

Darvas Béla

Virágot Oikosnak

*Kísértések kémiai és genetikai
biztonságunk ürügyén*



KÖRNYEZET ÉS TÁRSADALOM
XXI. SZÁZADI FORGATÓKÖNYVEK

Darvas Béla

Virágot Oikosnak

KÖRNYEZET ÉS TÁRSADALOM

XXI. századi forgatókönyvek

Sorozatszerkesztő
NEMES CSABA

A sorozatban már megjelent
Pálvölgyi Tamás:
Az új évezred környezeti kihívása:
az éghajlatváltozás

Megjelenés előtt
Somogyi Zoltán: Erdő nélkül?

Darvas Béla

VIRÁGOT OIKOSNAK

*Kísértések kémiai és genetikai
biztonságunk ürügyén*

L'Harmattan

A borító Dienes Gábor: *Kísértés* (1982) című képének felhasználásával készült
A sorozat borítóját Nagy Lőrinc tervezte

© Darvas Béla, 2000
© L'Harmattan Kiadó, 2000

A sorozat kötetei
megrendelhetők, illetve megvásárolhatók
a L'Harmattan Könyvesboltban
1053 Budapest, Kossuth L. u. 14–16.
Tel.: 267-5979 • E-mail: l-harmat@matavnet.hu
www.extra.hu/harmattan/index.htm

Sorozatszerkesztői előszó

A L'Harmattan Könyvkiadóval 1999-ben állapodtunk meg egy korunk kiemelkedő ökológiai problémáit tárgyaló könyvsorozat kiadásáról. Első darabjai a globális felmelegedéssel, a kémiai és genetikai biztonságunkkal és a természetes ökoszisztémák közül az erdők problematikájával foglalkoznak. A Pálvölgyi Tamás által írt – már megjelent – könyv az új évezred kihívásai közül az éghajlatváltozásról szól. A 60-as évek elején a környezeti gondokat még lokális természetűnek tekintették, azt feltételezve, hogy a megoldás egyszerű és pusztán pénz kérdése. Napjainkban a hangsúly a globális természeti rendszerekre – mint például az éghajlat – és azok hatáselemzésére tolódott át. A sorozat második kötetét, amit most az olvasó a kezében tart, Darvas Béla jegyzi – kémiai-genetikai biztonságunk eddig megállapított törvényszerűségeivel foglalkozik. A „kémiai forradalom” mintegy 4 millió szintetikus vegyülete közül a növényvédő szerek, és az ezekkel történő élőlényirtás során a táplálékláncokban felhalmozódó szermaradványok változatos egészség- és környezetkárosító hatásaival ismerkedhetünk meg benne. Ha a jelenlegi ipari és mezőgazdasági környezetszennyezési tendenciák nem változnak, 2100-ra a Föld fajkészletének egyharmada kipusztulhat. Egyre több megválaszolásra váró ökológiai és táplálkozástani kérdést vet fel napjaink „biotechnológiai forradalma” is. A következő, hamarosan megjelenő könyvet Somogyi Zoltán készíti. A természetes ökoszisztémák közül az egyik legjelentősebbéről, az erdőről szól, amelyet „sok-funkciós” természete tesz létfontosságúvá az emberiség számára. Területének csökkenéséből adódóan ellensúly nélkül marad az ipari légszennyezés hatása, ami a globális éghajlatváltozásig vezet. Ezen túlmenően a szakszerűtlen erdőgazdálkodás gyorsítja a talajeróziót, és megbonthatja a biológiai sokféleségen alapuló érzékeny ökológiai egyensúlyt is.

Az ipari, az energiaágazati, a közlekedési és a mezőgazdasági tevékenység jelentős környezeti igénybevétellel jár. A másodlagos környezeti hatásokat nem elemző „gazdaságfejlesztés” megkérdőjelezhető: szakszerűsége a levegő, a talaj, a víz minőségén, az ezekben élő közösségek állapotán mérhető. Ökológiai problémáink jelentős része az élőrendszerek kimeríthetetlen önregeneráló képességének téveszméjéből fakad. A 80-as évek elejétől, elsősorban a tudomány műhelyeiben, egyre világosabbá vált, hogy a környezetünk állapotában bekövetkező, esetleg még visszafordítható változások okán sürgősen cselekednünk kell.

Nemes Csaba
sorozatszerkesztő

Tartalom

Sorozatszerkesztői előszó (Nemes Csaba)	5
Lányi András: Sárkányfog-vetemény	11
Váncsa István: Sonkát, kenyeret	13
A szerző előszava	15

I.

OIKOS MEGLÁTOGATÁSA 21

- | | |
|---------------------------------------|----|
| 1. A világ kutatóinak figyelmeztetése | 25 |
| 2. Közérzetszennyezés | 28 |

II.

KELET-EURÓPÁBÓL 37

- | | |
|----------------------|----|
| 1. Garé-szindróma | 39 |
| 2. Halálos tavasz | 43 |
| 3. Súlytalan valóság | 52 |

III.

XENOS HORIZONTJÁN 59

- | | |
|---------------------------|-----|
| 1. Janus arcú peszticidek | 61 |
| 2. Mínuszban | 88 |
| 3. Következmények | 106 |

IV.

A PISZKOS TIZENKETTŐ ÉS FELEBARÁTAIK 129

- | | |
|--|-----|
| 1. Egy Nobel-díjas: a DDT | 131 |
| 2. A vietnami veterán és garéi
árnyéka: a 2,4,5-T és TCDD | 136 |
| 3. Mindhalálíg lindane? | 143 |
| 4. Istab poharában: paraquat | 149 |
| 5. A végső megoldás: aldrin és dieldrin | 154 |

6. Raktártüzek hunyói: <i>parathionok</i>	157
7. Méhek kancsal védőszentje: <i>camphechlor</i>	162
8. Férfias fogamzásgátlók: <i>DBCP</i> és <i>EDB</i>	168
9. A könyvelők áldozata: <i>chlordane</i> és <i>heptachlor</i>	173
10. Az atka-akta: <i>chlordimeform</i>	177
11. Fatelepi szuvenír: <i>PCP</i>	180
12. A csúcsrajáratott minőség: <i>aldicarb</i>	184

V.

A SZURTOS TIZENKETTŐ ÉS CIMBORÁIK

1. Víz-jel: <i>atrazine</i> és <i>simazine</i>	193
2. Hatósági szüzek: <i>benomyl</i> és <i>carbendazim</i>	200
3. Figyelem, pótolhatatlanok: <i>captan</i> és <i>folpet</i>	203
4. Amiért a bhopali hírzárlatot részben elrendelték: <i>carbaryl</i>	206
5. Árnyjáték: <i>carbofuran</i> és <i>carbosulfan</i>	209
6. Találat a szomszéd céltábláján: <i>dichlorvos</i>	212
7. Ami a mosómedvén is kifog: <i>dimethoate</i>	216
8. Az utolsó klorikán: <i>endosulfan</i>	219
9. Az amerikai csúcstartó: <i>malathion</i>	222
10. Metamorfózisok egy húrra, fejessalátára és alkoholra: <i>EBDC</i>	225
11. Fazonigazítás: <i>bromoxynil</i>	229
12. Csendélet: alma <i>streptomycin</i> nel	231

VI.

SZENNYBESÍTÉSEK

1. Gyártási szennyezettség	239
2. Formázó-anyagok	250
3. Tankkeverékek	252

VII.

GENETIKA – GÉNÉTIKA

1. A kocka el van vetve?	255
2. Törvényre törve	274

3. A megkérdőjelezett (gene)ráció	279
4. Édenkerti töprengések	284
5. Enni, vagy nem lenni?	295

VIII.

HUSZONEGYEDIK SZÁZADI FORGATÓKÖNYVEK	303
1. Agrárvircsaft	305
2. Mikrokozsmó	310
3. A környezetbarát növényvédelem	316

IX.

FÜGGELÉK	345
1. Beszélgetések	347
2. Palackposta	368
3. Köszönetnyilvánítás	370
4. Utószó	371

X.

MELLÉKLETEK	373
1. Irodalomjegyzék	375
2. Glosszárium	407
3. Képletek jegyzéke	421
4. Táblázatok és grafikonok	422
5. Jelentősebb vegyészeti gyárak és történetük	423
6. Magyarországon 1998 és 2000 között engedélyezett kifogásolható peszticidek	424

Lányi András: Sárkányfog-vetemény

A könyv, amit az olvasó a kezében tart, kettős rokonságot mutat a középkori tudós poéta, Dante Alighieri Poklával. Az egyik, hogy ezt is többen fogják emlegetni, mint ahányan az elejétől a végéig elolvassák. A másik, hogy a pokolból, melynek bugyrait rendíthetetlen alapossággal kutatja át, mégsem a kínzószerszámok és gyötrelmek végtelen sokfélesége rendít meg a leginkább, hanem a kárhozottak sorsa, amiben a magunkéra ismerhetünk. A bűnök és gonosz szenvedélyek katalógusát az újkori szerző immár a képletek, hatásvizsgálatok, gyártási és engedélyezési procedúrák semlegesnek mondott nyelvén adja elő; mire művének végére érünk, mégsem marad kétségünk afelől, amit már Dante is sejtett, hogy a valóságos pokol az, amit itt e Földön, az elpusztított Éden helyén (nyersanyagából) a maga és fajtársai vesztén állhatatosan munkálkodó emberfaj teremt.

Darvas Béla természettudományos tényekkel és szakirodalmi adatok sokaságával alátámasztott fejtegetései mintha a bibliai metafora egyszerű, kézzelfogható igazságát bizonyítanák sorról sorra: halált eszünk, halált iszunk, halált lélegzünk. Rettenetes könyv! Távolágtartó iróniával, fogcsikorgató kedélyességgel kalauzolja végig olvasóját a borzalmak laboratóriumán: hogyan halmozódik fel a növényekben és az állatokban, a talajban és a vizekben, végül mibennünk, csúcsragadozóknak az a temérdek méreg, amelyet az elbizakodott és lelkiismeretlen „tudomány” kieszelt, majd a termelés fokozásának százszor szent érdekére hivatkozó üzleti nyereségvágy ránk kényszerít.

Könnyen lehet, hogy rossz szolgálatot teszek a szerzőnek, amikor mondani valóját így dramatizálom, ahelyett, hogy kimerítő tájékozottságát, tudományos sokoldalúságát dicsérném. Munkájának „szakmai” fogadtatását illetően azonban nincsenek kétségeim. Az általa bemutatott növényvédő szerek és génmanipulációs eljárások karrierje, mindaz, amit a biotechnológia ámokfutása körünkben okozott és még okozni fog – a java ugyanis, hála a „génsebészet” konjunktúrájának, még hátra van – nyomasztó bizonyítéka az ipar és kereskedelem szolgálatára rendelt „tudomány” elaljasodásának. Aki ez ellen szót emel, elutasításnál, gyűlölködő vagy lekezelő „tudományos” cáfolatoknál egyébre ne számíton. Dezinformációs társadalmainkban a hasznosítható tudásra – egyetemestül, kutatóintézetestül, internetestül – az üzlet tette rá a kezét, az rendel, az diktál, az fizet. A tudás hatalom (valóban, már-már semmi egyéb, szintiszta hatalom) – tehát a hatalomé kell legyen minden tudás.

A globális technológiai-gazdasági rendszer teljesítményét korlátozó vagy bíráló tudás neve: nem tudás, bolondság, rágalom. A hasznos tudás neve ellenben:

szabadalom, márpedig azzal a Cég rendelkezik, aki a kutatást finanszírozta, a terméket értékesíti, és áldozataival pereskedik. A tudás-hatalom kiterjedését jelzi a legtekintélyesebb tudományos testületek szemforgatása, a sajtó mellébeszélése, a politikai testületek tétlensége vagy kollaborációja, valahányszor a „tudományos technikai haladás” újabb és újabb pusztító csodái kerülnek szóba.

„Halált virágzik most a türelem” – a meggyilkolt költő viharkabátjában talált vers szavai időszerűbbek, mint valaha. Auschwitz évszázada méltóképpen búcsúzik: halálgyárai az egész világon egyre szakszerűbben, egyre hatékonyabban ontják termékeiket. A vegyi fegyvereket ezentúl csak „békés” célokra vetik be, az elpusztítandó alsóbbrendű fajok listáján csupán gyomok, rovarok, baktériumok szerepelnek. (A laboratóriumokban megkínzott és legyilkolt kísérleti állatok milliárdjairól, ugye, nem beszélünk.) Jaj annak, aki kételkedik a biotechnológia emberbaráti küldetésében! A zöld forradalom óta és dacára éhen halt milliók pedig magukra vessenek, hogyha a hagyományos gazdálkodni-tudást világszerte kíméletlenül kiszorító nagyipari irtóhadjárat, a vegetáció csúcsra-járatása a természetes élőhelyek tönkrenyomorítása ellenére sem képes jóllakatni őket.

A kémiai agresszió árát ellenben már javában fizetjük, és kamatos kamataival együtt hagyományozzuk utódainkra. A friss gyümölcs allergiát okoz. A forrás vize magzatelhajtó. Az anyatej rákkeltő. *Megmérgeztük a Földet!*

Váncsa István: Sonkát, kenyeret

Dicsérjük mindenekelőtt a tojásaimat. Post festa vagyunk ugyan, ezen tojásokat már elfogyasztottam, éppen az imént, de holnap újabbakat veszek magamhoz, holnapután megint, és ez így megy tovább, remélem, még hosszú éveken át. Nem olyan tojások ezek, aminőket a nyájas olvasó a boltjában szokott kapni. Azok aprócskák, hitványak, vízízűek, színük sincsen, a sárgájuk nem sárga, ezzel szemben az enyémeek nagyok és ízesek, közepüket pedig nemcsak a nyelvszokás hatalmának engedelmeskedve mondom sárgájának, ezek tudniillik csakugyan azok.

És nem mennek széjjel, amikor belecsapom a serpenyőbe, hanem egyben maradnak, idővel pedig tükörtojássá lényegülnek át. Persze a tükörtojás úgy általában nem tartozik a gasztronómiai élvezetek csúcsai közé, viszont az én tükörtojásom csakugyan élmény, mert hiteles.

Igazi tojásokról van szó, valódi tojásokról. Ezek, ahogy mondani szokás, biotojások. Ilyen is van.

Reggeli tojásélményeimet bizonyos mértékig Darvas Béla írásainak köszönhetem.

Eredetileg mindenevő vagyok, mint a kínaiak. Mindent, aminek négy lába van, kivéve a széket, mindent, ami úszik, kivéve a tengeralattjárót... – ismerjük. Egészségügyi megfontolások a táplálkozási szokásaimat sohasem befolyásolták; nem vagyok egészségmániás, nem akarok fiatal maradni örökké, nem tartom a létezés csúcának, ha az ember két szál tyúkhúrt meg egy pohár ásványvizet vacsorál.

Aztán érkezett az *Élet és Irodalom* szerkesztőségébe egy szöveg, ami arról szólt, hogy a zöldségpiacok harsogó színeiben és illataiban a pusztulás lakik, ebben a rengeteg friss áruban gyilkos anyagok kerülnek az asztalunkra, egyáltalán az van, hogy különféle, részint gátlástalan, lelkiismeretlen és mohó, részint pedig ostoba, korrupt és fafejű alakok szisztematikusan mérgeznek valamennyiünket, és a sírba is tesznek előbb vagy utóbb, hacsak a villamos idejekorán el nem üt.

Darvas Béla mindezt adatok roppant tömegével alátámasztva, meggyőzően és hatásosan adta elő, aztán megírta egy másik aspektusát is, egy harmadikat is, valamennyit elolvastam, rettentő szók voltak bennük, *aldrin*, *dieltrin*, *paraquat*, *parathion*, *toxaphene* meg ilyenek, annyit azonban megértettem, hogy nem elegáns dolog súlyosan megbetegedni csak azért, mert némely rút barom még több hasznót akar.

Aztán találkoztam valakivel, aki csakis vegyszermentes körülmények között termelt élelmiszereket fogyaszt, és Darvas Béla életművének alapos ismerője-

ként elfogadtam ezt a különös szokást. Nem néztem az illetőt sokkal boldabbnak, mint amilyen a valóságban, hanem megtanultam tőle, hogy Magyarországon is juthatok emberibb táplálékhoz, van növényvédőszer-mentes endivia, spárga, édeskömény, van biokecskesajt és van biobor is, sőt egy alkalommal szereztem valódi jércéket, amelyek nem tápon és más nehézségiipari hulladékanyagokon nevelkedtek, hanem abszolút korszerűtlen körülmények között, kapirgálva; nos, ezen jércéknek jérceízük volt. Most már sajnos nem jutok hozzá, külföldre megy az egész, ahogy egyébként biodisznók is röfögnek Magyarországon, aztán idővel átlépi a határt egy jobb világ felé. Attól jobb az a világ, hogy ott a lakosságnak egy ma már érzékelhető és egyre növekvő hányada tartja égbekiáltó pimaszságnak, hogy őt nyereségvágyból és visszaeső jelleggel gyilkolásszák, ezt kikéri magának, és nyájasabb bánásmódot követel. Például erdőszélen makkoltatott magyar mangalicát, amelyet én negyven éve kóstoltam utoljára, de amihez semmiféle, a hentesnél látható és általában húsnak tekintett anyag nem hasonlít, továbbá a biojércéket is eleszik előlem, meg a biogyöngyűt is, úgyhogy nekem alig marad valami, de nem ez a baj.

Az igazi baj az, hogy Magyarországon a bioélelmiszerek fogyasztóinak legnagyobb része vegetáriánus, *New Age*-es, tehát olyan ember, akinek a fejében a vegyszermentes krumpli együtt van az asztrológiával, a tarottal, a feng shuival, a siacuval, és az isten tudja, mivel, holott a valóságban a vegyszermentes krumplihoz vegyszermentes disznótoros kéne, vegyszermentes párolt káposztával, előtte vegyszermentes pálinka, utána vegyszermentes borok. Továbbá szerintem nem az a természetes, ha a biopiacot látogató polgár reiki tanfolyamokat végez és tantrikus praktikákat gyakorol (bár felőlem teheti azt is), hanem ha a környezetgyalázás valamennyi változatát mereven és aktívan utasítja el, más szóval az volna a jó, ha Magyarországon az épeszű emberek sokasága se inná az *atrazine*-t, falatozná oly jó étvággyal például a ditio-karbamátokat, hanem igazi sonkát akarna igazi kenyérrel, igazi paradicsommal, zöldpaprikával és így tovább.

Olvasgatni kell ezt a könyvet, és közben undorodni, undorodni, undorodni. Utána majdcsak lesz valahogy.

A szerző előszava

*Legjobb szándékaink ellenére dolgainkban
a kor tudása a tudatlanságával vegyül*

A kifakuló képen, amit a képzeletemben őrzök, egy simakérgű fának dülő asszonyt látok, Rachelnek hívják. [1] Úgy tűnik, hogy sohasem volt túlságosan elfoglalva a küllemével. Másról szólt a története. Valahogyan akkor is elnézett a fotós mellett; nem ajándékozta meg a tekintetével. Sokan nem hittek neki, mások tettek ellene, és ma tananyag az USA-ban. Mára elfelejtett potentátok legyintettek rá, s ma egyike azoknak, akiket ezen a területen a legtöbben idézünk. Nem hiszem, hogy ezért tette volna. Magad vagy – mondhatták neki, azok is, akik értették miről beszél, ha loppal elmentek hozzá, mint József Attilához.¹

Igaz, játszottam a gondolatával, de alig bíztam benne, hogy valaha megírom ezt a könyvet. Arra gondoltam, hogy belülről megszólalni illetlenség, míg világos nem lett előttem, hogy a világ legnépesebb foglalkozási ágát érinti, amiről én is hallgatok. Kisért Thomas Dylan² gondolata, hogy azokhoz szólok, akik nem hallhatják meg. Arra gondolok, hogy ezen az úton a tanítókat érem el; akik átadják az üzenetet a következő generációknak, akik hitem szerint a környezetünket nem elhasználni akarják majd.

Tudtommal nem vagyok „zöld”. Nem mintha ez másnál kevésbé rokonszenves lenne, sőt mint szín, talán leginkább ízlésemre való – az élet egyik főszereplőjére, a klorofillra emlékeztet. Mégis, színes világban – képek között – élek; némelyikre utalok majd lejjebb. A könyvem a globális környezetvédelem nagy kérdései közül csupán kettőt vesz majd kíméletesen szemügyre, mindez nem értékítélet, csupán az írásmű véges terjedelmét és szerzőjének hasonló tájékozottságát tükrözi. Ebből következően nem kedvelem kevésbé a kémikusokat, genetikusokat és toxikológusokat, mint bármely más szakmát ezen a világon, sőt, ellenkezőleg: tudásuk megkülönböztetett érdeklődésem tárgya.

Nem a hazai peszticidengedélyezésben és kereskedelemben dolgozó kortársaimról hagyok nyomot (a magyar gyakorlat semmivel sem kedvezőtlenebb mint például az USA-é); írás közben egy percig sem láttam konkrét arcokat. Mással kell megértetniük, hogy rendkívül sokrétű a munka, amit végeznek. Minden tiszteletem azoké, akiket írásom megérint, feltéve, ha nem hiszik azt, hogy már mindent tudnak. A látszat ellenére céltáblámon nem a vegyipar (hanem közös tudásunk) található. A kitűnő vegyészek rengeteg dolgot oldottak meg jól a történelmünk során. A peszticidek* területén azonban még csak szükségmegoldásokig jutottak. Mindezt úgy próbáljuk ellensúlyozni, hogy bagatellizáljuk

¹ József Attila: Íme, hát megelétem hazámat...

² Thomas Dylan: Tombol a hold.

ebbéli ökotoxikológiai problémáinkat, amihez csekélyke toxikológiai tudásunkat kell csupán cáfolnunk. Egyszerű a feladatunk, szinte minden állítás ellenkezőjére is fellelhető – többnyire jól fizető gyári laboratóriumokban végzett, ügyesen problémakerülő munkákon alapuló – szakirodalmi példa. A növényvédő mérnök alkalmazza a növényvédő szereket, és a kártevőmentesség mozgatja a fantáziáját. Neki ajánlom, hogy nézzon át a túlpartra, mert masszívan az ő és munkásai bőrére megy itt a játék. A határozatlanságban verhetetlen egészségügyieknek ajánlhatok valamit. Például azt, hogy szervezzék meg a környezetünk vegyi szennyeződésével foglalkozó szakorvosi (toxikológusi) képzést, hallassák a hangjukat, mert az ő számlájukon gyűlik, ami körülöttünk ma történik. Csöndben asszisztálni ahhoz, ami van: súlyos mulasztás. A ma még meglehetősen tehetetlen környezetvédelemnek pedig képességet kívánok a még lényegében el sem kezdett munkára, amely előtte tornyosul, s amelyben intézkedni helyette senki sem fog.

Megjegyzések

Ez a könyv – ha létezik olyan – talán „tudományos publicisztika” (én, műfaját szívesebben azonosítom alcímével, ami szerint *kísértés*). Tudományt keresőknek helyenként a mélységeivel (nekik szól az irodalomjegyzék), publicisztikát keresőknek az oldottságával marad adós (nekik szól a fejezetek elejére írt összefoglaló, amellyel „lóugrásban” is lehet haladni, azzal kalkulálva, hogy a tényleges üzeneteket sokszor a nehezen „emészthető” részek rejtik). A citált szakirodalom mellett heti-, sőt napilapok cikkeinek idézése is megtalálható a könyvben. Ez utóbbit sok esetben a lehető legrövidebb módon, szöveg közben vagy lábjegyzetként tettem meg, és azokban az esetekben (balesetek, perek, nyilatkozatok stb.), amikor annak tudományos nyoma egyértelműen nem maradhat.

A könyv anyagának túlnyomó hányadát 1997 és 1998 között írtam, majd 2000-ben dolgoztam át. Néhány szó a könyv szerkezetéhez:

- A könyv egészét érintő fontosabb szakkifejezéseket, valamint a rövidítéseket az első említés alkalmával * -gal jelöltem, és magyarázatukat a könyv *Glosszár*ium fejezetében adom meg.
- A [] zárójelben szereplő számok a szövegrészek pontos eredetére utalnak (vö. *Irodalomjegyzék*), ahonnan az információ származik, vagy ahol az eredeti információ adatai fellelhetők.
- Hasznos segítség a könyvben rejtőzködő kémiai képletek megtalálásában a *Képletek jegyzéke*.

- A könyvben szereplő terminológia és helyesírás igen sok problémát okozott. Útmutatóként az alább felsorolt könyveket használtam. Hatóanyag nevek: Tomlin, C. D. S.: *The Pesticide Manual*. BCPC, Brighton, 1997; kémiai nevek: Erdey-Grúz T. és Fodorné Csányi P.: *A magyar kémiai elnevezés helyesírás szabályai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1972; orvosi műszavak: Krúdy E.: *Brencsán orvosi szótár*. Medicina Kiadó, Budapest, 2000; genetikai műszavak: Mohai J.: *Genetika kislexikon*. Natura, Budapest, 1986.

[...]

ÁDÁM *lemondó keserűséggel.*
Ó, nő, te nem is tudsz megérteni,
Nyilatkozz inkább, hogy mi van ebédre?

ÉVA *büszkén.*
Paradicsom!

ÁDÁM
Paradicsom! *mereng.*
Paradicsom... szívemben
Régmúlt idők szelíd hárfája zeng,
Régmúlt időké, mikor még az éden
Virágos útjain bohón bolyongtam,
S nem ettem még a tudás zord gyümölcsét,
S még nem tudám, mi az, hogy szenvedés,
S mi az, hogy Nikita és Tisza Pista!
De lássuk, nőm, a paradicsomot...
(*Kavarja a paradicsomszószt;*
Lucifer, mint bontófésű,
kiemelkedik a tálból. Görögtűz.)

ÁDÁM
De hah, mi ez? Hogy kerül a csuszpájzba
A bontófésű? Te vagy, Lucifer?
Ki minden üdvömet megkeserítet?
Hát már oly sok bolyongás és csalódás
Után ez egyben is csalatkozám,
A házi kosztban?

LUCIFER *kajánul.*
Ember! Csalódni örök végzeted!

[...]

Tóth Árpád (1913): *Az ember tragédiája*
avagy *Schwarzék a Nagyverdőn* (részlet)

I. OIKOS⁺ MEGLÁTOGATÁSA

A skanzen zsúptetős házai között már sejthető, hogy valahol fáradtan itt dőlt le, mint gyermekkorunk tágra nyílt szemmel csodált, emelkedő-süllyedő hasú vidámparki óriása. Közelében a dolgát felejtő pseudo-gém rúdja mered ki a pocsolját ölelő kávéból. Turisták belépőjegyei a lent csillogó víz felszínén, mint megannyi csöpp vitorlás. A terület őrzésével megbízott néne hurkokat locsol a döngölt agyagos verandára – mert így illik a vályogba vésett, kis ablakok nehéz illatú, vörös muskátlijaihoz.

Nézzünk szét! Mit veszíthetünk?

⁺ Oikos: a ház lakókonyhája az ókori görögöknél, az ökológia szó őse.

1. A világ kutatóinak figyelmeztetése	25
2. Közérzetszennyezés	28
2.1. Önbevallás	29
2.2. Ki micsoda?	30
2.3. A kályhaezüst hamvassága	30
2.4. Ames elbizonytalanodása	31
2.5. Mit és ki bizonyítson?	32
2.6. Mennyire legyen biztonságos?	33
2.7. Az ökológus magánverme	35

Történetünk tehát a konzervált múlttal kezdődik, ahol a dolgok már megszokták egymás helyén magukat, és amely helyzetet megváltani képes gondolat is nosztalgikus korlátok között marad, mert energiáit vesztette az elszabaduláshoz. A 80-as években világos irányok vannak; még megszokásból tanuljuk az orosz (talán, hogy lássuk, hogyan enyészik el a használaton kívüli képesség), de már másfelé fordulunk. A kutatási területeinken naivan személyes (néha egyszer használatos) félisteneket fedezünk fel. Sok közülük az első érintésre omlik porrá, pedig ekkor még nem is sétáltunk mélabúsan a *Père Lachaise* árnyas látkáin, az ismeretlen XIX. századi akadémikus zöldesszürke mohával benőtt, és James Douglas Morrison¹ hódolóktól megcsonkított síremlékén töprengve. Mindez majd csak a jövőből vetül ide vissza, amikor is hallatlan kitartással küzdjük el magunkat a kiválasztottak laboratóriumaiiba. Aztán vérmérséklettől függően kint maradunk (válunk átmenetileg komisz kölykökké, akikre később emlékezni is érdemi lehet), vagy a *Rue Labat* negyedik emeleti, lift nélküli lakásának ablakából nézve a reggeli *Sacré Cœur* hófehér kupoláit döntünk arról, hogy hazajövünk elmesélni, hogy mit is hagytunk ott és abba. Mint afféle, a jövőn töprengő *Momo*² (Rosa mamára gondolunk az elkopott tölgyfalépcsőket mászva) lélekben néha a spirituális elküretelés körül ólalkodunk. Azért mindig és mindent újra kezdünk, hiszen ezért teremtetünk. Vegyszereket rendelünk, hogy azok egy év múlva érkezzenek meg. Találgatjuk, mit is lehetne most már velük kezdeni, mert időközben valaki más bevégezte, amit mi terveztünk, esetleg az érdeklődésünk fordult más irányba. Drága mérőműszerekre kuporgatunk: értük mindenféle bér munkát felvállalnánk, talán fát és szenet is lopnánk a Ferencvárosi pályaudvaron.³ A kínlódás és várakozás mégis reményteli; megérheti a tudomány eresz alatti fecskéfészkehez hozzáragasztani egy borsószemnyi iszapot.

A politika magasságában a környezetvédelem néhány pillanat erejéig rousseau-i jelszavakban ölthet testet: tiszta levegőt, vizeket és földeket; találjuk ki *Ermenonville*-t. A Tudomány nevű vimedlis kamasz semminek sem elrontója: akkor most legyen meg nekem, amit ők akarnak. A nyájas adófizető felszámolt veszélyesanyag temetőkre gondol; fenyőillatú, madárdalos, mohás erdőkről és halakban

¹ Jim Morrison néven az amerikai Doors együttes énekese, 1971-ben bekövetkező halálakor Párizsban temetik el.

² Momo: Émile Ajar „La vie devant soi” című könyvének Mohammedje.

³ József Attila lírai önéletrajzából.

bővelkedő folyókról álmodik; bátran iható ivóvízről és ehető élelmiszerekről, allergiát nem okozó holmokról, az emberi civilizáció szennyét kiszűrő újrahasznosításról fantáziál. Akik évek óta az ökológia* tudományával foglalkoznak, még eszükbe sem juthatott, hogy alkalmazáson törjék a fejüket. Hiszen itt (vagy mindenütt?) a dolgok rendben voltak, nem kellett a Földre figyelmet fordítani, mert ott voltak a Rimbaud által megénekelte *Irodák*⁴, ahol eldöntötték, hogy szabad-e ilyesmiről egyáltalán meditálni. Elmebajt szülhet a környezettel való harmonikus együttélésről való elmélkedés. Fogyasztás és nyersanyagkészletek, gépesítés és energiaforrások, kemizálás és élelmiszer-ellátás, termelés és környezet-szennyezés, fogamzásgátlás és vallások: Én és Mi között megfeszített sereg. Több-e, mint kézrátétellel való gyógyítás a fenntartható fejlődés ideája?

⁴ Arthur Rimbaud gondolata: „Ami Ninát visszatartja”.

1. A világ kutatóinak figyelmeztetése

Globális ökológiai problémáinkat számba venni nem haszontalan; valódi prioritásainkat tárják elénk. A környezetvédelmi szempontok gyakran ütköznek éppen működő gazdasági érdekekkel. Eddig többnyire az előbbiek sérültek, ennek következménye jelenlegi szánandó állapotunk.

Földünk bioszférája (ha úgy tetszik Oikos) magában foglalja a levegőt, a talajt, a vizeket és az élőlényeket, amelyek benépesítik azokat. 1992-ben 71 országból 1700 elkötelezett kutató (az 1969-ben alakult *Union of Concerned Scientists*), köztük 104 Nobel-díjas (például Ernst Mayr, Frederick Sandler és Stanley N. Cohen stb.), fordult a világ közvéleményéhez (*World Scientists Warning to Humanity* – A világ kutatóinak figyelmeztetése az emberiséghez) és hívta fel a figyelmet a környezetünk súlyos problémáira. 1992 júniusában az ENSZ 178 ország részvételével Rio de Janeiróban rendezett konferenciáján tárgyalta meg a globális teendőinket, amelyeket az *Agenda 21* és *Rio Declaration* dokumentumaiban fogalmazott meg. Az 1992-es felhívás folytatása 1997 áprilisában következett (*World Scientists Warning to Humanity II*),⁵ belátva azt, hogy az eltelt öt év eredményei sajnos rendkívül csekélyek. Nézzük röviden, melyek a legfontosabb területek, ahol „környezetgazdálkodásunk” konfliktusokat eredményezett [2–4]:

A környezeti háttérsugárzás emelkedése • Mindez a fegyverkezés és atomenergia-hasznosítás – nyomában mutációs és karcinogén* hatások⁶ – miatt emelkedőben, melyet súlyosbít a csernobili katasztrófa (mi legyen a lepukkant atomerőművekkel?), és a megoldatlan nukleáris hulladéktárolás problémaköre (hová tegyük a *dzsuvát*, ha hozzánk közel semmiképpen?).

A levegőszennyezés növekedése • A klór-fluor-karbon típusú vegyületek (lásd a hűtőiparban, aeroszolokban a freon, talajfertőtlenítésben a metil-bromid) a sztratoszférabeli ózonpajzs rombolásával az UV-sugárzás* mértékét emelik,

⁵ Programme for the Further Implementation of Agenda 21 (Eart Summit + 5, special session of the UN General Assembly, 1997)

⁶ Szabad János megjegyzése: A sugárzást szenvedett hirosimaiak utódai között semmi nyoma nem volt a sugárhatásnak. Közlelebből: nem volt bennük semmi jele az indukált mutációknak. Hasonló a helyzet a rákkeltő szerrel öngyilkosságot megkísérelt emberek gyermekeivel. A bökkenő inkább az, hogy a környezeti mutagének a mi sejtjeinkben, a proto-onkogén és a tumor szuppresszor génjeinkben indukálnak mutációkat, daganatokat.

amelynek következménye a mutációs események számának növelésén keresztül a bőrrákos megbetegedések arányának emelkedése; és amely ezen túlmenően csökkenti az immunrendszer egyes felismerő és effektor mechanizmusainak hatékonyságát, gátolja a növényi fotoszintézist, így a tengeri fitoplankton tevékenységet is. (Hogyan is lesz majd a Nap alatt?) A fosszilis hordozókra épülő energiatermelés – szén-dioxid, metán stb. produkció (az utóbbi 100 évben a szén-dioxid koncentrációja a légkörben 260 ppm-ről 360 ppm-re nőtt; igaz a Föld története során volt már ennél magasabb is) –, az ennek következményeként fellépő globális felmelegedés (1850 óta 0,3–0,6°C emelkedés) veszélyezteti a sarki jégsapkákat. Mindehhez a víz hőtágulása járul, amely – az *Intergovernmental Panel on Climate Change* jelentése szerint – a múlt század közepe óta 10–25 cm-rel emelte az óceánok vízszintjét. Ennek következtében, eddig szárazföldi területek (például Tuvalu, Kiribati, Maldív-szigetek stb.) víz alá kerülnek. A kőolajszármazékok és a szén elégetésekor keletkező kén- és nitrogéntartalmú gázok savas esőket eredményezve pusztítják az állat- és növényvilágot (leválthatjuk a környezetpusztító energiahordozóinkat?).

A vízkészletek elszennyeződése • A felületi vizek (folyókák, tavak, tengerek) és a talajvizek elszennyeződését részben az ipar (bányászat, vegyipar stb.), részben a mezőgazdaság (állattartó telepek szennye, műtrágyázás és növényvédelem) okozza. Az édesvizek felét hasznosítjuk. [5] A vízszennyezés 80 országra terjed ki, és a Föld lakosságának 40%-át érinti. (Mi él meg vizeinkben, mit iszunk, ha így „haladunk”?)

A termőtalajok pusztulása • Földünk felületének harmadát/felét emberi tevékenység változtatta meg. 1945 óta a Föld termőtalajkészletének 11%-a pusztult el. A szakszerűtlen legeltetés és erdőirtás miatt jelentősek az eróziós károk. Az öntözés, nem megfelelő ion-összetételű, például nátriumban gazdag öntözővíz használata, vagy a megemelt talajvízszint miatt az alsóbb rétegben felhalmozódott sók felsőbb rétegekbe kerülése miatt a szikesedés, a műtrágyázástól a talajok elsavanyodása, az ivóvizek nitráttartalmának emelkedése és a perzisztens* gyomirtó szerek felhalmozódása tapasztalható (Elhasználni vagy fenntartani?);

A biodiverzitás⁷ csökkenése • Az emberi terjeszkedés okozta területfoglalás,

⁷ A biodiverzitásnak legalább három lehetséges hierarchikus szintje van: gének, fajok és az élőközösségek. A génszintű biodiverzitás szintere egy fajon belül a DNS-szekvencia változatok, amelyek forrása a mutáció. Egy elméleti faj populációjának génjeire az elégséges mértékű változatosság a jellemző. Amennyiben valamilyen ok miatt egyes populációk kihalnak, a faj genetikai diverzitása (változatossága) csökken; génerózió következik be. A génerózió a környezetváltozáshoz való alkalmazkodáskor a faj számára hátrányos. A DNS-ben történő mutációk az alapvető okai a speciációnak (fajkeletkezés), amelyhez a környezet a szelekciós partner. A fajok diverzitása (féleségeik, eloszlási

társulástípusok felszámolásával jár. Az őshonos fajokban* igen gazdag esőerdők pusztítása különösen súlypontos ebben a vonatkozásban. A „kémiai forradalom” által – kellő ökotoxikológiai tudás nélkül – a világra szabadított kb. négy-millió szintetikus vegyület és melléktermékeik megsemmisítésének probléma-köre, a nem szelektív peszticidekkel történő élőlényirtás, a táplálékláncokban felhalmozódó származékaiknak (például POP-vegyületek*) változatos hatásai jelentősen súlyosbítják ezt a helyzetet. Amennyiben a jelenlegi tendenciák változatlanul maradnak, 2100-ra a Föld fajkészletének egyharmada kipusztulhat (Milyen lesz majd egymagunkban?);⁸

- egyenletességük, idő- és térbeli mintázatok) elsősorban az élőhelyen található hasznosítható források változatosságától függ. Az egymásra épülő táplálékláncok és az azokból kialakuló társulástípusok az éppen rendelkezésre álló adottságok kihasználásához idomuló variábilis rendszert alkotnak. A társulásokat hosszabb időtávon elsődleges és másodlagos (ember okozta) szukcesszió (felépülés/leépülés) jellemzi.

Takács-Sánta András megjegyzése: A biodiverzitást legtöbbször egy adott területen található fajok számával szokták azonosítani. Noha e definíció számos esetben elégséges, tudni kell, hogy két okból is egyszerűsítés. Egyrészt a fajok sokfélesége nem mindig azonos a fajok számával, a biológusok sok esetben további tényezőket is figyelembe vesznek a meghatározásakor. Ennek könnyebb megértéséhez képzeljünk magunk elé egy gyönyörű, virágos rétet. Nyilvánvaló, hogy a réten nagyobb a sokféleség, mint egy búzatáblán, hiszen előbbi több növényfaj alkotja. De képzeljünk most el még egy ugyanekkora rétet, ahol pontosan ugyanennyi fajt is találunk meg, csak hogy amíg az első réten mindegyik faj nagyjából ugyanannyi egyeddel képviselteti magát, addig a másodikon az egyik faj nagyon tömeges, míg a többiből alig néhány példányt találunk. Világos, hogy az első réten nagyobb a sokféleség. Vagyis a fajszámán túl a diverzitás második összetevője az egyenletesség. De tegyük fel, hogy van két ugyanakkora rétünk, ahol nemcsak a fajszám, hanem az egyes fajokhoz tartozó egyedek száma is azonos. Csak hogy amíg az első réten az összes virág a szegfűfélék közé tartozik, addig a másodikon még tárnicsok, orchideák és füvek is előfordulnak. Nem vitás, hogy a második réten nagyobb a sokféleség, azaz a diverzitás harmadik összetevője a féleségek (itt fajok) különbözősége. Amennyiben két rét a fenti három tulajdonságban megegyezik, egyforma-e a fajdiverzitásuk? Nem feltétlenül. Az egyes fajok egyedeinek térbeli elhelyezkedése sem mellékes ugyanis. Nagyobb a diverzitás, ha a különböző fajokhoz tartozó egyedek keverednek, mint amikor elkülönülnek egymástól. Vagyis a diverzitás negyedik összetevője a térbeli mintázat. Végül a biológusok sok esetben a diverzitás időbeli mintázatait is vizsgálni szokták, például a szukcesszió során bekövetkező diverzitásváltozást. Másrészt a biodiverzitást azért sem lehet mindig a fajok számával azonosítani, mert nem csupán a fajok sokféleségét jelenti, sok más típusa is létezik. Így beszélhetünk még például genetikai, funkcionális vagy életforma-diverzitásról is. Ezekben az esetekben is a fenti öt összetevőt vehetjük figyelembe a diverzitás vizsgálatakor. Vegyük észre azt is, hogy amikor fentebb a féleségek különbözőségéről beszéltünk, akkor egy másik diverzitástípust rendeltünk a fajdiverzitás alá.

⁸ Szabad János megjegyzése: Magam is a biodiverzitás megőrzésének lelkes híve vagyok, de még senkitől sem hallottam meggyőző érveket, hogy ti. miért kellene megőrizni a fajokat? ►

A Föld túlnépesedése • Bolygónk eltartóképesége véges. A lakosság 8–9 milliárd közötti csúcsát várják (azt követően némi csökkenéssel), amelyben 20%-ra becsülik a relatív (alultápláltság) és 10%-ra az abszolút éhezők arányát. A Föld népeire kiterjedő (vallásfüggetlen és női egyenjogúságon alapuló) családtervezés tehát sürgetővé, a fenntartható fejlődés megoldása pedig égetővé vált (Önkorlátozás?).

Ha problémáink lehetséges bővülését kellene megjósolnom, akkor az *agro-biotechnológia** *labirintusára* tippelnék (Áttervezzük-e a környezetünket?). A ma kibocsátásra kerülő transzgenikus* élőlényekkel kapcsolatos ökológiai tudásunk éppoly alacsony szintű, mint ami hajdanán a toxikológiát jellemezte a vegyipari „bummnál”. Ez nem is annyira meglepő, ha tudjuk, hogy jobbára ugyanazok a cégek a főszereplők, bár idilli hamvát vesztett neveiket esetleg megváltoztatták.

2. Közérzetszennyezés

Ha bizonyos peszticidek ártalmatlanságával kapcsolatos garanciákat az annak forgalmazásában érdekelt szolgáltatja, kell-e kételkednem? Ki oszlassa el a gyanúm, ha az is, akire figyelnék, bizonytalan? Ha valaminek a veszélyessége csak lehetőség, akkor veszélytelenként kell-e kezelnem vagy erre szolgálna az alkalmazásával kapcsolatos moratórium?

Bennem igen lassan alakult ki szkepticizmus a vegyipar termékeivel kapcsolatban. Becslések szerint évente mintegy 30 ezer olyan vegyületet állítanak elő, amelyek korábban nem léteztek a Földön, s ebből 2–3 ezer kerül a piacra. Mennyiségében a vegyipar kb. 1 millió vegyületből 400 ezer tonna szintetikus kemikáliát (benne foglalva az intermediereket* is) gyártott idáig, s ebből 100

- Érdekes, hogy még a képzett emberek sincsenek tisztában azzal, hogy mára már a Földön valaha élt fajoknak sokkal több mint 99%-a kihalt. Azzal sem, hogy fajok születnek és halnak ki. Itt inkább az a baj, hogy az ember „besegít”. Nos, az alázat, annak tudomásulvétele, hogy mi egy vagyunk a sok közül, hiányzik az emberekből. A ma embere énközpontú, a másnak él, és magán kívül szinte semmi sem érdekli. Azt hiszem, az emberek képzettségével lehetne jobbítani a helyzeten.

ezret árusít. [6] Az új hatóanyagok némelyikéből gyógyszer lesz, másokból növényvédő szer, Európában kódolható élelmiszeradalék, kozmetikum, festék, szigetelőanyag, háztartási vegyszer stb. Az élőlényeknek nem volt lehetőségük, hogy alkalmazkodjanak ezekhez az új vegyületekhez, s az evolúció* során nem alakult ki olyan fiziológiás vészjelző rendszer sem, amely miattuk megszólalhatna. A 40-es 50-es években néhány modellállaton (egéren, patkányon) az akut toxicitási* vizsgálatok is elégségesek voltak arra, hogy a mindennapi életünkben az élővilág számára idegen (xenogén), ökotoxikológiai hatásait illetően tulajdonképpen ismeretlen vegyületek kapjanak helyet.

2.1. Önbevallás

Nincs róla szó, hogy nem végezne – jelenlegi tudásunk szerint – tekintélyes mennyiségű vizsgálatot a fejlesztő. Az állami engedélyezési hivatalok viszont régóta nincsenek már olyan helyzetben, hogy független kontrollvizsgálatok alapján döntsenek. Helyette az *EPA** (az USA Környezetvédelmi Ügynöksége) követelményrendszert dolgozott ki, amelyet a fejlesztőnek minősített (*GLP*-rendszer*), a reprodukálhatóságot biztosító, szigorú dokumentációs kötelezettségeket teljesítő saját laboratóriumokban kell megfeleltetni. Ebből az következett, hogy ma az engedélyezési hivatalok köztisztviselői a fejlesztők „önbevallását” csak adminisztratív módon ellenőrzik. Nem lenne baj akkor, ha a szükséges toxikológiai vizsgálataink köre előzetesen olyan pontossággal körvonalazható lenne, hogy mindez kellő biztonsággal működne. Erről azonban szó sincs. Az új hatásmechanizmusú vegyületek mindig kicsúsznak a rutintesztek hatásköréből, és az ökotoxikológia megfelelő tesztrendszereken fáradozva jelentős fáziskéséssel kullog utánuk, s néha évtizedekkel később próbálkozik a tiltással. Például a rovarölő szerek tekintélyes része hosszú ideig az idegmérgek közül került ki. Mikor megjelent az első rovarokat megbetegítő baktérium (*Bacillus thuringiensis*) és az első vedlésgátló (*diflubenzuron*), az addig működő rutin csődöt mondott. Akkor ezek az új fejlesztések kerültek mindezért hátrányos helyzetbe. Ma viszont az adminisztrációban jeleskedő engedélyezők – tapasztalataim szerint – egyre kevésbé képesek követni a konkrét helyzetet. A fejlesztők által kitöltött dokumentációk ugyan „teljes” körűek, csupán az nem világos, vajon a speciális kérdésre – amelyet nem tartalmazhat a kérdőív – is válaszoltak-e? Ezt a speciális kérdést a fejlesztőnek magának kellene feltennie, mert erre az engedélyező köztisztviselő honnan jöhetne rá? Vele már nem is kutatók, hanem forgalmazási jutalékra szerződött kereskedők egyeztetnek, akik abban jók, mire használható a készítmény, s nem abban, hogy hatásmechanizmusa szerint milyen jellegű speciális környezeti és egészségügyi veszélyt hordoz. Így ma, ha

megnézzük a kereskedelmi előrejelzéseket, sokatmondóan az egyéb hatásmechanizmusú vegyületek hódítják a rovarölő szerek piacát, mivel toxikológiai tettenérésük nagyságrendekkel fáradtságosabb. Így van idő minden tevékenységek mozgatójára: a megtérülésre.

2.2. Ki micsoda?

Ma 20–40 millió dollárba kerül egy peszticid hatóanyag piacra kerülése. Gyógyszerkutatóban ezt 300 millió dollárra, míg a kifejlesztés időtartamát 10–12 évre becsülik. A kamatokkal együtt a befektetett pénz mintegy kétszeresének kell megtérülnie. Különösen drágák a krónikus toxicitási vizsgálatok. Nem is csodálható, hogy a peszticid világpiac kétharmada kilenc (ma hét: Pharmacia néven előbb a Monsanto az American Home Products-szal, majd a Pharmacia UpJohnnal; illetve Syngenta néven a Novartis és az Astra/Zeneca agrokémiái részlegei fuzionáltak) gyógyszer- és növényvédőszer-gyártó multinacionális* cég kezében összpontosul (1997-es jövedelem szerint: Aventis 4554 millió \$; Novartis 4199 millió \$; Monsanto 3126 millió \$; Astra/Zeneca 2674 millió \$; Du Pont 2518 millió \$; Bayer 2254 millió \$; Dow AS 2200 millió \$; American Home Products 2119 millió \$; BASF 1855 millió \$ [7]), amely egyre koncentrálódik (5. melléklet), s ma éppen a szemünk láttára szippantja be a biotechnológián keresztül a növénytermesztés kulcsfontosságú elemét, a vetőmagtermesztést.

2.3. A kályhaezüst hamvassága

Tudásunk bővülésével – amint ez általában a bizonyosság szintjén prognosztizálható – több grandiózus felfedezésről hámlott le a kályhaezüst hamvassága. Emberek is rákkeltőnek bizonyult az azbeszt* (tüdőrák), amellyel előszeretettel szigeteltünk (házgyári lakásainkba jelentős mennyiséget építettünk be, azbesztszálakat találhatunk vízhálózatunk eternit csöveiben is); a benzol (leukémia*), amely ma is ott van néhány növényvédőszer formulációjában, mint a csomagoláson fel sem tüntetett oldószer [8–10]; a vinil-klorid (máj- és tüdőrák), amely műanyagaink (PVC* – polivinil-klorid) egyik sztárja; a *cyclosporine* (*lymphoma**, bőrrák), amely „csúcsgyógyítási” technikánk szerintem heroikus zsákutcájában, a szervés szövetátültetésben a kulcsfontosságú immunszuppresszív gyógyszerünk [11]; a dietil-*stilbestrol* (*DES* › mell- és ivarszervi rákok) nevű „magzatvédő” gyógyszerünk, amely annyi bajt okozott, amíg végre „leváltották” a szteroidreceptorokon* ható mai fogamzásgátlóink (ivarszervi és májdaganatok okozásával vádolják őket) [12], amelyekkel elszántan és önpusztítóan családtervezünk, és messze lenne

még a felsorolás vége (lásd: *azathioprine*, *chlorambucil*, *melfalan*, *phenacetin* stb.), ha gyógyszerész lennék. De mit mondanánk a veszélyes szakmáknak – az uránbányászokon (akik tüdőrák-veszélyeztetettsége jelentős), aszfaltozókon (tüdőrák), egészségügyiekén (leukémia, májgyulladás és bőrrák) túlmenően az alumínium- (tüdő- és húgyhólyagrák), a bőr- (leukémia és orrüregi daganatok), a bútór- (orrüregi daganatok), bizonyos festék- (húgyhólyagrák), a gumi- (leukémia és húgyhólyagrák), a vinil-klorid- (máj *angiosarcoma**) gyárakban dolgozóknak –, ha nem kellene szépíteni a kilátásaikat [13]? Ez lenne a „civilizációnk” ára?

2.4. Ames elbizonytalanodása

Lehet-e a határozatlanságunkhoz köze az általam csodált Bruce Ames munkásságának? A mutagenitás kimutatására alkalmas világhírű teszt kidolgozója, aki pályafutásának elején rendkívül szigorúan közelített a vegyületek (ezen belül a növényvédő szerek) mutagén* hatásaihoz, idősebb korára az ellenkező véleményének adott hangot. Ames ma azt (is) állítja, hogy a táplálékaink összetevőiben lévő természetes eredetű anyagok sokkal jelentősebb hatást gyakorolnak egészségi állapotunkra, mint például a peszticidek. Írásainak rendkívüli hatása – attól függően, hogy ki, mikor és mit olvasott tőle – a kutatók gondolkodására pro és kontra is tekintélyes. Bizonyára nem véletlen, hogy az USA Szenátusa meghallgatásra hívta meg munkatársával, Lois Golddal együtt. [14] A kérdés úgy hangzott: mi az igazság a környezetszennyezés, a növényvédő szerek és a rosszindulatú daganatos betegségek összefüggéseit illetően?

A rosszindulatú daganatos megbetegedések száma összességében nem emelkedik a világon; csupán három esetben mutatható ki növekvő tendencia. Ezek a tüdőrák (a dohányzás egyik következménye), a *melanoma** (= melanintartalmú* festékes daganat, amit UV-B sugárzás is okozhat) és a *non-Hodgkin lymphoma** (= rosszindulatú nyirokszervi betegségcsoport). [15] Ez utóbbi oka jelenleg nem ismert, de néhányan ezen a területen jelölik meg a mutagén vegyületek következményeit. Magyarországon ennek ellentmondóan – ahogy Farakas Ilonától [16] tudom – a 40–49 éves férfiaknál az összes daganatos eredetű elhalálozások száma 1965–1997 között szinte lineárisan a háromszorosára nőtt (hasonló mintázatot mutat a cukorbetegség és a májbetegségek is). Ezen belül 1975 és 1995 között a tüdő- (4169-ről 7551-re), az ajak- és szájüregi (462-ről 1419-re) és az emlődaganatok (1674-ről 2265-re) száma növekedett erőteljesen. 1993-ban a magyar férfiak az első, a nők a második helyet foglalták el a daganatos eredetű halálokok *WHO** szerinti statisztikájában. [17] Napjainkban – ahogy Dési Illéstől hallottam – a rosszindulatú betegségek aránya a halálokok között tovább emelkedett, s ma már annak 22%-át (több mint évi 30 ezer ember Ma-

gyarországon) teszi ki. Jelentősen nőtt a tüdő-, vastagbél/végbél- (okok között a rotszegény táplálkozás) és méhnyakrák (többnyire vírusos eredetű) aránya.

Gyakori tehát a jelenlegi tudásunkra alapozott és meglehetősen ellentmondásos magyarázkodásban („ilyen az élet; a táplálékainkkal érkező természetesek sokkal inkább igénybe vesznek bennünket, mint néhány szintetikus anyag”) a keresztbemutogatási technika: miért erről vagy arról a lényegtelen, kevés embert érintő faktorról értekezünk, hiszen a dohányzás is biztosan rákkeltő, mégis, költségvetési bevétel miatt veszni nem hagyott személyes privilégiumunk, illetve miért nem beszélünk akkor a radonról (· tüdőrák), amely salakbeton házaink falából „leselkedik” ránk? E szerint persze megmagyarázhatatlan bűnt már aligha követhetünk el, mert minden nagyobb szabásút megvalósítottak már előttünk.

Más is van, persze. A fejlődési rendellenességeket (teratogenitás) okozó vegyületek sora, amelyek közül a *thalidomide* hatóanyagú nyugtató (CONTERGAN), valamint a TCDD* gyártási szennyezettséget tartalmazó vietnami dzsungellombtalanító, az AGENT ORANGE története a leginkább vitatott. [18] És ezek csak az emberre vonatkozó bizonyosságok, amelyek előtt ott mutatják magukat az állatokon végzett kísérletekből ismertté váló negatív tapasztalataink. Ez utóbbiakról, akiket gazdaságilag érint, azt tartják: emberen nem biztosan olyanok.

2.5. Mit és ki bizonyítson?

Ártalmatlanságot vagy ártalmasságot? A különbségtétel messze nem szónoki! Ha ugyanis az utóbbit, akkor nekünk van teendőnk (és persze ki finanszírozza, ha az állam, mint tudjuk, erre képtelen), de ha az előzőt, akkor felvetéseinkre a gyártónak van komoly tennivalója. Ma úgy fest, hogy egy vegyület megjelenésekor az ártalmatlanságot (FDA*-deklaráció, de szerintem skandináv gyakorlat) kell a fejlesztőnek a kor tudásszintjén (ez tehát a relatív ártalmatlanság) bizonyítani. Később viszont, ha valamely független laboratórium felveti annak lehetőségét, hogy probléma van egy környezetünkbe került vegyülettel, úgy a kereskedők tőle követelik az ártalmasság bizonyítását (a gyár fejlesztői már régen mással foglalkoznak). E tévova szerepcserében viszont eredendő óvatosságunk oldódik fel az örökké felkészületlen és laikus múltban. Az EPA időnként re-regisztrációs akciókat indít, hogy a kor toxikológiai követelményeinek megfeleltesse a már környezetünkben lévő engedélyezett technológiákat. Nos, a világ legnagyobb környezetvédelmi hivatalának kapacitása csupán a vegyületek 5%-ának évenkénti ellenőrzésére elégséges. Tessék számolni! A probléma már régóta kezelhetetlen méretű – és ekkor még eszünkbe sem jutott a „csupasz majom” mellett élő seregnyi faj, amely így abszolút kiszolgáltatott.

A gyógyszerek használatakor eldönthetem: vagyok-e annyira beteg, hogy az esetenként meghökkenítő mellékhatásokat megkockáztassam. Más esetekben, például amikor frissen fogyasztandó zöldségféléinket és gyümölcsseinket kezelik növényvédő szerekkel, már nem önként döntök. Teszi ezt helyettem az ország prevencióra esküsző, egészségvédelmi céllal drákói szigorúságú, vagy a termelésnek alárendelt, simulékony engedélyezési procedúrája. Ez utóbbi esetben messzemenően bízok a csöppet sem triviális, sőt, utópisztikus termelői (toxikológiai!) tudásban és feyelemben.

2.6. Mennyire legyen biztonságos?

Zéró-tolerancia vagy elfogadható szermaradék*? Az egyik oldalon azt kell megfontolnunk, hogy a mutagén vegyületeink egyetlen molekulája kiválthatja a hatást, s nagyon szerencsétlen esetben iniciált sejt jön létre, amely várja az azt aktiváló eseményt (promóció*), hogy daganattá fejlődjön. Ehhez persze – kicselezve a méregtelenítési kapacitásunkat – el kell a sejtbe jutnia, speciális módon be kell avatkoznia annak örökítőrendszerébe, majd eredményesen rejtőzködni az immunrendszer elől, vagy ravasz módon becsapnia azt. Itt azt is mondhatnánk (ha van helyettesítő technológiánk), hogy nem reszkirozzuk ezt a csöppet gyanúsát, azaz kitiltjuk környezetünkéből. E tiltás azonban lehet csak magunkra méretezett. Úgy ítélkezünk, hogy gyártani lehet, és egyik szemünket becsukjuk, mikor exportáljuk. Bármilyen etikátlannak tűnik ez, a vegyészeti gyárak nagy része él ezzel a lehetőséggel. Esetleg az előállítást is tiltjuk, ekkor viszont kitelepíthetjük az egész gyártási kapacitásunkat (például *DDT**, *HCH*, *paraquat* technológia transzfer*) valamely iparilag fejletlen országba (= ún. fejlődő, nem *OECD** ország, lásd Brazília, Mexikó, India és Kína), amely az általunk ismert veszélyekről még mit sem tud, azaz örül, hogy bevették a „Nagy Buliba”. Később viszont furfangosságunk eredményeként visszakaphatjuk a kiajánlott bővít, mint trópusi gyümölcsfélékben (narancshéjban), élvezeti cikkekben (kávé, tea, kakaó, mogyoró, mazsola) és a tenger gyümölcseiben (lepényhal, tőkehalmáj, ragadozó halak) érkező szermaradékot. Ez a gagyizás, amelyet a Velsicol példáján keresztül ismerünk majd meg, nagyban hozzájárult ahhoz, hogy mára bizonyos peszticidgyártók bizalmi tartalékaikat nagyjából felélték.

A másik oldalon viszont az áll, hogy termelni kell. Közösségünknek gondoskodni kell egy konkrét létszámú emberről. Ehhez a kor különböző fejlettségű technológiákat kínál: a gazdagok korszerű, így drága, a szegények olcsó és problematikus technológiákkal kapcsolt kisebb vagy nagyobb rizikóval élnek együtt – bármennyire is demagógnak hat ez az általánosító megállapítás. Azt is mondják, ez a mai már az ún. rizikótársadalom, azaz technológiáink többsége,

némelyek szerint mindegyike, terebélyes tudásunk harmatosságá miatt magában foglal valamilyen nagyságú veszélyt. Ha nincs abszolút biztonság – gondolkozunk logikusan a köztisztviselő –, állapítsunk meg „elfogadható napi felvételi értéket” (relatív biztonság), amely aztán élelmiszereink és ivóvizünk „belenyugvással” fogadott szermaradékértékeiben köszön vissza. Mit jelentenek tehát küszöbértékeink? Jelenlegi tudásunk szerint termelési célokból felvállaltatott rizikót, amelyre orvos-statisztikusok rizikóelemzéssel azt mondhatják: még elviselhető. Az *EPA* szerint egymillió felnőttből és tízmillió gyerekből egy-egy (az adott termékre legérzékenyebb) ekkor áldozatul eshet. Az elfogadható napi felvételi értéket az átlagos testsúlyú ember, átlagos mennyiségben fogyasztott élelmiszerfajtákban és átlagos ideig veszi magához. Ennek legkínosabb problémája, hogy az átlagos ember fiktív, nem konkrét lényként gondolkozunk róla. Hamar kiderülhet, hogy táplálkozási szempontból jelentősen eltérnek a különböző nemzetek átlagemberei. Mennyi fókaszírt, paprikát vagy avokádót fogyaszt az átlagember, ha eszkimó, magyar vagy ausztrál? Továbbá, kérdezzük most populizmusra hajlóan, elfogadhatóan tudja-e a rizikót elemző, számokba feledkező statisztikus megmagyarázni nekünk, hogy szerettünk sajnos az az egy túlérzékeny a millióból, akiről ő gazdasági érdekre való tekintettel lemondott? Így működne az egészségügyi pénztár mogorva, rossz közérzetű logikája, amelyet nem utasíthatok el élből, de meg kell, hogy kérdezzem: tartható-e álláspontunk, ha van veszélytelennek ismert helyettesítő technológia? Ilyen fajta mérlegelésnek az eredménye Van Houtven és Cropper (in Pintér et al. 1998 [19]) után, hogy az azbeszt vagy bizonyos növényvédő szerek betiltásával egy emberi életnek a megmentése 40–50 ezer dollárba kerülne. Csöndes tűnődésemet a Székács Andrással folytatott beszélgetés erősíti fel [4]: hogyan hozható közös nevezőre az azbeszt (amit mindenhová beépítettünk) a sokféle peszticiddel (némelyikből egy, másokból ezer tonnát használunk fel)? Hol keletkezik a kár? Nálunk aligha, hiszen originális hatóanyagot, amelyet mi fejlesztettünk ki – tehát nálunk „ketyeg” a megtérülési kötelezettség – alig gyártunk. Mennyi lehet a betiltáskori haszon, amelyet, tartok tőle, ez a számítás elfelejtett számba venni? Tulajdonképpen mennyit ér egy emberi élet: egyévi bérünket, kétévit stb.? Jellemezné (ha kiemelte) ez a financiaális szemlélet a kémiai biztonsággal foglalkozó hazai egészségügyünket? Sokféle vegyi ártalom létezik – vonhatjuk le az illúziókat mellőző következtetést –, s valamelyik érzékeny kategóriájába előbb vagy utóbb majd csak valamennyien beleesünk, akikről – mint töredék százalékról – sorban lemondanak. Ma többen 15% körülre teszik azt a plusz halandósági arányt, amely valamilyen környezeti ártalommal kapcsolatba hozható.

2.7. Az ökológus magánverme

Nos, akkor szólaljon meg az ökológia, azaz az élőlények és a környezetük kapcsolataival foglalkozó tudomány. Végeláthatatlan idő után fordul felé az érdeklődés, és mindjárt a gyakorlati problémák megoldásának igényével. Az illegálisba taszított gerillaharcosok viszont hosszú idő alatt megtanulták átvészelni a dzsungelt. A kiválasztott ponton beásva berendezkedtek az adott szűkös forrás kihasználására. Vietkongnak (értsd ökológusnak) tehát nem mindenki alkalmas. Gyere, ha suttogva csodálsz a természetet, s ha jól tűröd a gyűrődést. Mi kell akkor: nos, töretlen területvédelem (értsd a gondosan művelt magánveremé) és a szomszéd nomád jóindulata. Vajon megorrol rám, ha ezt megvonom tőle, ha azt kérem tőle, hogy harcoljon is, mert ez az igazi küldetése? A túlélésre berendezkedett ökológus tehát azzal foglalkozik, hogy a területén milyen élőlényeket talál és mi mindent nem. Izgalmas matematikai összefüggéseket keres, s luxusként „deákos” szakzsargont fabrikál, amelynek dekódolása az igazán komoly szellemi teljesítmény. Néha, persze szavazótoborzás kapcsán, az átmenetileg nosztalgiára hangolódott politikusok – de most és mindörökké – a Kék Dunát akarják visszakapni sramlival, gázlámpákkal, macskakövekkel és töpörtyűs, túrós csuszákkal. A két véglet között lennének ugye a pillanatnyi megalkuvásokon keresztül korunkkal harmonizáló célok: az ökológus rácsodálkozik önmagára, aztán rögvest Oikosra, lapozni kezd a tudományában, és annak alkalmazására törekedve egyszerűen a környezetszennyezőkre mutat, esetleg megoldásokat sugall.⁹ Ügyünk – persze – ilyen messze aligha jut el, mert a divattudományok sorsa az, hogy az első hepehupánál alkatrészeire hullanak (minden mellőzött

⁹ *Papp László megjegyzése:* E fejezetreszedben oly ékesen szólalt meg az ökolaiikus is, hogy lehetetlen nem válaszolnom rá. Aki nem költött arra, hogy egy óriási tudományterületen releváns alapkutatói eredményeket gyűjtsön, ne lépjen föl igényekkel. Aligha véletlen, hogy Magyarországon az ökológia elméletibb ágai erősek: a terepi, pláne hosszú távú kutatások rengeteg pénzbe kerül(né)nek. Tetszetős modell, bonyolult szimulációt kevesebb pénzből is ki lehet állítani: csak jó számítógép és okos fejek kellenek hozzá. A modell azonban csak az igazolhatja, ha működik. A tesztjét nem azért nem tudják/tudjuk megvalósítani, mert lusták a kutatók, vagy mert félnek a „csalántól” (tényleg, maga Juhász-Nagy Pál és tanítványai is mind-mind igen jó terepi tapasztalatokkal rendelkező emberek), hanem mert a terepi ökológia nagyon sok pénzbe kerül.

A ökológiai szakzsargonunk bonyolultsága csak a vizsgált összefüggések elképesztő bonyolultságának leegyszerűsítő tükröződése. Számomra csak kvantitatív ökológia létezik! Becs' szavamra, ha egy szakcikk módszertani részében, az eredmények első szakaszaiban vagy appendixként ránézésre nem talállok legalább egy-két képletet, szimulációs algoritmust stb., a cikket azonnal félreteszem, nincs értelme elolvasnom, mert nem tanulhatok belőle! Egy-egy élvonalbeli kutatás céljainak, módszereinek és eredményeinek megértése olyan nagy és időigényes „befektetést” követel, amelyet vagy megadunk, vagy ➤

tudományág és kritizált iparág kised belőlük néhány csavart), és akkor – mert ilyenek vagyunk – elfordulnak tőlük a bizottságról bizottságra loholó álomfejtők, alias használható szakértők.

És ekkor az eredendő jó szándék – nézd csak – ott emelkedik, mint a Városligetben majáliskor elszabadult színes luftballon. A pukkanást már nem is halljuk. Nem zavarhatja meg az idelent folyó termelési (etetési és ellátási) *show*-t. Akkor hát könnyektől homályosan drága María Eva Duarte¹⁰, *pseudo-alias* a Hősök téri pálmaliget *los descaminados* seregét érzelmileg ipponnal verő Madonnám¹¹, valóban megosztaná Oikossal is a szappanoperában megénekelte glóriáját és koporsóját? [20]

-
- elismerjük, hogy most (vagy már) nincs rá elég agysejtünk. A harmadik út az ökológusok szellemi karanténba zárása, illetve olyanok ökológussá kenése, akiket mi is megértünk. A másik oldalról az ökobajokra tekintve, nem találsz olyan önértékelésében mértéktartó valódi ökológus kutatót, aki „megoldásokat sugall” (ez rám biztosan igaz). „Az MTA ökológiai bizottságának állásfoglalása az ökológia néhány fogalmának definíciójáról” (tk. Természet Világa 1989, 372–374) a maga idejében kivételesen jól sikerült. A preambulum egyik hosszú mondata nemcsak 11 év után, de még évtizedekig érvényes lesz arra vonatkozóan, meddig kergethetsz el egy jó ökológust: „Ha pl. egy, az emberi környezetet érintő nagyszabású beavatkozás várható környezeti kihatásait az ökológus ma még nem is ítélné meg modelljeiből származó prognózissal, vagy az utolsó pillanatokban »megrendelt« ökológiai kutatásokkal, korábbi tapasztalatai alapján feltétlenül jobb eséllyel »jósol«, mint a műszaki vagy a közgazdász szakember önmagában.”

¹⁰ A fiatalon meghalt argentin Eva Perón (Evita) lányneve.

¹¹ Az Evita Hősök téri forgatásán a címszerepet játszó amerikai popsztár, született Madonna Louise Veronica Ciccone művészneve.

II. KELET-EURÓPÁBÓL

Te, aki majd olvasod ezt az üzenetet, tudnod kell, hogy Magyarországon, a Dunába az Úrnak a 2000. évében vetettem. Arról mesélek benne, mi az, amit a növényvédő szerekről tudni vélek, s amelyről én is kifogtam már néhány üzenetet. [1, 21–22] Először azt írom talán le, hogyan jutottam idáig.

1. Garé-szindróma	39
1.1. Ómen	39
1.2. TCB konzorcium	40
1.3. GP konzorcium	41
1.4. Sóhaj	42
2. Halálos tavasz	43
2.1. Megszólalni vagy hallgatni?	43
2.2. Feladat, és ami vele jár	44
2.3. Illetékesék	44
a) Véleménykülönbségek a <i>lindane</i> -ről 45 • b) Az elsinkófált jövőről 48	
2.4. A kakukk fészke	50
3. Súlytalan valóság	52
3.1. A beszélgetés, és ahogyan hírré lett	52
3.2. Sajtótájékoztató a címszerkesztő produkciójáról	53
3.3. Infó után	56
3.4. A tényeket mellőző befejezés	57

1. Garé-szindróma

Egyszer csak gyűlni kezdtek a hordók. Csináltak ide a Pestiek valami tárolót. Aztán elterjedt itt a faluban, hogy a hordók szétrohadtak, akkor már éreztük is. A gyárat közben privatizálták. Mindenkinek jobb nem beszélni róla, de ettől a *dzsuva* még itt van. Végre lett pénz. Jöttek, és betonba csomagolták. Később azt mondták rá: ez marhaság, tíz évet ha kitart. Elküldték őket, most perelnek. Másnak adták, de azok meg nem haladnak, valami papírjuk hiányzik. Így vagyunk.

A Budapesti Vegyiművek (BVM) 1967–1985 között forgalmazott *klorinol* (lásd 32. ábra) nevű gyomirtó szerének gyártása során keletkező többszörösen klórozott fenolokat tartalmazó hulladékát 1978–1987 között, először a Baranya megyei Hidason, majd 1980-tól Garén (pontosabban a Garé-Bosta-Szalánta háromszögben) 63 ezer acélhordóban helyezte el. Az akkori földtani vizsgálat a területet – az alatta húzódó agyaglencse miatt – a talajvízbe kerülés szempontjából biztonságosnak minősítette. Ez a szakvélemény mára megkérdőjeleződött. A fenti igénybevételnek kitett acélhordók élettartama kb. öt év, így ezt követően korróziós kiszakadás miatt a telep talaja vált szennyezetté. A hordók egy része betonozott aljzaton fedetlenül, a csapadékvíz elvezetésének megoldása nélkül került elhelyezésre.

1.1. Ómen

1983-ból származik az első mérési eredmény, ami a tároló alatti talajvíz elszennyeződésére vonatkozik. A telephez közeli Mária-forrás vize a Bosta patakba ömlik, amelynek klór-fenol (57. ábra) szennyezettsége folyamatosan kimutatható. Ezt követően takarással (fólia vagy föld) és változatos átcsomagolással védekeztek, de a BVM jelképes büntetést is fizetett. A büntető és büntetett egyaránt az állam volt. 1989-ben a környéken élők feljelentéseivel kezdődött az ügy, akik elhullott állataikért pereltek.

1992-ben a környezetvédelmi tárca pályázatot ír ki, amelyet 8 millió forinttal svájci alapítványok is támogatnak. Nagy baj tehát aligha lehet. Az Antall-kormány helyi hulladékégető felépítését szorgalmazza, s erre a francia érdekeltségű Hungaropec Rt. vállalkozik, de Garé kivételével (amely munkahelyeket remél) a környező községek tiltakoznak az égető megépítése ellen. 1996-ban Illés

Zoltán fellépésére a környezetvédelmi felügyelőség 1997. október 3-án, majd jogerősen 2000. december 31-én kötelezi a BVM-t a garéi tároló felszámolására. Az 51%-os dolgozói tulajdonba került BVM először Hidason, majd Garén próbálkozik égetőmű felépítésével, azonban ez a környéken élők tiltakozásával találkozik. A BVM szeretné eladni gyári tulajdonának egy részét; tárgyalásokat folytat egy amerikai céggel, azonban Garéval együtt nem kell (ma már a kelet-európai *atrazine* üzleteiről elhíresült olaszországi Oxon tulajdonába került 40%-nyi rész). Esetleg szeretné a hulladéktárolót a 26%-os állami tulajdonosra hagyni. A környezeti károk számbavétele 1996-ban veszi kezdetét. A jelentés 50 hektár elszennyezett területről és 140 ezer m³ átszennyezett talajról számol be. A kártalanítás értékét 7–12 milliárd forintba becsülik.¹

1.2. TCB konzorcium

A Horn-kormány végül döntést hoz a kármentesítésről, amelyhez a Központi Környezetvédelmi Alaptól (KKA) származó 900 millió forint mellé – állami garancia vállalása mellett – a BVM 1,8 milliárd forint hitelt vesz föl. A kölcsön kamatai a KKA-t terhelik. A munkára pályázatot írnak ki, amelynek beadási határideje 1997. december 31. A pályázatokat a KKA és BVM szakértőiből álló bizottság értékeli. Baja Ferenc 1998 januárjában a TCB nevű konzorciumot nevezi meg győztesnek, megelőzve egy 3,57 milliárdról szóló német ajánlatot.

A TCB 3 ezer tonna tetraklór-benzol (klórtartalma kb. 50%) átsomagolásáért, elszállításáért és dorogi (a francia tulajdonú égetőművet 1993-ban privatizálták) elégetéséért 199 ezer Ft/t (597 millió Ft), 8,5 ezer tonna szennyezett talaj termikus tisztításáért 15 ezer Ft/t (128 millió Ft), 25,1 ezer tonna klórtartalmú hulladék betonkapszulákba (AGM Beton Rt.) csomagolásáért 64,5 ezer Ft/t (1,62 milliárd Ft), 6 ezer tonna kevésbé szennyezett talaj ártalmatlanításáért 9460 Ft/t (57 millió Ft), vagyis összesen 2,4 milliárdot számított fel. A munka 1998 áprilisában indul, és ugyanezen év októberében 30–35%-os késültségnél tart. 1998-ban az 1,7 tonnás „garéi hulladék” tétel próbaégetés után a dorogi égető környezetében mérhető dibenzo-dioxin-szint háromszorosa a megengedettnek, ezért félmilliárdos beruházással dioxin-katalizátort szerelnek fel, ami a problémát megszünteti. A munka 1999 áprilisában való befejezését tervezik.

