befolyását — a nagy adagú és nagy területekre kiterjedő védekezések alkalmával —, biocönózisok összetételének és egyensúlyának erős megzavarása, sőt azok megmérgezése következik be (beleértve a táplálékláncok egész vonalát a kultúrnövény és a gyomokon élő fitofág rovaroktól és gerincesektől kezdve a parazitákon és hiperparazitákon át a ragadozó madarakig és emlősökig), továbbá a vizek és talajok biológiailag káros szennyeződése áll elő mint direkt, ill. közvetett hatások.

A növényvédőszernek a direkt hatásokon felül rendkívül jelentős mellék- és utóhatásai is vannak és ezek sem közömbösek. A direkt hatások között kell számon tartanunk az egyre fokozódó inszekticid rezisztenciát, ill. a hasonlóan aggodalmassá váló gyomnövény-rezisztenciát is (l. a II. táblázatot a peszticidek káros mellékhatásairól). Egy adott biocönózisban mindig vannak az alkalmazott növényvédőszerrel szemben többé-kevésbé ellenálló vagy ún. toleráns törzsek és egyedek. Ha az ilyen populáció éveken át rendszeres nagyüzemi védekezés során érintkezésbe kerül az inszekticiddel — amennyiben nem alkalmaznak peszticid rotációt —, úgy előállhat, hogy a normális érzékenységű egyedek kipusztulása következtében viszonylag elszaporodnak, sőt egyes

esetekben teljesen rezisztens populáció alakul ki. A peszticid rezisztencia általában nem egyetlen vegyi anyagra, hanem a rokonvegyületek kisebb-nagyobb csoportjára nézve alakul ki. Így pl. egy amerikai házilégy törzsön a következő peszticidekkel szembeni rezisztenciát figyelték meg: DDT-vel szemben 500-szoros, DDD-vel szemben 200-szoros, metoxiklórral szemben 14-szeres, Lindan-nal szemben 8-szoros és Toxaphen-nel szemben 3-szoros. Világviszonylatban mintegy 80–100 rovarkártevőnél tapasztalták a rovarrezisztencia kialakulását. Az USA-ban ez 18 fontos mezőgazdasági kártevőnél fordul elő és igen nagy gazdasági hátránnyal jár, mert nemcsak a klórozott szénhidrogénekkal, foszforsavészterekkel, hanem újabban a karbamát típusú inszekticidekkel (Sevin, Isolan), a természetes Pyrethrinnel, sőt a hidroxikumarin szerrel szemben is megfigyeltek ellenállóságot. A jelenség tehát általános biológiai törvényszerűségeen nyugszik és különösen ott gyakori, átmeneti vagy teljes rezisztencia formájában, ahol egy-egy inszekticidet hosszú időn keresztül folyamatosan és eltúlzott adagolásban használtak. Kaliforniában a lucernalevéltetvek ellen végzett parathionos permetezések hatására a levéltetvek 113-szoros rezisztenciára tettek szert (STERN, 1962), míg az NSZK-ban olyan új levéltetűtörzset izoláltak, amely valamennyi szerves foszforvegyülettel szemben, így a Metasystox-szal szemben is 10-szeres rezisztenciát mutatott (BAERECHE, 1962). A takácsatkák rezisztenciájának kialakulása a klórozott szénhidrogénekkal és a foszforsavészterekkel szemben általánosan ismert (DITTRICH, 1962).

Újabban mind több panasz hangzik el a herbicidekkel kapcsolatos gyomnövény rezisztenciáról is. Már RADEMACHER több tanulmányában rámutatott arra (1956, 1960), hogy a vegyszeres gyomirtás révén teljes mértékben átalakul a gyomflóra és valósággal új problémák születnek meg. A fokozott műtrágyahasználat, a tökéletesebb vetőmagtisztítás és a herbicidkezelések hatására a szántóföldeken mindenütt fontos és gyakori obligát szegetális gyomok közül teljesen háttérbe szorultak pl. a *Bromus secalinus*, az *Agrostemma githago*, a *Papaver rhoeas*, a *Centaurea cyanus* stb. Különösen a fitohormon bázisú herbicidek befolyására csökkent a *Polygonum aviculare*, a *Sinapsis arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Cirsium arvense* jelentősége. Ellenben az egyoldalú szelekció következtében terjednek és elszaporodtak különböző hormonbázisú herbicidekkel szemben rezisztens gyomfajok, pl. a *Galium aparine*, *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media*, *Veronica persica*, *Senecio vulgaris* stb. Különösen megnőtt a gyom pázsitfű-fajok szerepe Nyugat-Európában, de nálunk is kezdenek terjedni pl. az *Alopecurus myosuroides*, *Avena fatua*, *A. ludoviciana*, *Apera spica venti*, *Cynodon dactylon* és *Agropyron repens*.

Számos kutatás kimutatta, hogy az eredeti gyomflóra az egyes gyomirtószerekkel szemben miként alakul át folyamatos használat esetén, főként rezisztens típusokból összetevődő gyompopulációkká.

A peszticidek közvetlen effektusai sok esetben a helyesebb szermegválasztással, a szelektívebb hatásokra való törekvéssel, a kontakt peszticidek helyett

szisztematikus vagy mélyhatású ún. terápiás szerek bevezetésével lecsökkenthetők, de a tartós káros hatások, különösen a perzisztens klórozott szénhidrogének, a halogénezett ciklodién-származékok esetében csupán az egész védekezési rendszert megszabó biocönológiai és biodinamikai szempontok érvényesítésével kerülhetők el. E tekintetben különös jelentőséget kell tulajdonítanunk az egyes peszticideknek a hasznos élőlényekre gyakorolt hatását illetően. STEINER (1962) bevezette a „hasznossági effektivitás” és a „kímélő hatású” növényvédőszer fogalmát, amelyen azt érti, hogy az alkalmazott inszekticidek, fungicidek, akaricidek stb. a direkt hatáson felül mellékhatásként a tápláléklánc azon tagjainak fennmaradását biztosítják-e, amelyek a biocönózis egyensúlya szempontjából nélkülözhetetlenek. Az általa megvizsgált peszticidek biocönózis-kímélő hatása az alábbi sorrendet mutatja: 1. inszekticidek: legkedvezőbb hatású a nikotin (értékszáma 0,3), majd a Metasystox (0,1), Lebaycid (0,05), Dimecron (0,03), Sevin (0,025), Diazinon (0,02), Malathion (0,018), Thiodan (0,01), Ólomarzenát (0,01), Lindan (0,01), Toxaphen (0,01), Parathion (0,01) és DDT (0,01). 2. Akaricidek sorából legkedvezőbb a klórbenzilát (0,17), Chlorocid (0,01), Benzolszulfonát (0,01). 3. Fungicidek sorából a legkímélőbb hatású a mézskénlé (0,5), majd a DNRB (0,5), a rézoxikloridok (0,025), Karathan (0,01), Ferbam (0,01), Zineb (0,01), TMTD (0,01), Captan (0,01) és a kolloidális kének, hálózatos kénkészítmények (0,002). A peszticidek biocönózist kímélő hatását feltétlenül tekintetbe kell venni a komplex integrális védekezési programok összeállításánál, s e vonatkozásban fokozott szerephez juthatnak a növényi eredetű inszekticidek (nikotin-, pyrethrin-, Rhyania-, derrisz-, rhotenon-, anabazin- stb. származékok). VAN DE VRIE (1962) a takácsatkákat sakkbantartó ragadozó atkák pusztulását vizsgálta különböző inszekticidek és fungicidek hatására:

	1. Inszekticid (akaricid)	töménység	4 nap utáni pusztulási %
	Parathion .....	0,10	100
	Eradex .....	0,10	92
	Eradex .....	0,05	44
	Acricid .....	0,10	88
	Acricid .....	0,05	60
	Klórbenzilát .....	0,10	20
	Klórfenson .....	0,05	24
	Kelthan .....	0,15	32
	Kezeletlen .....	—	10
	2. Fungicid		
*	Karathan .....	0,06	100
	Acricid .....	0,10	94
	Kénpor .....	0,25	90
	Rézőxiklorid .....	0,25	84
	DNRB .....	0,15	80
	TMTD .....	0,15	70
	Zineb .....	0,10	70
	Captan .....	0,20	10
	Wepsyn .....	0,10	8
	Kezeletlen .....	—	6

STEINER H. (1965) Svájcban lefolytatott Parathion, Isolan és Menazon típusú inszekticidek hatását tanulmányozta a gyümölcsösben előforduló 17 kártevőre (ill. csoportra), 20 parazitára és ragadozó rovarra (ill. csoportra), továbbá közömbös rovarcsoportra nézve. Egy kártevőre a *Dysaphis plantaginea* levéltetűre, ill. a hasznos predator Miridae-re mutatott hatás az alábbi volt:

Levéltetű Miridae	Parathion 6/9	Isolan 18/17	Menazon 11/88	Kezeletlen 18/12
----------------------	------------------	-----------------	------------------	---------------------

Tehát a legkedvezőbb a Menazon szelektivitása volt. Ugyanakkor az egész biocönózisra gyakorolt hatás összképe így alakult a pusztulás %-ában:

	Parathion	Isolan	Menazon	Kezeletlen
Kártevők	67%	38%	55%	0%
Hasznos rovarok	92%	38%	90%	0%
Közömbös „	58%	31%	64%	0%
Összfauna:	70%	40%	60%	0%

Azaz a Parathion volt a legrosszabb, utána a Menazon következik, míg az Isolan hatása a legkedvezőbb.

VAN DINTHER (1963) a hasznos Carabidákra gyakorolt peszticidhatást vizsgálta a Krijgsman et Berger módszere szerint és megállapította, hogy a *Pseudophonus rufipes* fajt legerősebben a Parathion pusztította, majd a további szerek a hatáscsökkenés sorrendjében a Dieldrin, Sevin, DDT és Toxaphen voltak. Rendkívül fontosnak tartja, hogy a hasznos ragadozó Carabidák kímélése szempontjából a fenti tapasztalatot a védekezési programok összeállításánál feltétlenül vegyék figyelembe. STEINER (1962) rámutatott arra, hogy gyümölcsösökben nemcsak a kártevő és hasznos faunának, hanem az ún. indifferens faunának is jelentősége van, különösen, az interspecifikus konkurrencia, polyphagia tekintetében. Tudnunk kell ugyanis azt, hogy egy kártevő egy más agrobiocönózisban közömbösnek számít, ha gyűjtő helyén kárt nem tesz. Egy almagyümölcsösben végzett parathion + Lindan permetezés hatására 14 nappal a permetezés után azt tapasztalta, hogy a hasznos rovarok nagymértékben, a közömbös rovarok hasonló nagyságrendben pusztultak el, a populáció regenerációja még nem indult meg, ugyanakkor a kártevők egyedszáma a kezelés után 16 órával regenerálódni kezdett. Továbbá hangsúlyozza, hogy egy almásgyümölcsösben 1000-nél több ízeltlábú rovar él az agrobiocönózisban, s rendkívül körültekintést igényel egy megfelelően kímélő védekezési program kidolgozása a változatos fajgazdagság miatt. Stuttgart környékén végzett vizsgálatait szerint egy almásban az alábbi Arthropodákat találta: 186 Coleoptera (további 20 fajt nem sikerült meghatározni), 45 Heteroptera, 36 Cicadina, 67 Lepidoptera (további 150 faj napfényes helyeken), 62 Ichneumonidae (további 13 csak napfényes helyeken), 68 Araneina, 5 Psocoptera és 125 Diptera (további 23 faj csak napfényes helyeken fordult elő).

A korszerű növényvédelmi üzemben a vertikális növényvédelmet kell szorgalmazni az egész országra kiterjedő ún. horizontális védelem helyett és ennek érdekében a vegyi növényvédelem helyes megszervezésében támaszkodjunk határozottan a lokális kártevő-, betegség- és gyompopuláció prognózisokra. Csakis ezeknek az adatoknak a birtokában kezdjük el pl. a talajfertőtlenítést, a gyökérherbicidek alkalmazását vagy a nagyobb arányú inszekticid kezelést. A szignalizációs és prognózis szolgálatnak a szerepe az integrális növényvédelemben fokozódó tendenciát mutat. Itt nemcsak az országosan működő szignalizációs szolgálat által kidolgozott adatokra, hanem főként az egy üzemen belüli prognózis-adatokra gondolunk. Egy adott terület kártevő faunájának és gyomflórájának megismerése tekintetében a jól vezetett táblatorzskönyvek, a helyesen kidolgozott növényvédelmi térképek és a helyi prognózis-adatok a legdöntőbbek.

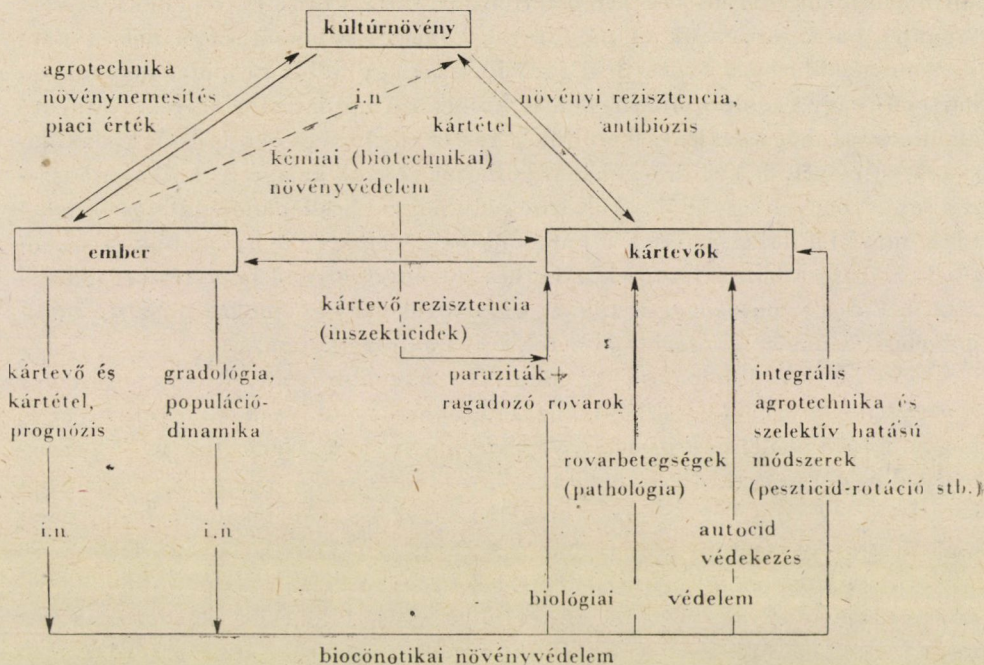
A korszerű biocönológiai növényvédelem úgy fogható fel általában, mint az agrobiotop és agrobiocönózis körültekintő védelme. A biocönológiai szemlélet ugyanis megköveteli, hogy minden növényvédelmi, különösen kémiai beavatkozásnál gondoljunk arra, hogy a néhány kiirtásra szánt kártevő-populáció mellett vagy velük társulva lényegesen több nélkülözhetetlenül hasznos rovarpopuláció tevékenykedik ugyanakkor és ugyanott. Azaz ne tévesszük össze a növényvédelmet az egyoldalú rovarirtással. Ezen a szinten kapcsolódik be a gyakorlatba a sokoldalú, harmonikus módszereket alkalmazó, tehát az integrális növényvédelem, amelynek révén elkerülhetjük a biocönózisok megmérgezésének veszélyét és mindazokat a káros mellék- és utóhatásokat, amikről fentebb szoltunk. Célunk mindig az legyen, hogy ne törekedjünk totális hatásokra, elégedjünk meg a kártevőpopuláció, a kórokozók<sup>1</sup> és gyomok olyan mérvű korlátozásával, amely őket a veszélyességi létszám alatt tartja, és így a termést megvédi (I. VII. táblázat).

Az integrális növényvédelem mint új és átfogó komplex módszer lényegét az alábbi jellemvonásokban, látjuk: 1. Nélkülözhetetlen az agrobiocönózisok beható megismerése, a biocönotikai struktúrák, az ökosystem, a faunaelemek, a regulációs rendszer és a gyomcönózisok pontos tanulmányozása, a biocönotikai struktúrák funkciójának tisztázása mind a lineáris, mind a vertikális összefüggések jegyében; továbbá a táplálékláncok teljes egészének felmérése a kultúrnövénytől és gyomnövényektől mint energetikai bázistól a ragadozó madarakig és emlősökig bezárva. A táplálékláncban érvényesülő fiziológiai, biokémiai folyamatok, valamint a mili-faktorok szerepének tisztázása. Mind ezt nemcsak általánosságban szükséges tisztázni, de az egyes termelőüzemekben is! 2. A vegyi védekezés szükségességét egy adott biocönózisban, ill. termőhelyen mindig annak kell eldöntenie, hogy vajon a kártevők egyedsűrűsége vagy a fertőzés mértéke elérte-e a veszélyességi fokot vagy sem. Ezért olyan értékelési módszereket kell sürgősen kidolgozni, amelyek alapján a kártevők egyedsűrűségéről, ill. ennek változásáról, valamint a veszélyességi lét-



VII. táblázat

INTEGRÁLIS NÖVÉNYVÉDELEM



számról gyorsan tájékozódhatunk. 3. Alapos kártevő-, betegség- és gyomprognózis alapján kell a védekezéseket előkészíteni úgy, hogy a kultúrnövény és a kártevők fenológiai fázisainak összefüggéseit a legmesszebbmenőkig figyelembe vegyük. E tekintetben különös jelentősége van a hasznos paraziták és egyéb interkaláris szervezetek fenológiai viszonyai pontos ismeretének. Nemcsak kártevőprognózisra, de kártételprognózisra is szükség van, ezért a teljes vegetációs periódusban figyelemmel kell kísérni a kártevők és gyomok populáció-dinamikáját és a kártétel alakulását. 4. A kémiai védekezést korlátozzuk a valóban kifizetődő és a csak szükséges esetekre úgy, hogy a vegyszeres kezeléseket lehetőleg összpontosítsuk a megvédendő területre, ill. növényrészekre (sávos kezelés, refugium-területek hagyása, attraktánsok és repellensek alkalmazása stb.). 5. A legmegfelelőbb peszticideket, azok pontosan kipróbált adatait és olyan kezelési módokat válasszunk, amelyek tökéletesen beilleszthetők a harmonikus védelmi rendszerbe. A növényvédőszeradagokat olyan mértékig csökkentjük, a még hatásos dózis keretein belül, hogy az ne zavarja meg a biocönózisok egyensúlyát s általában kímélje a hasznos rovarokat és a reguláló tényezőket. Törekedjünk a szelektív és szuperszelektív peszticid alkalmazására, továbbá lehetőleg rövid hatástartamú szisztemikus, ill. mélyhatású szerek

alkalmazására. 6. Nagyon kívánatos az ún. csökkentett számú kezelést magában foglaló és szelektív szereket alkalmazó, kémilő permetezési programok összeállítása, amelyekben a kémiai peszticideken kívül mikrobiális peszticidek, antibiotikumok, fiziko- és kemosterilánsok, attraktáns és repellens szerek, továbbá parazitarovarok és predatorok tömeges kibocsátása is helyet kap. 7. Nem nélkülözhető a peszticid rotáció, azaz egy adott területen ugyanazon kártevő- vagy gyompopuláció ellen is különböző hatóanyagú szerek váltogató alkalmazása, hogy ezáltal elkerüljük a rezisztens bio- és ökotípusok kialakulásának veszélyét. 8. Végül nem hanyagolhatók el azok az agrotechnikai módszerek sem, amelyek egyfelől a kultúrnövény nagyobb ellenállóságát teszik lehetővé, másfelől hozzájárulnak a kártevők és gyomok egyedszámának csökkentéséhez. Elsősorban jelentősek a helyes növényi sorrend és vetésforgó, másrészt a káros szomszédság kerülése, a kártevőket és gyomokat pusztító talajművelési és növényápolási módszerek folyamatos alkalmazása.

Az 50-es években, amikor nálunk is nagyobb arányokban indult meg a vegyi növényvédelem kibontakozása, többször felhívtuk a figyelmet arra, hogy a növényvédelmet, ill. növényegészségügyet nem azonosíthatjuk a permetezéssel és porozással. Az egyoldalú és káros biotechnikai eljárások és szemlélet helyett az egyedül helyes biocönológiai szemléletet kell meghonosítani, nemcsak a növényvédelmi kutatásban, de a növényvédelmi gyakorlatban is. Akkoriban komplex növényvédelemről beszéltünk mint olyan sokoldalú eljárásról, amely számot vet az agrotechnika, a rezisztenciára nemesítés, a természetes reguláló tényezők (paraziták, ragadozó rovarok, mikroorganizmusok stb.), tehát a biológiai növényvédelem jelentőségével is. Kissé tágabb értelmezésben ilyen komplex védelmet jelent az integrális növényvédelem. Az integrális növényvédelem hangsúlyozza azt, hogy az eddiginél nagyobb szaktudással és körültekintéssel kell a kémiai védelmet alkalmazni, nehogy több kárt okozunk, mint hasznot. Mint BRIEJER (1962) megállapítja, a legtöbb hiba a gyakorlati növényvédelemben abból származik, hogy felületesen ismerjük a biocönózist, nem vagyunk tisztában az egyes agrobiocönózisok pontos fajspektrumával, azok cönológiai szerkezetével, nem tisztáztuk az életközösségekben a reguláló tényezők szerepét, a táplálékláncon fontosságát stb. Ha egy-egy mellékhatásaiban ki nem kísérletezett növényvédőszer kellő óvatosság nélkül egyszerre nagy területen kezdenek alkalmazni, ezáltal gyakran tömeges elhullást idéznek elő pl. a vadállományban vagy a hasznos parazita rovarokban, a biocönózis amúgy is labilis egyensúlyát megbontva. Ő a gyakorlat számára a következő szabályt állította fel: „Permetezzünk olyan keveset, amennyire csak lehetséges.” A kutatásra vonatkozóan a következőket mondja: „Nagyon széles körű kutatást kell kezdenünk más védekezési módszerek kidolgozására, olyan módszerekére, melyek biológiaiak lesznek, nem pedig kémiaiak. Célunk az kell legyen, hogy a természeti folyamatokat a lehető legnagyobb körültekintéssel vezessük a kívánt irányba, s nem az, hogy erőszakot alkalmaz-

zunk. Amikor a természetben adódó valamely probléma megoldására olyan fegyvereket használunk, mint amilyen egy drasztikus inszekticid, akkor tulajdonképpen nem kielégítő biológiai tudásunkról teszünk tanúságot, valamint arról, hogy nem vagyunk képesek irányítani a természetes folyamatokat, s ezért kényszerülünk az erőszak alkalmazására.”