Illés Zoltán kritizálja a dorogi égető alkalmasságát, amelyet gyógyszerhulladékok és nem magasan klórozott vegyületek megsemmisítésére terveztek. Véleménye szerint plazmakemencés eljárással jelentősen csökkenteni lehetne

¹ Hargitai, *Népszabadság* 1998. október 15., december 10., 2000. január 6.; Havasi, *Magyar Nemzet* 1999. augusztus 31., Mihalicz, *168 óra* 2000. június 15.

a 15 ezer tonnányi hulladék égetésével a levegőben és salakban jelentkező másodlagos környezetszennyezést. Kétségbe vonja, hogy a TCB konzorcium által elnyert 2,4 milliárdos állami megrendelés jó kezekben van. A hulladéktisztításnál az égetési fázis csupán helyfelszabadítást céloz meg, ami után a betonkapszulákba (ROCLA tartályok) való csomagolás csak 1–2 évtizedre „jegeli” a problémát. Szerinte ezért az átmeneti helyett végleges megoldást kell választani.

1998. augusztus 28-án a BVM leállítja a mentesítést. 1998. október 16-án Pepó Pál felfüggeszti a TCB konzorcium megbízását. 1999 januárjában szerződést bont, majd hamarosan új közbeszerzési pályázatot ír ki. Az egyoldalú szerződésbontás után (előre legyártott hordók, ki nem fizetett dorogi számlák stb.) a TCB tagjai 1999 márciusában induló 1031 millió forintos, máig le nem zárt kártérítési pert indítanak. Ekkor még 16 ezer tonna hulladékról és 40–50 ezer tonna szennyezett földről szólnak a híradások.²

1.3. GP konzorcium

Az újabb pályázati kiírást már viharok övezik, mivel pontosan nem adja meg a megsemmisítésre szánt anyagok mennyiségét (ezt illetően a megjelent adatok bizony rendre ellentmondóak, hiszen 14–28 ezer tonna között ingadoznak), és nem nevezi meg azok körét, akik a pályázaton részt vehetnek. Illés Zoltán szerint hazai megsemmisítésre nincs lehetőség, azonban a Bázeli Egyezmény szerint külföldi csak akkor nyerheti el a pályázatot, ha az állam deklarálja, hogy erre a munkára az államhatárokon belül nem képes. Ilyen hivatalos nyilatkozat viszont nincs, tehát a kiírásra érdemben pályázni nem lehet. A pályázatra mégis nagyfokú az érdeklődés. Közöttük van a Betonút Rt. pályázata, amely a hulladék 80–85%-át hasznosítaná gumiipari lánggátló adalék gyártására, amely után alacsonyabb klórtartalmú, Dorogon is megsemmisíthető hulladék maradna vissza. A találmány iránt a Dunalakkból kivált Egrocorr Kft. mutat érdeklődést.

1999 áprilisában – a második közbeszerzési pályázaton – mégis a GP konzorcium nyer (a KöM* Környezetgazdálkodási Intézetének volt munkatársaiból alakult Geohidroterv Kft. és a Palota Kft. alkotják). A pályázatban – 2,35 milliárd forint összegben – a Németországban (Dow BLS GmbH, Schkopau) való égetés szerepel. A teljesítés 10%-ában alvállalkozót is bevonhat. A kiszállítások decemberben kezdődnek, s januárban a Palota Kft. tulajdonában lévő Győri Hulladékégető Kft. bácsai égetője is kap próbaégetésre, amely után az Észak-dunántúli Környezetvédelmi Felügyelőség az égető füstjében a dibenzo-dioxin

² Hargitai, *Népszabadság* 1998. január 16., augusztus 25., szeptember 10., december 10., Ötvös, *Népszabadság* 1999. március 4.

határértékének 55-szörös túllépése miatt leállítja az égetést. Az égetőmű már az elmúlt év októberében is 13-szor magasabb dibenzo-dioxin kibocsátásával tűnt ki. A teljesítésben késedelem jelentkezik, s egy ausztriai égetőmű is képbe kerül. A pályázók 1999-ben 3 ezer tonna, 2000-ben 11 ezer tonna „garéi hulladék” kiszállítását ígérték, s 2001-ben a talajszennyezés felszámolásához kell hozzákezdniük.³

2000 februárjában kb. 10 ezer tonnányi veszélyes hulladék és ismeretlen mennyiségű (helyenként 30 méter vastagságú) föld várja a mentesítést, miközben a teljesítési határidő 2000. december 31.

1.4. Sóhaj

Az elátkozott háromszög messze van Budapeستől, ahol hosszú ideje gyári, majd költségvetési/megbízási kalkulációk alapján döntenek az ott élők egészségéről. Garé – Pécs és Harkány között – ma talán már csak azért létezik, hogy politikusaink életét megkeserítse, mert a termelési tevékenységét illetően korlátozott felelősségű tettesen és annak valamikori állami tulajdonosán túl immáron a harmadik kormány bizonyítja az itt élők ügyével kapcsolatos amatőrségét és kisszerűségét. Egyszerű, nyugodt emberek lakhatnak arrafelé, ahogyan én látom, nem akasztanak súlyos kártérítési pereket – mint az USA-ban tennék – azok nyakába, akik elszennyezték a környezetüket, s akik azóta is képtelenek kijavítani a hibát. Garé korszakunk kelet-európai mementója.

³ Hargitai, *Népszabadság* 1998. október 15., 1999. május 28., augusztus 12., 2000. február 22., március 22., Ötvös, *Népszabadság* 1999. augusztus 24.

2. Halálos tavasz

Kritikusan megszólalni nem is olyan egyszerű, nem erre szocializálódtunk. „Etetni kell a népet” – hívták fel a figyelmem többször. Ha így is volt néhány évtizede, ma már errefelé más a helyzet. Lennének megoldások. Miért nem használjuk őket?

2.1. Megszólalni vagy hallgatni?

Hosszú ideig töprengtem rajta, hogy megszólalhatok-e annak veszélye nélkül, hogy később jóindulatúan a tudomásomra hozzák: a mesterségedet adtad ki? De mi is a mesterségem? Nem az összehasonlító élettanban és az ökológiában szerzett tudásom különböztet meg a gázmestertől? Cinkos hallgatásra esküdtem talán? A hivatalnak vagy az embereknek tartozom-e felelősséggel? 1993 januárjában, egy országos rendezvényen kértek fel arra, hogy hozzászóljak a hazai növényvédőszer-engedélyezési eljáráshoz és gyakorlathoz. A hivatallal, az egyetemi emberekkel és a növényvédő szert forgalmazókkal egyidejűleg sikerült konfrontálódnom, mert az előadásom szerteágazó érdekeket sértett. Később az agrokemizálásért akkor felelős minisztériumi főosztályvezető is beszélt velem, s próbált arra rávenni, hogy forduljak a jövőben hozzá; nem kell mindjárt a szakmai nyilvánosságot beavatni. Már nem főosztályvezető, a dolgaink viszont változatlanok. Nos, ha arra gondolok, hogy a Kádár-kormány legendás főosztályvezetője a bukolikus széplelkek és a *biogörcs* suta fogalmait használta a környezetvédők és biotermesztők* gondolatainak minősítésére, míg egy mai köztisztviselő meglehetősen gyermeteg ökológiai és evolúciós fejtegetés után az „élővilágot esztelenül sírba károogókhoz” sorolja a környezetvédelmi érveket hangoztatókat, aligha hihetem, hogy a bármikori „növényvédelmi hivatal” a jövő környezete felé irányuló érzékeny, összefüggésekkel számoló, s így felelős gondolkodás valaha is jellemezte.

Vajon miért képzeli folyamatosan a növényvédelmi hálózatot irányító hivatal, hogy a környezetvédelmi érveket hangoztatókat ellenségként kell kezelni? Nos, én nem vagyok hivatásos környezetvédő, így talán a pásztorénekekre jellemző hangvétel nélkül szólalhatok meg. Bevallom azért, hogy odafigyelek értelmesen artikulált környezetvédelmi okfejtésekre, és megmosolyogtat a szaktarca kissé vonalas, új hangfekvésben énekelt „Már termelnek újra a gyárak...” kezdetű indulója. Nem régen kértek fel egy kollégámmal, a Springer kiadásában megjelenő, az új típusú rovarölő szerek másodlagos hatásairól szóló, meglehe-

tősen terjedelmes könyvrészlet megírására. [23] A világirodalom átnézése után, jó lelkiismerettel nehéz tovább hallgatnom. Az is világos ma már a számomra, hogy társadalmi igény nélkül a környezetbarát növényvédelmi módszerek korántsem törhetik át a kutatás-oktatás-hivatal-gyakorlat között felgyűrdött sáncokat. Ezért döntöttem tehát úgy, hogy nem a szakmámhoz, hanem önökhöz szólok.

2.2. Feladat, és ami vele jár

A növényvédelem feladata, hogy a haszonnövényeket megvédje versenytársaitól (gyomok), fogyasztóiktól (rovarok, atkák, csigák, rágcsálók, madarak) és betegségeiktől (vírusok*, baktériumok, mikroszkopikus gombák). A kémiai növényvédelem hőskorát a gyors megoldást ígérő szükségtechnológiák kidolgozása jellemezte, vagyis gyengécske toxikológiai tudás birtokában minden eszközött szentesített a megnövekedett hozam. Igaz, még ma is a rekordtermés bővületében élünk. Úgy tűnik, a termelés jelszavait harsogva könnyű erőszakot elkövetni a természetén. Mindezt annál gátlástalanabban tehetjük, minél kevesebbet tudunk ökológiából és élettanból. A probléma gyújtópontjában tehát az áldott-átkozott pénz, valamint a kissé álszent közellátási hisztéria darálja be a környezetünket; ma még többé-kevésbé tiszta és ingyenes (!) ivóvizünket, levegőnket, élő természeti kincseinket (állatainkat és növényeinket), saját magunk és utódaink egészségét. A növényvédelem több, mint a haszonnövények eszközökben nem válogató védelme, mivel élőlényközösségek rendszerébe avatkozik be, azaz csupán ökológiai alapokon állva tarthat igényt tudományos rangra; ahogyan Jermy Tibor és Szelényi Gusztáv [24] – 40 éve –, olyan világosan megfogalmazták. Élettani szempontból viszont az életfolyamatok hasonlóságára kell figyelni. Visszacsenget Szent-Györgyi Albert gondolata: „A természet nem épít külön elveket egy fának, egy bokornak, egy virágnak, egy embernek. Minden egy közös, nagy alapelvre épült.” [25–26]

2.3. Illetékesék

Nálunk három minisztérium az illetékes a növényvédő szerek engedélyezésében, és az eredmény az, hogy a mesebeli bábák között elvész a gyerek. Egy növényvédő szer dokumentációját az FVM-hez kell a forgalmazónak benyújtani, amely ennek részeit továbbítja az EM és a KöM felé. Később a szakvéleményeket összesíti, majd kiadja az engedélyt. Az agrártárca azonban termeltetni akar, a környezetvédelminek laborhálózat helyett még csak „ügyei” vannak, az egészségügyi pedig igazából diszkrét kívülálló. [12]

Ebben a kapcsolatban a termelési-kereskedői lobbi folyamodik engedélyért, a mezőgazdasági tárca felhasználói-termelési érdekeket képvisel, míg a környezetvédelmi és egészségügyi tárcák feladata lenne a fogyasztók érdekvédelme. Ma nálunk ezen a téren csupán a mezőgazdasági tárca tevékenysége jelentős, s ezért az engedélyeztetés procedúrájában domináns* is. E felállás szerint azonban a felhasználót, mint laikus környezetszennyezőt, paradox módon önmagának kellene fülön csípnie? Abszurd viszonylat! Hasonló gondolatok vezették az USA kormányát arra, hogy a növényvédő szerek engedélyezését elvette a Mezőgazdasági Minisztériumtól és átadta az *EPA*-nak, vagy a brit törekvéseknek is hasonló mozzanatuk van, amelyek szerint a Mezőgazdasági, Élelmiszeripari és Halgazdasági Minisztériumtól ez az ügy az Egészségügyi és Környezetvédelmi Irodához kerül (*Health and Safety Executive*). [27] Ehhez persze nálunk a környezetvédelmi és egészségügyi tárcáknak fel kell nőniük a feladathoz. A környezetvédelmi tárca nem is tagadja, hogy elmaradásai ezen a területen jelentősek, és érzi, hogy valamit sürgősen tennie kellene. Szemben az egészségügyi tárcával, amely respektált múltjára (a 60-as évekbeli magyar lakosság zsírszövetének és az anyatejének kiemelkedően magas *DDT*-tartalma miatt benne voltunk a világon az első négyben, ahol elsőként tiltották be a *DDT*-t – hangoztathatják 30 év után) és saját véleménye szerint a kereskedők által rettegett szigorára hivatkozik. Nézzünk akkor egy megtörtént esetet.

Az országos tisztiorvos asszony 1997. november 22-én, a Kossuth rádió *Szombat délelőtti magazin*-jában a műsorvezető kérdésére úgy válaszolt – generalizálva egyik munkatársának néhány perccel korábbi, a *lindane*-ről szóló szakvéleményét –, hogy mondvacsínált probléma a növényvédő szerekkel kapcsolatos toxikológiai problémákról diskurálni, mert csak az egyik rákkeltő szert egy másikra cserélhetnénk le, majd rögtön fel is sóhajtott: „bár sok más problémáról ezt elmondhatnánk ugyanígy”.⁴ A több vonatkozásban is vakmerő bukfenc alkalmat adhat az azonnali fehérenműváltásra és a későbbi találgatásokra.

a) Véleménykülönbségek a *lindane*-ről • Mottl Ágnes az általam írt „*Halálos tavasz*”-ban [28–30] megemlített daganatkeltő vegyületek közül a *lindane*-nak járt utána, felkeresve azokat, akiktől érdemi választ remélt. A *lindane* rajta van a „Piszkos tizenkettő” listáján, amely a világ legkevésbé üdvözölt növényvédő szereiről szól, s amelynek kivonásáért a nemzetközi *PAN* (*Pesticide Action Network*) harcol. Tőlem azt tudhatta meg, hogy a γ -*HCH* (= *lindane*) bioakkumulációra* képes, s az anyák az anyatejjel a készletük egy részét átadhatják gyer-

⁴ A kijelentés mögött ott húzódik a doktornő megérzése – amit telefonban árult el Mottl Ágnesnek –, hogy a Magyarországon élő, 30 év feletti emberek zsírszövetében hazánkban is kimutatható lenne a γ -*HCH*.

mekeiknek. Egéren májelhváltozást és rosszindulatú nyirokszervi betegséget, patkányban máj és pajzsmirigy daganatot okoz. A Nemzetközi Rákkutatási Ügynökség (*International Agency of Reseach of Cancer, IARC*) listája szerint az emberen valószínűleg rákkeltő vegyületek közé tartozik. [31]

Nálunk a BVM TERRA-Tox nevű csávázó, és LINDAFOR elnevezésű talajfertőtlenítő készítményei ismertek. Pontosabban, a LINDAFOR fantom-növényvédő szerré vált, mert engedélyeztették ugyan, de aztán „elfelejtették” gyártani. A TERRA-Tox-ból, amely *endosulfan*-nal kevert γ -HCH, 40–50 tonnát forgalmaznak évente, tájékoztatott a Vegyiművek munkatársa.

Nechay Gábor (KTM Természetvédelmi Hivatala) a riportban elmondta, hogy éppen Németországból jött, ahonnan magával hozta a *World Wide Fund for Nature (WWF*)* listáját, amelyben – közel 70 növényvédő szer hatóanyaga mellett – a *lindane*-t különféle daganatos betegségek kifejlődésének elősegítésével vádolják.

Az Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet (OÉTI*) munkatársa viszont azt hozta a tudomásunkra, ha csupán az egészségünk lenne a tét, akkor nem engedélyeznének egyetlen növényvédő szert sem, de mint tudjuk termelni kell. Nem is kifogásolnám a gondolat tartalmát, ha nem kb. 80 – hasonló célú – rovarölő szer hatóanyagának engedélyezésével sikerült volna eddigi belátóképességünket tárgyasítani. Az egészségügy ebbéli felelőssétől egyébként is azt várnám, hogy a rizikó mennyiségét igyekszik csökkenteni, s a „dagadt ruhát” nagylányosan a termelői képviselletekre hagyja. Gondoljunk most futólag a dán kormánynak arra az 1997-es – kissé eltúlzott – akciójára, amelyben megvizsgáltatja, hogy mi történne, ha valamennyi növényvédő szert betiltaná. [32] Mindez két könyvnek köszönhető, amelyek közül az egyik a növényvédő szerek egy részének szerepéről szól a szerzett immunhiányos állapotok bizonyos, általában átmeneti formáinak kialakulásában, [33] míg a másik könyv a hormonális háztartásunkat összezavaró növényvédő szerekről mesél. [22] Megjósolható, hogy nem lehet betiltani valamennyi növényvédő szert, csupán a kor tudásának megfelelően drasztikusan csökkenteni a számukat. Az európai piacon – ahol versenyezni szeretnénk velük – Dánia a reputációját, a legszigorúbb növényvédő szer engedélyezési rendszerének is köszönheti. [34] Ők nemcsak magukról állítják ezt. A „Piszkos tizenkettő”-n Dánia már régen túl is lépett. Vajon nem akar termelni már? A két ország gazdasági paramétereit összehasonlítva ezt senki sem gondolhatja. Másról persze meditálhatunk, például arról, hogy milyen módon hasad szét egy vegyi konszern és az őt magában foglaló állam érdeke. A dániai illetőségű Cheminova Agro az Agrokémiai Szövetkezeten keresztül úgy árulja Magyarországon a DANATOX és PARASHOOT nevű készítményeit, hogy Dániában a *parathion-methyl* regisztrációját 1995 előtt visszavonták. Dánia tehát leszerel, és levett gőnceit küldi a termelésre hangolódott „kopaszoknak”.

Az Országos Munka- és Üzem-egészségügyi Intézet (OMŰI*) munkatársa arról beszélt, milyen komoly szűrőrendszeren mennek át a hatóanyagok. A gyártók szigorúan megvizsgálják a saját leendő termékeiket a saját laboratóriumukban, és engedélyeztetésre nyújtják be a felhasználói irodáknak. A gyártók munkaminősége fölött szigorúan őrködik az USA világszerte mérvadó környezetvédelmi szervezetének (EPA) és a fejlett országok Európa számára irányt mutató közösségének (OECD) a követelményrendszere – magyarázta az illetékes. Arra a kérdésre azonban, hogy akkor ezek állásfoglalásait miért hagyjuk a *lindane* esetében figyelmen kívül, azt mondta, azok csak afféle, nem kötelező ajánlások. Tehát itt nálunk a mérlegelés esete forog alatt és fent, amelyben a hazai egészségügy előzékenyen fejet hajt a gyártó érdekei előtt? Az egészségügy szakértője úgy érvelt, hogy különben is, Magyarországon γ -HCH által előidézett betegség nem fordult elő. Arra a kérdésre, hogy hogyan is lehet ezt lemérni, azt válaszolta, hogy azt már nem is tudja, mert nincs olyan szervezet, amely finanszírozná ezeket a vizsgálatokat... Merre is lehet a vészkijárat?

Egy további egészségügyi szakértő azzal folytatta, hogy a hazai termékváltás a nózink előtt megtörtént. Bizonyára nem is szimatolhatja, hogy a Magyarországon forgalomban lévő növényvédő szerek legalább egynegyedével súlyos, többirányú környezeti probléma van. Tartok tőle, hogy az ő optimista állítását Európa boldogabbik felének kereskedelme sem respektálja, és ezért szállít Kelet-Európába például Dánia *parathion-methyl*-t, MCPA-t, *dichlorprop*-ot, vagy Olaszország és Németország *atrazine*-t, amelyek felhasználását odahaza betiltották.⁵

Lindane-t, kérem – deklamálta –, alig használunk. Nos, aktív hatóanyagként csupán 3–4 tonnácskát, de mi az nekünk Árpádnak vérei: bagatell. Dolgoztam rákkeltő anyagokkal, tudom, hogy milligrammok használatához hogyan öltözzünk be, és hogyan kezeljük azokat elszívófülke alatt. Egészségügyi szempontból vajon milyen mennyiségig mondvacsinált probléma a γ -HCH, s függ-e ez attól, hogy személy szerint minket, vagy egy elméleti személyt érint? A konkrét személy viszont hogyan használjon „alig mennyiséget”, s ha mégis a lemorzsolódó kisebbség tagja lesz majd, meg fogja-e érteni, hogy ő – az esetet jellemző valószínűségi adatnak megfelelően – csupán 10 volt a 100 ezerben (ún. „alig tétel”).

Török Géza (Országos Közegészségügyi Intézet – OKI*) is nyilatkozott. Ő azt mondta – ami magyarázatokkal színgaz –, hogy olyan növényvédő szer sincs, amelyikről biztosan tudnánk, hogy daganatkeltő, de olyan sincs, amelyikről az ellenkezőjét állíthatnánk. Értelmezzük mindezt egy példán: a klór-fenoxi-acet-sav típusú gyomirtó szerek – pl. 2,4-D – dibenzo-dioxin-szennyezettsége (a jó

⁵ Szállítják ezeket persze mások is, csak a formaságokra jobban ügyelve, pl. Franciaország (Elf Atochem Agri) *parathion-methyl*-t, valamint Svájc (Novartis) és Németország (BASF) *atrazine*-t.

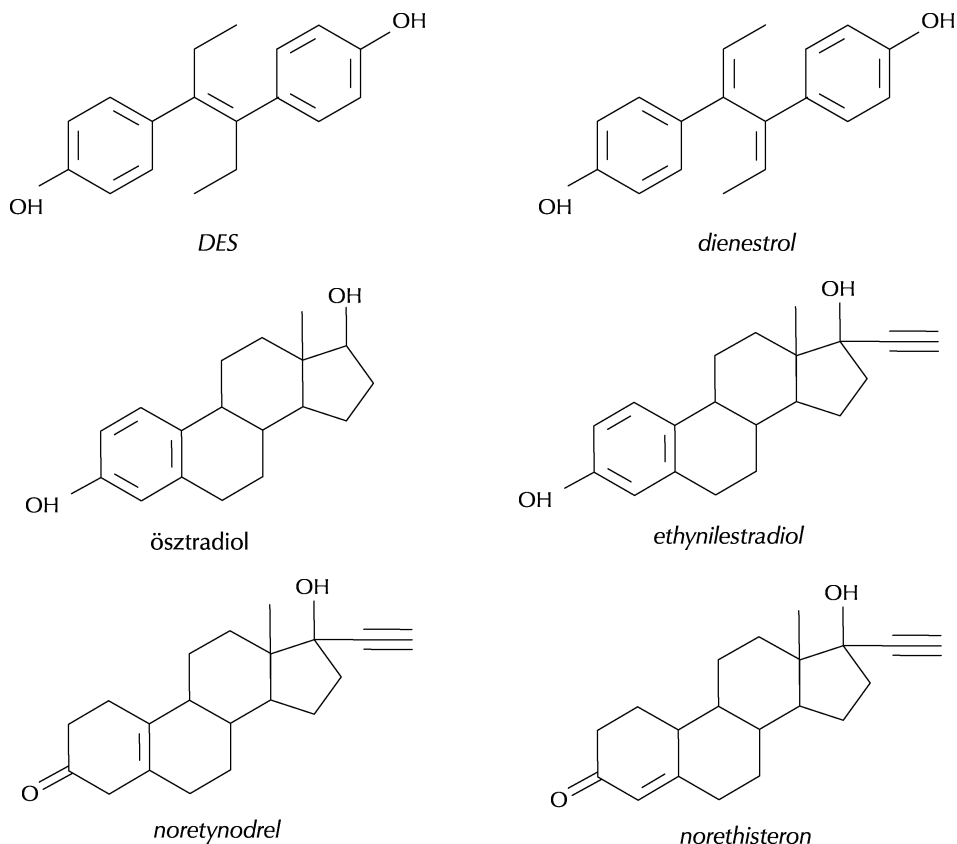
garéi ismerős) lágyrészsarkómát* és *lymphoma*-t okozhat; pontosabban emberen limitált evidencia gyűlt vele kapcsolatban össze. Nézzünk szembe a tényekkel: mi is lenne az elégséges evidencia? Nos az, ha embereken közvetlenül végeznének ilyen vizsgálatokat, de annak belátható orvostikai akadályai vannak. Így elégedjünk meg a szokványos Ames-tesztel*, amely nem találta egy baktérium törzsön a 2,4-D-t mutagénnek. Az ügyünkben, azért még ezen a szinten is sokféle momentum mond ellent egymásnak. Több baktériumtörzzsel folyó munkában bizonyos vegyületek, bizonyos törzsekben mutagénnek bizonyulnak, míg másokon nem. A gyártónak egynéhány baktériumtörzzsel végzett munkát követően – legalábbis a *lindane* idejében – nem kellett tovább bizonygatni, hogy a terméke ártalmatlan. A rákkutatóknak viszont további bizonyítékok is kellenek az egér és patkány után (pedig azok egy kissé közelebbi evolúciós távolságra vannak hozzánk, mint a *Salmonella*), mert ők „jó” okkal óvatosak. Az USA-ban a dohánygyárak ellen fellépő kutatók egyike-másika ma védőőrizetben él; és mert a daganat kialakulása bonyolult szabályozású, így az egyes faktori csak igen nagy számú mintán, hosszú vizsgálati periódus alatt, és minden kritikát tűrő kontrollcsoport alkalmazása mellett érhető tetten. Ezt követheti csupán, hogy a valamilyen ipari érdekhez fűződő terméket besorolják a nemkívánatos vegyületek közé.

b) Az elsinkófált jövőről • 1996-ban jelent meg Theo Colborn és munkatársainak „*Our Stolen Future*” című könyve. [22] A könyv előszavát Al Gore, az USA alelnöke írta. Colborn csapata leginkább a gerincesek ivari szteroidhormonjainak kérdéseit feszegeti; arra felfigyelve, hogy például a napjainkban élő férfiak ondójában az életképes spermiumok száma fele a század elején élőknek. [35] Mindez pontosan 1938 és 1990-re vonatkozik és a dán Niels Skakkebaek állítja, hozzátéve, hogy 1970 óta lassan újra emelkedni kezdett ez az érték. [36-39] Az USA-ban végzett vizsgálatokkal mindezt nem sikerült alátámasztani, habár egyes városokban (New York City, Los Angeles és Roseville) élő férfiak között jelentős eltéréseket találtak. [40] Egy másik adatcsoport a nőkre vonatkozik, amely azt állítja, hogy bizonyos ivarszervi elváltozások (endometriózis*)⁶ gyakorisága rendkívüli mértékben megnőtt, míg ez a betegség 1920 előtt jobbra ismeretlen volt. [22] A könyv kiváltképpen az ösztrogén* hatású vegyületekkel foglalkozik, s azt hangoztatja, hogy a termékenységenket három irányból érik lényeges hatások. Ezek: **I.** a fitoösztrogének, amelyeket növényi táplálékok útján veszünk magunkhoz (pl. szója, alma, cseresznye, búza, borsó, komló stb.); **II.** a növényvédő szerek egy nagyobb csoportja (pl. klórozott szénhidrogének – DDT, *endosulfan*, *lindane* stb. – állati zsírokban; *atrazine* ivóvízben stb.), ame-

⁶ A méh nyálkahártyaszigeteinek méhüregen kívüli megtapadása.

lyek kapcsolódni képesek az ösztrogén-receptorokhoz, és ezen az úton okoznak különböző betegségeket; valamint **III.** hormonhatású szteroidgyógyszereink, pl. fogamzásgátlóink, amelyekkel „családtervezünk”.

Nos, halomra döntve minden korábbi feltételezésemet, ez utóbbival kapcsolatban éppen ekkor véltem megérteni az országos tisztiorvos asszonyt. Bevallom persze, nem vagyok a dologban teljesen nyeretlen. 1997-ben jelent meg egy cikkem rovarokban előforduló progeszteronról*, ösztradiolról és tesztoszteronról. [41] Miközben Colborn listáján töprengtem, visszalapoztam az **IARC** 1987-es listáját, és látom a tuti biztos rákkeltők között – ahol még növényvédőszernek se híre, se hamva – a szteroid és nem szteroid szerkezetű ösztrogén hatású vegyületeket, amelyeket klimaxos eredetű problémák kezelésére használnak és fogamzásgátlásra. Riadtan kaptam gyógyszer-tan könyvhöz, [42] különlenyomat-gyűjteményhez, nyúltam az internethez, bebarangoltam az adat-



1. ábra: A DES és társai

bankokat. Rákkeltőnek minősítik a *DES* (egyik analógja a *dienestrof*), *ethynil-estradiol* (MICROFOLLIN⁸, kombinációkban gyakori) és *mestranol* (az *ethynil-estradiol* metil-étere) hatóanyagokat (1. ábra) [13].

A konjugált* ösztrogének közül a *PREMARIN* (American Home Products): az USA-ban és Ausztráliában komoly megdöbbenést váltott ki, amikor kiderült, hogy a több millió nő által, csonttritkulás miatt szedett gyógyszer vemhes kancák vizeletéből készül, és a pontos összetétele nem is ismert. A gyógyszer-kombinációk progesztogén* partnerei közül a *norethynodrel* (INFECONDIN), *norethisteron* (ESTRACOMB TTS⁹, NORCOLUT¹⁰, KLIOGEST¹¹, TRISEQUENS¹²) bizonyult állatkísérletekben rákkeltőnek. [31] Mikor a Sax-Lewis-féle [43] teratogén* listát ellenőriztem, találtam meg néhány további: az ösztradiolt (ESTRACOMB TTS¹³, ESTRADERM TTS¹⁴, ESTROFEM¹⁵, KLIOGEST¹⁶, TRISEQUENS¹⁷), a *norethynodrel*-t (INFECONDIN), a *norgestrel*-t és az *allyloestrenol*-t (TURINAL¹⁸). [44] A legújabb típusú fogamzásgátlók közül viszont a *desogestrel* (MARVELON¹⁹, MERCILON²⁰, NOVYNETTE²¹, REGULON²²) és *gestoden* (FEMODEN²³, MINULET²⁴) a véralvadásban okozhat problémát, 2–3-szorosára növelve a trombózis rizikóját.

Tisztában vagyok vele, hogy az ösztradiol és a progeszteron természetes előfordulási anyagok, s nem is ezzel lehet elsősorban a probléma, hanem annak a rendkívül finom szabályzási mechanizmusnak a „barkácsolásával”, amivel a teremtő evolúció vázolja fel a reprodukción keresztül a jövőt. Ezek a fogamzásgátlók sem lehetnek közvetlenül rákkeltők, csupán elvárt hatásukon kívül növelik bizonyos típusú méhnyakrák kockázatát, miközben a petefészek és a méhnyálkahártya daganat előfordulásának valószínűségét csökkentik; vagy növelik ugyan a szív- és érrendszeri megbetegedések számát, azonban csökkentik a csonttritkulás következtében előforduló combnyaktörés rizikóját. A 22-es csapdája. Lehet, hogy erre vonatkozott az országos tisztiorvos asszony sóhaja?

Az említett cikkemben a felsorolt vegyületekkel is dolgoztam, és kiderült, hogy rovarokra nincsenek kimutatható hatással. Milyen különös a kutató sorsa, olyan vegyületeket keres, amely a rovarokat pusztítja el, de ami az emberekre nem veszélyes és az ellenkezőjét találja. Maradjon azért közöttünk, rovaroknak erről egy szót se.

2.4. A kakukk fészke

Aligha hiszem, hogy valaha kényelmetlenebb szövegeket leírtam már, mint ennek a könyvnek a bevezető írásaiban, amelyek a *Halálos tavasz* [28–30], az *Alma sztreptomicinnel* [45], a *Telepatikus fogamzásgátlók* [12] és a *Mesék a mé-*

^{7–24} A készítmények megtalálhatók a Pharmindex 97/98-as kompendiumában. [46]

regzöld könyvből [10] címen láttak napvilágot. Hovatovább írásuk során jutott eszembe egy Sydney Pollack film (*A keselyű három napja*), amelyben egy filozokból álló, *CIA* által pénzelt csoportot azzal bíznak meg, hogy könyveket, újságokat olvasson a világ dolgairól, majd a történetek rezüméjét egy komputerbe táplálva az a *CIA* titkos terveivel veti össze. Megegyezéseket keres közöttük, vizsgálva egyúttal a lebukás lehetőségeit. Az első megegyezés után aztán likvidálják az egész bölcsészcsoporthat. Nos, amit a következő bekezdésben leírok, tisztán a fantáziám szüleménye.

Adva van egy multinacionális, gazdaságilag növekvő vegyészeti gyár, amely tönkrement cégeket vesz meg elavult gyártási struktúrával, jelentős készlettel olyan hatóanyagokból, amelyekről bebizonyosodott, hogy mutagének, rákkeltők stb. A hatóanyag-megsemmisítés túlságosan költséges lenne. A 90-es évek zavart önismeretű Kelet-Európájában találnak egy lerobbant vegyészeti gyárat, amely haszon fejében megbízásra formázott készítményeket csinál belőlük. A felek persze tudják, hogy a termék, úgy ahogy van – a mai tudásunk szerint – tudatosan előidézett környezeti katasztrófa. Az együttműködés valós műfaja ugyebár az áruként való hatóanyag-megsemmisítés. Engedélyeztetik a formázó ország formálissá gyengült engedélyezési struktúrájában. Az eredeti hatóanyag-gyártónál ugyanis ez már nem menne, túl sok az ott ismertté vált terhelő adat, és túl erős a környezetvédelmi kontroll. A formázással megbízott országban sem dobják azonban piacra (ott is feltételezhető néhány, a seftelést átlátó szakember), hanem eladják a terméket vagy az egész gyártási vertikumot valamelyik fejlődő országnak. Ugye az elmondott gyomorfordító történet nem vág egybe egyetlen tervvel sem? Én is teljes szívből reménykedem ebben. Cserébe ugyanis a fejlődő ország a csodaszerrel kezelt déligyümölcsben, kávéban, teában, kakaóban és mogyoróban fizet, amit a mit sem sejtő, fizetőképes Európa lakossága fogyaszt el.

Nos, itt lenne az ideje, hogy a kémiai biztonságért felelős köztisztviselők felnőjenek a környezeti felelősségvállalás szintjére. A kémiai növényvédelem ugyanis a lakosságot érintő veszélyes üzem. Bizonyára a döntéshozók és azok elődei sem gondolták ezt. A világgazdaság egyik motorjának nevezhető vegyipari lobbis szemérmesen hallgatva belügynek minősíti problémáit. Vajon a tájékoztatatlanság állapota volna a kisebbik rossz? Talán e tekintetben mégsem a tudomány kiteljesedésének évszázadát írjuk, hanem szűklátókörűség miatt a laikus környezetszennyezését? Nem azt akarom azonban mondani, hogy az agrokémizálás nélkülözhető, hanem azt, hogy sokkal szélesebb körű figyelmet igényel! Szigorú egészségügyi és környezetvédelmi kontroll nélkül hagyva Bhopal, Moldova, a Balti-tenger és Garé sorsa unokáink környezetét vetíti elénk; a biztonságos működéshez tehát toxikológiai szempontból iskolázott ökotoxikológusok szükségletnek!

3. Súlytalan valóság

Már húsz éve elköteleztem magam a környezetbarát módszerek kutatása mellett, [47–48] tíz éve – a szakmán belül – nyilvánosan is kritizálom a kémiai növényvédelem egyes válfajait. [49] Nem lett belőle hír, csak tudományos cikkek. [23, 50–52] Egy telefoninterjúból más által írt, a Népszabadság első oldalára került cíkcímmel kapcsolatban azonban három minisztérium tartott sajtótájékoztatót.

3.1. A beszélgetés, és ahogyan hírré lett

Egy MTI hírre felfigyelve, 1998. július 7-én a *Népszabadság* egyik munkatársa felhívott, hogy riportot akar velem készíteni. Egy félórát beszélgettünk, aztán megállapodásunknak megfelelően 15 órakor küldte meg, cím nélkül a cikkét, amit illő távolságtartással olvastam. Egy óra múlva másfél oldal tanáccsal láttam el, azaz 15 pontba foglaltam azt, aminek javítását szükségesnek gondoltam. Másnap volt, aki azzal fogadott, hogy a Kossuth rádióban, más hogy a Tv1-en hallotta, hogy a *Népszabadság* címloldalán jelent meg „Tudósítónktól” egy írás, amiben engem idéznek. Elolvastam hát a cikket, aztán felhívtam a riportert, hogy megkérdezzem: miért nem javított a tanácsaim szerint? Őszintén állította, hogy ő megtette, aztán megnézte a lapot, és azt mondta: igazam van, a javítatlan verzió jelent meg. Később négyszemközt mesélte, hogy szerkesztője a komputeréből idő előtt a javítatlan verziót emelte át a *Népszabadság* első oldalára, s ő adta neki a bombasztikusnak szánt címet (*Az Európai Unióból kitiltott növényvédő szerek a hazai piacon* [53]), amit nekem már csak nyomtatásban volt lehetőségem látni. Július 14-én újra felhívott, hogy másnapra a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium (FVM) sajtó önálló osztálya sajtótájékoztatót szervezett. Azt is kérte, hogy a majdani tisztázó cikkükhöz írjak egy rövidke hozzászólást. Július 16-án megírtam, de sohasem közölték.

Az FVM sajtótájékoztatóra szóló meghívóján az alábbi szöveg ékeskedett: „1998. július 8-án, a *Népszabadság* címlapján, illetve ezt követően több sajtóorgánumban a *Népszabadság* cikk apropóján alapvetően dr. Darvas Béla rendkívül rosszindulatú és súlyos valótlanságokat állító nyilatkozatára, illetve korábban az *Élet és Irodalom*ban megjelent publicisztikai jellegű írásaira alapozva a magyar írott és elektronikus médiák az országot negatívan bemutató közleményeket jelentettek meg.” Mindezt a szervező – különlegesen fejlett etikai érzékkel – sem nekem, sem az *ÉS* szerkesztőségének nem küldte meg. [28–30, 45]

A sajtótájékoztató előtt felhívott az újdonsült környezetvédelmi miniszter, Pepó Pál is. Tájékozódni szándékozott; igaz inkább arra volt kíváncsi, hogy milyen összegekkel támogatta kutatásaimat elődje. Elbizonytalanodott kissé, mikor azt válaszoltam neki: semmivel. Egy tématanulmányt [54] készítettem, és egy a (hamarosan megszüntetett) Stratégiai Főosztály által megrendelten dolgozom éppen – mondtam neki. [55] Arról is érdeklődött, hogyan is történt ezzel a telefonos interjúval, és hogy ugyan miért nem kezdtem a növényvédő szerekkel kapcsolatos aktivitásomat korábban, amire azt válaszoltam: ez – tudtán kívül – így történt. Búcsúnk – mint beszélgetésünk is – sajátságos hangvételű volt, nem tudtam felvállal-e majd képviselője a sajtótájékoztatón vagy éppen ellenkezőleg.

3.2. Sajtótájékoztató a címszerkesztő produkciójáról

Elsőnek érkeztem. Bevittem a bőrröndnyi könyvet és cikket, amit bizonyítéknak szántam. Hárman érkeztek, akik közül mellém telepedett két egészségügyi minisztériumi szakértő, míg a harmadik a pódiumon foglalt helyet. Kissé meglepve néztek a könyveimre. Az ott [56] jó lenne nekünk is – mondta egyikük. Majd most megkapja a magáét ez a Darvas. Pláne, hogy még nincs is igaza, de egy toxikológus úgyis csak hisztérikus lehet – tréfálkozott az általam ismeretlen harmadik. Kíváncsi vagyok, hogy eljön-e, és a bizonyítékait is megnézném – folytatta valamelyikük. Á, dehogy lesz itt – tódította a jól értesült harmadik. De, itt vagyok – szoltam.

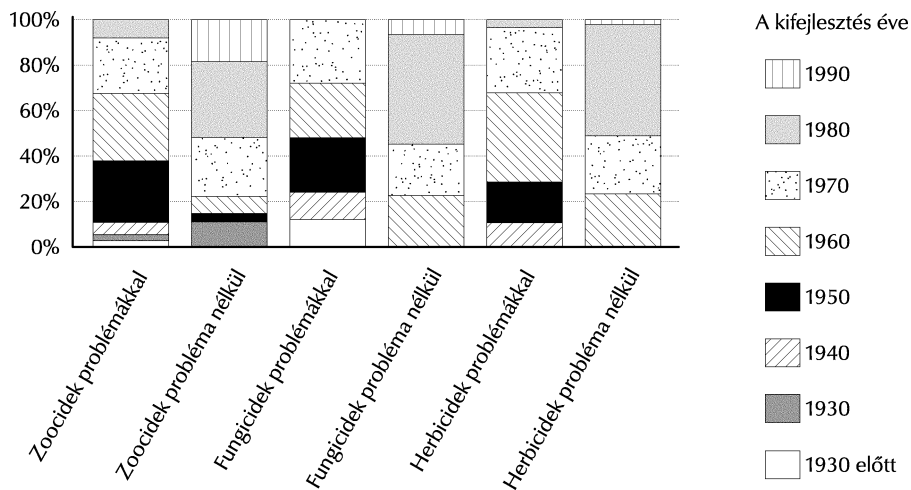
Aztán elkezdődött, és a soros növényvédelmi főosztályvezető tudomásunkra hozta, hogy a cikknek nemzetközi visszhangja van, hiszen egy Ausztriában élő magyar már tiltakozó faxot küldött. Nem borzongtam bele a páratlan népszerűtlenségbe, sőt mint címzetes eretnek azt gondoltam, az ügy nem is annyira miránk, Magyarországra, hanem a szállítókra (kereskedőkre) és a befogadókra (ügyintéző köztisztviselőkre) nézve zsenánt. Hiszen mi csak vesszük, szórjuk, aztán esszük, isszuk, amit ők engedélyeznek és árulnak. A főköztisztviselő aztán kapásból félrevezetette a sajtót azzal, hogy szimplán nem tudta, mi a *lindane*, és itt már kezdtem is megsejteni ügyünk lehangoló dimenzióit. A 99%-nál több γ -HCH-át tartalmazó vegyületet hívják *lindane*-nak, ez kapható nálunk mint Terra-Tox (40–50 tonna évi forgalma van), s lebomlási félideje talajban és élő vizekben: 1–3 év. A takaros elmarasztaló toxikológiai eredmények (lásd később) bizony erre vonatkoznak. Ő viszont úgy adta elő, hogy ez itt nálunk már szinte az *eurokonform-lindane* maga. Különösen visszás érzés volt hát számomra ezzel a tárgyi tudással tőle hallani, hogy „a toll a felelőtlen és tudatlan kézben súlyosan árt az országnak”.

Azt is megtudhattam sztereóban (agrár- és egészségügyi tárcák), hogy a hazai engedélyezési rendszerünk szigora világhírű (belesápad dán és finn). Mégis, kétes értékűek nekem ezek az önitéletek, s gyanakvásom csak növelte az agrártárcának az a nyilatkozata (Mottl Ágnes *Szombat délelőtti magazin* 1998. július 18.), hogy a társmisztériumokban fél munkaidőben, illetve munkaidejük egy részében végzik a szerengedélyezéssel kapcsolatos munkákat.²⁵ Nézzünk akkor valami konkrét dolgot: a *Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Értesítő*ben (1994. 20. 710.) európai minta alapján meghirdettük 34 hatóanyaggal kapcsolatban az újraengedélyezési eljárást, és kértük a gyártókat a dokumentációik kiegészítésére. A felülvizsgálat eredményeként a 34-ből csupán a *monocrotofos* akadt fenn az intenzív dokumentációellenőrzésen. Valójában mi is volt a kérdés, az egyenkénti kifogásolás alapja stb.? Jó lenne persze valamit tudni, például az európai színvonalról, amelyet most svéd példán keresztül szeretnék bemutatni. Magyarország a 90-es évek végén 400, Svédország 140 hatóanyaggal oldja meg a növényvédelmét. Érzékelhető tehát, hogy a hazai hatóanyag-választékunk túlzó, vagyis érdemi szerrevízió híján adminisztrációnk évtizedek óta görgeti maga előtt ebbéli problémáit (2. ábra).

Nézzük meg, mi történt Svédországban! Ott csupán 9 van még a 34 hatóanyagból engedélyezve, s ezt a munkát évről évre 3–11 hatóanyag engedélyének visszavonásával teljesítik felül, azaz messze másra is kiterjesztik tevékenységüket, mint a kötelező – s valljuk be kiábrándítóan engedékeny – európai penzum. Látszik, hogy olvassák, értelmezik, és hatni engedik tevékenységükre a független (!) toxikológiai világirodalom állításait. Erre alapozva kidolgozták azt a környezetvédelmi és egészségügyi kritériumrendszert, amellyel egy toxikológiaiag elfogadhatatlan hatóanyag jellemezhető, [57] s ezután a döntéseket ez kezdte irányítani. Így nem segíthet a másodlagos szándék nélkül, csupán kedvességből, *by the way* ajándékozott kenyai szafári, a családtagra méretezett külhoni nyelvkurzus, a napidíjjal fajsúlyosított exkluzív tanulmányút, a félig lezárt („egyszer majd kérünk magától valamit Pelikán elvtárs”²⁶) kiadvány és rendezvény szponzorálás, a hotelekben szerveződő proccos fogadások, a szerképviselek csomagtartóraktárainak jóféle CHIVAS REGAL-jai, ébresztőórái, öngyújtói, ólomüveg cica-macijai, a céget hirdető elnyúlhatetlen bevásárló szatyrok és naptárak. Ilyet persze nem nálunk láttam; s annak sem adok hitelt, hogy a 80-as évek főosztályvezetője, már állásából eltávolítva azt harsogta volna egy Budapest felé döcögő buszon, hogy munkatársai a *Pragmatica Sanctio*-t is eladnák egy müncheni bevásárló útért, hiába hallottam a saját fülemmel. Skandináviában viszont

²⁵ Az Országos Kémiai Biztonsági Intézet megalakulásával már főmunkaidőben foglalkoznak a peszticidek toxikológiai kérdéseivel.

²⁶ Bacsó Péter: *A tanú* című filmjéből



2. ábra: Peszticid hatóanyagok korösszetétele és toxikológiai problémáinak összefüggései (Magyarország, 1998)

kis számban, nyilvános kompromisszumok is kötöttek, azokra a hatóanyagokra (lásd *captan*), amelyek helyettesítésére még nem sikerült megoldást találni, s amelyek utódjait a vegyipari fejlesztők és kereskedők saját érdekükben lázasan keresik. A fentebb említett problémás 34-ből 20 visszavonása 1986 előtt megtörtént, vagy soha sem került be Svédországba. Elég könnyen belátható tehát a jelenlegi helyzetek közötti nagyságrendi különbség, és felbecsülhető engedélyezési rendszerünk szigorúságának szintje.

Mi lehet vajon a véleménye az engedélyezés szakértőinek arról, hogy például az *EPA* 51 hazánkban is kapható hatóanyagot tart nyilván emberen esetleges vagy valószínű rákkeltőket tartalmazó listáin? (6. melléklet) [58] Mi Scharden [18] könyvéről, amelyben 33 Magyarországon is forgalomban lévő hatóanyagot vádol állatokon teratogenitással? Mi a *World Wide Fund for Nature* [59, 60] hormonális zavarokat okozó vegyületeket tartalmazó listájáról, amely 37 nálunk kapható növényvédő szert sorol fel? Mi a *World Resource Institute* szerzőinek könyvéről [33], amelyben 40 idehaza is forgalomban lévő hatóanyagról állítják azt, hogy az állatok immunrendszerére jelentős hatással van? Mit gondolnak tehát arról a néhány ezer tudományos cikkről, ami az utóbbi évtizedben jelent meg, és amely terhelő adatok tömegével árasztotta el ezt a területet? – Ilyesmit kérdeztem volna, ha van erre fogékony hallgatóság.

Helyette rutintalanul az elhangzottak javíthatásába kezdtem, amire a főosztályvezető azt mondta, hogy nem érdekesek a részletek (már hogy mi is az a pudvás *lindane* és a többi izé), mikor türelmetlenül kitört a *Krónika* munka-

társa. Ő még egy szót sem tudott venni ebből a „szakmai” vitából, egyébként – mint mondta – mennie kell, mindjárt adásban lesz, s mondjon már valaki végre egy értelmes szót. Én addig abban a biztos hitben voltam, hogy már korábban leírásra került és most is elhangzott jó pár. Kiben lehet hát a hiba? Őt viszont csak az érdekelte, hogy akkor vannak-e forgalomban nálunk az Európai Unióból kitiltott szerek vagy sem. Ezt persze az álvitát kiváltó címszerkesztővel kellett volna megbeszélnie. Itt viszont az hangzott el, hogy három hatóanyag (*aldicarb*, *lindane*, *parathion-methyl*) is engedélyezett nálunk, amelyek globális kivonását követeli 60 ország 400 szervezete, [61] s további kb. 100 hatóanyag is gyanús, aminek következtében Európa számos országából visszavonták ezeket. [62–65]

Eközben a tévések, a hírműsorok időpontjára hivatkozva noszogattak kifelé. Távollétemben szólaltak meg az egészségügy szakértői és a kereskedők, védtek a saját mündérjuk becsületét. Az általuk elmondottakat felvételtől ismerem, mert már nem jutottam vissza a terembe; 3 tévé (akik közül csak a Duna Tévé adta le) és két újság állta az utamat.

Beteg-e a világ növényvédelmi gyakorlata? A kórképre, amit dokumentumok formájában odavittem, alig volt kíváncsi valaki. Egy minisztériumi kolléga azért odajött, és azt mondta, hogy szívesen beléjük pillantana. Jó – válaszoltam – majd később keressen. A főosztályvezető is tiszteletét tette, s a kezét nyújtotta. Azt mondta: közöttünk nincs vita. Nem úgy érzékeltem – válaszoltam – emlékezve, hogy egy korábban honos stílusban, alig néhány napja, a munkahelyi vezetőim „elbizonytalanításával” is próbálkozott. Elképzelem, hogy élettapasztalatából felfoghatatlan a kutató önálló személyisége, akinek valódi és nem megélhetési szakértelme van, s akit nem *hatalmi* szóval, hanem ellenérvekkel szokás kezelni.

3.3. Infó után

A szervező akkor éppen nem sajtót figyelt, hanem a képviseletektől búcsúzkodva ott szitált a pogácsa és ásványvízromok fölött. Őszintén megszántam, és azt mondtam neki, hogy nem tetszett a meghívója. Azt válaszolta, hogy nem ő írta, hanem készen kapta, s jelentőségteljes pillantással azt is a tudomásomra hozta, hogy ő a Növényvédelmi Klub valamije. Ez ugye a hajdani *Spritz Club*, a szergyártók kereskedelmi képviselőit tömörítő fehérabroszos informális egyesület, amely a Rhône Poulenc képviselőjének (aki érdekvédelmi szervezetük, a MAVESZ* NISZ* elnöke) második javaslatára – bár ímmel-ámmal – kiátkozott engem. A sajtósok megsúgták, hogy a szép számmal jelen lévő kereskedők, mondjuk 75 évre titkosítani szeretnék a növényvédő szerekről éppen készülő

vitaanyagot, s engem tartós hallgatásra kötelezni. Tehát tudják, amit tudni kell, de még oly édes ez a jutaléktól vemhes *omerta*²⁷, amelyben szunnyadni kényszerül a lelkiismeret. Vagy mégsem egyedi eset az a csodálatom tárgyát képező üzleti levél, amelyet az egyik prominens képviselő írt, s amiben azt a grandiózus ötletét eresztí el, hogy ki lehetne-e reklámcélra használni, hogy az ő gyomírtó szerük az *EPA* szerint csupán esetleges, míg a konkurens termék már a valószínű rákkeltők kategóriájába tartozik? Én istenuccse tőlük vennék.

Ballagtam a Duna felé, a hajdani „szelídesztenyés” főosztályvezető kéznymaival. Tényleg nem vele van vitám? Én persze ezt sohasem gondolhattam, nem is ugyanarról beszéltünk: ő a tétova jelenről, én a bizonytalan jövőről; ő szakmáról, én hivatásról; ő hatóságról, én kutatásról. Akkor hát kivel, csak nem a növényvédő szerekkel kereskedő magyarországi lobbival, amely felgyűrte maga előtt a tőle függő „szakértői” sáncokat? Hamarosan hallottam a *Népszabadság*-hoz küldött faxokról, a *parathion-methyl*-ben és *atrazine*-ben érdekelt honi kereskedők perrel fenyegető arroganciájáról. Én tapasztalhattam, hogy anyaegecsületeik kutatói kritika-toleránsabban alkotnak véleményt, s észre kellene, hogy vegyék, hogy nem velem, hanem rajtam keresztül a világ tudományosságával vitatkoznak, például közel kétezer független kutatóval, az *EPA*, *IARC*, *WWF* és *WRI** szakértőivel; így róluk kell elterjeszteni, hogy minősíthető indulataik vannak, és súlyos valótlanságokat állítanak.

3.4. A tényeket mellőző befejezés

1998. július 16-án olvastam a *Népszabadság*ban, hogy „*Tiszta a magyar növényvédőszer-piac*”, [66] amit másnap a *Falurádió* is megerősített. Micsoda megkönnyebbülés! A *Népszabadság* is a rohammunkával készült, saját maga által kreált, korábbi cíkcímének korrekciójára egyszerűsítette az ügyet, az abban lévő igazságtartalom mentésének szándéka nélkül; kiszolgálva az őt kártérítéssel fenyegető szerképviseleteket, esélyt sem adva a tényeknek. Tehát semmit sem sikerült megérteniük a valós problémából, vagy a két cikkük között nagyon is sokat, de ez után automatikusan csukódott be az értelem, legalábbis az ebben az ügyben engem megvezető napilapnál.

Még ennek az ügynek a folytatásaként július 22-én a *Magyar Mezőgazdaság*ban jelent meg egy név nélküli cikk, *Szigorúan szabályozott szerek* címmel. [67] Az agrártárca által kiadott sajtóanyag alapján [68] rengeteg tárgyi hibával azt állította, hogy a cikkhez mellékelte Európai Unió tiltólistán lévő hatóanyagok egyike sincs Magyarországon. Ez nem volt igaz, például a *maleic hydrazide* ak-

²⁷ A hallgatás törvénye a maffiában.

kor érvényes engedéllyel volt használható dohányban kacsagátlásra (lásd ROYAL MH-30). A *camphechlor*-nak szerintük soha nem volt engedélye Magyarországon. A helyzet viszont az, hogy ezt nálunk „toxafén”-nek hívták és MELIPAX néven évtizedekig lehetett használni. Mindezt a civil szervezetként bejegyzett Növényvédő Mérnökök Országos Szövetsége is rosszul tudta az *Agrofórum*ban [69] megjelentetett névtelen cikkében.

Eddig tart röviden, ami köröttem történt, azóta, hogy a növényvédő szerekről szélesebb nyilvánosságnak beszámolok. Feladjam? Fel lehet adni? Érdemes ehhez személyes arcot kölcsönözni? Mihez érdemes egyáltalán? Nos, legyen akkor tiszta, hogy ki, mit és mire alapozva állít. Vitaanyagot írtam a szakmának [55], amelyet a Pepóval [70] fémjelzett – Torgyánnal súlyosbított [71] – környezetvédelmi tárca elfogadott, kifizetett, de kiadására már nem gondolt. Helyette az OMFB* vállalkozott ennek egy részére, [51, 72] de akkor már nekikezdtem ennek a könyvnek. Nem maradt más választásom.

III.

XENOS⁺ HORIZONTJÁN

A növényvédelem kémiai eszközökkel való megoldásának lehetősége igen régi igény. Kezdetben voltak a szervesetlen vegyületek: az arzén, a higany, a rézsók, és az elemi kén, valamint a természetes alapú növényi kivonatok, mint a nikotin, a piretrum és a neem*. A kőolajipar térhódításakor jelentek meg a szerves vegyületek és ezeknek is a klórozott változatai, az aldrin, camphechlor, DDT, dicofol, HCH stb., majd a vegyi háborúra készülő hadiipar termékei nyomán a szerves foszforsav-észterek és a zoocid* karbamátok. Őket már a xenobiotikumok* közé soroljuk, amelyek az endobiotikumokkal ellentétben a földi élőlények számára idegen anyagokat jelentenek.*

⁺ A görög *xeno*- eredetileg szóösszetételben idegent jelent, például a xenobiotikum az élőlények számára idegen anyagok neve. E helyen Xenos (Oikos ellenpólusaként) egy képzeletbeli, életidegen bolygó.

1. Janus arcú peszticidek

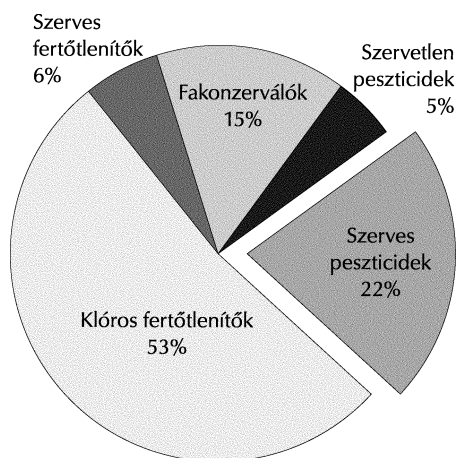
- 1.1. A növényvédőszer-piac 61
a) A világpiac 61 • b) Világpiaci sikerlista 63 • c) Az USA piaca 66 • d) A magyar piac 67
- 1.2. Az ajándék, és azok, akik adják 68
a) Ipari fejtörő: fejlesztés és gyártás 68 • b) Hazárd familiák 72 • c) Kiszerező kócerájok 76 • d) Cégeképviselési egyszeregy: különleges portéka 76
- 1.3. Globális vegyforgalmi alámerülés 78
a) Az Óperenciás Tengeren túli várományok 78 • b) Tiszteletkörök a Budapesti Vegyiművek Rt. körül 80 • c) A tíz kicsi indián 81 • d) Jámbor elvonulás néhány lassú tételben 82
- 1.4. Mit nyerünk? 83
- 1.5. Mit veszítünk? 85
- ## **2. Mínuszban**
- 2.1. Elsodródás és bemosódás 88
- 2.2. Környezetünk peszticid-szennyeződése 88
a) Levegőszennyezés: ózonlyuk és peszticidesők 88 • b) Talajszennyezés 89 • c) Vízszennyezés 89
- 2.3. Cypermethrin és a Duna 92
- 2.4. Lebomlóképeség és megmaradóképeség 94
- 2.5. Aktív metabolitok 95
- 2.6. Hulladékkezelési és -raktározási problémák 95
- 2.7. Szermaradékok élelmiszerekben 95
a) Néhány emlegetett 96 • b) Fülöp-szigeteki banán 97 • c) Trópusi élvezeti cikkek 98 • d) Körkép az USA-ról 99 • e) Hazai bizonyítványunk 103
- ## **3. Következmények**
- 3.1. Akut (heveny) hatások 107
- 3.2. Krónikus (idült) hatások 109
a) Bioakkumuláció és az anyatej minősége 109 • b) Biomagnifikáció 109 • c) Mutagenitás 110 • d) Karcinogenitás 111 • e) Teratogenitás 116 • f) Immunmoduláció 119 • g) A hormonális szabályozás zavarai 122 • h) Krónikus idegrendszeri hatás 126
- 3.3. Rezisztencia 126

1. Janus arcú peszticidek

A mérséklet égöv alatt a peszticidekkel a potenciális termés 20–40%-át mentjük meg. Ennyit pusztítanak el a növények természetes ellenségei. Erre a mennyiségre is szükség van/lehet, hiszen termelésünk célja az adott – eddig emelkedő – számú lakosság élelemmel való ellátása. De hogyan is mutat Janus másik arca?

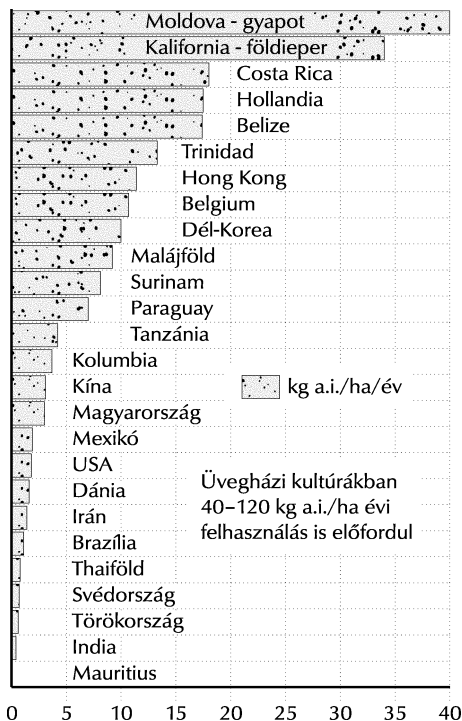
1.1. A növényvédőszer-piac

A növényvédő szerek egy nagyobb egység részét képezik, amelyet biocideknek (irtószerek) nevezünk. Ezek a vegyületek a nevüknek megfelelően ölnek (-*cid*). Ez választja el őket a gyógyszerektől, amelyek „gyógyítanak”. Ez azért felhasználás- és dózisfüggő. Ismerünk olyan hatóanyagcsoportokat, amelyek bizonyos tagjait gyógyszerként, míg más részüket növényvédő szerként hasznosítjuk. A biocidok egynegyedét használjuk növényvédő szerként (peszticid), míg többségük általános fertőtlenítőszer (3. ábra).



3. ábra: Biocid minősítésű anyagok felhasználása az USA-ban (1996–1997).
Forrás: EPA, 1997, *Pesticides industry sales and usage: 1996 and 1997 market estimates*

a) A világpiac • A 70-es években még a növénytermesztés korszerűségére utalt, ha valaki nagyobb mennyiségű peszticidet használt fel. Ma már koránt sincs így, az 5 kg aktív hatóanyag/ha/év felhasználású országok növényvédelmét korszerűtlennek, környezetszennyezőnek gondoljuk. E tekintetben ma Costa Rica, Hollandia, Belize, Trinidad vezeti a listát, míg a nulla felhasználók között az igen szegény országok találhatók (4. ábra). Ma 1–2 kg aktív hatóanyag/ha/év peszticidfelhasználást tartanak optimálisnak. Ez persze attól függ, mely részen vagyunk a világnak. Melegebb és párásabb éghajlatú országok növényvédelmi feladatai jelentősebbek. Mindjárt hozzá is tehetjük, hogy ez a mérőszám

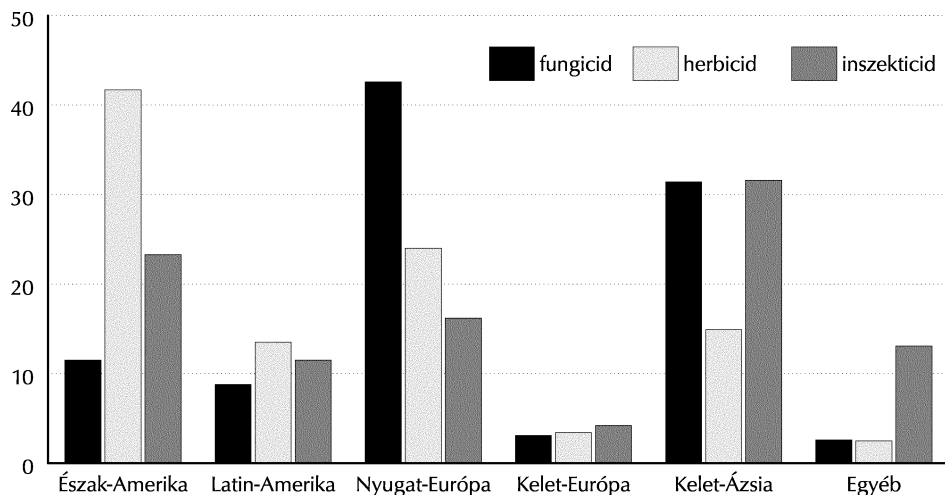


4. ábra: Peszticidfelhasználás a kilencvenes években

nem számol azzal, hogy több növényvédő szer grammos mennyiségben éri el azt a hatást, amit mások kilogrammos méreteken. Ne vonjunk tehát le messzemenő következtetéseket.

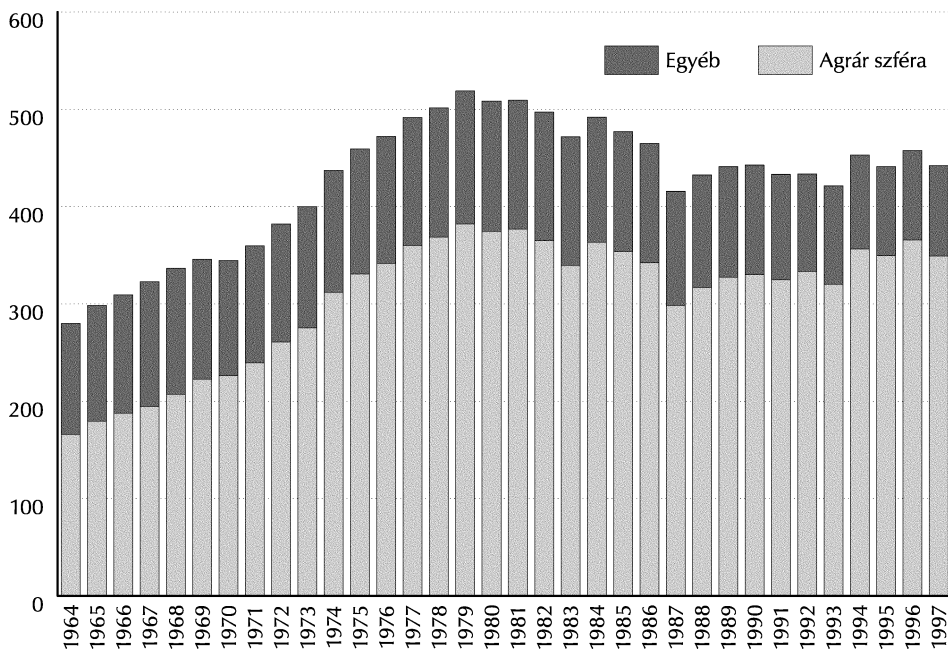
Ha a világpiac megoszlását értékesítési árban a földrészekre vetítjük, szintén jelentős eltérést tapasztalunk (5. ábra). Észak-Amerika, Nyugat-Európa és Kelet-Ázsia költ igen sokat növényvédő szerekre. Észak-Amerika gyomirtókra, Nyugat-Európa gombaölő szerekre és Kelet-Ázsia rovarölő készítmények felhasználását illetően vezeti a listát. Ezen a piacon egyébként a 90-es években évi 25-30 milliárd USA \$-t költünk. 12-15 milliárd a herbicid*, 8-9 az inszekticid és 5-6 a fungicid* piac nagysága. [73]

A világ legnagyobb növényvédőszer-piaci az USA-é. 1964-től az értékesített növényvédőszer-mennyiség 1979-ig növekedett, majd némileg csökkent (6. ábra).



5. ábra: Globális peszticidpiac fontosabb tételei 1996-ban az értékesítési ár százalékában.

Forrás: Wood Mackenzie, 1997



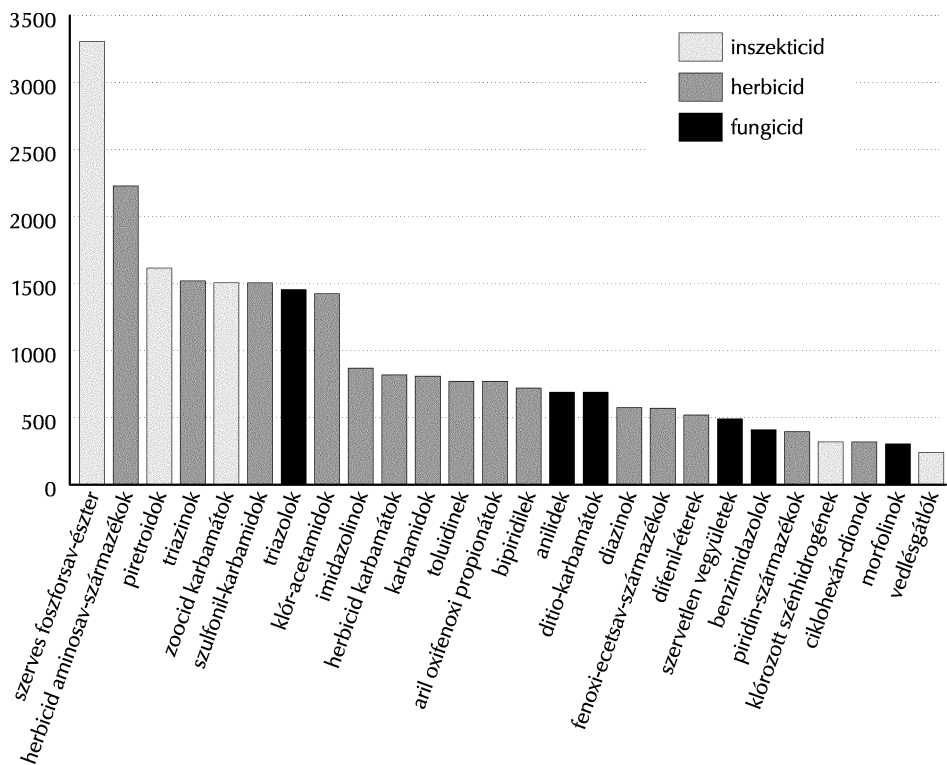
6. ábra: Értékesített peszticidek az USA-ban (ezer tonna). Forrás: EPA, 1997, *Pesticide industry sales and usage: 1996 and 1997 market estimates*

b) Világpiaci sikerlista • Pontosabb képet kapunk, ha vegyületcsoportok gyártását és árusítását nézzük, amelyből az is kiderül, ki és mivel alapozza meg a jövőjét (7. ábra). Íme a legjobb kilenc [73]:

i. Szerves foszforsav-észterek. 75 hatóanyagot számláló rovarölő hatású idegmérő csoport, jelentős akut mérgező hatást és toxikológiai elavultságot mutat. Üzleti szempontból a *chlorpyrifos* (Dow AS: 515 millió \$/év), *dimethoate*, *diazinon* és *monocrotophos* (éppen kivonás alatt lévő hatóanyag) a jelentős termékek. Piacvezető cégek a Bayer, Dow, Novartis, Monsanto, Sumitomo és Astra/Zeneca. Jelentős generikus* gyártó a Cheminova.

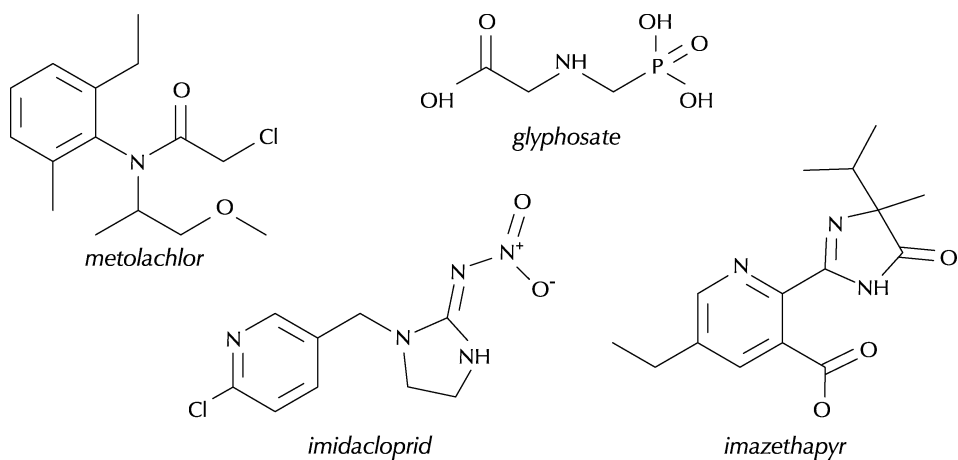
ii. Herbicid aminosav-származékok. A *glyphosate* a Monsanto (2070 millió \$/év) hatalmas találat, míg a *gluphosinate* az AgrEvo (ma Aventis) reménysége. Mindkettő biotechnológiai karriert is befutott, s ezzel együtt immár kitüntetett szerepet vívtak ki a gyomirtó szerek között. A leggyorsabban expandálódó piac.

iii. Piretroidok. Az emlősökre kevésbé mérgező rovarölő szerek közül a *deltamethrin*, *cypermethrin*, *cyhalothrin*, *esfenvalerate*, *fenvalerate* és *cyfluthrin* piaca jelentős. Különösen a gyapot piacát hódították el. A piacvezető cégek az Astra/Zeneca, az FMC, a Sumitomo, a Monsanto és az AgrEvo. A kínai aktivitás (Zhong-Xi) a területen jelentőssé vált.



7. ábra: Globális peszticidpiac hatóanyag-csoportonként, 1996-ban (millió USA \$).

Forrás: Wood MacKenzie, 1997



8. ábra: Az 1996-os nagy üzlet

iv. Triazinok. Vízszennyező képességük miatt a piac leépülőben van. A kukorica gyomirtást célzó triazin-üzletben (*atrazine*, *simazine*, *cyanazine* stb.) a Novartis vezető szerepét a Du Pont és Bayer vette át. A generikus gyártók közül a Makteshim és a Sanachem (ma Dow AS) jelentősebbek.

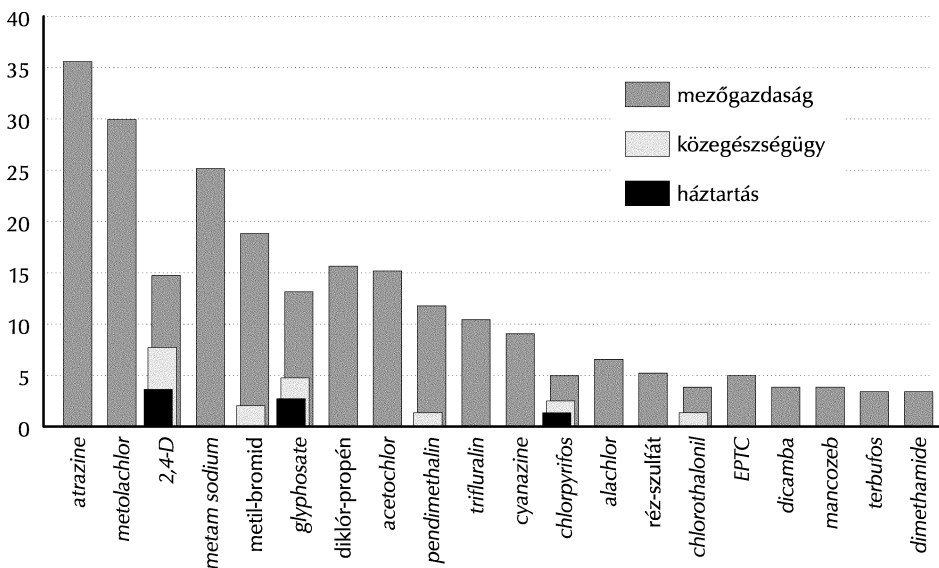
v. Zoocid karbamátok. A talajfertőtlenítésre is használt, erősen mérgező, toxikológiailag elavult idegmérgek piacán az *aldicarb*, *carbaryl*, *carbofuran* és *methomyl* a jelentősebbek. Piacvezető a Rhône Poulenc (ma Aventis). Különösen Dél-Ázsiában és Latin-Amerikában szívesen használt inszekticidek. Generikus gyártói közül sok Kínában van.

vi. Szulfonil-karbamidok. Igen kis dózisban (2–75 g/ha mennyiségek) szója és gabonafélék gyomirtását oldják meg. A *bensulfuron*, *nicosulfuron* és *thifensulfuron* a terület legjobban fogyó hatóanyagai. Piacvezető a Du Pont.

vii. Triazolok. Ma a legnagyobb fungicid piac. Leginkább Nyugat-Európában használt vegyületek. Közülük a *tebuconazole* a legjobban fogyó, de mellette a *propiconazole*, *epoxiconazole*, *cyproconazole* is jelentősek. A Bayer, Novartis és BASF a legjelentősebb gyártók.