A legfontosabb törekvés, mint arra SMITH (1963) is rámutat, hogy az ökosystemet, ill. az *agrobiocönózist pontosan és behatóan felmérjük*. Hivatkozik PICKETTRE (1961), aki Új-Skóciában (Kanada) almafaültetvényekben megállapította, hogy az ott fellépő 73 rovar és atka kártevő közül csak 3 állandó kártevő, 17 alkalmilag lép fel, míg 53 mint lehetséges (potenciális) kártevő értékelendő. Smith szerint ez a számarány általában tipikus az agrobiocönózisokra. A másik fontos tényező a kártételi küszöbértékek (veszélyességi létszámok) pontos ismerete és ezek hasznosítása. A gyakorlati növényvédelemnek nem az a célja — mert akkor lehetetlenségre vállalkozna —, hogy a kártevőket teljesen kipusztítsa, hanem csupán azok egyedszámát korlátozva, a kártételt kiküszöbölje. Általában olyan esetekben, ha nem minőségi károsítóról van szó, eredményesebb és olcsóbb, ha a kártevő egyedszámát 50%-kal redukáljuk és nem 95%-kal. A kártevők totális kipusztítása ugyanis legtöbbször annyi kezelést és olyan nagy mennyiségű szer alkalmazását kívánna meg, ami már káros szelektív stresszt gyakorolna magukra a kártevőkre is, s ezáltal elősegítenék a rezisztens rasszok kialakulását. Az irodalomból tudjuk ugyanis, hogy több mint 65 kártevő rovarfaj rezisztens rasszai alakultak ki az eltúlzott kémiai növényvédelem következtében. A szelektív nyomás a hasznos paraziták kigyérítésében is megnyilvánul, miáltal eddig jelentéktelen kártevők lépnek előtérbe, amire klasszikus példa a DDT-s kezelések nyomán elszaporodó atka- és levéltetű-kártétel, ami a vizsgálatok szerint a katicabogarak, ragadozó poloskák, atkák és egyéb hasznos rovarok pusztulásával függ össze (WIGGLESWORTH, 1962). Az integrális növényvédelem harmadik szabálya SMITH szerint az kell legyen, hogy kerüljük el az életközösségek zavarait, azaz lehetőleg ne alkalmazzuk az erősen mérgező és nem specifikus inszekticideket (mint pl. egyes parathion szereket), mert ezek általában nem illeszthetők be az integrális növényvédelem programjába. Vizsgálni kell ilyen tekintetben nemcsak az inszekticidek, nematocidek, akaricidek mellékhatásait, hanem a fungicid szereket is, mert pl. a Captan szerekről STEINER (1962) megállapította, hogy ezek károsak a Trichogrammákra, viszont ugyanakkor kedvezők a ragadozó atkákra, tehát a kártevő takácsatkák természetes reguláló tényezőire. Ugyancsak elősegíti a ragadozó atkák elszaporodását a Wepsyn, Sevin, Isolan és Thiodan (VAN DE VRIE, 1962).

Az *agrotechnikai jellegű védekezések* jelentőségéről az utóbbi időben sokszor megfélejtkezünk. Noha a legolcsóbb és olykor átütő sikerű lehet. Az intézetemben folyó kutatások közül két olyan témát emelnék ki, amelyekben kizárólag agrotechnikai módszerrel sikerült a kártevőket leküzdeni. A Kesz-

hely környékén repcevetésekben nagy kárt tevő repcedarázs (*Athalia rosae*.) nyári második nemzedéke elpusztítása érdekében feltétlenül szükséges a repcearatáskor kipergett magvakból származó ún. „árvakelés” meghagyása. Ugyanis a nyári első nemzedékű imágók az árvakelésre rakják tojásaikat, és ha az árvakelés leszántását augusztus első hetében végezzük el, akkor ezáltal az egész lárvapopulációt elpusztíthatjuk. Ezzel kiküszöböljük az őszirepce kelése utáni költséges vegyi védekezést. E módszerrel a keszthelyi Agrártudományi Főiskola tangazdaságában 10 éven keresztül sikerült az ősszel esedékes kémiai védekezést kiiktatni, ugyanakkor az árvakelésnek, mint zöldtrágyának termésfokozó hatását is felhasználhatták az utóvetésre (SÁRINGER, 1957). A máktokormányos (*Ceutorrynychus macula-alba*) csak a fiatal 1—2 napos máktokokba rakja tojásait. A tavaszi mák június közepén az imágók tömeges rajzásakor kerül tojárakásra alkalmas állapotba, de akkor a méheket is veszélyeztető kémiai kezelésre van szükség. Az őszi mák vetésével sikerül azonban a fővirágzást május elejére hozni olyan időszakban, amikor a máktokormányos még nem hagyta el téli telelőhelyét. Így az őszi mák gyakorlatilag védve van a fertőzéstől, mert vizsgálataink szerint pl. 1963-ban a táblaszéleken csak 6—8%-os, míg a tábla közepén 0—2%-os fertőzés fordult elő, ugyanakkor a tavaszi mákon a tábla szélén 35—40%-os, közepén pedig 28—32%-os fertőzést találtunk (SÁRINGER, 1964).

A növénybetegségek elleni biológiai védekezésre nemcsak antibiotikum-termelő szervezetek, hanem olyan mikroorganizmusok is alkalmasak, amelyek tápanyag vagy térkonkurrenciájuk révén nyomják el a patogén szervezeteket. A vetésforgó gyakran ilyen irányban változtatja meg a talaj mikroflóráját, mert pl. a bab *Fusarium solan f. phaseoli* okozta szárító- és gyökérbetegsége árpszalmának a talajba való előzetes beszántásával kiküszöbölhető, mert a szalma elbontásakor elszaporodó szaprofiton mikroorganizmusok teljes mértékben felhasználják a talaj nitrogénkészletét, amely pedig a kórokozó *Fusarium* fertőzéséhez nélkülözhetetlen.

Az integrális növényvédelem szempontjából nagyon fontos a védekezések időpontjának a helyes megválasztása, különösen a nem szelektív növényvédőszeres esetében, mert ilyenkor tekintetbe kell venni a gazdanövények fenológiai állapotát, a fitofág rovarkártevők fejlődésviszonyait és érzékeny stádiumait, valamint a parazitáknak fejlődésmenetét, továbbá az alkalmazott inszekticidek hatástartalmát. Így pl. Nyugat-Németországban a *Lymantria dispar* ellen a DDT porozásokat az erdőkben a kártevő első lárvastádiumában végzik el, mert ha 1—2 hetet késnek, a talajból előjövő és a kártevőn parazitáló fürkészlegyeket pusztítanak el, ami előbb-utóbb gradációhoz vezetne. Figyelemmel kell tehát lenni az illető kártevő helyi parazitáinak és ragadozó rovarainak fejlődésviszonyaira és akkor kell az inszekticid kezeléseket elvégezni, amikor a paraziták bábállapotban vagy más védett helyzetben vannak. A perzisztens kontakt mérgeket (pl. DDT, dién-szerek stb.) nagy koncentrációban alkalmazni

## VIII. táblázat

## Harmonikus (komplex biocönológiai) védekezési rendszer

Kártevő	Időpont		Módszer	Peszticid	Célkitűzés	Megelőzés
	a) kártevő	b) paraziták				
1. Átmeneti és pregradációs fázisok	érzékeny fenofázisban	nem érzékeny st. (nyugvó stádium)	differenciált vegyi védelem néhány-szor v. kivételesen kémiai + mikrobiológiai védelem paraziták előretenyésztése és kibocsátása	nem perzisztens foszforsav észterek  szisztemikus szerek szívó- és rágókártevők ellen	veszélyességi (kritikus) létszám alatt tartani	lokális prognózisok  táj-szignalizáció parazita-tápnövények megőrzése
Átmeneti és pregradációs fázisok	kevésbé érzékeny fázisokban	érzékeny stádium	sávós, refugiumos kezelés biológiai és autocid védekezés attraktánsok, repulzív szerek	rövidhatású szerek szelektív inszekticidek  pesticid rotáció	parazita védelem lokalizált (koncentrált) védelem  rezisztencia megakadályozása	runderális területek mint ökológiai és genetikai puffer
2. Gradációs fázis	kirobbanáskor	—	direkt vegyi véd. többször megismételve  hímsterilizálás árasztásos módszerrel	szelektív szisztemikus szerek nagy akut toxicitású szerek	totális és tartós hatás nagy felületen	populáció-dinamikai vizsg. gradáció gyorsítása
Gradációs fázis	kirobbanás után (összeomlás előtt)	—	direkt drasztikus vegyi védelem kontakt hatások nagy dózissal	perzisztens totális hat. szerekkel (klórozott szénhidr.)	teljes területi kezelés lehetőleg <i>totális</i> , <i>tartós</i> hatás	összeomlás elősegítése paraziták összetelepítése

semmiképpen sem szabad. Legfontosabb elv, hogy a vegyszeres kezelések összpontosítása megtörténjék a megvédendő terület legfertőzöttebb részeire, pl. gócirással vagy sávos kezeléssel, továbbá lehetőleg a kártevő gradációját megelőzően vagy annak prodromális stádiumában hajtsunk végre hatékony vegyi védelmet mielőtt a gradáció-kitörés bekövetkezne és kénytelenségből akkor már nemcsak a kártevő, hanem a jelenlevő teljes rovarfaunát, beleértve a parazitákat is, kiirtanánk a bevetett nagy szeradagokkal (l. VIII. táblázat).

A harmonikus védekezésnek egyik iránya lehet az is, amikor a *gazdanövény érzékeny fejlődési időszakát és a kártevő incidenciáját igyekszünk megszakítani* vagy időben szétépíteni. Így pl. a tölgyesekben kártékonykodó *Tortrix viridana* kártétele ellen úgy védekeznek Németországban, hogy kihajtás előtt a tölgyfákat maleinsavhidraziddal permetezik, miáltal a rügyek fakadása meglassul és így nem esik egybe a fiatal sodrómoly-lárvák fejlődésével. Hasonlóképpen védekeznek vörösfenyőn a *Coleophora laricella* kártevő ellen úgy, hogy a hernyók kibújása idején, mielőtt azok a fenyőtűk között áttelelő hernyófészket készítenének, a lombot DNOC-s permetezéssel leperzselik. További parazitakímélő eljárások még: az entomopathogen mikrobák kombinálása peszticidekkel, az inszekticidekkel szemben ellenálló parazitarovarok szelektálása, tömegtenyésztése és szabadonbocsátása, valamely területen a hasznos paraziták kigyérülése vagy elpusztulása esetén ezen entomofágoknak sürgős visszatelepítése és elszaporítása a biocönózisban. A rendszeres permetezési előírásokban az alkalmazandó növényvédőszeradagokat olyan mértékben kell csökkenteni, hogy az a biocönózis egyensúlyát ne zavarja meg. A vegyi védekezést korlátozzuk a valóban szükséges és kifizetődő esetekre, azaz kerüljük a túladagolást és a túl gyakran végzett kémiai védelmet. Az eddigi széles hatáskálájú ún. totális vagy univerzális szerek helyett mindinkább térjünk át a speciális toxicitású szerek használatára (pl. szelektív toxicitású Thiodán, Melipax, Dipterex stb.). E tekintetben a rövid hatástartamú, gyorsan elbomló anyagoknak van jelentősége, mint a Phosdrin, Endothion, Mevinphos, Menazon, Bromophos, Bidrin, Phosphamidon stb. A szisztémikus és transzlokálódó hatóanyagok használata mindenképpen előnyben részesítendő a kontakt hatású és perzisztens szerekkel szemben.

Köztudott, hogy az alkalmazási formák közül a permetezés kevésbé veszélyes, mint a porozás, és a földi gépekkel végzett munka kevésbé hat olyan széles körben, mint a repülőgépről vagy a helikopterről lefolytatott védekezés. Egy meghatározott terület okosystemje, ill. agrobiocönózisa szempontjából legveszélyesebb kétségtelenül a nagy területre kiterjedő aeroszolozás, illetve ködképzés. Fertőzött erdők esetében pl. a cserebogarak, de más kártevők ellen is csupán egyes erdőrészek vagy erdőszegélyek vegyi kezelése előnyösebb a teljes területi lepermetezés vagy porozás helyett. Nagyon fontos a biocönológiai egyensúly fenntartása és annak védelme, elsősorban az erdőkben és a természetes, ill. félkultúr életközösségekben (mint pl. ruderalis területeken ökológiai

és genetikai pufferként). A kártevőket hatásosan irtó, de a hasznos reguláló tényezőket kímélő szelektív szerek nagyobb arányú alkalmazása indokolt mindenütt, ahol intenzív növényvédelemre van szükség. E tekintetben előnyös lehet a magkezelések kiterjesztése, amikor a vetőmagot inszekticidekkel és fungicidekkel inkusztáljuk és ezáltal a talajkártevőket és kórokozókat elpusztítjuk, de nem károsítjuk a hasznos faunát. Figyelmet érdemel az a kutatási irány is, amikor olyan gyomormérgeket állítanak elő a kontakt hatás kikerülésével a jelenleg ismert kontakt inszekticidekből, megfelelő inaktív anyagok inkusztálásával, hogy csupán a célbavett kártevők pusztuljanak el. Ilyen esetben ugyanis a hatásos peszticidet olyan védőanyaggal vonják be, amely a kártevők gyomrába kerülve elbomlik, s csak ott fejlődik ki mérgező hatás. Nagyon előnyös továbbá a csalogató anyagokkal kombinált védekezés számos rovar és rágszáló kártevő ellen.

A korszerű harmonikus, ill. integrális növényvédelemnek nemcsak a kémiai védekezést kell a minimumra csökkentenie, hanem ugyanakkor ki kell dolgoznia a természetes, életközösségek védelmére szolgáló legalkalmasabb módszereket. E tekintetben minden fontosabb biotóp, mint pl. különböző kultúrák hasznos rovarfaunájának védelmére meg kell állapítani megvédésük legkorszerűbb és a gyakorlatban is keresztülvihető technológiáját. A legújabb kutatások szerint itt tekintetbe jönnek a vegyi anyagokkal kombinált biológiai és mikrobiológiai védekezések, valamint a speciális attraktív és repulzív szereknek toxikus anyagokkal kombinált használata, továbbá a patogén mikroorganizmusok fokozott alkalmazása (beleértve az antibiotikumokat is). Végül az autocid védekezés, az ultrahangkezelés, a gammasugárzás, a fiziko- és chemosterilánsok szélesebb körű kibontakozása jelenti a kibontakozás útját.

Az integrális növényvédelem egyik nagyhatású kezdeményezése a *riasztó* (repellensek), ill. a *csalogató anyagok* (attraktánsok) és azoknak inszekticidekkel kombinált alkalmazása. E módszer lényege az, hogy a permetlé az inszekticid hatóanyagokon kívül olyan vegyületet is tartalmaz, amely a nem kívánatos kártevőt a megvédendő kultúrától elriasztja (mint pl. a rézvegyületek a burgonyabogarat), vagy az elpusztítandó kártevőt odacsalogatja (ún. táplálkozási és szexuális attraktánsok: gyplur, metileugenol, glyptol, ammonium-nitrát, NaOH stb.). Az attraktánsok révén lehetővé válik, hogy nem az egész kultúrát, sőt növényt, hanem annak csak egy kis részét permetezzük, mivel az odacsalt kártevők úgyszólván felkeresik a permetezett területet. A xylofág rovarok elpusztításában a fenyőfák bizonyos gyantavegyületei attraktánsként használhatók, s ezért a fenyőerdők ilyen inszekticidekkel kombinált permetezésekkel megszabadíthatók a kártevőktől. Mindkét módszer jelentős szer- és munkaerő-megtakarítást tesz lehetővé. Egyes rovarok porított zúzalékából készített permetlé ugyanazon fajra nézve erősen riasztó, sőt toxikus hatású lehet. A rovarok átalakulásának biokémiáját kutatva tisztázták a metamorfózist irányító hormonfolyamatokat. Az ún. juvenil hormonokkal megakadályozható a rova-

rok átalakulása. Az ecdyson hormonnal viszont idő előtti bábozódást lehet előidézni. A nitrofurán-, tetrahidrofuránszármazékok chemosterilitást idéznek elő. A kumol, anizol, furfurool stb. tojásrakást gátló, míg az azridinek étvágytalanságkeltők (ASCHER, 1965).

Az ionizáló besugárzások (radioaktív kobalt 60 izotóppal) állati szervezetre gyakorolt hatásának, e sugárzások lehetőségeinek felismerése teljes mértékben találkozik az integrális növényvédelem törekvéseivel. A besugárzással való védekezés egyik eljárása a kártevők (pl. raktározott terményekben) közvetlen megsemmisítésre törekszik, míg másik módszere a steril hímek alkalmazása tulajdonképpen a biológiai (autocid) védekezés egyik sajátos területe, mert steril hímek esetében ugyancsak élőlényeket használunk fel a védekezés érdekében. A besugárzás közvetlen (letális dózisok) vagy közvetett (subletális dózisok, pl. steril hím módszer) alkalmazása esetében általában a következő előnyök várhatók: 1. a sugárzásos védekezés nem ártalmas a biocönózis hasznos tagjaira, megkíméli a rovarparazitákat, ragadozókat és a beporzást végző rovarokat, 2. kíméli a tenyésztett és a vadon élő haszonállatokat (vadat, halat, madarat), 3. megszűnik a kártevőpopulációban kifejlődő rezisztencia egyre jelentősebb problémája, 4. használatával elkerülhető az ember és a háziállatok közvetlen és közvetett (lassú méregkumuláció révén) mérgezési veszélye. KNIPLING (1962) szerint a kártevőpopuláció csökkentésében, esetleges megsemmisítésében a besugárzásos ún. autocid módszer elvileg is nagyobb, tartósabb eredményeket biztosít, mint az eddigi kémiai védekezés (I. IX—XI. táblázatok).

Az intézetemben elkezdődött hímsterilizációs kísérletek a meglehetősen lokalizált kártételt okozó cserebogarakkal, a cseresznyeléggyel, más légykártevőkkel, továbbá az almamollyal, a kukoricamollyal az autocid (röntgen-, gamma-sugárzás) védekezések hazai meghonosítását szolgálják (JERMYNAGY B.).

Bár a peszticidek hatástana egyre jobban tisztázódik, a direkt és indirekt toxikológiai effektusokat mindinkább megismerjük, alkalmazásuk egy adott agrobiocönózisban és egy meghatározott biotopban teljes biztonsággal és

#### IX. táblázat

Egy rovarpopuláció feltételezett csökkenése steril hímek kibocsátása következtében

A természetes populáció nőtényének száma	A generációként kibocsátott steril hímek száma	A steril és ép hímek aránya	A steril hímekkel párosodó nőtények %-a	A fertilis nőtények után származott populáció elméleti egyedszáma
1 000 000	2 000 000	2 : 1	66,7	333 333
333 333	2 000 000	6 : 1	85,7	47 619
47 619	2 000 000	42 : 1	97,7	1 107
1 107	2 000 000	1 807 : 1	99,95	1 alatt



## X. táblázat

## A kártevőpopuláció csökkenésének mértéke

Nemzedék	Kezeletlen*	Vegyszeres védekezés	Steril hím módszerrel való védekezés
szülő	1 000 000	1 000 000	1 000 000
F 1	5 000 000	500 000	50 000
F 2	25 000 000	250 000	2 500
F 3	125 000 000	125 000	125

\* Generációként ötszörös számbeli emelkedést feltételezve egy bizonyos szintig. 90%-os pusztulást feltételezve.

előrelátással még sem történhet meg, mert nem tudjuk, hogy mi játszódik le a talajban, az ökosystemben, ha egy nagyhatású, ill. széles biológiai hatásppektrumú idegen anyag oda bejut. Ezért fordítanak ma már annyi gondot világszerte a beható és átfogó jellegű biológiai, synökológiai kutatásokra, pl. az USA-ban 1965-ben a KENNEDY-bizottság jelentése szerint a peszticidek káros mellékhatásaival, a cönózisra gyakorolt befolyásával foglalkozó speciális kutatásokra kereken 59 millió dollárt fordítottak az egyébként is folyó hagyományos kutatásokon felül.

Új kérdésként jelentkeznek a kialakuló rezisztens rovarörzsek problémája mellett a vetésforgóban szereplő növények számának csökkenésével, ill. a monokultúrák mind szélesebb körű kialakításával, valamint a műtrágyák intenzív használatával megváltozott életkörülmények is, amelyek az egyes vidékek kártevő-együtteseit, de biocönózisait is teljesen átalakítják. Közismert, hogy a takácsatkák populációja azokban a gyümölcsösökben a legsűrűbb, ahol a legtöbb nitrogéntrágyát szórták ki, azaz pozitív korreláció van a levelek nitrogéntartalma és a takácsatkák kártétele között (Post, 1962). Ezért szükséges mindenütt a vegyi védelem és a preventív agrotechnikai módszerek összehangolása, valamint a biológiai növényvédelem és az azt kiegészítő minimalizált kémiai védekezési rendszerek kidolgozása, továbbá a természetes rovarparaziták felkutatása, ill. az ellenálló kultúrnövénytípusok kinemesítésének kiszélesítése. Ez utóbbi vonatkozásban nem eléggé aknáztuk még ki az anti-biózis jelenségét, tehát azt, hogy ugyanazon kultúrnövény különböző fajtáin ugyanaz a kártevő eltérő módon tud szaporodni, mert biopotenciálját nagymértékben befolyásolják a tápnövény biokémiai anyagai. Általában a rovarok termékenységének korlátozása biokémiai úton a rezisztencianemesítés egyik újabb iránya. (A kukoricában pl. három olyan biokémiai anyagot találtak, amely antibiotikus hatású a kukoricamoly lárváira nézve.) A rovarok számára nem kedvező kémiai vegyületek előfordulása a kultúrnövényekben és gyomokban lehetővé teszi pl. bizonyos repellens hatások kiaknázását.

LUSCH és MAYES (1964) felvetik azt a gondolatot, hogy az egyes kultúrnövényfajtáknak a fajtaérzékenysége különbözik az egyes herbicidekkel és álta-

lában a peszticidekkel szemben. A vegyszeres gyomirtás erőteljes elterjedése rákényszerít bennünket arra, hogy a növénynemesítők ab ovo a herbicid szerekekkel szemben rezisztens fajtákat nemesítsenek ki. Szerzők az árpafajták közötti herbicid érzékenységet vizsgálták a triallateokkal, Barbanenal és DDT-vel szemben. A herbicid tolerancia, ill. rezisztencia genetikai alapokon nyugszik és egészen könnyen továbbvihető, mert egyetlen géntől függ. Ha új fajtákat nemesítenek, vagy a vegyészek új peszticideket hoznak létre, akkor a kultúrnövények fajtaérzékenységét a peszticidekkel szemben alapvetően figyelembe kell venni. Különösen fontos ez azoknál a növényeknél, ahol szuperselektív herbicideket alkalmazunk, tehát a szelektivitás nagyon szűk, pl. gabonák esetében, amelyekből a herbicidekkel a káros gyomfűveket kívánjuk kiirtani.

Az integrális növényvédelem programjában szerepel a kontakthatású perzisztens tulajdonságú klórozott szénhidrogéneknek mint biocönózist romboló szerekeknek a lehető kiküszöbölése és helyettesítése kevésbé perzisztens, szelektívebb tulajdonságú készítményekkel. Az ún. kémélő permetezési programok össze sem állíthatók klórozott szénhidrogének beiktatásával. BAGGIOLINI (1965) egyik tanulmányában részletesen elemezte, hogyan lehet almásgyümölcsösökben harmonikus védekezési rendszert megvalósítani. A *Bacillus thuringiensis* spóraszuszpenziójával, ill. a *Prospaltella perniciosi* pajzstetű fürkész tömegtenyésztésével mint „biopreparátumokkal” a védekezési rendszert kémélő hatásúvá lehetett tenni. Egyébként a használt inszekticidek a lehető legkisebb veszélyt jelentették a parazitákra és az indifferens rovarokra nézve, pl. a nikotin, Ryania, mészarzenát + Isolan stb. Az egyes vegyi permetezések időpontját úgy választották meg, hogy azok a hasznos paraziták és predatorok fejlődésének olyan fázisaira estek, amikor nem voltak érzékeny fejlődési stádiumban. Ezáltal a permetezések veszélyességi fokát minimálisra lehetett csökkenteni. A paraziták tömegtenyésztésén és kibocsátásán felül fokozódó szerepet kap a fiziko- és kemosterilánsok alkalmazása, miáltal egyes jelentős gyümölcskártevőket (pl. almamoly, cseresznyelég, földközi-tengeri gyümölcslég stb.) peszticidek nélkül is sakkban lehet tartani!

Jól tudjuk, hogy az inszekticidek közül a klórozott szénhidrogének korábbi vezető szerepe egyre erősebben visszaszorult a perzisztenciával összefüggő káros hatások miatt. Ez nemcsak az erős krónikus toxicitású, ún. halogénezett ciklodiénszármazékokra (Aldrin, Dieldrin, Endrin, Telodrin, továbbá a heptaklór, Chlordan stb.) vonatkozik, hanem az olyan eddig veszélytelennek tartott hatóanyagokra is, mint a DDT. Legújabb hazai megfigyelések szerint ugyanis több generáción át DDT-vel etetett patkányoknál karcinogén hatás lépett fel. A DDT károsító hatása azért nagy, mert az emésztőrendszerben a bélbolyhok sorvadását és elhalását váltja ki. Emiatt a bélhámfelszín csökken, ami felszívódáscsökkenéshez, rossz táplálékkihasználáshoz és végeredményben részleges éhezéshez vezet (Sós, 1963).