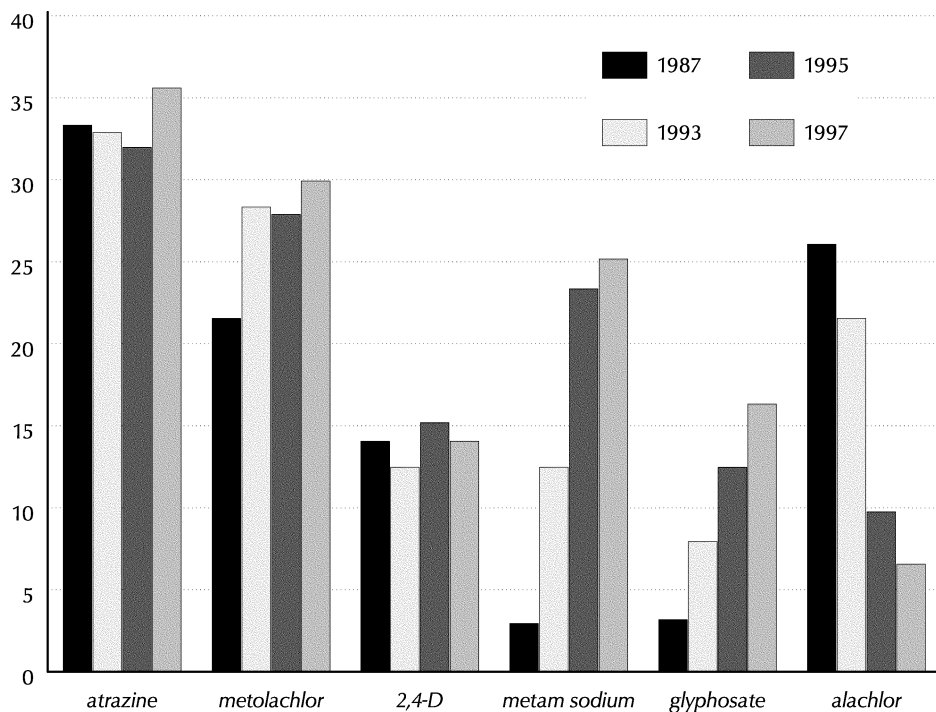
viii. Klór-acetamidok. A kukorica-, szója- és rizsgyomirtásra használt ökotoxikológiailag nem éppen kívánatos hatóanyagok (*alachlor*, *metolachlor*, *aceto-chlor* stb.) területén a piacvezető a Monsanto (*metolachlor* – 365 millió \$/év).

ix. Imidazolinok. Elsősorban pillangósok gyomirtásában jeleskedő csoport. Közülük a Monsanto által gyártott *imazethapyr* (585 millió \$/év) a piacvezető.



9. ábra: 1996-ban, az USA-ban értékesített legjelentősebb peszticidek (ezer tonna).

Forrás: EPA, 1997, *Pesticides industry sales and usages: 1996 and 1997 market estimates*



10. ábra: Jelentős értékesítési trendek az USA-ban (ezer tonna).

Forrás: EPA, 1997, *Pesticide industry sales and usage: 1996 and 1997 market estimates*

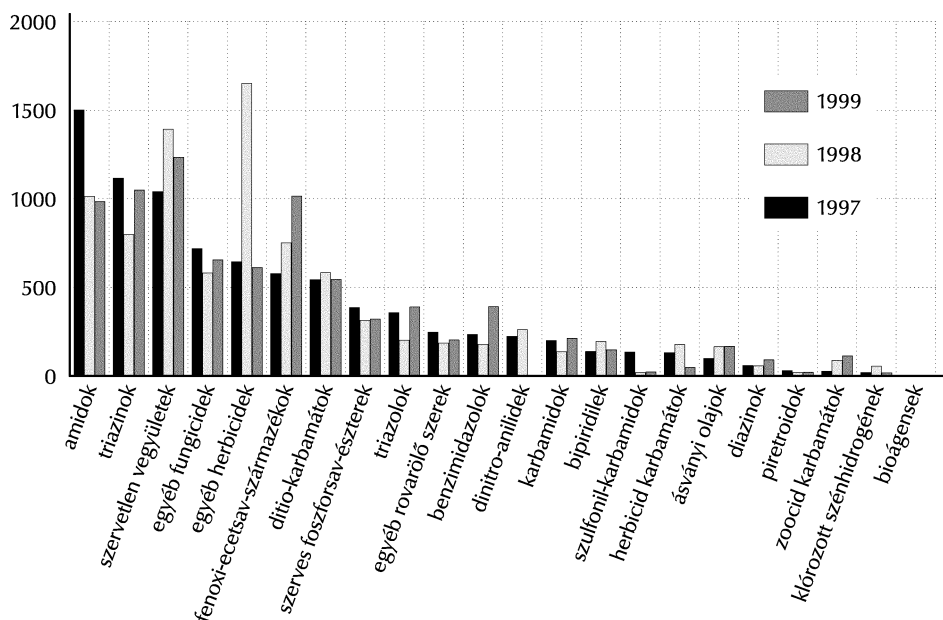
Amennyiben az igen nagy egyéni üzleteket vesszük sorra, akkor az alábbiak vannak az 1996-os eladási statisztikák élén (8. ábra): *glyphosate*, *paraquat* (648 millió \$/év – Astra/Zeneca), *imazethapyr*, *chlorpyrifos*, *imidacloprid* (450 millió \$/év – Bayer) és *metolachlor*. [73] Nem feltétlenül ez a tényleges helyzet, hiszen a generikus hatóanyagok piaca szinte alig követhető.

c) Az USA piaca • A legjobban dokumentált növényvédőszer-piac az USA-é. A növényvédő szerek meghatározó részét a mezőgazdaság, míg egy csekélyebb hányadát az egészségügy és a háztartások használják fel (9. ábra). Dacára annak, hogy itt működik az *EPA*, amelytől a világ e tekintetben meghatározó intézkedéseket vár, az USA eladási statisztikája toxikológiai szempontból semmivel sem kedvezőbb, mint például Magyarorszáé. 1996-ban az *atrazine*, *metolachlor*, *2,4-D*, metil-bromid, diklór-propén, *acetochlor*, *trifluralin*, *cyanazine*, *chlorpyrifos* és *alachlor* található az első tucatban az eladási listákon, s ez bizony 10, meglehetősen sokféle kifogás alá eső hatóanyag. Megvizsgálhatjuk, hogy mindez csupán erre az évre jellemző, vagy vannak-e felismerhető mozgások. Dacára a

rengeteg terhelő adatnak, az *atrazine* 1987-től 1997-ig vezeti a piacot (10. ábra). A *metolachlor* (Novartis) fokozatosan vette át az *alachlor* (Monsanto) nevű gyomirtó szer piacát. Lényegében nem változott a 2,4-D piaca, míg erőteljes üzleti sikereket ért el a *metam* (Astra/Zeneca) nevű talajfertőtlenítő szer és a *glyphosate* (Monsanto) gyomirtó.

Nem lényegtelen, hogy mire használják ezeket a növényvédő szereket. A meglehetősen visszafogott kaliforniai növényvédelmi statisztikák a földieper elképesztő kezelését jelzik, közel kétszer annyi peszticidet szórnak ki rá, mint a sorban következő datolyára, sárgarépára, körtére vagy káposztára. [74]

d) A magyar piac • Nem könnyű tiszta képet nyerni róla, az azonban látható, hogy az értékesítési adatok szerint nem minősíthető különösebben korszerűnek (11. ábra). Követi a világpiaci átlagos trendeket. *Metolachlor*, *atrazine* és *acetochlor* felhasználásunk jelentős a gyomirtásban. Fungicidek közül szívesen választjuk a réz, kén, *carbendazim* és *mancozeb* készítményeket és jelentős a *terbufos* előretörése a talajfertőtlenítő szerek között. [75–76]



11. ábra: A magyar peszticidpiac 1997–1999 között (hatóanyag tonna).

Forrás: NISZ 1999, 2000

1.2. Az ajándék, és azok, akik adják

a) Ipari fejtörő: fejlesztés és gyártás • Magyarországon, a 90-es évek közepén a vegyipar (folyóáron, értékben 17,5%-kal) a gép- és élelmiszeripar után a harmadik legjelentősebb gazdasági szektor. A vegyipari tevékenységből a növényvédőszer-gyártás 2-3%-ban részesedik (21 milliárd forint/1997). A 80-as években az állami támogatás és egy magyar-szovjet agrokémiai egyezmény a növényvédőszer-ipart a jelenleginél kedvezőbb helyzetbe hozta. Magyarország ekkor kb. 60 hatóanyag gyártására volt képes, s a tio-karbamátok, *acetochlor* és *benomyl* területén nemzetközi szempontból is versenyképes gyártási kapacitással rendelkezett. Ma Magyarország peszticidjeinek kétharmad részét multinacionális cégektől vásárolja (állami érdekeltség szerint Franciaország, Németország, Olaszország, Belgium és Svájc volt 1997-ben a sorrend), míg kivitele értéksorrendben Oroszország, Lengyelország, Olaszország, Franciaország és Argentína felé irányult. A magyarországi peszticidgyárak a Nitrokémia Rt. kivételével magánkézben vannak. A BorsodChem-ből alakult Agro-Borsod Kft. a Rhône Poulenc, a BVM a dolgozók 51%-os tulajdonában van (pontosabban volt, ma részben az Oxon tulajdona), a Chinoin – a francia Sanofi után most magyar kézbe került, míg az ÉMV a Tri Chem Kft. tulajdona. [77]

Az ipari oldal alkalmazott kutatói és gyártói egységekből tevődik össze. A kutatói egység ideig-óráig nélkülözhető, ha a gyár lejárt szabadalmú (generikus) hatóanyagok előállítására „specializálódik”. Közülük ma nemzetközi szinten a Makteshim–Agan és az Elf Atochem Agri a legismertebb, de a hatóanyagfejlesztéshez tőkeszegény magyar gyárak túlnyomó többsége feladta azt, hogy saját fejlesztés eredményeként a világpiacra eredeti hatóanyaggal jelenjen meg. Egy peszticidgyárnak tehát fontos tulajdonsága, hogy eredeti hatóanyag-fejlesztést végez-e (nálunk ebbe a legmagasabb szintbe tartozik a Chinoin), vagy generikus hatóanyagok előállítását végzi csupán (Nitrokémia és ÉMV), illetve – mint a legalacsonyabb szakmai szint – külföldön gyártott hatóanyagokat formáz (BVM). Az alkalmazott kutatóbázis részben kémikusokból áll, akiket új molekulák előállítása mozgat. Mindennek nemzetközi szabadalommal védhetőnek kell lenni, hiszen a gyár gazdasági érdeke azt kívánja, hogy a vezetőtermék-szabadalmának (amelyből származó jövedelme a gyár egyéb tevékenységét fenntartja) lejártakor új, hasonló termékkel álljon elő. E nélkül a gyár túlélésre korlátozottan képes. Korábban, a szocialista blokkban, a nemzetközi jogban el nem ismert, ún. megkerülő eljárás-szabadalom intézménye lehetővé tette, hogy a mások által kifejlesztett hatóanyagok gyártásának az eredeti szabadalom által védett előállítási módtól eltérő létrehozásakor az mégis gyártásra kerülhessen. Nemzetközileg is ismertté váltak az *atrazine*-nal (BVM) és *benomyl*-lal (Chinoin) kapcsolatos ebbéli partizánakcióink.

A kémikusi munka sokszor a piacon lévő vegyületek szabadalmának „átvizsgálásával” kezdődik. A szabadalmi „lyukak” – amelyet nem véd a jog – jó kapaszkodók. Gyakori, hogy egy új molekula publikációja után – amelyet növényvédő szerek esetében ma többnyire az évente szervezett brightoni konferencián jelentenek be – több laborban is jelentős követő kutatások kezdődnek. Különösen jellemző ez a kisebb egyetemi és akadémiai kutatócsoportokra, amelyek gyöngécske pénzügyi ellátottságuk miatt általában csak ilyesmire szakosodhatnak. Erre nem is olyan régről jó példa a vedlésgátlók csoportja, ahol a *diflubenzuron* tulajdonságainak ismertté válása után számtalan követő fejlesztés, majd szabadalom biztosította több világ cég számára a felhasználhatóságában hasonló terméket. Ennél komolyabb kvalitást igényel az eredeti kutatás, amikor egy csoport valamilyen speciális élettani folyamat lehetséges gátlását elemzi, és egy kiválasztott szerkezeti körben állít elő néhány száz, de többnyire néhány ezer molekulát. [78–80] A sikeresek között egy, a Rohm & Haas vedlési hormon agonista* vegyületeivel mostanában végzett kutatásai, amelyhez némileg mi is hozzájárultunk. [81–82] A kémikus, amikor leírja a vegyületét, még nem biztos abban, mit állított elő: gyógyszer vagy peszticidet. Nem is véletlen, hogy a nagy múltú gyógyszergyárakban (Bayer, Ciba–Geigy stb.) szerveződtek napjaink peszticidgyárainak alapjai. Mindennek további haszna is van, hiszen egy vegyészeti gyár tevékenysége kapcsán nagy mennyiségben képződnek melléktermékek, amelyek hasznosítása nem is annyira elhanyagolható cél. Nem mindegy, hogy valamit meg kell-e drágán semmisíteni (vagy vállalva némi környezetvédelmi rizikót elásni, bányákban eldugni stb.) mint veszélyes hulladékot, vagy találunk termékelőállításra alkalmas eljárást. A vegyi fegyverek leszerelése után például több peszticidfejlesztés is indult, amely ezeknek rovarölő szerekké való módosítását tűzte ki célul.

A felhasználás céljának kutatását végzik a növény- (herbicid), gomba- (fungicid) és rovartoxikológusok (inszekticid), akik azt keresik, mire is lehet jó az előállított molekulacsalád. Ebből a célból tesztorganizmusok seregével hozzák kapcsolatba, majd kiválasztják a leghatékonyabbat, és leírják a hatástípusokat. Ez a munka oda-vissza hat. Az alkalmazott toxikológusok általában több hatásos molekulát találnak, próbálják azok hatásait néhány molekulában összegezni, javasolják további vegyületek előállítását, azaz próbálják optimalizálni a kémiai szerkezeteket. Minderre több okból is szükség van. Néhány molekulára már készíthető megtérülési tanulmány, ami számba veszi, mennyiért és miből (intermedierek) lehet előállítani, milyen vizsgálatokat és hol kell vele elvégeztetni, és a végeredménye milyen termék lesz, amelyhez mekkora a világpiac és annak fizetőképessége, mennyi idő alatt térülnek meg a fejlesztési költségek és kamaaik. Ha az előzetes kalkuláció biztató, a gyár belevág a kifejlesztésbe. Mindehhez első körben meg kell oldania a kiválasztott molekula nagy tételben való

üzemi gyártásának körülményeit (üzemesítés); azaz, hogyan állítson elő legalább 98%-os tisztaságú technikai hatóanyagot. Az eredmény után módosulhat az eredeti szabadalom tulajdonosi aránya. Ezt követi a formázási kritériumok kutatása, amelynek során az általában vízben oldhatatlan hatóanyagból vivőanyagok és oldószerek hozzáadásával vízdoldható termék lesz. Ezt általában gyári szabadalom rögzíti. Ez utóbbi két tevékenység az oka annak, hogy gyáron kívül felfedezett hatóanyagokból aligha lesz termék, hiszen a gyáriak érdekeltisége nélkül csak kivételes esetben lehet az. Belép ugyanis a megfontolandók

1. táblázat: Engedélyezési procedúra (EPA). A problémás területek *dőlt betűvel*.

GLP (Good Laboratory Practice) vizsgálatok

Maximális veszélyeztetettségi szituáció, *krónikus* kitettség, *környezeti összefüggések*

Alapadatok: Analitika (hatóanyag és *szennyeződések*¹⁾
 Szermaradék (*bomlási felezési idő*², termékek, mobilitás)
 Toxikológia (készítmény – *formázó anyagok*³⁾
 Környezet (*bioakkumuláció*, *biomagnifikáció*,⁴ vízszenyező képesség stb.)

Toxikológia: I lépcső:

*Akut toxicitás*⁵ – orális (emlős – patkány, madár – réce, fűj stb.; hal – pisztráng, ponty, naphal stb.)

Akut toxicitás – dermális (patkány vagy egér)

Akut toxicitás – inhalációs (egér, nyúl vagy tengeri malac)

Irritáció – szem és bőr (albínó patkány vagy tengeri malac)

Hiperszenzitizáció – foglalkozási ártalmak

Genotoxicitás – rövidlejárátú mikrobiológiai tesztek (*Ames-teszt*⁶⁾)

*Immunválaszok*⁷ – egér leukocita sejtek: T és B sejtek, makrofágok (érzékenységi küszöb változás)

*Hormonális hatások*⁸ (ösztrogén-agonista aktivitás)

Toxikológia: II lépcső

Mutagenitás – emlős sejtvonalak, *foglalkozási ártalmak*⁹ stb.

Szubakut – 14–28 napos (orális – egér, patkány, kutya; dermális – nyúl, tengeri malac; inhalációs: patkány)

*Immunvizsgálatok*⁷ (funkcionális in vitro és in vivo szinten vizsgált változások, *foglalkozási ártalmak*⁹)

Teratogenitás (egér, patkány, tengeri malac, hörcsög, *ember*¹⁰⁾)

Toxikológia: III lépcső

Szubkrónikus (90 napos) és krónikus (min. 12 hónapos – *multigenerációs*¹⁰⁾ tesztek

Onkogenitás – hatóanyag, bomlástermékek, szennyeződések, formázó anyagok (egér, patkány, *ember*⁹ – *foglalkozási betegségek*⁹, *járványügy*⁹ stb.)

Hatás *nem célorganizmuson*¹¹ – szárazföldi (gilisztafélék) és vízi (férges, Daphnia) állatok, növények, hasznos rovarok: méhek, ragadozók, parazitoidok

Használhatóság: hatáskör, hatékony dózis

közé az, hogy a gyártás után (amikor haszon keletkezik) ki és milyen arányban részesüljön, s a leosztás nem „életszerű”, ha ez a gyári döntéshozók esetében rosszabb, mint a lejárt vezetőtermék esetében volt. A 80-as években előfordult, hogy egyetemi és akadémiai kutatócsoportjaink kellően ki nem kutatott molekulacsoportok szabadalmait adták el a nagy vegyészeti gyáraknak, amelyek vagy elzárták azt, mint éppen működő szabadalmaik lehetséges vetélytársait vagy továbbfejlesztve immár saját terméket készítettek belőle. Publikálás az információt is hozzáférhetővé teszi, így például a *buprofezin* kutatása az MTA

- ¹ A peszticidek gyártásánál több-kevesebb szennyezettség keletkezik. Ezeket a mai elvárásoknak megfelelően 2% alá kell tisztítani. Több említett vegyületnél a töredékszázalékot (2 ppt – TCDD-nél) kitevő szennyezettségnek is jelentős ökotoxikológiai hatása lehet.
- ² A perzisztencia vagy megmaradó-képesség erősen környezetfüggő, talajokban, talajvizekben és vízi üledékekben, pl. pH- és oxigénfüggő értékek.
- ³ Egy készítmény hatóanyagból, szennyezettségből és formázó anyagokból áll. Egyesek szerint a peszticidek formázására használt oldószereknek döntő szerepe lehet a peszticidek ismert, de nem specifikálható szerepére a *non-Hodgkin lymphoma* kialakulásában.
- ⁴ A bioakkumuláció egy vegyület testszövetben való feldúsulását jelenti. Az ilyen vegyületek gyakran ürülnek az anyatejjel. A biomagnifikáció a bioakkumulációra képes vegyületek tápláléklánci feldúsulását jelenti. Ez értelemszerűen a csúcsragadozóknál éri el maximális értékeit.
- ⁵ Problémát jelent, hogy madarak és halak között nincs általánosan elfogadott modellfaj.
- ⁶ Az Ames-teszt hisztidin előállítására képtelen mutáns *Salmonella typhimurium* mutánsok visszamutatódását méri. Javított változata májkivonatot tartalmaz. A korábban kritika nélkül elfogadott tesztet több szempontból kritizáljuk. Ma gerinces sejtvonalakon végzett mutagenitási vizsgálatokat is megkövetelnek.
- ⁷ Az immuntoxikus vagy immunmoduláns hatások legalábbis peszticidek esetében sajnos ma még nem tartoznak az engedélyezés komolyan vett kritériumrendszerébe, pedig számtalan súlyos figyelmeztető példát ismerünk.
- ⁸ A környezetünkbe kerülő anyagok ösztrogén-agonista hatásai igen régóta ismertek: hímeiken rejtett heréjüségéről, interszexuális ivarszervi változásokról, spermiumszám csökkenéséről; nőstényeknél az endometriózis nevű betegségről, valamint mell- és ivarszervi daganatokról esik szó.
- ⁹ A visszatekintő járványtani tanulmányok általában igen jelentős kritikát kapnak. Emberen etikai okok miatt közvetlen toxikológiai vizsgálatok nem végezhetők, kivéve az öngyilkosságok és a balesetek által felkínált követő tanulmányokat. Mikor néhány évtized után foglalkozási ártalmak elemzésére kerül sor, mindig felmerül, hogy a kiszemelt tényező volt-e a valódi ok, vagy valami egyéb (pl. dohányzás).
- ¹⁰ A teratogenitás fejlődési rendellenességet jelent. Esetünkben arról van szó, hogy a terhesség időszaka alatt (emberen főként az első 3 hónapban) az anyát ért környezeti hatások egy része a magzatot károsíthatja. Az ebbéli vizsgálatokat modellfajokon végzik, azonban ma már sokan kétségbe vonják, hogy az ott kapott eredmények emberre vonatkoztathatók-e vagy sem.
- ¹¹ Ezen a területen tudásunkat annak hiánya jellemzi.

Növényvédelmi Kutatóintézetében kezdődött, de az eredmények megjelentetése után Japánban lett belőle termék.

Ha kész a termék, következnek az állattoxikológiai vizsgálatok (1. táblázat), amelyek a mellékhatások kutatását tűzik ki célul.

A multiknál toxikológiai vizsgálatokra jelentős kutatóbázis szerveződött, amelyek jobb anyagi és kísérleti körülmények biztosítása miatt meghatározó tehetségelszívó-képességre tettek szert. Tudományos eredményeik nyilvánosságra kerülésében viszont a legfontosabb érv a gyár gazdasági érdekeivel való tökéletes azonosulás. Ez esetenként az új termék visszatartásában is megnyilvánulhat, ha régebben működő saját érdeket sértene (a korábbi befektetésnek meg kell térülnie).

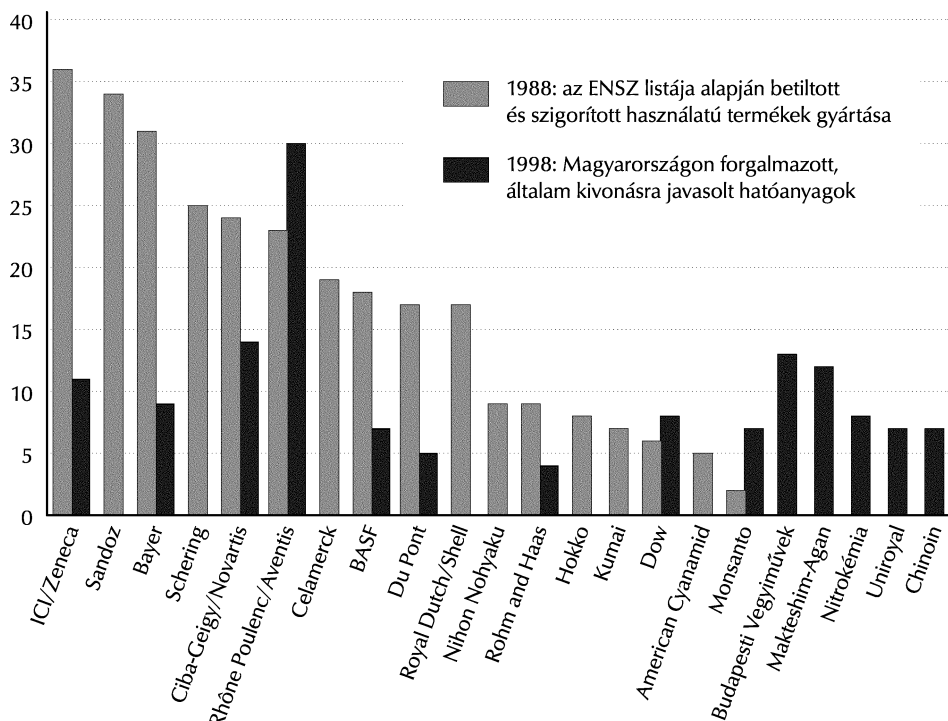
A mai meghatározó tendencia a vegyipari, a biotechnológiai és a vetőmagtermelő vállalatok fúziója, amelyet gazdaságilag a herbicidtűrésre genetikailag módosított vetőmag indokol. Ehhez a vegyészeti gyárak saját piacvezető termékküre (*bromoxynil*, *glyphosate* stb.) tűrőképes növényeket fejlesztenek ki. Az így megváltoztatott fajta már csak a cég gyomirtó szerével természetgazdaságosan. A biotechnológiai fejlesztések másik sztárja az igen kedvező öko-toxikológiai mutatójú *Bacillus thuringiensis*, amelyet ma szinte minden multi a saját hatáskörében szeretne látni.

Nem állíthatjuk azonban azt sem, hogy ezek a vegyészeti gyárak a környezeti problémák okozása mellett nem számoltak volna fel számtalan kint. Az ellentmondásos viselkedés bemutatására néhány példa a mellrák kapcsán [83]: a Zeneca a világon első a mellrák leküzdésére szolgáló *tamoxifen* hatóanyag gyártásában (bár szeretné, ha megelőzésként minél több nő használná), és ugyanő gyűjt tőkét a rákkeltéssel gyanúsított *acetochlor*-ból is. A Rhône Poulenc ugyancsak élenjáró a mellrák elleni küzdelemben a *docetaxel* (TAXOTERE) nevű készítményével és ő gyártja a mellrák okozásával is megvádolt *lindane* hatóanyagot is. A Novartis a mellrák csontvelő-áttétjeinek gyógyításában élenjáró *pamidronate* hatóanyag, és ő csinál üzletet az ösztrogén-agonista, ezért ivarszervi daganatok okozásával vádolt *atrazine*-ből.

Ma – Al Gore szerint – tizenháromezerszer annyi peszticidet gyártanak, mint a 60-as években, amikor a „Néma tavasz” segélykiáltása elhangzott. [1, 84] Mindez túlzásnak tűnik, de tény, hogy a világon közel 700 vegyületet jegyeznek mint peszticidet és kb. 50 természetes eredetű ún. biopreparátumot. [85]

b) Hazárd famíliák • Az ENSZ 1988-ban (12. ábra) úgy látta, hogy az ICI, Sandoz, Bayer az élenjárók a kockázattal járó, hazard technológiák terjesztésében. [86]

A 80-as évekbeli ábra ma másként néz ki, hiszen a nevek változnak (ez is egyfajta vedlés), a már megismert cégek fuzionálnak, és persze hozzák a kétes etikájú gyártási és kereskedelmi stafíringot. Kedvező esetben a rossz megjavul.



12. ábra: Pesticidgyártó cégek kifogásolható termelése

A Ciba-Geigy és Sandoz ebbéli hagyatéka igen sokat javult az utóbbi 10 év alatt, ha a fúziójuk után a Novartis néven debütáló multi mai magyarországi arcukat nézzük. Ugyanez vonatkozik az ICI utódjára a mai Astra/Zenecára vagy a névváltoztatás nélküli Bayerre. Kedvezőtlen esetben, a felvásárolt mocsár elnyeli azt is, ami jó. Van rá példa. Az Aventisre bizony jelentős profiltisztítás vár. A Schering és Rhône Poulenc (1996-ban még piacvezető a klórozott szénhidrogének és zoocid karbamátok piacán is [73]) elég sokféle toxikológiailag elavult dolgot hozott a házasságba. Lehangelő a Makteshim-Agan és az Uniroyal magyarországi pesticidportfóliója is. A magyarországi pesticidgyártóké? Nos, közülük csak a Chinoin mutathat büszkén eredeti hatóanyag-fejlesztésére. Nagyfokú a termék hasonlóság, nagy az összetartás; nem árulhatják el egymást: marad az *omerta*. Megteszik a gyárért, a pénzért, a szűkebb családért. „Fejlődőeknél” úgyis mindenki mindenre kapható. Jobb a DDT helyett maláriától elpusztulni? – kérdezik tőlem sokszor. Nem, de vajon nincs-e más megoldás? Nos, van.

- Halogén maffia. A klór felhasználása eléggé széles körű környezetünkben, de kétségtelen, hogy a problémához a POP-vegyületek jelentősen hozzájárulnak. A klórozott szénhidrogének (DDT, HCH stb.) az egyik vetületük, s azok betöltése

az összes többszörösen halogénezett vegyületre is árnyékot vetett. Ma a klórt ivóvíz fertőtlenítésre is használják, papírgyártásban fehérítésre, petrokkémiai intermedierek készítésére, s ma felhasználása a műanyaggyártás területén meghatározó, ahol 600-ra becsülik azoknak a műanyagipari alapanyagoknak a számát, amelyek klórtartalma jelentős. A világban évente 12 millió tonna klór gyártására és felhasználására kerül sor. [87] Mindez megjelenik a környezetünkben, és leginkább a hormonális hatásait emlegetik. A Nagy-tavak ökoszisztémáját* terhelő szennyezettség fele például klórozott szénhidrogénekből származik, amelyek megjelennek az ott élő halakban, majd hormonális problémákat okoznak az őket fogyasztó emberek és utódaik szervezetében.

Az 1992. szeptemberi Párizsi Konvenció mondta ki először, hogy a szerves-klór vegyületek szennyező hatását (vízi ökoszisztémák sérülése) az Északkelet-Atlanti-Óceán környékén meg kell előzni. Az aláíró országok: Belgium, Dánia, Finnország, Franciaország, Izland, Hollandia, Luxemburg, Németország, Norvégia, Portugália, Spanyolország, Svájc, Svédország és UK.

1993 augusztusában az Északi Országok Tanácsa egyetértett abban, hogy a klórozott termékek (növényvédő szerek közül elsősorban a *DDT* és az ipari *PCB*-származékok*) levegő és tengervíz szennyeződése ellen lépéseket kell tenniük. A csatlakozó országok: Dánia, Finnország, Grönland, Izland, Norvégia és Svédország.

1993. októberében a Barcelonai Konvención a Földközi-tengeri országok határoztak hasonlóan, és 2005-ig kívánják minimálisra csökkenteni a környezet szennyezését. A csatlakozó országok: Albánia, Algéria, Ciprus, Egyiptom, Franciaország, Görögország, Izrael, Jugoszlávia, Libanon, Líbia, Málta, Monaco, Olaszország, Spanyolország, Szíria, Törökország és Tunézia.

Habár jelentős környezetvédelmi nyomás tapasztalható a tengeri ökoszisztémák sérülése miatt aggódó országok részéről, tudnunk kell, hogy Indiában maláriaszúnyogok ellen ma is 8–9 ezer tonna *DDT*-t használnak évente, [88] és a kínai élelmiszerszállítmányok *DDT*-maradékai is köztudottak. A Shenzen Jiangshan Commerce & Industry (Kína) gyáraiban *DDT*, *lindane*, *parathion*, *parathion-methyl* és *paraquat* gyártása napjainkban is folyik. [89] Hovatovább a Világbank a 90-es években még támogatta a Harmadik Világban egy *DDT*-gyár felépítését. [87]

A növényvédő szerek tehát a környezet halogénszennyeződésének jelentős forrásai. Az USA-ban az inszekticid- 96%-a, de a herbicid- 87%-a és a fungicid-gyártás 85%-a halogénfüggő. 1994-ben a világ legnagyobb forgalmú peszticideinek 40-50%-a klórozott termék volt: herbicidek: *alachlor*, *metolachlor*, *2,4-D*, *cyanazine*, *atrazine*; inszekticidek: *chlorpyrifos*, *fenvalerate*, *endosulfan* és *cypermethrin*; fungicidek: *propiconazole*, *chlorothalonil*, *prochloraz* és *tridemol*. [87]

• *OP-Cosa Nostra*. Az szerves foszforsav-észterek (*OP*, organofoszfát) kora a *TEPP* (tetraetil-pirofoszfát) nevű rovarölő hatású vegyület kifejlesztésével kezdődött, amelyet csak úgy melleleg a hadiipar fedezett fel. Mái közel 100 ezer az előállított származékok száma és kb. 100 *OP*-hatóanyag van forgalomban a világon. A 90-es évek közepén még a piac mintegy 38%-át birtokolta, fontosabb képviselői a *diazinon*, *dimethoate*, *parathion-methyl*, *phorate* stb. Mindezen a Bayer, Novartis és Monsanto osztozik, akik lassan kifelé farolnak ebből a kb. 3 milliárd dolláros üzletből, amibe generikus hatóanyagokat gyártók (Cheminova, Elf Atochem Agri stb.) költöznek be.

• Peszticid donáció, mint a hatóanyag megsemmisítés karitatív lehetősége. Kimutatások szerint Marokkó és Szudán rendelkezik a legnagyobb, toxikológiailag kifogásolható peszticidkészlettel (*aldrin*, *DDT*, *fenitrothion*, γ -*HCH*, *malathion* stb.). Amennyiben arra a kérdésre keressük a választ, hogyan jutnak a rendkívül szegény afrikai államokba ezek a hatóanyagok, akkor arra kell rájárnunk, hogy körülbelül 80%-uk iparilag fejlett országok kormányzati adományai útján érkezik. Ezek az adományok természetesen egyáltalán nincsenek összhangban a szükséglettel; például Szudánba, 1992-ben több metil-bromid (éppen napjainkban tiltják be a világon az ózonréteg rendkívül hatékony rombolása miatt) érkezett adomány útján, mint amit a következő 10 évben fel tud használni. Közel 7 ezer tonnára teszik azt a „használatatlan” készletet, amely a Harmadik Világban eddig felhalmozódott. Szudánban Hasahissa annak a helynek a neve, ahol az ott is betiltott növényvédő szereket lerakják, s amelynek elrozsdásodott hordóiból a talajba kerülnek a dicsőségüket veszített, veszélyes vegyületek. [90–91] Mindez csupán 500 méterre van a gezirai csatornától és másfél kilométerre a Kék Nílustól. Kísért a Harmadik Világ egészségügyi szakértőjének, Jeyaratnamnak a megrázó könyve a *Technológia transzfer a fejlődő országokba*. Benne egy képen azbesztgyárat látunk, ahol rozsdás vasak, fületlen üstök és törmelékhegyek között kanyargó poros ösvényen barna bőrű, mezítlábas asszonyok, a fejükön lévő vesszőkosárban szállítják a veszélyes hulladékot. [92]

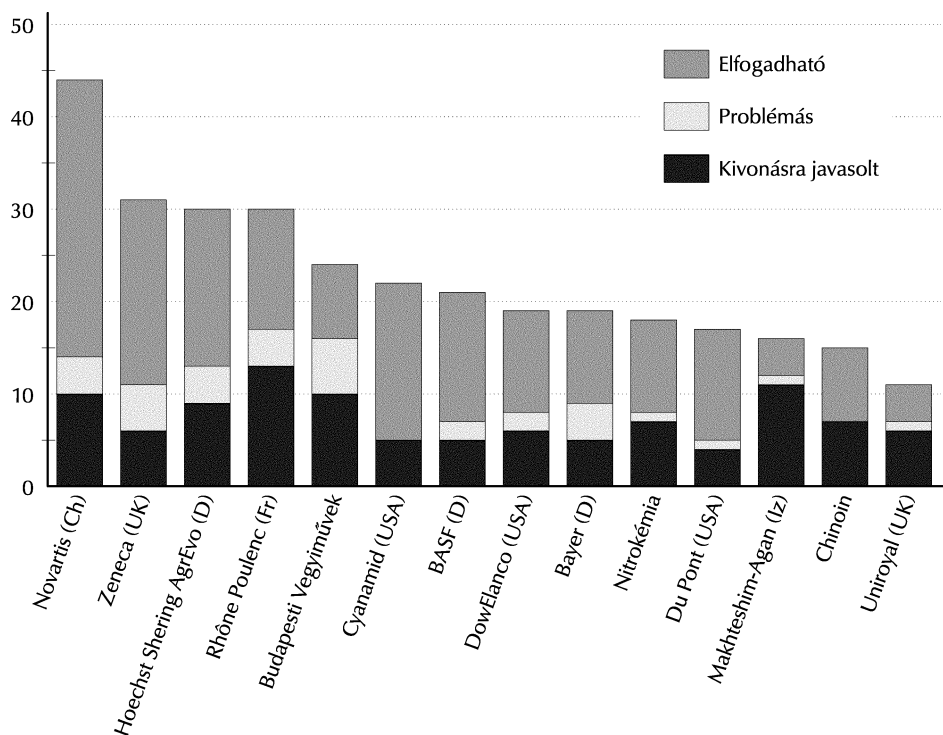
• A vegyipar ezoterikus lelkiismeretének pöttyöcskéi. Egyes környezetvédők az alábbi csúcsokat tartják nyilván [93]: **i.** a Johns Mansville Co. tudva azt, hogy az azbeszt milyen egészségkárosító, kiteszi annak a munkásait; **ii.** az Ethyl Co., ismerve, milyen veszélyekkel jár az ólom, ólmozott benzint árul Mexikóban; **iii.** a Rhône Poulenc toxikológiai szempontból elavult növényvédő szereket gyárt (ebben az ügyben hasonló műfaj például a Velsicol – *chlordan*e, *leptophos*, *endrin*), és a Harmadik Világnak adja el őket (Magyarországnak például *lindane*-t); **iv.** a Du Pont, amely tudja, hogy gázai (klór-fluór-karbon-származékok, például freon) az ózonréteg rombolásával az egész Földet veszélyeztetik, mégis folytatja a termelést.

c) Kiszerelő kócerájok • A gyártó és az értékesítő között gyakran kiszerelő cégek is bedolgoznak. Ezek feladata, hogy kisüzemi felhasználásra alkalmas formában csomagolják a növényvédő szereket. Mottl Ágnes riportsorozatából (*Szombat délelőtti Magazin*, 1998. szeptember) az derült ki, hogy ennek a veszélyes munkának a hatósági engedélyezése nincs kellőképpen szabályozva (erről nyilatkozott a KöM képviselője is), mivel egy kormányhatározat kivette a hallucinogén szereket és a növényvédő szereket a veszélyes anyagok kategóriájából azzal a céllal, hogy később tételesen szabályozza majd. Erre azonban még nem került sor, így arról értesülhettünk, hogy például Budapest egyik külső kerületében egy hajdani csirketelepen védőfelszerelések nélkül veszélyes készítmények csomagolása folyik. A tulajdonosnak rizscsomagolásra volt engedélye, és végzettsége szerint élelmiszeripari főiskolát végzett. Társtulajdonosa három ukrán volt. A kárpátaljai vendégmunkások az idénymunka alatt a méregraktárak légtérében laktak (egy vékony ajtó választotta csak el őket a tulajdonképeni munkaterülettől), s tisztálkodásra sem volt lehetőségük, mivel a telep nem közművesített. Csupán a munka kezdésekor vizsgálta meg őket tisztiorvos, azonban később ellenőrző vizsgálatok nem történtek. A méregraktár szellőztetése (ablakainak egy része törött is volt) a telepre nyílt, s tőle 50 méterre száraztészta üzem és csomagoló, távolabb gyümölcsle dobozba töltése folyt. A tulajdonos szerint az ő üzeme a korszerűek közül való.

d) Cégeképviselési egyszeregy: különleges portéka • A készterméket engedélyeztetni kell, majd el kell adni. Erre a célra a globalizáció nagyjai a különböző országokban cégeképviselési rendszert hoztak létre. Először csak egy országot, később a vidéket is behálózót. A cégeképviselő jelentkezik az illető ország engedélyezési hatóságánál, leadja a dokumentációt, befizeti az engedélyezési díjat, egyszóval intézi a hivatalos dolgokat. Ezen a szinten – ha kell – apró kedvességgel vagy keményen korrumpál is, legalábbis ilyen történetek sora kering a kelet-európai országokról. Engedélyezés után igyekszik ismertté, nélkülözhetlenné tenni készítményét: hirdet, bemutatót szervez, vevőt szerez. Mindez alkalmazói hozzáértést nem nélkülöző feladat, így a cégeképviselések szaktanácsadásra is alkalmas, jelentős felhasználói tapasztalatokkal rendelkező, általában kiváló növényvédő mérnököket nyertek meg kereskedelmi céljaikra. Ezeknek az egyébként kitűnően képzett növényvédő mérnököknek a legjelentősebb hiányossága a növényvédő szerek másodlagos hatásaival kapcsolatos környezetvédelmi és egészségügyi ismeretekben nevezhető meg. Ma a világ legtöbb egyetemét (köztük a magyar agrár-, állat- és orvostudományi egyetemeket) el lehet végezni anélkül, hogy a kémiai biztonságunkat érintő peszticid toxikológiával kapcsolatban jelentős ismereteket szereznének. További fontos momentum, hogy a cégeképviselési eladás – jutalék-rendszerből értelemszerűen és a startnál

kiszorul – ha volt – a szakmai meggyőződés. A szerképviselő evidens módon azt árulja, amilyen terméke neki van.

Továbbá, hazai peszticidkereskedőink osztoznak a „Nagy Generikus Üzleten”, így általában hasonló súllyal – kb. 30% – árusítanak ökotoxikológiai szempontból silány portékát (13. ábra). Például nyolc cég MCPA, hét *mancozeb*, hat *cypermethrin* és *folpet*, öt 2,4-D, *captan*, *glyphosate*, *phenmedipham*, *thiram* és *zineb* hatóanyagot forgalmaz. A viselkedés- és érdekközösség ezért váltja ki a vélelmezett ellenlábasok között a korporativizmusra való készséget. A kereskedelmi hatalomról és nem a szakmai tudásról szóló mikrokozmosz hierarchiájában az anyacég mérete a képviselő mellényének nagyságát is megszabja: nagyoknak nagy, kicsiknek kicsi adatik. A cégképviselő számomra másként fest négyszemközt, mint kollektívában. Négyszemközt jól értesült, befogadó, esetenként magyarázkodó, néha – a tevékenységét illető – valódi morális kínokat is megélő. Most akkor én mérgezném az embereket? – kérdezte tőlem komolyan egyikük. Mindez személyes megválaszolást igényel, s ha ez megtörténik, akkor sem biztos, hogy ebből a pozícióból származik-e a megoldás. Állítható, hogy



13. ábra: Magyarország legnagyobb peszticidszállítóinak hatóanyagai és toxikológiai megítélésük (1998)

több cégképviselő korszerű termékeket is kínál, de az elszegényedett magyar mezőgazdaság ezeket nem tudja megvenni. Én abban hiszek, hogy mindenki-ben kialakít a saját tudása valamiféle felelősségérzetet.

Ma gyakori a vásárlónak, a vásárlás százalékában felkínált üzletkötői járulék, valamint a rendezvénytámogatás fejében a szerképviselők reklámelőadása. Magyarországon a jelentős szerképviselések a növényvédőszer-választék meghatározói (ellentétben a hatósági „engedélyezőkkel”, akik elhiszik magukról, hogy ők lennének azok). Az van, amit felkínálnak, az nincs, amit visszavonnak. Engedélyezésre és hazai kísérletekre befizetett, nemzetközi szempontból nevetséges díjaik is hozzájárulnak a meglehetősen sok alibi cselekvéssel megnyomorított növényvédelmi hálózat fenntartásához.¹ Az ő szponzorálásukkal jelenik meg az engedélyezett *Növényvédő szerek, terménynövelő anyagok* című jegyzék is. [94]

A meghatározó erejű, nagy cégképviseltek mellett vannak kisebb gyártók, akiket saját (Bagistra Bt. – Oxon, Biomark Kft. – Makteshim-Agan, Cheminova, Rohm & Haas, Summit-Agro – Sumitomo stb.) vagy közös kereskedőház képvisel (NM-Agro Magyarország: Agrokémia Sellye, Calliope, Istrochem, Mitsui Toatsu, Nissan stb.), de vannak olyanok is, akik csupán kereskedelemre szakosodnak (Magyar Kwizda, Agrochem Kft. stb.), mint viszonteladók, akik többnyire olcsó generikus hatóanyagokból készült növényvédő szereket adnak és vesznek, és tisztelet a kivételnek, csak az árrésben igen járatosak.

1.3. Globális vegyforgalmi alámerülés

a) Az Óperenciás Tengeren túli vámokmányok • Mintegy bemelegítésül, kezdjük mindjárt odakint. [95] Tapasztalataim szerint ez kisebb rizikóval jár. Kevesebb a köztisztviselő, aki íróasztalát emelgetve visszavág, úgy is, mint a Birodalom. [10]

Szögezzük le hát az elején, az írás egész terjedelmében nem látunk pontos arcokat (illetve nem azonosítjuk azokkal, akik pillanatnyilag birtokolják), csak nemzetközileg is kifogásolt környezetünket, és oknyomozásért sikoltó korai elhalálásunk statisztikáit.

¹ *Polgár A. László megjegyzése:* Kezembe került a Dán Élelmiszer, Mezőgazdasági és Halászati Minisztérium 1998-as árjegyzéke az ottani hivatalos peszticid tesztekéről. Nos, egy fungicid vagy inszekticid 3 dózisban való kipróbálása valamilyen szántóföldi kultúrában átlagosan 7755 DK, ha ugyanez széleskörűen történik, ami a termés mennyiségének és minőségének a mérését is jelenti, akkor 10340 DK. Mindehhez hozzájön még 3435 DK tesztelt károsítónként és/vagy kórokozónként. Tehát egy szer kipróbálása, egyetlen kártevőre mondjuk árpában „alsó hangon” is 11190 DK, ami akkori áron számolva cc. 335 eFt. Ugyanezt üvegházi kultúrák vagy herbicidek esetében még több, akár félmillió is lehet.

Annak ellenére, hogy 1978-ban, az USA-ban betiltották, a Velsicol Chemical Co. (Memphis, Tennessee) 2028 tonna *chlordane* és 2584 tonna *heptachlor* rovarölő szert exportált 1991–1994 között. Turkáljunk egy kicsit az USA vámokmányainak vizsgálata során szerzett tapasztalatokban. [96–97] Ez ugyanis a mi csigánk nyála. Azt találták, hogy csupán az okmányok 25%-a van korrektül kitöltve, a többi vagy nem specifikálta, hogy mit szállít, tehát azt írja „gyomirtó szer”, vagy a gyártó neve helyén találták az alábbi, kissé cinikus bejegyzéseket „*Good Bye*”, „*Sourcide*” stb. Miért is voltak az USA-ban a vámcédulák pontatlanul kitöltve? Részben, mert erre törvényes jogot szereztek az egyenlők közül a még egyenlőbbek. Részben, mert hallgatni illet róla, hogy mi az üzletelés diszkkrét tárgya. Mellesleg ez a „*Good Bye*” persze igazán a farán találta a szöveget, hiszen a délre irányított *heptachlor* egy része például Hawaii ananászültetvényein kötött ki, amely gyümölcsének konzervvé váló feldolgozásakor keletkező *heptachlor*-gazdag „zöld kalapot” hamarosan GLP laborminősítéssel nem rendelkező tehenek csócsálták, következésképpen *heptachlor*-t tejtek. [98] Ennek föléből aztán fagylaltot készítettek, ami várta az Oahu-ra fűszoknya vásárlás igényével érkező, átmenetileg turistává vedlett gyáriakat is. Az ellenőrzés itt négy alkalommal vonta ki a forgalomból a fagylaltféléket. Ugyanígy járt a *chlordane*-t tartalmazó tojásokkal az amerikai monstre bevásárló hálózat, a *Safeway*. 1992–94-ben, az USA vámpapírjainak vizsgálata további meglepetésekkel is szolgált [97]:

- i. Húsz évvel a betiltás után, 1992-ben, az USA-ból 300 tonna DDT-t szállítottak Peruba.
- ii. Az USA az alábbi, nála már betiltott növényvédő szereket exportálta: *aldicarb*, *captafol*, *DDT*, *dinoseb*, *EDB*, *heptachlor*, *chlordane*, *lindane*, *mirex*, *paraquat*, *parathion* és *PCP*. A fő vásárlók: Argentína, Brazília, Costa Rica, Chile, Ecuador, Guatemala és Kolumbia voltak (ugye banán, kávé stb.).
- iii. Az FMC (Philadelphia) 2700 tonna *carbosulfan*-t exportált úgy, hogy az USA-ban azt addig még nem regisztráltatta.
- iv. Ismeretlen vállalat 220 tonna *EDB* nevű gombaölőt (az USA 1987-ben tiltotta be) exportált Mozambikba. Ez a rákkeltő Floridában, 1984-ben megjelent a kútvizekben és a gabonákban, amiért száz tésztafélét vontak ki a forgalomból.
- v. Valaki 53 tonna *PCP* nevű faanyag-konzerváló gombaölőt (az USA 1974-ben tiltotta be) exportált Malájföldre.
- vi. A Velsicol *chlordane*-szállítmányai Argentínába, Fülöp-szigetekre, Szingapúrba, Thaiföldre (visszaköszönhet, mint ananászkonzerv) és Venezuelába irányultak, valamint 600 tonna Hollandiába. A Velsicol *heptachlor*-szállítmányai Argentínába, Brazíliába (annak ellenére, hogy az USA 1985-ben betiltotta), Koreába (itt papíron 1979-ben vonták ki) és szintén Hollandiába (ahol mindkettőt betiltották) irányultak.

1991-ben az USA 648 tonna/nap peszticidexportot bonyolított le. Ebből legálább 15 tonna/nap (2,3%) olyan növényvédő szor volt, amelynek felhasználása az USA-ban akadályokba ütközik (*captafol*, *chlordane*, *DDT*, *dinoseb*, *heptachlor*, *mirex*, *paraquat* stb.). A további vizsgálatok azt mutatták, hogy 1,9 ezer

tonna/év az USA-ban betiltott, 2,6 ezer tonna/év az USA-ban soha nem engedélyezett és 3 ezer tonna/év az USA-ban szigorúan szabályozott növényvédő szer exportjáról van szó. És ami még meglepőbb lehet, a szállítmányok nagy részét két európai ország fogadta be, Belgium és Hollandia. [99] Vajon mit kezdenek vele? Ők használják, vagy csupán tranzitról van szó? Én az utóbbira tipelnék.

b) Tiszteletkörok a Budapesti Vegyiművek Rt. körül • Mármost a *Növényvédő szerek és termésnövelő anyagok 1998* nevű méregzöld könyvecskéet forgatjuk. [100] Derekas munka, a magyar növényvédelem egy évre szóló vegyi bibliája. Közel 400 hatóanyag, 700 készítmény, 150 gyártó, formázó és kereskedő cég. A formázás során a vízben nem oldódó vegyületeket segédanyagok alakítják át vízoldhatóvá; stabilizálják; állítják be a készítmény adagolhatóságát stb. Első elbizonytalanodásunkat a Budapesti Vegyiművek Rt. okozza. Tíz esetben ugyanis azt olvashatjuk, hogy import hatóanyagból formázza a BVM. Mi lehet e mögött? Bánki Laci bácsira gondolunk, aki 25 éve a saját előadása kedvéért sem vette le a legendás svájcisapkáját (de nem csak ezért csodáltuk), és aki büszkén hurcolt körbe bennünket a hajdani gyárban. Persze akkor még volt fejlesztés, biológiai laboratórium, amit elsőként épített le (igaz nem jószántából) a jövőképre alig fogékony, kereskedelem-centrikus *management*. Miért pont az alább felsorolt, többnyire toxikológiailag elavult hatóanyagokról nem tudhatjuk meg azt, hogy honnan érkeztek? Böngészgetünk a méregzöldben található hirdetekben is. Jó növényvédő szernek is kell a cégér? Már a minisztérium is szponzoráltat, mikor kiadja direktíváit? Lapozgatásunk közben találunk is olyanokat, amelyek elgondolkoztatnak, például AZODRIN-t (*monocrotofos*), amit a Cyanamid reklámoz; OFUNACK-ot (*pyridaphenthion*), amit az Oxon a Bagistra Bt.-n keresztül ajánl, bár ugyanezen könyv szerint mintha ezek a készítmények nem lennének használhatók minálunk. [100] Persze, több is veszett Mohácsnál, a Csele patakban, a Corvin közben, Bős-Nagymarosnál stb. Nehéz könyv ez, benne még a hatóanyagok is magyarra fordítva, igaz nemzetközileg védett (*International Organisation for Standardization - ISO/TC 81*) nevükön is csak önmagukat jelentik. Játsszom a gondolattal, ízlésesnek tartanák-e a biológusok, ha Muszka domesztikára magyarítanám a házi légy latin nevét?

Mégsem tágitunk, bujkál bennünk az a megrögzött kíváncsiság: honnan jönnek ezek az import hatóanyagok? A méregzöld könyv egyik FVM-es szerzője idegesen a vállát vonogatja, majd vámforgalmi kódszámokat ad. Azt mondja: a Kopint-Datorg Rt.-től majd megtudhatjuk, honnan érkeztek a szállítmányok. Tényleg kapunk tőlük valamit, amin csak országok vannak és nem cégnevek, vegyszercsoportok és nem konkrét vegyszerek, így hamarosan belátjuk azt, hogy meg kell kérdezzük a BVM-et is.

c) **A tíz kicsi indián** • Nézzük, mit véltünk megtudni a BVM-nél sátorozó, import eredetű gyomirtó vagy gombaölő hatóanyagokról [100]:

- *Atrazine* (vele együtt jön a vámtarifa kódján a *propazine*, *simazine* és egyéb triazinok): Kell némi idő, amíg megfejtjük (ez az eljárászabadság), miért becézik a BVM-ben *aktinit* PK-nak az *atrazine*-t. Bizonyosan azért, mert itt a *simazine* is *aktinit*, csakhogy DT. Így tehát, sehol máshol a világon nem érhetik. Viszont az *atrazine*-t a BVM-nek a Novartis szállítja. Pontosabban erre a célra (*simazine*-nal együtt, vagy anélkül) 33 tonnát az USA-ból hozott be 1998 első felében. Közel négyszer ennyi *atrazine*-t szállított az Oxon a Nitrokémia 2000-nek, [94] de ez már az ő meg a talajvíz ügye, amit elér ez a gyomirtó, és amiért Olaszországban – ahol az Oxon tanyázik –, is betiltották. A kimutatás szerint valamiért Németországból is érkezett hozzánk egy kiló (!), amely 25-ször drágább, mint a többi.
- *Captan*: A Makteshim-Agan szállítja a BVM-nek. Ő, mint tudjuk (saját magáról hirdeti ezt az interneten) a világ legnagyobb lejárt szabadalmú készítményeit gyártó és ilyenekkel kereskedő cége. 90 országba exportálja a gyáraiból (Izrael, Spanyolország, Brazília, Argentína) a vegyipari biedermeier stílust utánérző hatóanyagait, s csak a nosztalgikus melódiákra botfűlű toxikológusok susogják: de hát ezek ilyenek, olyanok és amolyanok, míg a hivatalnokoknak persze mindegyik fáj.
- *Chloridazon*: Nem hoznak be – mondja a derék gyári. De hát benne van a könyvben – akadémuskodunk. Azt nyilatkozza, hogy nem mondják le a hatóság felé, mert hogy, hátha valakitől egyszer mégis kapnak megbízást. A kódszám alatt „Egyéb nitrogén-heteroatomos heterociklikus vegyületek” kínálják magukat, 17 országból. Jó kis mixtúra a nyilvántartó dobozban, amely kb. annyi azonosítási esélyt ad nekünk, mintha valakit az alapján akar-nánk megtalálni, hogy szőke és nem 42-es a lába.
- *Dicamba*: A BVM szállítója a Sandoz. A kódszám mögött viszont „Ecetsav más észterei” lapulnak. Kilenc országból jönnek ezek a mások. Akkor itt most fel is adjuk.
- *Folpet*: Ez is a Makteshim-Agan-tól jön. A kód szerint „Más imidek és származékaik, valamint ezek sói” megnevezéssel, 6 országból.
- *Lenacil*: Nem hoznak be. Ez az egyetlen toxikológiailag nem kifogásolható anyag a tízből. A kódszámon „Más ureinek és származékaik, valamint ezek sói”, 6 országból.
- *MCPA*: A Rhône Poulenc a BVM szállítója. A kódszámon „Más fenolfunkciós karbonsavak és származékaik” kínálják magukat, 8 országból. Hol bújik tehát a tű a szénakazalban?
- *Metolachlor*: A BVM-nek nem hoznak be.
- *Propachlor*: A BVM forrása a sajátbányai Észak-Magyarországi Vegyiművek

Kft. Varázslatos import egy országon belül. Mindez egy vámtarifa számon (örvényi dobozban) a *metolachlor*-ral, amely a „Más ciklikus amidok (ciklikus karbamátok is) és származékaik”-kal keverten 14 országból érkeznek.

- Réz-oxiklorid: A BVM bérformázást folytat. Németország ad rá megbízást, előírja, hogy honnan származzon az alapanyag, milyen legyen annak minősége, és a készterméket teljes egészében kiszállítják az országból. A Kopint-Datorg Rt. listája szerint Németországon kívül jön még ez az anyag (a kód-szám szerint réz-hidroxikloriddal együtt) Peruból, Romániából, és braziliai eredettel Ciprusról is, de mindezek előtt már értetlenül állunk, mint jól hasonuló sóbálványok.

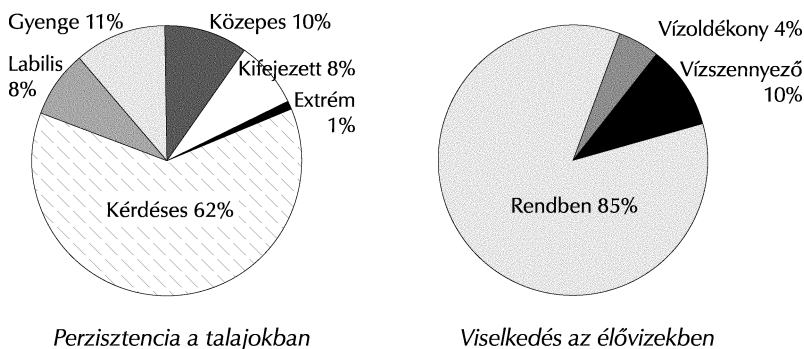
d) Jámbor elvonulás néhány lassú tételben • Miért akartuk mindezt tudni? Persze akkor, amikor még nem gondoltuk, hogy az országos import adatszolgáltatás érdemben csak alig működik. Arra bázíroztunk, hogy az eredeti gyártótól függően változik a gyártási szennyezés. Sokszor ugyanis nem a konkrét hatóanyaggal van a probléma, hanem a nagyüzemi gyártáskor keletkező változó összetételű szennyeződéssel. A vietnami veteránok kálváriáját is ilyen: a gyomirtó 2,4,5-*T* gyártása során igen kis mennyiségben (0,00035%) keletkező szennyeződés, a rákkeltő és magzatkárosító *TCDD* okozta. A nitrogén tartalmú növényvédő szerek szintén karcinogén nitrózamin-szennyezése viszont 0,000001–0,0002% között változott a 80-as évek közepén. A *DDT* betiltása után az öt felváltó *dicofol*-ban 1–20% *DDT* szennyezés volt, amíg kapcsoltunk és a betiltás kilátásba helyezése miatt 1988-ig megoldották a tisztítását. Ma 0,1%-nál kevesebb *DDT*-t tartalmaz. Úgy hírlik, hogy bizonyos országok (Brazília, India, Kína stb.) kb. 70%-kal olcsóbban értékesítenek olyan hatóanyagokat, amelyek önazonosság tudata szorulna némi terápiára. Jó üzletnek látszik tőlük vásárolni, esetleg tisztogatni is. Persze mi lesz a közben keletkező veszélyes hulladékkal? A mérgezőld könyvecskéből hiányzik tehát a tényleges gyártó (alapanyagforrás) és a formázó, kereskedő (néha gyártónak tűnik a szállító) szigorú elkülönítése, esetleg a megengedett szennyeződés minőségének és mértékének tételes állítása is. A BVM a mérgezőld könyv szerint 23 hatóanyagból (ebből 10 import) állít elő saját készítményt, míg 31 hatóanyagot a multiknak készítménnyé formáz; *diazinon*-t például négynek is. Mindezzel papíron a legnagyobb hatóanyag portfólió fölött rendelkezőnek tűnik, úgy, hogy nincs biológusokat alkalmazó Biológiai Laboratóriuma, miközben a garéi hulladéktároló esetében fizetésképtelen.

1.4. Mit nyerünk?

Növénytermesztési hozadék: A növényvédelem célja a potenciális termés minél nagyobb hányadának betakaríthatósága (a potenciális termék 20–40%-a károsodhat Európában), a termék „piacosságának” (kinézet és eladhatóság) javítása, az egységnyi termék előállítási költségeinek csökkentése és a késztermékek védelme. Erről azért nem írok itt többet, mert erre képezzük növényvédő mérnökeinket az agráregyetemen. Tehát mindegyre egy speciális szakmát hoztunk létre, amely ebben a vonatkozásban megfelelően képzett és működik.

Egészségügyi remények: A kémiai növényvédelem szükségességének egyik szívesen felsorolt oka, hogy védekezés nélkül mikroszkopikus gombák által termelt toxinok jelennek meg táplálékunkban, amelyek legalább olyan veszélyesek, mint a peszticid-szermaradékok. Nézzük melyek azok a mikotoxinok, amelyek leggyakrabban fordulnak elő [51]:

- Aflatoxinok (B_1 , B_2 , G_1 , G_2 , M_1) és metabolitjaik* (D_1 , M_2 , P_1 , Q_1): *Aspergillus* (*A. parasiticus*, *A. flavus*, *A. nominus*) fajok termelik. A B_1 előfordulása a leggyakoribb. A kukoricából, valamintogyoró- és diófélékből készült termékek (példáulogyoróvajkrém) aflatoxin-tartalma jelentős lehet. Az aflatoxinok a májrák rizikóját emelik. Az **IARC** az emberen bizonyosan rákkeltők közé sorolta őket. [101]
- Zearalenon: *Fusarium* (*F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. crookwellense*) fajok termelik más toxinokkal együtt (például dezoxi-nivalenol, nivaleonol, fuzarenon X). Főként gabonafélék (kukorica, búza, árpa) magvaiban és sörben fordul elő. A fuzarotoxinok közül kizárólag a zearalenone (patkányokban a májrák rizikóját emelte) kapott **IARC** besorolást, mint limitált evidenciájú karcinogén. [101]
- Fumonizinek (B_1 , B_2): *Fusarium moniliforme* termeli a fusarin C-vel együtt. Kukoricából készült termékekben fordul elő. Emberen nyelőcsövi daganatokkal hozták összefüggésbe. Az **IARC** az emberen bizonyosan rákkeltők közé sorolta őket. [101]
- T-2 toxin: *Fusarium sporotrichoides* termeli. Kukoricában, gabonafélékben (búza, zab, árpa, rizs) és diófélékben való előfordulásáról van tudomásunk. A T-2 állatkísérletekben, a hím patkányokban növelte a tüdő- és májrák előfordulásának valószínűségét. Emberre vonatkozóan az adatok csekély számúak. [101]
- Ochratoxin A: *Aspergillus* (*A. ochraceus*, *A. sclerotiorum*, *A. melleus*, *A. alliaceus*, *A. sulphureus*) és a *Penicillium verrucosum* termeli. Kukoricában, gabonafélékben (búza, árpa) és babon való előfordulásáról van tudomásunk. Az ochratoxin megjelenik a lisztfélékben és a kenyérben is. Mérhető mennyiségben fordul elő a sertéshúsban és abból készült termékekben (kolbász-



14. ábra: A Magyarországon alkalmazott peszticidek környezeti sajátosságai (1998)

félék). Az anyatejben való előfordulását is jelentősnek találták. Emberen a balkáni endemikus* neuropátiával* és húgy-ivarrendszeri daganatokkal hozzák összefüggésbe. Az **IARC** az emberen bizonyosan rákkeltő kategóriába sorolta. [101]

Fentiek alapján azt mondhatjuk, hogy a veszélyes gombatoxinok élelmiszereink (gabonafélék és olajosmagvúak) egy részét érintik, s közülük európai körülmények között főként a *Fusarium* fajok által okozott betegségekre számíthatunk. A mikotoxinokat tehát, mint általános indokot felhozni a kémiai védekezés mellett nem állja meg a helyét (értsd: nem indokolja megfelelően a kiterjedt rovarölő szer vagy gyomirtó szer felhasználásunkat, de zöldségfélékben és gyümölcsösökben való kiterjedt gombaölő szer felhasználásunkat sem). Természetes persze, hogy ezek ellen a toxintermelő mikroszkopikus gombák ellen való védekezés gabonafélékben alapvetően indokolt, s itt a „kémiai védekezés–környezetszennyezés” diskurzusban érvként is tökéletesen megállja a helyét.

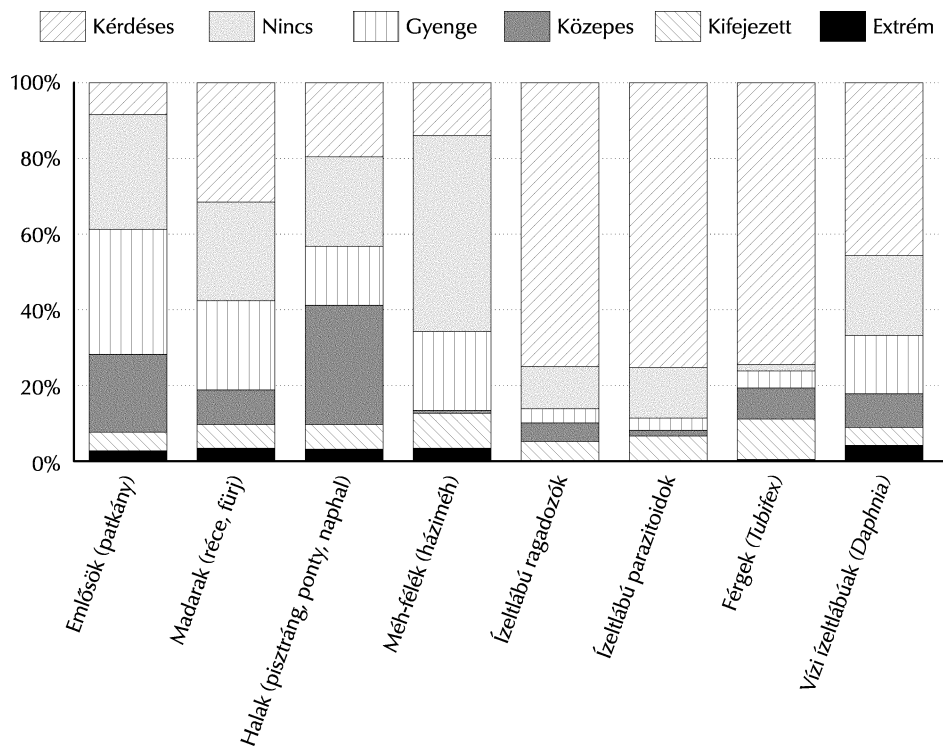
Az állattenyésztés produkciójának érdekében az elősködők elleni védekezés, az ízeltlábúak és férgek által okozott vagy terjesztett betegségek visszaszorítása is e terület aktivitási körébe tartozik. Mindezzel állat- és orvostudományi egyetemek parazitológia tanszékei foglalkoznak. Az általuk felhasznált irtószerek a növényvédelemben felhasznált rovarölő szerek egy részével azonos. Itt persze a kevésbé mérgező vegyületekről lehet szó, amelyeket belső vagy külső gyógyszer formájában alkalmazunk (féreg-, bolha- és tetűirtó szerek), amelyek így eléri közvetlen környezetünket: legyek irtása révén istállóinkat, vérszívó rovarok miatt felületi vizeinket és parkjainkat, csótányok és rágcsálók pusztítása révén lakásainkat, éttermeinket és kórházainkat is. Ezeket a szabadforgalmú irtószereket többnyire háztartási és vegyesboltokban vesszük meg, s azt hisszük, minden rendben van velük.

1.5. Mit veszítünk?

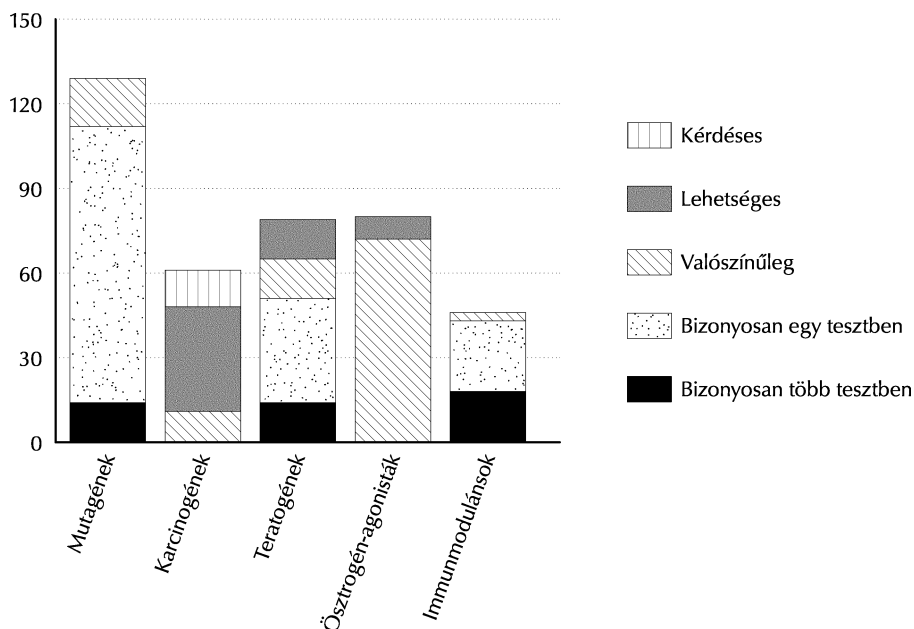
Most próbáljuk meg összegezni, hogy melyek azok a környezetvédelmi és egészségügyi okok, amelyek a kémiai növényvédelem kritikátlan alkalmazása ellen hatnak, pontosabban szükségessé teszik annak limitált és szigorúan ellenőrzött gyakorlatát. Mindezeket itt csak összefoglaljuk, s majd a következő fejezet fejt ki részletesen, mire is kell gondolnunk.

Környezetünk elszennyezése: globális környezetszennyezés (a levegő, talajok, felületi- és talajvízkészletek elszennyezése); a szűkebben vett környezetünk, (pestzicidelsodródás, hulladékkezelési és raktározási problémák), élelmiszer- és ivóvízkészleteink elszennyezése (szermaradványok). A Magyarországon engedélyezett hatóanyagok 9%-a perzisztens viselkedésű (lassú lebomlású) és 10%-a vízszennyező (14. ábra). [102]

Ökotoxikológiai hatások: akut hatások (gyors mérgeződés – baleseti veszély); krónikus hatások (lassú mérgeződés): bioakkumuláció (felhalmozódás valamilyen szövetben), biomagnifikáció (felhalmozódás a táplálékláncokban), muta-

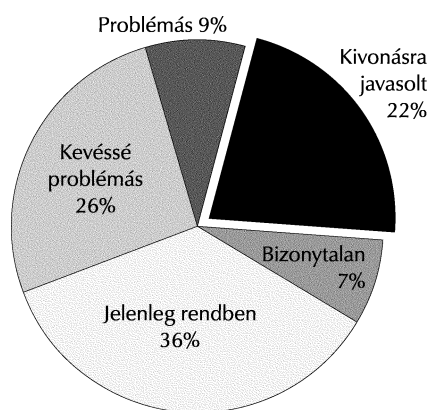


15. ábra: Magyarországon alkalmazott peszticidek akut mérgezősége (1998)



16. ábra: A Magyarországon engedélyezett 403 peszticid krónikus mérgezősége (1998)

genitás (az örökítő anyag károsítása), karcinogenitás (daganatképző hatás), teratogenitás (fejlődési rendellenességek kiváltása), immunmoduláció* (betegségellenálló-képesség csökkentése és allergia*), valamint a hormonális szabályozás (ösztrogén terület) zavarainak kiváltása.



17. ábra: Magyarországon engedélyezett peszticidek toxikológiai minősítése (1998)

Magyarországon extrém és kifejezett mértékben mérgező vegyület az egyes élőlénycsoportokhoz rendelkezhetően kevés van, azonban ezek összegzése már tetemes értéket ad. Egy növényvédelmének színvonalára adó országban ezeket balesetveszélyességük és környezeti károkozó képességük miatt ki kellene vonni a forgalomból (15. ábra). Még kínosabb a kép, ha a krónikus toxicitási mutatókat nézzük. Csak mutagenitással 130 körüli vegyületet vádolnak közülük, s tekintélyes mennyiség kerül ki a többi csoportból is (16. ábra).

Ha mindezeket összegezzük (lásd 6. melléklet) azt látjuk, hogy több hatóanyag van, amely számtalan módon akad fenn egy igényes ökotoxikológiai minősítési rendszeren (2. táblázat), s bizony jelenleg engedélyezett hatóanyagaink 22%-át ki kellene vonni a gyakorlatunkból, s további 9%-kal is komoly problémák vannak (17. ábra). [51, 55, 102]

Ezen túlmenően jelentkezik a peszticidrezisztencia*, amelyben ellenálló kártevőcsoportok szelektálódnak, így a korábbi megoldások hatásukat veszítik.

2. táblázat: Magyarországról többféle okkal kivonásra javasolt peszticidek

9 okkal: *γ-HCH (lindane)*

8 okkal: *dichlorvos, endosulfan, parathion-methyl*

7 okkal: *chlorpyrifos, cypermethrin, dimethoate*

6 okkal: *2,4-D, aldicarb, atrazine, carbofuran, diuron, linuron, malathion, methomyl, permethrin, trifluralin*

5 okkal: *carbaryl, cyanazine, diazinon, fenitrothion, fenthion, maneb, zineb*

4 okkal: *alachlor, benomyl, bifenthrin, réz-oxiklorid, mancozeb, metiram, phosmet, pirimicarb, simazine, thiram, triadimefon, ziram*

2. Mínuszban

Az illúzió úgy szól, hogy az általunk használt növényvédő szer ott ér cél, ahová szántuk, csak azt végzi el, amiért használtuk, aztán nyomtalanul elbomlik. Nem így történik. Kipermetezett peszticidjeink egy része légtömegekkel elsodródik, más része élővizeinkbe mosódik, legfőképpen oxigénszegény viszonyok között jusst sem akar bomlani, szennyezi ivóvizünket, táplálékainkat és környezetünket.

2.1. Elsodródás és bemosódás

Az állománykezelésre használt növényvédő szerek jelentős részaránya nem éri el annak a növénynek felületét, amelyre szánták. Ezt a hatást nevezi a nemzetközi irodalom *off target* (elsodródás) hatásnak. [23] Igen jelentős lehet szakszerűtlen légi kijuttatás esetén. A kijuttatott mennyiség 10–60%-a is 300 méterrel a célhelytől szállhat le. Különösen kínos lehet ez gyomirtó szerek alkalmazása esetén, amikor a környező erdőben, gyümölcsösben keletkeznek maradandó és feltűnő károk. Az elsodródott növényvédő szerek egy része felületi vizekbe juthat. Jelentős „cél elkerülő” hatásként ismert a *run off* (elfolyás-bemosódás) hatás is. Ekkor az élővizekhez közeli mezőgazdasági területre kijuttatott perzisztens növényvédő szereket az esővíz mossa be azokba. Ez a kijuttatás problémáira mutat rá, s felhívja a figyelmet a növényvédelemben felhasznált gépek gyöngé minőségére (csepegés, csorgás, gyenge porlasztás stb.).

2.2. Környezetünk peszticidszennyeződése

a) **Levegőszennyezés: ózonlyuk és peszticidesők** • 1987-ben a Montreali Konferencián (*Ozon Depleting Chemicals*) tárgyalták először az ózonréteg problémakörét. A metil-bromid 50-szer hatékonyabban rombolja az ózonréteget, mint a klór-fluór-karbon (*CFC*; például freon) típusú vegyületek. A mezőgazdaságban károsítók ellen használt metil-bromid mellett, ez a gáz keletkezik még az ólmozott benzín elégetése közben és az óceánok biomasszájának produktumaként (ez utóbbit ma lényegesen kisebbnek becsülik, mint korábban). 1992–1996 között az antarktikus ózonlyuk nagyobbá vált, mint Európa területe. Az ózonréteg rombolása az UV-B sugárzás erősödését vonja maga után (az USA lakosságának

20%-a van kiteve ennek a hatásnak), amely mutagén hatása miatt növeli az átlagosan előforduló mutációk számát, ezen az úton gyengítve az immunrendszer mindenkori és „őrt álló” aktivitását, és szerepet játszik a bőrrákos betegségek növekedésében. Az iparilag fejlett országokban a *CFC*-vegyületek gyártását 1999-ig 25%-kal, 2001-re 50%-kal, 2003-ra 70%-kal csökkentik, majd 2005-re be-
szüntetik; az iparilag fejletlen országok vonatkozásában viszont 2005-ig csak 20%-os redukciót írtak elő, és 2015-re tervezik a kivonást. [103–105]

A növényvédő szerek egy részének ismert gázhatása van, más részük párolgása kismértékű ugyan, de mérhető. A kipermetezett mennyiség egy része tehát elpárolog, majd azt az eső máshová lerakja. Gyakran mértek *alachlor* (max. 22 ezer ng/l Minnesotában), *atrazine* (max. 40 ezer ng/l Iowában), *metolachlor* (max. 2,7 ezer ng/l Iowában) gyomirtó szer tartalmú csapadékot Nyugat-Európától az USA-ig. [106] Napjainkban a klórozott szénhidrogének maradékainak vizsgálata során azt tapasztalták, hogy azokban az országokban is kimutathatók a fák kérgén, ahol nem használják őket. Ekkor fordult a figyelem a hatóanyagok párolgóképessége és a fel- és leszálló légáramlatok felé, amely előidézi, hogy az iparilag fejletlen országokban használt növényvédő szerek egy része tőlük igen nagy távolságban is megjelenjen. [107]

b) Talajszennyezés • Viszonylag kevesebb cikk lát napvilágot a talajok szennyeződéséről, leginkább azért, mert helyi problémának gondolják. Ezen a területen leginkább a klórozott szénhidrogének említhetők. A volt Szovjetunióban, a 70-es években betiltották a *DDT*-t, azonban Novocsebokszarban (Csuvas Köztársaság) a gyártást tovább folytatták. 16 évvel a betiltás után a Szovjetunióban még kb. 10 ezer tonna *DDT*-t gyártottak. Ennek jelentős része a gyapotövezetbe került; Moldovában az évi peszticidfogyasztás 35–40 kg/ha értéket is elért. Ma a világ *DDT*-vel (+*DDE**) legszennyezettebb területei: Azerbajdzsán, Kirgízia, Örményország, Üzbegisztán és Tádzsikisztán. Ezeken a helyeken a talajok 50–80%-a szennyezett. Ma – kétes dicsőségként – Moldova talajai tartalmazzák a legtöbb *DDT*-t. Ennek további oka, hogy a Szovjetunióban a *DDT*-t *dicofol*-ra váltották le, s ennek gyártási szennyezése esetenként 20% *DDT* is volt, másrészt a *dicofol* bomlási terméke úgyszintén *DDE*. [108]

c) Vízszennyezés • A növényvédő szerek perzisztenciájának és vízzoldhatóságának mutatói határozzák meg, hogy milyen gyorsan és milyen mélyre hatol be a talajokba. Ez azt is jelenti, hogy esetleg nem az alkalmazás évében mérhetjük a talajvíz legnagyobb fokú szennyezettségét, hanem később. A talaj felületi rétegeiben (oxidatív viszonyok) a növényvédő szerek bomlása erősen talajélet- és talajminőség-függő (agyagtartalom, pH stb.). A talajban és talajvízben (reduktív viszonyok) a lebomlás mutatói jelentősen megváltozhatnak. Az *atrazine* lebomlási

félideje oxidatív viszonyok mellett kb. 0,5–1 év, redukzív viszonyok (például talajvíz) között pedig gyakorlatilag nem bomlik le. Németországban ez volt az egyik döntő ok, amiért betiltották a használatát (Peter Seel 1998. szept. 9., KöM-előadás).

Angliai mérésekben, a talaj- és felületi vizekben a növényvédő szerek közül az *atrazine*, *2,4-D*, *dimethoate*, *lindane*, *MCPA*, *MCPB*, *mecoprop*, *simazine* fordult elő legtöbbször. [27] A növényvédő szerek élővizekbe kerülésének legfontosabb okai Németországban (Peter Seel 1998. szept. 9., KöM-előadás) [109]:

- A vegyészeti gyárak legnagyobb része folyók mellé települt, és dacára a szennyvíz-tisztításnak, bizonyos vegyületekből a kibocsátás mégis nagy.
- Vasúti területeken igen korszerűtlen, olcsó ún. totális herbicideket alkalmaznak. Ezek közül Németországban a *diuron*-t és *terbuthylazine*-t emelhetjük ki (Peter Seel 1998. szept. 9., KöM-előadás). Angliában ezen a területen *atrazine* hatóanyagot használtak. Valószínűnek látszik, hogy a vasúti pályatestek talaja a legsúlyosabban szennyezett területek közé tartozik mindenhol a világon. [27]
- Agrárterületekről, ahonnan a tavaszi hónapokban elsősorban a herbicidek érkeznek; 57 vizsgált hatóanyagból 25-öt mutattak ki a felszíni vizekből. Kiemelkedő értékkel az alábbi hatóanyagokat mérték: *isoproturon* 2,3 µg/l, *diuron* 2,07 µg/l, *2,4-DP* 1,4 µg/l, *atrazine* 0,99 µg/l, *simazine* 0,98 µg/l, *mecoprop* 0,97 µg/l, *MCPA* 0,93 g/l, *metamitron* 0,74 µg/l, *fenpropimorph* 0,45 µg/l, *chloridazon* 0,42 µg/l, *bentazone* 0,36 µg/l, *linuron* 0,31 µg/l, *chlortoluron* 0,3 µg/l, *terbuthylazine* 0,28 µg/l, *2,4-D* 0,24 µg/l. [109] Mérések szerint az *atrazine* 57%-a érkezik a szennyvíztisztítók felől és 43%-a mezőgazdasági területekről (Peter Seel 1998. szept. 9., KöM-előadás).

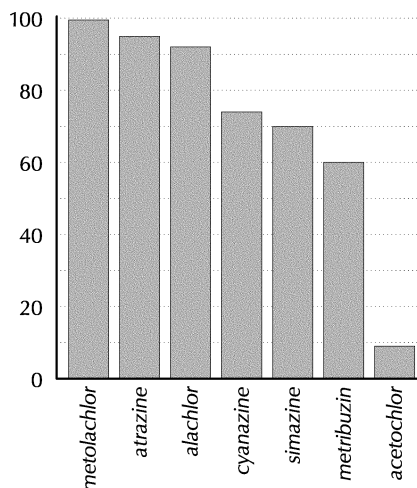
A világon igen sok mérés utal arra, hogy a növényvédő szerek vízszennyező hatásának figyelembevétele nem halogatható: Olaszország talajvizeinek szennyezettsége *atrazine*-nal, Japáné *simazine*-nal, Svájc tavainak *atrazine*, a Nagytavak *alachlor*, *atrazine* és *metolachlor*, az Északi-tenger partvizeinek *atrazine*, *DDT*-, *dichlobenil*-, *lindane*-, *parathion-methyl*-, *PCP*-, *prometryn*-, *propazine*-, *simazine*-, *TBTO*-, *TPT*-tartalma mind súlyos figyelmeztető jelek. A tavak üledékében a hatóanyagok rendkívül nehezen bomlanak, 100–10.000-szer nagyobb mennyiségben is előfordulhatnak, mint a vízben, és veszélyeztetik az üledékfogyasztó állatvilágot. A Északi-tengerben élő halak nyirokszervi daganatai nem ritkák, hasonlóan mint torz fejlődésű ivadékaik sem. Egy felmérés szerint az itt élő lepényhalak 40%-a mája daganatos. Az Északi-tenger melletti országok indították el azt a vállalkozást, amelynek következményeként a vízi élővilágra veszélyessé vált hatóanyagokból összeállították a „Vörös Listát” (EEC 76/464)*. Ebben 129 anyag között az alábbi növényvédő szereket találjuk: *aldrin*, *atrazine*, *azinphos-ethyl*, *azinphos-methyl*, *DDT*, *dichlorvos*, *dieldrin*, *endosulfan*, *endrin*,

fenitrothion, fenthion, HCH, malathion, parathion, parathion-methyl, PCB, simazine, TBT-származékok és trifluralin. [110]

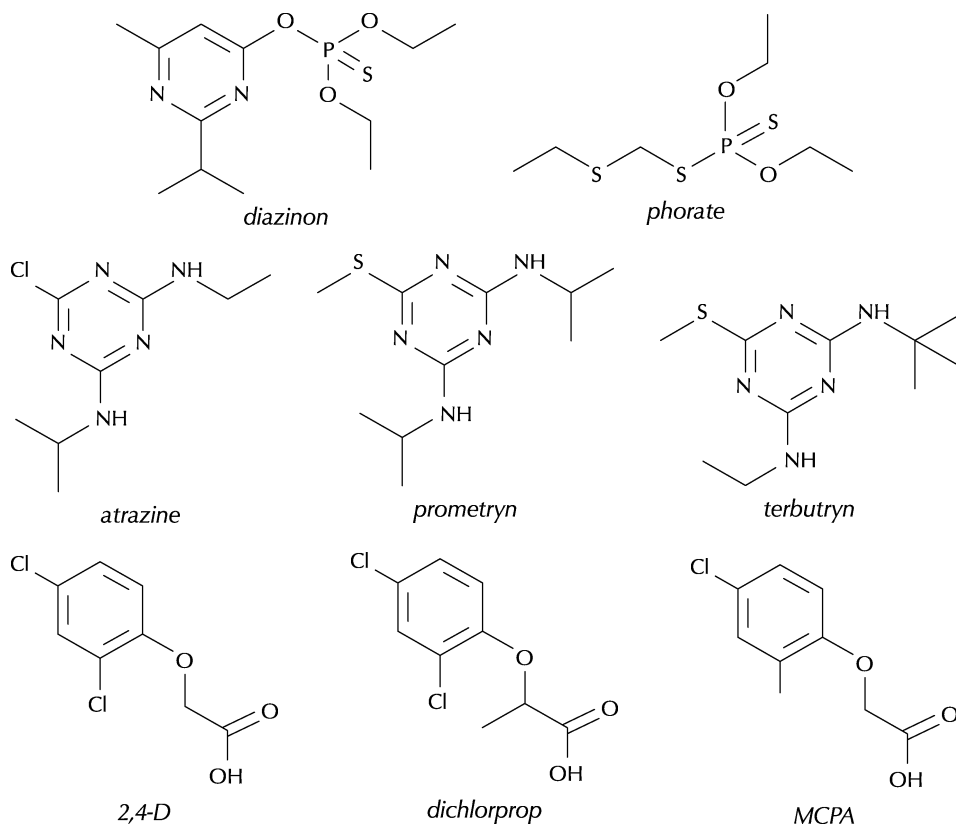
Amikor például a Mississippi minőségét és áramlási sebességét megvizsgálták, azt találták, hogy az naponta, Thebes-nél 5,5 tonna *atrazine*-t szállít. Ez egy évre vetítve a vízgyűjtő területén felhasznált mennyiség 1,5%-a. [111]

1987-ben az Egyesült Királyságban több ivóvízforrás vízminőségét vizsgálták, és 16 hatóanyagot mutattak ki. 298 ivóvízforrásban egy-egy növényvédő szer ($>0,1 \mu\text{g/l}$), 76-ban az összes peszticidmennyiség ($>0,5 \mu\text{g/l}$) haladta meg az EEC-ben megállapított maximálisan elfogadható koncentrációt (= MAC). A hatóanyagok közül az *atrazine*, *simazine* és *2,4-D* gyakorisága kiemelkedett. [27] Az USA-ban, Dél-Karolinában a kutak 27–35%-ból 36 hatóanyagot mértek vissza. Ez a szám a mezőgazdasági területekhez közeli kutakban különösen jelentős volt. A legmagasabb értékeket *alachlor*, *atrazine* és *simazine* esetében találták. Kaliforniában közel 4 ezer kút szennyezettségét mérték és ennek 92%-ban 10 növényvédő szer játszik szerepet: 1,2-diklór-propán, *aldicarb*, *atrazine*, *bro-macil*, *bentazone*, *chlortal*, *DBCP*, *diuron*, *EDB* és *simazine*. A legsúlyosabb szennyezettséget a rákkeltő *DBCP*-ből mérték. A területen ötezerre becsülik azok számát, akik daganatos megbetegedésekkel kapcsolatos rizikófaktor 1 az 1000 alatt és 63 ezerre, akiknek 1 az 1000–10 000 érték közé esik, míg az EPA által elfogadott az 1 az 1 000 000 alatti érték. [112]

Az USA-ban nagy port vert fel a környezetvédelem iránt elkötelezett orvosoknak az a nyilatkozata, hogy 14 millió amerikai – főként a szója és a kukorica övezetben laknak, például Louisiana – fogyaszt a csapvízzel az EPA szerint emberen esetleges karcinogén vegyületeket (főként gyomirtókat). Csupán ebben az övezetben 68 ezer tonna/év mennyiségben *alachlor*, *atrazine*, *cyanazine*, *metolachlor* és *simazine* gyomirtót használnak fel, amelyek az aggodalom legfőbb tárgyai (relatív gyakoriságuk csapvizekben a 18. ábrán látható). A csapvizek szennyezettsége május és augusztus között a legjelentősebb. Az USA-ban lévő víztisztítók 90%-a nem rendelkezik olyan lehetőséggel, hogy ezeket a szennyeződéseket kiszűrje. [113] Mi lehet a helyzet a nálunk, hiszen mind az öt hatóanyag hosszú ideje felhasználható Magyarországon is? Nálunk 1998-ban, az *Egészségtudományban* olvashattunk arról, mi a helyzet a tisztítás előtti ivóvizeinkben. [114]



18. ábra: Herbicidek előfordulása ohioi csapvizekben

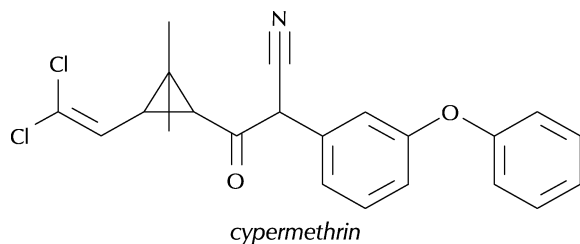


19. ábra: Magyarországi nyersvízmintákban kimutatott peszticidek

A kép fölöttébb elgondolkoztató hiszen felületi vizekben mérhető peszticid-szennyeződések többé-kevésbé követik az értékesítési statisztikákat (19. ábra). Minderről részletesen az *atrazine*-ről szóló fejezetben olvashatunk majd, itt most egy vízszennyező balesetről emlékezünk meg.

2.3. Cypermethrin és a Duna

A vizekben élő halak, hüllők, kételtűek és vízi ízeltlábúak számára piretroidoknál kevés van, mi nem kívánatos. Rájuk nézve ugyanis, az extrém mérgezőségi kategóriába tartoznak. Az ilyen készítményeket élővizektől 200 méteres távolságon belül nem szabad alkalmazni. A Bányalég utcai Chinoin komolyan bízott a biztonsági rendszerében, és számított a munkásainak józan eszére. Mégis, ami megtörténhet, az meg is fog, amint majd látjuk.



20. ábra: Egy piretroid a sok közül

A csomagolóban, a zsilip környékén állt egy *cypermethrin* (20. ábra) hatóanyagú CHINMIX-et tartalmazó tartály, amely tömitésének szivárgása révén a rovarölő szer a padlóra folyt. Mások szerint viszont a tartályt figyelmetlenül túltöltötték. Tény viszont,

hogy 1998. május 27-én a munkások észlelve ezt, és megrémülve a robbanásveszélytől, a kármentő medencéből nem hordókba gyűjtötték a rovarölő szert, hanem az üzemi csatornába mosták. [115–116] A biztosító zsilip, amely a folyó felé vezető utat elállhatta volna, nem volt zárva. A Chinoin szerint 120 liter (6 kiló *cypermethrin*), a százhalombattai vízélettani laboratórium vezetője² szerint viszont 2400 liter (120 kiló *cypermethrin*) CHINMIX jutott be a Dunába. A vízben 3 µg *cypermethrin*/l-t, a halkopoltyúokban 160–900 µg *cypermethrin*/kg mennyiségeket mértek. Ez utóbbi adatok hitelességét viszont mások tagadták, abból is kiindulva, hogy a hatóanyag bomlási félideje 1,2 nap. Százhalombatta körül döglöttek a halak. Az első felmérések szerint, főként a TEHAG³ területén, kb. 250 mázsa hal pusztult el. A gyár munkatársai azért észrevételezték, hogy a TEHAG – az erőművel kapcsolatos korábbi ügyén nem okulva – nem épített ki saját biztonsági rendszert.

A Chinoin felvállalta az ügyet, ami önmagában is becsülendő. Nincs azért túl nagy baj mondták, a *cypermethrin* hamar lebomlik. Emberre nem veszélyes, hallottuk a tévében az egészségügyiektől; csak kevesen gondoltunk arra (minek kellene pánikot kelteni), hogy az EPA szerint ez a hatóanyag emberen esetleges rákkeltő, és teratogenitással is vádolják. A Duna persze mozog, viszi (elviszi), takarítja magát (hála a Teremtőnek). Százhalombatta ivóvízforrásait időszakosan lezárták, bár egyesek szerint 1,5 év kellene ahhoz, hogy a szennyezés elérje azokat. A környező kutakból azért ne igyunk, mondták – némi következetlenséggel – ugyanazok az ÁNTSZ*-esek. Nem szoktunk hozzá a katasztrófához (a Tiszán a ciánnal hamarosan majd azt is), s úgy ahhoz végképpen nem, hogy azt gondoljuk, itt is realitás lehet.

A legkülönösebb azonban számomra a Chinoin, aki fizetett, mint a katonatiszt (25–30 millió forintot számított előzetesen, a KöM 10–50 milliós kárról beszélt), utolsó ebbéli nyilatkozata, amely szerint nem minden, a Dunában akkor mért szennyeződés őket terheli. Minderről azonban nem tudtunk meg többet.

² Tv2: *Mélyvíz*. 1998. augusztus 29.

³ Százhalombattai Temperált Vízű Halgazdaság.

A balesetet követő kártérítési tárgyalások peren kívül folytak. A TEHAG 50 millió, a helyi horgászegyesület 17 millió kárigényt jelentett be. A TEHAG különösen a kecsgeállományának és díszpontyainak elvesztését fájlalta. [117] Később a TEHAG 70 millióra emelte igényét, amiből 20 milliót már nyár folyamán megkapott, de a fennmaradó 50 millió jogosságát a Chinoin vitatta. A százhalombattai károsultak 6 millió forint segélyt kaptak (legtöbbet a helyi ÁNTSZ), további 1,5 milliós segélyalapot biztosítottak a kisebb károk rendezésére. A Dubits Tamás Horgászegyesületnek viszont a Chinoin 8 millió forintos végső ajánlatot tett. [118] A TEHAG és Chinoin később abban is megállapodott, hogy a Chinoin a májusi újratelepítésben halvásárlással is részt vesz, amellyel a Duna rehabilitációjában vállal feladatot. [119]

2.4. Lebomlóképeség és megmaradóképeség

A lebomlóképeséget azzal jellemezzük, hogy talajokban mennyi idő alatt bomlik felére a hatóanyag kijuttatott mennyisége (DT_{50} érték). Mindez sokkal bonyolultabb, mint első látásra tetszik, mivel a talajok minősége, pH értéke, oxigén- és agyagásvány-tartalma, a hőmérséklete és a talajok mikrobiális élete nagyban befolyásolja a lebomlási folyamatot. Egy növényvédőszer-csoportot is ismerünk, amelyet antidótumoknak (*safener*) nevezünk, s amelyek hatása abban áll, hogy gátolják a talajokban folyó mikrobiális bontótevékenységet, ilyen módon növelve a herbicidek hatásosságát.

Néhány klórozott szénhidrogént (*DDT*, *aldrin*, *dieldrin* stb.) 17 évvel az alkalmazás után 39%-ban mértek vissza a valamikori kijuttatás területéről. A *camphechlor* lebomlási félidejét 29 évre becsülik. Ilyen esetben a betiltás nem oldja meg mindjárt a problémát, mert évtizedekig együtt kell élnünk az illető hatóanyag káros mellékhatásaival. A perzisztens hatóanyagokkal kapcsolatos magas szermaradék értékek táplálékainkban törvényszerűen gyakoriak. A 80-as évek végén, Egyiptomban a vizsgált élelmiszerek 25–88%-ában találtak *DDT* és *lindane* maradékokat. Brazíliában, 1992-ben a vizsgált gyümölcsök 14%-a, a zöldek 4%-a tartalmazott jelentős mennyiségű klórozott szénhidrogént.

A napjainkban kifejlesztett hatóanyagok általában gyorsan bomlanak, de azért többel van ilyen probléma is. Extrém lassú lebomlású, azaz egy évnél több szükséges a fele mennyiségre való bomláshoz a gombaölők közül a *fenarimol*, *tebuconazole*, *triadimefon* és *triadimenol* esetében. [85] Oxigénszegény viszonyok között a lebomlás megváltozik, ezért mások a viszonyok a talajvízben és a felszíni vizek üledékében.

2.5. Aktív metabolitok

Igen kevés és pontos ez irányú ismeretünk van. Ha esetleg ismerjük kémiaiilag a bomlástermékeket, a rájuk vonatkozó konkrét toxikológiai vizsgálatok maradnak homályban. A γ -HCH (*lindane*), például vízi környezetben α - és β -HCH-vá alakul, amely a toxikológiának a γ -izomerre* vonatkozó vitathatóan enyhébb megítélését kérdőjelezi meg. [27] A *propachlor* a talaj felső rétegében kb. fél év alatt teljesen lebomlik. Egy konjugált metabolitja viszont az *N*-izopropil-anilin 2 év után is a talajban marad, és a nitrifikáló* baktériumok tevékenységét erőteljesen csökkenti. [120]

2.6. Hulladékkezelési és -raktározási problémák

A gyártás során keletkező többkomponensű vegyületet – amelyben meghatározó mennyiségű a gyártott termék – a szennyezőitől meg kell tisztítani. A tisztítás során gyártási hulladék keletkezik, amely esetleg hasznosítható vagy megsemmisítés előtt veszélyes hulladékként átmenetileg tárolni kell. Korábban, a gyártási hulladék szakszerű tárolására kevés gondot fordítottak, amelynek következménye nálunk ma a BVM garéi hulladéktárolója körüli súlyos környezetvédelmi probléma. A gyártásból kijutó vegyületek mennyiségének csökkentésére szűrő- és tisztító-berendezéseket alkalmaznak. Tény, hogy még a legkorszerűbb tisztító berendezések sem képesek a vízminőséget a „szennyvíz” minőségénél jobbá tenni. Konkrét példaként a *chlordan*e és *heptachlor* példáit ismertetjük: a Velsicol Co., a szer kb. 40 éves gyártása során 300 tonna szennyező anyagot bocsátott ki a levegőbe, ebben kb. 270 tonna szén-tetrakloridot, 0,56 tonna *chlordan*e-t és 0,81 tonna *heptachlor*-t. Ezen kívül 7,7 tonna gyártási hulladékkal terhelte meg a Mississippit. A további hulladékait három cég tárolja. 1987-ig a Velsicol 3140 munkását érte kisebb-nagyobb baleset, és 454 tonna készítményt tartott veszélyes munkahelynek számító raktáraiban. [121–122]

A farmerekhez kerülő növényvédő szer göngyölegének problémája általában nem kavar komolyabb viharokat, pedig újrahasznosításuk (gyakori, hogy gyomirtó szeres ballonokat víztárolásra használnak) igen veszélyes, s a kommunális szemétként való megjelenésük sem igazán kívánatos.

2.7. Szermaradékok élelmiszerekben

Ennél a pontnál nemcsak az emberi ártalomról, hanem házi- és vadállataink táplálékainak szennyeződéséről is szót kell ejtenünk. A növényvédő szerek alkalmazásának legnagyobb kártételeként a madarak pusztítását tartják számon.

Ez főként a táplálékaik (csávázott, talajfertőtlenítő készítményekkel szennyezett magvak, dőglődő rovarok stb.) és ivóvizük szennyeződésének következménye. A madarak esetében sokan ennek tulajdonítják – főként a ragadozó fajoknál – a csökkent termékenységet, a lerakott tojásokban fejlődő embriók nagymértékű pusztulását, amelynek egy része teratogén hatással is súlyosbított. [123]

E területen néhány állítás előre kívánczik:

- Nagyobb az esélye a szermaradék előfordulásának, amennyiben egy hatóanyag lebomlása lassú.
- Jelentősebb a kitettség abban az esetben, ha egy készítmény felszívódó hatású, tehát mosással, hámozással a szermaradék nem távolítható el.
- Halmazódó a probléma, ha a hatóanyag bioakkumulációra vagy biomagnifikációra képes.
- Fokozottabb a probléma, ha a hatóanyag az élelmiszer-feldolgozás alatt nem bomlik el, sőt hő hatására toxikus metabolitja (például *ETU*) képződik.
- Speciális terület az öt év alatti gyermekek táplálására használt élelmiszerek köre.

A piaci termékekben mérhető szermaradék értékekkel kapcsolatos közlemények ma egyre gyakoribbak. A szermaradék megítéléséhez tartozik néhány speciális érték is. Ismert az ún. megengedett szermaradék értéke, amely azt mutatja, hogy mekkora lehet az a szermaradék mennyiség, amely nem esik még forgalmazási tiltás alá. Ezek az értékek időben jelentős változáson mennek keresztül, sőt az egyes országok e tekintetben igen különböző szigorúságú listákat vezetnek. Ezen túlmenően ismert az ún. maximálisan elfogadható napi beviteli érték (= *MADI**), amely arról tájékoztat, hogy egységnyi élő súlyra és időtartamra vonatkozóan mekkora az „eltűrhető” szermaradék mennyisége.

a) **Néhány emlegetett** • Angliában, 1985–1988 között, például birkahúsban a *DDE* előfordulása volt a legszámottevőbb, amely a *DDT* és a *lindane* bomlási terméke. Oka az a *lindane*-tartalmú fürdető szer, amellyel ott a birkákat szabadítják meg élősködőiktől. [27] 1995-ben az Egyesült Királyságban rendkívül magas foszforsav-észter maradékokat mértek sárgarépában. Egyes esetekben a megengedett 25-szörösét is feljegyezték. Oka a *chlorfenvinphos*, *phorate*, *quinalphos*, *pirimiphos-methyl* vagy *triazophos*-szal végrehajtott kezelések voltak és az a tény, hogy sárgarépa igen sokféle vegyület akkumulációjára képes. [124]

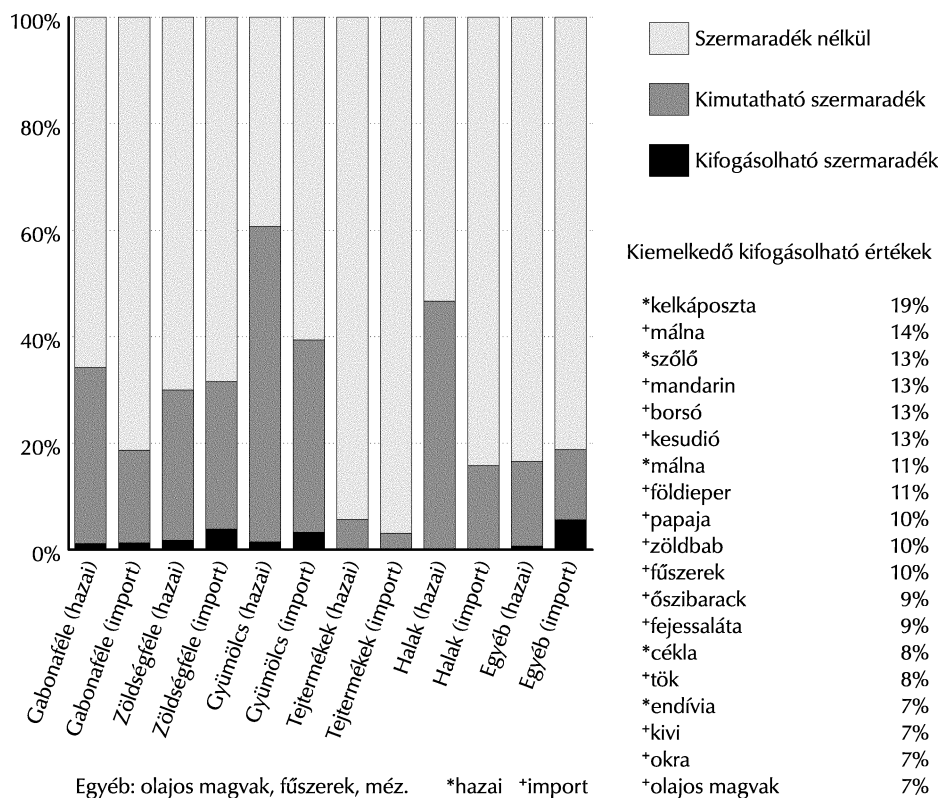
Különösen rossz a reputációja Kínának az élelmiszerpiacon. Több cikkben is az olvasható, hogy a bizonytalan eredetű növényvédő szereket használó „fekete” technológiák évi 10 ezer halálos kimenetelű balesetet okoznak. 1991-ben csak Guangdong tartományban 2086 mérgeződést jegyeztek fel, amelyet szermaradékos zöldségfélék okoztak. A hong kongi esetek óta, amikor *metha-*

midophos tartalmú zöldségfélék okoztak mérgeződések, a világpiacon megkülönböztetett figyelem követi a kínai eredetű élelmiszereket. [125]

India úgyszintén lehangoló bizonyítványt állított ki magáról. 1993-ban a megvizsgált tehéntejminták 82%-a tartalmazott *DDT*-t, és ezek harmada a megengedett maradékérték feletti mennyiségben. Néhány mintában a limit 40-szeresét találták. A *HCH* (évi 60 ezer tonnát használnak Indiában) tartalmát illetően különösen Andhra Pradesh állam emelkedett ki, ahol a tejben mért értékek sok helyen a limit kétszeresét is elérték, ugyanakkor a legkülönbélebb élelmiszerekben is mérhetőek voltak. [126]

Moldovában 1975-ben az ezeken a területen élő állatok 8%-ának húsa, de a gabonafélék és burgonya 5-10%-a jelentős *DDT*-maradékot tartalmazott. A 80-as évek végén a tejporok 30%-ában, a vaj 52%-ában 5-ször több *DDT*-t mértek, mint az engedélyezett szermaradék érték. [108]

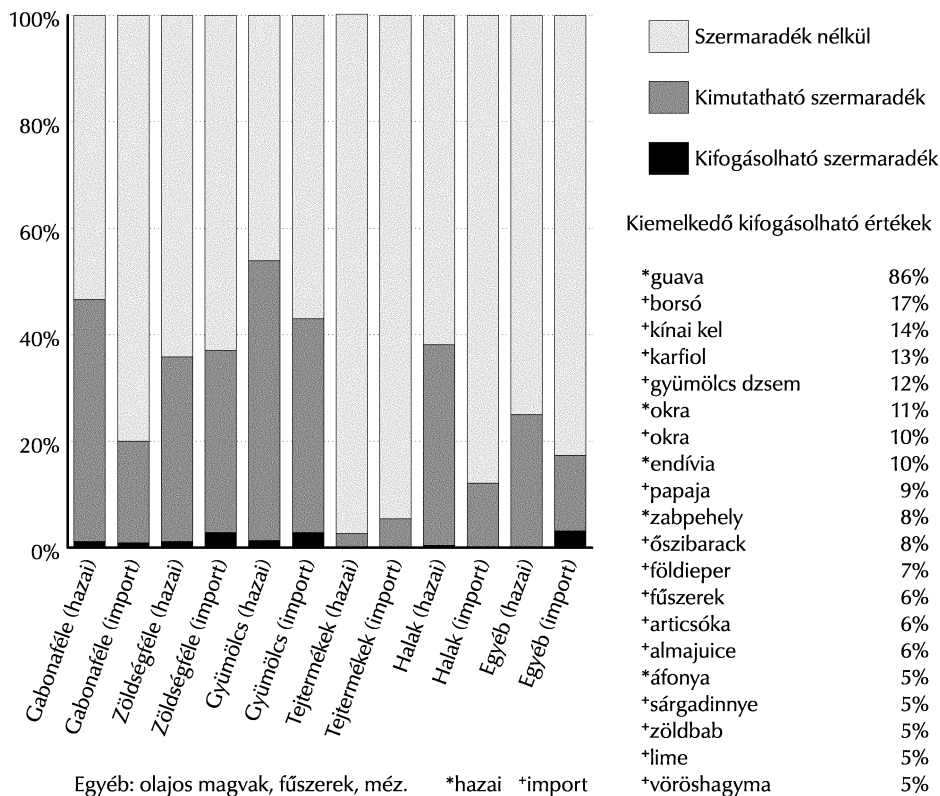
b) Fülöp-szigeteki banán • Elgondolkoztató és sok tekintetben modell értékű példa a Japán fogyasztó kontra Fülöp-szigeteki banán ügy. A 80-as években Japánba Mindanaóról szállított banán többféle peszticidmaradékot (*benomyl*, *thiophanate-methyl*, *mancozeb* stb.) tartalmazott. Mindez évek múlva derült ki, mivel Japánban ezeket a náluk betiltott hatóanyagokat, akkor már nem vizsgálták. Naivul azt hitték, hogy akkor máshonnan sem érkezhettek. Később egy helyszíni bejárásakor derült ki, hogy bizony kellett volna vizsgálniuk, hiszen a felhasználásuk ott tetemes. Néhányan ekkor Japánban tüntetést szerveztek, amelynek célja a Fülöp-szigeteki banánimport leállítása volt. A kampányt követő kivizsgálás 26 veszélyes hatóanyag felhasználását mutatta ki a Fülöp-szigeteki banánültetvényekben, így például az alábbiakat: *aldicarb*, *carbofuran*, *chlorpyrifos*, *diazinon*, *etoprop*, *fenitrothion*, *malathion*, *mancozeb*, metil-bromid, *paraquat*, *phenamidophos* és *phosphamidon*. Sőt, 1985-ben a hatóanyagok némelyikének (*aldicarb*, *carbofuran*, *ethoprop*, *paraquat*, metil-bromid) szállításában a japán tulajdonú Sumitomo helyi kirendeltsége is részt vett, habár ezekre nem rendelkeztek odahaza akkor már engedéllyel. Néhány ültetvényben a *DBCP* felhasználását is megállapították, bár ez a Fülöp-szigeteken is tiltva volt. A japán helyszíni szemlék kapcsán, a Fülöp-szigetek banánültetvényein dolgozó munkások érdeklődése a munkakörülményeikre irányult, amely végül is sztrájkba torkollott. A két ország között kirobbanó „peszticidháború” vezető emberei közül Romaflo Taojo ügyvédet 1985-ben, Oscar Bantayan szóvivőt 1988-ban gyilkolták meg. [127] Japán ekkor már jócskán túl volt a Minamatában (Kyushu, Yatsushiro Bay) bekövetkezett környezetpusztításon, amelyet a Nippon Chisso Hiryo Co. vegyészeti gyár (fő termékei a műtrágya és a vinil-klorid műanyag) ipari szennyvizében lévő szerves higanyvegyületek a tengervíz szennyezésén keresztül okoztak. A biomagnifikáció szabályai szerint a higanysókat a mikroorga-



21. ábra: Peszticid szermaradékok rutin vizsgálatokban. Forrás: FDA, USA, 1993

nizmusok-algák-kagylók-halak táplálékláncon keresztül kerültek végül a halfogyasztók szervezetébe. Először a sirályok és macskák, majd az emberek betegedtek meg. Az 1969-ben történt beismeréséig, és a gyár tulajdonosának nyilvános bocsánatkéréséig 70-en haltak meg és sok részlegesen bénult gyermek volt az áldozat. A környezet évtizedekre elveszítette megélhetési forrását, a tengeri halászatot. Az orvostudományi könyvekbe pedig bevonult, mint a krónikus higanymérgezés tipikus esete, a Minamata kór.

c) **Trópusi élvezeti cikkek** • 1989-ben a csokoládé fogyasztók bizonytalanodhattak el. A kakaóbabban *lindane* és *dichlorvos* maradákokat mértek szerte Európában. Az ezt követő vizsgálatok több, a fejlett országokban betiltott, de az iparilag fejletlen országokban (például Brazília és Malájföld) még használatos hatóanyagra (*aldrin*, *HCH*, stb.) hívták fel a figyelmet. [128] Mindettől alapjában nem különbözik a kávé esete sem, amely a termesztési helytől függően (Af-

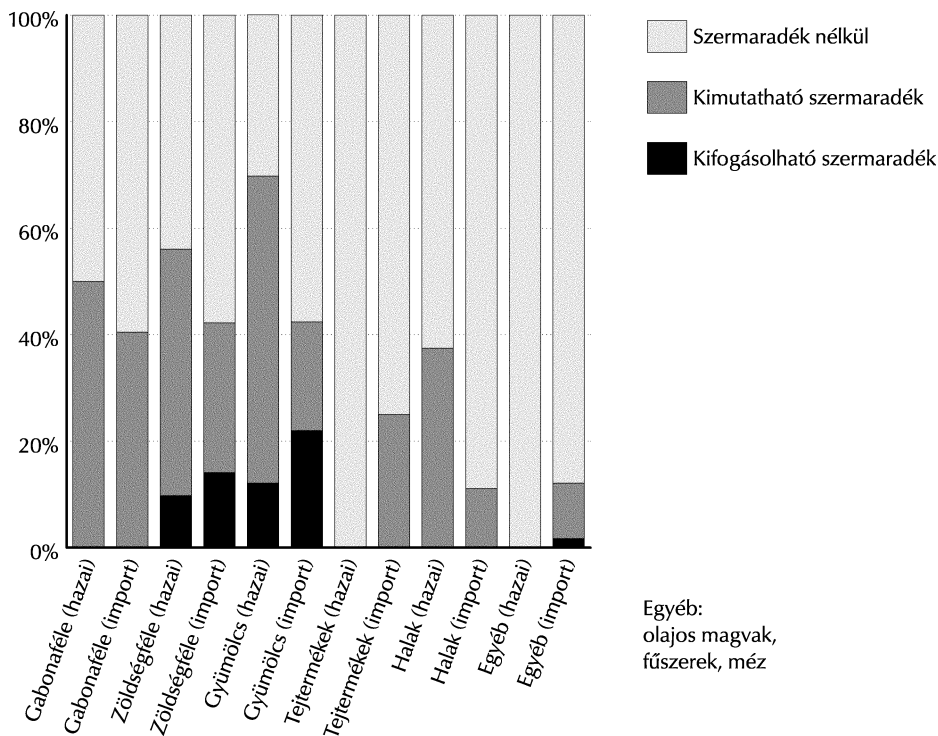


22. ábra: Peszticid szermaradékok rutin vizsgálatokból. Forrás: FDA, USA, 1996

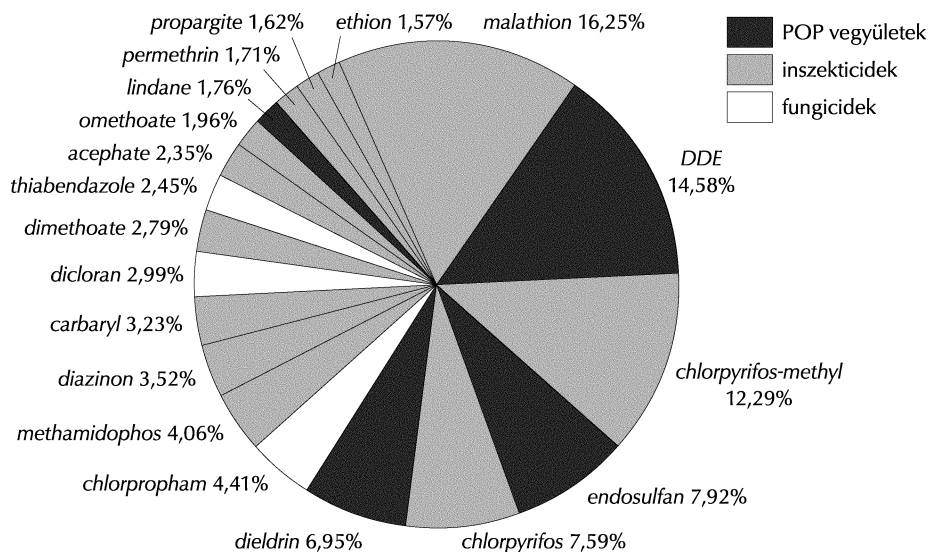
rika, Közép- és Dél-Amerika) DDT- és malathion-szermaradékokban is gazdag lehet. [129] A világhírű kolumbiai kávé termesztéséhez 1991-ben, például az alábbi hatóanyagokat használták: *aldicarb*, alumínium-foszfid, *carbofuran*, DDT, *dichlorvos*, *dicofol*, *disulfoton*, *endosulfan*, *lindane*, *phosphamidon*, *methamidophos*, *methomyl*, metil-bromid, *mirex*, *monocrotofos*, *paraquat*, *parathion* és *parathion-methyl*. [130] Mindehhez társul az indiai teák lehetséges DDT-tartalma is, amely miatt 1996-ban Németország visszautasított egy szállítmányt. [131]

d) Körkép az USA-ról • Az USA-ból jövő hírek nem feltétlenül negatív előjelük miatt kerülnek a könyvben meg tárgyalásra, hanem az FDA rendszeres adatközlése miatt. [132–134]

A táplálékainkkal kapcsolatos adatközlés igen sokféle lehet. Lényeges, hogy rutinvizsgálatokból származnak-e az adatok, vagy célzott vizsgálatokból. Rutin-



23. ábra: Peszticid szermaradékok célzott vizsgálatokban. Forrás: FDA, USA, 1996

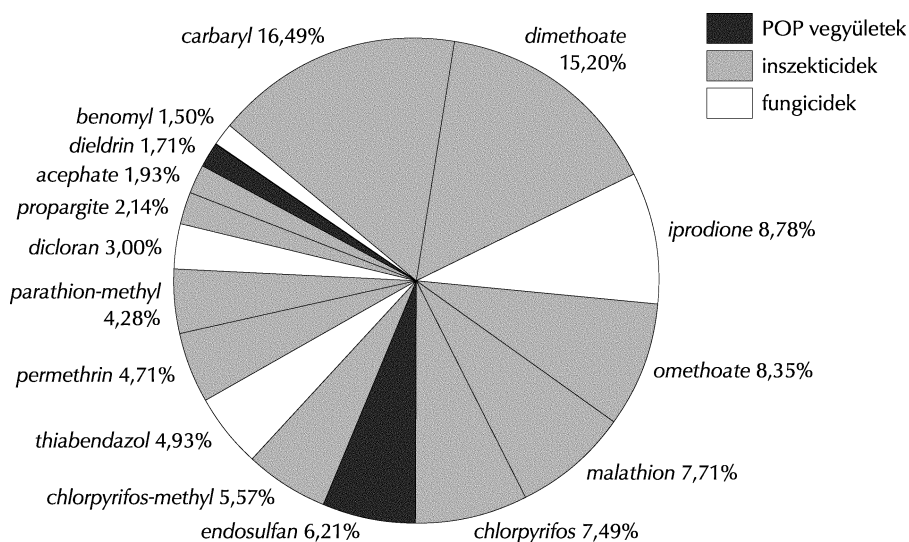


24. ábra: Peszticid hatóanyagok táplálékainkban. Forrás: FDA, USA, 1993

vizsgálatok során sokféle élelmiszert sokféle hatóanyagra vizsgálnak, olyanra is, amelynek előfordulási valószínűsége csekély. Itt tehát a pozitív minták száma alacsony, szemben a célzott minták vizsgálatakor, amikor már az illető élelmiszert a konkrét peszticidre vizsgálják.

Rutinvizsgálatokban, az USA-ban a minták 2-4%-a tartalmaz kifogásolható szermaradék értéket, de ennek közel tízszerese az, amiben kimutatható „elfogadott” szermaradék. 1993 és 1996-ban az import kicsit kedvezőtlenebb képet mutatott. 1993-ban az USA-ban termesztett kelkáposzta, szőlő és málna, az import málna, mandarin, borsó, kesudió és földieper kiemelkedő kifogásolható értékei a jellemzők (21. ábra). 1996-ban az import guava (döbbenetesen magas értékkel), okra és endívia, az USA-ban termesztett borsó, kínai kel, karfiol és gyümölcsdzsem magas értékei figyelemreméltóak (22. ábra). Célzott vizsgálatokban a kifogásolható élelmiszerek aránya zöldség- és gyümölcsfélékben eléri a 10-20%-ot, ami azt jelenti, hogy a rizikócsoporthoz tartozó élelmiszerekből igen nagy eséllyel vásárolhatunk az egészségünkre veszélyes szermaradékot tartalmazó tételeket (23. ábra).

Ha arra vagyunk kíváncsiak, melyek a legkritikusabb hatóanyagok, akkor ez is kétféle ágazik. Amennyiben az USA-ban vehető táplálékok konkrét szermaradékaira vagyunk kíváncsiak, akkor gyakorisági szempontból a *malathion*, *DDE*, *chlorpyrifos-methyl*, *endosulfan*, *chlorpyrifos* és *aldrin* sorrend volt 1993-ban jellemző (24. ábra), s ez lényegében 1996-ban is hasonló képet mutatott. A *malathion*-szermaradék vezet, igaz, hogy mértéke csökkenően van. Mögötte kul-

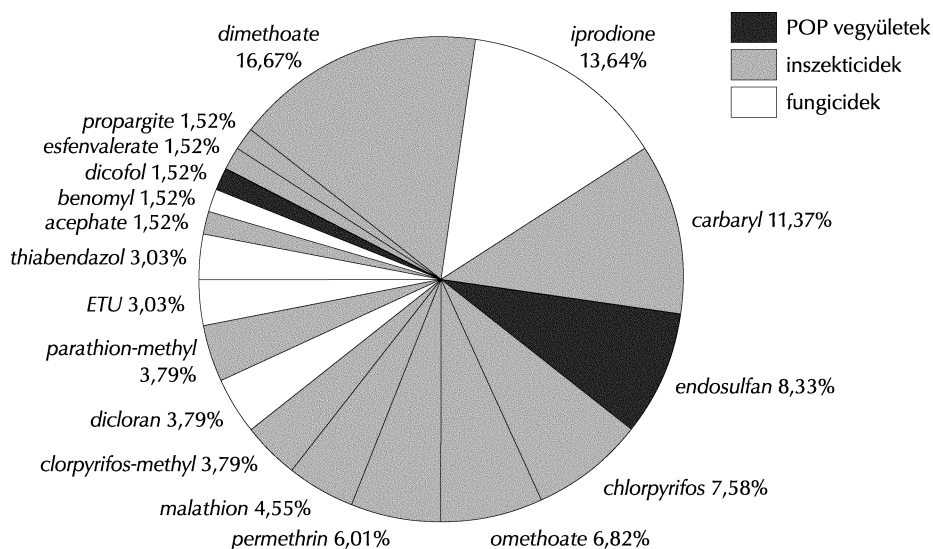


25. ábra: Peszticid hatóanyagok a gyerekek táplálékaiban. Forrás: FDA, USA, 1991–95

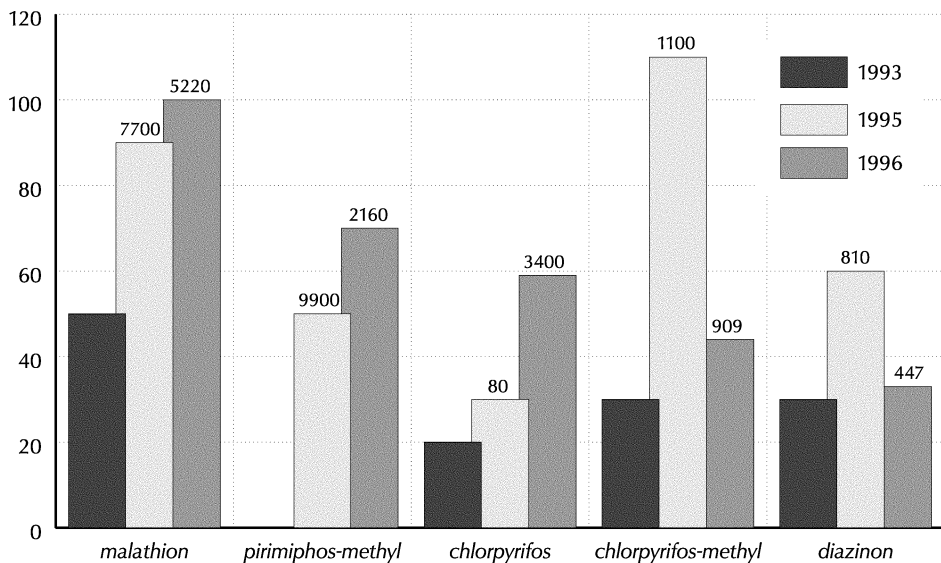
log szorosan kis dózisokban és tartósan alkalmazva a többi, depresszióra hajlamosító idegméreg is. A szermaradékokban az igazán meglepő az évtizedek óta nem használt *DDT* bomlástermékének, a *DDE*-nek a jelenléte és az *aldrin* előfordulása. Gyermekek táplálékai jelentősen eltérnek a felnőttekétől, ezért számukra külön elemzés készül. 1991 és 1995-ben a *carbaryl*, *dimethoate*, *iprodione*, *omethoate* és *malathion* kitettség jellemezte a gyerekeket (25. ábra), amely 1996-ra kissé változott, s *dimethoate*, *iprodione*, *carbaryl*, *endosulfan* és *chlorpyrifos* voltak a meghatározók (26. ábra). Ha viszont átlagos mennyiségeikre vagyunk kíváncsiak, akkor azt láthatjuk, hogy a kevesebb – *malathion*-nal szennyezett – mintában az egy mintára jutó mennyiségek növekednek, és helyel-közzel igaz ez az előzőekben említett többi idegméregre is (27. ábra).

Kaliforniában az intenzív termesztésű földieperrel (a farmerek egy része 34 kg/ha peszticidet is felhasznál egy évben) igen sok gond adódott. 1995-ben a vizsgált 42 gyümölcsféle közül ez volt a legszennyezettebbek egyike. 30 peszticid maradványát mutatták ki (kb. 150 peszticidet használhatnak a károsítói ellen), és a minták 70%-a legalább egy szermaradékot tartalmazott. Különösen kiemelkedő volt a *captan*. Mindezért 1989-ben az *EPA* betiltotta a rákkeltéssel vádolt *captan* használatát a gyümölcs és zöldségfélékben, azonban a felhasznált mennyiség 1990–1995 között mégis 8-szorosára emelkedett. [105, 135]

Ejtsünk néhány szót arról is, hogy az élelmiszeripari feldolgozás során mi történhet a szermaradékokkal. Sajnos sokféle, esetenként nemkívánatos átalakuláson is átmehetnek. Ez volt az oka annak, hogy az *FFDCA* (*Federal, Food, Drug*



26. ábra: Peszticid hatóanyagok a gyerekek táplálékaiban. Forrás: *FDA, USA, 1996*

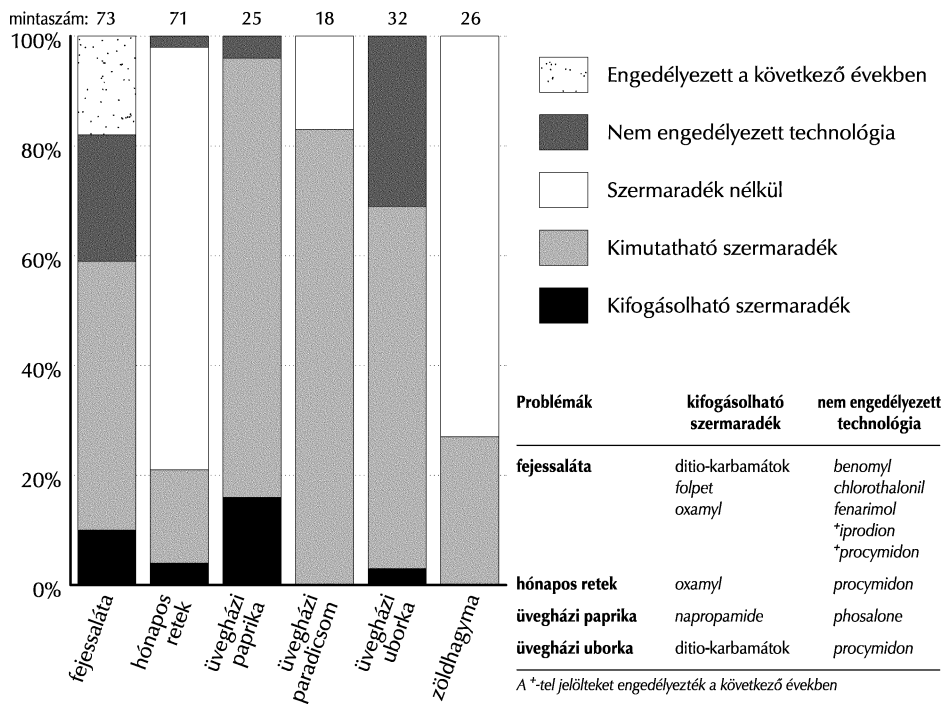


27. ábra: Az élelmiszerekben gyakori hatóanyagok átlaga és (számmal) maximuma.
Forrás: FDA, USA, 1993, 1995 és 1996

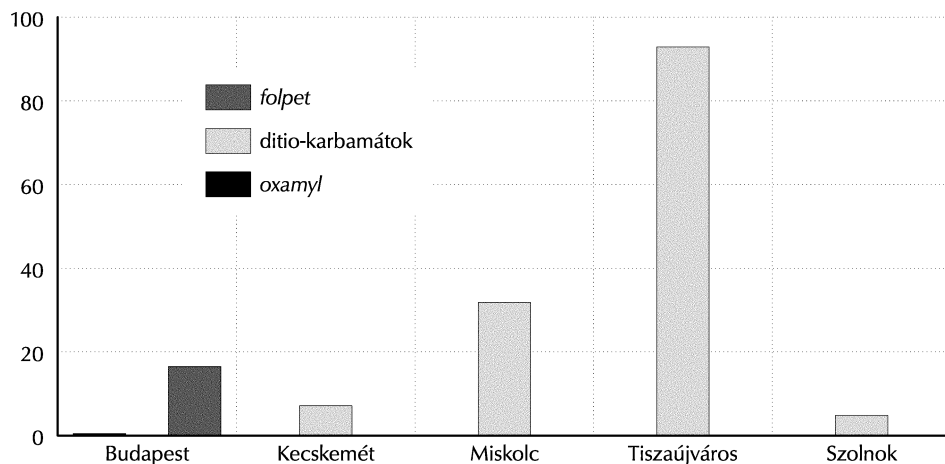
& Cosmetic Act) az *EPA*-hoz fordult, amelyben a *benomyl*, *mancozeb*, *phosmet* és *trifluralin* sürgős felülvizsgálását kérte ilyen szempontok szerint. Az *EPA* 63-ra bővítette azt a listát, amely azokat a hatóanyagokat tartalmazza, amelyek az élelmiszer-feldolgozás során feldúsulhatnak, illetve veszélyes bomlástermékek keletkezhetnek. [136]

e) Hazai bizonyítványunk • Magyarországon a nagyüzemi (értsd növényvédő mérnökök által irányított) termelés időszakában 1,5-2% között ingadozott a megengedett szermaradékot meghaladó termékek aránya. 1993-ban és 1994-ben ez – a növényvédőszer-piac bizonyos fokú liberalizációja után – a laikus felhasználók tevékenységének köszönhetően 5-6%-ra emelkedett. 1996-ban 4% ez az érték, amelyből 2,3%-a nem engedélyezett technológiák alkalmazásából eredt (kritikus termékek: fejessaláta, üvegházi zöldségek, csemegezőlő). 1997 tavaszán primőr zöldségfélékben már 16,5% ez az érték, amelyből 5,6% a magas értékekből és 12,6% nem engedélyezett technológiák alkalmazásából eredt. [137]

Mindez rutinvizsgálatokból származó adatközlés, s azt is hozzátehetem, hogy a kíváncsnál messze kevesebb mintából származnak adataink. Megfelelő kapacitású laborhálózatunk sincs, amely egy ilyen piacot (tessék számolni, Magyarországon hány piacon, hányféle élelmiszert árusítanak, s abban mennyi-féle hatóanyag-maradék fordulhat elő?) nyomon tudna követni, pláne ha azzal



28. ábra: Szermaradékok primőr zöldségfélékben Magyarországon. Forrás: *Fogyasztóvédelmi Főfelügyelőség, 1997*. Bács-Kiskun, Borsod-Abaúj-Zemplén, Fejér, Jász-Nagykun-Szolnok, Somogy, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Vas, Veszprém megyei és Fővárosi NTÁ-k alapadatai



29. ábra: Fejessalátában mért kiemelkedő szermaradék mennyiségek (mg/kg értékben). Forrás: *Fogyasztóvédelmi Főfelügyelőség, 1997*.

is számolunk, hogy az engedélyezett 400 hatóanyag vizsgálata eleve reménytelen helyzetbe hozta ezt a felkészült (technikai felszereltségük jobb is lehetne, ha az állam komolyan gondolná kémiai biztonságunkat), ámde kicsiny vizsgálati kapacitást. A Fogyasztóvédelmi Főfelügyelőség adatait átszámolva bizony sokkal elszomorítóbb statisztikához jutunk, mint azt főntebb láttuk (28. ábra). A tavaszi primőrök vizsgálata során nem sikerült szermaradékmentes fejessalátát, üvegházi paprikát és uborkát találni. A forgalomba hozatalra alkalmatlan üvegházi paprika tételek aránya 18%, míg a fejessalátából ugyanez 9% volt. Rendkívül magasnak bizonyult a termelői fegyelmezetlenségre utaló, nem engedélyezett „fekete” technológiák okozta szermaradék fejessalátában és üvegházi uborkában. Mindezt engedélyezési procedúránk úgy reagálta le, hogy az ezt követő évben engedélyezte az *iprodion* és *procymidon* fejessalátában való alkalmazását, de még ezzel együtt is a fejessaláta, üvegházi paprika és uborka tételek 20–35 százaléka szermaradék szempontjából kifogásolható, s etikusan piacra sem kerülhetne. A legbiztonságosabbnak a zöldhagyma bizonyult. Valószínűleg csak eddig, mert éppen most bővítették ki a *dimethoate* engedélyét erre a növényre.

Aggasztónak nevezhető a termelői fegyelmezetlenség fokozódása. A fejessaláta, a rendszeresen mért magas érték miatt lassan kerülendővé válik Magyarországon. A svéd engedélyezésben dolgozó egyik kollégámtól tudom, hogy ez, sajnos, csöppet sem kedvezőbb a nyugat-európai piacon kapható jégсалáta esetében sem. A hazai felmérésnek a kiugróan magas adatait elemezve, az alábbiakra szeretném a figyelmet felhívni:

- A hasonló jelentésű *WHO* szerinti *MADI* és az *EPA* szerinti *RD** értékei, amelyek a naponta, egészségügyi konzekvenciák nélkül elfogyasztható mennyiséget rögzítik, néhány esetben jelentősen eltérnek egymástól. Az *EPA* 10-szer annyi *folpet*-et vagy 5-ször annyi *chlorothalonil*-t tart elviselhetőnek, mint a *WHO*, és fordítva, *dimethoate*-ből az *EPA* 50-szer kevésbé toleráns. Nyilvánvaló a megállapított „eltűrhető” értékek körüli kínos egészségügyi tanácstalanság.
- A *MADI* értéke másként néz ki egy felnőtt (70 kg) és gyermek (15 kg) esetében, mivel az érték testsúlyra vetített.
- Több Magyarországon mért fejessaláta-mintában az egy adagra (10 dkg) vonatkozó mennyiség is meghaladta a *MADI* értékét a krónikus tesztekben jelentősen elmarasztalt *folpet* és ditio-karbamát (*zineb* és *metiram*) esetében (29. ábra).

3. Következmények

Régen egy vegyület azonnali (akut) mérgezőségét mérték csupán. Bizonyított példák kellettek ahhoz, hogy a legkülönbélebb hatásokra felfigyeljünk. A DDT és társai rendkívül perzisztensek, bioakkumulációra és biomagnifikációra képesek, a *dichlorvos* széles körű mutagén, az *EDB* rákkeltő, az *atrazine* hormonális, a *trichlorfon* és *benomyl* teratogén, és a *parathion-methyl* immunmoduláns hatású, hogy előzetesen csak néhány kirívó esetet említsünk.

A természetes ökoszisztémák tagjai igen bonyolult kölcsönhatásban állnak egymással. A természetben energiaáramlási szempontból rendkívül nagyszámú termelő (növények), fogyasztó (növényevők, megporzók, ragadozók, parazitoidok* stb.) és lebontó (dög- és ürülékfogyasztók stb.) fajokból felépülő tápláléklánc található. A növényvédelemben a kártevő mellett – a fogyasztók csoportjából kikerülő valamelyik számunkra konkurens növényevő – azonban, a növényvédő szerek szelektivitásának hiánya miatt valamennyi nem-célszervezet is „kezelésre” kerül.

A nemzetközi irodalomban *non-target* hatásnak nevezik a nem a célobjektumon megvalósuló hatásokat. [23] A nemkívánatos hatások kapcsán kell beszél-nünk az expozícióról, amely azt jelenti, hogy egy szervezet a mérgező anyagnak milyen mértékben van kitéve. Az emberre vonatkozó ún. toxikológiai piramis csúcsán a peszticidekkel közvetlenül kapcsolatba kerülő munkások (gyártók, formázók, csomagolók és permetlékészítők) vannak. Náluk az akut hatások is jelentkezhetnek, és a krónikus hatások szempontjából is a legjobban érintettek. Ennek oka a rendszeres expozíciójuk. A második, közepesen érintett csoportban az erős krónikus kitettség a jellemző. Ide tartoznak a permetezőmesterek (azonban az elsőbe, amennyiben foglalkozásszerűen és hiányos védőruházatban végzik tevékenységüket), a szállítók (traktorvezetők és pilóták) és a kezelt területeken dolgozó munkások. A harmadik csoportba tartoznak az eseti kitettségű, így főként krónikus hatásoknak kitett fogyasztók, akik az ivóvíz és a vásárolt termékek szennyezőanyagainak fogyasztása révén mérgeződdhetnek, de a kezelt fa-, tapéta, falanyag és szőnyeg stb. mellett élők is, amennyiben a hatóanyagnak bármilyen gázhatása lehetséges. Ha ezt egy kicsit továbbgondoljuk, akkor azt is megállapíthatjuk, hogy vadállataink – amelyeknek viszonylag kevés fogalma van a munka- és élelmezés-egészségügyi várakozási időkről – bizony a piramis csúcsán helyezkednek el.

Nézzük, melyek azok a legfontosabb hatások, amelyek a növényvédő szereket rendszeresen használók családjában emelkedő rizikófaktorral jelentkeznek:

- Fejlődési rendellenességek az utódok között. Minnesotában 1989–1992-ben végzett elemzések szerint a keringési, húgy-ivar- és vázrendszeri fejlődési rendellenességek száma kb. 3,1–5,4 %-kal növekedett. Különösen vonatkozik ez a klór-fenoxi-ecetsav típusú (2,4-D, MCPA stb.) herbicid felhasználókra. Az EED* hatáson keresztül, például a *mancozeb*, *maneb* stb. főként a fiúcse-
csemőket veszélyeztették. [138]
- Több növényvédő szernek (például klór-fenoxi-ecetsav típusú herbicidek) spermatotoxikus hatása van. [138]
- A növényvédő szerek genotoxikus* hatásaiból származóan emelkedik a rizikó a következő viszonylatokban: [139]
 - klór-fenoxi-ecetsav típusú herbicidek: lágyrészsarkóma, *malignus* lymphoma*;
 - triazin herbicidek: petefészekrák;
 - klórozott szénhidrogének: *non-Hodgkin lymphoma*, leukémia, lágyrészsarkóma, tüdő- és mellrák;
 - szerves foszforsav-észterek: *non-Hodgkin lymphoma*, leukémia.

3.1. Akut (heveny) hatások

Földünkön rendkívül sok, az ember szempontjából hasznos élőlény található, közülük toxikológiai vizsgálatokhoz a modellválasztás egyáltalán nem egyszerű vállalkozás.

A mintegy 250 ezer növényfaj 90%-ának (a termesztett növények 66%-ának) megporzását kb. 200 ezer állatfaj végzi. A megporzásban a rovaroknak meghatározó szerepe van, azonban csigák, madarak, kételtűek és emlősök is részt vesznek ebben a nagyon fontos munkában. A rovarok közül a méhfélék kb. 40 ezer faja, darazsak, lepkék, legyek és bogarak megporzó hatása emelhető ki. A házi méh a megporzási feladatok 15%-át végzi el, míg a többit a szinte figyelmen kívül hagyott más fajok. A rovarmegporzók csökkenésében 20%-ra teszik a növényvédő szerek hatását. A zoocidek közül a *bendiocarb*, *carbaryl*, *chlorpyrifos*, *diazinon*, *dichlorvos*, *dimethoate*, *endosulfan*, *fenitrothion*, *fenthion*, *malathion*, *methomyl* és *phosmet* kiemelkedően magas toxicitásáról van tudomásunk. A formázás (hatóanyag-tartalom és a vivőanyagok milyensége) nagymértékben megváltoztathatja egy növényvédő szer toxicitását a méhekre. [140]

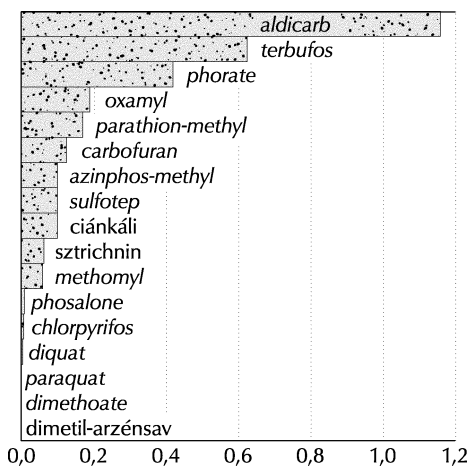
A természetes ellenségek (rovarpatogén* mikroorganizmusok, parazitoid- és predátor-rovarok) jelentős tényezőként ismertek a kártevő rovarok egyedsűrűségének szabályozásában. A hasznos ízeltlábúak megtalálhatók szinte valamennyi rovar és pókszabású rendben, számuk eléri a Földön ismert ízeltlábú fajok 40%-át. [141–142] A nem csak a célállaton ható rovarölő szerek kritika nélküli

alkalmazása felboríthatja a természetben működő dinamikus egyensúlyi állapotokat, és a többé-kevésbé „természetesen szabályozott” kártevőből védekezési kényszert indukáló, folyamatosan gradációveszélyt jelentő kártevőt generálhat. Az aknázólegyek és aknázómolyok tipikusan olyan rovarok, amelyek kártétele a rovarölő szerek széleskörű alkalmazása óta vált ismertté. A vegyi védekezések ugyanis kiemelnek a többnyire gazdaváltó, nem specifikus parazitoidok gazdaköréből néhány kulcsszerepet játszó gazdát, s ennek következtében a parazitoid népességek összeomlanak. [143]

A talaj bonyolult élővilágú életközeg, s a benne élő élőlények közül az ugró-villásokról, férgekről, atkákról, gilisztafélekről és a mikrobiális világról ismereteink nagyon hiányosak. Különösen a talajfertőtlenítő szerek jelentenek drasztikus beavatkozást a talaj életébe, de a csávázó és gyomirtó szerek is érintik ezt. A nem vízzoldékony hatóanyagok jó része kötődik a talaj felső néhány centiméteres rétegéhez, és esetleg hosszú időre elszennyezi azt. Az *aldicarb* és a *DNOC* gilisztafélekre igen toxikusak. [144]

Vízminőség jelző indikátorok a vízibolha- (*Daphnia*) félék. Mint a vízi élőlényekre általában, a piretroidok (de az *amitraz* és *hexaflumuron* is) mutatkoztak a legveszélyesebbnek a 48 órás *Daphnia*-tesztekben. [85]

A gerincesekre gyakorolt akut toxicitást patkányon, madarakon és halakon mérnek. A WHO 1986-ban a világon 0,8–1,5 millióra becsülte a heveny mérgezetek, s 3–28 ezerre tette a halálesetek számát. [27] Az akut mérgeződések megoszlása: öngyilkossági, baleseti és foglalkozási mérgeződések. A farmokon élő gyerekek 40%-ának csökkent acetil-kolin-észteráz* szintjét mérték, amely idegrendszeri problémákon túl előrevetíti a később jelentkező krónikus mérge-



30. ábra: Néhány peszticid akut mérgezősége (1/LD50 mg/kg értékben patkányon)

zésből származó betegségeket. [33] Különösen mérgezők emlősökön az alábbi zoocidek: *aldicarb*, *azinphos-methyl*, *brodifacoum*, *carbofuran*, *methomyl*, metil-bromid, *oxamyl*, *parathion-methyl*, *phorate* és *terbufos* (30. ábra). A „madár-toxicitás” nagyrészt az „emlős-toxicitással” tart lépést, kiemelhetők a *brodifacoum*, *oxamyl* és a *phorate* veszélyessége. Ugyanakkor a *pirimicarb* és *thiocyclam* kivételesen erős madár-toxicitására is fel kell figyelnünk. Halak esetében nagyon más a kép, s a piretroidokat a vízi ökoszisztémákat illetően az extrém veszélyességű anyagok közé soroljuk. [55]

3.2. Krónikus (idült) hatások

a) **Bioakkumuláció és az anyatej minősége** • Többnyire a klórozott szénhidrogének és a fémtartalmú készítmények lipidgazdag szövetekben (zsírszövet, emlőmirigy, herék, petefészek, csontvelő stb.) való feldúsulásáról van tudomásunk. *DDT*-ből a 70-es években Pakisztán (25 ppm); Texas (23 ppm + *DDE* 17 ppm), a 80-as években Zaire (62 ppm) és Costa Rica (59 ppm + *DDE* 46 ppm) lakosainak zsírszövetében volt a legtöbb. *Lindane*-ből Japán (7 ppm) és India (2 ppm) lakosai halmozták föl a legtöbbet. A fentiekén kívül az *aldrin*, *dieldrin*, *endrin*, *HCH*-izomerek, *heptachlor*, *chlordane*, *mirex* és a *camphechlor* felhalmozódása is figyelmet érdemel. [145]

A zsírszövetben felhalmozott klórozott szénhidrogének elsősorban fogyasztkor mobilizálódnak*, amikor is a vérkeringésbe kerülnek, de ugyancsak megmozdulnak a laktációs (= tejelési) fázisban is. Izraeli, spanyol, argentin, mexikói és kazahsztáni adatok ismertek azzal kapcsolatban, hogy a tejtermékek súlyosan szennyezettek lehetnek klórozott szénhidrogén maradékokkal. [27] 1991-ben, Delhiben (India) az anyatejben 12-szer magasabb *DDT*-értéket mértek, mint ami a csecsemők számára még elfogadható érték. Kenya, Kolumbia, Mexikó, Nicaragua, Thaiföld, Törökország és Uruguay térségében hasonló adatok láttak napvilágot. [146–148] Az anyatejjel a szervezetbe kerülő klórozott szénhidrogének hatással vannak a jellege miatt állandóan fejlődésben (osztódás – differenciálódás) lévő immunrendszerre, a hormonális szabályozásra és növelik bizonyos típusú gyermekkori betegségek rizikóját. [149–150] A gyermekek érzékenysége a toxikus anyagokkal szemben nagyobb. Igen sok toxikus anyag tanulási és viselkedési rendellenességet okozhat, és a szellemi kapacitás csökkenését eredményezheti. Spanyolországban, [151] az 1994-ben megvizsgált pasztörözött tejminták 90%-a tartalmazott legalább egy *HCH* izomert.

b) **Biomagnifikáció** • A bioakkumulációra képes perzisztens növényvédő szerek feldúsulhatnak a táplálékláncokban. A klórozott szénhidrogének esetében a vízi ökoszisztémákban ismertek a következő számok: a plankton 265-szörösére dúsítja a tengervízben lévő mennyiségüket, az őket fogyasztó kis halakban ez 500-szorosára emelkedett, ragadozó halakban 75 ezerszeresére dúsult, míg halfogyasztó madarakban ez az érték 80 ezerszeres volt. [27] Egy, az Ontariótórá vonatkozó példa a biomagnifikáció mértékét az alábbiakban adja meg: a fitoplankton a vízben lévő poliklórozott-bifenileket (*PCB*) 250-szeresére dúsította, a zooplanktonban ez 500-szoros volt, az ezeket fogyasztó rákokban 45 ezerszeres, az őket fogyasztó kis halakban 835 ezerszeres, az ebben a tóban csúcsragadozó halban 2,8 milliószorosára, míg a halfogyasztó sirályokban 25 milliószorosára koncentráálódtak ezek a vegyületek. [22]

c) Mutagenitás • Az örökítő anyag természete és működése – lényegét tekintve – azonos a Földön található élővilágban. A növényi kloroplasztiszok* kódrendszere kis mértékben eltér, valamint a Prokaryota (*Archebacterium*-ok és kékalgák, amelyeknek nincs membránnal elkülönített sejtmagjuk) és Eucaryota* (több kromoszómás) élőlények között jelentős szerveződésbeli (*exon-intron**) és funkcionális különbségek találhatók.