A perzisztens jellegű, nehezen detoxifikálódó klórozott szénhidrogének helyettesítésére elsősorban a szerves foszforvegyületek jönnek számításba, bár még átmenetileg a klórozott szénhidrogének egyes képviselőire is támaszkodnunk kell. Ilyen a DDT-nél sokkal kevésbé perzisztens és kisebb töménységben alkalmazható Lindan, valamint egyes területeken a melegvérűekre kevésbé mérgező és szerkezetileg is kevésbé test-idegennek tekinthető metoxiklór. A karbamát csoportba tartozó Sevin és Isolan, melyek közül az első az USA-ban a DDT helyettesítésében a legelső helyen áll, több olyan káros mellékhatással rendelkezik (pl. nem teljesen tisztázott fiziológiai hatások, termésritkító hatás, rendkívüli veszélyesség a méhekre), amelyek miatt hazai elterjesztését nem látjuk célszerűnek.

A szerves foszforvegyületek általában gyorsabban metabolizálódnak és így még azok is, amelyeknek akut toxicitása nagy (pl. phosdrin, parathion, metasytox, Bidrin, Birlane stb.), inkább csak a könnyebben elhárítható munkaköri mérgezések szempontjából igényelnek nagy elővigyázatosságot, de az egész lakosságot érintő élelmezés-egészségügyi szempontból kedvezőbbek a klórozott szénhidrogénekénél. A legnagyobb figyelem egyrészt a gyorsan bomló, tehát közvetlenül termésérés előtt is alkalmazható hatóanyagok, valamint a melegvérűekre kevésbé mérgező szerek felé irányul. Az előbbieik közé tartoznak a phosdrin és a DDVP hatóanyagú Nogos (Ciba), a DDVP tartalmú Vapona, ill. a klórvinilfoszfát hatóanyagú Birlane és Bidrin. A melegvérűekre kevésbé mérgező foszforsavészterek közül a már nálunk is bevezetett Malathionon és Menazonon (Sayfos) kívül újabb vegyületek jelentek meg a világpiacon. Reménykeltőknek tartjuk a következő készítményeket: a tiofoszfátok közül a fenitrothion hatóanyagú Folithiont (Bayer,  $LD_{50} = 600-800$  mg/kg), a Bromophos hatóanyagú Nexiont (Cela,  $LD_{50} = 4000-5000$  mg/kg), a fention hatóanyagú Lebaycidet (Bayer,  $LD_{50} = 250$  mg/kg). Közülük a Bromophos elsősorban a szívókártévk ellen, a másik kettő a rágókártévk ellen is eredményesen használható. A Phosdrin (alkilvinilfoszfát) a szervezetben és a növényben is gyorsan ártalmatlan dimetilfoszfáttá alakul, de a mérgezőség szempontjából legaktívabb ciszizomer komponens felezési ideje a növényben kb. 20 óra!

A dithiofoszfátok közül az amidithion ( $LD_{50} = 600-700$  mg/kg), amelyet fenitrothionnal kombinálva (Thiocron, Ciba) ajánlanak inszekticid-akari-cidként, továbbá a formothion hatóanyagú Anthio (Sandoz) érdemel említést. Külön figyelmet kíván az a törekvés, amely a foszforvegyületeket a klórozott szénhidrogének helyett a talajinszekticidek sorába is be akarja vezetni. Az első ilyen lépések közé tartozik a Birlane (Shell) alkalmazása, melynek hatékonysága főleg a Dipterákra terjed ki, és kevésbé a talajban élő Coleoptera lárvákra. Hiány mutatkozik még rágókártévk ellen alkalmazható szisztemikus hatású készítményekben is. Ezenfelül gyümölcsösökben, de más kultúrákban is egyre gyakrabban jelentkeznek a takácsatkák gyorsan terjedő rezisztenciája

a szokásos preparátumokkal szemben. Szükség van tehát új, lehetőleg szisztemikus tulajdonságú nagyhatású akaricidekre. De a fungicidek területén is olyan hatóanyagok után kutat a tudomány, amelyek a növény szervezetében fejtik ki fungicid hatásukat. A kezdeti kutatások eredményeként már előállították a terapeutikumként ható doguanidinszármazékú Cyprex, Dodin, Melprex készítményeket, ill. egy fungicid hatású szisztemikus foszforsavszármazékot a Wepsyn-t, mely különösen a lisztharmatok ellen hatásos. A Folpet hatóanyagú Phaltan, ill. Orthophaltan, valamint a dithiokarbamátszármazékú Antracol (Mezineb) és a dithianontartalmú Delan készítmény, a dinocaptartalmú Dithane és Karathan, ill. legújabban a Botrytisszel szemben is hatásos Euparen azok a legújabb készítmények, amelyek a fungicid kutatás vonalán előremutatnak. A szisztemikus hatású foszforsavészterek alkalmazása újabban jelentős a Nematódák elleni védelemben is.

A foszforsavészterek amellet, hogy viszonylag gyorsan metabolizálódnak, meglehetősen változatos szelektivitással rendelkeznek. Erre többek között az is alapul szolgál, hogy az általuk gátolt Kolinszteráz enzim rovarfajonként különböző és így egyes vegyületekkel különbözőképpen gátolható. Ezt a lehetőséget elsősorban a méhkímélő szelektív inszekticidek kiválasztásánál használják fel. A foszforvegyületek közül a Phenkapton, Diazinon-Phenkapton, Systox, Bromophos viszonylag kevésbé mérgezőek a méhekre, míg a DDVP, az etil- és metilparathion az erősebben mérgezőek közé tartoznak. A biocönózison belüli szelektivitás részletesebb tanulmányozása során újabban a Dipterexről derült ki, hogy egyes ragadozó atkákra kevésbé toxikus.

Az újabb kevésbé toxikus, mélyhatású, terápiás, ill. szisztemikus foszforsavészterek alkalmazásának óriási előnye, hogy nem perzisztensek, nem kontakt hatásúak, könnyebben detoxifikálódnak és biológiai hatásspektrumuk jóval szűkebb, mint a klórozott szénhidrogéneké, ezért kevésbé veszélyeztetik a reguláló tényezőket, valamint a beporzásban, a növények megtermékenyítésében fontos szerepet játszó rovarokat, tehát könnyebben beilleszthetők a biocönózist kímélő integrális növényvédelem programjába. Végül nem jelentenek krónikus toxicitást subletális adagokban az élelmiszereken és takarmányokon, a fogyasztók számára.

A racionális vegyi növényvédelem kívánalmi lényegében összeesnek a harmonikus vagy integrális növényvédelem feltételeivel. Lényeges itt a vegyszeres kezelések időpontjának és ökológiai körülményeinek, valamint a fenofázisoknak összehangolása a hasznos rovarok (paraziták, ragadozók), a beporzó rovarok és a háziméh védelmének szempontjával. Nagyon fontos e tekintetben a vegyszertípus, a vegyszeradag megválasztása, ill. a vegyszeres kezelések időpontjának a kitűzése. Biocönológiai szempontból előnyös a rövid hatástartamú és lehetőleg szelektív inszekticidek alkalmazása és ezért már RIPPER (1944) kimutatta, hogy a nikotinkezelések miatt kedvezőbbek a levéltetvekkel szemben, ill. más kártevőkkel szemben, mint a DDT, mert a természetes

ellenségeket (Syrphidák, Coccinellidák, Braconidák) megkímélték. Hasonló hatású foszforsavszármazék a Schradan (oktametilpirofoszforsavamid) is, valamint a Niroosan (tetranitrokarbazol) a Ryania, a Veratrin és más növényekből nyert inszekticid. A mérgező inszekticideket célszerű különleges formákban (pl. a kukoricamoly ellen granulátumként) vagy különleges módszerekkel pl. a tökéletesen adagoló logaritmikus permetezőgépekkel kijuttatni. Mint FRANZ (1961) a biológiai növényvédelemről írt nagy munkájában kifejti, a toleráns szerek mellett törekedni kell lehetőleg szelektív inszekticidek kiválasztására, s itt is a fajspecifikus szelektivitás mellett a csoport specifikus szerek alkalmazását kell előnyben részesíteni. Néhány foszforsavészter-származék, szemben a kontakt inszekticidekkel kontakt hatásra veszélytelen, így ezek a szisztémikus inszekticidek pl. a Schradan, a Thiodan, az Aramite (izopropil-2-klóretil-szulfid) egy sereg hasznos rovarral szemben (Coccinellidae, Braconidae, Itonididae, Capsidae, Syrphidae, Typhlodromidae stb.) hatástalanok. Sajnos a Thiodan a hasznos tojásfürkészeket (*Trichogramma*) és a rablópoloskákat (*Pentatomidae*) károsítja. A klórozott szénhidrogéneknél törekedni kell arra, hogy azokat ne mint kontakt idegmérgeket, hanem mint gyomormérgeket és gázhatású szereket alkalmazzuk, mert ezáltal egy valóságos ökonológiai szelektivitást tudunk biztosítani a kártevő parazitái számára. Ez az út is kecsegtetőnek látszik a továbbiakban.

BELTON (1961) a rovarok hangadó, valamint hangérzékelő szerveit vizsgálva megállapította, hogy a rovarvilágban a hangadás és érzékelés 13 oktáv hangterjedelmű, amelyek nagy része az emberi fül számára felfoghatatlan. A rovarok fonotaktikus és fonokinetikus reakcióinak megismerése útján a káros rovarokat csalogató berendezések készíthetők. Így sikerrel jártak a hím moszkító, a nőtény és hím kabócák összecsalogatására, valamint a repülő sáskafajok irányváltoztatására irányuló kísérletek, amelyeket részben magnetofonszalagra rögzített természetes hangokkal, részben mesterségesen keltett rezgésekkel végeztek. Hasonló jelentősége van az ornitho-akusztikai kutatásoknak, a vetéseket vagy a terméseket károsító madarak riasztásában. Ez a módszer igen alkalmas például seregély-rajok, verebek, varjak, sirályok, galambok stb. riasztására.

Az antibiózisban rejlő nagy lehetőségek kiaknázása még a jövő feladata. E tekintetben szerepük van a zöld növények azon testanyagainak, amelyek rezisztenssé teszik őket a mikrobák támadásaival szemben (fitoncidok, fitoalexinek), ill. a mikrobák, főként a gombák által termelt antibiotikumoknak. CRUICKSHANK (1963) feltételezte, hogy a zöld növényekben a mikrobák által indukált fertőzőskor éppen úgy anittestek keletkeznek, mint az állati szervezetekben. Sikerült kimutatni ilyen ellenanyagokat (fitoalexinek) számos növényből, amelyek megszüntetik a növény ellenállóságát egyes baktériumos, ill. gombás megbetegedéssel szemben. A *Vicia faba* nevű növényből sikerült kivonni a Pisatine nevű anyagot (3-hidroxi-7-metoxi-4,5-metilén-dioxikromanokuma-

rán), amelyet számos gomba kórokozó fertőzéskor termelődésre stimulál és ezáltal a gazdanövény védetségét nyer. De a legtöbb fitoncid, így a közismert Allicin, Allistatin, Garlicin stb. mikrobaölő hatásukról is jól ismertek. Ma még az antibiózisban rejlő lehetőségeket alig aknázzuk ki (CSONGRÁDYNÉ—UBRIZSY, 1957).

A gyakorlati célok homlokterében a növényi kemoterápia és bioterápia, valamint a kémiai indukált rezisztencia áll. Ezeknek a céloknak az eléréséig azonban még sok alapvető kutatásra van szükség. A természetes kémiai rezisztencia kutatásában főleg a fenolvegyületek szerepének tisztázása hozott idehaza is (FARKAS—KIRÁLY—POZSÁR) és külföldön is (AKAZAWA, URITANI, KUČ, HENNIGER stb.) biztató eredményeket. A fenolvegyületek szerepét elsősorban a gabonarozsdaferitózisok, újabban egyes vírusos és baktériumos megbetegedések patogenezisében is tisztázták (SCHROTT és HILDEBRAND).

Az indukált rezisztencia biokémiai természetét még homály fedi, de mint érdekes és fontos jelenségre, néhány közlemény is felhívja a figyelmet mind virológiai, mind bakteriológiai vonatkozásban. LOEBENSTEIN jelentős felfedezése az, hogy ún. interferon anyagok jelennek meg a vírusfertőzés után a gazdanövényben; az állati vírusok fertőzésakor hasonló ellenálló anyagok képződését figyelték meg. CRUICKSHANK (1963) feltételezte, hogy a mikroorganizmusok okozta fertőzési reakcióban az emberben és állatban képződő antitestekhez hasonló mechanizmus működik a növényekben is. Ez a felismerés vezetett a „fitoalexin” nevű anyagok kimutatására, amelyek a gazdanövényekben inhibiálják a behatolt gomba fejlődését. A fitoalexin csak a gazdanövénynek az élősködővel érintkezésbe jutásával képződik.

Ugyancsak tisztázott a kinetin inhibiáló hatása is. FARKAS—LOVREKOVICH (1963) a *Pseudomonas tabaci* indukálta nekrotikus foltokat és klorózist kinetines kezeléssel megszüntették, ugyanakkor a dohánylevelek proteintartalmát, amelyet pedig a baktériumos fertőzés erősen lecsökkent, normális szinten tudták tartani.

BYRDE (1963) tanulmányában összefoglalja a természetes inhibitoroknak, gombaenzimeknek és toxinoknak a betegség-rezisztenciában játszott szerepét. Így megemlíti a pektolitikus enzimek (pl. poligalakturonáz, PG), a cellulolitikus enzimek, a gombaenzimek és toxinok (viktorin, fuzarinsav stb.), a különböző fenolszármazékok, cseszav, oxidált polifenolok, polimerizált polifenolok, míg a természetes inhibiáló anyagok között az allicin, amino-L-cavaninsav, D-galacturonsav stb. jelentőségét, mely tisztázott ma már.

A *Venturia inaequalis*-nál KUČ (1963) gombatoxint mutatott ki, mely a phloretin oxidálódása útján képződik, ez viszont a phloridzin beta-glükózidáz hidrolízise révén keletkezik. A zöld növényi kivonatok inhibiáló hatását, különösen az extracelluláris enzimek inaktiválásában KNEEN és SANDSTEDT (1946), továbbá MILLER és KNEEN (1947), de sokan másik is megállapították. Jelentős gabonában és részben a cirokban az amiláz inhibitor, valamint a szója- és

limababban képződő tripszin inhibitor. Számos szerző megállapította azt is, hogy az élő növényi sejtekből kivont anyagok inaktíváló hatást fejtenek ki pl. víruskórokozókra, így DMV-re. Dohányon, de paradicsomon is a DMV-ellenállóság és a zöldszövetek ascorbinsavtartalma között korreláció mutatható ki (DASKEEVA, 1962).

MUNDRYNak (1961) a RNA purinbázisainak megváltoztatásával DMV-mutációt sikerült előidéznie, s így elsőnek tisztázta a mutáció keletkezésének biokémiai alapjait.

A növényi kemoterápia a szisztémikus fungicidek és az antibiotikumok alkalmazásával az utóbbi években jelentős sikereket ért el. A gombabetegségek leküzdését célzó kutatások számos új vegyület kidolgozását és terápiás hatásának megállapítását eredményezték.

Az újabban nagy számban előállított szisztémikus mély hatású gombaölőszerek között vannak szervetlen sók, pl. nikkell és cinksók és szerves vegyületek, mint a 8-hydroxikinolinol és sói, egyéb kinonok (pl. malachitzöld és hydrokinonok), valamint a 3,5-dimetilpirazollal rokon vegyületek, az alfa-2-klorfenilthiopropionsav, több szerves foszforvegyület (pl. Wepsyn), szerves kénvegyületek (Dithane, Captan, Faltan) és a szerves krotonatszarmazékok.

Különösen nagy gyakorlati jelentősége van a guanidinszarmazékoknak, amelyek közül a dodint fuzikládium ellen jó eredménnyel alkalmazzák (MILLMAN, 1961). A glyodin, a kinonok sorából a dichlone és chloramin, az s-triazinok közül a Dyrene, végül a 2-thiazol-idinethion-4-karboxilsav, valamint a rendkívül intenzíven antifungális ciklohexymid és streptomidon, melyek antibiotikumok is, érdemelnek említést.

WAIN és munkatársai a hidrox-nitro-alkánok és a tiokarbomil-tionitroparaffinek körében találtak erős fungicid hatású szarmazékokat és megállapították a dezoxi-D-glukóz antifungális hatását. A szisztémikus, belső terápiás hatású vegyületek kutatásában holland szerzők, VAN DER KERK, SIJPESTIJN, PLUIJGERS, OORTH és DEKKER végeztek úttörő munkát. VAN DER KERK és munkatársai a dimetilditioarbakmátokkal kezelt növényekben a dimetilditioarbakaminsav átalakulási termékeinek jelenlétét állapították meg. További vizsgálatai szerint a tiokarbamid és aromás helyettesített szarmazékai, elsősorban a feniltiokarbamid, legutóbbi vizsgálataik szerint pedig a fenil-tioszemikarbazid igen erős szisztémikus aktivitást mutatnak. A lisztharmat elleni védekezés szemszögéből igen reménykeltőek DEKKER és OORT megállapításai a prikain és az azauracil lisztharmatgomba elleni hatásával kapcsolatban.

Az antifungális hatású szerek kutatása területén az érdeklődés újabban ismét fokozott mértékben fordul a növények által termelt védekezőanyagok, antimetabolitok felé. SPENCER és WAIN szisztémikus fungicidek biológiai tesztelésére alkalmas metodika kutatása során mintegy véletlenszerűen állapította meg, hogy a *Vicia faba* mechanikai sérülés hatására fungicid anyagot termel. Az anyagot sikerült tiszta állapotban izolálni és szerkezetét felderíteni. Ausztrál

szervezők, mint említettem, a fitoalexineknek elnevezett antifungális hatású növényi termékek kémiája és biológiája terén értek el értékes eredményeket.

Ezekon kívül azonban nagyon érdekesek azok a próbálkozások is, melyek a gazdanövény pektinanyagait auxinokkal és kationokkal kémiai és fizikailag megváltoztatják és a gazdanövényt a kórokozóval szemben rezisztenssé teszik (DIMOND, WALKER és BATAMAN). A purin vagy pirimidin analógok (Thiouracil stb.) a vírusszaporodásgátlásban játszanak fontos szerepet.

A növénybetegségek elleni fizikai-kémiai védekezési módszerek mellett egyre nagyobb szerepet visz a *mikrobicid antibiotikumok* alkalmazása. Ha figyelemmel kísérjük az antibiotikumok kutatásának történetét, megállapíthatjuk, hogy az első orvosi gyakorlatban alkalmazott antibiotikum, a penicillin felfedezése (FLEMING, 1929), illetve előállítás (1940) és az első kifejezetten növényvédelmi célokra szánt antibiotikum, a glyotoxin előállítása (WEIDLING, 1932) kb. egy időben történt. Ennek ellenére az ember- és állatorvostudományban az antibiotikumok felhasználása sokkal gyorsabban haladt, mint a növényvédelemben. Azok az antibiotikumok, amelyek a talajban nem inaktiválódnak, mint pl. a rimocidin, talajkezelésre is alkalmazhatók. Külföldön ma már több antibiotikum hatóanyagú növényvédőszer kapható. Így pl. bakteriózisok leküzdésére alkalmas streptomycin készítmények (Agristrep, Phytomycin), 10 : 1 arányú streptomycin készítmények (Agrimycin); gombabetegségek ellen 3% griseofulvintartalmú porozószer (Murphulvin) és 50%-os permetezőszer (Griseovit 50) kapható. Nálunk a 10% trichothecintartalmú „Tricin” nevű növényvédőszer van évek óta forgalomban.

Az antibiotikumok alkalmazásának előnyei közül említésre méltó, hogy már igen kis koncentrációban hatásosak, így a növények kezeléséhez viszonylag kis mennyiségű hatóanyagra van szükség. A legtöbb antibiotikum Magyarországon hazai alapanyagokból előállítható, alkalmazásukkal tehát fontos behozatali cikkeket (pl. réz, higany stb.) helyettesíthetünk. A felszívódó antibiotikumok szelektív felhalmozódás vagy szelektív mérgezés révén tudják, a gazdanövény károsítása nélkül, elpusztítani a behatolt kórokozót. Előbbi esetben az anyag kb. azonos töménységben károsítja a gazda és kórokozó sejtjeit, azonban a kórokozó nagyobb mértékben veszi fel és akkumulálja az antibiotikumot, s így az antibiotikum hatására specifikus. Jelenleg 56 növénybetegség leküzdésére használnak antibiotikumot a gyakorlatban (KLINKOWSKI, 1958).

A Növényvédelmi Kutató Intézetben folyó növényvédelmi célú antibiotikumkutatás már eddig is jelentős eredményekkel zárult. A *Streptomyces griseus* által termelt actidion antibiotikumot a streptomycingyártás melléktermékeként állítottuk elő. A nyers actidionnal 4 növénybetegség: a fenyő fuzáriumos csemetedőlése, a búza kőüszögje, a búza- és árpa-lisztharmat és az almafa-lisztharmat leküzdésére végeztünk kísérleteket. A búza kőüszögje ellen 2000 ppm hatóanyagtartalmú actidionos porcsávázás igen kiváló eredményt adott, mert a használatban levő organikus higanytartalmú és más porcsávázó-



szerekhez hasonlóan, az actidion az 50%-os kőszögfertőzöttséget 0—2%-ra csökkentette. A búza- és főként az árpa-lisztharmat ellen szabadföldön végzett kísérletekben az 5 és 10 ppm-es permetezés az állományok 100%-os fertőzöttségét 0—10%-ra mérsékelte. A *Trichothecium roseum* penészgombából nyert és fermentációs úton előállított trichothecin antibiotikum (Tricin) tökéletesen véd a meggymonília ellen. A meggymonília betegségét előidéző *Monilia cinerea* ellen a meggy és cseresznye virágzásakor 50 ppm töménységű trichothedin permetezést kell végezni, amelyhez 0,05—1% nedvesítő anyagot adunk. A kísérletek eredményei azt mutatták, hogy a teljes virágzásakor egy alkalommal végzett permetezés 70—95%-kal csökkentette, nagyüzemi gyümölcsösben is a meggyfák monília fertőzöttségét. Biztató kísérleteket végeztünk streptomycinnel a baktériumos dohányvész leküzdésére is. További eredményeket várunk a rimocidinnel és griseofulvinnal beállított kísérleteinkről is. A dohányperonoszpóra leküzdésének egyik útját látjuk a szisztémikus antibiotikumok, ill. ilyen antibiotikumok és fungicid szerek kombinációjának alkalmazásában. Újabban megtalált Blastocidin, pyramicidin és mycostatin, valamint egy rozsdagombagátló lactidiontípus (*Streptomyces*-törzs) jelenthet további lépést előre!

A növényvédelem gyakorlatában jelenleg a kémiai védekezés uralkodik, noha még ugyanazon kártevő ellen is a vegyszeres kezeléseket egy tenyészidőn belül többször meg kell ismételni, hogy kielégítő eredményt érhessünk el (pl. az almamoly ellen legalább 7—8-szor kell permetezni évente). A vegyszeres védekezés közvetlen és rövid időre szóló hatása mellett rendszerint költséges és körülményes is. Ezzel szemben a bioterápiás és a biológiai védekezés — bár a jelenleg fennálló nehézségeket még korántsem küszöböltük ki — tartós hatású és esetleg egy egész életközösségre kiterjedő átfogó jellege miatt, tudományos ismereteink bővülése esetén feltétlen a jövő módszere lesz.

A kártevők elleni biológiai védekezés témakörébe sorolhatunk minden olyan tevékenységet, amely a gazdasági szempontból káros állatok vagy növények megtelepedésének és túlszaporodásának (gradáció) megakadályozására irányul, valamely antagonistá szervezettel segítségével. A biológiai védekezés körébe tartoznak tehát az emberi szempontból hasznos ragadozó és parazita rovarokkal végzett védekezések, mind pedig a természetes rovarbetegségek felhasználásán alapuló mikrobiológiai védekezés.