A *mutáns** legalább egy gén* (génmutáció*) tartalmában eltérő egyed, amely annak valamilyen eltérő tulajdonságot kölcsönöz. A változás érinthet azonban több gént (kromoszómamutációk*) is, sőt a kromoszómakészletet is (*euploidia**). A mutáció (lehet spontán és indukált) mindig örökletes, amennyiben az ivarsejteket (*gameta*) érinti és lehet szomatikus*. Vegetatív szaporodásra képes élőlényeknél (például növények) a szomatikus mutációk is örökletessé válnak. Állatoknál az ősi ivarsejtek, amelyekből a későbbi ivarsejtek képződnek, a zigóta* igen korai fázisában elkülönülnek, így a testi sejtekben bekövetkező osztódási zavarok sokszor nem jellemzők az ivarsejtekre. A mutáció oka rendkívül sokféle lehet. Napjainkban az ionizáló-, az UV-sugárzás és a mutagén hatású vegyületek állnak az érdeklődés középpontjában. A mutációval kapcsolatban tudnunk kell, hogy egy többsejtű élőlény esetében viszonylag gyakori eseményről van szó. A mutációk egy része neutrális, azaz funkcionálisan nem rontja és nem javítja a gazda helyzetét [152]. A DNS*-ben bekövetkező hibák, változások jelentős részét a sejtekben működő, javító mechanizmusok bizonyos határok között korrigálhatják. Ismeretes olyan betegség (például *Xeroderma pigmentosum*-szindróma), amely ennek a funkciónak a csökkent működésével kapcsolatos. Ezek a betegek igen érzékenyen reagálnak a mutagénekre, s esetükben a rákra való hajlam is kifejezett.

A genotoxikus hatás az örökítés folyamatában következik be. [153] A kémiai mutagenézis vizsgálatával a genetika egyik speciális ága, a genotoxikológia foglalkozik. A vizsgálatokat a legkülönbözőbb élőlényeken végzik. Peszticidek esetében a gyárak korábban az Ames-tesztet használták bizonyítékként arra, hogy vegyületük nem mutagén. Az Ames-teszt *Salmonella typhimurium* baktériumra kidolgozott vizsgálat. Ebben hisztidin-mutáns* baktériumok visszamutálódását mérik. Az indirekt mutagén vegyületek a szervezetben zajló biokémiai folyamatok során alakulnak át mutagénné. Ennek modellezéséhez patkánymáj kivonatot használnak. A mutagenitást mutató vegyületek 60–100%-át karcinogénnek tartják. A maga korában kítűnő és nagy haszonnal alkalmazott Ames-teszt olcsó és gyors tájékoztató tulajdonsága nem is vitatható, azonban problémáival is szembe kell néznünk [56, 154]:

- A más-más mutációk kimutatására alkalmas, különböző *Salmonella typhimurium* törzsek érzékenysége eltérő. Ugyanazon vegyület, azonos mennyiségére néhány törzs mutációval (érzékenyek), némelyek toleranciával (ellenálló) válaszolnak (vö. poligenizmus* jelensége). [152]

- Több vegyület van, ami Ames-tesztben pozitív választ ad, azonban gerincesekben nincs hasonló hatása (csak baktériumokban mutagének): például *p*-nitro-toluol, riboflavin nátrium-foszfát sója stb.
- Több vegyület van, amely Ames-tesztben nem mutagén, azonban gerincesekben annak bizonyul (csak gerincesekben mutagének): például anilin, benzol, vinblasztin, vinkrisztin stb.
- Több vegyület Ames-tesztben negatív választ ad, azonban karcinogén (baktériumokban nem mutagén karcinogének): *aldrin*, benzol, *DDE*, *DES*, *dicolfol*, *dieldrin*, kloroform, szén-tetraklorid stb.
- Több vegyület, habár mutagén, mégsem bizonyítottan karcinogén (nem karcinogén mutagének): például toluamid stb. Mások szerint viszont ez a kategória nem létezik. Szerintük minden mutagén egyben karcinogén.
- A vegyületek egy csoportja gerincesekben sem mutagén, viszont karcinogén (gerincesekben nem mutagén karcinogének): például *aldrin*, *atrazine*, dibenzofurán, *captafol*, *chlorothalonil*, kávésav stb.
- Néhány vegyület nem karcinogén állatokon, de karcinogén emberen (humán karcinogének), például arzén-sók és *phenacetin*.

Napjainkban – peszticidek engedélyezéséhez –, emlős sejtekben *in vitro* kromoszóma-típusú aberráció* és génmutáció, valamint *in vivo* kromoszómaaberráció és mikronukleusz* teszt (csontvelő) vizsgálatokkal egészítik ki az Ames-tesztet.

Fajonként (sőt populációra*, egyedre, ivarra és korra jellemzően) nagyon különböző a detoxifikációs* kapacitás (a detoxifikációs izoenzim-rendszerek sokfélesége és indukciója jól ismert), amelyet bonyolít, hogy egy vegyület farmakológiai útja a célsejt belsejébe többféle lehet. Mindebből számtalan, az illető egyedre/populációra/fajra jellemző másodlagos különbség ered. [23]

d) Karcinogenitás • A rosszindulatú sejtburjánzás – a sejtosztódás szabályozásának felborulása – valamennyi többsejtű élőlényben előforduló betegségcsoport, de az érdeklődés középpontjában az emberrel kapcsolatos tények állnak. Mai ismereteink szerint az emberi rosszindulatú daganatok keletkezéséért 80–90%-ban környezeti tényezők felelősek. [155] Az embernél közel 100 féle betegség tartozik ide, s ezeket az *oncologia* tudománya vizsgálja. Előzménye általában valamilyen, *DNS*-t érintő elváltozás. Az egy daganatot alkotó sejtek egyetlen, többszörös mutáción átesett, tumorosan transzformált* sejt leszármazottjai, tehát a daganatok monoklonális eredetűek. Jó- (*benignus**) és rosszindulatú (*malignus*) daganatokról (ezt tekintjük ráknak) beszélünk aszerint, hogy az milyen „egyensúlyban” él a gazdájával, s hogy áttétek (*metastasis**) képzésére hajlamos-e. Elsődleges (még jó eséllyel gyógyítható) és másodlagos daganatokat

(áttétes állapot, amely többnyire már nem gyógyítható) is elkülönítünk. Az igen gyorsan fejlődő és halálos daganatokat *malignans*-nak minősítik. Az *epithelialis** eredetű rákos daganatot *carcinoma**-nak, a kötőszöveti eredetűeket *sarcoma**-nak nevezzük. A *carcinosarcoma* kialakulásában mindkét sejtpopuláció részt vesz. Speciális neve van a vérképzőszervi (csontvelő, nyirokrendszeri) rosszindulatú betegségeknek, amennyiben *leukaemia* (betegségcsalád 4 fő csoporttal) és *lymphoma* (a nyirokrendszer rosszindulatú betegsége: *Hodgkin-kór** és *non-Hodgkin lymphoma*) néven említjük őket. A bőr pigmentsejtes daganatát *melanoma*-nak nevezzük. Az *adeno**-előtag arra utal, hogy az *epithelialis* daganat kialakulásában valamilyen mirigyes szerv is részt vesz.

A daganatképződés okai igen összetettek, ún. sokfaktorú betegség. Egy részük sejtről sejtre öröklődik, amennyiben az ún. *oncogen**-ekre gondolunk, amelyek valamilyen behatásra aktiválódhatnak (promóció). Ionizáló hatású sugárzás, de az UV-sugárzás is – mutációkat előidéző hatásokon keresztül – kiválthat *malignus* betegségeket. Vegyületek közül az aflatoxinok, az arzéntartalmú vegyületek (bőr-, tüdő-, májrák), az azbeszt (tüdőrák), a benzol (leukémia), a *DES* (méhnyakrák), a dohányfüst több komponense, a konjugált ösztrogének (emlő-, *endometrium*-rák), a mustárgáz (légzőszervi daganatok), a *phenacetin* (húgyhólyagrák), a policiklusos szénhidrogének vagy a vinil-klorid (agy-, máj-, tüdőrák és *lymphoma*) ismertek, mint emberen biztosan daganatkeltő (*carcinogen*) anyagok. [13] A kémiai anyagok okozta daganatok kifejlődését 5–40 év közötti időtartamra teszik.

Iniciált – mutáns daganat – sejtek keletkezése a szervezetben nem ritkaság, az immunrendszer feladata ezek felismerése és elpusztítása. A betegség kialakulásában tehát szervezetünk passzivitásával is részt vállal, úgy, hogy immunrendszerünk nem megfelelő szinten funkcionál, vagy nem ismeri fel a benne zajló folyamatot. Ehhez a mutáns daganatsejt a mutációs változások sorában az immunrendszer számára felismerhetetlenné válhat. Innen és örökletes (hajlamosító) tulajdonságaink miatt van igen nehéz helyzetben a járványtani kutatás, mivel rendkívül eltérő az egyes egyedek ebbéli minősége. Ezért is jelentős az immunrendszer szuppresszióját („kompromittálódását”) előidéző vegyületek hatása, s különösen azok a növényvédő szer hatóanyagok (*diazinon*, *fenitrothion*, *fenthion*, *parathion-methyl*), amelyek a gazda immunrendszerét a parazitákkal (köztük a tumorsejtekkel) kapcsolatban teszik fogyatékkossá. [33] Más vegyületek, mint például a szteroidhormon-hatást (lásd *EED*-vegyületek) kiváltók, az ivarszervi daganatos betegségek kialakulását segítik. Rendkívül elgondolkoztató hatáskombináció, mikor egy nehezen bomló, a vizeket szennyező, a talajvízben bomlásra gyakorlatilag képtelen (tehát a krónikus kitettséget biztosító) vegyület ösztrogén-agonista hatásra képes, továbbá immunmoduláns és karcinogén hatása is van. Ilyen, például a világ és Magyarország peszticidforgal-

mában jelentős szerepet játszó *atrazine*, de valamelyest enyhébb formában a *2,4-D*, *carbaryl*, *dimethoate*, *malathion*, *mancozeb*, *maneb*, *parathion-methyl*, *thiram*, *zineb* és *ziram*. Viszonylagosan kevés közvetlenül daganatkeltő vegyületről van tudomásunk. Az **IARC** szerint, állatokon végzett vizsgálatokban, például a szerves klórvegyületek egy csoportja karcinogén, amennyiben a hatásuk közvetlenül és irreverzibilisen génszinten zajlik, míg egy további csoportjuk tumor-promoter (például *DDT*, *lindane*), azaz kiváltó. A karcinogén növényvédő szerek a daganatos megbetegedések kialakulásának rizikóját növelhetik genotoxikus (mutagén), tumor elősegítő (*co-carcinogen* vagy tumor-promoter), hormonális (a hormonális egyensúly felbomlása vezet méh-, petefészek-, here-, emlő-daganatok kialakulásához) és immunszuppresszív (a rákos sejtek és a fertőző organizmusok elleni védekezés hatékonyságát csökkentik) hatásaik révén. A tumor-promoter vegyületek hatása erősebben dóziszfüggő és a kezdeti szakaszban reverzibilis, azaz csak bizonyos mennyiségük váltja ki ezt a hatást (néhányak szerint elképzelhető az is, hogy a gének demetilálásán* keresztül hatnak). Az elbírálást ugyanakkor tovább nehezíti, hogy nem csupán genotoxikus anyagok lehetnek karcinogének (lásd nem mutagén karcinogének csoportja). Az emberre gyakorolt hatás megítélése nagyon nehéz, mivel közvetlenül ránk vonatkozó adatokhoz – könnyen belátható orvostikai okok miatt – nem juthatunk (lásd közvetett tanulmányok: foglalkozási betegségek, járványtani tanulmányok). Mindezt pótolják az igen drága állatkísérletek, amelyeket azonban nem teljes mértékben bizonyító információknak tekintünk.⁴

Kelet-Európában (Lengyelország, Magyarország, Csehország, Szlovákia, Románia és a Jugoszláv utódállamok) a daganatos megbetegedések közül a tüdőrák, és a vastagbélrák gyakorisága is emelkedőben van, míg Nyugat- és Észak-Európában csökkenőben. [156] A megoldást a dohányzás és az alkoholfogyasztás (hatása ebből a szempontból csak közvetett) csökkentésében látják, míg a húgyhólyagrák esetében a foglalkozásszerűen kémiai vegyületeknek való kitettség elkerülését említik.

Az egyik legkorábbi összefoglaló erről a területről 1988-ban az Amerikai Orvosok Szövetségéhez tartozó *Council on Scientific Affairs* nevében jelent meg, [157] s ebben azt találjuk, hogy habár a növényvédő szerek re-regisztrációja sürgető lenne az **EPA** – kapacitási okokból – kb. a hatóanyagok 5%-át tudja csak egy évben felülvizsgálni. Ugyanakkor a foglalkozási betegségek követésekor 35 ezer

⁴ †*Medveczky István állatorvos megjegyzése* (1998. november 6.): Ha egy anyag teratogén vagy karcinogén hatása bizonyított állatban, nem vizsgálnám az adaptálhatóság kérdését. Az onkogének ugyanis univerzális gének; az ecetmuslica és az ember *onc* génje 95%-ban azonos. Ugyancsak értelmetlen az adaptálhatóság kérdése olyan kémiai szerekkel kapcsolatban, amelyek univerzális Eucaryota sejtfolymatokba avatkoznak.

wisconsini farmer adatainak elemzésekor világos összefüggést találtak a gyomirtó szerek és műtrágyák (ivóvíz *N*-nitrózamin-szennyezettsége), valamint a vastagbélrák előfordulása között.

Az *EPA* listáján [58] a Magyarországon használt hatóanyagok közül a 6. mellékletben foglaltakat találjuk. Ezek közül a **B2** (= emberen valószínűleg rákkeltők, állatkísérletekben elégséges evidencia van a karcinogenitásukra) és a **C** kategóriában (= emberen esetleg rákkeltők, állatkísérletekben limitált számú adat ismert) találunk peszticideket. [158]

Állatkísérletekben az *IARC* [31] szerint elégséges bizonyíték mutatja, hogy a *dichlorvos* és a *nitrofen* rákkeltők; azonban emberen még nincsenek bizonyító erejű adatok. Állatkísérletekben limitált mennyiségű információ áll rendelkezésre az *atrazine*, a *chlorothalonil*, a *lindane* és a metil-bromid esetében, azonban az emberre vonatkozó ismeret itt is hiányos. A *2,4,5-T*, *2,4-D*, valamint ezek észterei és az *MCPA* esetében limitáltak az emberre vonatkozó adatok (lágyszarkóma és *malignus lymphoma*), azonban ezeket a *2,4,5-T* kivételével vitatja a *WHO* az állatokon végzett kísérletek miatt. Ez utóbbi hatóanyagok esetében természetesen nem feledkezhetünk meg a klór-fenoxi-ecetsav típusú herbicidek gyártásakor keletkező dibenzo-dioxin-szennyezettség hatásáról, amely jelentősen összekuszálja a képet. Ezek alapján az *IARC* a **2B** (értsd: emberen esetleg karcinogén) kategóriába sorolta a *dichlorvos*, az *atrazine* és a *nitrofen* hatóanyagokat. Az *IARC* a klór-fenoxi-ecetsav típusú herbicideket (járványtani vizsgálatok alapján) és a *HCH*-vegyületeket is idesorolta, azonban egyenkénti besorolásukat már nem végezte el. További zavaró momentum, hogy a foglalkozásszerűen rovarölő szereknek kitett emberek a **2A** kategóriába (értsd: emberen valószínűleg karcinogén) tartoznak, azaz *in vivo* is vannak terhelő adatok, csak azok hatóanyagokra bontását nem sikerült még megoldani. [158]

Az *US National Cancer Institute* (NCI) és a *National Toxicology Program* (NTP) az 1976 és 1992 között vizsgált növényvédő szerekkel kapcsolatban az alábbiakat adta közre [159]:

CE (= világos összefüggés a daganatos megbetegedés és a hatóanyag között): *captan* (egérben *duodenum polypoid carcinoma*), *nitrofen* (egérben májrák és nőstény patkányban hasnyálmirigyrák), *trifluralin* (nőstény egérben máj-, tüdő- és gyomorrák), *chlorothalonil* (patkányban veserák), *daminozide* (patkány nőstényben méhrák-féleségek), *HexaCDD*-szennyezettség (egérben és nőstény patkányban májrák), *TetraCDD*-szennyezettség (nőstény egérben lágyszarkóma; patkányban és egér nőstényben pajzsmirigyrák; egérben és patkány nőstényben májrák), *ziram* (patkány hímben pajzsmirigyrák), *dichlorvos* (egér nőstényben gyomorrák), *ETU*-szennyezettség (patkányban és egérben pajzsmirigyrák; egérben májrák és agyalapi mirigy adenoma);

SE (= néhány összefüggés a daganatos megbetegedés és a hatóanyag között):

dichlorvos (patkány hímekben leukémia, hasnyálmirigy adenoma; egér hímekben gyomorrák);

EE (= gyenge összefüggés a daganatos megbetegedés és a hatóanyag között): *phosphamidon* (patkányban), *azinthos-methyl* (patkány hímekben), *fenthion* (egér hímekben lágyrészsarkóma) és rotenon (patkány hímekben).

Járványtani tanulmányok szerint [139]:

Azoknak a farmereknek a körében, akik növényvédő szerekkel aktívan dolgoztak, jelentősen megnőtt a *malignus lymphoma*, a *multi-myeloma** (ezekben a háziállatokkal kapcsolatos zoonotikus vírusok részvétele még tisztázatlan), *non-Hodgkin lymphoma*, a leukémia és a prosztatarák előfordulása.

A herbicidek közül a klór-fenoxi-ecetsav típusúakkal dolgozó farmerek körében megnőtt a lágyrészsarkóma és a *non-Hodgkin lymphoma* előfordulása (mindez eltérőnek látszik abban, hogy hol gyártották ezeket a hatóanyagokat, azaz mennyi bennük a *PentaCDD*- és *PentaCDF*-szennyezettség), az *atrazine* alkalmazása viszont a petefészekdaganattal volt kapcsolatba hozható.

A rovarölő szerek közül a *dichlorvos* (de a nikotin és a piretrinek is) húsz év lappangás után a leukémia előfordulásával volt kapcsolatba hozható; a klórozott szénhidrogének gyenge ösztrogén aktivitása a mellrák és az endometriózis kialakulásában „segíthet”. A metil-bromiddal dolgozók körében a leukémia és a *non-Hodgkin lymphoma* gyakoribb.

A terhes anyák kitettségéről, illetve bioakkumulációra képes és az anyatejjel kiválasztásra kerülő (például klórozott szénhidrogének) növényvédő szerekről is szót kell ejtenünk. A *National Resource Defense Council* (USA) meggyanúsította a *daminozide* bomlástermékét az aszimmetrikus dimetil-hidrazint (= *UDMH*), a ditio-karbamátok (*chlorpropham*, *mancozeb*, *maneb*, *metiram*, *propineb*, *thiram*, *zineb*, *ziram*) bomlástermékét az *ETU*-t, de az *acephate*, *captan*, *chlorothalonil*, *folpet*, *parathion* és *parathion-methyl* hatóanyagokat is, hogy a 6 év alatti gyermekek esetében növelik a rákos megbetegedések rizikóját. Az állításból igen komoly bonyodalmak származtak, melynek eredményeként a *daminozide* visszavonásra került az USA-ban. Az ügyben úgy támogató mint ellenvélemény napvilágot látott. [27] Az USA-ban végzett felmérések szerint a lakásban és a ház körül használt növényvédő szerek és a gyermekkori agytumor gyakorisága között összefüggés mutatható ki. [160] Ez a vizsgálat a *carbaryl*-t, *diazinon*-t, *dichlorvos*-t és a *lindane*-t marasztalta el. Egy másik felmérés szerint – amely nagy feltűnést keltett – a lágyrészsarkóma rizikója 4-szeresére emelkedett azoknak a családoknak a 15 éven aluli gyermekei között, akik játszásra használt kertjeikben növényvédő szereket használtak (a pázsit védelmére, például *2,4-D*-t, *carbaryl*-t és *diazinon*-t). A gyermekkori *lymphoma* kialakulásának esélyét növelték a *chlorpyrifos* és *diazinon*; míg a *dichlorvos* (lásd háztartásokban

a folyamatos kibocsátású légyirtó szalagok) és a gyermekkori leukémia között találtak összefüggést. [161] Az USA-ban évi 8 ezerre teszik a gyermekkori daganatos megbetegedések számát, és 1600 halálesetet regisztrálnak. Mások viszont, bár a növényvédő szerek lehetséges szerepét nem tagadják a mezőgazdasági környezetben élő gyermekek rákos betegségeinek kialakulásában, azonban az ionizáló hatású besugárzásnak, a kemoterápiás szereknek és az anya által szedett DES-nek a betegségek kialakulásában betöltött meghatározó szerepére hívják fel a figyelmet. [162]

Ezen a ponton tehetjük meg a veszély és kockázat fogalmának elválasztását, amely a karcinogén anyagok környezetünkben való maradásának gyakori oka. Egy bizonyos vegyület egy bizonyos dózisban és kitettség mellett daganatkeltő lehet. Ezt nevezzük veszélynek. A kockázatelemzés viszont e veszélyhelyzet kialakulásának valószínűségét analizálja. A kockázatot számtalan dolog csökkentheti, például védőruha használata, betartott munka- és ételmezésügyi várakozási idők, a kiváltó dózis tartós fogyasztásának alacsony valószínűsége stb. Mindez azért bizonyos értelemben játék a tűzzel, s csak ott nyer értelmet felvállalása, ahol biztonságos helyettesítő technológia nem létezik. A növényvédő szerek esetében ez ritkán fordul elő.

e) Teratogenitás • A megtermékenyüléstől a születésig terjedő időszakban bekövetkező fejlődési zavarokat gyakran azonosítják a teratogén hatással (= *sensu stricto* fejlődési rendellenesség), amely általában torzfejlődést jelent. Gyakorlatilag azonban *sensu lato* teratogenezisről beszélünk minden a fogamzás és születés közötti időszakra vonatkozó probléma esetében. Az ivarsejtek érési folyamatait gátló vegyületeket kemosterilánsoknak (= ilyen gametotoxikus hatással gyanúsított a *benomyl*, *fenarimol*, *thiram*) nevezhetjük. Különösen a spermiumok igen érzékenyek érési folyamatuk, a spermiogenezis* során különböző vegyületekre. Növényvédő szerek közül, e területen jelentős hírnévre tett szert a DBCP hatóanyag. [163]

A megtermékenyített petesejt, vagy zigóta az embrionális fejlődés során igen sok sejtosztódást és differenciálódást magában foglaló átalakulásba kezd. A korai embriogenezis időszakában zavarokat okozó vegyületeket nevezzük embriotoxikusnak* (például *thiram*), amelyek sokszor az embrió felszívódásával járnak együtt, míg a késői, születés előtti (prenatális) időszakban a magzat (= *foetus* – emlősökre vonatkoztatva) elhalását és spontán vetélését (= fetotoxikus* vegyületek: *dimethoate*, *dichlorprop*) eredményezheti több vegyület is. [59–60] A teratogén hatás ezekről a szokatlan formában, élve vagy halva, fejlődési rendellenességgel születő esetekről szól. Tágabb értelemben ide sorolják a mentális retardációval születő egyedeket is.

Madarak esetében a tojásban eltöltött időre vonatkoztatják az embrionális

időtartamot, míg halaknál az megtermékenyített ikrán (vö. pete és tojás) belül töltött időszakra. A kelés (születés) és ivaréretté válás közötti időszakot poszt-embriónális fejlődésnek nevezzük. Különösen veszélyesek a tojásokra rakódó, permetezhető olajkészítmények, amelyek eltömve a tojáshéj pórusait, az embrió oxigénhiányos fejlődését idézik elő, amely pusztulással és fejlődési rendellenességekkel is jár. Ebből a szempontból a tisztított és tisztítatlan olajszármazékok között nincs különbség. A klórozott szénhidrogének (*DDE*, *DDT*, *dicofol*, *lindane* stb.) által okozott „puha tojáshéjúság” több, lassan szaporodó csúcsragadozó madárfajt juttatott a kipusztulás szélére. Az USA címerállatának, a fehérfejű rétisasnak (*Heliaetus leucocephalus*) a populációcsökkenését vizsgálva azt találták, hogy a szervezetében felhalmozódó *DDT* miatt a tojócsővéen áthaladó tojások héjába nem tud megfelelő mennyiségű kalcium beépülni. Ezek a tojások – a kotláskor – összeroppannak a madarak súlya alatt. Ez esetben a készítmények biomagnifikációja és ösztrogén-agonista hatása a kalcium-anyagcsere zavarát okozzák. Tovább súlyosbítja a helyzetet, hogy a madarak a tojásaikba kiválasztanak klórozott szénhidrogéneket, ez egyrészt az utódok fejlődésében okoz problémát, másrészt a tojásfogyasztó állatok is érintetté válnak.

Zoocidek közül külön ki kell emelni a *parathion-methyl* madarakon tapasztalható embriotoxikus és teratogén hatását. Hasonló eredmények *acephate*, *azinphos-methyl*, *chlorpyrifos*, *diazinon*, *dichlorvos*, *dimethoate*, *lindane*, *malathion*, *methomyl* esetében is napvilágot láttak. Az *endosulfan* és a *fenitrothion* toxicitásával tűnt ki. Herbicidek közül a klór-fenoxi-ecetsav típusú gyomirtók (*2,4-D*) embriotoxicitásáról és teratogén hatásáról van tudomásunk, de a *paraquat* és *fosamine* kiemelkedően negatív hatására is fel kell figyelniük. Nagy dózisokban a *trifluralin*, *propanil*, *diclofop*, *dicamba* és *simazine* embriotoxikus és teratogén hatása is mérhető. A *bromoxynil* is a gyanúsítottak között van, azonban az ezt felvető kísérletben a vegyületet *MCPA*-val kombinálták (más tesztben az *MCPA* egyedül nem okozott ilyen hatást). Fungicidek közül a *maneb* kiemelkedő embriotoxicitása és teratogenitása ismert. [123]

A teratogenitás megítélése igen nehéz. Egyrészt emberre bizonyítottan teratogén hatású anyagokat azonnal be kellene tiltani, hiszen a hatás a következő nemzedéket veszélyezteti. Másrészt többen tagadják, hogy az alkalmazott modellállatokon (többnyire egér, patkány, nyúl, kisebb mértékben sertés, kutya, macska és majom) kapott eredmények az emberre maradéktalanul alkalmazhatók. A teratogenitással kapcsolatos ismereteket Schardein [18] kitűnő könyve segítségével próbáljuk áttekinteni:

Igen sok fungicid állatkísérletekben teratogén. Patkányokon a mangán- és cink-tartalmúak (*mancozeb*, *maneb*, *metiram*, *propineb*, *zineb*, *ziram*) valamennyien többirányú elváltozást okoznak. A *maneb* bomlásterméke a 2-imidazolidin-etion a központi idegrendszer zavart fejlődését eredményezi. A *biter-*

tanol néhány napos adagolása farok, szájpadrás, állkapocs és szemfejlődési zavarokat okoz. Patkányon és egérben a *benomyl* [164] az organogenezis* során torzfejlődést idéz elő. Egymásnak ellentmondó eredmények születtek *captan*, *carbendazim* [165] és *dinocap* alkalmazásakor. Emberre vonatkoztatva csupán a *zineb*-bel van tapasztalat, amennyiben reprodukív szervrendszeri problémákat okozott a gyártásban dolgozó asszonyoknál.

Herbicidekkel kapcsolatos vizsgálatokban a *2,4-D* teratogénnek bizonyult. Egérben nyitott szájpadrású utódokat, míg hörcsögön 22%, patkányon 71% torzszülött utódot eredményezett. A *2,4-D* észterei (metil, izopropil, butil, izooktil) és származékai (butoxi-etanol, dietil-amin, dimetil-amin) hasonló eréllyel teratogének. A *dichlorprop* egéren fetotoxikus tulajdonságot mutatott. A *mecoprop* patkányon bizonyult teratogénnek. A *nitrofen* (egyesek szerint a pajzsmirigy hormontermelésének zavarait előidézve) jelentős rekeszizom problémákat okozott egéren, és vese- valamint légzőszervi problémákat patkányon. A *chloridazon* hörcsögön bizonyult teratogénnek borda- és farokképződési zavarokat előidézve. Az emberre vonatkozó tények a vietnami háború AGENT ORANGE (*2,4,5-T* + *2,4-D* + *TCDD*) históriájából lehetnének ismertek, azonban a ma rendelkezésre álló adatok már rendkívül ellentmondóak, például egy amerikai hivatalos katonai jelentés szerint 1962–1969 között a torzszületések száma Vietnamban az ázsiai átlagnak megfelelt, míg az *American Association for the Advancement of Science* (*New Yorker* 1970. február 4., március 14.) szerint legalább 3800 deformált gyermek (nyitott szájpadrással és gerincoszloppal) született 1964–1968 között csak Saigonban.

A zoocidek közül a *carbaryl* több állatfajon is teratogénnek bizonyult. A *carbofuran* egérnél okozott májképződési zavarokat. A *chlormequat* szemképződési zavarokat és többujjúságot okozott hörcsögön. A *cypermethrin* és *deltamethrin* patkányok vázrendszerében okozott deformációkat. A *dimethoate* fetotoxikusnak bizonyult, bordaképződési zavarokat és sokujjúságot indukált. A *diazinon* sokféle fejlődési rendellenességet (váz- és idegrendszeri) vált ki patkányon. A *fenthion* egéren 15% torzszületésű utódot eredményezett. A *parathion-methyl* a csontosodási folyamatokat gátolta egéren és patkányon is. A *cyhexatin* nyulakon bizonyult teratogénnek.

Emberen csak *trichlorfon* esetében (egéren, patkányon, hörcsögön és sertésen is teratogénnek bizonyult korábban) tűnt megalapozottnak a gyanú. Rinya (Magyarország) körzetében, 1989–1990 között 15-ből 11 gyermek Down-kórral*, vagy veleszületett szív-, esetleg tüdőrendellenességgel látta meg a napvilágot. Mindeközben azt tapasztalták, hogy a közeli halastóból származó halak fogyasztásával 40-szer több *trichlorfon* kerülhetett az ott élők szervezetébe, mint az elfogadható napi felvétel. A *trichlorfon*, amelyet halak paraziták ellen használtak ebben az időben, ezt követően a hazai mezőgazdaságban betiltásra került [166–167]

Egy, az előzőektől eltérő példa a *chlorpyrifos* esete, ahol a tesztállatokon [168-170] való teratogenitás kérdéses maradt, míg emberre vonatkozóan található terhelő adat. [171]

f) Immunmoduláció • Az immunrendszer központi szervei a csecsemőmirigy (*thymus**) és a csontvelő, periferiális részei a nyirokcsomók, lép, nyálkahártyák (MALT-rendszer: mandulák, vakbél stb.) és bőr (SALT-SIS-rendszer). Az immunválaszban különböző sejtek (fehérvérsejt vagy *leucocyta*-k) vesznek részt, így a *lymphocyta*-k*, mononukleáris *phagocyta*-k, *dendriticus* sejtek és *granulocyta*-k. A *lymphocyta*-k csontvelői eredetűek. Feladatukat a járulékos sejtekkel (*macrophag*-ok, *dendriticus* sejtek) együtt látják el. B- (*bursaekvivalens*-függő*), T- (*thymus*-függő) és természetes ölő (NK-, vagy *natural killer*) sejtek a főbb típusai. A B-*lymphocyta*-k termelik az ellenanyagokat (antitest*). A T-*lymphocyta*-k (a csecsemőmirigyben érnek) közül a segítő T-*lymphocyta*-k (T_H) zömmel szabályozási funkciókat látnak el és citokineket termelnek. A termelt citokinek mintázata polarizált immunregulációt eredményez. Az 1.-típusú sejtek inkább γ -interferont, IL-12, stb.; a 2.-típusúak pedig IL-4, IL-5, IL-10 stb. citokineket termelnek. Ez a két „pólus” egymást gátolja, előbbiek a sejt közvetített (például *macrophag*, NK), utóbbiak a humorális (B sejt) immunválaszt serkentik. A citotoxikus* T-*lymphocyta*-k (T_C) ölő hatású sejtek (a CTL-sejtek citotoxikus anyagokat termelnek) és a főleg vírussal fertőzött vagy tumorosan transzformált célsejteket pusztítják el. Teljesen külön csoport a természetes ölő sejtek (NK sejtek), amelyek (szemben a T és B sejtekkel) nem rendelkeznek a csontvelői átrendeződéssel keletkezett antigénspecifikus* receptorokkal. A mononukleáris *phagocyta* sejtek csontvelői eredetűek, idetartoznak a *monocyta*-k és szöveti differenciáltabb formájuk, a *macrophag*-ok. Ők a fagocytózisban és az egyes sejtek között ható interaktív molekulák szintézisében (például citokinek) vesznek részt. A *dendriticus* sejtek a lépben és a nyirokcsomókban találhatók. Fő feladatuk az antigénbemutatás. Elsősorban az immunválasz indukciójában és egyes típusaik a B-*lymphocyta*-k stimulációjában vesznek részt. A *granulocyta*-k közül a *neutrophil* (gyulladásokban), *eosinophil* (paraziták ellen és allergiás reakciókban) és *basophil granulocyta*-k (gyulladásokban, hisztamin és szero-tonin képzés) ismertek. Ezek számos citokinfélét termelnek. [172–173]

A klórozott szénhidrogének lipidgazdag szövetekben való akkumulációjának felismerése már előrevetítette ezt a hatást, hiszen a csontvelő – ahol az immunválaszokban résztvevő fehérvérsejtek termelődnek – is tipikusan ilyen szövet.

1988-ban Skandináviában figyeltek fel arra (először Anholt partjainál, később máshol is az Északi-tengerben), hogy a fókák pusztulnak. A vizsgálatok azt mutatták, hogy az állatokat egy olyan vírusos betegség (PDV* – az ismertebb szopornyicavírus egy rokona) támadta meg, amely addig nem okozott halálos

kimenetelű megbetegedéseket. Egy év alatt 44 ezerből 18 ezer foka pusztult el. A klórozott szénhidrogén tartalmú heringeket fogyasztó északi-tengeri fókák immunrendszerének hatékonysága a harmadára csökkent. [33] Az Északi-Tenger mellékén élő országok tudósai 1990-ben, 19 forgalomban lévő növényvédőszer 50%-os redukcióját javasolták. Ez bővült később 23-ra, a vizek szennyezésében élenjáró növényvédőszer megnevezésével, amelyet „Vörös Lista”-ként ismerünk (6. melléklet [110]).

1988-ban Cardigan Bay-ben (Wales) dögölt delfineket vetett partra a víz. 1992-ben, viszont Spanyolországban (Valenciához közel) a Földközi-tenger mellékén történt ugyanez. A pusztító járvány gyorsan terjedt, s az áldozatok száma hamarosan meghaladta az ezret. A pusztulás hátterében ismét egy vírust találtak, amely azonban ugyancsak nem okozott korábban súlyos járványokat. Mikor a megbetegedett delfinek zsírszöveteit megvizsgálták, azt találták, hogy 2–3-szor több klórozott szénhidrogént tartalmaz, mint az egészségeseké.

Florida partjainál vizsgált elhullott delfinekben kimagasló növényvédőszer [50–100-szoros *TBT*: faanyag konzerválásra használt szerves cink vegyület (*organotin*, itt *tributiltin*) és klórozott szénhidrogén] maradékot és legyengült immunrendszert találtak. [174] A *TBTO* (*tributiltin*-oxid) a hormonális háztartást zavarja össze puhatestűeknél (kagylók és csigák), és az immunrendszerre gyakorolt gátló hatása is ismert. A „kép” ekkor állt össze; ezek a perzisztens és bioakkumulációra képes növényvédőszer lecsökkentve az immunrendszer egyes elemeinek számát és gyengítve funkcionális állapotát (a *T-lymphocyt*a szám 20–50%-kal volt alacsonyabb), az addig halálos kimenetelű megbetegedést nem okozó vírussal szemben is védtelenné tették a tengeri állatokat. [22]

Igen sok növényvédőszernek ismert az immuntoxikus (az immunrendszer sejtjeire gyakorolt) hatása. Mindezt, azonban különböző hatások összefoglaló nevéként említik. Az ezzel kapcsolatos *in vitro* és *in vivo* vizsgálatokat különböző állatfajokon végzik. Egyes hatóanyagok, mint például a fémtartalmú (higany, cink, réz stb.) növényvédőszer szinte valamennyi vizsgált állat (földigilisza, pisztráng, bálna, egér, patkány, disznó, szarvasmarha, ember) esetében immunmoduláns hatást váltanak ki, csupán az érzékenység különböző.

Immuntoxikológiai szempontból az alábbiakban foglalhatjuk össze a védekezőrendszer összetevőit [33]:

1. Természetes celluláris immunitás (nem specifikus immunitás): a *macrophag*-ok, *neutrophil granulocyt*a-k és *NC*-sejtek vesznek benne részt. A *macrophag*-ok és *neutrophil granulocyt*a-k fagocitózissal* „kebelezik be” a betolakodó élőlényeket, míg az *NC*-sejtek „lyukat ütnek” rajtuk. Ide tartozik az egyik legősibb nem-antigénspecifikus effektorrendszer, a komplementrendszer is. A *lindane* és más klórozott szénhidrogének csökkentik a *macrophag*-ok aktivitását. A *malathion* redukálja a természetes celluláris immunitást.

- ii. Humorális aktivitás: B-sejtek és a komplementrendszer komponensei vesznek benne részt. Az antitestek kötődnek a betolakodóhoz (antigén) majd ezáltal aktiválhatják a komplementrendszert és fokozhatják a bekebelezést. A B-sejtek több milliárd eltérő formájú antitestet képesek létrehozni, lehetőséget adva a rendkívüli számú patogén elleni védekezésre. Krónikus *mala-thion*-kitettség (lásd felhasználása városi parkok csípőszúnyogok elleni védelmében) csökkenti a humorális-rendszer aktivitását.
- iii. Sejt közvetített immunitás: T-sejtfüggő aktivitás. A T-sejtek reguláló és végrehajtó feladatokat egyaránt ellátnak (citokinek révén módosítják a *macrophag*-ok, a B-sejtek és a többi T-sejt aktivitását. A *parathion* csökkenti a T-sejtek szaporodóképességét. A *CTL*-sejtek a vírusok elleni védekezésben vesznek részt. A vírus-antigén jelenléte utal a vírusfertőzésre, s ilyenkor a *CTL*-sejtek a vírussal fertőzött saját sejteket is elpusztítják. A klórozott szénhidrogének csökkentik a virális betegségek elleni védekezési képességét.

Emberekre vonatkozó eredmények klinikai felmérő vizsgálatokból és járványtani tanulmányokból is ismertek. Felmérések szerint a növényvédő szereknek kitett népeiségek immunrendszerének egy vagy több összetevőjében, az alábbi országokban mértek elváltozásokat: Argentína, India, Kína, Kuba, Lengyelország, Magyarország és a volt Szovjetunió. Indiai gyári munkások *lymphocyt*a száma, például 66%-kal csökkent. 1987-ben, a Fülöp-szigeteken (Közép-Luzon) végzett vizsgálatban azt találták, hogy abban az öt éves periódusban, amikor a peszticidfelhasználás drasztikusan emelkedett, a férfi farmerek halandósága szignifikánsan megnőtt, miközben az odahaza dolgozó asszonyok mortalitási trendje nem változott. Üzbegisztán a világ egyik növényvédő szerekkel legszennyezettebb területe. Ebben a körzetben a legtöbb növényvédő szert felhasználó gyapottermelő falvak lakosai között a légzőszervi, emésztőszervi és gyulladásos vesebetegségek előfordulása szignifikánsan magasabb, mint a környező nem-gyapottermelő falvakban. Moldovában, a gyapottermelő övezetben (Strasheny körzete), a 80-as években 40 kg/ha/év peszticidet (klórozott szénhidrogének, foszforsav-észterek, zoocid karbamátok, piretroidok, réztartalmú fungicidek) is felhasználtak. Néhány helyen a talajok *HCH*- és *DDT*-tartalma 20-szorosa volt a megengedettnek. A gyümölcsök réziontartalma is igen jelentős (2 mg/kg) volt. A felületi vizek és a kutak vize is elszennyeződött. A vízforrások 15%-ában a szermaradék meghaladta az elfogadható értéket. Ezekben a falvakban a tizenévesek légúti és emésztőszervi betegségei 2–5-ször voltak magasabbak, mint a környező nem-szennyezett falvakban. A részletes vizsgálatok azt mutatták, hogy a gyerekek 80%-ának immunrendszere több mint öt paraméterben szignifikánsan eltér a normálistól. Az ott élő felnőttek körében a légúti, érzékszervi és fekélyes betegségek száma nőtt, s velük együtt a vetélések és

koraszülések száma is. A felnőttek 30%-ában legalább öt paraméter esetében mutattak ki immunrendszeri devianciát. Hasonló immunrendszeri elváltozásokat találtak a Kanada északi, arktikus területén élő eszkimók esetében. A vizsgálatok azt derítették ki, hogy az elfogyasztott bálna, fóka és rozmár húsaiban (értsd zsírában) igen jelentős mennyiségben klórozott szénhidrogén-származékok halmozódtak fel. Az anyák tejében 4–10-szer több szermaradékot mértek, mint a kontrollcsoport esetében. A klórozott szénhidrogének a magzatburkon is át tudnak hatolni, és súlyosan károsítják az újszülött immunrendszerét. Az eszkimó gyermekek körében például az agyhártyagyulladás 30-szor volt gyakoribb, mint a kontrollcsoportban, s a gyermekek vakinációja abba a súlyos problémába ütközött, hogy nem termeltek antitesteket. [33]

Ismeretes, hogy az immunszuppresszált állapot és a daganatos betegségek között szoros összefüggés van. Gyenge immunállapotban a *non-Hodgkin lymphoma* (ma a világ egyik terjedőben lévő rosszindulatú betegsége), a leukémia és a gyomorrák gyakoriak. Az US *National Cancer Institute* (NCI) szerint a növényvédő szerek használata valamint a nyirok, a vérképzőszervi és az agyrák előfordulása között összefüggés mutatható ki. Az immunmoduláns hatású fémtartalmú növényvédő szerek (higany, réz stb.) jól ismertek az autoimmun-betegségek* egyik okaként. Ilyenkor a szervezet a saját sejtjei ellen alakít ki T-sejtes vagy B-sejtes immunreakciót és termel, például az utóbbi esetben szokatlanul sok ellenanyagot. Autoimmun-reakciók kiváltásával vádolták meg a *chlorpyrifos*-t. [33]

Allergizáló hatása több növényvédő szernek is van, az *atrazine*, *dichlorvos*, *maneb* és *zineb* rendkívül erős bőrizgató hatásúak. [33] A *malathion* és metabolitjai, valamint 2,4-D esetében ismert a megnövekedett IgE-antitest szint, amely speciálisan jellemző az allergiás állapotra. [175] Kanadában – közel kétezer farmer bevonásával – vizsgálták a növényvédő szerek szerepét az asztma kialakulásában. A farmerek 4,3%-a asztmás volt, s szoros összefüggést találtak a zoocid karbamátok (később ezt mások főként *carbofuran*-ra pontosították) felhasználása és e betegség között. [176] Bőrgyulladás kiváltására képesek a ditiokarbamát fungicidek és a *benomyl* is. [175]

g) A hormonális szabályozás zavarai • A probléma voltaképpen már Rachel Carson [1] könyve óta széleskörűen ismert. Napjainkban újra előtérbe került ez a hatás, a gerinces szex szteroidok (ösztrogének, androgének), a *DDT* és a *diethylstilboestrol* (*DES*) szerkezeti összefüggéseire és hatástani hasonlóságára felfigyelve. [22] Igen sokan a csúcsragadozó madarak (sólymok, baglyok stb.) eltűnését a *DDT*-t használó országokból ennek a hatásnak tulajdonítják, hiszen prédaállataik nagy mennyiségben tartalmaztak klórozott szénhidrogéneket, és azok mennyisége a biomagnifikáció törvényei szerint, az ő szervezetükben érte el a csúcspontját, majd fejtette ki a szaporodásra vonatkozó kedvezőtlen hatását.

Az élővilágban széleskörűen elterjedt [41] gerinces ivari szteroidok jelentős szerepet játszanak a szaporodás szabályozásában (a nőtények ciklusos peteérésének szabályozásában és a terhességi folyamat fenntartásában; hímeknél a spermiumok érésének szabályozásában), a másodlagos ivari jelleg kialakításában (szőrzet, tollzat, színezettség, hangképzés stb.), a növekedésben (anabolikus hatás: csontok, izmok stb.), a viselkedési folyamatok irányításában (agresszivitás, szexuális készletetés) stb. Itt a nőtények szervezetében domináló ösztrogénekről (a pete- és *endometrium*-fejlődést irányító hormonok: ösztroon, ösztrodiol, ösztroiol stb.) és a progeszteronról (a terhesség fenntartását irányító hormonról), valamint a hímek szervezetében domináló androgénekről (tesztoszteron stb.) kell megemlékeznünk. Fő termelők az ivarmirigyek (ösztrogének – petefészek sejtei, progeszteron – sárgatest és méhlepény; androgének – here *Leydig* sejtei) és a mellékvese-kéreg. Az **IARC** kategorizálása szerint a természetes eredetű ösztrogének és androgének is rákkeltők. [13] Ez funkciójukból is következik, hiszen elsődleges feladatuk a sejtosztódások beindítása (receptorokhoz való kapcsolódás után génműködések indítanak be). Rendkívül precízen szabályozott területről van szó, ahol a természetes egyensúly felborításának patológiás következményei lehetnek. Ezért is állnak a kritikák kereszttüzében a szteroid és nem-szteroid szerkezetű (de receptor szinten ható) fogamzásgátlók. [12] A nemi szervek és a mellrákos kórfolyamatában valamilyen formában részt vesznek ezek a hormonok is.

Napjainkban főként az „*Our stolen future*” [22] című könyv nyomán igen széles körű érdeklődés fordult e terület felé, mivel ivari szteroidhormonjaink a szaporodás szolgálatában állva a következő generációt érintő hatásúak. Különösen vonatkozik ez a spermiogenezisre, amellyel kapcsolatban a legtöbb negatív eredmény látott napvilágot. Tekintsük át ezt a területet [177]:

A belső elválasztású (endokrin) rendszert megzavaró vegyületek (*endocrine disrupting chemicals* – **EDC***) körébe természetes és szintetikus eredetű anyagok tartoznak, amelyek a gerinces nemi szteroidok (nőtényeknél ösztrogének, hímeknél androgének) szabályozási területén megvalósuló egyensúlyi helyzetbe avatkoznak be. Többnyire arról van szó, hogy ezek a vegyületek utánózzák az eredeti hormonok hatását. Az első ilyen típusú vegyület a *DES* volt, amelyet gyógyszerként vetélés ellen alkalmaztak. A *DES*-ről később kiderült, hogy hüvelyrákot okoz az anyánál, elváltozásokat az újszülött leány (ritka ivarszervi daganatok, immunmoduláns hatás, biszexuális orientáció) és ivarszervi defektusokat a fiú csecsemőknél (a here nem száll le, illetve fejletlen marad). Egy másik idetartozó, de természetes eredetű forrás a táplálékunkban lévő növényi szteroidok. Ezek közül az alma, borsó, búza, cseresznye és szója emelhető ki, amelyeknek „fitoösztrogén” aktivitásuk van. Az **EDC** anyagok körébe tartoznak a környezeti endokrin zavaró vegyületek (*Environmental Endocrine Disruptors* – **EED**), amelyek szintetikus eredetűek és környezetünkől kerülnek velünk

kapcsolatba. Konkrét vegyületek mellett több vegyületcsoportokat is meggyanúsítanak [22]: így a klórozott szénhidrogéneket és a piretroid inszekticideket; a *TBTO* és etilénbisz-ditio-karbamát (*EBDC*) fungicideket; a triazin herbicideket; a dibenzo-dioxin és dibenzo-furán növényvédő szer szennyeződések; a kadmium, ólom, higany nehézfémeket; a polisztirol- és *PVC*-szennyeződések (alkilfenol-típusú detergensok* és antioxidánsok*); a gombatoxinokat (például aflatoxinok, fuzarotoxinok) és a szóját tartalmazó élelmiszereket.

Az *EED*-vegyületek köre napjainkban egyre bővül. A legjelentősebb listákat ezen a területen az *EPA* (USA), a *WWF* (*World Wide Fund for Nature*) és a *CDCP* (*Center for Disease Control & Prevention*, Atlanta) adta közre. [59–60, 177] Az *EED*-vegyületek környezeti ártalmaira főként környezetvédők hívták fel a figyelmet a vadállatokon tapasztalt fejlődési rendellenességek kapcsán. Ezek közül az Apopka-tóban (Florida) a hím alligátorokon tapasztalt ivarszerv fejlődési rendellenesség emelhető ki, amelynek okaként a *dicofol* hatóanyagot (ismert, mint a *KELTHANE* nevű rovarölő szer) nevezték meg. A hímeknek abnormálisan kicsi és sokszor a hasüregben maradó (tehát szaporodásra alkalmas spermát nem produkáló) heréi és külső nemi szervei voltak. Hasonló problémák mutatkoztak az ott élő vidráknál is. Mikor poliklórozott szénhidrogéneket etettek patkányokkal, a *DDT* ismert bomlásterméke *DDE*, a *TCDD* és a *vinclozolin* is csökkentette a here súlyát, és alacsony spermaszámot eredményezett. A *CDCP* emberre is vonatkoztatja ezeket a hatásokat, legfőképpen az után, hogy felmérései szerint egy átlag amerikai állampolgár zsírszövetéből több száz vegyület (együttes hatásuk egyáltalán nem ismert) között klórozott szénhidrogének, dibenzo-dioxinok és dibenzo-furánok mutathatók ki. Számításaik szerint egy, az iparvidéken élő 64 kg-os embert 3–10 pg/kg/nap *PCB*-terhelés ér, amely 0,2–0,6 ppt értékkel növeli a zsírszövetben mérhető mennyiséget. Az ipari körzetben élő emberek általában 30–50 ppt dioxin-szerű anyagot hordoznak a zsírszöveteikben. Ezek az értékek 10–20-szor magasabbak csecsemők esetében, akiknek kicsi a testsúlyuk és kevésbé fejlett a detoxifikációs mechanizmusuk. Az *EED*-hatás az alábbiakban foglalható össze [177]:

- A szerkezetileg hasonló vegyületek képesek a szteroidreceptorokhoz kötődni, és azokon keresztül abnormális sejtaktivitásokat előidézni; agonista hatás.
- Egyes vegyületek kötődnek ugyan a receptorokon, de hatásuk a hely elfoglalására korlátozódik; versengő gátlás, antagonist* hatás.
- Egyes vegyületek szteroidreceptor indukálók, amelynek következtében az illető szerv szteroid-érzékenysége fokozódik.
- Egyes vegyületek a szteroidhormonokkal lépnek kapcsolatba megváltoztatva a hormonális „üzenetet”.
- Egyes vegyületek a szteroidhormonok szintézisét vagy bontását gátolják (a kiemelhető enzimek citokróm P-450-függő monooxigenázok).

A fenti sejtszintű hatások az alábbi betegségtünetekben nyilvánulhatnak meg [177]:

- Zavarok jelentkezhetnek a magzat ivari fejlődésében. Ez a másodlagos hormonális szabályozás (elsődleges: X és Y kromoszómák) területére vonatkozik; értsd: maszkulinizáció (androgének) és feminizáció (ösztrogének). A hím magzatok ivarszervének fejlődése rendszeren hamarabb kezdődik, és kifejlődése után azonnal tesztoszteron termelésébe kezd, amely defeminizáló hatása szükséges a normális másodlagos nemi jelleg kifejlődéséhez. Ennek egyik következménye a herék hasüregből való leszállása a herezacskóba. Egyes kutatók szerint az e folyamat nélkül születő csecsemők száma 2–3-szor gyakoribb ma, mint 30 évvel ezelőtt. Ezek a hormonok az agy fejlődésére is hatással vannak, amely az intelligencia kialakulásában (lassúbb reakciós idők, memóriazavarok) és a későbbi szexuális viselkedésében okoznak zavarokat. Ismert, hogy nagy mennyiségű klórozott szénhidrogén-maradékot fogyasztó halakkal táplálkozó sirályokban zavart szexuális viselkedés alakul ki. Megnő a „nősténypárok” gyakorisága és az üres fészkekben való kotlás. Embernél lányikrek vizsgálata során a *DES*-fogyasztó anyák utódai közül 42%, míg a kontrollcsoportból 8%-nál tapasztaltak egész életre szóló biszexuális viselkedést.
- Csecsemőkben sejtszintű elváltozások jelentkezhetnek, amelyek később az ivarszervekben tumorképződést okozhatnak. A tumorok egy része csak kamaszkorban vagy a felnőtté válás után aktivizálódik.
- A férfiak csökkenő termékenysége: ezt a here fejletlenségének következtében a csökkent számú életképes spermával magyarázzák. Néhány vizsgálatban az 1940-es évekhez viszonyítva a spermaszám felére csökkenését tapasztalták. [22, 177] A férfiak termékenységének vizsgálata az USA-ban azt mutatta, hogy kb. 20-ból 1 férfi szubfertilis vagy terméketlen.
- Férfiaknál ivarszervi degeneráció és daganatképződés. Hímeknél az önállóan nyíló húgyvezeték és az interszexuális-jellegű ivarszervfejlődés előfordulása növekedett. Az Apopka-tóban élő aligátorokhoz hasonló minipénisz és here előfordulását embernél is feljegyezték. Közép-Tajvanon, ahol a klórozott szénhidrogén- és dibenzo-furán-maradékot tartalmazó olaj fogyasztása 1978–1979-ben előfordult, gyakori volt az akkor született fiúcsecsemőknel ez az anomália (*yu-cheng* betegség). Jellemzőjük az alacsony *IQ** is. Daganattípusok közül a hererákot hozzák az *EED*-vegyületekkel kapcsolatba. Egyes vizsgálatok szerint a hererák háromszoros gyakorisági értéke mérhető a 30 évvel ezelőttinek. Az öregkori prosztatata megnagyobbodást is többen az *EED*-vegyületek számlájára írják. Mindez a 70 év feletti férfiak 80%-át érinti. Egyes vizsgálatok szerint a prosztatatarák előfordulása 80%-kal növekedett az utóbbi 20 évben.

- Nőknél speciális betegségek és daganatképződés. Az *EED*-vegyületek korai ivari fejlődést, és zavart menstruációs ciklusokat eredményezhetnek. Speciális betegséggként említhető az endometriózis, [178–179] amikor a méh nyálkahártya szigetei szokatlan (például hasüreg) területeken telepednek meg, amely a menstruációs folyamatokat követve, a hámlelőködés időpontjában igen nagy fájdalommal jár. Ez a betegség ma az USA egyes területein élő asszonyok 10%-át érinti, míg a század elején szinte ismeretlen volt. A betegségben szenvedő nők vérében több dibenzo-dioxint vagy klórozott szénhidrogéneket találtak. A mellrák előfordulása 1940 óta megduplázódott, s többben a zsírszövetben raktározott klórozott szénhidrogénnel hozták ezt kapcsolatba. [180–182] Ma minden kilenc, 85 éven felüli nőből egyet sújt ez a betegség az USA-ban és Kanadában. Azoknak a nőknek, akiknek testében a *DDT* bomlásterméke a *DDE* magas szintet ér el, négyszer nagyobb valószínűséggel kapnak mellrákot.
- Nemektől független egyéb betegségek. Közülük a golyva emelhető ki, amely pajzsmirigy megnagyobbodással jár együtt. A környezeti okai még ismeretlenek, de közülük a klórozott szénhidrogének, dibenzo-dioxinok, *DDT*, *camphechlor* és ólom a leginkább gyanúsított goitrogén* vegyületek. Az okok között természetesen szerepel a jódszegény étrend, azonban például a Nagy-tavakban élő lazacok pajzsmirigy-nagyobbodásában (ugyanaz vonatkozik Michigan állam lakosságára) ez nem játszhat szerepet, így egyéb környezeti okok után kutatnak. [22]

h) Krónikus idegrendszeri hatás • A *polyneuropathia* az idegrendszert (főként az agyat) érintő degeneratív betegségtípus. A kései *polyneuropathia* idegmérgek által okozott akut vagy krónikus mérgezés esetén a mérgezési tünetek állandósulásában kifejeződő betegség. A betegek látási zavarral és emésztési problémákkal küzdenek, gyakori fejfájás, dekoncentráltág és idegesség kínozza őket. A metil-bromidot gyanúsítják ezzel a hatással, de az *isofenphos* és *leptophos* esetében is kimutatták. [183]

3.3. Rezisztencia

A szerváltást illetően többnyire toxikológiai problémákra gondolunk, de ejtsünk egy pár szót a másik oldalról, mert igazából a peszticidrezisztencia az, amely a növényvédőszer-fejlesztők fantáziáját folyamatosan mozgatja. Egy bizonyos növényvédő szer hosszabb használata után, főként több nemzedékes rovaroknál észleljük azt, hogy a korábban hatékony készítménnyel már nem érünk el megfelelő védelmet. A rezisztencia ténye általánosan jellemző az élőlényekre.

Az evolúció során a fajok a gének szintjén megteremtik a lehetőségek legszélesebb választékát. Ezt nevezzük génszintű biodiverzitásnak. A rezisztenciát okozó mutációk véletlenszerűek, sokszor az adott időben semmi hasznuk, csupán a megfelelő ágens megjelenésekor derül ki jelentőségük, a birtoklók fölénye a népesség többi tagjával szemben. A rovarölő szer így később szelektáló ágensként jelenik meg a népességek életében.

A mérgek elleni védekezésben, a detoxifikációban – az élőlényeknek – enzimszrendszerek formájában (citokróm P-450 monooxygenázok, glutathion-S-transferázok, észterázok stb.) – megfelelő eszközeik vannak. Az általuk támogatott folyamatokban – a méregtelenítési rutin „első számú parancsának” megfelelően – igyekeznek a mérgező vegyületeket vízzeloldhatóbbá alakítani, mivel így a szervezetből való eltávolításuk (vö. vizezés, izzadás) könnyebbé válik. Az enzimszrendszerek egymáshoz hasonló, de egy kissé mégis másként funkcionáló tagok, az izoenzimiek tartoznak, amelyek a detoxifikálás specifikitását és hatékonyságát növelni képesek. A detoxifikációban közreműködő enzimszrendszerek igen variábilis, s változatos túlélési esélyt biztosítanak, ivar és genetikai adottságok szerint. Ez praktikusán azt jelenti, hogy lesznek olyan egyedek, amelyek túlélnek ugyanazt a méregmennyiséget, ami a többieket elpusztítja. Az általuk képviselt típus örökítési lehetőségei ekkor a népességben belül megnő, s ha utódaikban rögzíteni képesek ebbéli képességüket, akkor máris növekedőben van a már általuk módosított populáció rezisztenciája. A rezisztencia kialakulásának sebességét ezért növeli a nagy utódprodukció miatt kialakuló sokféleség és a gyors nemzedékváltás.

A rezisztencia mellett a keresztrezisztencia* jelensége is ismert, amely a kapcsolatos, hogy a különböző vegyületekre egyidejűleg alakulhat ki az ellenállóképesség. Azt mondhatjuk, hogy a keresztrezisztencia hasonló kémiai szerkezetű, azonos helyen ható, vagy olyan vegyületek között alakul ki, amelyek detoxifikálásában azonos enzimek vesznek részt. A hasonló kémiai szerkezet összefüggései jelentik a legkönnyebben belátható evidenciát, amennyiben ugyanott hatnak, és a szervezet hasonlóan kezeli őket (klórozott szénhidrogének és piretroidok vagy kolinészteráz-gátló szerves foszforsav-észterek és zootoxikus karbamátok stb.). Az azonos helyen való hatások közötti kapcsolat szintén könnyen elképzelhető, ha tudjuk, hogy ennek a helynek (receptornak) módosulása következhet be, amely után az adott toxikus anyagra való érzékenység jelentősen csökkenhet. Így képzelhető el például, hogy a rovarokra toxikus nikotintartalmú dohánynövényeknek is vannak csökkent érzékenységű nikotinreceptorokat birtokló, rájuk specializálódott rovarkártevői. A vegyületek lebontásában résztvevő enzimek azonossága (indukciójuk révén mennyiségük és minőségük is megváltozhat) viszont a legkülönbözőbb kémiai szerkezetűekkel szembeni azonos rezisztenciális viselkedést eredményezhet (citokróm P-450-függő monooxygenázok, észterázok stb.).

Már az 1980-as évek végén 500 körüli peszticidrezisztens rovartörzset ismerünk. [184] Rezisztencia kialakulása a gyors fejlődésű, sok generációs (üvegházi molytetű, levéltetvek, takácsatkák stb.) és a rendszeresen kezelt kártevők esetében reális veszély. Hazánkban⁵ viszonylag kevés a bizonyított példa (üvegházi molytetű, burgonyabogár stb.). [185] Mikroorganizmusok és gyomnövények esetében hasonló helyzet állhat elő. Természetesen ismertek egymással negatív keresztrezisztenciális kapcsolatot mutató hatóanyagok is, amelyek ezt mérsékelhetik. A rezisztencia eltérő eséllyel alakul ki az egyes hatóanyagcsoportokra; például míg a klórozott szénhidrogénekre és piretroidokra gyorsan, a zoocid karbamátokra lassabban.

Az általános ismeretek után most vegyünk sorra néhány kirívóan komisz ügyet. Sok tekintetben világosabbá teszik korábbi állításaimat.

⁵ *Polgár A. László megjegyzése:* Számos hazai példa is ismert karbamát vagy szerves foszfor-sav-észter rezisztenciára takácsatka és levéltetű törzsekről. Sőt, ilyeneket magunk is „gyártottunk” a már letűnt Nehézvegyipari Kutatóintézetben, hogy keresztrezisztenciális kapcsolatokat bizonyítsunk.

IV.

A PISZKOS TIZENKETTŐ ÉS FELEBARÁTAIK

Ha már úgylis Berkeley-be mégy, ne felejts el beugrani San Franciscóban a Pesticide Action Network-höz (PAN, „Növényvédő szer Ostromló Hálózat”). Ott van mindjárt a belvárosban, már a kínai negyed bejáratán túl, de a felhőkarcolókon innen, jobbra – szólt utánam nem létező, de mindenben tájékozottabb keresztanyám. Alig abszurdabb majd, mint e kezdősor a folytatás, amely a világ jelenlegi tizenkettő legpocsékabb növényvédő hatóanyagának históriáját regéli el. [61] Miért is ne tanulhatnánk ezekből a különös történetekből? Végleges és jó okkal való globális kivonásukért a 60 ország 400 szervezetét tömörítő PAN 1985*

óta küszködik. A PAN könyvtárába Berkeley-ben (így fejlődik együtt a világ egyik legjelentősebb toxikológiai iskolája és felelős környezetvédelmi civil szervezete) tanuló egyetemisták járnak át szakdolgozatot írni. Tudományos adatbázisokban nyomoznak egy-egy hatóanyag körül, ahol sűrűsödni látszanak a kérdőjelek. Bárha nálunk is hasonlóan lenne.

* Vegyületeket tekintve az első „Piszkos tizenkettő” az UNEP listáján volt található, és az alábbiakat tartalmazta: dibenzo-dioxinok, dibenzo-furánok, PCB, DDT, chlordane, heptachlor, HCB, camphechlor, aldrin, dieldrin, endrin és mirex. Ma ezeket POP-vegyületeknek nevezzük.

1. Egy Nobel-díjas: a DDT	131	7. Méhek kancsal védőszentje: camphechlor	162
1.1. A magyarországi jó példa	133	7.1. Alias <i>toxaphene</i>	163
1.2. Malária vagy DDT?	133	7.2. A mixtúra kimutathatósága	164
1.3. DDT új helyszínnel és nevekkal	135	7.3. A POP-vegyületek arktikus utazása	165
2. A vietnami veterán és garéi árnyéka: a 2,4,5-T és TCDD	136	7.4. Mellékhatások	167
2.1. Mi volt a színes hordókban?	136	8. Férfias fogamzásgátlók: DBCP és EDB	168
2.2. A peren kívüli megegyezés	138	8.1. Férfisterilitás	168
2.3. A „sárga eső” teratogén hatása	139	8.2. Felebarátok körül: metil-bromid és 1,2-diklór-propán	169
2.4. Klorinol és a garéi hulladéktároló	141	8.3. Kemosterilánsok	170
2.5. Felebarát: a 2,4-D	141	8.4. DBCP- és EDB-perek	171
3. Mindhalálíg lindane?	143	9. A könyvelők áldozata: chlordane és heptachlor	173
3.1. Üledéki panoráma	144	9.1. Ananásztól a fagylaltig	174
3.2. Tűz van babám	145	9.2. A Velsicol-stílus	175
3.3. Az anyatejben	146	10. Az atka-akta: chlordimeform	177
3.4. Magyarországi menedékjog	148	10.1. Kísérletek emberekkel	178
4. Istab poharában: paraquat	149	10.2. Felebarát: az amitraz	179
4.1. Thanatos birtoka	150	11. Fatelepi szuvenír: PCP	180
4.2. A paraquat zamata	151	11.1. Faanyag-védelem	181
4.3. További vádak	152	11.2. HCB, a szatellit	183
4.4. Felebarát: a diquat	153	11.3. Raktári védelem	183
5. A végső megoldás: aldrin és dieldrin	154	12. A csúcsrajáratott minőség: aldicarb	184
5.1. A perzisztencia bajnokai	154	12.1. A francia kapcsolat	185
5.2. Táplálékainkban bujkálva	155	12.2. Magyarországi menedékjog	185
5.3. Fából vaskarika: tiltott, de forgalmazott	156	12.3. Balesetek görögdinnyével és uborkával	187
6. Raktártüzek hunyói: parathionok	157	12.4. Interstate 20	188
6.1. Balesetek parathion-féléekkel	159	12.5. Mérges felebarát: a phorate	188
6.2. Dániában tiltott, csak exportra gyártott	160		
6.3. Magyarországi menedékjog	161		

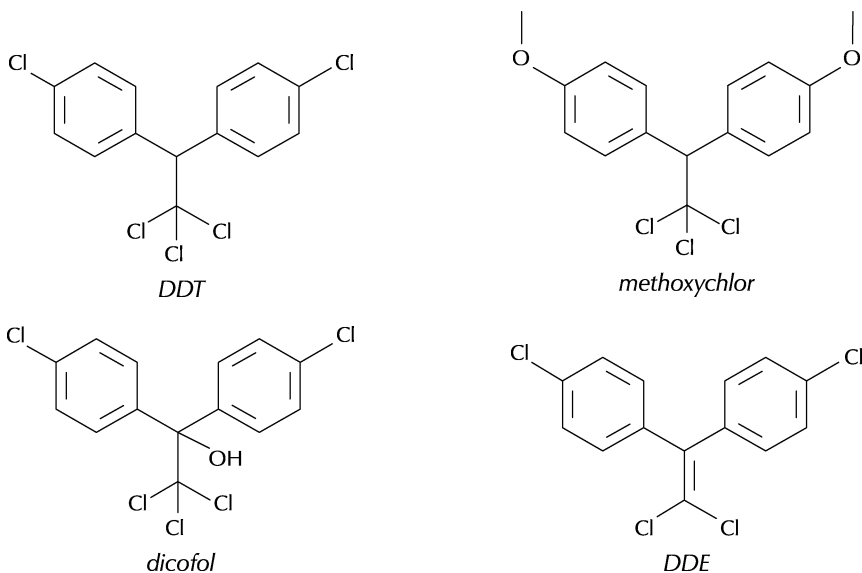
1. Egy Nobel-díjas: a DDT

Jött, megoldott, tündökölt és néhány évtized alatt toxikológiailag megbukott; írhatnánk e fejezet szinte minden darabja elé. A DDT teljesíti szinte minden elvárásunkat, amiért ma egy „bolhaport” megköveznek. Gyakran példálódzunk vele, és azt hisszük, ő már a múlt... [186]

Elsőként, 1874-ben Othmar Zeidler állította elő a diklór-difenil-triklór-etán (31. ábra) névre hallgató vegyületet, amelynek rovarölő tulajdonságát 1934-ben Paul Herman Müller fedezte fel, s amiért 1948-ban orvosi Nobel-díjat kapott. [85] A második világháborúban tetvek, bolhák és szúnyogok ellen használták (gyártója a Geigy S. A. volt – amelynek már utódja sem teszi ezt – GESAROL, GUESAROL, NEOCID, SUPRACIDE COMBI, ULTRACID COMBI neveken), amelyek a tifuszt, a pestist, a maláriát és a sárgalázt terjesztették, no meg persze növényvédelmi célokra is, például az Európában éppen hódító kolorádóbogár ellen. Amerikai hadifogolytáborokban a foglyokat szinte bepúdereztek vele, mesélte édesapám. Mennyire más is volt ezután ruhatetű, no meg tifusz nélkül; de felejtethetlen a gezarolos krumpli „bukéja” is, amely majdnem elérte a tóthárpádi paradicsomlevesbe – a bontófésű képében – merülő Lucifer hatását, s amely után fájdalmasan csalódnia kellett utolsó polgári mentsvárunkban is, az ízletes házi kosztban.¹

A rovarok között hamarosan jelentkezett a DDT-rezisztencia jelensége, amely abból állt, hogy a korábban hatásos mennyiségek sokszorosát is elviselni képes népeségek szelektálódtak ki. Aztán következtek az ökotoxikológiai problémák

¹ *Dési Illés megjegyzése:* Az tény, hogy, ahogy fentebb írod, az amerikaiak 1945-ben DDT-vel púderozták be az embereket (lásd Milánó egész lakosságát), de a felszabadított városokban, fogolytáborokban és a német lágerekben ezzel megakadályozták a kiütéses tifuszjárványok kitörését, ami a legyengült emberek közül a fél Európát „elvitte” volna. Az akkori éhező Európát az USA mentette meg az óriási mértékben alkalmazott DDT-vel úgy, hogy hatalmas mezőgazdasági termésmennyiség növekedéséből rengeteget adott az európaiaknak. Úgyhogy Paul Herman Müller megérdemelte a Nobel-díjat. Selman Waksman is tiszteljük, mint antibiotikum Nobel-díjast, pedig a streptomycint ma már nem használjuk, mert kiderült, hogy toxikus. Akkor senki sem tudta, hogy a DDT milyen ártalmas. Igaz, hogy balgaság volt azt hinni, hogy egy fajra halálos, másokra meg teljesen ártalmatlan, de visszafelé könnyebb okosnak lennünk. Magyarországon is 1949-ben „vastagon” és kiterjedten beszórták a maláriás területeket az Ecsedi lápnál és a Kis-Balatonnál Makara György és Zoltai Nándor vezetésével, ami ma elborzasztóan hangzik, viszont ezzel kiirtották Magyarországról a maláriát.



31. ábra: A DDT és társai

a halakkal és madarakkal, majd kiderült, hogy a *DDT* és hasonozőrű társai szennyezve az élővizeket és a talajt, az élőlényekben bioakkumulációra és a táplálékláncon keresztül biomagnifikációra is képes. Rachel Carson [1] könyve, a *Néma tavasz* 1962-ben világosan magyarázta el a *DDT*-t övező problémákat, s az ennek nyomán támadt nagyfokú érdeklődés váltotta ki azt, hogy az USA akkori elnöke, John F. Kennedy speciális bizottságot hívott össze a tények feltárására. Abraham Ribicoff szenátor nevét jegyezte fel a krónika, aki a *DDT* 70-es években történő betiltásáért sokat tett. Ezt követően sem csökkent azonban az USA-ban úgy a *DDT*-szermaradék a táplálékban, mint ahogyan feltételezték. [148] Ennek egyik oka az akkor még be nem tiltott *dicofol* (KELTANE) volt, amely 1957-ben kezdődő gyártása során szennyezésként 1–20% *DDT*-t tartalmazott, s amelyet a gyártónak nem kellett (ma sem kell hasonló esetekben) feltüntetnie a csomagoláson. Az *EPA* 1983-ban a *dicofol* betiltását javasolta, azonban a gyártók (Rohm & Haas és Makhteshim) ígéretet tettek a KELTANE *DDT* tartalmának jelentős csökkentésére, amelyet 1988-ra 0,1% alá szorítottak. A *dicofol*, amely ugyanúgy immuntoxikus és ösztrogén agonista *DDE* [187] származékká bomlik, mint a *DDT*, 1997-ben sokak meglepetésére [188–190] átsúszott az *EPA* re-regisztrációján. A máig a piacon maradt klórozott szénhidrogének (*dicofol*, *endosulfan*, *metoxychlor*) betiltását így csak remélhetjük.

Magyarországon a BVM gyártotta az andalúziai arénákat idéző MATADOR néven, de a Nitrokémia Ipartelepek is az élvonalban maradt NIKEROL és PERNIT

elnevezéssel. A Csepeli Ásványolajgyár csavart rajta egyet, és HOLLÓ 10 néven ásványolajban oldott készítménnyel lepett meg bennünket. *Kár*. A köznyelv aztán hamarosan és találóan Gezarolnak fordította a GESAROL-t. Pályakezdésemkor a méregraktár-kezelő, kissé retardált, de roppant eredeti Sanyika, az elintézett dolgokat „akkor Gezarol” megjegyzéssel nyugtázta. A korabeli tanácsadás még úgy szólt, hogy keverhetjük nyugodtan – a hatását fokozandó – ólomarzenáttal. Nos, ez is toxikológusokat felkavaró kázus.

1.1. A magyarországi jó példa

A *DDT*-t aztán 1968-ban a világon elsőként nálunk vonták ki a forgalomból. Nem kétséges előttem, hogy Carson könyve után – amely az idő tájt kutatói körökben idehaza is nagy port vert fel – az örökké gyanakvó Nechay Olivér keze volt a dologban, akihez hasonló nagy formátumú toxikológus egyéniségek hiányát sínyli ma is a növényvédelmi irányítás. Az USA-ban, 1972-ben tiltották be a *DDT* használatát. Emlékszem, 1980-ban Nagy Bálint, a növényvédelem akkori főköztisztviselője azt mondta, az ő szavajárása szerint „vízfejű” beosztotthadának, hogy elég legyen már a *DDT*-vel való példálózásokból: az már a múlté. Nem így történt: megfogluk, de nem ereszt. Az USA-ban 20 évvel a betiltása után is kimutathatók *DDT*-származékok talajokból és folyók üledékéből. [191]

Annak ellenére, hogy a 70-es években igen sok országban kivonták a klórozott szénhidrogéneket a forgalomból, 1990-ben még nagy mennyiségben voltak megtalálhatók az emberi zsírszövetben. [145] Fogyáskor és szoptatáskor ezek a vegyületek mobilizálódnak. A Somoza éra alatt Nicaraguában a nagymérvű használat miatt az anyatej *DDT*-tartalma 42–45-szöröse volt annak az elfogadható értéknek, amit a *World Health Organization (WHO, Világ Egészségügyi Szervezete)* megállapított. [192] Igen jelentős értékeket mértek Ugandában is. [193] Ezeken a területeken az anyáknak azt a tanácsot adták, hogy ne szoptassák a csecsemőiket.

1.2. Malária vagy *DDT*?

Európa után Afrika is szerette volna kivonni a *DDT*-t, azonban az akkori készítményekkel nem volt képes hatékony szűnyogirtást megvalósítani (Ugandában, például évi 80 tonnát használnak ma is erre a célra). A hőség miatt az akkor éppen piacot hódító foszforsav-észterek gyorsan bomlottak. Nem úgy a *DDT*, amely igen jelentős környezeti stabilitást árul el, s mely tulajdonsága a vele kapcsolatos problémák egyik forrása is. Talajokban évi 5%-os átalakulását

tapasztalták. Fő bomlásterméke, a *DDE* sem sokkal kellemesebb azonban, mint a *DDT*. Vízi környezetből tíz év után szinte változatlan mennyiségben mutatták ki. [191] Nem kell természetesen lebecsülni a malária problémáját! Csupán Indiában, a 60-as években, a *DDT*-vel végzett szúnyogirtás a 75 milliós betegszámot 100 ezerre mérsékelte. Ekkor még nem beszéltünk a közel 2500 igazi szúnyogfaj által trópusi területeken terjesztett sárgalázról, filariázisról és arbovírusos betegségekről, vagy más, vektor* szerepre úgyszintén alkalmas rovarcsoportok (például cseszlék és törpe szúnyogok) által terjesztett betegségekről. Afrikának akkor választania kellett, és a *DDT* mellett, a malária ellenében döntött. A nemzetközi kereskedelemben azonban a trópusi gyümölcsökkel Európa a szermaradékot is visszavásárolja. Az illóolajokban gazdag narancs héjában felhalmozódhatnak a klórozott szénhidrogének. Talán nem is véletlen a jelenség iránti olaszországi érdeklődés, ahol a kandírozott narancshéjjal dúsított süteményeknek olyan nagy keletje van. A trópusi országoktól, ahol még ma is használják őket, a hazai mérések szerint érkeznek nyers kávéval (Dél-Amerika), kakaóbabbal (Afrika), vagy például Kínából amerikai mogyoróval. A világkereskedelem előtt ma nincs lehetetlen. Aggályunk azonban nemcsak a növényekre vonatkozhat: a *DDT*-tartalmú folyókból és tengerekből származó halak is ugyanez a kategória. [194–196] Mi a hatásuk ezeknek az anyagoknak, ha már köztudottan velük élünk, sőt utódaink [197] is kapnak belőlük? 1930 óta több millió tonna *OC*-származékot (*organoclorine* – szerves klórvegyületek: például *aldrin*, *dielrin*, *endrin*, *camphechlor*, *DDT*, *HCH*, *endosulfan*, *heptachlor*, *chlordane*, *lindane*, *mirex* stb.) állítottak elő, amelynek mintegy 20-30%-a a talajokba és az élő vizekbe került. Innen indult hódító útjára, elérte az óceánokat, és ma már a sarkkörön túl élő állatok, így a fókák zsírszöveteiből is kimutathatók. Ez lenne tényeit illetően az emberiség „szennybemenetele” (à la Moldova György) nevű akcióprogram egyik *műsora*? Az emberi zsírszövetben található *DDT*-t illetően Costa Rica és Zaire tartják a világcúcsot. Az 1980-as években megvizsgált emberi zsírszövetminták 60 ppm koncentrációban tartalmaztak *DDT*-t, ami már 10 ppm fölött is igen derekas teljesítménynek számít (például India, Mexikó, Pakisztán). [145]

A *DDT* és származékai azonnali halált nem okozó (szubletális) és hosszan tartó (krónikus) kitettség esetén ösztrogén-agonista hatást képesek kiváltani a gerincesekben. [177] Halak és teknősök ivari fejlődésének rendellenességét okozzák; aberráns szexuális és költési viselkedést váltanak ki a halakat fogyasztó madarak (például sirályok) esetében. [22] Madarakban is mérhető bioakkumulációval (például lile-, pityerfajok) is együtt járt az alkalmazásuk. Sokan úgy gondolják, hogy a tápláléklánci feldúsulás következtében tűnnek el környezetünkben egyes csúcsragadozó madarak (például vándorsólyom). A madarak ivarszerveiben felhalmozódva sterilitást okoznak, illetve a lerakott, abnormálisan puha héjú tojásokban az embriók nemi szerveinek fejlődési rendellenes-

ségét váltják ki. [198] Egyre több adat szól amellett, hogy az OC-származékok emlősejtekben az ösztrogénreceptorhoz kötődve az emlőrák kialakulását segítik. [199–200] Emellett a májban (egér és patkány) abnormális sejtosztódást idéznek elő, egérben *lymphoma*-t, emberben mellékvese-problémákat okozva. Az *IARC* listája szerint a *DDT* emberen esetlegesen rákkeltő. [31] A fentiek mellett immunmoduláns hatása is ismert, amennyiben a szervezet védekezőképességét csökkenti.

1.3. *DDT* új helyszínnel és nevekkal

Az USA és Európa területén betiltott *DDT*-gyártást a multinacionális cégek iparilag fejletlen országokba (Quimica Hoechst SA, Brazil ICI Ltd., Brazília; Fertimex, Mexikó; Hindustan Insecticides, India) telepítették át, és ma a gyártás volumene rekordszintet ér el. Napjainkban Afrika és Dél-Amerika – a maláriaszűnyog elleni védelemben – más szerekre térhetne át, sok minden változott már a Nap alatt, de a gyárak már megvannak, és ontják az „áldást”. Másrészt Kína mint az egyik tradicionálisan fő gyártó, a mai napig csak az ún. szigorúan korlátozott kategóriába sorolta be a *DDT*-t, ami azt jelenti, hogy csak bizonyos kultúrákban illik alkalmazni, s mint tudjuk, az illegális növényvédőszer-felhasználás sehol sem címlaphír. Kína ma a világ második legnagyobb peszticid exportőre és importőre. A Shenzhen Jiangshan Commerce Industry Co. 1996-ban még *DDT*-t, *lindane*-t, *parathion-methyl*-t, *paraquat*-ot és *PCP*-t forgalmazott. De dacára annak, hogy a Szovjetunió 1970-ben betiltotta a *DDT*-t, még a 80-as évek végén is eseti engedélyt adott a felhasználására. [108] 1997 júniusában India maláriaszűnyog elleni védekezésre újra engedélyezte a *DDT*-t, amit a Hindustan Insecticides korábban is gyártott, s az 1993 utáni felhasználást már évi 8–9 ezer tonnára becsülik.² [88] Bizonyára nem véletlen, hogy itt az 1993-ban a megvizsgált tehéntej 80%-a *DDT*-t és 82%-a *HCH*-t tartalmazott. Közöttük olyan is volt, ami a megengedett határérték 40-szeresét. [126]

Kell-e csodálkozunk most már az óceánok mai *DDT/DDE* tartalmán és az óriás bálnák, [201] játékos kedvű delfinek [202–203] és fókák [204–206] pillanatnyi belbecsén? Eszkimónak [33] lenni sem lehet már a régi, és jegesmedvének [207] sem.

² 1995-ig a *DDT*-t 49 országban betiltották, és 6 országban visszavonták a regisztrációját. Napjainkban még nincs határozat a betiltásáról az alábbi országokban. *Afrikában*: Csád, Kamerun, Mauritánia, Szudán; *Amerikában*: Peru, Surinam, Uruguay; *Ázsiában és a Pacifikus területen*: Banglades, Fidzsi-szigetek, India, Malájföld, Új-Guinea, Új-Zéland, Tonga; *Európában és Közép-Keleten* nincs engedélyezve.

2. A vietnami veterán és garéi árnyéka: a 2,4,5-T és TCDD

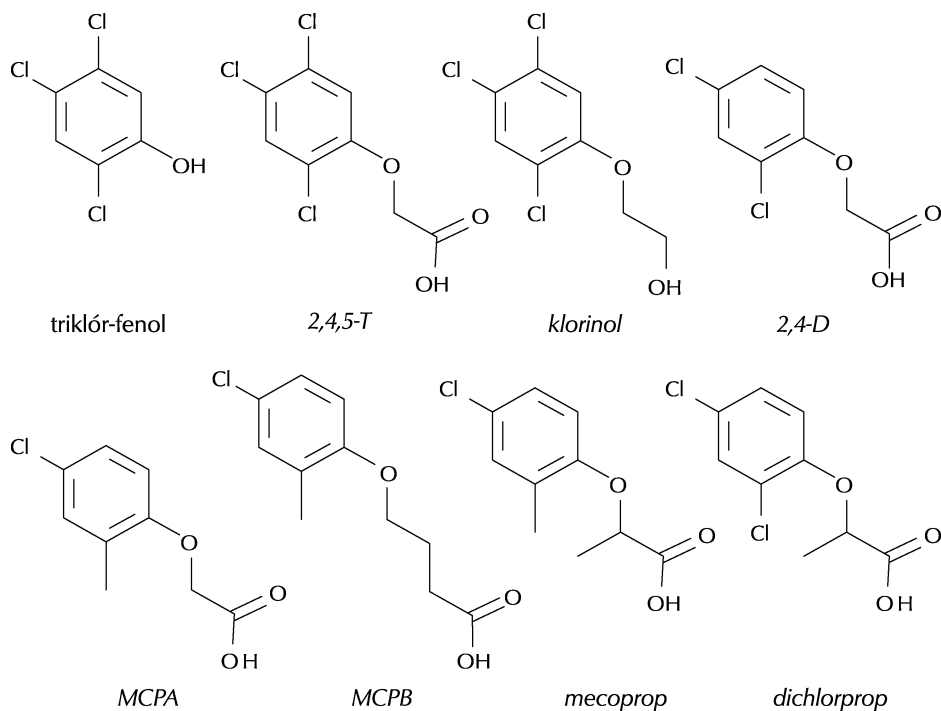
A vietnami háború a dzsungellombtalanításra használt dibenzo-dioxinokkal szennyezett gyomirtó szerekkel emelkedett a példátlan kategóriába. Bizonyos értelemben úgy is tekinthetünk rá, mint a *Homo sapiens*-en növényvédő szerekkel végzett vizsgálatok prototípusára... [208]

Ha valaki próbálta már a kapálást, meg fogja érteni. Reménytelen érzés a többiek után loholni, a kemény földdel és a benne fává növekvő gyomokkal viaskodni, és a tenyerünkben felszakadó hólyagok égését tűrve derekunkat csak néha kiegyenesíteni. És most megérkezett a várva-várt segítség? Csak permetezni kell!

Az 1944-ben felfedezett 2,4,5-T-t (2,4,5-triklór-fenoxi-ecetsav; Hammer és Tukey, *Science* 100, 154), eredetileg az Amchem Product Inc. (ma Rhône Poulenc) gyártotta, például WEEDONE néven, de kombinációit forgalmazta a Sopra (SYLVOXONE), a Shell (BAN-DOCK, NETTLE-BAN) és a May & Baker (SPONTOX) is. Magyarországon TORMONA 100 (Cela) és TRIFENOXIN 100 (BVM) néven került forgalomba (32. ábra) [85] Nálunk erdőgazdaságban használták cserjeirtásra, 175 liter/hektár hamisítatlan dízelolajban kipermetezve. Izgalmas kérdés az is, hogy vajon miért kellett egy magyar mellett egy nyugatnémet terméket is engedélyezni, de ne tévedjünk bele most a KGST (Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa) kereskedelmi etikett árukapcsolási labirintusába. A 2,4,5-T kombinációban is felhasználásra került, így rizs gyomirtására, mint a SYNPRAN 111 (BVM).

2.1. Mi volt a színes hordókban?

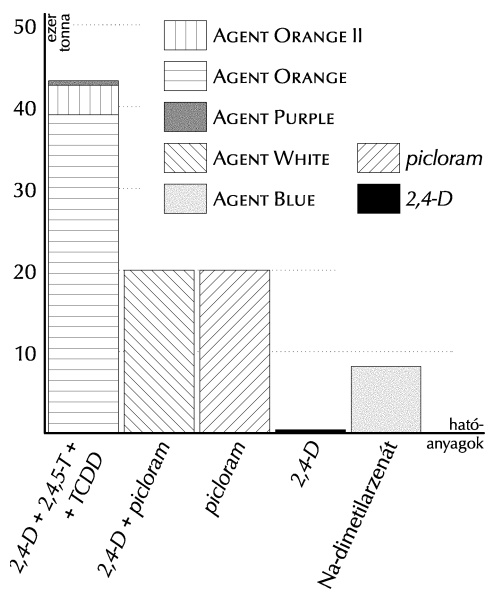
De hallga csak, mi egyébre is jó lehet egy gyomirtó. Elkeserítő volt az amerikaiak helyzete, ott volt az a sok kincstári felderítógép és bombázó, de a vietnamiak ismerték a vadont. Odahaza voltak. A méregdrága technikával szemben hegyes karókból eszkábált „nagyvad” csapdákat állítottak. Az ősengeteg bújta-tott és konspirált. Nem lehetett tudni, mikor, hol és mennyi fegyveres várja a jenkikommandót; a leküzdendő ellenségge a dzsungel lépett elő. Jó megoldásnak tűnt, hogy lombtalanítsák a fákat, amelyek a vietkongokat elrejtik, és elpusztítsák a haszonnövényeket, amelyek táplálják őket. Most a peszticidgyárak siettek a bombázótiszt segítségére. A ma az AGENT ORANGE számlájára írt gyomirtó szerekből az USA légierijének alacsonyan szálló C-123-as repülőiről 1962 és 1971



32. ábra: Fenoxi-ecetsav herbicidek és társaik

között 2,4 millió hektár vietnami őserdőre 44 millió liter AGENT ORANGE-típusú gyomirtót (33. ábra) permeteztek ki. [209] A szárazföldi erdők 10%-át, a mocsár-erdők 36%-át „tisztelték” meg lombtalanítókkal legalább egyszer. [210] Az utóbbiban élő, fajokban igen gazdag ökoszisztéma regenerációját ökológusok ma egy évszázadra becsülik.

AZ AGENT ORANGE fele részben a 2,4-D (2,4-diklór-fenoxi-ecetsav) tisztítatlan butil-észterének és fele részben a 2,4,5-T keverékét tartalmazta hatóanyagként, valamint a gyártásuk során keletkező szennyeződésként klór-dibenzo-dioxinokat (CDD, például 2,3,7,8-tetraklór-dibenzo-*para*-dioxin = TCDD – lásd később részletesen is). [211–215] A hadtáposok munkájának könnyítésére és némi „konspirációs” megfontolásból a hordó színéről nevezték el a terméket, volt tehát például AGENT PURPLE, AGENT ORANGE II és AGENT GREEN is (bajban is vagyunk ma a történetek tisztázásakor, lásd 33. ábra) – más volt kicsit az AGENT WHITE és nagyon az AGENT BLUE), de a színes hordók mindegyikében természeti környezetünkre katasztrofális mixtúra kellett magát. Kémikusok szerint nincs 2,4,5-T gyártás dibenzo-dioxinok nélkül, bár a keletkező mennyiségük katalizátor-függő. Kínlódtak is vele a gyártásban dolgozó vegyészek kifulladásig.



33. ábra: A Vietnami Háborúban felhasznált gyomirtók. Forrás: E. Costello, 1993.

alatt felhasznált „úgy jó ahogy van” tételek szennyezettsége ennek ezerszeresét is elérhette. [216] Az átlagos szennyezettséget ma 3,4 ppm-nek kalkulálják, és így kb. 170 liter TCDD kijuttatásáról számolnak be a krónikák.

2.2. A peren kívüli megegyezés

De térjünk vissza most már a vietnami háború utáni időszakra. A hazatérés után a helyét alig találó, a nemzeti hős piedesztáljáról letaszított hadastyánok (USA, Ausztrália, Új-Zéland) hangulata, majd egészségi állapota feltűnően megromlott. A helyszínen posztolók között, később a dibenzo-dioxinok hatása miatt a kötőszöveti, légzőszervi, prosztatata- és nyirokrákok előfordulásának gyakorisága szembetűnővé vált. [216–220] A dibenzo-dioxinok mai tudásunk szerint olyan vegyületek, amelyek immunhiányos állapotot képesek előidézni, aminek következtében a szervezet védekezőképessége lecsökken. A veteránok családjában ugyanakkor az embrió-elhalásos vetélés, a nyitott gerincoszlopú és torzszülött csecsemők aránya egyes vizsgálatok szerint az átlagot meghaladta. [18, 221–223] Ezek a családok (250 ezren) később akcióba kezdtek a 2,4,5-T-t forgalmazó vegyészeti gyárak ellen. Ezek az alábbiak voltak: Diamond Shamrock Co., Dow Chemicals, Hercules Inc., Monsanto Co., T-H Agriculture & Nutrition Co.,

A 2,4,5-T gyári szintézisének beindulásakor sokszor az egész elszűrt végterméket hordókba töltötték és ment a hulladéktemetőbe. Vagy ez esetben mégsem?

Itt tegyünk azért némi kitérőt, amely egy hatóanyag gyártásánál a nagyüzemi fázisra vonatkozik. Mai normáink szerint a gyártóknak a technikai hatóanyag 98%-ával kell elszámolni. A maradék 2% lehet ez is, az is. Legtöbb esetben ennek jelentős hatásáról nem tudunk, máskor viszont, mint a 2,4,5-T és a TCDD kapcsolatánál az elképesztően alacsony szintű, a 2% töredékét kitevő szennyezettségnek drámai hatása lehet. Abban az időben az USA-ban használt 2,4,5-T-eltűrt TCDD-szennyezése 0,05 ppm volt, ugyanakkor a háború

Thompson Chem. Co., Uniroyal Inc., de különböző források további kisebb szállítókat is említene. [209, 216] Ha úgy tetszik, a vietnami háborút követő toxikológiai adok-kapokban történelmünk második (az első a DDT volt), a gyártókat eredetileg elképesztő kártérítéssel fenyegető növényvédő szerekkel kapcsolatos ügyét láthatjuk. Ebben a vegyészeti gyárak, ha úgy tetszik „futóáldozatra” kényszerültek. A gazdasági (a vegyészeti gyárak belerokkanhatnak, ahogy a Dow Chemicals később bankcsődöt is jelentett) és külpolitikai (mi lesz, ha a vietnamiak is jelentkeznek?) érvekkel árnyalt kompromisszum után a gyártók bíróságon kívüli megegyezést javasoltak. 1984 májusában 180 millió USA dollár „segélyt” ajánlottak fel. [216] Az összeg csökkentésében jelentős szerepet játszottak azok a Monsanto által finanszírozott tanulmányok, amely balesetben dibenzo-dioxin-mérgezést szenvedett emberek adatait elemezve, nem számoltak be különösebben drámai fejleményről. [224] Mindez a mai napig tipikus példa, amelyben a megrendelések, támogatások miatt gazdaságilag függő helyzetű kutatók elképesztő „határozatlansága” véleményem szerint nem a véletlen műve. [225–226] Később a „megvédett” termék szép lassan eltűnik, mint a 2,4,5-T is, s ma már a veteránok is úgy látják, hogy megalkuvásukkal rossz üzletet kötöttek.³

2.3. A „sárga eső”⁴ teratogén hatása

A szállított mennyiségtől függő „segély” zöme a Dow Chemicals és a Monsanto Co. vegyészeti gyárakat terhelte. Ez utóbbi cég produktumáról az is bebizonyosodott, hogy az általa készített AGENT ORANGE dibenzo-dioxin-tartalma sokszorosa (néha 47-szerese) volt a Dow Chemicals hasonló termékének, így a könyöradománnyt – dacára annak, hogy a kipermetezett AGENT ORANGE 29,5%-át a Monsanto és 28,6%-át a Dow szállította – 45,5%-ában mégis a Monsanto fizette. [227–228] Itt el is magyarázható, miért lehet különböző az, ami azonosnak látszik. Ugyanannak a hatóanyagának a szennyezettségi profiljai – akár ujjlenyomataink – nagymértékben eltérnek, és ez a gyártási és tisztítási folyamatoktól függ. Nem mind-

³ 1995-ig a 2,4,5-T-t 45 országban betiltották, és 16 országban visszavonták a regisztrációját. Ma betiltásáról még nincs határozat az alábbi országokban. *Afrikában*: Burkina Faso, Csád, Elefántcsontpart, Mauritánia, Mauritius, Togo, Zambia, Zimbabwe; *Amerikában*: Chile, Dominika, El Salvador, Paraguay, Surinam, Uruguay, Venezuela; *Ázsiában és a Pacifikus területen*: Banglades, Kína, Malájföld, Pakisztán, Szingapúr, Tonga; *Európában és Közép-Keleten*: Anglia, Görögország, Jemen, Libanon, Luxemburg, Portugália.

⁴ A „sárga eső” kifejezés a korabeli újságok címei alapján az AGENT ORANGE permetezésre utal, s nem a trópusi Ázsiában (Laos, Kampuchea) néha előforduló valóban sárga színű esőre, amely valószínűleg pollen és méhürülék eredetű. [239]

egy tehát az eredet. Napjainkban a lejárt szabadalmú, kellő tisztítást nélkülöző, de olcsó kínai és dél-amerikai termékekkel helyettesített „eredeti” hatóanyagok emelkedő rizikójának ez az oka.

A 180 millió dollárt végül 210 ezer kérelmező között – láss csodát – bíróság osztotta el. Mindeközben a veteránok formálisan tudomásul vették, hogy a vád (már amiért fizettek éppen) nem megalapozott. Nem csupán a dibenzo-dioxin tartalmú *2,4,5-T* az azonban, ami a teljes lista áttekintése után kegyetlenül „csípheti” a szemünket. 8200 tonna AGENT BLUE-t, nátrium-dimetil-arzenátot (Ansul Chem. Co.) rizsföldek pusztítására használtak. [209] Ez a legnyomasztóbb toxikológiai rémálmodunkat is felülmúlja (máj-, tüdő- és bőrrák). Az elősdiék ellen felhasznált rovarölő szerek (*DDT*, *endrin*, *chlordan*, *HCH* stb.) viszont egy esetleges visszatekintő járványtani tanulmány igazodási pontjait tökéletesen átrendeizhetik.

A vietkongokról és családjaikról kevés számszerű adatunk maradt. Ők nem maximum egy évet töltöttek az elszennyezett környezetben, mint a legkitartóbb veteránok. 1969-ben, a dél-vietnami újságokban már megjelentek cikkek, hogy a kezelt területeken élők utódai között a születési rendellenességek és a torzszülöttek száma jelentősen megemelkedett. [18] Bui Daiban 1000 ember vizsgálatakor 523 esetet (benne nagyszámú spontán vetélést) hoztak kapcsolatba a dzsungel lombtalanításával. Ezekben a falvakban az újszülöttek túlélési esélye az első évben 1966–1971 között 2,4-szer, 1981–1986 között 1,4-szer vált kisebbé. A kezelt körzetekben a halakból (fő táplálék a mocsári erdők területén) és az anyatejből a bioakkumulációra képes dibenzo-dioxinok kimutathatók voltak. [150] Prágában a 80-as években két hetet töltöttem el, lakásszomszédomban egy vietnami fizikussal, aki rokoni kapcsolatban volt a honi egészségügyi miniszterrel. Többnyire együtt vacsoráztunk. Nagyon nehezen kezdett beszélni (tilos volt panaszkodnia), de végül is nem maradtak kétségeim afelől, hogy az AGENT ORANGE vonatkozásában is csupán a jéghegy csúcsáról szólnak az akkori krónikák. [213] Ma közel félmillió meg sem született vagy torzszülött vietnami gyerekről tudunk, igaz olvastunk olyan hivatalos washingtoni katonai híradást, amely szerint a vietnami torzszületek nem haladták meg az ázsiai átlagot. [229] A tanulság egyszerű: a statisztika sokféle *igazság* alátámasztására is alkalmas. Mindennek ellenére a saigoni (ma Ho Chi Minh City) Tu Du kórház egyik lezárt szobájában, polcokon lévő üvegekben, formalinban tárolt kettős-, háromtestű, daganatos, zavart fejlődéstől torz, félig-meddig kifejtett magzatok mutatják az irgalmatlan valóságot.

A dibenzo-dioxin gerinctelenekben is rákkeltőnek bizonyult, például a tengerekben élő kagylókban a hererák gyakoriságát jelentősen emelte. Az USA-ban, ugyanazokon a szennyezett helyeken (ipari környezetben: PVC-, cementgyártás, kohászat, papír-fehérités stb. is nagy mennyiségben keletkezik), ahol ezt tapasztalták, az emberi méh- és emlőrákos betegségek is gyakrabban fordul-

tak elő. [230] Mindezt ma már a dibenzo-dioxinok hormonális egyensúlyt megbontó képességével is magyarázzuk. [59–60, 177, 231]

2.4. Klorinol és a garéi hulladéktároló

De jöjjünk kicsit közelebb, van itt egy kis „hungarikum”, a *klorinol*. A BVM-ben az elektrolízis üzem termékei közül a könnyen eladható nátronlúgot, a 60-as években, nagyszerűen egészítették ki az ezzel együtt keletkező klór felhasználására lehetőséget biztosító termékek. A klór ugyanis egy ideig csak „bajnak” keletkezett a méla kőből. Így született meg a BVM által 1967-ben szabadalmaztatott *klorinol* (2,4,5-*T* etanol vagy *fenteracol*) és *atrazine* 1:1 arányú keveréke a BUVINOL. A kifejlesztés történetéről szóló, Bánki László által szerkesztett könyvben [232] a Czeizel Endre és Király János által írt részben azt olvashatjuk, hogy a gyártásban dolgozók kromatid-típusú aberrációjának* gyakorisága duplájára emelkedett, azonban az ipari „sikertörténet” már beindult, átgázolt a tétova tényeken. Például 1975-ben (amikor még joggal büszkék voltunk a *DDT* betiltására) a BVM 2600 tonna BUVINOL-t gyártott, ami 1985-ig (ekkor már az AGENT ORANGE-ért segílyt fizettek) volt forgalomban, amikor is betiltották; addig kukorica gyomirtására használták, de szőlő-, alma- és körtetelepipítéseknél is engedélyezték. A gyártás során keletkezett néhány tízezer tonna veszélyes hulladék, amely klórozott fenolokból és azok későbbi bomlástermékeiből, illetve fúziós származékaiból (mint a dibenzo-dioxinok) áll, tehát jobbra innen származik. A vietnami pokol egy csücske – a karcinogén és teratogén hatású 2,4,5-*T*, *klorinol* és dibenzo-dioxinokkal kevert klórozott fenolok révén – a garéi hulladéktárolóban van elszállásolva (lásd korábban). A szétmárt hordókból földbe szivárgó mixtúra pedig halad a maga törvényei szerint...

2.5. Felebarát: a 2,4-*D*

A 2,4,5-*T* mellett az AGENT ORANGE-ban található másik hatóanyag, a 2,4-*D*. Kalászosok és kukorica gyomirtására a mai napig nálunk is kiterjedten használják. Az USA-ban, Guatemalában és Dániában kivonták a forgalomból. A 2,4-*D* víz-szennyező herbicid, amelynek immunmoduláns és hormonális hatása is van. Különböző állatokon mutagén és teratogén. Az *IARC* az emberen esetleges daganatkeltők között sorolja fel [13, 31] pontosítás nélkül – tehát senki sem veszi magára – a klór-fenoxi-ecetsav típusú herbicideket. Kémiaiilag idetartoznak a 2,4-*D*, *dichlorprop*, *MCPA*, *MCPB* és *mecoprop* hatóanyagok is. Nézzünk szembe a ténnyel: mi is lenne az elégséges evidencia? Nos, ha emberen vé-

geznének toxikológiai vizsgálatokat, de ilyen alig elképzelhető. Ennek áthidalására (járványtani tanulmányok) olyan emberek egészségügyi állapotát követik nyomon, akik foglalkozási ártalom, baleset vagy öngyilkossági kísérlet miatt bizonyíthatóan kerültek kapcsolatba az illető vegyülettel. Itt mindjárt hozzá is tehetjük, hogy ezek az eredmények számtalan könnyen kritizálható hibával küzdenek, hiszen a hatást nagyon nehezen lehet visszavezetni egyetlen tényezőre, a vizsgált vegyületre.

Az *IARC* [31] szerint a tiszta 2,4-*D* nem, de a technikai hatóanyag mutagénnek bizonyult, például *in vitro* emberi sejtvonalban kromoszóma-aberrációkat és soron kívüli DNS-szintézist idézett elő. Élesztősejtekben és növényekben ugyancsak a mutagénnek bizonyult. Hörcsög petefészeksejtekben kromoszómaaberrációkat és testvér kromoszómacseréket (= *SCE**) okozott. [233]

Svédországban vannak szerzők, akik a klór-fenoxi-ecetsav típusú herbicidek gyártásában dolgozó munkások vérében a *TCDD* emelkedését kimutatták, [234] de annak daganatos betegséget illető következményeit nem; míg mások ok-okozati összefüggést találtak a klór-fenoxi-ecetsav típusú herbicid gyárakban dolgozó munkások lágyrészsarkóma és *non-Hodgkin lymphoma* betegedéseit illetően. [139, 235–236] Kansasban azon farmerek rizikója, akik évi 20 napig 2,4-*D* kitettséget szenvedtek el, a *non-Hodgkin lymphoma* esetében 6-szorosára emelkedett. Saracci és munkatársai [213] a *TCDD*-szennyezettségű klór-fenoxi-ecetsav típusú herbicidek hatását 18 ezer gyártó és permetező egészségi állapotának vizsgálatakor azt találták, hogy 10-19 évvel az első kitettség után a pajzsmirigy-, légzőszervi-, és az orrűregi daganatos betegségek rizikója 9-szerese volt a kontrollcsoporthoz viszonyítva. Ugyanakkor a permetezőmesterek lágyrészsarkómás megbetegedésének aránya is megnőtt. Weisenburger [237] vizsgálataiban a 2,4-*D* 1,3-2,2 szorosára növelte a férfi farmerek között a *non-Hodgkin lymphoma* előfordulását, azonban ha a kitettség meghaladta a 21 napot, akkor ez a 3–7-szeresére is emelkedett. Hasonló eredményre jutottak Olaszországban is, ahol azt a következtetést vonták le, hogy mindez a talajok 2,4-*D*-szennyezettsége miatt bekövetkező „munkahelyi” ártalom. [238]

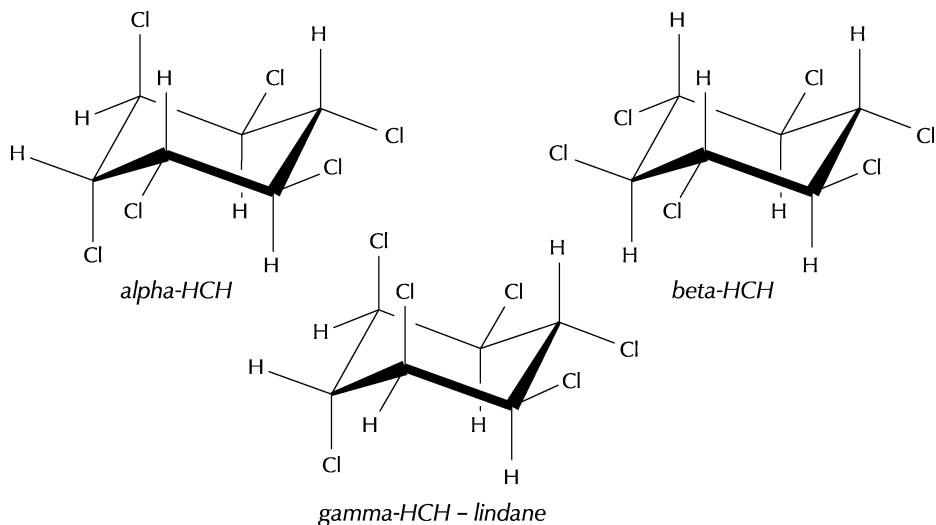
A toxikológiai irodalom még csatázik a 2,4-*D* körül, de néhány élőlényen a mutagén aktivitását már bizonyították. [233] Tény, hogy bomlásának és a csapadék hatására történő vándorlásának hányadosa olyan, hogy képes elérni és elszennyezni a talajvizet, így ivóvizünket. [27, 109, 114] Ebben a tekintetben a többi klór-fenoxi-ecetsav típusú herbicid az *MCPA* (AMINEX, DANACETÁT, JAMBOL, MECAPHAR, MECOMORN), a *mecoprop* (ASTIX, DUPLOSAN, OPTIKA) és a *dichlorprop* (CANAPUR és kombinációi) sem adják alább. Vízi környezetben az üledékbe kerülő 2,4-*D* sav fele mennyisége, a vízminőségtől függően 15–180 nap alatt bomlik el. A 2,4-*D*-nek az immunmodulált állapot kialakulásában játszott szerepét kimutatták. [33]

Az egyes nemzetek klór-fenoxi-ecetsav típusú készítményeiben eltérő dibenzo-dioxin-szennyezettség található. Svédország ezért vonta vissza a 2,4-D felhasználására vonatkozó engedélyét 1990 után, és ez okból került Angliában a sürgősen helyettesítésre javasolt herbicidek listájára, drasztikusan csökkentve a forgalmát az 1978-as érték 15%-ára. A 2,4-D az EPA re-regisztrációs listájára került, amely toxikológiai adatainak szigorú újraértékelését jelenti. A 2,4-D dimetilamin sója DMA-6 (DowElaco) és 2,4-D aminsó 450 SL (Nufarm) neveken is ismert és felhasználható nálunk. A 2,4-D amin bizonyos rovarsejtekben mutagénnek bizonyult. Madarak tojásait kezelve a 2,4-D dimetil-amin csirkén, foglyokon és fácánokon csökkentette a kelési százalékot. [123] Ebben az értelemben az idő talán a józan észnek dolgozik, de azt is gondolhatjuk, hogy a sánta kutyá addig jár a kútra, amíg eléri a békés nyugdíjkorhatárt, feltéve, ha az abban lévő vízben nincs 2,4,5-T, *klorinol*, TCDD vagy valami ilyesmi.

3. Mindhalálig lindane?

A klórozott szénhidrogén (OC) familia tagjai időről-időre tiszteletüket teszik majd ebben a részben. Most a varázslatos nevű *lindane* érkezik a kifutóra, ami a nosztalgiaira hangolódó jelenlegi növényvédelmünk része. [240–241]

A HCH-t, vagy hexaklór-ciklohexánt BHC-nak is becézték (benzol-hexaklorid); nekem egyaránt decens nevek, úgyszólván a gyerekkoromat idézik vissza. 1825-ben Faraday fedezte fel, de csak 1942-ben írták le (A. Dupire és M. Racourt) a rovarölő hatását, ami után az ICI (ma Astra/Zeneca) forgalmazta GAMMEXANE néven. [85] Igazából egy tovább már nem is klórozható vegyületről van szó, ahol a klóratomok helyzetétől függően igen sok térszerkezeti izomerjét ismertük meg. Ez azt jelenti, hogy az azonos atomokból álló vegyületek között csupán térszerkezeti különbségek vannak (34. ábra). A könnyebbség kedvéért képzeljünk el egy hőscincérekéből álló gyűjteményt, ahol az amatőr preparátor a hat lábat a legkülönbözőbb helyzetekben hagyta megdermedni. Persze itt a láb (a klór atom) csak felállhat vagy lekonyulhat. A térszerkezeti eltérések esetenként igen jelentős biológiai hatáskülönbségekkel járnak együtt. A HCH egyik ilyen izomerje a (γ -HCH vagy *lindane* ezerszer hatásosabb, mint a többi izomer, de a szintézis során csak 10–15%-ban keletkezett. A tisztogatása tehát jelentős erőfeszítést igényelt.



34. ábra: A HCH família

3.1. Üledéki panoráma

A *lindane*-t – a világ sok országában – a 60-as években szorították ki a piacról más vegyületek, elsősorban a halakon mutatott rendkívül kedvezőtlen ökotoxikológiai értékei miatt. A későbbi vizsgálatok során kiderült, hogy a γ -HCH élővizekben spontán, halakra még veszélyesebb származékokká módosul, mégpedig α - és β -HCH-vá. [27] Az idő tájt, amikor a *lindane* felbukkant, Ghánában új módját találták ki a halászatnak. A GAMMALIN-ból a Voltába borítottak egy keveset, majd a felszínre jövő döglött halakat begyűjtötték. A különös halászat után akad a fogyasztók között is olyan, aki enyhe mérgezést is kapott, de a logika diadalának nem nevezhető módon a *lindane*-hal-ember elemeket egy darabig senki nem fűzte fel egy fűzérre.

1989. március 13-án egy szállítmányozó (MV Parentis) 5 tonna *lindane*-t, 1 tonna *permethrin*-t és 600 kilogramm *cypermethrin*-t tartalmazó konténere süllyedt el a La Manche csatornában. A konténerekben hármas csomagolásban lapultak a rovarölő szerek. A környező országok azóta rendszeresen mérik a *lindane*-tartalmat, amely addig is eléggé aggasztó volt az Északi-tenger délkeleti részén, s például a *Pagurus benrhardus* rákfajban már igen magas értéket ért el.

Kínában 1990–1993-ban a Yanjia-tó üledékének vizsgálata során azt találták, hogy 60 cm mélységig hatolt le a HCH és addig a többi szerves vegyülethez hasonló eloszlást mutatott. [242] A legnagyobb koncentráció a felső 12 cm-ből volt kimutatható, pedig 1983-ban a HCH használatát már korlátozták. Hogyan is működhet ez az „akció”, ha tudjuk, hogy Kína az egyik fő *lindane*-gyártó.

Harbinban való tartózkodásunkkor minden bokron és fán soha nem látott mennyiségű rovarsereg legelt. Különösen a szilfákról csüngött alá selyemszálon, gazdag araszolóhernyó-termés, jelezve azt, hogy – várva az első jelentősebb szélfuvallatot – az állatok elvágyódnak a már tarra rágott fákról. A tanszéken ezekkel dolgoztunk, aztán egyik nap a tenyészedényekbe táplálékként behelyezett levelek percek alatt végeztek a kísérlettel. Megkérdeztem, honnan szedték a leveleket és kimentünk oda. Éppen permeteztek, s az egyetemi parkban édes-késen dohos illat terjengett.

A *lindane* sokáig elhitette magáról, hogy dehogy, pedig de hogy, azaz hasonlóan a *DDT*-hez, vagy a többi *OC*-származékhoz, szintén képes bioakkumulációra. Ugyanebben a kínai tóban vizsgálva az üledékre épülő táplálékláncot, azt találták, hogy biomagnifikáció mutatható ki, amely legmagasabb bioakkumulációs *HCH* értéket az ötéves pontyok májában érte el. [242] Kínai tartózkodásunkor egy spanyol kollégámmal jártuk Mandzsuriát; sok minden mellett a folyók szennyezettsége lepert meg bennünket legjobban. Az egyhónapos tartózkodásunk utáni búcsúztatásunkra egy koreai stílusú étteremben került sor. A bankett csúcsa egy barna szószban csücsülő, foszlásra forrázott ponty volt, amely ránk kancsalított. Riadtan ültünk az asztalnál; a tradíció értelmében, annak, akire néz a fúria, annak két, akinek a farkát mutatja annak egy pohár cirokpálinkát kell lehajtani, majd megkezdeni a tetemet. A bestia eldönthetetlenül nézett felénk, és a *baijiu*-t (cirokpálinka) még, erősen kattogó aggyal le is küzdöttük. Rafael eszmélt először, azzal védekezve, hogy legnagyobb sajnálatára nem ehet halat, allergiás rá, s máris buzgón vakaródzni kezdett, mint akinek a pusztá látvány is elég a gyötrő kiütésekhez. Nekem már csak az maradt, hogy azt lódítsam, sohasem ettem még halat; a *sunyali* (a magyarok kínai neve, éles fogút jelent, de igazából a magyarok nyilaira vonatkozik), ugye, nem kifejezett halevő nemzet. A törekeny kis párttitkár asszony csak pillanatokig habozott a pálcikákkal való lecsapás előtt, majd egyetlen gyakorlott mozdulattal kifordította a hal egyik szemét, és hangos cuppantással eltüntette azt. A másik szem útja is arrafelé vezetett, a szemek ugyanis a legtiszteletreméltóbbat illetik. (Édes Istenem, mit úsztunk meg!) Öt percbe sem tellett, hogy a serény pálcikák csontvázvá csupaszítsák a másfél kilós hajdani üledékevőt, amely mint az öreg halász nagy fogásának emlékét őrző kisplasztika merengett tovább a barna zaggyban.

3.2. Tűz van babám

1991. május 3-án tűz ütött ki az Agricultura Nacional de Veracruz, SA (ANAVERSA) nevű mexikói (Cordoba) gyár növényvédő szer raktáraiban. A raktártűzben 19 ezer liter *parathion-methyl*, 8 ezer liter *paraquat*, 3 ezer liter *2,4-D*,

1,5 ezer liter *PCP*, valamint még valamennyi *malathion* és *HCH* is égett. A füstködben 759 ember mérgeződött (az ott élők 70%-a). Közülük 236 ember súlyos és ezek fele krónikus mérgeződést szenvedett. A mérgezettek 36%-án egy éven belül különféle allergiás bőrbetegségek fejlődtek ki. A katonaság ezer embert telepített ki a környékről, igen sokat a közeli iskolából, bár egy nap múlva a zárlatot feloldotta, annak ellenére, hogy a háztetőket és a földet mérgező korom borította. A tűz miatt a *PCP*-ből és *HCH*-ből dibenzo-dioxinok és dibenzofuránok keletkeztek, amelyet a tűzoltáskor a csatornába mostak, s így egy időre elszennyezték az ivóvizet is. A mérgezettek között 20 terhes volt, közülük négyen – akik a terhesség első harmadában voltak – torzszülött gyermeknek adtak életet. Az érintett gyermekek közül két éven belül egy leukémiában és egy lágyszarkómában, míg felnőttek esetében egy *lymphoma*-ban, míg egy másik csontvelő betegségben halt meg. A kárvallottak beperelték a Du Pont, az ICI gyárakat és két mexikói céget. A kb. 20 éve üzemelő gyár és raktár környékén lakók (nem messze van tőle a Fertimex nevű is) között a *lymphoma* előfordulása az átlagos 1:100.000-ről 1:5.000-re emelkedett. [243]

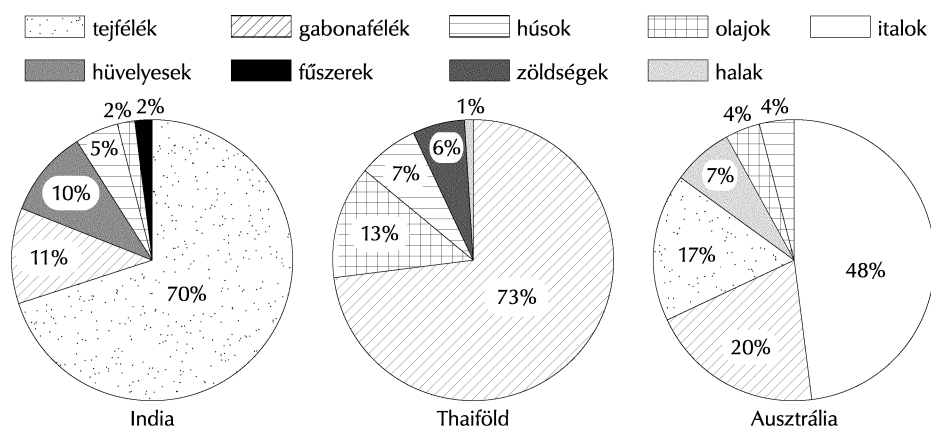
3.3. Az anyatejben

A világ statisztikája szerint, a 70-es évek végén Japán és India lakosainak zsírszövetekben mérték a legtöbb *HCH*-t (10-12 ppm) és *lindane*-t (1-7 ppm) [145] Kínáról nincs hitelt érdemlő adat; amit nem veszünk tudomásul, az talán nem is létezik. Mára Japán ebben a versenyben erőteljesen lemaradt. A világ legnagyobb *HCH*-gyárai ma Indiában vannak. 1993-ban Andhra Pradesh-ben a megvizsgált tejminták β -*HCH*-tartalma kétszerese volt a megengedettnek. [126] Nem is véletlen, hogy ma itt mérik táplálékokban a legmagasabb *HCH*-tartalmat, mégpedig kiemelkedően a tejtermékekben. Egy nagyságrenddel kisebb – de még mindig takaros –, ami a thaiföldi gabonafélékben, s az ausztrál italfélékben (kávé, tea, sör? stb.) lapul (35. ábra). [244]

Az USA-ban alacsony koncentrációban az ivóvízből is és az esővízből is kimutatták. Az Antarktiszon mérhető módon jelent meg a krillben, míg Grönlandon a fókákban, valamint a jegesmedvéket követő sarki rókáknál is. [245] A *lindane*-nal kezelt növények mellett az élősködők miatt kezelt birkák húsa [27] is forrása lehet heti „*lindane*-szükségletünknek”, s ha mindez valahogyan még fokozható, akkor az amerikai seregben használt ruhák (vö. ruhamoly) tárolási veszteségeinek csökkentésére is – a mai napig – szívesen alkalmazzák. Akkor hát ez lenne az a szédületes bakaszag, ami a *Military shop*-okat belengi? A *lindane* több enzim aktivitását növeli, többek között a nitro-reduktázok aktivitását, [246] amely termékei között mutagén [233] és karcinogén anyagok is van-

nak. [247–248] A *lindane*-t tumor-promoternek tartják. Ez arra utal, hogy a transzformált daganatsejt aktivizálódását támogatja. Egérben májdaganatot okoz. [56] Az *EPA* listája szerint a *HCH* emberen valószínűleg rákkeltő. [58] Az *IARC* szerint valamennyi *HCH*-származék esetleges rákkeltő. [31]

Antibiotikummal együtt rendkívül drasztikusan redukálja a bélflórát. [246–248] Belélegezve az orr, elfogyasztva a gyomor nyálkahártyáján írták le genotoxikus hatását. Nyulakon végzett vizsgálatokban derült ki az, hogy a nőtény szoptatáskor, az anyatejjel a lindane-készletének 30%-át átadja a kis nyusziknak: csak „szokják”. [197] A tehéntejben szintén megjelenhet a *HCH*. Spanyolországban, 1994-ben a megvizsgált pasztőrözött tejminták 90%-a tartalmazott legalább egy *HCH* izomert. [151] Izraelben úgyszintén igen nagy koncentrációban találtak α - és γ -*HCH*-t a tejtermékekben, amely után a fogyasztók folyamatos tiltakozására betiltották a *HCH* minden formáját. [199] Ezt követően az emlőrák [180] és a tejtermékek *HCH*-tartalmának egyidejű csökkenésére figyeltek fel. A 80-as években, Németországban, az anyatejben mérhető *lindane*-tartalom olyan magas volt, hogy az orvosok bizonyos vidékeken nem javasolták, hogy az újszülötteket szoptassák. [147, 249] Ha már az anyatejnél tartunk, amelynek egyik igen fontos feladata a védelem biztosítása az újszülött immunrendszerének kifejlődéséig, tudnunk kell, hogy a növényvédő szerek jó része immunhiányos állapot kifejlődését idézi elő; csökkenti a fehérvérsejtek számát, károsítja a csecsemőmirigyet és a lépet. [33]



35. ábra: *HCH*-k megjelenése táplálékokban. Forrás: Kannan és mtsai, 1997.
Napi összes OC-fogyasztás (µg/személy/nap) India: 223, Thaiföld: 20, Ausztrália: 20

3.4. Magyarország menedékjog

1990 óta a *lindane* felhasználását korlátozza vagy tiltja Argentína, Belgium, Bulgária, Ciprus, Ecuador, Finnország, Fülöp-szigetek, Izrael, Japán, Jugoszlávia, Kanada, Kolumbia, Németország, Oroszország, Szingapúr, Új-Zéland és az USA. Tévedés lenne azt hinni, hogy Magyarország, amely az elsők között vonta ki a mezőgazdasági felhasználásból a *DDT*-t – s nemzetközi vonatkozásban komoly reputációt szerzett –, következetes maradt ebbéli szigorúságához.

A *lindane*-t 1966–1992 között a BVM, a jól csengő HUNGÁRIA néven forgalmazta, de a Nitrokémia Ipartelepek is gyártotta L2 és L7 neveken, s amelyet szántó-földi kultúrákban használtak. Aztán, amikor bealkonyult a színes és széles-vásznú vadkeleti klórozásnak, megjelent az újkor embere a Rhône Poulenc ezoterikus magasságából, s azzal, hogy neki valami elképesztő tisztaságú γ -HCH-ja van, és ennek már megint és végképpen nem tudtunk ellenállni. A *lindane* ma TERRA-Tox néven engedélyezett Hunniában; a környezetvédelmi és toxikológiai szempontból világszerte nem-kíváncsnak minősített hatóanyagáért kezünket-lábunkat törjük! Kell nekünk. Hazai egészségügyünk azzal védi (mert erre bizony nagy szükség van), hogy csak csávázószerként használják, s annak emberre minimális a rizikója. Persze a talajban is van élet, szűrletét végül mi isszuk, sőt magevő állatok is szép számmal vesznek bennünket körül, s a rájuk épülő táplálékláncok végén védett ragadozóink találhatók. A TERRA-Tox *lindane* és *endosulfan* felejtethetlen keveréke; 1998-ban 40–50 tonnát forgalmazott belőle a BVM. A *lindane* fürjeken csökkentette a kelési százalékot és abnormalis ivarszervfejlődést okozott, míg a kacsáknál több szerv fejlődésében is mutatkoztak zavarok. [123] Méltó társa a bűnben az *endosulfan*, amelyet szintén bioakkumuláció (vízi élőlények) [250–252] és mutagenitás (baktériumokban és csontvelőben) miatt köröznék. [233] Még nem nálunk.⁵

⁵ 1995-ig a *lindane*-t 31 országban betiltották, és 1 országban visszavonták a regisztrációját, ezek a következők. *Afrikában*: Csád, Egyiptom, Mauritánia, Mozambik; *Amerikában*: Bolívia, Brazília, Ecuador, Guatemala, Honduras, Kanada, Nicaragua, Paraguay, Santa Lucia, USA; *Ázsiában és a Pacifikus területen*: Banglades, Hongkong, Indonézia, Japán, Korea, Szingapúr, Tajvan, Tonga; *Európában és Közép-Keleten*: Bulgária, Dánia, Finnország, Hollandia, Izrael, Jemen, Lengyelország, Németország, Moldova, Svédország.

4. Istab⁶ poharában: paraquat

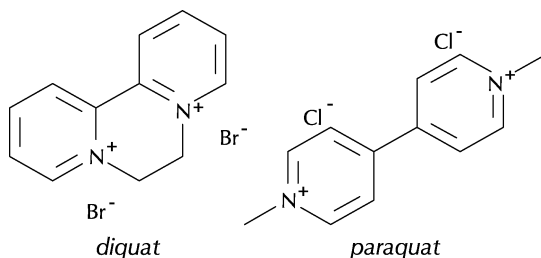
Az öngyilkosok rendhagyó ízlése okozta a vesztét; valamiért őt választották. A rá szavazók gyógyítása reménytelen; a *paraquat* körülményesen lassú, de biztos kezű gyilkos. Ebbéli tulajdonsága mellett madarakon az egyik legjelentősebb teratogén... [241]

A *paraquat*ot R. C. Brian (*Nature* 181, 446) 1958-ban fedezte fel, és az ICI kezdte forgalmazni GRAMOXONE, DEXTRONE és ESGRAM neveken. [85] A *paraquat* totális gyomirtó szer (36. ábra), azaz bármilyen növényi részre permetezve elpusztítja azt. A gyártásba később beszállt a Tiszavasvári Alkaloida is mindaddig, amíg egyszer csak keresztszenyvezést találtak

egy általuk gyártott gyógyszer és egy növényvédő szer között. Ezt követően megtiltották, hogy egy telephelyen ez a két gyártási tevékenység megférhessen egymás mellett. Ekkor az Alkaloida hátat fordított a növényvédő-szer-gyártásnak. Ha azt hisszük – arra gondolva, mert úgy hívjuk –

hogy a gyomirtó szer csak gyomokat irt, lényegbevágóan tévedünk. Az elnevezést a kereskedelem mûzsája ihlette; arra utal, hogy mire használható, s nem arra, hogy ezt milyen úton éri el.

A *paraquat*, az élővilágban általánosan elterjedt redukciós* folyamatokat gátol. A sejtjeinkben elektronforgalom megy végbe, ahol az elektron az adományozó molekulától a fogadóig, egyik vegyületről a másikra kerül. Mindezt egy enzimrendszer tagjai, a citokróm c, b₅ stb. végzik, ahol az elektront – a jó csapat – passzolgatja egymásnak. A *paraquat* viszont képes rövidre zárni az elektronforgalmat, elektronhiányos állapotot előidézve ott, ahol annak szüksége felmerül. Akárcsak a kád vízébe dobott, működő hajszárító, elszabadítja a negatív szellemet; az elektronok útja most majd a kádba vezet (a fejünket valóokon törni a továbbiakban sürgősen), igaz, ha nem „talpaltuk” meg a főbiztosítékot, az esetleg ekkor majd kiolvad. A *paraquat*-ra viszont nincs a szervezetünkben működő biztosíték, s ez a baj alapvető forrása.



36. ábra Totális gyomirtók

⁶ Istab: maja halálilsten.

4.1. Thanatos⁷ birtoka

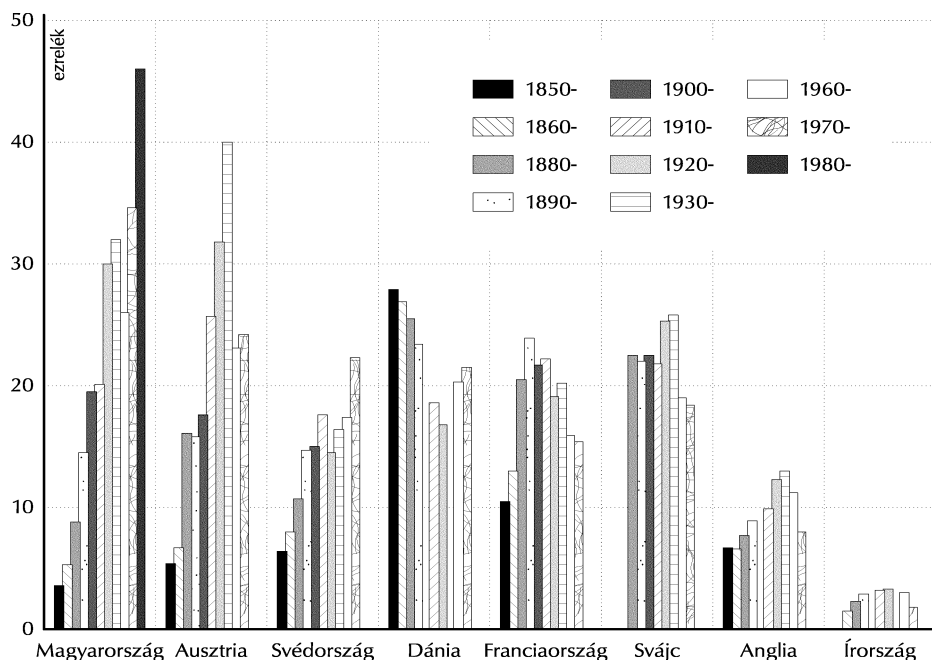
A mérgeződésnek kétféle változata lehet; az egyik az akaratlagos, ez lenne aleseiteit illetően az öngyilkosság és a gyilkosság; a másik az akaratlan, ez viszont a baleset. A mérgeződésnek lefolyása van, azaz időben mérhető a kiteljesedése; s van, ami gyorsan hat, mint a legendás ciánkáli, de van, ami lassú, mint a galléros-bocskoros gyilkosgalóca mérge, a falloidin. Ez utóbbit idézi a *paraquat*. Lenyelése után égő, maró érzést okoz a nyelőcsőben, de csak napok, hetek múlva következik be a bipiridilium-típusú mérgeződésekre jellemző – miután a bél, a máj és a vese is leállt – légzésbénulás és keringés-összeomlás. Belélegezve és bőrön keresztül is felszívódik, és végzetes tüdőödémát okoz. A mérgek egy részére van ellenmérég, ha tehát időben orvos kezébe kerülünk, az segíthet. A rovarölő szerek között ismert foszforsav-észterek esetében ilyen például az atropin, de van olyan, ami ellen nincs ellenszer; ha a folyamat elindult, hát masszívan halad előre, és már csak az igen válogatós csoda segíthet. A *paraquat* így működik; fél óra múlva – ha már felszívódott – kórházban is csak asszisztálni lehet hozzá, jegyzetelgetni, fájdalmat enyhíteni, tekintettel a kórterem környékén aludni szándékozókra.

Nézzünk akkor szét, mi is a helyzet az öngyilkosok körében, már csak azért is, mert ebben tényleg sikerült a világ élére kerülnünk. Magyarország az 1960-as évektől vált Thanatos birtokává, öngyilkossági statisztikában maga mögé utasítva a világot (37. ábra).

A legendák szerint a svédek a hosszú telek okozta depresszió (érdemtelen eseménytelenség) miatt követnek el öngyilkosságot, de a norvégok például sohasem követték őket ebben a szokásukban. A japánok első munkahely megszerzését megelőző stresszel teli beszélgetése (félelem a kudarctól) szintén régiek tárgya, de az igazság az, hogy a japánok a tisztas középmezőnyben foglalnak helyet, s relatíve inkább a nők választják többen az öngyilkosságot.

A XIX. században Szászország, Franciaország, Dánia és Poroszország vezették e tekintetben az európai statisztikákat. Franciaországban ma kevesebben követnek el öngyilkosságot, mint hajdanán. Helyét Magyarország, Ausztria, Csehország, Szlovákia és Finnország foglalta el, ahol ennek a halálnemnek a választása a korábbi többszörösét érte el. Nálunk nehéz lenne az öngyilkosságok vezető okait meghatározni. Többen szavaznának a széthulló nagycsaládra, mint okra, de ennek ellenére tény, hogy a hazai öngyilkosok 2/3–3/4 része férfi, s a 20–29 éves korosztály a leginkább érintett. Hozott ide – Európának ebbe a szögletébe – valamit a korszellem, ami miatt a valamikori Monarchia államai is itt csörtetnek szorosan mögöttünk, hiszen az amerikai bevándorlók között az osztrákok és

⁷ *Thanatos*: görög halálisten.



37. ábra: Öngyilkosságok néhány európai országban. Forrás: Böszörményi, 1991.

csehek/szlovákok újra ott vannak az élbolyban. Az anyanemzethez viszonyítva a kivándorlók között az öngyilkossági arány mindig tetemesen megemelkedik. Mégis, talán a hitevesztettség szülte búskomorság lenne az, amit a világnak erről a tájáról magunkkal hurcolunk – ha már nincs közöttünk genetikai rokonság –, mert például a mélyen vallásos Írország, Olaszország és Spanyolország lakosaira sohasem volt jellemző az, hogy önmagukra kezet emeljenek. [253]

4.2. A paraquat zamata

Kaliforniában 1965–1977 között a növényvédő szerekkel elkövetett öngyilkosságok viszonylatában az arzén és a sztrichnin vezetett, [254] de nem igazán a patkányméreg az, amit az emberek szívesen választanak erre a célra; hiszen nincs benne semmi – a pillanathoz illő – emelkedettség. El sem tudom képzelni Rómeót, amint ezt megfontolva és az eredendő drámai pátoszt romba döntve bolhaporral végez magával, hogy kövesse Júliáját. Más a helyzet a balesetekkel, az USA-ban ebben valóban a foszforsav-észter tartalmú rovarölő szerek – *phosalone*, *chlorpyrifos*, *azinphos-methyl*, *methomyl* és *dimethoate* – vezetnek. Azaz, minél mérgezőbb egy növényvédő szer, a vele kapcsolatban rögzíthető balesetek

száma annál magasabb. Skandináviában ezért nem engedik forgalomba a ciánkálinál két és félszer kevésbé mérgező növényvédő szereket sem. A hazai egészségügyünk nem így gondolkodik. Talán nálunk nincs túl sok – legalábbis okát illetően feltárt – növényvédő szeres baleset? A norvégoknál, ahol az öngyilkossági arány tradicionálisan igen alacsony, a tartalékos katonák odahaza tarthatják a géppisztolyukat, s ebből sincs különösebb probléma. Igaz, hogy ott az élet tisztelete olyan mérhetetlenül nagy, hogy az országúton az elesési távolságnál másfélszer nagyobb kerülési távolsággal előzik a biciklisteket, s a sérülékenyebbet (a gyalogost) a védettebb mindig magától értetődő önuralommal respektálja. Visszatérve ebbéli intézkedéseink koherenciájához, ha a *paraquat* betiltásához elégséges indok volt az öngyilkosok ízlése (és az, hogy nincs ellenszere!), talán az extrém mérgező növényvédő szerek balesetveszélyessége is megérdemelne hasonló megfontolást. Magyarországra az évi 2–3 száz peszticiddel elkövetett öngyilkossági érték jellemző, amely napjainkban csökkent felére.

Az USA-hoz viszonyítva eltérő a kép, ha Angliára gondolunk. 1981–1986 között 9 ezer akut mérgezést regisztráltak, de ennek csak 0,6%-a volt kapcsolatban növényvédő szerekkel. Az esetek fele öngyilkossági kísérlet, fele foglalkozási baleset volt. Meglepő módon mindez 61%-ban gyomirtó szerekkel volt kapcsolatos, s az összes eset 50%-ában a *paraquat* volt a címszereplő, amelyre az öngyilkosok az íze miatt szavaztak. Az ICI az addig némi kulináris élvezetet is nyújtó GRAMOXON-t festékekkel színezte, hogy ne hasonlítson semmilyen italra és hánytatóval látta el, de a tiltakozás már megindult ellene: nem-kíváratossá vált.

4.3. További vádak

A másik csapás a krónikus tesztek felől érte a *paraquat*-ot; teratogenitással vádolták meg. Felkerült arra a 35-ös listára, amelynek tagjait a *London Food Commission* (Londoni Élelmiszer Bizottság) azzal gyanúsította meg, hogy torzszületést idézhetnek elő. [255–256] A *paraquat* madarakon (csirke, fűrj, kacs) a legjelentősebb embriotoxicitást és teratogenitást (tüdő- és agyfejlődési zavarok) mutatta; [123, 257] egér hímivarsejtek osztódásakor kromoszómaaberrációkat okozott; [258] emberi vérésejteken (*lymphocyta*-k) genotoxikusnak bizonyult. [259] A *paraquat*-gyártásban dolgozók között rosszindulatú, okait illetően az UV-sugárzás által indukált mutagén hatásra és *oncogen* aktiválásra támaszkodó bőrráktól eltérő betegséget figyeltek meg, amely részben az arzén kiváltotta (Bowen-betegség⁸) bőrrákra emlékeztetett. [260] A munkások bőrében ugyanekkor egy allél* megváltozására figyeltek fel, amely azonban mindig „hallgatott”.

⁸ Bowen-betegség: a felhámban kialakuló laphám-burjánzás különleges alakja.

A *paraquat* igen lassan bomlik, vízi környezetben 5 hónap múlva feleződik. Szerencsére megkötődik az agyagszemcséken, ezért rendszerint nem éri el a talajvizet, mindez azonban nem vonatkozik homoktalajokra és fő bomlástermékére, a karboxi-1-metil-piridinium-kloridra. [261] Utánpótlásáról éppen napjainkban intézkedik az Astra/Zeneca (ma Syngenta), amennyiben 60-80 millió dollár beruházással Nantongban (Kína) 3-6 ezer tonna/év kapacitású *paraquat* gyárat épít, amely Ázsia számára szállítja majd az áldást.⁹ [89]

4.4. Felebarát: a *diquat*

A *paraquat* rokona a *diquat*, amelyet REGLONE, REGLONE TURBO (Astra/Zeneca) és AQUACID (Chipman Chem.) néven vehetünk még ma is (Dánia ennek a használatát is betiltotta). Mint egyetemista, nyári munkaként REGLONE nevű gyomirtó szerrel arankát¹⁰ irtottam. Az özönvíz előtti szórópisztoly (mintha a gyakorlatban csak ilyenek léteznének) minden csatlakozása szívárgott, a kezem folyamatosan permetlében ázott. Egy hét múlva minden karcolásnál gennyes hólyag lett rajta, az ízérezésemet elvesztettem, és spontán orrvérzés kínozott. Nem értettem, mi történhetett, csak később, amikor a kutatásaimnak is tárgyává vált a citokróm P-450 enzimrendszer. [50, 262] Ha abban az évben kevéssel több aranka van a „brigád” területén, azaz hosszabb ideig ázom a permetlében, akkor valószínűleg ma nem én írnám ezeket a sorokat. A *diquat* mérgezés, hasonlóan a *paraquat*-hoz nem ellenadagolható, a sejtekben folyó elektronforgalmat szétkapcsolva pusztítja el az állatokat is. [263–266] Emellett az immunrendszert is támadja. [33]

Egyesek szerint Magyarország fejlesztette ki az ún. deszikálási technológiát. A növények, például burgonya, napraforgó, szója, borsó, rizs, repce stb. betakarítását nehezíti, hogy termésérésük után is még zöld a lombjuk. Ilyenkor tehát repülőgéppel a táblák fölé röpülnek, meghintik bróm tartalmú *diquat*-tal. A zöld növényi részek gyorsan leszáradnak, s néhány nap után jöhet a betakarítógép; így csökken a betakarítási veszteség, s az élőlények esélye, hogy megússzák ezt a hatóanyagot. A *diquat* ezzel egyidejűleg még kötődik a talaj felső rétegében, ahol hosszú ideig nem bomlik el. Ilyen is lehet a rossz transzparenciája?

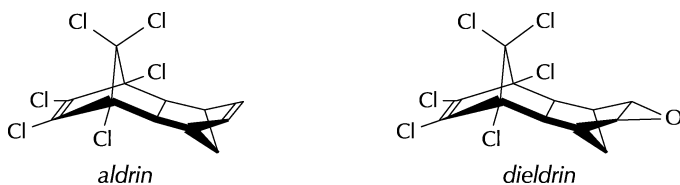
⁹ 1995-ig a *paraquat*ot 10 országban betiltották, és 4 országban visszavonták a regisztrációját, ezek a következők. *Afrikában*: Burkina Faso, Madagaszkár, Szudán; *Amerikában*: Argentína, Belize; *Ázsiában és a Pacifikus területen*: sehol; *Európában és Közép-Keleten*: Ausztria, Bulgária, Dánia, Finnország, Magyarország, Moldova, Norvégia, Svájc, Svédország.

¹⁰ *aranka*: *Cuscuta sp.* nevű növényi parazita.

5. A végső megoldás: aldrin és dieldrin

A legtöbb vegyületet abban a reményben használjuk fel, hogy csak ott fejti ki a hatását, ahová szántuk, aztán pedig angolosan távozik. Erre cáfolt rá az *aldrin* és a *dieldrin*, melyeket majdnem az örökkévalóságnak teremtettünk. [267]

Gyerekkoromban azt hittem, *aldrin* és *dieldrin* lapulnak sunyin a légyapíron, és a tiszazugi asszonyok belőlük főzik a hamis *Earl Grey* teát; esetleg pontosan Aldrinnak és Dieldrinnek hívják a feketekendős méregkeverőket. Tévedtem. Igazából klórozott szénhidrogének ők is, mint a *HCH*. Abban is hasonlítanak hozzá, hogy térszerkezeti izomeriát mutatnak; viszont többféle variációjuk is hatásos rovarölő szernek bizonyult. A hexaklór-hexahidro-dimetano-naftalén az 1940-es években vált ismertté. Az *aldrin*-t és *dieldrin*-t 1949-ben írták le, és a



38. ábra: Drinek

Julius Hyman & Co. licence alapján a Shell forgalmazta, például OCTALENE és OCTALOX neveken (38. ábra). Az *endrin*-t és *isodrin*-t úgyszintén a Shell próbálta kifejleszteni, kevés sikerrel. Pontosabban az USA repülőterein a 90-es években – mint egyetlen „túlélő” – csupán az *endrin* használható fel, mint – kimondani is kínos – gondos madárirtó. Az *aldrin*-nak és ikertestvérének, az *isodrin*-nak az alkotóelemeit kőolajból nyerték. Akkoriban szinte minden abból készült. *Dieldrin* *aldrin*-tól, *endrin* *isodrin*-tól született, azonos kémiai eljárással, mondhatjuk azt is, hogy lombikbébiként.

5.1. A perzisztencia bajnokai

Az *aldrin* és *dieldrin* az elsők között voltak, amelyek a perzisztencia jelenségére felhívták a figyelmet. A környezetben nem bomlottak le. 17 évvel a kipermetése után még az eredeti *dieldrin* mennyiség 39%-át tudták visszanyerni a talaj-

ból. [27] Emellett zsírokban kitűnően oldódva bioakkumulációra képesek a lipidgazdag szövetekben. Az angolna például olyan elképesztő mennyiségű *dieldrin*-t képes koncentrálni (az élőlények az *aldrin*-t gyorsan alakítják át *dieldrin*-né), hogy egy békebeli adag belőle – anno – meghaladhatta az ún. elfogadható napi felvételi értéket (vö. *ADI*).

A 80-as években, az Oldenburgi Egyetemen való látogatásom hétvégéjén a házigazdám egy tengerparti malomfogadóba vitt el, ahol középkori kosztümökben szolgálták fel a ház egyetlen rendelhető ételét, a füstölt angolnát. Egy akasztókampókkal ékesített boton hozták be őket, és az már biztos, hogy egyik sem nyert volna szépségversenyt, még Tambacoundában sem. A szájukban kis cetli lifegett a súlyával és az árával (akkoriban a *dieldrin* iszonyú drága lehetett). A legkisebbet választottam. Azt mégsem tehettem meg – olyan hosszú kocsikázás után –, hogy azt mondom ezekre a fekete, hosszú, beszáradt szemű izékre, hogy inkább egy burgert ennék, amitől már akkor is szívesen megkíméltem magam. Az angolna előtt átfagyasztott szilvapálinkát itattak velünk (mit mondják: kellett), amit, cirkuszi mutatványokat szégyenítő ügyességgel, magasról csörgedeztettek alá egy ónkupába. Minden együtt volt tehát a *dieldrin* könnyű és prána-telt utazásához. Ennek ellenére *dieldrin*-ből Franciaországban és Japánban mutatták ki emberi zsírszövetben a legnagyobb mennyiségeket, de ez sem érte el az 1 ppm-t. [145] De térjünk vissza a történetünkhöz. Vízi környezetben a vízhez viszonyítva a plankton 265-szörös mennyiségben koncentrálna magába a *dieldrin*-t. A ragadozó halakban a koncentráció már 75 ezerszeres. [27] Ez a biomagnifikáció jelensége. Mindezt szárazföldi táplálékláncokban is észlelték. [268] A *dieldrin*-t felhasználó körzetekben radikálisan csökkent a ragadozó madarak (baglyok, héják, sólymok és sasok) és a kis ragadozó emlősök (rókák és borzok) száma. [269]

Az *aldrin*-t és *dieldrin*-t 1975-ben tiltották be a világ boldogabbik felén. Legtovább a természetek elleni felhasználása – ez még nekik is sok volt – tartotta magát. A természetvédelmi felületét permetezték le, s 17–21 évvel az *aldrin* és *dieldrin* alkalmazása után a kezelt talaj még mindig pusztítja őket. Szóval végleges megoldásnak látszik, nem olyan, mint az a divatcipő, amely csak egy nyáron át táncol.

5.2. Táplálékainkban bujkálva

Fentiek miatt sem meglepő (értsd: élelmiszerimport a Harmadik Világból), hogy 1991–1993 között az USA-ban kapható élelmiszerekben a leggyakrabban előforduló szermaradékok között a *dieldrin*-t is ott találjuk, annak ellenére, hogy 1975-ben betiltották.

A lassan bomló, zsírban oldódó vegyületeknek komoly esélye van arra, hogy megjelenjenek az állatok tejében, amelyek azzal kezelt takarmányt fogyasztottak. 1983-ban az anyatejben, Indiában az *aldrin*, Dél-Amerikában a *dieldrin* fordult elő a legnagyobb mennyiségben. 1987-ben, Angliában – dacára a korábbi betiltásának – 31 tejmintából még 3-ban találtak magas *dieldrin* értéket. [27] 1988-ban, Ausztráliában még szinte minden húsféle (baromfi, marha, sertés, birk, kecske, ló, kenguru), tojás és méz is dieldrin-maradékot tartalmazott. [270] A 90-es évek közepén, Ugandában még jelentős mennyiségű *dieldrin*-t használtak. [193] Ezekben az országokban a csecsemők napi *aldrin*- és *dieldrin*-fogasztása meghaladta az elfogadható küszöbértéket.

Ki dönt a „kezelésünkről”? A felírt gyógyszernek elolvashatom a mellékhatásait, és eldöntöm, vagyok-e annyira beteg, hogy megkockáztassam, de a peszticidmaradékokkal tudtomon kívül etetnek, s a növényvédő szerek csomagolóanyagain a mellékhatásokról még a felhasználót – aki abszolút érintett – sem tájékoztatják. Rendben van ez így?

5.3. Fából vaskarika: tiltott, de forgalmazott

Az *aldrin* és *dieldrin* immunhiányos állapotot képesek okozni, megzavarják a gerincesek hormonális háztartását (madaraknál puha héjú tojásokat eredményeznek) és az *IARC*-nél kisszámú evidencia mutat abba az irányba, hogy rákkeltők. Az *aldrin* és *dieldrin* ugyanis a kivételek közé tartoznak, úgy van karcinogén hatásuk, hogy közben nem mutagének. Leginkább májbetegségeket okoznak, amelyekben az enzimműködést megváltoztatják. Magyarország 1968-ban, még a *DDT* kivonására ráfejelve – az elsők között – vonta ki őket a forgalomból.

Az előzőek ellenére a 90-es években, az USA-ban lévő vegyészeti gyárak még mindig forgalmaztak *aldrin*-t és *dieldrin*-t a fejlődő országokba, habár 1975-ben ezek felhasználását, 1985-ben gyártását betiltották. A különös piac dicsőségtáblája egyébként az alábbiakat tartalmazza: **i.** Velsicol Chemical Corp., USA (bevallottan *endrin*); **ii.** Royal Dutch Petroleum Co. (mint Shell), Hollandia (*aldrin*, *dieldrin*, *endrin*); **iii.** Quimica Potosi, Mexikó (*aldrin*, *dieldrin*, *endrin*). Mindhárom ország tiltja a saját területén való alkalmazást. A Shell (Pernis, Hollandia) 1954 és 1990 között gyártott *aldrin*-t és *dieldrin*-t, és saját munkásain végzett egészségügyi tanulmányai szerint – meglepetést sem okozva – semmilyen egészségügyi károsodást nem mutatott ki. [271] A Sandozon keresztül a Novartis birodalomba olvadó Velsicol (amiről később még lesz szó) 24 évvel azután fejezte be a gyártást, hogy köztudottá vált az *aldrin* perzisztenciája és daganatkeltő tulajdonsága. Mivel az USA területén betiltották a felhasználását, az a

Harmadik Világba (egy részük Hollandián keresztül) került „kijáánlásra”. A 90-es évek közepén, Pakisztánban jelentős mennyiségű *dieldrin*-t forgalmaztak, de Nepálban, 1994-ben még előszeretettel használták az *aldrin*-t erdészeti csemetekertekben.¹¹ [272]

6. Raktártüzek hunyói: *parathion*ok

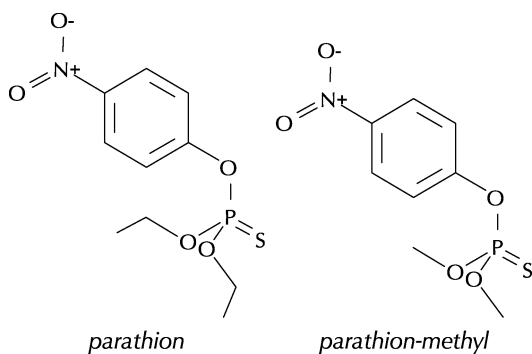
A foszforsav-észterek válogatás nélkül pusztítanak el minden idegrendszerrel rendelkező élőlényt. Közülük a *parathion*-ok akut toxicitása a ciánkáliét is meghaladja. Nincs tehát különösebben meglepő abban, hogy a velük kapcsolatos balesetek száma jelentős... [273]

A *parathion* az első *OP*-származék (*organophosphates* – szerves foszforvegyületek), amiről bővebben megemlékezünk, persze nem az utolsó. E hatóanyagcsoport követte a klórozott szénhidrogéneket a fejlesztési sorban. Ennek egyik oka, hogy a világháborúk alatt vegyi hadviselésre készülődő ipar, hasonló szerkezetű vegyületekre (*sarin*, *soman*, *tabun* stb.) terelte a figyelmet. A foszforsav-észterek az acetil-kolin-észteráz enzimet bénítják. Az acetil-kolin* az egyik neurotranszmitter*, amely az ingerületet közvetíti két, egymással az ún. kémiai szinapszison keresztül érintkező idegvégződés között. Az ingerület impulzusa az érkezési végződésnél acetil-kolint szabadít fel, amely a fogadási oldalon kapcsolódik a receptorához, s megváltoztatja annak nyugalmi feszültségét. Mivel az acetil-kolin-észteráz az az enzim, amely az acetil-kolint bontja acetátra és kolinra, ennek az enzimnek a gátlásakor az ingerület, a szervezet „kimerüléséig” állandósul. Az *eséré* vagy kalabárbab, *Physostigma venenosum* Balfour 1861 (Leguminosae) egyik alkotórésze, a *physostigmine* hasonló módon fejti ki a hatását.