A kártevő fajoknak a gradáció során megnövekedő egyedsűrűsége a legfontosabb feltétele a betegségek járványszerű kitörésének és elterjedésének. A zsúfoltan élő állatok ugyanis egymást nyugtalanítják, egymás testéből kikerülő ragályanyaggal könnyen érintkezésbe kerülnek, s ha az időjárás is kedvez, a latens állapotban lappangó fertőzések aktiválódnak. Hozzájárul még ehhez az egyes állatsoportokban (pl. lepkék hernyóinál, cserebogarak pajorjainál) megfigyelhető kannibalizmus, amikor beteg társukat az egészségesek felfalják. Érthető tehát, hogy az entomopathogén mikroorganizmusok miért terjedhetnek könnyebben csoportosan élő hernyóknál, míg alig fordul-

nak elő a növények belső részeiben aknázó rovaroknál. A rovarnépességekben természetes körülmények között fellépő betegségek mesterséges elterjesztésére HALL (1963) szerint kétféle lehetőség kínálkozik: 1. a rovarbetegség megtelepítése hosszúlejárátú biológiai védekezés céljaira, vagy 2. azonnali hatás elérését célzó beavatkozások. Előbbi esetében újabb földrészre vagy területre behurcolt kártevőknél indokolt az életközösségek egyensúlyának fenntartását célzó integrális növényvédelem részeként pl. nálunk a *Hyphantria cunea* és *Leptinotarsa decemlineata* esetében. A másik esetben a mikrobiológiai védekezés a kémiai inszekticidok használatához hasonlóan a tömegesen elszaporodott kártevők gyors leküzdésére szolgál.

Az ellenálló alakokkal (spóra, zárványtest) rendelkező entomopathogen mikroorganizmusok permetező, porozószerként vagy csalétek formájában alkalmazhatók. Az ilyen „biológiai inszekticidok” közé tartoznak a *Bacillus thuringiensis* endo és exo toxinjai is, ill. az enterobacteria 3-as és a dendrobacillin készítmények, melyeket a Szovjetunióban a *Hyponomeuta malinella*, *Pieris brassicae* és *Dendrolimus sibericus* ellen alkalmaznak (FEDORINCSIK, 1962). A rovarpathogen vírusok kb. 200 gazdaállatból ismeretesek, főként Lepidoptera, Hymenoptera és Diptera rendekbe tartozó rovarokból (HUGHES, HEIMPEL, 1963). Legfontosabbak az ellenálló zárványtestbe (Polyeder) burkolt vírusok, mint a sejtmag poliéderek, granulózis és citoplazma vírusok. Ezek nemcsak alaktanilag és biológiailag, hanem szerológiailag is jól elhatárolt csoportok.

Hazánkból a *Hyphantria cunea* ellen végzett sejtmagpoliéder vírus kísérletek (SZIRMAI, 1957) szerint a fiatal hernyók a  $2,7-4,8 \times 10^4$  poliéder/ml töménységű permetlé alkalmazása esetén gyorsan elpusztultak. A *Malacosoma fragile* elleni üzemi jellegű védekezésben a permetlevelek  $4,6 \times 10^5-13 \times 10^6$  poliéder/ml töménységben voltak. A földi permetezés hatásosabb volt, mint a repülőgépes védekezés. A *Trichoplusia ni* káposztakártevő ellen Kaliforniában  $5 \times 10^6-10^7$  poliéder/ml töménységű permetlével 100%-os pusztulást érték el (HALL, 1957). A *Colias philodice eurythme* lucernakártevő hernyói ellen a baktériumbetegséggel kombinált polihedrózis vált be üzemi védekezés keretében Kaliforniában. Az  $5 \times 10^6-10^7$  poliéder/ml töménységű permetlevet 50 liter/ha adagolásban repülőgépes permetezés formájában is kipróbálták. A leghatásosabb a fiatal hernyóstádiumok ellen volt (THOMPSON, 1951). A *Diprion sertifer* és *D. pini* fenyőkártevők ellen, amelyeket Észak-Amerikában 1930 táján hurcoltak be, 1952-ben végeztek Svédországból származó poliéder anyaggal nagyarányú kísérleteket. A védekezés átütő sikerrel járt, mert nemcsak a táplálkozó hernyók pusztultak el 10–18 nap alatt, hanem a betegség a populációban meghonosodott, és azóta mesterséges beavatkozás nélkül is szabályozza a tömegszaporodást. MANNINGER G. A. ugyanezen fenyőkártevők ellen hazai elpusztult lárvákból kinyert poliéder vírusokkal kísérletezett úgy, hogy a ragályanyag szuszpenzióját HCH-val, ill. mikrokristályos DDT-vel (Pernit 3 dkg/100l víz) kombináltan permetezte ki. Az eredmény átütő volt.

A citoplazma poliéderrel végzett kísérletek közül jelentősek az *Euproctis chrysorrhoea* és *Malacosoma neustrium* hernyók ellen Csehszlovákiában végzett védekezések (WEBER, 1958). A permetezést  $2 \times 10^7$  poliéder/ml töménységű szuszpenzióval végezték. A hatás 3 héten belül megközelítőleg 100%-os volt. A *Thaumetopoea pityocampa* búcsújárólepke hernyói ellen Franciaországban MATOURET (1959)  $4,2 \times 10^5$  poliéder/ml töménységű vírusszuszpenzióval védekezett az  $L_2-L_3$  stádiumú hernyók ellen. A védekezés hatásfokát alkilfenol típusú nedvesítőszerrel hozzáadásával növelte. GRISON (1959) ugyanezen kártevő ellen helikopterrel 320 ha területen por alakú preparátum formájában alkalmazta a poliéder vírust  $12 \times 10^{11}$  adagban. A granulózis vírusokkal végzett kísérletek közül a *Pieris brassicae* ellen Franciaországban lefolytatott kísérletek jelentősek, amelyeket  $2 \times 10^5$  zárvány/ml töménységű permetlével végeztek. A káposztalevelek jobb nedvesítéséhez a permetlébe 2–3 ezrelék nedvesítőszerrel is keverték.

Az entomopathogen baktériumok közül csak néhány él obligát parazita-ként a rovarokban. Ezek rendszerint a táplálkozási úton kerülnek a gazdaállatba. Legfontosabbak a spórát képző baktériumok, de jelentőséggel bírnak egyes nem spórát képző baktériumok is. A gazdaállat testüregébe jutott baktériumok nem a sejtekben fejtik ki hatásukat, mint a vírusok, hanem extracellulárisan támadnak, amely pl. a *Bacillus popilliae* esetében a sejtek külső károsodása nélkül történik. Más baktériumok a gazdaállat fontos testanyagait megtámadó enzimeket termelnek, így pl. a *Bacillus cereus* foszfolipáz enzímje a gazdaállat sejtlipoidjaira hat. Más baktériumok, pl. *Bacillus thuringiensis* fontos szerveket bénító toxinokat termelnek (KRIEG, 1960).

TALALAEV (1958) szovjet kutató a *Dendrolimus sibiricus* fenyőkártevők ellen a *Bacillus dendrolimus* spóra-preparátumából készített porozószerral 97–99,8%-os mortalitást ért el. A mesterségesen előállított Dendrobacillin készítmények sok más kártevővel szemben is hatásosak. A *Bacillus cereus*-ből a Szovjetunióban előállított entobakterin 3 készítmény a *Hyponomeuta malinella*, *Pieris brassicae* és más kártevők ellen jól bevált (FRÄNKHÄNEL, 1963). A *Bacillus popilliae* és a *B. lentimorbus* a lemezcsápú bogarak pajorjainak fontos kórokozója. A pajorok peroralis fertőzés esetén néhány hónap, viszont injekciós esetén néhány hét alatt pusztulnak el septikémiában. Kísérletileg több mint 40 fajt sikerült fertőzni.

A fonálférgeket ragadozó gombák újabban kerültek a figyelem homlokterébe. Nem specifikus ragadozók, a legkülönbébb fonálférgeket megtámadják. BUDDINGTON (1960) zöldtrágyázással fokozta a talajlakó *Artribitrys* és *Dactylaria* fajok aktivitását és így a *Heterodera* lárvák számának jelentős csökkenését érte el. SOPRUNOV (1958) a Szovjetunióban az uborkanövények gyökerein a fonálféreg ciszták számát növényenként 23-ról 0,26-ra csökkentette ragadozó gombák alkalmazásával. KINSAKOVA (1962) az *Arrobotrys oligospora* gomba preparátumával ( $60 \text{ g/m}^2$ ) az uborkagyökereken a ciszták számát 90%-kal csökkentette.

A rágcsáló gerincesek leküzdésében is többször próbálkoztak fertőző mikroorganizmusokkal. Így 1892 óta ismeretes az ún. Loeffler bacillus, melyet a mezei pocok, háziegér és más egérfélék korlátozására próbáltak ki. A Pasteur Intézet izolálta az ún. „Danysz vírust”. Ugyancsak Franciaországban alkalmazták először a *Salmonella enteritidis* var. *danysz* mikrobát. Magyarországon az ún. Aujeszky-féle vírussal próbálkoztak több alkalommal is a mezei pocok ellen. A Loeffler-féle bacillus, vagyis a *Salmonella typhi murium*, amely paratífusz B. betegséget idéz elő, az emberi szervezetre kiható veszélyessége folytán gyakorlatban alig alkalmazható. Sokkal nagyobb eredményeket értek el víruskórokozók járványszerű elterjesztésével. Így elsősorban a Sylvilagus fajokkal myxomatózist idéztek elő üregi nyulaknál és közönséges nyúlknál. Megállapították, hogy egyes szúnyogok a vírusvektorok. Más esetben nyúlbohák. Főként Ausztráliában védekeznek a tömeges nyúlzaporodás ellen Myxomatozissal.

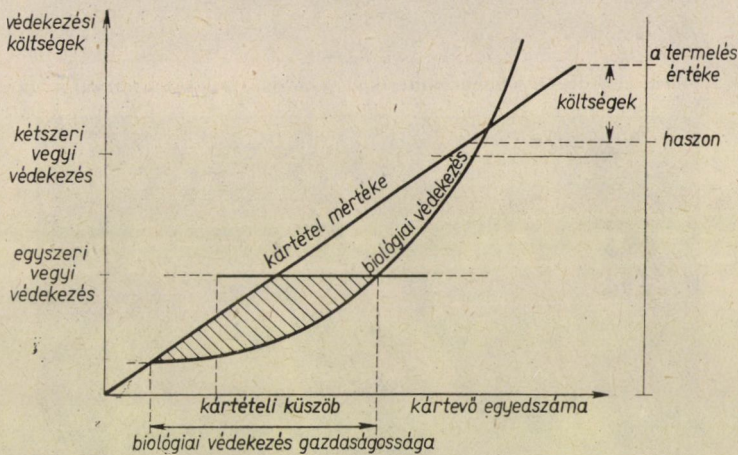
A biológiai védekezésnek a leghatékonyabb fejezetét mégis a parazita rovaroknak, ragadozó rovaroknak tömegtenyésztése, ill. elszaporítása a kártevők állományaiban jelenti.