¹¹ 1995-ig az *aldrin*-t (= ^A) 59, a *dieldrin*-t (= ^D) 66 és az *endrin*-t (= ^E) 58 országban betiltották, valamint 7^A, 6^D és 13^E országban visszavonták a regisztrációját. Ma betiltásukról még nincs határozat az alábbi országokban. *Afrikában*: Burkina Faso^A, Csád^{AE}, Elefántcsontpart^{AE}, Kamerun^E, Mauritánia^{AE}, Mauritius^D, Szudán^D, Togo^A, Zambia^E, Zimbabwe^{AE}, *Amerikában*: Bolívia^E, Dominika^E, Surinam^{AD}, Uruguay^{AD}, *Ázsiában és a Pacifikus területen*: Banglades^{AD}, Fidzsi-szigetek^{AE}, India^A, Indonézia^{AE}, Kína^{AD}, Malájföld^A, Pakisztán^{AD}, Új Zéland^D, *Európában és Közép-Keleten*: Görögország^E, Luxemburg^E.

Nyugat-Afrikában, a biafrai parton élő törzsek (például *efik-ibibio*) igazságszolgáltatás céljaira használták. [42, 274] Amennyiben elfogyasztása után elpusztult a vádlott, úgy bűnös volt, viszont ha kihányta, akkor ártatlan. Mások szerint Afrikában boszorkányok és megszállottak leleplezésére is szolgált: ha a babot megrágták és kihányták, akkor a gyanú beigazolódtott, ha egészben nyelték le és „viselkedésük” nem változott (talán meg is úszták), akkor viszont ártatlannak minősültek. [275]¹²

A *parathiont* (etil-*parathion*) 1944-ben Schrader fedezte fel, s hamarosan az American Cyanamid, az ICI, a Monsanto (akik ma már nem gyártják) és a Bayer gyártották (39. ábra). Nálunk 1980-ig PARATHION (Siapa, Rhône Poulenc) és EKATOX (Sandoz) neveken forgalmazták. [85] Az extrém módon mérgező *parathion* felszívódik bőrön keresztül és belélegezve is. A foszforsavészter-mérgezés



39. ábra: *Parathion*-ok

után – ha a beteg nem kap ellen-méregként atropint – gyorsan beáll a légzésbénulást követő halál. *Parathion* esetében a mérgezés lefolyása olyan gyors, hogy gyakorlatilag nem lehet ellenadagolni. A nem halálos kimenetelű mérgezések tünetei viszont hetekig tartanak, és egy esetleges következő mérgezés már alacsonyabb dózissnál is bekövetkezik. [276–277] Következmenyeként a központi idegrendszer és a mel-

lékvese sérül, valamint immunhiányos állapot alakulhat ki. Az immuntoxikológiai eredmények – akárcsak az akut toxicitás és ösztrogén-agonista hatás sem, sajnos – ma még nem tartoznak az engedélyezés/tiltás döntéskényszerítő kritériumrendszerébe. A *parathion-methyl* ebből a szempontból messze kiemelkedően – a DDT-t és *carbaryl*-t is megelőzően – nem-kíváncos környezetünkben. A *parathion-methyl* csökkenti a csecsemőmirigy nagyságát, a neutrofil *granulocyta*k aktivitását, a T-*lymphocyta*-k szaporodását és az antitest-válaszokat. Következmenyeként a gazda (emlősök és halak esetében is kimutatták) ellenálló képessége vírusokkal, baktériumokkal, véglényekkel, gombákkal, de daganatsejtekkel szemben is csökken. [33]

Mikor 1978-ban megérkeztem a MÉM Növényvédelmi Központjába és „be-laktam” az íróasztalomra, egy levelet találtam benne. Egy akkori akadémikus írta

¹² A kalabárbab Afrikán kívüli boszorkányperekben való felhasználása kérdéses, lásd *Élet és Tudomány*, 55 (23), 725–726 (2000).

(nem növényvédelemmel foglalkozott), s arra hívta fel a figyelmet, hogy az újonnan terjedő foszforsav-észterek minden valószínűség szerint mutagénnek bizonyulnak majd. Megérdemelné, hogy a nevét ide leírjam, de az emlékezetem e tekintetben cserbenhagyott, és nem sikerült ezt a levelet már megtalálnom. A szakirodalom ez idő tájt (ma már tudom) említi a lehetséges teratogén hatásokat (sőt szörványos utalások találhatók mutagén hatásokra), mégis csodálom, amit akkor leírt. Közalkalmazott elődöm ezt a levelet is, néhány az akkori Növényvédelmi Kutatóintézet ökológiai terveit tartalmazó irattal együtt pelenkás dossziéba csomagolta és nagylelkűen vagy feledékenyen rám hagyományozta. Őrizgettem, ameddig tudtam, azaz négy évig, amikor is búcsút mondtam ennek a permanens átszervezés alatt lévő helynek, ahol titkolni kellett a mikroszkópunkat, merthogy a mi feladatunk az „apparátus” irányítása volt.

A *parathion* messze megelőzve a később leírt teóriát ún. proinszekticidnek bizonyult, azaz a szervezet aktiválja, állítja elő a még mérgezőbb származékot. A ként oxigénre cserélve *paraoxon*-ná alakítjuk át, amely a kiinduló vegyülettől eltérő tulajdonságokat is felmutat. Míg a *parathion* nem, addig a *paraoxon* szinergizálja* néhány növényi eredetű vegyület mutagén hatását.

6.1. Balesetek *parathion*-félékkel

1986. november 1-én, Bázelen, a Sandoz tulajdonában lévő növényvédő szer raktárban tűz ütött ki. A raktár nem messze volt a Rajnától, ahol 25 tonna *parathion*, 323 tonna *disulfoton*, 10 tonna *fenitrothion* nevű rovarölő hatású idegméreg és 12 tonna higanytartalmú gombaölő szer volt. Néhány száz tonnára becsülik annak a növényvédő szernek a mennyiségét, amit a tűzoltás során a Rajnába mostak. A folyó két óra alatt több szennyeződést fogadott be, mint az átlagos évi szennyezettség mértéke. A hatása a Rajna folyásának irányában 100–200 kilométert érintett, és kb. félmillió hal hullája figyelmeztetett rá. [278] Egyesek szerint a Rajna viszonylag hamar kiheverte a tragédiát, míg mások szerint a hatóanyagok a folyó üledékébe merülve évekig szennyezték a környék ivóvízkészletét.

1991. május 3-án – ahogy korábban említettem – tűz ütött ki az ANAVERSA nevű mexikói (Cordoba, Veracruz) vállalat növényvédő szer raktárában. [279–280] Az azonnali hatás nagy része a *parathion-methyl*-re visszavezethető acetil-kolin-észteráz gátlás volt. A betegek 55%-ában maradandó idegrendszeri károsodás alakult ki. [243]

1993. február 26-án Escaguey-ben (Venezuela) felborult egy 3 tonna növényvédő szert (*parathion*, *paraquat*, *aldrin*, *DDT*) szállító kamion. A szállítmányban lévő *DDT*-t Venezuela (papíron) 1980-ban már betiltotta. A szállítmány tüzet

fogott, a mérgező füstködtől 700 ember mérgeződött, amelyből 200-at, a *parathion*-nak köszönhetően, súlyosnak minősítettek. [281]

1996-ban Jackson County-ban (Mississippi) egy már két éve szolgáltató mezőgazdasági vállalkozót tartóztattak le, aki városi közterületen *parathion-methyl*-lel permetezett. Az utólagos kármentesítés 453 lakóházat érintett és 1750 embert telepítettek ki, így 43,5 millió dollár kár keletkezett. Ennek kapcsán derült ki, hogy vannak előzmények: „vállalkozók” *parathion-methyl*-lel 1994-ben Lorainban (Ohio) 232 ház érintettségével 20 millió dolláros, 1975-ben Detroit-ban (Michigan) 1 millió dolláros kárt okoztak. Az *EPA* az 1960-as évek közepétől 22 halálesetet tart nyilván, amely *parathion*-félékkel kapcsolatos balesetekhez fűződik. 1997-ben az *EPA* egyezséget kötött a dániai Cheminovával, amely a szert szállította, hogy a teljesen érintetlen, nem mikrokapszulázott (ennek az akut toxicológiai mutatói valamivel kedvezőbbek) készletét vonja ki az USA területéről. Mindezt 1997. február végéig a Cheminova ellenkezés nélkül végrehajtotta. [282] 1998-ban az *Environmental Working Group (EWG)* felszólította az *EPA*-t, hogy tiltsa be a *parathion-methyl* használatát, mivel rizikóanalízis szerint a vele kezelt alma és őszibarack miatt az 5 év alatti korosztály erősen veszélyeztetett. 1999 augusztusában az *EPA* almában, szőlőben, sárgarépában és olyan növényekben való alkalmazását tiltotta be, amelyet elsősorban gyerekek fogyaszthatnak.

6.2. Dániában tiltott, csak exportra gyártott

Ha még nem veszítettük el képességünket a csodálkozásra, úgy alább majd hasznosíthatjuk, mivel a dániai illetőségű Cheminova úgy árulja Magyarországon a DANATOX és PARASHOOT nevű készítményeit, hogy odahaza a *parathion-methyl* regisztrációját 1995 előtt visszavonták.¹³ A koppenhágai „TV94” nevű

¹³ 1995-ig a *parathion*-t (= ^P) 25 országban betiltották, és 10 országban visszavonták a regisztrációját, míg *parathion-methyl*-nél (= ^M) ezek a számok 14 és 13. Ma betiltásáról még nincs határozat az alábbi országokban. *Afrikában*: Burkina Faso^{PM}, Csád^{PM}, Dél-Afrika^{PM}, Egyiptom^P, Elefántcsontpart^{PM}, Kenya^{PM}, Kamerun^{PM}, Mauritánia^{PM}, Mauritius^{PM}, Mozambique^{PM}, Szudán^M, Togo^{PM}, Zambia^{PM}, Zimbabwe^P; *Amerikában*: Bolívia^{PM}, Brazília^{PM}, Costa Rica^M, Csile^{PM}, Dominika^{PM}, El Salvador^M, Guatemala^M, Honduras^{PM}, Kanada^P, Mexikó^M, Nicaragua^{PM}, Panama^{PM}, Paraguay^{PM}, Peru^{PM}, Santa Lucia^M, Surinam^{PM}, USA^{PM}, Uruguay^{PM}, Venezuela^{PM}; *Ázsiában és a Pacifikus területen*: Ausztrália^{PM}, Banglades^P, Fidzsi Szigetek^{PM}, India^M, Malájföld^M, Pakisztán^{PM}, Szingapúr^{PM}, Új-Guinea^{PM}, Új-Zéland^M, Tajvan^M, Thaiföld^M, Tonga^{PM}; *Európában és Közép-keleten*: Ausztria^{PM}, Belgium^P, Ciprus^{PM}, Franciaország^{PM}, Görögország^{PM}, Hollandia^{PM}, Izrael^{PM}, Libanon^{PM}, Liechtenstein^{PM}, Luxemburg^{PM}, Magyarország^M, Németország^{PM}, Norvégia^{PM}, Olaszország^{PM}, Portugália^{PM}, Spanyolország^{PM}, Törökország^M.

tévéadó 1997 májusában „*Made in Denmark*” címen az országot megbotránkoztató riportfilmet mutatott be. Ebben arról tudósított, hogy a Cheminova kizárólag exportra évi 5 ezer tonna *parathion*-t és *parathion-methyl*-t gyárt, amelyet nagyrészt dél-amerikai országoknak (Brazília, Chile, Columbia, El Salvador, Guatemala, Mexikó, Nicaragua, Peru) ad el, ahol növényvédelmi szempontból szakképzetlen parasztok használják ezeket. Ebbéli termékforgalmát a gyár titkosan kezeli. A riportban elhangzott, hogy Guatemalában évi 10 – többnyire a farmokon játszadozó gyereket érintő – halálesetet írnak e hatóanyagok rovására. [283] Azt, hogy milyen módon hasad szét a vegyészeti gyár és az őt magában foglaló állam viselkedése, jól mutatja, hogy Dánia – amely az európai élelmiszerpiacon jelentős reputációját a legszigorúbb engedélyezési rendszerének¹⁴ köszönheti – kormánya 1997-ben megbízást adott egy szakértőcsoportnak arra, hogy vizsgálja meg: mi lenne, ha valamennyi peszticidet betiltanák? [32, 34] Természetesnek tartom, hogy a válogatás nélküli tiltás nem lehet a megoldás. Például a nálunk forgalmazott hatóanyagok harmadával nincs jelentősebb ökotoxikológiai probléma. [102] Mai termelési viszonyaink között nem a növényvédő szerek totális kivonása, csupán szigorú rendszabályozása, a választék és a védekezési szemlélet megváltoztatása (lásd később, mint integrált* védekezés) valamint korszerűsítése lehet a járható út.

A történet máshol és mással is lejátszódik, hiszen a Bayer az európai gyakorlatból többnyire kitiltott (a német regisztráció nem nyilatkozik a státusáról) *parathion*-ját Indiában értékesíti, mint „gyorsan bomló” növényvédő szert. [95]

6.3. Magyarországi menedékjog

A *parathion*-t Magyarország 1980-ban kivonta a forgalomból, nem úgy, mint rokonát, a *parathion-methyl*-t (Wofatox – VEB Chem.; Bayer), amelyet 1952-ben engedélyeztek nálunk. 1997-ben még DANATOX és PARASHOOT (Cheminova), valamint PENNCAP (Elf Atochem Agri) neveken forgalmazták. 1999-ben a DANATOX engedélyét a magát szigorúnak tartó FVM 2001. december 31-ig hosszabbította meg.

¹⁴ 1994-ben betiltott: *atrazine*[‡], *cyanazine*[‡], *hexazinone*[‡], *lindane*[‡], paraquat, *propachlor*[‡], *thiabendazole*; 1997-ben betiltott: 2,4-D^{‡†}, *dazomet*[‡], *diazinon*^{††}, *dichlobenil*[‡], *dichlorprop*^{††}, *dichlorprop-P*^{††}, *maleic hidrazide*, *MCPA*^{††}, *mecoprop*[†], *mecoprop-P*^{††}, *thiophanate-methyl*^{††}, *ziram*[‡]; 1998-ban betiltott: *captan*[‡], *deltamethrin*^{††}, *dichlorvos*^{††}, *diquat*[‡], *fenarimol*[‡], *guazatine*[‡], *iprodione*[‡], *thiram*[†], *trifluralin*[‡], *vinclozolin*[‡]. Az itt felsoroltak közül a [‡]-tel jelölt hatóanyagok 1999-ben érvényes felhasználási engedéllyel rendelkeztek Magyarországon, a [†]-tel jellettek a hivatalosnak tűnő deklarációk ellenére megtalálhatók a Dániában 1999-ben engedélyezett hatóanyagok jegyzékében. [297].

1994-ben – az Agrárgazdasági Kutató szerint – nálunk még jelentős volt a *parathion-methyl* értékesítése (az első háromnegyedévben kb. 80 tonna). [284] Olcsó és brutálisan gyors hatóanyag; mindent elpusztít, aminek idegrendszere van. [285] A permetezhető hatóanyagok közül a *parathion-methyl* a legmérgezőbb. Krónikus hatásait illetően mutagén baktériumokban, [233] de emlősökön is (például egér csontvelőben). [286–290] Tavakba kerülve az üledékben hosszabb ideig nem bomlik el. Üledékevő halfajokban bioakkumuláció (metabolitja a 4-nitrofenol) mérhető. [291] Madarak esetében teratogén. [292–294]

Milyen kereskedelmi következménye lehet annak, ha növénytermesztésünk olyan hatóanyagokat használ fel, amelyek toxikológiai szempontból elavultak? Nos, az ország neve – mezőgazdasági termékeit illetően – nem hivatalos, de működő listákra kerül (skandináv országoknak van ilyen). Ezeken olyanok vannak, akik obskúrus anyagokat használnak fel a termelésben. Ilyenkor ugyanis hiába olcsó az exportáló ország kínálata, a vevő kémiai biztonsága érdekében végzendő szerteágazó ellenőrzés drágává tenné a terméket, nem beszélve az így reszkirozott államközi perpatvarokról. A minőségről kialakított vélemény részben bizalmi kérdés – amely megrendülhet –, így kézenfekvő, hogy a fizetőképes piac megszerzéséhez milyen imázs kialakítása célszerű.

Mikor a szent folyó vizét Ames-tesztben próbának vetették alá, az mutagénnek bizonyult. A Gangesz vize (Narora, Kachla, Fatehgarh és Kannauj) DDT-t, aldrin-t, dieldrin-t, dimethoate-t és *parathion-methyl*-t tartalmazott. [295–296] Változatos forrásai lehetnek a csodatévő hatásnak.

7. Méhek kancsal védőszentje: camphechlor

Igen sok vegyület keveréke, mindezért pontos összetétele, így környezetünk vele való szennyezettsége is sokáig rejtve maradt. Mai engedélyezőink úgy hiszik, hogy Magyarországon soha nem használtuk, ugyanis mi „toxafénnek” hívtuk... [298]

Keskeny ösvényen vezet a növényvédőszer-fejlesztés útja, s a legnehezebb szakasz, hogy a „kiirtandó” károsak között mindig vannak szép számmal hasznos „rokonok” is. Ennek csupán a legjobban ismert tagja a háziméh, amelytől a mézet kapjuk. Mellette viszont számtalan azoknak a hasznos, a kártevő rovarokat

fogyasztó ragadozó és parazitoid rovarfajoknak a száma, amelyek kellően fel nem becsült módon segítik a növényvédő munkáját. Aztán ott vannak a szerves anyagok bontásában közreműködő rovarok is, amelyek annyi szerénységgel szolgálnak bennünket, hogy „hálából” észre sem vesszük őket.

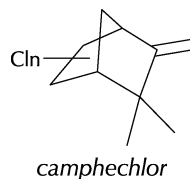
Történt egyszer, hogy felfedezték az *ivermectin** nevű rovarölő szert, amelyet háziállatokba injekciózva azok kiürítették bélférgeiket, a testnedveiket nyalogató vagy a vérüket szívó rovarok lefordultak róluk, szóval majdnem kitört a totális parazitológiai *Hawaii*. Az Egyesült Államokban hamar beoltottak egy jókora gulyát, és egy ideig örvendtek is, míg fel nem tűnt, hogy a legeltetési terület fűvén a trágya dacol az idővel, kiváltképpen nem akar bomlani, sokasodik; csacska, cseppkövet utánzó lepényekben gyűlik, már-már bokáig ér. Figyelmesen megvizsgálva az ürüléket, azt találták, hogy a trágyában a lebontó rovarok is elpusztulnak, így ami korábban olyan természetesnek tűnt, most nem működött: gyűlt a ganaj. [299–301]

De térjünk vissza a méhecskékre, amelyek szorgalmasan röpdösnek, gyűjtögetnek, és eközben porozzák az erre utalt növényeket. Mindezt feltételes módon kell újraolvasni, ha idegmérget használunk, amely nem válogat, darab-darab alapon irtja a rovarokat. A kezelt területeken napokig szárny sem zizzen, tücsökhegedű sem nyikkan, vagy ha félszegen dacolva mégis, hát csak pillanatokra.

7.1. Alias *toxaphene*

Jól jött tehát a méhkímélő hatóanyag, örültek is a méhészek perek miatt kesergő nagyapáink, amikor 1947-ben LeRoy Parker és Beacher (*Del. Univ. Agric. Exp. Stn. Bull.* No. 264) felfedezték a *camphechlor*-t és a Hercules Inc. (az USA-ban való betiltása után a gyártást Nicaraguába helyezte át) TOXAPHENE néven forgalmazni kezdte. Európában a termékneve vált elterjedtté, mint hatóanyagnév, s így lépett elő a *toxaphene* a *camphechlor* nem-hivatalos nevévé (40. ábra). Magyarországon a méheknek (*Apis mellifica*) békét ajánló, kissé idealizált MELIPAX (gyártó VEB Fahlberg-List) néven került forgalomba; használhattuk virágzó lucernában, vörös herében, mákon és repcén. Mindezen megzavarodva hatásaink ma már elvesztették a fonalat. 1999-ben, több szaklapban az a „hivatalos állásfoglalás” jelent meg, hogy *camphechlor*-t sohasem használtuk. [68–69] Nos, az 50-es évek végétől 1992-ig, közel 35 éven keresztül sajnos igen, csak mai engedélyezőinknek desifírozni sem sikerült a saját munkájukat: mi „toxafénnek” hívtuk.

A *camphechlor* az 50-es években, az USA-ban az egyik leg-



40. ábra:

A *camphechlor*-ok általános képlete

gyakrabban használt rovarölő szerré vált. Egy bizonyos dózishatárig – ki tudja az élettan törvényeinek mely kivétele miatt – kímélte a méheket. A *camphechlor* poliklórozott (67-69%-a klór) kámforszármazék és dacára a 25 éven keresztül széleskörű felhasználásának – ma már szinte érthetetlenül – 1986-ban sem ismerték a pontos összetételét. A *camphechlor*-ban a klóratomok molekulánkénti átlagos száma egy kicsit több mint 8, s nem csak a ciklohexán-gyűrűre, de a metilén-csoportra is rákerülhetnek. 1979-ben a technikai tisztaságú* *camphechlor*-t legalább 177 vegyület keverékének tartották, amely elméletileg akár 670 komponensig is felmehet. [302–303] Ez a nagyszámú összetevő praktikusan lehetetlenné tette szermaradék-értékeinek megállapítását. Már pusztán ez alapján is felfoghatatlan, hogyan kerülhetett a környezetünkbe. Számtalan növénykultúrában (az USA-ban alma, burgonya, citrusfélék, dohány, gyapott, kávé, kukorica, mogoró, napraforgó, repce, szezám, zöldségfélék) való használatán kívül háziállatokon (birka, sertés, szarvasmarha) élősködő rovarok ellen is alkalmazásra került.

7.2. A mixtúra kimutathatósága

Egy pillanatig térjünk vissza a „technikai tisztaság” fogalmára, amely arra vonatkozik, hogy a gyártónak a hatóanyag tisztítását milyen mélységig kell elvégeznie. Talán meg is nyugodhatnánk a 98%-os tisztaságú hatóanyagok engedélyezett felhasználását illetően (bár a *camphechlor*-ban melyik is lenne az, ha 26 vegyület alkotja a „technikai hatóanyag” 40%-át), ha nem tudnánk, hogy sokszor a töredékszázalékot kitevő gyártási szennyezettség az, ami súlyos környezeti problémát okozhat. Gondoljunk az AGENT ORANGE-ra!

A *camphechlor*-t kevésbé perzisztensnek és kisebb mértékben bioakkumulációra hajlónak hirdették, mint a DDT-t. A szerkezeti bizonytalanságok ismeretében, azonban ezt az állítást – így utólag – kétkedéssel fogadhatjuk. Hogyan határozható meg biztonságosan az, amit összetevőiben nem ismerünk? Napjainkban a WHO – a kimutatási technika színvonalának javulásával – az USA-ban végzett felmérések alapján a levegő, a talajok, a vizek, a növények (például dohány) és az állatok (például tejtermékek) jelentős *camphechlor*-tartalmáról tudósít. Ma úgy tudjuk, bomlási félideje talajban – társvegyületei és térszerkezeti izomerjei esetében igen eltérően – néhány hónaptól 11 évig terjed.

7.3. A POP-vegyületek arktikus utazása

A mai jegesmedve zsírszövetének klórozott szénhidrogén-tartalma, a téli álom ideje alatt – amikor a szervezete a zsírt lebontva jut energiához – veszélyezteti az életét, másrészt e földi jóból, később szaporodási problémákkal küzdő kölykeinek is ad, amikor a méhében fejlődnek, majd elszennyeződött tejt szopják. [207] A fókákból jut hozzá a POP-vegyületekhez, míg azok az óceánok halaiból szerzik be „készletüket”. A táplálékláncokon keresztül állataink így passzolgatják egymásnak a „bomlásképtelen” vegyületeket. De miért éppen a sarkkörü állatok azok, amelyekben a legmagasabb értékeket mérjük? Nos, a jégsekrény előnye az, hogy az ide helyezett élelmiszereink hosszabb ideig maradnak meg romlatlan állapotukban. A vegyületekkel ez ugyanígy van, alacsonyabb hőmérsékleten lassabban bomlanak. Egyes számítások szerint 1950 és 1993 között 2,6 millió tonna DDT-t, 2,2 millió tonna HCH-t és 1,3 millió tonna camphechlor-t használtunk fel. A POP-vegyületek azonban nem csak a növényvédő szerekkel kerülnek környezetünkbe, az ipar is szennyezi hasonlókkal vizeinket. A PCB-vegyületekben két klórozott aromás gyűrű direkt módon csatlakozik (57. ábra). Mérgezőségük mélyen alatta marad a TCDD-nek, azonban előfordulásuk annak többszöröse lehet. Például a 3,3',4,4'-5 PCB a Michigan-tóban 5460 ng/g mennyiségben fordult elő, a TCDD 0,8 ng/g értékével szemben. Az előbbi TEF*-értéke $2,2 \times 10^{-2}$, ami 12 TEQ*-ra rúg, a TCDD-eredetű 0,8-cal szemben (a TEF és TEQ magyarázatát lásd a VI. 1.1 fejezetben, valamint az 58. ábrán). [304] Legfőképpen a kőolaj-, gumi-, kohó-, cement-, papír-, műanyag- és növényvédőszer-ipar – de a füstgázmosó nélküli városi hulladékégetők is – nem-kívánatos PCB-forrásaink. [305] De hogyan is jutnak el az arktikus területekre ezek a vegyületek? Kisebb részben direkt módon kerülnek oda az arktikus telephelyeken kőolajjal működő mini erőművekkel és radarokkal, de ablakszigetelők és világítóberendezések anyagaival is; nagyobb részben viszont – csodálkozásunk ellenére – a táplálékláncokon keresztül érkeznek, valamint vízáramlással és légmozgással. [22]

A mezőgazdasági területen felhasznált növényvédő szerek egy része közvetlenül élővizeinkbe sodródik, más részük rövidebb-hosszabb idő után bemosódik azokba. [27] Folyóink több-kevesebb klórozott szénhidrogént szállíthatnak. HCH szempontjából a legszennyezettebbnek az oroszországi Kara-tengerbe ömlő Obot (55 ng/l), Pyasinát (37 ng/l) és Jenyiszejt (15 ng/l) találták; de 5 ng/l fölött mértek a Fehér-tengerbe torkolló Severnaja-Dvinában és a Mezenyben, valamint a Laptjev-tengerbe folyó Lénában is. Az Ob fentiek mellett literenként 5 ng DDT-t is tartalmaz. A környezetvédelméről híres Kanadában, folyókban 0,5–1 ng HCH/l értékek a jellemzők. A folyók tavakba vagy tengerekbe szállítják vizüket. A tavak szennyezettségét illetően tudjuk, hogy HCH, HCB (hexaklór-ciklobenzol) és camphechlor tartalmuk az üledékben elérheti a 40 ng/g

értéket. E tekintetben a csúcstól az alaszakai Wonder-tó tartja, amelynek üledékében 240 ng PCB/g-ot találtak. [306] Az elszennyezett vizekben élő halak – ha túlélnek egyáltalán – zsírszöveteikben akkumulálják ezeket a vegyületeket, amelyek a biomagnifikáció útján a táplálékláncokban (ragadozó halak, haldok, vadak, vízi és szárazföldi halfogyasztó emlősök) dúsulnak tovább. Kanadában a *camphechlor* rendkívül magas értékét mérték a ragadozó halakban, s például a menyhal májában 40–2300 ng *camphechlor*/g található. Az oroszországi Karamer PCB-szennyezettsége elérheti a 15 ng/l-t is. Ezzel szemben a Beaufort-tenger α -HCH-szennyezettsége 7 ng/l körüli. Ha az északi átlagos szennyezettségi értékeket nézzük, feltűnő a délről észak felé növekvő koncentráció-gradiens, amely a „hideg-kondenzációs” teóriát támasztja alá. A HCH és a *camphechlor* nagy része ma a sarki jég foglya, így az arktikus tengerek üledéke viszonylag tiszta, eltérően a már szennyezett Balti-tengertől, ahol az üledékfogyasztó lepényhalak daganatos betegségei igen gyakoriak. Az áramlási viszonyok miatt egyébként a HCH-, valamint a HCB- és PCB-tartalmú üledék Svalbard (Spitzbergák), a Skandináv-félsziget (Norvégia fjordjai) és Oroszország északi partjainál (Tajmir-félsziget) dúsul. [306]

Mindezek következménye, hogy több tengeri madár (például hamvas sirály) tojásában megdöbbszent: 25–30 µg PCB/lipid gramm található. A vízi szárnyasok (több közülük migráló* életmódot folytat) húsnak szennyezettsége ragadozó madaraink (sóllymok, sasok stb.) zsírszöveteiben és tojásaiban (8,3 µg PCB/g; 4,5 µg DDE/g) dúsul tovább és a tojások „vékonyhájúságát”, valamint embriófejlődési zavarokat okozva veszélyeztetni népességeiket. [204] A norvég vadászólyom hosszú életének végén 100 ng DDT és DDE/izom gramm mennyiséget is felhalmozhat. A rozmárok zsírában átlagosan 0,1–1 µg/g; a fókák zsírában 0,24–5,7 µg/g; a ragadozó cetfélék (például delfinek) zsírában 2,6–6 µg/gramm mennyiségű PCB található (a migráló életmódú, planktonfogyasztó bálnák zsírában ennek csak fele mérhető). [307] A fókákban e mellett a *chlordan*- és a DDT-tartalom is magas. S a jegesmedve? Nos, az állatok közül ez a csúcsragadozó (az eszkimókról már korábban olvashattunk) látszik a legnagyobb vesztesnek: átlagosan 7,2 µg PCB/g, 2 µg *chlordan*/g, 0,2 µg DDE/g, 0,15 µg *dieldrin*/g értékekkel „súlyosbítva” tengeti az életét. [306]

Nem volt ok nélküli a hűledezés, amikor a svéd erdők növényvédő szerekek sohasem kezelt fáinak kérgén DDT-maradékot találtak. Hogyan kerülhetett ide? – kérdezték. A válasz pedig igen egyszerű: a víz párolgása több vegyületet is magával ragad, így a légkörbe kerülnek, ahol a légmozgások törvényeit követik, s nagy távolságok után a csapadékkal hullanak vissza a földjeinkre. [27] A legjelentősebb HCH- (5,6 ng/l) és DDT-tartalmú (2,1 ng/l) havat 1995-ben a Karamer környéki Tajmir-félszigeten mérték. Ugyanitt 1994-ben 12 ng/l PCB-tartalmú eső esett. De nem csak ebben a környezetét sokunkhoz hasonlóan herdáló országban mérték klórozott szénhidrogén-tartalmú csapadékot. Kana-

dában 1992 és 1994 között ehhez képest tízszer kevesebb mennyiségű szennyezést tartalmazó (0,01–0,88 mg/m²) hó esett, amelyben a *HCH* és a *PCB* meghatározó mennyiségű volt. A légköri makromozgások a délebbi légrétegeket az arktikus területek felé „kanyarítják”. [306] A sarki területek levegőjében ma 15–150 pg/m³ *PCB* és 0,3–15 pg/m³ *camphechlor* mérhető. Így érkezik *HCH* és *PCB* Oroszországból és Európából (India után a legnagyobb *lindane* felhasználó Franciaország és Olaszország); *camphechlor* az USA és Kanada nyugati, valamint *chlordan*e a keleti partjai felől. A klórozott szénhidrogén-tartalmú csapadék következtében a mohák (100 ng *PCB*/g) és zuzmók (7–9 ng *PCB*/g) szennyezettsége igen magas. A rénszarvasok májában emiatt 0,1–7,6 ng *HCB*/g és 0,2–8 ng *HCH*/g szennyezettséget mértek. A „*PCB*-szállítmány” az északi csúcsragadozó, a farkas (20–60 ng *PCB*/lipid gramm) szervezetében dúsul tovább. [306]

7.4. Mellékhatások

De térjünk vissza a *POP*-családról a „klán” tagjához *camphechlor*-hoz, amely állati szervezetben komoly átalakuláson megy keresztül, ami tovább nehezíti kimutathatóságát. Ez az alapvető oka annak, hogy alig ismertek adatok a bioakkumulációjával kapcsolatban. Skandinávia körüli tengerekben (Balti-, Északi-, Norvég- és Barents-tenger) élő halak, halakat fogyasztó madarak és fókák vizsgálata során azt a következtetést vonták le, hogy a *camphechlor* a legelterjedtebb *POP*-tag az ott élő állatokban. [194, 205] Mint a perzisztens és zsírolékony vegyületeknek általában, a *camphechlor*-nak is meg van az a képessége, hogy az anyatejjel kiválasztásra kerül. Nem véletlen tehát a kutatási érdeklődés, amely erre irányult. Az emlő *epithelialis* sejtjei közötti kommunikációt vizsgálva azt találták, hogy a *camphechlor* megzavarja ezt a folyamatot, s ilyen módon elősegíti az emlőrák kifejlődését. [308] A *camphechlor*-t az *IARC* és az *EPA* egyaránt emberben valószínű daganatkeltőnek tartják, míg állatok májában (egér) és pajzsmirigyében (patkány) bizonyosan az. [31, 58]

Mindezekért mára a háziméh „sokoldalú pártfogója” nélkül maradt, igaz nem adja fel egykönnyen, még sokáig környezetében bujkál.¹⁵

¹⁵ 1995-ig a *camphechlor*-t 49 országban betiltották, és 13 országban visszavonták a regisztrációját. Ma betiltásáról még nincs határozat az alábbi országokban. *Afrikában*: Csád, Elefántcsontpart, Kamerun, Mauritánia, Mauritius, Togo, Zambia; *Amerikában*: Chile, Surinam, Uruguay; *Ázsiában és a Csendes-óceán területein*: Banglades, Fidzsi-szigetek, Kína, Malájföld, Új-Guinea; *Európában és Közép-Keleten*: Görögország, Izrael, Jemen, Libanon, Luxemburg, Spanyolország.

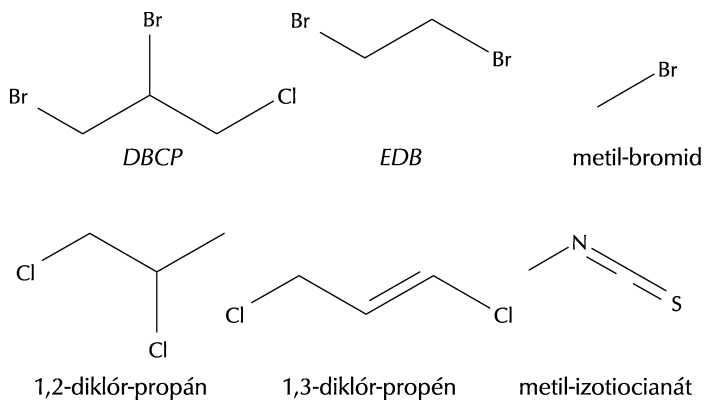
8. Férfias fogamzásgátlók: DBCP és EDB

A talajfertőtlenítés a növényvédelem ökotoxikológiai szempontból legkínosabb ága. Egyáltalán nincsenek megfelelő megoldások. Persze, ha a farmernek a között kell választania, hogy a talajlakó kártevők miatt – egy darabig – bizonyos növényeket ne termesszen, vagy hogy az ellenük való védekezés miatt hamarosan magtalanná válik, talán borítékolhatnánk a választ. [309]

Most mindjárt két legyet ütünk egy csapásra: az egyik az Oppenheim által 1833-ban előállított *DBCP* (1,2-dibrom-3-klór-propán; a Dow Chem. FUMAZONE, a Shell NEMAGON néven forgalmazta), míg a másik a Neifert és munkatársai által 1925-ben leírt *EDB* (etilén-dibromid, 1,2-dibrom-etán; a Dow Chem. BROMOFUME és DOWFUME 85 nevű termékei) (41. ábra).

8.1. Férfisterilitás

Egy észak-kaliforniai vegyészeti gyárban (Occidental Petroleum, Lathrop) dolgozó férfiak feleségei egyre nagyobb számban fordultak nőgyógyászhoz azért, mert nem voltak képesek teherbe esni. A vizsgálat meglepő eredménnyel zárult: a férjek majdnem felénél alacsonyabb spermiumszámot számláltak, pontosabban 10%-nál is kevesebben voltak a „kis csacsik”, az elvárthoz viszonyítva. A további vizsgálatok kimutatták, hogy a *DBCP*-üzemben eltöltött idő (expo-



41. ábra: Fumigáns hatású talajfertőtlenítő szerek

záció) és a spermiumszám-csökkenés között szoros összefüggés van. [310] A *DBCP*-üzemben ismert volt az a történet, hogy a műszak végi kétszeri zuhanyozás után elég volt egy ujjal az aranyhalakat tartalmazó akváriumba nyúlni ahhoz, hogy a halak felforduljanak. [311]

Később kimutatták, hogy a *DBCP* speciális toxinként az ember- és patkányherében kötődik a DNS-hez, és annak „törését” idézi elő. A DNS-törést követően a kromoszóma szerkezete, s ezáltal információs tartalma módosulhat, amelynek eredményei a mutáns utódsejtek. Ivarsejtek esetében ez különösen veszélyes, mivel az utódgenerációt érinti. *DBCP*-re a patkány háromszor érzékenyebben reagált, mint az ember. Ebből úgy gondolják, hogy vagy a *DBCP* hatásának kifejtése előtt aktiválódik a befogadó szervezetben, vagy a DNS-javító funkció* az emberi herében jobb, mint a patkányében. [312–313] Az *EDB* viszont nem adja alább, ugyanúgy betesz az embernek, mint a patkánynak. [312] Az *EDB*-t az *IARC* listája az emberen valószínű rákkeltők legmagasabb „kasztjába” (**2A**) sorolta; a növényvédő szerek közül a *captafol*-al (*SANTAR* – fák sebeinek kezelésére használtuk) együtt vezeti a listát. Az *EDB* egéren gyomor-, tüdő-, és bőrrákot; patkányon, az előzőeken túl még máj-, orr-nyálkahártya-, és emlőrákot is okoz, így 1983-ban, az USA-ban betiltották. 1984-ben viszont már, Floridában több kút vizének szennyeződését észlelték, valamint gabonából készült termékekben mértek magas szermaradvány-értékeket, ami után az üzletek polcairól levettek közel száz süteményfélét. [314]

8.2. Felebarátok körül: metil-bromid és 1,2-diklór-propán

Az *EDB* és *DBCP* gázosodó, talajfertőtlenítésére használt anyagok. Alkalmazásuk után elpusztulnak a talajban lévő fonalféreg, rovarok, gombák és növények. Üvegházakban és fóliasátrakban alkalmazzák előszeretettel ezt az eljárást a metil-bromid, vagy az 1,2-diklór-propán és 1,3-diklór-propén keverékeivel, ahol a gyökérgubacsképző fonalféreg súlyos veszteségeket képesek okozni. Mások szerint, mivel a talajokban egyúttal elpusztítják a hasznos élőlényeket is – így például a fonalféregre specializálódott hurokvető gombákat – a totális talajfertőtlenítő szerek csak tovább súlyosbítják a helyzetet, és saját későbbi nélkülözhetetlenségüket erősítik meg.

A metil-bromidról (a Dow Chem. gyártja *DOWFUME MC2*, *METABROM*¹⁶ néven) azt tudjuk, hogy mutagén, valamint a hererák kialakulásában (promóció) játszik szerepet, továbbá eléri és rombolja az ózonréteget. [104, 315] A napfény a szűrő

¹⁶ Kis palackos kiszerezése a *TERABOL* újsághírből lehet ismerős. Nem olyan régen nálunk „elveszítettek” néhány palackot, és hirdetésben adták közre, hogy aki megtalálja, ne nyúljon hozzá.

funkcióját betöltő ózonpajzs helyenkénti „kilyukadása” miatt megnövekedett UV-tartalommal éri el a Föld bizonyos területeit, amelyek így – a bőrrák rizikójának emelkedése miatt – kerülendővé váltak. Ausztráliában mellbevágó élmény, hogy az utcák árnyékos oldalán folyik a gyalogos közlekedés. Egy átlag *Aussie*, reggel bekeni magát a legnagyobb fényvédő faktorú naptejjel, és úgy indul munkába. Az utcán mániákusan kerüli a napos oldalt, a tengerhez csak a kora reggeli órákban vagy alkonyatkor megy. A nappal hullámlovagló és napozó kevesek általában külföldiek, akik nem kérdezik meg, hogy egy ilyen napfényes kontinensen miért olyan fehér mindenki.

Az 1,2-diklór-propán (ezt a komponenst a Dow Chem., mint a problémák okozóját visszavonta a forgalmazásból, új termékeibe helyette metil-izotiocianátot kever) és 1,3-diklór-propén (a Dow Chem. gyártja TELONE néven) keverékét SHELL-DD (Shell) és Di-TRAPEX (Shering) néven lehetett Magyarországon kapni.¹⁷ Üvegházi talajfertőtlenítésre használták, de a SHELL-DD-t szabadföldön használhattuk telepítés előtt általában szőlőben, gyümölcsösökben és dohányban, a Di-TRAPEX-et burgonyában is. Mindkét hatóanyag az IARC listája szerint emberen esetlegesen daganatkeltő, az 1,2-diklór-propán egészen gyomor-, orrüregi és tüdő-, [316] patkányon ezen kívül emlődaganatot okoz; az 1,3-diklór-propén egészen tüdő-, gyomor- és húgyhólyag-, patkányon gyomor- és májdaganatot vált ki.

Kaliforniában, 1990-ben a levegő vizsgálata során azt találták, hogy 900-szorosa található annak a mennyiségnek, amely 100 emberből 1-ben daganatképződést indukál. A kezelt tábláktól nem messze volt egy középiskola (Merced, USA), amelynek levegőjében mérték a legmagasabb értéket. [317] A mérést követően Kalifornia betiltotta az 1,3-diklór-propén alkalmazását. Azt is ténynek könyvelhetjük el, hogy az 1,3-diklór-propén tartalmú TELONE II 2,5% 1,2-diklór-propán és 1% epiklór-hidrin (esetleges rákkeltő) szennyezést tartalmaz. A harmadik szennyeződs viszont a triklór-propén (1,5%), amit nem teszteltek kellőképpen. Az 1,3-diklór-propén vízzeloldékony, így eléri és elszennyezi a talajvizet; bomlási félideje 3–70 nap.

8.3. Kemosterilánsok

Egyes növényvédő szerek szaporodásra gyakorolt negatív hatása legalább olyan bajjóslatú, mint más növényvédő szerek rákkeltő hatása. [318] A férfitársadalom számára nincs semmi annyira veszterhes, mint a férfiasság bármely szegmensét veszélyeztető tényező; nem is sikerült őket – a gyógyszerészet múltjában – olyan

¹⁷ A Di-TRAPEX 1974–1992, a SHELL DD 1975–1992, a TELONE II 1982–1992 között volt Magyarországon forgalomban.

fogamzásgátló pirulára rábeszélni, amelyet nekik kellene bevenni. Az erről való meditálás is lehangoló. Gondoljuk végig egy kemosterilánsban rejlő kedvezőtlen lehetőségeket, az egyik sansz a sterilizálás, amely lehet időszakos (azaz a kezelést abbahagyva a sterilitás megszűnik) vagy végleges (ez a meddőség); míg a további esélyek, amelynek következményei az embrióelhalással párosuló spontán vetélés, vagy – az egy életre szóló következményű – genetikai hibával születő, torzszülött családtag. A Londoni Élelmiszer Bizottság listáján 35 növényvédő szer van, [27] amelyet ebben a vonatkozásban felsorol, közöttük a rovarölő szerként ismert *aldrin*, *dieldrin*, *dinoseb*, *carbaryl*¹⁸ és *lindane*¹⁹; a gombaölő szerként felhasznált *benomyl*²⁰, *captan*²¹ és *maneb*²², valamint a gyomirtó szerként forgalmazott *DNBP*²³ és *paraquat*. A *benomyl*, amely a Magyarországon használt gombaölő szerek között az egyik legkedveltebb, patkányban dózisfüggő hereszövet degenerációt vált ki. Az ivarsejtekről tudnunk kell, hogy míg a petefészekben meghatározott számú petesejt van, amelyek kvázi egykorúak; addig a herében osztódással újabb és újabb spermiumgenerációk keletkeznek és érnek. A folyamatos osztódás apró és halmozódó genetikai hibákra ad alkalmat, s mint ilyen esemény a külső behatásokra is igen érzékeny. Ennek következménye, hogy idős papák gyerekei között a genetikailag hibásak előfordulása mindig gyakoribb.

Egy ismerősöm mesélte el az alábbi történetet. A férj egy vegyészeti gyár kutatási részlegében dolgozott. Ők tesztelték, azokat az új molekulákat, amelyeket a gyár kémikusai előállítottak. A fejlesztésben dolgozók körében a torzszülött, debilis gyerekek száma ugrásszerűen megnőtt. A molekula – amivel dolgoztak – Ames-tesztben igen erős hatásúnak bizonyult. Káprázatos formájú baktériumtelepeket indukált, némelyik úgy nézett ki, mint egy gálya, még mintha evezői is lettek volna. A gyár gyorsan ejtette a fejlesztést; a résztvevők viszont sohasem vizsgáltatták ki, mi is történt velük valójában. Megfizették őket a 20%-os veszélyességi pótlékkal? Többen ma türelmesen nevelgetik szerencsétlen sorsú gyermekeiket, mások arra gondolnak, amiért nem merték vállalni a következőt.

8.4. DBCP- és EDB-perek

A Dow és a Shell az EPA tiltása után 1980-ban befejezte a DBCP-gyártást. Ezt követően vált ismertté, hogy a Mantecából (Kalifornia) származó 19 millió liter bor hétszer annyi DBCP-maradékot tartalmaz, mint a megengedett szint. [310] Nincs csodálkozásra okunk, ha tudjuk, hogy a szőlőfürtökben 4 hónappal a talajfertőtlenítés után megjelenik a DBCP.

^{18–23} 1999-ben Magyarországon engedélyezettek.

A *DBCP* nem kötődik erősen az agyagszemcsékhez, azaz eléri a talajvizet. Az USA-ban (például Hawaiiiban, ahol ananászültetvényekben 1985-ig még használhatták) a 80-as években több kutató le kellett ez okból zárni. [319] 1990-ben Fresno (Kalifornia) városa perelte be 200 millió dollárra a Shellt és 100 millió dollárra a Dow-t (Occidentalt), valamint kisebb összegekkel az FMC-t és Velsicol-t, amiért hamis információkkal látták el a termelőket azzal kapcsolatban, hogy a *DBCP* és az *EDB* gyorsan lebomlik a talajban, miközben közel 10 évvel a használat után a két szer elérte a talajvizet és megjelent a csapvízben. [163]

A 80-as években a *Dole Standard Fruit Company* banánültetvényein közel ezer munkás, akik Rio Frio és Valle de la Estrella (Costa Rica) térségében végezték a fonalféregirtást, vált magtalanná. [320] La Ceiba (Honduras) térségének férfiközössége a 70-es évek végén hasonló csónakban evezett. A vizsgálatok szerint 100–1000 órában adható meg az a *DBCP*-vel munkában eltöltött idő, amely után a visszafordíthatatlan meddőség – időnként heves alhasi fájdalmakkal – bekövetkezik. [223, 321] Jelenleg több ezer latin-amerikai férfi perben próbálja kártérítésre kötelezni a Dow és Shell vállalatokat. [322] A Costa Rica-i banánmunkások USA-ban zajló peréhez 12 országból 16 ezer latin-amerikai, karibi és ázsiai munkás csatlakozott. Kiderült, hogy 1958-ban, egy, a Shell által finanszírozott tesztben egéren már ismertté vált a hereszövetre gyakorolt hatás, azonban ezt gyári titokként elhallgatták. [310, 323–324] A per még nem zárult le, de a nagy vegyészeti gyárak helyét a gyártásban egy szemfüles kicsi – az Amvac Chem. (USA) – vette át és látja el a jegyzetben²⁴ található klientúrát. [310] Az Excel Industries és Shroffs Industrial Chem. (India – ahol nincs használata szabályozva) viszont az *EDB*-gyártás nagyjainak helyébe lépett. [314] Ismét lelkes követőire találtunk tehát csekélyke toxikológiai tudásunk ignoranciájának.

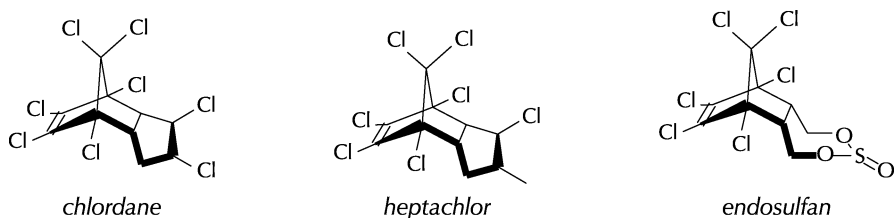
²⁴ 1995-ig a *DBCP*-t (= ^D) 30 országban betiltották és 23 országban visszavonták a regisztrációját, ez a szám az *EDB* (= ^E) esetében 34 és 16. Ma betiltásáról még nincs határozat az alábbi országokban. *Afrikában*: Burkina Faso^{DE}, Csád^{DE}, Elefántcsontpart^{DE}, Kamerun^{DE}, Mauritánia^{DE}, Mauritius^{DE}, Togo^{DE}, Zambia^{DE}, Zimbabwe^{DE}; *Amerikában*: Bolívia^{DE}, Dominika^E, El Salvador^{DE}, Panama^E, Paraguay^{DE}, Peru^{DE}, Santa Lucia^{DE}, Surinam^{DE}, Uruguay^D, Venezuela^{DE}; *Ázsiában és a Pacifikus területen*: Ausztrália^E, Banglades^E, Fidzsi-szigetek^E, India^E, Kína^E, Malájföld^{DE}, Pakisztán^{DE}, Szingapúr^{DE}, Tonga^D, Új-Guinea^{DE}; *Európában és Közép-keleten*: Franciaország^D, Görögország^{DE}, Jemen^{DE}, Libanon^E, Liechtenstein^{DE}, Luxemburg^{DE}, Moldova^{D,E}, Norvégia^{DE}, Portugália^{DE}, Spanyolország^D, Törökország^{DE}.

9. A könyvelők áldozata: *chlordane* és *heptachlor*

Ez a történet az arrogáns, etikátlan kereskedelmi viselkedés modelljéről szól, amelyet a növényvédőszer-gyártás területén a Velsicol testesített meg. A Greenpeace és a **PAN** nyíltan hadat viselt ellene, az **EPA** konokul egyezkedett vele, de végül is az ő könyvelői döntöttek – ekkora „hűhó” mellett – ma már nem éri meg gyártani – mondta a tipp-topp elnökük. [325]

A Kearns és munkatársai által 1945-ben felfedezett (*J. Econ. Ent.* 38, 661) *chlordane* és a Rogoff és Metcalf által 1951-ben publikált *heptachlor* (*J. Econ. Ent.* 44, 910) agyonklórozott ciklodiének keveréke, amelyeket a Velsicol (Memphis, Tennessee) kezdett forgalmazni (42. ábra). Igen, ez az a kétes hírű vegyészeti gyár, amely legutóbb *leptophos* (PHOSVEL) néven úgy forgalmazott 30 afrikai országban rovarölő hatású idegmérget (dohányban használják, és maradéka a cigarettafüstben is megjelenik), hogy nem volt rá akkor **EPA**-engedélye. [326] Pontosabban az amerikai kísérleti engedélyét mutatta be a részleteket nem vizslató Harmadik Világnak, mert nem készítette el a fölöttébb költséges toxikológiai vizsgálatokat. Ma a független laboratóriumok adataiból tudjuk, hogy a rendkívül mérgező *leptophos* bioakkumulációra képes, mutagén, teratogén, és állatokban kései neuropátiát okoz. [43–44, 327–330]

A technikai tisztaságú *chlordane* legalább 26 vegyület keveréke, amelyben meghatározó (60%) az erős rovarölő hatású β -*chlordane*, de tartalmaz α - valamint δ -*chlordane*-t (inszekticid hatásuk csekély) és *heptachlor*-t is. Ezeken kívül találhatunk még benne ismert karcinogéneket, például propilén-oxidot és széntetrakloridot is. [331] Viszonzásképpen a technikai tisztaságú *heptachlor* pedig szennyezésként *chlordane*-t tartalmaz. Az **EPA** szerint a *chlordane* 30 évig is megőrzi biológiai aktivitását azon a helyen, ahová kipermetezték, s ezzel a bomlásképtelenség jelenlegi világrekordját tartja. Mindezt hajdanán kezelt természet-



42. ábra: *Chlordane* és társai

várák vizsgálata bizonyítja. Perzisztenciája mellett – habár talajokban alig mozog – párolgó képessége miatt eléri a felszín alatti vizeket, felhalmozódik a halakban, madarakban, emlősökben és az emberben is. A bioakkumuláció csúcstartói ezekben az esetekben a csigák. [332]

9.1. Ananásztól a fagylaltig

Az USA-ban a *chlordane*-t (BELT, DRINOX, OCTACHLOR) 35 évig használták közvetlen fogyasztásra nem kerülő termékek (például dísznövények) védelmére, valamint szünyogok és férgek ellen. Több ország már a 80-as évek végén betiltotta a használatukat, így Finnország, Németország és a Szovjetunió (ezt utóbbit azért ne vegyük készpénznek).

A *chlordane* és *heptachlor* (HEPTAMUL) gyorsan oxidálódik (lásd *oxi-chlordane* és *heptachlor*-epoxid) az emberi szervezetben, és ilyen formában kerül tárolásra a zsírszövetben. Lassan ürül a vizelettel és az anyatejjel. [333] *Heptachlor*-ból a belgák és Costa Rica-iak, *chlordane*-ból az USA-ban élő emberek zsírszövege tartalmazott a legtöbbet a 70-es évek végén. [145] Iowa államban a csapvízből is kimutatták. A 80-as években Hawaiiban (Oahu), a tejtermékekben és fagylaltfélékben olyan mértékű *heptachlor*-szennyezettséget mértek, hogy négy alkalommal a boltokból vonták azokat vissza. [334] A jelentős szermaradéknak az volt az oka, hogy az ananásztáblák *heptachlor* kezelése elterjedt. A gyümölcs feldolgozása során keletkező zöld színű „ananászkalapot” viszont tehenekkel etették fel. [331] 1993-ban azt olvashattuk, hogy dacára annak, hogy 1978-ban, az USA-ban az *EPA* élelmisznövényekben betiltotta a *heptachlor* felhasználását, Hawaiiban 15 évvel a tiltás után is használják az ananászültetvényeken. [98] Ehhez még hozzátehetjük, hogy Hawaii egyes területein ekkor már a halak fogyasztását sem javasolták, az igen magas *heptachlor*-tartalom miatt. Ugyanitt az anyatej *heptachlor*-szennyezettsége olyan mértékű volt, hogy a csecsemők szoptatása kockázatosná vált. [334] 1986-ban az USA hét államában észleltek hasonló, és találtak olyan tehéntejmintát is, amely 120-szorosát tartalmazta a megengedhetőnek. [332]

1980-ban, az USA-ban, a Safeway-hálózatában árult tojást a jelentős *chlordane*-tartalma miatt vonták ki a forgalomból. [335] A 90-es években, a Spanyolországban forgalmazott pasztörizált tejtermékek 8%-a *heptachlor*-t, 31%-a *heptachlor*-epoxidot tartalmazott, bár ez a szint a 70-es évek óta jelentősen csökkent. Japánban, 1961 és 1988 között használtak *chlordane*-t, de a 90-es évek elején még a megvizsgált anyatejminták mindegyike tartalmazta azt, s a tokiói öbölben 19 *chlordane*-származékot mutattak ki. [336] Ez annál súlyosabb, ha tudjuk, hogy a *chlordane* immunhiányos állapot kialakulását idézheti elő. A *chlordane*

mutagén és karcinogén hatását illetően igen eltérő adatok váltak ismertté. Van olyan, aki úgy gondolja, más vegyületekkel együtt és tartós hatás után válik veszélyessé. Hasonlóan a *lindane*-hoz a tumor-promoter kategóriába kapott besorolást, amely szerint növeli a daganatsejt osztódásának esélyét. Egérben a májrák egy formájával hozták összefüggésbe. Patkányban a májrák mellett pajzsmirigydaganat kialakulásában is szerepet játszik, amely után az *IARC* emberen valószínű daganatkeltőnek minősítette. A *heptachlor* adatai és besorolása a *chlordan*e-hoz hasonlatos. Az ösztrogén-agonista hatású növényvédő szerek között tartják számon őket, amelyek az emlőrák kialakulásában vehetnek részt. Emberben azzal is gyanúsítják mindkettőt, hogy a leukémia és gyermekekben az agyrák kialakulásának folyamatát segítik. [161, 337] A *heptachlor* nőstény patkányokban előszeretettel halmozódik fel a petefészekben, a méhben és a mellékvesékben. A méhben való felhalmozódása terhesség esetén még kifejezettebb, aminek tulajdonítható az embriotoxicitása.

9.2. A Velsicol-stílus

A Velsicol 1973 óta tud az elmarasztaló toxikológiai eredményekről, azonban 1997-ig ez nem változtatott azon, hogy gyártsa obskúrus termékeit (a *chlordan*e és *heptachlor* mellett még hasonló ügyeik az *endrin* és *leptophos*), s így már nem kerülhető meg az erről a magatartásáról való meditálás, amellyel élen járt az arrogáns gyártói és kereskedelmi viselkedés terjesztésében. Az *EPA* 1978-ban a legtöbb mezőgazdasági kultúrában betiltotta a *chlordan*e és *heptachlor* felhasználását, habár természetek elleni felhasználását még engedélyezte. 1987-ben az *EPA* külön (!) egyezséget kötött a Velsicollal, hogy az inkriminált hatóanyagok USA-ban való forgalmazását beszünteti. Ez még lehetőséget biztosított számára arra, hogy Harmadik Világba exportra tovább gyártson. 1988-ban a Greenpeace tagjai „A mérgek körforgalma itt kezdődik” feliratú transzparenszekkel behatoltak a gyár területére, arra utalva, hogy a Velsicol által eladott hatóanyagokat szermaradék formájában, olcsó élelmiszerekben visszavásárolják számukra. 1991 és 1994 között a Velsicol 2028 tonna *chlordan*e-t és 2584 tonna *heptachlor*-t exportált, bár az exportadatok igen bizonytalanok, mivel az eladási ívek – beleértve vámkezelést is – 75%-a az USA-ban anonim maradhattak. Erre az anonimitásra a 90-es években törvényes jogot szereztek a Ciba-Geigy, Cyanamid, Du Pont, Makhteshim, Monsanto, Rhône Poulenc, Sumitomo és Velpol vállalatok. [97]

A Velsicol *chlordan*e-szállítmányai főként Argentínába, a Fülöp-szigetekre, Szingapúrba, Thaiföldre és Venezuelába irányultak, valamint, s most jó lesz megkapaszkodni: 600 tonna Hollandiába. A Velsicol *heptachlor*-szállítmányai

Argentínába, Brazíliába (1985-ben betiltotta), Koreába (1979-ben betiltotta) és Hollandiába irányultak. Egyesek valószínűnek tartják, hogy Hollandiában és Szingapúrban *chlordan*- és *heptachlor*-formázó üzemek vannak. Importáltak még a Velsicoltól az afrikai útépítők és Északkelet-Ausztrália is.²⁵

Nos, miként vehető komolyan a hatósági tiltás, hogyan néz ki a „törvényen kívülre” helyezett vegyületek nem is annyira diszkrét körforgalma, papírhulladék értékű-e – némely tagja számára – a növényvédő szert gyártók etikai kódexe, csorbulhat-e a napi érdekekből tákoltszorgalmazó gazdaságokban a megfizethető hatósági tisztesség? Levegővétele szánt történet az, amit Steve Tvedten [338] nyomán mesélek el: A földi pályafutásának végén jelölt érkezik a Szent Péter által őrzött kapuhoz, aki azt mondja – azt követően –, hogy sikeresnek értékelte a minősítő tesztet: Fiam, ma alig van dolgom. Mit szólnál hozzá, ha megmutatnám, hogyan is vagyunk mi errefelé berendezkedve? Halhatatlanunk örömmel fogadja az ajánlatot, Péter megmutatja a golfpályát, a könyvtárat, a társalgót, a kávéházat. Végezetül egy hatalmas terembe érnek, amely órákkal van teli. Lelkünk értetlenül áll előtte; az általa ismert angol klubokban soha nem láttott hasonló helyiséget. Mi ez a rengeteg óra? – kérdezi végül. Mindenkinek, aki a Földön él, van egy órája nálunk és mikor az lejár, megjelenik a tesztet kitölteni – válaszolja Péter. De mi az oka annak, hogy az órák nem egyforma sebességgel járnak? – kérdezi az újdonsült angyal. Minden egyes hazugság meggyorsítja az órát – válaszolja Szent Péter. Kerubunk – távozás előtt – még egyszer visszapillant a szobába, amikor is meglát a mennyezeten egy órát, amelynek mindkét mutatója örült sebességgel pörög. És az? – kérdezi hirtelen tágra nyílt szemmel. Óh, az a Velsicol elnöke.²⁶ Elhatároztuk, hogy ventilátornak használjuk.

A Velsicol a 90-es évek elején vedlette le nem igazán jól csengő nevét. A Sandozon keresztül érkezett 1995-ben a Ciba-Geigyhez, hogy a Merck növényvédelmi részlegével egyesülve a Novartis részét képezze. Már az új irányítás jó hatása alatt, 1997 májusában olvashattuk a híradást, hogy a Velsicol – a Greenpeace folyamatos „zaklatásának” hatására – felhagy a *chlordan* és a *heptachlor* gyártásával, bár raktári készleteit 1997 végéig értékesíti. A jólsituált elnök úr a

²⁵ 1995-ig a *chlordan*-t (= ^K) 47 országban betiltották, és 6 országban visszavonták a regisztrációját, ugyanez a szám *heptachlor* (= ^H) esetében 52 és 9. Ma betiltásáról még nincs határozat az alábbi országokban. *Afrikában*: Burkina Faso^K, Csád^{KH}, Elefántcsontpart^{KH}, Kamerun^K, Mauritánia^{KH}, Mauritius^{KH}, Togo^{KH}, Zambia^{KH}, Zimbabwe^K; *Amerikában*: Jamaika^K, Mexikó^K, Panama^H, Peru^K, Surinam^{KH}, Uruguay^K; *Ázsiában és a Pacifikus területen*: Ausztrália^{KH}, Banglades^{KH}, Fidzsi-szigetek^H, India^{KH}, Kína^H, Malájföld^{KH}, Pakisztán^{KH}, Új-Guinea^{KH}, Thaiföld^K, Tonga^H; *Európában és Közép-Keleten*: Görögország^{KH}, Izrael^H, Luxemburg^H, Norvégia^H.

²⁶ Jonathan Swith szerint a Velsicol nevet tetszőlegesen felcserélhetjük bármelyik vegyészeti gyárra. Steve Tvedten pl. a Monsanto-ra mondta el ezt a viccet.

bejelentés ünnepélyes pillanatában elmondta, hogy meg van győződve arról, hogy a *chlordan*e és *heptachlor* igen hatásos készítmények, de a gyár érzéketlen könyvelői nem javasolják a további gyártást. [122]

Magyarországon a 60-as években tudtunk a *chlordan*e-ről és a *heptachlor*-ról, azonban többnyire megúsztuk a vegyipari forradalomnak ezeket a csodáit. Mindezt a természeteknek köszönhetjük, mármint azt, hogy melegkedvelők, ezért nálunk nincsenek, illetve akkor még a fáraóhangyák sem akarták bitorolni a világnak ezt a részét, vagy a lámpásunk és a szemünk volt rosszabb, és nem vettük észre őket, vagy a toleranciánk volt jobban fejlett. Láttuk ugyan őket, de nem törődünk velük.

10. Az atka-akta: *chlordimeform*

Új típusú atkaölő szerként jelent meg, de a gyártásban dolgozó emberek húgyhólyag-problémái után gyorsan eltakarították a fejlett országok növényvédelméből. Aztán gyapotban újraengedélyezték, és ma, például Kína nagyon elégedett vele. [339]

1966-ban Dittrich publikálta atkaölő hatását (*J. Econ. Ent.* 59, 889), s hamarosan a Ciba (GALECRON) és a Shering (FUNDAL, SPANONE) gyártotta. Kezdetben nagyon örültünk neki, mivel a foszforsav-észterekre és karbamátokra hamar rezisztenssé váló, gyorsan szaporodó takácsatkák ellen sikerült olyan új kémiai szerkezetet találni, amely a korábbi készítményekkel kapcsolatban nem mutatott kereszt-rezisztenciát.

1971-ben a WHO jelentette, hogy patkányokon folytatott kísérletekben májkárosodást idézett elő. 1972-ben egéren mutagénnek és rákkeltőnek bizonyult, különösen vonatkozik ez a szervezetben képződő metabolitjára, a 4-klór-*o*-toluidinre. [340–342] Teratogén hatását patkányon mutatták ki. [343] Magyarországon 1973 és 1975 között volt a GALECRON-nak kísérleti felhasználásra szóló engedélye. Használhattuk gyümölcsösökben, szójában és mentaféléken takácsatkák ellen. Az alábbiak után majd dimenzionálható az imígyen kezelt mentából készült páratlan „gyógyhatású” tea.

1975-ben, a Tennessee-ben lévő gyárban, a csomagolóban dolgozó 22 emberből 9-nél húgyhólyag problémát észleltek, amelynek oka egyértelműen a

chlordimeform és bomlástermékei voltak. [344] A probléma hasonlatosnak tűnt, mint amit korábban az anilinfestékekkel (például naftil-aminok) dolgozó gyári munkások körében tapasztaltak. Itt visszaemlékezhetünk arra a televízióban is vetített, máig alig hihető filmbeli történetre, ahol a 70-es években, egy amerikai kisváros üzemében az anilinfestékekkel dolgozó nők csak akkor tarthatták meg a munkahelyeiket, ha hozzájárultak petefészük eltávolításához, mivel a festéshez felhasznált vegyület teratogénnek bizonyult, s a gyártulajdonos a lehetséges kártérítési pereknek így kívánta elejét venni.

A Ciba-Geigy 1976-ban beszüntette a *chlordimeform* gyártását. (Magyarországról ekkor szuperszonikus gyorsasággal tűnt el, regisztrációját dicséretes gyorsasággal törölték. Nyomokat talán csak olyanokban hagyott, mint én, akik a hazai engedélyezési eljárás kapcsán dolgoztak vele.) Aztán 1978-ban mégis újra kezdte, de már csak gyapotra (Emberi ételmezésre nem kerül – mondták, megfelejtkezve az állatok takarmányozására használt magról) javasolta a termék felhasználását.²⁷ Sokat adtak el belőle az USA-ban, aztán később Latin-Amerikában (Guatemala, Honduras, El Salvador és Nicaragua) és végül Ausztráliában, ahol még 1986-ban is tekintélyes volt a „hasznosítása”. A gyártásba beszállt hat kínai vegyészeti gyár, ahol a 80-as években – hála a kissé alulinformált „innovátoroknak” – rizsben és gyümölcsösökben is használták. [345]

10.1. Kísérletek emberekkel

Akkor most emlékezzünk meg egy különösen nyomasztó kísérleti munkáról, amit a Ciba-Geigy néhány, a gyár imázsát jelentősen rontó munkatársa végzett. 1976-ban dacára annak, hogy tudták, a *chlordimeform*-mérgezés nem ellenadagolható, 10 dolláros fizetségért hat egyiptomi gyereket (10–18 év között) béreltek fel arra a célra, hogy a gyapottáblán, védőeszközök nélkül dolgozzanak, amikor is elrepült felettük a *chlordimeform*-ot permetező repülőgép. [346–347] A gyerekeken természetesen kialakultak a *chlordimeform*-ra jellemző akut mérgezés tünetei, amit megfelelő pontossággal lehetett így dokumentálni. A Ciba-Geigy alkalmazottja mint egy riportban elmondta (majd egy kollégája később tagadta) arra volt kíváncsi, mi történik az egyébként – senki által addig

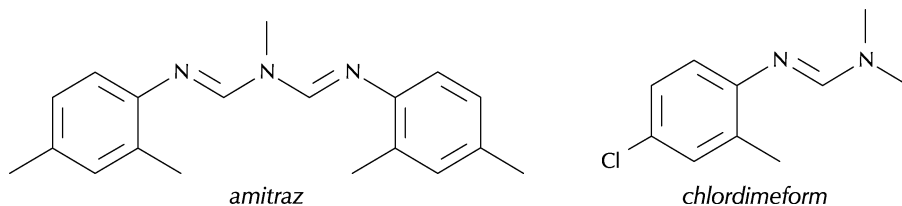
²⁷ 1995-ig a *chlordimeform*-ot 31 országban betiltották, és 21 országban visszavonták a regisztrációját. Ma betiltásáról még nincs határozat az alábbi országokban. *Afrikában*: Burkina Faso, Csád, Elefántcsontpart, Kamerun, Mauritánia, Mauritius, Togo, Zambia; *Amerikában*: Argentína, Chile, Dominika, Paraguay, Peru, Santa Lucia, Surinam, Uruguay; *Ázsiában és a Pacifikus területen*: Banglades, Fidzsi-szigetek, India, Malájföld, Szingapúr, Tonga, Új-Guinea; *Európában és Közép-keleten*: Franciaország, Görögország, Jemen, Libanon, Liechtenstein, Luxemburg, Norvégia, Portugália, Spanyolország, Törökország.

nem kifogásoltan – azonos módon dolgozó, a veszélyt illetően gyanútlan egyiptomi parasztek szervezetében. Itt jutottunk el tehát a veszélyes növényvédő szerek alkalmazásának fő rákfénéjéhez, ahol egyik oldalon az irodákban szerkesztett szakszerű előírások (munkaruha és annak kezelése, munka- és ételmezés-egészségügyi várokozású idők stb.) és javaslatok (milyen kultúrákban, mikor és milyen dózisban stb.) állnak. A másik oldalon – a hétköznapi gyakorlatban – ezeknek a laikus felhasználás miatti totális ignoranciája (munkaruha nélkül, várokozású időkre fittyet hányva, más kultúrákban is, többszörös dózisban stb.) tapasztalható. A „kísérlet” a sajtóban meglehetősen nagy port vert fel, s például a svájci televízió is sugárzott róla riportot, amelyben elhangzott, hogy ez nem az első ilyen jellegű kísérlet. Korábban, Indiában harmincnolc 13–57 éves gyereket/embert permeteztek le, hasonló céllal *monocrotophos*-szal (jelentős akut toxicitású rovarölő hatású idegméreg). [345, 348]

Ezzel kapcsolatban, 1998-ban az *EWG* bolygatta fel újra a közvéleményt. [349] 1997-ben a kaliforniai Amvac az Egyesült Királyságban bérelt laboratóriumot, ahol három „etelési kísérletet” végzett önként jelentkezőkkel, akiket a *dichlorvos* emberekre gyakorolt hatását tanulmányozta. 1992-ben a Rhône Poulenc *aldicarb*-bal végzett hasonlókat. Az *EPA* ezzel kapcsolatos állásfoglalásában nem tagadta az ebbéli vizsgálatokat, azok etikusságának megállapításáért független tudományos bizottsághoz fordult, míg állította, hogy ezeket a vizsgálatokat nem használta döntéseikhez. A CounterPunch jelentése szerint az USA-ban 1992 óta nem tilalmas az embereken végzett kísérlet. Évi 40 ezer emberrel (főként afroamerikaiak) végeznek kísérleti munkát, többek között a Bristol-Myers Squibb, Eli Lilly, Ciba-Geigy és a Smith-Kline Beecham cégek, s 85 USA dollárt fizetnek egy napra az önkénteseknek. [350]

10.2. Felebarát: az amitraz

A *chlordimeform*-hoz igen közelálló molekula az *amitraz* (például MITAC, TAKTIC, TRIATOX gyártók a Schering és Coopers Pitman Moore), amelyben mintha két *chlordimeform* molekulát egymással szembefordítanánk, összekötnénk, és a



43. ábra Akaricidek

gyűrűn lévő klórt metilre cserélnénk (43. ábra). A hatóanyagot atkafélék és tetvek ellen alkalmazzák, s állattenyésztésben ektoparaziták (például bolhák és kullancsok) pusztítására. Az *amitraz* (korábban *triazid*-nak is nevezték) hatóanyaggal kapcsolatban, a 80-as években még nem rendelkezünk toxikológiai-
lag terhelő adatokkal, sőt a *chlordimeform* felől érkező figyelmeztetés után kiterjedt vizsgálatok indultak vele kapcsolatban, de a hasonló hatás lehetőségét részben kizárták. [351] Lehetséges, hogy a kémiai szerkezet-biológiai hatás összefüggése nem is olyan közvetlen, amint hittük? Ez is elképzelhető. Egy korábbi munkámban egy vegyületnek körülbelül 300 származékát állították elő fölöttebb jó képességű, a hazai iparban dolgozó kémikusaink. Különböző rovarokon vizsgáltuk őket, aztán a *QSAR*-analízis* megjósolta azt a tíz vegyületet, amely a leghatásosabb lehet. Kémikusaink elkészítették ezeket, hogy aztán biológiai kísérleteinkben mindegyik hatástalannak bizonyuljon. Ne vonjunk le erről az esetről végleges következtetéseket. Bizonyosan homogén vegyületcsoportokra a jelenlegi ismereteinket generalizálva az analízis okosan válaszolhat, más szituációkban viszont „lököten félrebeszél”. Vajon miért ilyen bonyolult az élet? – kérdezte tőlem (kétségbeesésemet látva) brightoni „tanárom”, akitől az endokrinológia alapjait tanultam. Egy informatikában jártas munkatársam állítása is visszaköszön, aki azt mondta, hogy a komputer butuska kérdésre elképzelhetetlen gyorsasággal, elképesztő mennyiségű ostobaságot hord össze. Visszatérve az *amitraz*-ra és már a 90-es évek tudására, a gyártásban dolgozók között emberi húgyhólyag-irritáció* itt is mérhető; [352] egéren folyó vizsgálatokban nyirokszervi betegségeket és májdaganatot okoz. [353]

11. Fatelepi szuvenír: PCP

Peszticidek nem csak táplálékainkban és ivóvizeinkben érkehetnek; grátisz kaphatjuk építési faanyagainkkal, néha új ruhánkkal, szőnyegünkkel esetleg csomagolóanyagainkkal. A *PCP* és hűségés szatellitje, a *HCb* efféle láthatatlan ajándékok. [354]

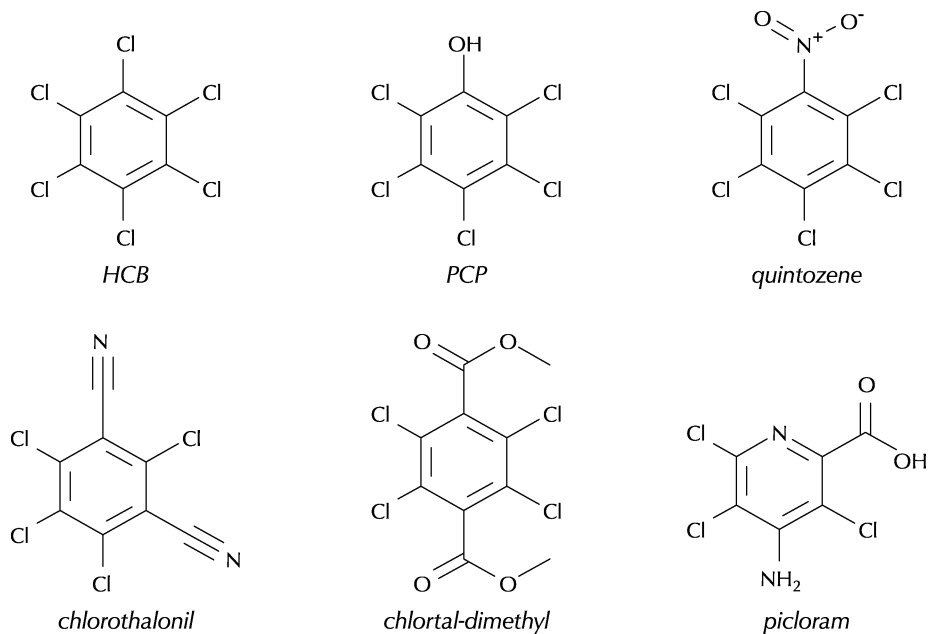
A faanyag egyre inkább érték, ahogy fogynak készleteink. Ősidők óta mindenféle élőlény pályázik a mi nehezen becserkészett fánkra, de leginkább a farontó gombák és a rovarok jeleskednek ebben. Tétlenségünk kegyetlenül a zsebünk-

re megy, ha mi vagyunk a fatelepi tulaj, s ennek észrevételéhez van szemünk, ezért védeni fogjuk, mint Nusi az utolsó pár fogát. Kezelik is vagy száz éve a síneket összefogó talpfákat, a villany- és sürgönyoszlopokat, meg a többieket mindenfélével. A lényeg, hogy olcsó legyen a lütyő; s lehet is, mert kevés figyelem irányul rájuk, nem verik nagydobra, mit használnak, úgy kapjuk ma már a házépítéshez adományként, hogy nem kötik a tényeket az orrunkra. Kezdetben a szén- vagy fakátrány fenol-származékaiból készített párlatot – a *kreozot*-ot – használták erre a célra. Mindenféle mikroorganizmust, de a rovarokat is elpusztította, afféle életirtónak (ún. *germicid*) nevezhetnénk. Hovatovább egéren bőr- és tüdőrákot okozott, majd az emberi bőrrákkal is kapcsolatba hozták, de a fölöttébb megfontolt (hogy azt ne mondjam aggályosan határozatlan) *IARC* emberen csak valószínű rákkeltőknek tartja. [13]

11.1. Faanyag-védelem

Úgy negyven éve a faanyagkezelés jókora ipari üzletté vált. Ma kb. száz nagy cég évente száz tonna vegyületet juttat el rajtuk keresztül otthonainkba, s a kezeléseknak se szeri, se száma (egyesek szerint több mint 150 ezer féle készítményt használnak). A faanyagvédelem monumentális melléfogásokat tudhat magáénak, így a *dieltrin*-t és *lindane*-t, amelyeket természetes ellen; a *PCP*-t és a *TBTO*-t (tributílcinkoxid), amelyeket gombák ellen alkalmaztak. Valamennyiről tudunk már valamit, illetve az eddig nem említett *TBTO* (ez is a *POP*-vegyületekhez tartozik [355]), amelyet főként hajók faanyagának kezelésére használtak, a kürtcsiga, majd a delfinek szexuális fejlődésében okozott súlyos zavarral hívta fel magára a figyelmet. [356] Az észak-amerikai delfinpusztulás okaként szintén ezt a fakonzerváló szert mutatták ki, amennyiben a delfinek lipidgazdag szerveiben, így a csontvelőben felhalmozódva negatívan befolyásolták az immunrendszer fejlődését, melynek következtében enyhe betegségeket okozó vírusok halálos kimenetelű járványként söpörtek végig az állományon. [174] A *TBTO*-val kezelt faanyag a lakásainkban is párologtatja fölös tartalmát, és egyes mérések szerint az ilyen légtérben élő gyerekek közel 25-ször akkora napi dózisban részesülnek belőle, mint a védőeszközökben dolgozó gyári munkások. [357] Ma például közel 80 cég forgalmaz 300 különböző néven *lindane*-tartalmú impregnálószeret, amelyet vízzel érintkező faanyagok (például csónakok) kezelésére használnak. A *PCP*-vel kezelt faanyagból készült házak porában is megjelenik ez a hatóanyag (mérték 3 ppm-et is) és 2,5 hónap múlva még szinte változatlan (95%) a kibocsátott mennyiség.