Sokszor az idegenből behurcolt kártevőnek (pl. burgonyabogár) nincsenek meg a természetes hazai parazitái. Ilyenkor az illető kártevő származási területéről hozzuk be az ott élő és elterjedt parazitákat, vagy megkíséreljük a vele rokon valamelyik hazai kártevő parazitáit ránevelni az új gazdára. A telítetlen faunájú csendes-óceáni szigetvilágon, Ausztráliában Új-Zélandban, valamint a Szovjetunióban végzett biológiai védekezések a legjelentősebbek. A Szovjetunióban a kaliforniai pajzstetű ellen disznótökön és dinnyén tömegesen nevelt és kibocsátott fürkészarazsat (*Prospaltella perniciosi*), a citrom pajzstetű ellen katicabogár fajokat, a narancs pajzstetű kártételének lecsökkentésére a *Criptolaemus montrouzieri* bogárfajt, a fritlégy ellen a *Pleutropis epigonus* nevű parazitát, az eperfaültetvények vándorpajzstetű ellen a *Pseudaphicus malinus* és *Synpherobus* parazita rovar honosították meg és terjesztették el. Egy, a pajzstetűtől fertőzött eperfa egész évi vegyszeres védelme 1,2 rubel, viszont a *Pseudaphicus*-sal elért biológiai védekezés csupán 2,5 kopekbe kerül (POLJAKOV, 1958). A *Trichogramma* tojásfürkész behozatalát és szántóföldön való kibocsátását 1935-ben szervezték meg. Ez a parazita a vetési bagolypillék, a gabonapoloskák és a kukoricamolylegellen nyújt védelmet. Alkalmazzák a gabonapoloskák tojásparazitáit (*Telenomus* spp.) is nagy sikerrel. A specializált ragadozó rovarok telepítése terén 85–95%-os eredményeket adott a *Pulvinaria floccipera* teapajzstetű ellen alkalmazott *Hyparaspis campestris*. Az almafa vértetű ellen az *Aphelinus mali*, míg a gyűrűspille ellen egyes tojásparaziták (pl. *Telenomus ovulorum*) 95%-os védekezési eredményt adott. Az almamolylegellen, a fenyődarázs, a kukoricamolylegellen, a káposzta bagolypille és a mocsos pajorok ellen mintegy 400 ezer ha-nyi területen védekeztek *Trichogramma* tojásfürkészekkel (FRANKHÄNEL, 1963). A szervezett biológiai háború egyrészt a laboratóriumban tömegesen kitenyésztett rovarokat veti be a kár-

tevőktől fenyegetett területekre, ez az ún. árasztásos módszer, vagy pedig olyan ökológiai és környezeti viszonyokat teremt, amelyek a hasznos rovarok nagyobb arányú elszaporodását segítik elő (ún. felhalmozásos módszer). Az előbbire példa a Trichogrammának vagy az Aphelinusnak tömegtenyésztete, amelyeket repülőgépeken nagyobb távolságra is eljuttathatnak. Egy Trichogramma tenyésztő állomás naponta 500 ezer parazitált tojást tud produkálni. Egy amerikai „Trix” gyár, vagyis Trichogrammát tenyésztő laboratórium évi termelése 30 millió darázs, de Németországban is volt olyan, amely évente 8 milliót tenyésztett. Amerikában 1000 db Trichogramma  $\frac{1}{2}$  dollárba, 10 millió darab 2 ezer dollárba kerül.

### XI. táblázat

A biológiai védekezés költségei

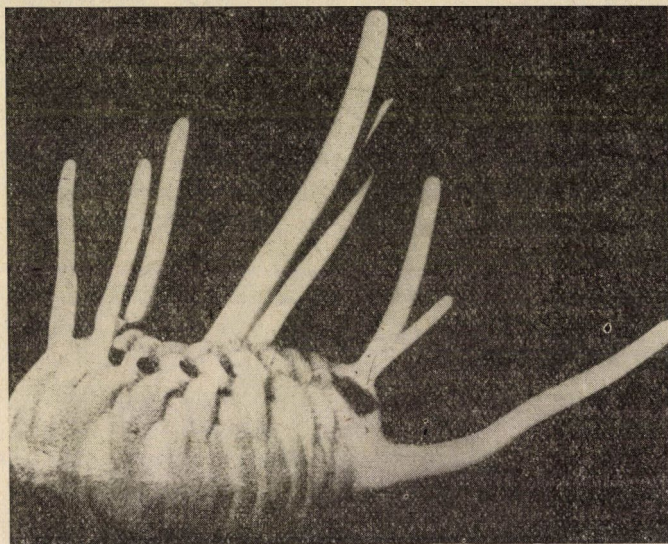


A hasznos parazitáknak nemcsak a tömegtenyésztése, hanem a védelme is rendkívül fontos. Így hazánkban a Hyphantria parazitáinak védelmére elrendelték, hogy a fák derekára kihelyezett és a hernyók bábozódására szolgáló szalmaöveket leszedjék, azokat ne égessék el, hanem megfelelő lyukbőségű dróthálával lefedett hordókba rakják, amelyekből a parányi fürkészarazsak és fürkészlégyek könnyen előbújhatnak. Vizsgálataink szerint egy szalmaövben átlag 1000 Hyphantria báb is lehet, vagyis 20 szalmaövben 20 000 báb. Az általános parazitáltság alapján ez 40 000 Psychophagus fémfürkész, 1200 nyerges fürkészarázs és 1000 fürkészlégy átmentését jelenti évente.

Újabban felmerült a hasznos tojásparaziták pl. Trichogramma-fajok tömegszelektációjának és továbbnemesítésének a gondolata. BRENIÈRE (1965) vizsgálataiban az  $F_5$ -ös generációban a termékenység (biopotenciál) az eredeti többszörösére növekedett. Az adaptáció és readaptáció vizsgálatával lehetővé válik új gazdaállatokra szoktatni vagy kinemesíteni e tojásparazitákat. A paraziták bevetésével történő biológiai védekezés gazdaságosságát a XI. táblázat



1. ábra. A burgonyabogár amerikai ragadozó poloskája lárvákat szív



2. ábra. A *Hyphantria cunea* bábjait elpusztító penészgomba (*Cordyceps* sp.)

mutatja, mely szerint akkor tartjuk kifizetődőnek, ha költsége egy vegyi kezelés költségét nem haladja meg.

Hazánkban a hasznos paraziták és ragadozó rovarok tanulmányozását megkezdttük, de ez a munka nem halad olyan ütemben, ahogy szükséges volna. Elsősorban jelentős a *Hyphantria cunea* természetes parazitáinak védelmére kidolgozott módszer (NAGY B., 1956), valamint a burgonyabogár ragadozó poloskájának (*Perillus bioculatus*) tömegtenyésztése laboratóriumi feltételek között (JERMY, 1961); ugyancsak folyamatban van a kaliforniai pajzs-

tetű ellen a *Prospaltella perniciosi* fürkészdarázs laboratóriumi tömegtenyésztése (SZELENYI, 1964) (l. 1., 2. ábrát).

Az integrális növényvédelem megalapozása tekintetében az első lépések már megtörténtek nálunk is.

A kontakt hatású perzisztens inszekticidek gyakorlati felhasználását nagymértékben korlátozni akarja ugyanis a Növényvédelmi Szolgálat. A halogénezett ciklodiénszármazékok (Aldrin, Dieldrin) használata általában tilalmazott, kivételesen talajfertőtlenítésre, ill. burgonyabogár ellen (17 dkg/kh dieldrin) a növényvédő állomások kivitelezésében lehetséges a használatuk. Célul tűztük ki, hogy lépcsőzetes program keretében megvalósítjuk a különböző kultúrák DDT-mentesítését, ill. a DDT- és DL-tartalmú szerek felhasználásának csökkentését. Már 1966-ban az importból betervezett 750 tonna DDT hatóanyag behozataláról lemondtunk, s a DDT 10 és 20%-os porozószerke hatóanyagtartalmának csökkentésével 7%-os DDT- és 0,7% Lindan-tartalmú porozószeret gyártatunk csupán. A Lindan a szervezetből hamar metabolizálódik, kiürül és krónikus toxicitást nem okoz. 1967-ben már DDT-mentes almát és 1968-ban DDT-mentes barackot kívánunk — a tervek szerint — termelni és exportálni. Mind az üzemi almásokban és csonthéjas kultúrákban, mind a szórvány, ill. háztáji gyümölcsösökben DDT-mentes permetezési programokat alkalmazunk. Ennek érdekében a hazai DDT hatóanyaggyártást további 800 tonna hatóanyaggal csökkentjük majd. Gyümölcsösökben a DDT szerek helyettesítésére a permetezési programokban a következő peszticideket kívánja a gyakorlat nálunk alkalmazni: Metilparathion, Phosdrin, Foszfotion, Dipterex, Bromophos stb. A gyümölcsösök DDT-mentesítésével párhuzamosan a pillangós vetések DDT-, ill. diénszármazék mentesítését kívánja a Növényvédelmi Szolgálat megoldani. A DDT-t a jövőben csupán olyan takarmánynövényekre szabad felhasználni, vagy a növények olyan fiatal állapotában, amikor a DDT-maradvány nem veszélyezteti a takarmányt.

Az integrális növényvédelemmel kapcsolatban a nálunk lehetséges és szükséges teendők és fejlesztés irányait a következőkben jelölném meg: rovarpatológiai és mikrobiológiai védekezéssel foglalkozó laboratórium kifejlesztése; hatásos vírus-, baktérium- és gombatorzsek keresése, tenyésztése és bevetése önmagukban, ill. inszekticidekkel kombinálva. Speciális talajvédelmi csoport megszervezése, amely feladatként a peszticideknek (beleértve a herbicideket is) a talajcönózisokra gyakorolt befolyásával, a szerek detoxifikációs mechanizmusaival stb. foglalkozna. Kiterjedtebb rovarökológiai, etológiai és synbiológiai kutatások, amelyek valamennyi kultúrbiotóp és agrobiocönózis egészét felölelik. Részletes és alapos populációdinamikai vizsgálatok, kapcsolatban az egyes peszticidek hatásmechanizmusának szerepét tisztázandó ezekben a dinamikai változásokban (pl. takácsatkák, levéltetvek stb. túlszaporodása egyes inszekticidek direkt vagy közvetett stimulatív hatására). A hasznos parazita- és ragadozófauna jobb megismerése, bizonyos faunaelemek kiválasz-

tása biológiai védekezési célokra, ezek tömegtenyésztése és kibocsátása (műanyagfóliás sátrakban stb.). Az autocid védekezési eljárás teljes spektrumának a kidolgozása elsősorban az ionizációs sugárzás közvetlen és közvetett hatásaival (ideértve a hímsterilizést és a mutagén lethalis gének kisselektálását stb.). Az adott termelőüzemben tevékenykedő kártevőpopuláció megismerését, az ökosystem felmérését és a kémiai növényvédelemnek ehhez való alakítását a lehető pontos és megbízható prognózisok és szignalizáció alapján (beleértve a potenciális gyommag vagy gyomosodás prognózist is).

Olyan szelektív és szuperszelektív vegyületek alkalmazását tartjuk kívánatosnak, amelyek kímélik a hasznos faunaelemeket, ill. lehetőleg csak direkt hatásuk van (utó- és mellékhatás nélkül). A szívókártevőkön kívül a rágókártevők ellen is ki kell kísérletezni szisztémikus hatású gyomormérgeket. Kívánatos továbbá a gyors hatású és könnyen elbomló vegyületek fokozódó használata a kritikus védekezési időpontokban, amikor a kártevő érzékeny fenofázisait is belekombináljuk a védekezési időpontba, mert azt a legérzékenyebb fázisában kívánjuk irtani, míg a hasznos parazitákat ugyanekkor — nem lévén azonos érzékeny fenofázisban — megkíméljük. Nagyon fontos, hogy akár hormon-, stimuláló- vagy egyéb szerekekkel bizonyos korán fejlődő kártevők fejlődésmenetét előrehozzuk, és ekkor semmisítsük meg, amikor parazitái még nyugvó stádiumban vannak. Meg kell keresni a repellens és attraktáns szerek alkalmazásának lehetőségeit. Végül fel kell tárni az antibiózisban rejlő gazdag lehetőségeket (fitoncidok, antibiotikumok stb. alkalmazása).

A vázolt rövid áttekintésből is kitűnik, hogy az integrális növényvédelem bevezetésével nemcsak a növényvédelmi kutatás és annak szemlélete, de a gyakorlati növényvédelem és technikája is forradalmi változáson megy át, amennyiben a korábbi felszínes biotechnikai módszereket és szemléletet a mélyen tudományos alapokon nyugvó és természetszerű biocönótikai szemlélet váltja fel. Ennek alapjait csakis azok a biológiai kutatások képezhetik, amelyek széles területen igyekeznek világossá tenni azokat az összefüggéseket, amelyek az egyes kártevők és betegségek és a természetett növények mint gazdanövények között, valamint az ökológiai faktorok között fennállanak.