A 30-as évek közepén felfedezett *PCP* – korai történetét homály fedi – teljes neve pentaklór-fenol (44. ábra). Gyártja a Dow (*PENTA, DOWICIDE*) és a Monsanto



44. ábra: A HCB és társai

(SANTOBRITE). Herbicid, fungicid és inszekticid egy személyben. Vágjunk mindjárt kissé türelmetlenül a közepébe: tüdő-, vese- és májkárosodást okozhat. Bőrön keresztül is felszívódik és *dermatitis**-t okozhat. Egérben májrákot indukál. Az *IARC* az emberen valószínű daganatkeltők között tartja nyilván. Ezen kívül teratogén: a kezelt állatok torzszülött utódokat szülnek, ha nem vetélték el időközben (embrió- vagy fetotoxikus hatások) a különös magzatokat. A *PCP*-üzemben dolgozó férfiak spermájából is kimutatták, másrészt mitokondriális aberrációkat képes okozni, de mutagén is. Lipidgazdag szövetekben felhalmozódik, és az anyatejjel kiválasztásra kerül. [352] Ennek ismeretében a papírgyártásból is kivonták, ahol a papírmassza kezelésére használták. Ez így önmagában is sok, de a valóság néha további meglepetéseket és összefüggéseket is rejteget. A technikai tisztaságú *PCP* 88%-os tisztaságú és riasztóbbnál riasztóbb szennyeződések mellett 1–2000 ppm dibenzo-dioxinokat és 6% *HCB*-t (hexaklór-benzol) tartalmaz. A teljes képhez hozzátartozik, hogy négy további növényvédő szer technikai hatóanyaga – a *quintozen*, a *chlorothalonil*, a *chlortal*, és a *picloram* – is *HCB* nevű gyártási szennyezést tartalmazhat. [352]

11.2. HCB, a szatellit

A HCB-t a 70-es évek előtt, mint gombaölő szert (VORONIT), például Hollandiában és Törökországban is alkalmazták. Elképesztően stabil molekula, bioakkumulációra és biomagnifikációra képes. [358] Anyatejjel ürül. *Lindane*-ből patkányban is képződik, mint bomlástermék. A 80-as években megdőbbséget okozó HCB mennyiségeket mértek Csehországban (Morávia), Németországban, Olaszországban, Spanyolországban és Görögországban élő emberek zsírszövetében. A HCB egéren, patkányon és emberben is májrákot okoz, s van neki egy különös, további hatása is, amennyiben az ún. *hirzutizmus* nevű betegséget okozza, amely abból áll, hogy rendkívül szőrös testfelületek vagy egész testfelszín alakul ki. A kis újszülött a saját apját „megszégyenítő” gyapjas-bozontos szőrzettel jön a világra. Ez a tünet egy mellékvesekéreg betegség kísérő-tüneteként, az ún. *Cushing*-betegségnél is előfordul. A PCP-t Magyarországról az EPA-listája szerint 1986-ban vonták ki.²⁸ A PCP és HCB egyaránt a hormonális egyensúlyt megzavaró vegyületek körébe tartozik. [308]

11.3. Raktári védelem

Nos, előre nem látott – illegális és nem invitált – vendég érkezhet a házba a faanyaggal, de például az új szőnyegünkkel is. 1997-ben arról értesülhettünk, hogy a Magyarországon forgalmazott keleti szőnyegek egyikéből-másikából DDT-t mutattak ki. A gyártók féltek a ruhamoly kártételétől, és jó megoldásnak tartották a szőnyeget DDT-vel impregnálni. Nincsenek egyedül a megoldással. A szőnyeggyártásban előszeretettel használnak valamilyen rovarirtót a termékek raktározás alatti védelmére. Például az amerikai hadseregben a ruházat *lindane*, Angliában a textíliák *permethrin*-tartalma ismert. A *permethrin* a rovarirtó szereknek a 70-es években kifejlesztett generációjához tartozó piretroid. Hazánkban is használták (AMBUSH, COOPEX, CHINETRIN stb.) a legkülönbözőbb célokra. A *permethrin* az EPA 1993-as listája szerint emberen valószínűleg rákkeltő. Pontosabban emberi fehérvérsejtek (*lymphocyta*-k) osztódásakor kromo-

²⁸ 1995-ig a PCP-t 27 országban betiltották, és 15 országban visszavonták a regisztrációját. Ma betiltásáról még nincs határozat az alábbi országokban. *Afrikában*: Burkina Faso, Csád, Elefántcsontpart, Kamerun, Mauritánia, Mauritius, Togo, Zambia, Zimbabwe; *Amerikában*: Bolívia, Dominika, El Salvador, Mexikó, Peru, Santa Lucia, Surinam, Uruguay; *Ázsiában és a Pacifikus területen*: Ausztrália, Banglades, Fidzsi-szigetek, Pakisztán, Sri Lanka, Szingapúr, Tonga, Új-Guinea; *Európában és Közép-keleten*: Görögország, Izrael, Libanon, Norvégia, Portugália, Spanyolország, Törökország.

szóma-rendellenességeket okoz, és ezért *clastogen** ágensnek minősítették. A 80-as évek elején zsákok és zacskók kezelését is jó ötletnek tartották a raktári rovarkártevők elleni termékvédelemben. Mindehhez érintő (értsd kontakt) hatás, alacsony akut mérgezőség és perzisztens hatóanyag kerestetett. A klórozott szénhidrogének pontosan ilyenek. Nincs róla tudomásom, hol jutott el a gyengécske ötlet az „élvezetes” megvalósításig. Tény viszont, hogy némely ázsiai eredetű zsákos rizs különös szagot áraszt, amely sem a rizsnek, sem a zsákvászonnak nem sajátja. Édeskésen dohos, mint a *DDT* és a *HCH* szaga, ami akkor lehet izgalmasan párosított a bengáli gyömbér (*d*-limonén), az avasodó mogyoró (aflatoxin) vagy a füstölt húsok (benzpirének) ízével, ha már végképpen az elmúlás dicséretére hangolódunk.

12. A csúcsraíratott minőség: *aldicarb*

Közel tízszer mérgezőbb, mint a ciánkáli és dacára annak, hogy rendkívül balesetveszélyes, mi mégsem tiltjuk; igaz hogy néhány éve nem is forgalmazuk. De miért engedélyezünk olyasmit, ami mégsem kell nekünk? [359]

Nyolc éven keresztül dolgoztam üvegházak és fóliasátrak növényvédelmének fejlesztésében. Az *aldicarb*-bal fertőtlenített fóliasátrakban dolgozó asszonyok rejtélyes betegségekről panaszkodtak: gyorsan romlott a látásuk és a menstruációs ciklusuk zavarttá vált. Sejtettük persze mitől; üvegházi paprikában hetente egyszer, paradicsomban kétszer, uborkában háromszor is permeteztek valamivel, de a talajt is fertőtlenítettük ezzel-azzal. [360] Az üvegházi molytetű – ez a szörnyű trópusi frász – a méregfelhő nélkül úgy felszaporodott, hogy köhögni kellett tőle – mert letüdőztük –, ha beszélni merészeltünk a paradicsomok között. Láttam, amit láttam, s az üvegházi primőrökről hamarosan le is szoktam. Ha néha szomjam oltva mégis megettem egypár ilyen paradicsomot, ezt követően a közérzetem nem döntött meg csúcsokat.

Nem egyedülálló a történetem. A hajdani igazgatóm mesélte az alábbi históriát. Kis kertje volt, ahová feleségével kiült olvasgatni. Eszébe sem jutott ott bármivel is permetezni. Nem kellett a saját termés – inkább megvette, ami szükségeltetett –, meg hát alig hitt a szerek jó hatásában (a piacon vett áruk belbecsét illetően nem szorgalmazta a hasonló meditációt), de az „árnyékukban” való

üldögélést bizonyosan nem tartotta tanácsosnak. A szomszédjai viszont szórták, amit lehetett, és feltűnt nekik, hogy a mi emberünk semmit sem tesz. Pusmogni kezdtek a háta mögött, hogy tőle ered a sokféle kártevő, ő az oka az invázióknak. Mikor aztán a fülébe ért a hír, becsukta a könyvét, felkerekedett, jóféle csapvizet töltött a permetezőgépebe és párasítani kezdett. A környékbeli megnyugodtak: Hát ő is csinálja – nyugtázták. De mi ez – kérdezték tőle –, nincs ennek még szaga sem, meg foltot is alig hagy? Ez egy új dolog – mondta nekik titkolózva –, de nem tudok belőle adni: „kísérleti szer”. Szóval ennyire bízik az ökológus tudós a peszticidfejlesztésben, de hogyan tudná akkor másokkal elhitetni, hogy minden rendben van?

12.1. A francia kapcsolat

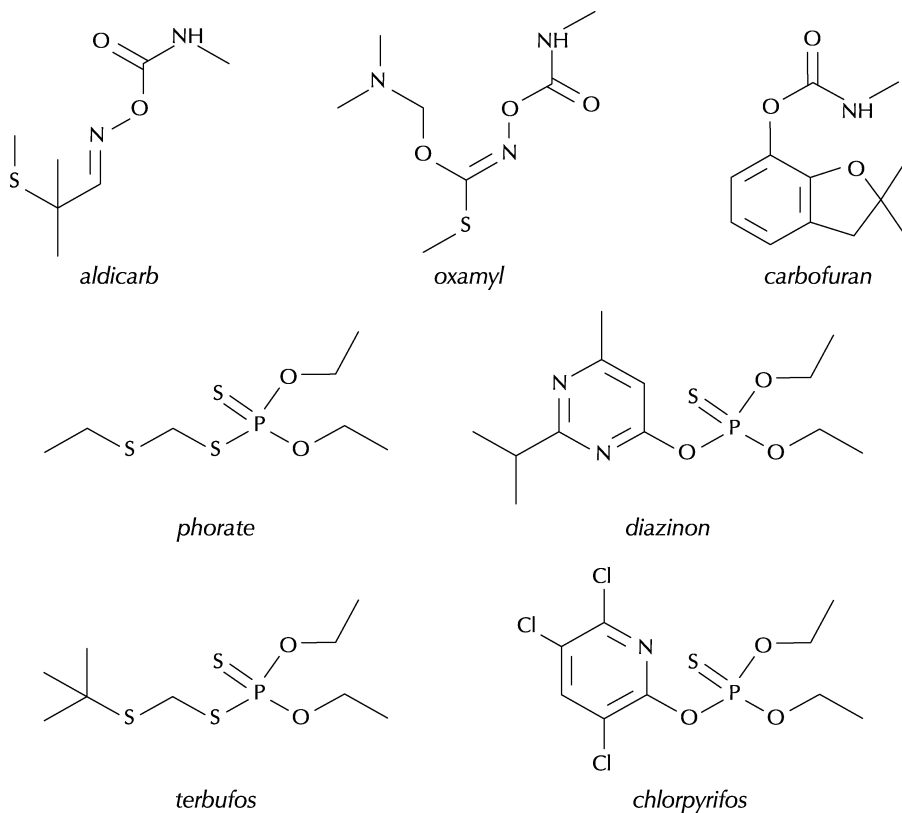
A karbamát típusú rovarölő szerek szinte egy időben jelentek meg a szerves foszforsav-észterekkel. Hatásmechanizmusuk azokhoz hasonló, csupán a szerkezetük különböző. Az *aldicarb*-ot Weiden és munkatársai 1965-ben publikálták (*J. Econ. Ent.* 58, 154), majd az Union Carbide (a Rhône Poulenc-en keresztül 1999-től az Aventis része) kezdte forgalmazni TEMIK néven (45. ábra). Már másodjára találkozunk a francia illetőségű Rhône Poulenc gyárral (*lindane* és *aldicarb*), s harmadjára Franciaországgal (Elf Atochem Agri – *parathion-methyl*) a magyarországi „Piszkos tizenkettő” ürügyén, azaz maximális gyakorisággal. Az 1998-as növényvédő szer jegyzékben a Rhône Poulenc alábbi – „ennivaló” – szlogenjét olvashatom [100]: „Növényvédelem a minőség élvonalában”. Ugyanezt – a tények ismeretében – másként látom; vagy az élvonal értelmezésében kellene előjelet módosítanom. Az 1998-as magyarországi engedélyek alapján, véleményem szerint a legkorszerűbb magyarországi portfólióval az American Cyanamid rendelkezett.

12.2. Magyarországi menedékjog

Magyarországon az *aldicarb* 1979-ben jelent meg a cukorrépa és a dísznövények védelmében, ahol ma is használható. Már 1990-ben tiltja vagy korlátozza használatát Ausztria, Belgium, Fülöp-szigetek, Izrael, Németország és Norvégia. LD₅₀ (a tesztállatok felének pusztulását kiváltó dózis) értéke szájon keresztül és patkányon 0,81-0,93 mg/kg, amellyel vezeti a hazánkban kapható növényvédő szerek akut mérgezőségi listáját. Összehasonlításként a múlt században öngyilkossági célokra használt ciánkáli hasonló értéke: 10 mg/kg (30. ábra). A TEMIK 10 G nevű talajfertőtlenítő szer 10% hatóanyagot tartalmaz, tehát a formázás (a ható-

anyag készítménnyé alakítása) körülbelül a ciánkáli akut toxicitásának szintjére hígítja. Az is valamiféle csoda, hogy eddig megúsztuk! Ciánkálival laboratóriumban egyébként meglehetősen körülményes (vasszekrényben őrzés, szigorú elszámolású adminisztráció) és egyedi (maszk, gumikesztyű, speciális mérőszobában csak egyedül, szennyezés esetén jelentési kötelezettség stb.) biztonsági rendszabályok betartásával szoktunk dolgozni; legalábbis a liverpooli biokémiai intézetben ezt követelték meg tőlünk. Mindez eléggé másként néz ki a ciánkálival vetélkedő talajfertőtlenítő szereink esetében.

A 70-es években, a pályám kezdetén szinte minden évben kaptam olyan vizsgálatot, amely talajfertőtlenítő szerek (egyidejűleg négy vagy öt) kipróbálásával volt kapcsolatban. Ilyenkor, ha mikroparcellás vizsgálatról volt szó, akkor egy kis – leginkább gyerekkorom kerekese, tapsikoló pillangószekereihez hasonló – mákdarálógyanús sorbaadagolón forgattuk le ötször-hatszor a porzani sem átaló granulátumokat, és mértük vissza az eredményt a rögökre helyezett mérle-



45. ábra: Talajfertőtlenítő szerek

günkön. Addig állígtattuk (tapogattuk a „mérge” kis ketyerét), amíg a megfelelő mennyiség kijött a kezelendő folyóméterre. Mikor nagyobb területet kezeltünk, akkor mindezt csoroszlyákkal végeztük. Mondanom sem kell, hogy nem volt olyan talajfertőtlenítő szerekkel végzett kísérleti beállítás, hogy ne szenvedjünk kisebbfajta mérgezést. Gondolom, azért nem csak mi jártunk így, a dísznövénytermesztésben „üzemileg” kiskanállal cserepekbe adagolt *aldicarb* hatása könnyen elképzelhető.

Az *aldicarb* magyarországi engedélyének kritizálásakor az FVM és EM* köztisztviselői azzal védekeznek, hogy évek óta nem kapható a hazai kereskedelemben. Ugyanekkor – ha nem tévedek – érvényes magyar engedélye miatt bárki behozhatja és felhasználhatja. Ha már itt tartunk, jogos a kérdés, miért célszerű engedélyezésben tartani olyan szert, amit nálunk nem forgalmaznak? Nos, talán referenciának, amikor a gyártó keletebbre szállítja a készítményt, ahol az ottani engedélyezésben dolgozó köztisztviselők lojalitása miatt a „szunyadó” állapotú magyar engedély – hajdani jogos reputációjának okán – még mindig respektált. A passzus tanúsága szerint van lejjebb is.

12.3. Balesetek görögdinnyével és uborkával

Cipruson az *aldicarb*-ot és származékait talajvízből mutatták ki, és egy baktériumfajon (*Photobacterium phosphoreum*) genotoxikusnak minősítették. [361] Az *aldicarb*-ot a hormonális szabályozást felborító vegyületek között tartják számon. Emberi fehérvérsejtek (értsd *leukocyt*a-k) esetében az *aldicarb* jelentősen növelte a testvérkromatid-kicserélődés* előfordulását, amely arra utal, hogy a sejtosztódáskor a megkettőződő kromoszómák kromatidjai között szegmensek cserélődnek ki. [362–363] E hatás nemcsak a mutagenitás tényét jelzi, hanem azt is, hogy az *aldicarb* az úgynevezett immunhiányos állapot kialakulását is segíti. [364]

Tegyük fel, hogy valahol Kaba környékén egy cukorrépa-tábláktól övezett kis tanyában éljük életünket. Élvezzük a tiszta levegőt és a fűt kutunk vizének semmire sem hasonlító ízét. Nem sejtjük, hogy *aldicarb*-ot is ihatunk, s a mutagén anyagok igazából az expozíció (kitettség) függvényében fejtik ki hatásukat, növelik a rizikófaktorát annak, hogy a sejtosztódásoknál, fontos helyeken hibák keletkeznek, és a javító funkcióink is „lecsúsznak” már a nagyszámú hibáról, vagyis mindenfelét kezdünk „elkapni”.

Az USA-ban a legnagyobb ételmérgezés is az *aldicarb*-hoz fűződik. 1985-ben ezer ember mérgeződött a vele kezelt görögdinnyétől. [365–366] Ugyanebben az évben, Kanadában 300 embernek; két évvel később az USA-ban sok embernek okozott felejthetetlen élményt a vele kúrált uborka. [361, 367] Costa Rica-i

1988-as felmérések szerint viszont egyedül több balesetet okozott, mint az összes többi növényvédő szer együttvéve.

12.4. Interstate 20

1994. április 13-án (Dallas, Texas, USA) 10 tonna *aldicarb*-ot szállító kamion a forgalomjelzőnek ütközve lángra gyulladt. Az Interstate 20 autótutat kiürítették, amelyben 2 iskola 1650 diákja is bennfoglaltatott. 17 tűzoltó és rendőr került mérgezéssel kórházba. 1989-ben az *EPA* által közzétett jelentés szerint napi 34–82 ezer ember mérgeződött enyhe tünetekkel járó szinten az USA-ban forgalomba kerülő *aldicarb*-bal kezelt burgonya és banán révén. 1990-ben az USA-ban a Rhône Poulenc leállította az *aldicarb* burgonyára vonatkozó forgalmazását, miután világossá vált, hogy abban a megengedettnél több szermaradék fordul elő. Hasonló történt 1993-ban a banánnal. Több kultúrában azonban ma is engedélyezett. [368]

12.5. Mérges felebarát: a *phorate*

1997-ben Székesfehérváron történt valami, amit próbáljunk most átélni. A játszótéren kutyákat sétáltattak. Lapos orrú, mókás picurkákat, táncoló nyali-falikát, jéghideg fürkészőket, hurka formájú lomposokat, vérben forgó szemű csupa-állkapcsosokat; mindegyik kan utazott a kocsink gumijára. Mindegyik úgy körbeszimatolt bennünket, hogy megállt bennünk az ütő. Mindig előttünk guggoltak le üríteni, és mi léptünk bele elsőként a recés talpú cipőnkkel. Még hogy szerencsét hoz, meg varázsszer! A gazdik csak a vállukat húzogatták, ha félhangosan dohogtunk. Végül – megalázottságunk csúcsán – megvilágosultunk. Ott van a kertben az, amit a Jocótól kaptunk. Azt mondta: nagyon mérgező, *THIMET*-nek hívják. Hozunk belőle. Húsokra, csontokra kenceficéljük a sötét színű darát, és szétszórjuk késő este. Van gumikesztyűnk, de a fejünk egy kicsit mégis megfájdul. Megmutatjuk nekik.

Másnap a reggeli séta közben a kutyáknál szájhabzás, görcsök, rángatózás és kimúlás. Kutyá egy kutyahalál. Játszótér lezárása, vizsgálat. Lapulás. Mi lett volna, ha gyerekek is, a homokban, játék közben. Benne volt a pakliban! Vannak-e tanulságok? Mi történt volna, ha délelőtt a bosszútól lihegő kutyafóbiás nem skót-ként méricskéli, hanem nagylelkűen szórja ezt a „minőséget”? Akkor már gyerekek is csúsznak-másznak a parkban, és ilyen komoly mérgek esetében az is elég.

A granulált talajfertőtlenítő szerek többségével (*phorate*, *oxamyl*, *carbofuran* stb.) a legnagyobb probléma rendkívüli akut toxicitásuk következménye:

a balesetveszélyességük. A talajfertőtlenítésre használt *aldicarb* ezen túlmenően elpusztítja még a gilisztákat, amelyek utolsó erejükkel – ha tehetik – a felszínre verekszik magukat. Ott megeszik őket a bőség okán nem spekuláló madarak (a hírek szerint sirályok, bóbicek, pólingok stb.), aztán ők is fetrengenek egy kicsit, mielőtt kitágult pupillával idő előtt visszaadják az ényészetnek, ami még nem lenne az övé.²⁹

²⁹ 1995-ig az *aldicarb*-ot 13 országban betiltották, és 11 országban visszavonták a regisztrációját. Ma betiltásáról még nincs határozat az alábbi országokban. *Afrikában*: Burkina Faso, Csád, Dél-Afrika, Egyiptom, Elefántcsontpart, Kamerun, Kenya, Mauritánia, Mauritius, Togo, Zambia, Zimbabwe; *Amerikában*: Argentína, Bolívia, Brazília, Chile, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Kolumbia, Kuba, Mexikó, Nicaragua, Panama, Paraguay, Peru, Surinam, Uruguay, USA, Venezuela; *Ázsiában és a Pacifikus területen*: Ausztrália, Banglades, Fidzsi-szigetek, India, Kína, Pakisztán, Szingapúr, Thaiföld, Tonga, Új-Guinea; *Európában és Közép-keleten*: Anglia, Ausztria, Ciprus, Franciaország, Görögország, Hollandia, Írország, Libanon, Liechtenstein, Luxemburg, Magyarország, Moldova, Portugália, Spanyolország, Törökország.

V.

A SZURTOS TIZENKETTŐ ÉS CIMBORÁIK

A prevenció szempontjából rendkívül fontos egy vegyület engedélyezési eljárása, amelynek során használhatóság és ökotoxikológiai paraméterek figyelembevételével, általában gyorsan avuló – ezért rendszeres revízióra szoruló – rizikóanalízis alapján döntenek. Képzelnék magunkat abba a helyzetbe, hogy menekülés közben mocsárhoz érkezünk. Biztosan elveszünk, ha megállunk, de 90% esélyünk van a túlélésre, ha felvállaljuk a mocsáron találmányra való átkelést. Nem haboznánk, de eszünkben sincs (a 10% ekkor súlyos kockázatnak számít) „gondolomra” elindulni, ha ismerjük a benne kanyargó biztonságos utat. Valami ilyesfélét érzek akkor, amikor több tucat hatóanyagot is látok egy-egy kártevő neve mellett a magyarországi engedélyezési gyakorlat eredményeként. Ilyenkor hajlandó vagyok azt hinni, hogy a felhasználásban járatlan, ezért feleslegesen elnéző egészség- és környezetügyiek minden esetben a rizikó felvállalása felé kalauzolnak, pusztán azzal, hogy nem tesznek

azért, hogy jobb ökotoxikológiai értékekkel rendelkező növényvédő szerekkel váltsuk le az elavultakat. Ma a világ peszticidpiaca úgy fest, hogy csupán a kritikai tudás védhet meg a felkínált környezetszennyező technológiák ellen.

A Pesticide Action Network által csokorba szedett hatóanyagok történetei érzésem szerint – saját negatív tapasztalataik alapján – sokféle tanulsággal szolgálnak még az elkövetkező generációknak. Mindez csupán a növényvédelem 12 legsürgetőbb, globális jelentőségű ügye, amelyek közül Magyarország még háromról (lindane, parathion-methyl, aldicarb) nem határozott megfelelően. Nem gondolom azt, hogy ez viszonyítható bárkihez, hogy magyarázhatóan jó arány váljék belőle. A „Piszkos tizenkettő” listája további szervezeteket (UNEP*, EPA stb.) is gondolkodásra serkentett. Ebben a fejezetben a 6. mellékletben foglaltak szerint a figyelemre méltóbbakból válogattam a tartalékcsoportot.

1. Víz-jel: atrazine és simazine	193	7. Ami a mosómedvén is kifog: dimethoate	216
1.1. Atrazine folyókban és tengerekben	194	7.1. A tengeri kígyó, mint a szisztémikus hatás példája	216
1.2. Atrazine talajvízben és csapvízben	195	7.2. Megint ezek a raktárak	217
1.3. Váci anziksz	197	8. Az utolsó klorikán: endosulfan	219
1.4. Az atrazine mint esetleges rákkeltő	197	8.1. A pók, mely saját hálójának foglya	219
1.5. Ki fog döntení?	199	8.2. Halotti tor	220
2. Hatósági szüzek: benomyl és carbendazim	200	9. Az amerikai csúcstartó: malathion	222
2.1. Utóvéd harcok	200	9.1. Szúnyogok és a Saku-szindróma	222
2.2. Gyártási malőr	202	9.2. Öbölháborús bajok	223
3. Figyelem, pótolhatatlanok: captan és folpet	203	9.3. Malathion per	223
3.1. A CONTERGAN-ügy melléklete	204	9.4. Refrén	224
3.2. Banán, földieper és captan	205	10. Metamorfózisok egy húrra, fejessalátára és alkoholra: EBDC	225
4. Amiért a bhopali hírzárlatot részben elrendelték: carbaryl	206	10.1. Rokonok	225
4.1. A bhopali tragédia – metil-izotiocianát	206	10.2. A közös többszörös: ETU	227
4.2. És a plusz	208	10.3. Az anti-alkoholista liga favoritja	228
5. Árnyjáték: carbofuran és carbosulfan	209	11. Fazonigazítás: bromoxynil	229
5.1. Propeszticidek	209	11.1. Egeret szülnék a hegyek	229
5.2. Kell-e regisztrálni azt, ami lényegében azonos egy korábbival?	210	11.2. Egy kis cigaretta valódi, finom	230
6. Találat a szomszéd céltábláján: dichlorvos	212	12. Csendélet: alma streptomycinnel	231
6.1. Az istállók gyöngye	212	12.1. Tűzelhalás	232
6.2. Elbánásmód	214	12.2. A streptomycin és az antibiotikum rezisztencia	233
6.3. Mi lehet a való?	215	12.3. Antibiotikum-allergia	234
		12.4. Rendkívüli intézkedések	234

1. Víz-jel: atrazine és simazine

Régóta tudjuk, hogy baj van velük, hogy vizeinket szennyezik, de úgy tűnik az „érinthesetlenek” szférájába tartoznak. Egyesek szerint mindkettő, sőt felebarátai is (*cyanazine*, *prometryn* stb.) a DDT nagyságrendjét elérő környezeti katasztrófát okoznak. Idehaza a Budapesti Vegyiművek vezető termékei voltak. Kukorica gyomirtó szerként használva a világ egyik legnagyobb peszticidüzletét bitorolják. Olaszország és Németország betiltotta, ez utóbbi bünteti is használatát. Mégis mindkettő szállít, például Kelet-Európának. [369]

Sokfélére büszke a magyar; többek között az ivóvízkinsére is, amelynek minősége fölött számos tekintetben öröködik. Kell is; sok oldalról érheti támadás. A kiváló, első osztályú ivóvíz – olvasom – „mesterséges szennyező anyagoktól mentes, tiszta, természetes állapotú, amelyben az oldottanyag-tartalom kevés, közel teljes az oxigéntelítettség, a tápanyagterhelés csekély és szennyvízbaktérium gyakorlatilag nincs benne”. Nemcsak ilyet iszunk. Tény, hogy az ivóvízben fizikai, kémiai, radioaktív és biológiai szennyezők fordulhatnak elő, s a minősítés csak sokfajta határérték szerint lehetséges. Tudjuk például, hogy ivóvizünk vas-, mangán-, arzén- (hazai limitje 50 ppb, az *EEC* 10 ppb értékével szemben) és nitrit-tartalma (hazai limitje 1 ppm, de néhol 5–6 ppm is mérhető) általában magasabb, mint amit kívánnánk magunknak.

Mikor Egyiptomba látogattam, már tudtam, hogy ott európainak nem való ivásra a csapvíz. Történetek sorát hallgattam végig erről, míg végül én is – egyetlen hibát ejtve azzal, hogy csapvízzel mostam fogat – a visszautazásom napján megismerkedtem a kairói reptér mesebeli illemhelyével, ahol az intendáns feltörlőrongy-ellátmánya sohasem elégséges, ahol ha sikeresen elkorcsolyáztak odáig, feldúlt, ólomszürke arcszínű fehérek tépik fel az ajtókat, s ahol a választás, hogy a kagyló fölé kellene e hajolni vagy ráülni, pillanattöredék alatt növekszik vészjósló méretű dilemmává. Indiába már merülőforralóval érkeztem; a túlélés kulcsa – mondták rá, s van benne valami, már ami a számunkra ismeretlen mikroorganizmusokat illeti. Ehhez képest Mandzsúriában azonnal figyelmeztettek, hogy ne igyak a csapvízből, s napi ellátmányomat termoszban találom. Mikor először bontottam ki a horpadt kétliterest: gőzölgött. Nocsak, gondoltam: forró; persze itt a zöldtea járja, de nekem ez éjjel-nappal mégis sok lenne. Nyitva hagytam tehát, és vártam a fenséges pillanatra, mire elhűl – de ez inkább vérmes reményeimmel történt, mikor végre meghúztam és a mákdarálóba tavaly húsvétról kövült, avas mákra emlékeztető bukéja végigszántotta az íz-memóriámat.

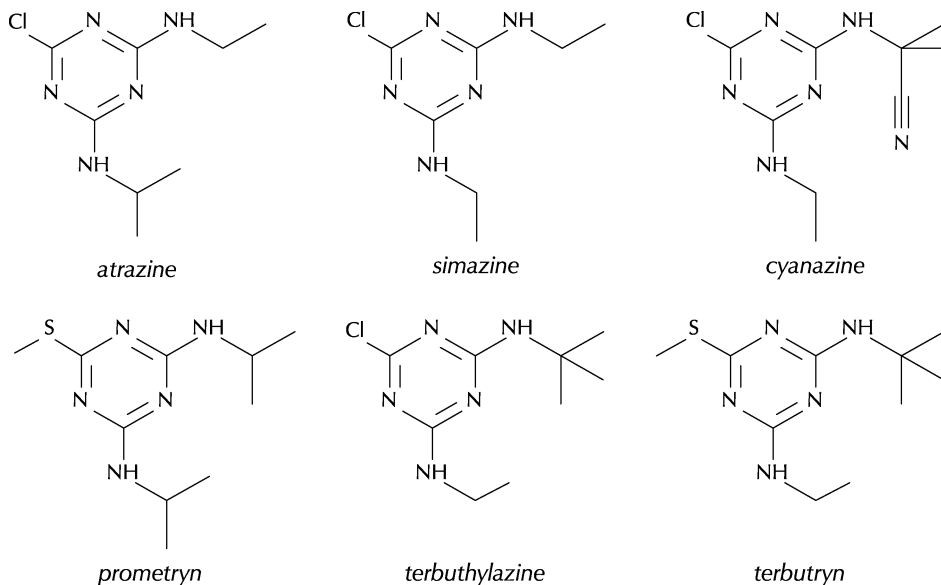
Az ottani sarkon a sörrel azonos árban lehetett francia ásványvizet kapni; nem véletlen tehát, ha úgy gondolom, micsoda kivételes adottság a miénk. És ha azt veszem, az említettek még nem is a legkellemetlenebb dolgok: forralással, tea-fűvel megoldhatók. Olaszországban még divathóbortnak gondoltam, hogy mindenki ásványvizet iszik, s Kaliforniában egészségmániának, hogy csapvizüket kicsiny, cserélendő oszlopokkal (BRITA, MULTI-PURE, PUR, SAFEWATER stb.) tisztítják. „Van itt egy s más a vízben, ami nem egészséges” – mondták nekem a dérek bennszülöttek.

1.1. Atrazine folyókban és tengerekben

Annak idején megváltásként érkeztek a gyomirtó szerek, közöttük az 1957-ben Gysin és Knüsli (*Proc. Int. Cong. Crop. Prot. 4th*) által felfedezett *atrazine* nevű (majd rokonai: *simazine*, *cyanazine*, *prometryn* stb.) (46. ábra). Rövidesen helyettesítette a kapát a kukorica gyomirtásában, amivel a növényvédőszer-gyártás bombaüzletévé vált. Az USA-ban és nálunk is bekerült a legfelső tízbe, ami a forgalmazását illeti. Főbb gyártók: Du Pont, Makteshim-Agan, Novartis, Oxon stb. Korábban – az eljárásszabadalom mára romba dőlt intézménye – nálunk is gyárthatóvá tette, például a BVM-ben (lásd büszkeségük az *aktinit PK* és *DT: HUNGAZIN*), a Nitrokémiánál (AKTIKON) és az Észak-Magyarországi Vegyiműveknél (ZEAPOSZ). Most vesszük az Oxon-tól (ma a BVM egyik tulajdonosa – ATRAZIN FLOW, MAIZINA), a Novartis-tól (GESAPRIM, PRIMEXTRA), az Agan-tól (ATRANEX) és a BASF-tól (LADDOK).

Az első figyelmeztető jel az *atrazine* megmaradó képessége; 3–12 hónap alatt bomlik felszín alatti vizekben fele mennyiségűvé, ami túlságosan hosszú idő. Skandináv országok már ezért is kiátkoznák, ha nem tették volna meg már korábban daganatkeltő-gyanús adottsága miatt. Régen tudjuk, hogy a növényvédő szerek vízben oldódásra képes része élővizeinkbe mosódik. Tudtuk, de ok nélkül azt reméltük, hogy nem lesz baj. Mikor 1993-ban a Mississippit megvizsgálták – ahogy korábban írtuk –, az naponta, Thebes-nél 5,5 tonna *atrazine*-t szállított. [111] Meg sem lepődünk már, hogy Svájcban a Bodeni-tó *atrazine*-szennyezett-ségét mutatták ki, aztán következett mindez a Nagy-tavak (1993-ban 478 tonna *atrazine*-t tartalmazott), később az Északi-tenger esetében. [370] A vízi üledékben a hatóanyagok rendkívül lassan bomlanak, és tízezerszer nagyobb mennyiségben is előfordulhatnak, mint magában a vízben, veszélyeztetve az üledékfogyasztó állatvilágot. Ezt követően állították össze az érintett országok az ún. „Vörös Listát”, amely az *atrazine* és *simazine* nevét kiemelt helyen tartalmazza. [110]

Európában egyébként az Egyesült Királyság, Franciaország, Hollandia, Németország, Olaszország, Svájc, Spanyolország és Görögország élővizeit szeny-

46. ábra: Az *atrazine* és társai

nyezték el jelentős mértékben az *atrazine* és rokonvegyületei; pontosabban ők hírt is adtak róla. Például a Pó folyó, de a Como-tó *atrazine*- és *simazine*-tartalma is kiemelkedő volt a 80-as években. [370–372] Hovatovább gyakran mértek *atrazine*-tartalmú csapadékot is (100–900 ng/l) Nyugat-Európától az USA-ig. [111, 373] A több mint elégséges figyelmeztetést azonban nem minden ország köztisztviselői értékelték egyformán.

1.2. *Atrazine* talajvízben és csapvízben

Az *atrazine* felületi vizekbe való mosódása csupán az egyik út, a másik: lassú utazás a talajvíz felé, amit ha elér, oxigén hiányában szinte bomlásképtelenné válik. 1991-ben Németország ezért tiltotta be, majd indítványozta, hogy az Európai Gazdasági Közösség (*EEC*) tagországai is döntsének hasonlóan. Innen ugyanis megjelenik a fúrt kutakban is; ma 30–70 méter mélyen fekvő talajrétegekből is kimutatható szerte Európában.

1987-ben az Egyesült Királyságban több ivóvízforrás vízminőségét vizsgálták, és 16 növényvédő szer mutatott ki. 298 mintában egy-egy növényvédő szer, 76-ban az összes növényvédő szer mennyisége haladta meg az *EEC* által megállapított maximálisan elfogadható koncentrációt. A hatóanyagok közül az *atrazine* és *simazine* gyakorisága kiemelkedő. [27] A 80-as években Olaszor-

szág talajvize *atrazine*-nal, Japáné rokonával, a *simazine*-nal vált szennyezetté. A Pó vizét Ferraránál, de a Como-tó vizét is genotoxikusnak találták *Salmonella*- és *Saccharomyces*-tesztekben. A vizsgálatok az őszi időszakban az *atrazine* és *simazine* kiemelkedő mennyiségére hívták fel a figyelmet. [374] Tavak üledékében 5–6 hónap alatt bomlik felére. [375] Olaszországban, 1990-ben tiltották be, de Kelet-Európába szállítják, illetve az Albániának szánt mezőgazdasági segélyprogram részét képezte. [86, 376] Válogatott géprongy vagy bálás ruha: nézőpont kérdése. Égetőbe szállítva méregdrágán vagy adomány útján „jótéteményként” megsemmisíteni? Ajándék lónak nem kell az alkatrészeit gusztálgatni?

Ebihalakban genotoxikus aktivitásukat kimutatták, s ez már azért is figyelemztető, mert a kételtűek a világ egyik veszélyeztetett állatcsoportja. [377–378] Halakban (*Tilapia sparrmanii*) bioakkumulációra képes, a felhalmozódás fő helyei a petefészek és a máj, de az izmokban és az agyban is jelentős mennyiség mutatható ki. [379]

Az USA-ban, 1990-ben elvégzett felmérések szerint 1570 víztárolóban és 70 ezer fúrt kútban mutatták ki az *atrazine* jelenlétét, amellyel az egyik legjelentősebb ivóvízszennyezőnek bizonyult. [380–381] New Jersey-ben, például 1994-ben *atrazine*-ből 3, *simazine*-ből 4 ppb értékeket mértek. Az ottani szabvány (EPA) szerint pontosan ez volt a maximálisan elfogadható napi dózis (vö. MADI), mely rendszeres fogyasztása – egy bizonyos valószínűségi szinten – „még elviselhető” egészségkárosodással esik egybe. Legalábbis ott és akkor úgy gondolták. 1995-ben Dél-Karolinában a kutak 27–35%-ból 36 növényvédő szert mutattak ki. Mennyiségük a mezőgazdasági területekhez közeli kutakban jelentős volt. A legmagasabb értékeket *atrazine* és *simazine* esetében találták. Kaliforniában közel 4 ezer kút szennyezettségét mérték, és ezek 92%-ában 10 peszticidet mutattak ki, közöttük a *simazine*-t és *atrazine*-t, mint meghatározót. A területen 5 ezerre becsülik azok számát, akiknek a rosszindulatú betegségekkel kapcsolatos rizikófaktora 1:1000 alatti és 63 ezerre, akiknek 1:1000–10 000 érték közé esik, az EPA által felnőtteken elfogadhatónak tartott 1:1 000 000 értéktől eltérően. 1999 nyarán láttak napvilágot az USA-ban azok a közlemények (EWG), amely szerint az USA kukoricaövezetében (Delaware, Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Maryland, Missouri, Nebraska és Ohio) 796 helyen mértek az ivóvízben *atrazine*-maradékot, némelyben 14-szer többet, mint az ott „elfogadható”, amely ezeken a helyeken bizonyos daganattípusok rizikóját 20-szorosára emelte. Mindezen túlmenően az EWG szerint az EPA egy nagyságrenddel rosszul kalkulálta az újszülöttek által, a csapvízzel elfogadható rizikóval (1:10 000 000) fogyasztható *atrazine* mennyiségét, amely szerint az 1991-ben megállapított „elfogadható” érték csecsemőkre és gyermekekre korántsem biztonságos. Svájcban például, ahol az *atrazine*-t gyártják is – érvelt az EWG – 30-szor alacsonyabb a megengedett *atrazine*-tartalom (0,1 ppb – ez egyébként EEC ivóvízszabvány),

mint az USA-ban. Néhány orvoscsoporthoz arra hívták fel a figyelmet, hogy 14 millió amerikai, akik főként a szója- és a kukorica-övezetben laknak, fogyasztanak a csapvízzel az *EPA* szerint emberen „esetlegesen karcinogén” minősítésű gyomirtókat. A csapvizek szennyezettsége ott május és augusztus között a legjelentősebb. Az USA-ban lévő víztisztítók 90%-a nem rendelkezik olyan tulajdonsággal, hogy ezeket a szennyeződések kiszűrje. [382] És ekkor még nem is beszéltünk a gyártási szennyezettségről, amelyek között olyanok vannak, mint a *HCB*, a tetraklór-dibenzo-furán, az *N*-nitrozo-*atrazine*, valamint bomlási termékeiről a deetil-*atrazine*-ről (néha négyszer több mérhető, mint *atrazine*) és deizopropil-*atrazine*-ről. [370] Van, aki a *DDT* betiltása után az *atrazine* kivonását tartja a legfontosabb globális teendőnek. [383] Mi a helyzet idehaza, hiszen nálunk is hosszú ideje felhasználható?

1.3. Váci anizsz

A *WHO*-hoz igazodó magyar szabvány szerint az elfogadható érték: *atrazine* esetében 2 ppb, *simazine*-ből 17 ppb. Már itt el is gondolkozhatunk azon, hogy vajon komolyan vehető-e az, ha ugyanazzal a hatóanyaggal – *atrazine*: 3 (*EPA*, USA), 2 (*WHO*/Magyarország), 0,1 ppb (*EEC*); *simazine*: 4 (*EPA*, USA), 17 (*WHO*/Magyarország), 0,1 ppb (*EEC*) – kapcsolatban jelentősen eltérő „elfogadható” értékeket állapítanak meg a mérvadónak tartott szervezetek.

Magyarországon 1998-ban jelent meg helyzetelemző közlemény, [114] amely szerint 17, ősszel megvizsgált nyersvízminta közül 3 *atrazine*-tartalma meghaladta az *EEC* limitjét, s egy a magyar szabvány szerintit is, amennyiben a buki-szigeti (Vác) víztároló 5,7 ppb *atrazine* mellett 3,3 ppb *prometryn*-t (gyomirtó) és 0,3 ppb *diazinon*-t (rovarölő) is tartalmazott. Hovatovább a szerzők azt írják, hogy legalább egy peszticidet (továbbiak a 2,4-*D* és az *MCPA* gyomirtók) illetően a vízminőség az *EEC*-mérték nem teljesíti Verőcén, Surányban, Tökölön, Gödöllőn, Sárváron, Szolnokon és Egerben (Felsőtárkány-Felnémet). A nyersvíz tisztítási folyamatokon megy keresztül, de a hazai víztisztítóknál az *atrazine*-tartalom töredéke (kb. 5%-a) bomlik le csupán, azaz a tároló ellátási körzetében az *atrazine* a vízhálózaton keresztül házhoz jön.

1.4. Az *atrazine* mint esetleges rákkeltő

Iowa államban azt vizsgálták, hogy vajon milyen hatása van a gyomirtó szerekkel szennyezett ivóvíznek az ott élő emberek egészségére. Itt ugyanis az ivóvíz helyenként 2,2 ppb (kevesebb, mint Vác környékén!) *atrazine*-t tartalmazott.

A születési súlyokat elemezve azt tapasztalták, hogy azok kimutathatóan csökkentek. Ugyancsak emelkedni látszott a légzőszervi és idegrendszeri betegségekben szenvedő csecsemők aránya. [384]

Az *atrazine* rajta van mindkét – világszerte respektált – listán (*IARC*, *EPA*), mint állatokon rákkeltő, igaz az *IARC* 1998-ban (Vol. 73) emberen eggyel hátrább sorolta (**2B** helyett **3** kategória), mivel patkány emlődaganattal kapcsolatos eredményeit emberre nézve irrelevánsnak gondolta. Gyomrunkban megjelenve a gyomorsav hatására az *atrazine* (de *terbuthylazine*, *terbutryn* és *terbumeton* is) nitrózamin-származékai képződnek, amelyek – mint a nitrózaminok általában – rákkeltők. [385] Az *atrazine* hímpatkányban emlődaganatot, nőstény patkányban vérképzőszervi és méhrákot okoz (TD_{50} : 31,7 mg/kg/nap). [56] Ezzel összecseng, hogy hormonális zavarokat idéz elő és immunmoduláns (állatokban, például egér, patkány, halak). Az *atrazine* növelte a mellsejtek 16- α -hidroxi-ösztrogén termelését, amely az ösztrogén egyik bomlásterméke, és amely a mellrákkialakulásban szerepet játszik. Az *atrazine* morfológiai elváltozásokat okozott az agy, az endokrin szervek, a máj, a petefészek, a szív és a tüdő szöveteiben. [177] Donna és munkatársai [386] szerint a triazinoknak kitett nőknél az *epithelialis* petefészekrák rizikója 2–3-szorosára nőtt. Két hónapos kezelés esetén a patkányok emlődaganatának valószínűsége megnőtt. [387] Az *atrazine* gyenge versengő gátlónak mutatkozott az ösztrogénreceptoron, s egy év után csökkentette a vérplazma progeszteronszintjét. Többen úgy gondolják, hogy a mellrák kialakulásában szerepet játszik, s van aki mindezt csak extrém dózisok esetén tartja valószínűnek. [316, 387] Az *atrazine* kis mennyiségben való fogyasztása immunmodulációt váltott ki, amely a humorális és sejtfüggő immunitásra terjed ki. A kezelés felfüggesztése után 14–40 nap múlva állt vissza az eredeti állapot. [388] Emberi *lymphocyta*-kra genotoxikus. [259] Daganatkeltő aktivitását patkányokon és krónikus tesztekben nálunk is kimutatták. [389] Járványügyi tanulmányokban a triazingyártásban dolgozók között a *non-Hodgkin lymphoma*-k előfordulásának emelkedését tapasztalták. [390] Hasonló következtetésre jutottak az intenzív nitrogéntrágyázás miatt magas nitráttartalmú kutak esetében, ahol a nitrózamin-származékok előfordulása jelentősebb, mint például Nebrascában is, ahol *non-Hodgkin lymphoma*-s betegségek emelkedését, [237] illetve bizonyos születési rendellenességek (szív- és érrendszeri, húgy-ivarrendszeri problémák, rövidebb végtagok stb.) növekvő számát mutatták ki. [138]

Érdemes rokona a *simazine*, amely csöndben – kevesebb felhajtással – tudja ugyanazt, mint a Nagy Testvér. [177] Röviden: vízszennyező herbicid, amelynek állatokon rákkeltő és hormonális hatása is van. Madarakon teratogén.

Víztartalékainkban való felhalmozódása bizonytalanul baljós, daganatképződéssel kapcsolatos tudásunk tehát régóta sugallja: legalább fel kellene függeszteni a használatát. Egy környezetünkbe kerülő terméknel ugyanis a gyártónak

annak ártalmatlanságát kell bizonyítani, de az már gyanú esetén sem makulátlan. Hazai egészségügyünk viszont gazdasági okokat respektálva az ártalmasság bizonyítására vár. Az *atrazine* a növényvédőszer-ipar egyik meghatározó terméke, s ha úgy tetszik a gyártók környezet-egészségüggyel kapcsolatos gondolkodásának morális modellje. Üzletemberek az *atrazine*-nak az éhezés leküzdése elleni globális szerepéről beszélnek, elfelejtkezve arról, hogy ez a hatóanyag helyettesíthető. Például Németországnak ez sikerült; igaz a BASF 1999-ben – nyolc évvel azt követően, hogy odahaza már ezt nem teheti – nekünk szállítja az *atrazine*-t egy kombinációjában.

1.5. Ki fog dönteni?

A fenti történet lényegét egy, a KöM-ben 1999 ősszén rendezett tanácskozáson is elmondtam, ahol a növényvédelemért felelős akkori főosztályvezető is jelen volt. Nem lepődött meg, és nem cáfolta a mondandómat. Azt válaszolta, hogy ő azonnal betiltja az *atrazine*-t, amint az Európai Unió ezt megteszi, illetve megtenné, ha valaki finanszírozná a lemaradó térségek növényvédelmi tevékenységét; az *atrazine* ugyanis fölöttébb olcsó. Én már azt sem értettem, hogy egy hazai köztisztviselő miért Brüsszelből várja, hogy döntsenek helyette, de végül is nem én, hanem Haraszthy László, a *WWF* képviselője kérdezte meg tőle, hogyan lehet finanszírozási problémára redukálni azt, ha valamit ilyen súlyos vádakkal illetnek. Érdemi választ nem kaptunk.¹

Kérdésekkel búcsúozom: Ha egy termék rákkeltő-gyanús, használná-e termelésre? Miféle etikai norma szerinti az a gondolkodás, amely pillanatnyi gazdasági érdek alapján ivóvízkészletünket és egészségünket veszélyezteti? Kit terhel mindezért a felelősség? A gyártót, amely továbbra is gyártja; a kereskedőt, aki a jutalékra koncentrál; a termelőt felügyelő minisztériumot (FVM), amely olcsósága miatt engedélyezi; a felületi és talajvízkészleteink őrzőit (például KöM és EM), akik nem tiltják az alkalmazását, bár a szennyeződés bizonyos; a kémiai biztonságért felelős egészségügyet (EM), amely rákkeltő-gyanú miatt még nem intézkedik, mert talán fogalma sincs róla, hogy az *atrazine* gazdaságilag helyettesíthető, s azt hiszi, e nélkül megáll az az édes mezőgazdasági élet? Ki vagy mi olyan súlyos a mérleg másik serpenyőjében, amellyel szemben a mi egészségünk értéke habkönnyűnek találtatik?

¹ Az *atrazine*-t Európában 1991-ben Németország betiltotta. [391] Dánia 1994-ben vonta ki a termeléséből, [392] de Olaszországban sem használható fel. Svédországban nem engedélyezett. [393] Napjainkig Hollandia és Ausztria is betiltotta az *atrazine* használatát és az Egyesült Királyság megszigorította az alkalmazását.

2. Hatósági szüzek: benomyl és carbendazim

Közkedvelt fungicidek, ráadásul a Chinoin révén hazai érdek is fűződik gyártásukhoz. a legtöbb teratogenitásra utaló eredmény velük kapcsolatban látott napvilágot, s még az igen visszafogott **WHO** sem szereti őket. [164–165]

A *benomyl*-t 1968-ban Delp és Klopping (*Plant Dep. Dis.* 52, 95) írták le és hamarosan a Du Pont BENLATE néven jelentkezett vele a piacon (47. ábra). Ma fontosabb gyártók a Chinoin (AGROCIT, FUNDAZOL) és az Aragegonesas (BENOR). A *carbendazim*-et 5 évvel később publikálták, s egy évvel ez után a BASF (BAVISTIN), Hoetchst (DEROSAL) és Du Pont (DELSENE) kezdte gyártani; nálunk a Chinoin KOLFUGO néven forgalmazza. A *benomyl* az *EPA Proposition 65* kivonásra javasuló listáján található (6. melléklet).

Mindketten tartósan „ártatlanok”, annak ellenére, hogy a benzimidazolek (itt említhetjük még a *fuveridazole* és *thiabendazole* hatóanyagokat is) a β -tubulinhoz kötődve gátolják a mikrotubulusok polimerizációját. [165] Ezek a mikrotubulusok alkotják a sejtvázatot, és a tubulin a fő alkotó eleme az osztódási orsónak is, amelyek a kromoszómákat húzzák a két utódsejt sejtmagjának a helyére. [394] Ezek a hatóanyagok tehát a sejtosztódásba, a kromoszómák megfelelő eloszlásába kontárkodhatnak bele, legalábbis a mikroorganizmusok körében; bár rovarok és fonalférgek tojásaiban és egér petesejten is kimutatták ezt a hatást. [395] Ilyen úton persze az egész földi élővilágra jellemző általános örökítőrendszerben is okozhatnak bökkenőket. Mindez igen vészjósló, de a *benomyl* és *carbendazim* szintén a növényvédelem oszlopa, vezető terméke, ha úgy tesszük csengettyűs báránya.

2.1. Utóvéd harcok

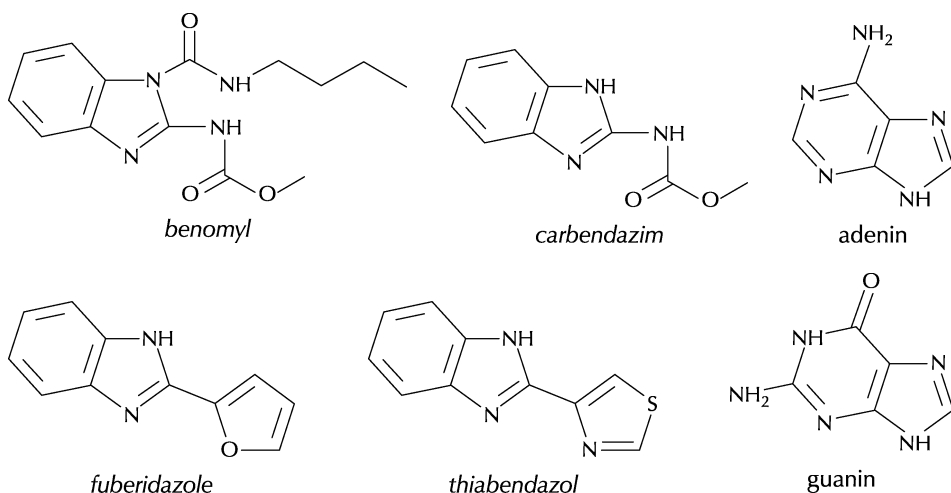
A *benomyl* Magyarországon szabadforgalmú fungicid, amely az *EPA* szerint emberen esetleges rákkeltő, laborállatokon tüdő- és májrákot okoz. [396] Ivarszervekre és hormonális-rendszerre negatív hatása van, valamint teratogén. [59]

A *benomyl* gyorsan (2–19 óra) válik vízben és talajban *carbendazim*-má. Valamennyi, a *carbendazim*-nál található állítás tehát itt is érvényes. [165] A *benomyl* álarca mögött bújó *carbendazim* már lassan tovább bomló fungicid, amelynek mutagén és hormonális hatása is van. 6–12 hónap alatt bomlik felére talajban, 2–25 hónap alatt vízben. A talaj felső rétegeiben marad. Alkalmazá-

sa után még 3 évig lehet valamelyik származékát a talajból visszamérni (például 2-amino-benzimidazol, 1,2-diamino-benzol). Igen toxikus gilisztafélékre. [397] Szermaradékként való előfordulása élelmiszerekben gyakori. [146] Állatokban bejut a sejtekbe, például a mitokondriumból kimutatták. Tyúkok és marhák veséjében való viszonylagos felhalmozódására figyeltek fel. Metabolitjai (5-HBC, 4-HBC) kis mennyiségben megjelennek a tejben. Több detoxifikációs enzimrendszert indukálnak.

Ames-tesztben mutagénnek bizonyultak. [233] A *carbendazim* aneuploiditást* és poliploiditást* indukál. A *carbendazim* és a *benomyl* két egér vonalban (CD-1, SPF) is májrákot váltott ki. 1994-ben az *IARC* az *NTP* (*National Toxicology Program*) eredményei alapján (aneuploiditás egerek és patkányok gyomorrákjában) a sürgősen felülvizsgálandók listájára tette. [398] Patkányban magas dózis májnagyobbodást okoz. Kutyaiban a hepatotoxicitásra* utalva emelte az alkalikus foszfatázok aktivitását és növelte a vérszérum koleszterin szintjét. Krónikus tesztekben, patkányban csökkentette a vörösvértest számot, a hemoglobin és hematokrit* értékeket. [164–165]

Igen nagy dózisban here- és prosztata-problémákat okozott. A patkány termékenysége 85 napos adagolás után csökkent. Zavarokat okoz a Sertoli-sejtek* fejlődésében és a spermiogenezisben. [399] Terhességi idő alatti jelentős kitettség növelte a torzszületek számát. A torzszülöttek között nagy dózis esetén az agykamratágulatól (értsd vízfejűség), az abnormális „kisszeműség” (*microphthalmia*), a vázrendszer kialakulásának zavaráig mindenféle előfordult. [400] Teratogenitása állatokon bizonyítottnak látszik. [43] A legnagyobb érdeklődés-



47. ábra: A *benomyl* és amire emlékeztet

sel egy floridai balesetet követett a közvélemény, [401–402] amelynek során egy terhes asszony, *benomyl*-baleset után szem nélküli (*anophthalmia*) fiúgyermeknek (John Castillo) adott életet. [403] A per során teratológus szakértők pro és kontra is megszólaltak, de a bíróság végül az állatkísérletekben bizonyított *microphthalmia* miatt 1996-ban elmarasztalta a Du Pont-t és 4 millió USA dollár kártérítést ítélt meg a család részére. [404]

2.2. Gyártási malőr

A nagybani gyártás szennyezettségére (a *FAO* két metabolitjából 3,5%-os szennyezettséget engedélyez) itt találjuk az egyik legmeghökkenőbb példát, amelyben a Du Pont 1991 és 1992 között 500 millió dollár kártérítést fizetett ki 1900 amerikai farmernek a BENLATE DF fitotoxikus* hatása miatt. Mikor független laboratóriumok megvizsgálták a terméket, azt találták, hogy hatóanyagtartalma 35–55% között változott, s az alábbi szennyeződések találhatók benne: bór, alumínium, nehézfémek, *chlorothalonil* és *atrazine*. Tehát messze oda nem illő vegyületek, amely számtalan helyen, például a formázó-, töltőüzemben kerülhetek a készítménybe. A fitotoxicitás oka egyesek szerint a BENLATE DF *atrazine*-, mások szerint szulfonil-karbamid-szennyezettsége, míg továbbiak szerint a titkos *inert* (= hatás nélküli) formázóanyag volt. [405] A Du Pont a kártérítési perek anyagának (kb. 150 ezer irat) titkosítását kérte, amely ellen felszólalt a floridai termelőket képviselő tisztviselő, azzal, hogy az embereknek jogukban áll tudni, mi is történt valójában. [406] Mindebből a jóból jutott Közép-Amerikába és a Karibi térségbe, s homály fedti, mi történt vele. [407] A perek még 1993-ban is folytatódtak (a Du Pont kártérítési kiadása ekkorra már elérte az 1 milliárd dollárt) és irányuk a *benomyl* mutagén hatására és a farmerek szexuális problémáinak területére tevődött át. [408] Bob Crawford szerint a *benomyl* legalább annyi kárt okoz az emberiségnek, mint a természeti katasztrófák, s a Du Pont ennek felelőssége elől nem térhet ki. [409] Még szerencse, hogy erről itt, azon a bizonyos kalapon lévő bokrában mit sem sejtünk.²

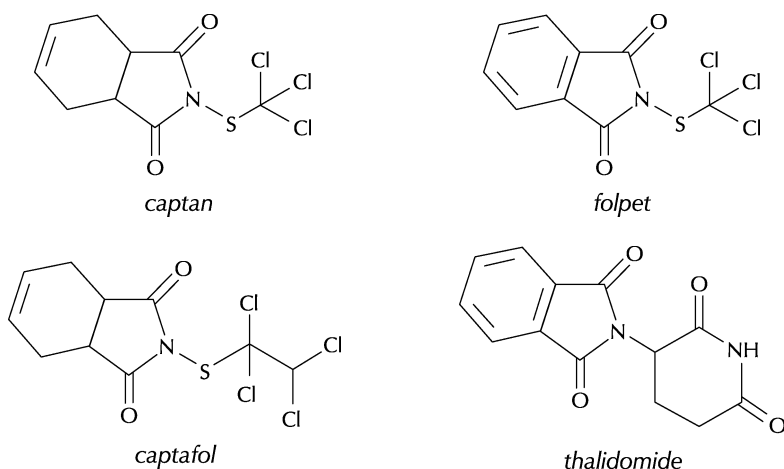
² Bulgária, ahol az egészségügy a meghatározó az engedélyezésben, nem tartotta az ország növénytermesztésében kívánatosnak. [410] Svédországban és Dániában egyik sem engedélyezett. [392] Az USA-ban ma már csak korlátozottan használható.

3. Figyelem, pótolhatatlanok: *captan és folpet*

Velük kapcsolatban a kezdetektől kísért a *thalidomide* esete, ezért a legtöbb toxikológus a 60-as évektől gyanakodott, hogy ők is teratogének. Később ezt több állaton be is bizonyították. Skandinávia részben már megszabadult tőlük. Svédország a *captan*-t betiltotta, majd újra engedélyeztette; nem sikerült a helyettesítését megoldania.

A *captan*-t és *folpet*-et 1952-ben Kittleston (*Science* 115, 84) írta le és a Chevron (ma a Tomen része) fejlesztette ki (48. ábra). A *captan*-t a Makteshim-Agan (BUVICID K, MERPAN) és a Tomen (CAPTAN, ORTHOCID – ez utóbbinak a Bayer az engedélyokirat tulajdonosa), míg a *folpet*-et Makteshim-Agan (BUVICID F, FOLPAN) és a Bayer (ORTHO-PHALTAN) forgalmazzák. A *captan* és a *folpet* az *EPA Proposition* 65 listáján szerepel, szerinte **B2** minősítésű rákkeltők (6. melléklet). Itt mindjárt meg is állhatunk egy pillanatra, mivel a Németországban nem engedélyezett *folpet*-et a Bayer magyarországi képviselete a Makteshim-Agan hatóanyagából állítja elő, és az odahaza nem kívánatos készítményét nálunk forgalmazza. [94] Etikusz ez?

Magyarországon a *captan* olyan szabadforgalmú fungicid, amely emberen valószínű rákkeltő, állatokon teratogén és immunmoduláns hatása is van. Ames-testben és emlős sejtvonalban (0,045 mM) is mutagén. [56, 154, 233, 411] Ma-



48. ábra: A *captan* és társai

gyarországon korábban betiltott felebarátja – amely az *EDB*-vel együtt az *IARC* legjelentősebb gyanúját, mármint hogy emberen valószínű karcinogén (2A) vívta ki – a *captafol* (DIFOLATAN) szintén a Chevron találata volt, s ma a Rallis (DIFOLTAN, FOLTAF) gyártja.

3.1. A CONTERGAN-ügy melléklete

A *thalidomide*-ot 1953-ban állították elő, és 1957-ben jelent meg a piacon (CONTERGAN – Chemie Gruenenthal, Németország), majd 1961-ig alkalmazták 40-nél több országban (Magyarországon: nem!), a legkülönbözőbb termékneveken (ASMAVAL, DISTAVAL, ENTEROSSEDIV, SOFTENON, TENSIVAL, VALGIS stb.). Nem-toxikus nyugtatónak tartották, amelyet terhes anyák részére különösen ajánlottak. Az ausztrál McBride 1961-ben írta le a *thalidomide* teratogén hatását, de a gyár évekig tagadta, hogy ez lehetséges. A terhesség 35–49 napján szedett *thalidomide* a magzatok 20–25%-ának speciális fejlődési rendellenességét váltotta ki, amely főként a végtagok és a fülkagyló hiányát vagy csonkulását, valamint a hüvelykujj, hallójáratok, szem- és arcizmok, szív, bél, méh és húgyhólyag rendellenes fejlődését váltotta ki. [412] Több mint tízezer beteg újszülött született, amelyek 40%-a nem élte meg az első évet. A *thalidomide* az addig teratogén tesztekben használt állatokon nem váltott ki fejlődési zavarokat, csupán majomembriók hasonló érzékenysége volt utólag megállapítható. [42, 153] Az 1968-ban kezdődő per során kb. fél millió irat halmozódott fel, s az 1970 végén hirdetett ítélet szerint a Gruenenthal 100 millió márkát fizetett az érintett családoknak. Később a német törvényeknek megfelelő rekompenzációba a Német Egészségügyi Minisztérium is beszállt, így 1991-ig 538 millió márkát osztottak szét egy orvosbizottság javaslata alapján. Az esetenkénti kártérítés 100–180 ezer марка között változott. [412]

1960-ban fedezték fel, hogy a *thalidomide* lepra kezelésére és a 90-es években, hogy gyulladásos ízületi betegségek (például Crohn-szindróma), sőt, *AIDS*-ben szenvedő betegek (kóros fogyás és hányinger) kezelésére is alkalmas, így 1997-ben az **FDA** speciális feltételek mellett újra engedélyezte, s a Celgene (USA) kezdte ismét gyártani. Szerinte a *thalidomide* is az „elfogadható rizikó” (!) kategóriájába esik. Az újraengedélyezés a dominóelv alapján további országokban nyitott számára teret, hiszen több iparilag fejletlen ország az **FDA** engedélyezési rendszerét tekinti példamutatónak. „Nincs hibátlan megoldás, de mindent megteszünk, hogy ne szülessenek beteg gyerekek” – mondta az újraengedélyezés ünnepélyes foltusa alkalmával Sol Barer, a Celgene szóvivője. [413–416]

A *captan* és *folpet* közeli rokonai a *thalidomide* hatóanyagának, de dacára ennek egészen, patkányon és majmokon nem bizonyultak teratogénnek. [18, 417]

Más állatokon viszont ellenkező eredmények is születtek, s később a *captan*, *captafol* és *folpet* hörcsögön, míg a *captan* nyúl, kutya és fűrj esetében bizonyította teratogén aktivitását [418–421]

A *folpet* emberen valószínű rákkeltő. A ftálimideket, ahová tartoznak egyaránt karcinogénnek tartják (sőt a gyártáskor használt egyik köztterméket, az 1,3-butadiént is hasonló gyanú lengi körül), amelyek dózisfüggően egerekben emésztőszervi, patkányokon vesedaganatok okozásával tűnnek ki. [422] 1994-ben a *folpet* állatokon okozott emésztőszervi rákok (gyomor és belek) gyanúja miatt az **IARC** sürgősen felülvizsgálandók listájára került. [398] Mindkét hatóanyag allergiás jellegű bőrbetegséget (*dermatitis*) okozhat, amely főként a fedetlen testrészekben, így a mezőgazdasági munkások körében a kézen gyakori. [423]

3.2. Banán, földieper és *captan*

A banán és a földieper igen kedvelt gyümölcsök. A *captan*-ra egy Costa Rica-i per a 70-es években hívta fel a figyelmet. A banánültetvényeken dolgozó férfiak közül 2 ezer vált meddővé, s gyanújuk az ültetvényben használt különféle növényvédő szerek felé fordult. Tény az is, hogy 1993-ban, a Kanadába érkező banánszállítmányok 37%-a *captan*-maradékot tartalmazott. [424] Az USA kimutatásai szerint viszont a banán – peszticidmaradékok tekintetében – az egyik legkevésbé problémás gyümölcsnek minősül.

A gyors érésű földiepret veszélyezteti a szürkepenész (ez a helyzet a szőlővel is), s a lehetséges megoldások a *captan* és a *folpet* is. Legalábbis a kaliforniai epresekben felhasznált elképesztő mennyiségű növényvédő szer jelentős része *captan* és *iprodione*. Mindkettő az **EPA** szerint emberen karcinogéngyanús. Dacára ennek, az utóbbi öt évben, a kaliforniai epresekben alkalmazott *captan* mennyisége megötszöröződött. Talán nem is véletlen, hogy a 90-es évek Amerikájában a *captan* az a hatóanyag, amely a gyerekek táplálékában – az **EWG** és nem az **FDA** szerint – mennyiségében a leggyakrabban fordul elő, s az egyik legjelentősebb veszélyt jelenheti. [425] Az **EWG** szerint az **EPA** élettartamra méretezett rizikóanalízise szerint a *captan* kb. 70-szer engedékenyebb limitje (25 ppm az elfogadott szermaradék-szint az USA-ban) azt eredményezi, hogy a gyerekek már 5 éves korukig az „elviselhető” *captan*-terhelés 35%-át begyűjtik, ami a többi növényvédő szer esetében általában 70 éves korunkra következik be. [426]

Kaliforniában húszezren élnek a földieper-termesztésből. 1996. szeptemberében a Farmerek Szövetsége (**UWF**) a kaliforniai Watsonville-ben tüntetést rendezett azért, hogy az epresekben dolgozó munkások egészségét veszélyeztető növényvédő szerek helyzetét az **EPA** végre tisztázni szíveskedjen. A felvo-

nulásnak az egyik főszereplője a *captan* volt, amelynek munka-egészségügyi* várakozási idejét az *EPA* négy napról a gyors érés és szedési kényszer miatt eperben speciálisan egy napra csökkentette, miközben máshol ez két nap maradt. Mindehhez semmilyen speciális munkaegészségügyi feltételt (kesztyű, munkaruha stb.) nem rendelt.

Nálunk is ezeket a hatóanyagokat használják, s mi tagadás én még sohasem láttam kimutatást arról, hogy mit eszünk meg földieper ürügyén.³

4. Amiért a bhopali hírzárlatot részben elrendelték: carbaryl

A hírgyárosok sok mindentől megkímélnek bennünket, így a világ legnagyobb ipari tragédiájától is, amelytől tíz év alatt 15 ezren haltak meg. A bhopali robbanás *carbaryl* és *aldicarb* gyártással függött össze. Ami elromolhat, az el is fog – jegyezte le nekünk Murphy.

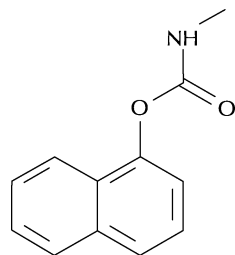
4.1. A bhopali tragédia – metil-izotiocianát

1984. december 2-ról 3-ra virradóan az észak-indiai Bhopal-ban – ahol az Union Carbide 1969-ben építette fel a növényvédő szerek formázásával foglalkozó vegyészeti gyárát, s amelyet 1980-ban bővített ki hatóanyag-gyártásra – történt valami. A gyár metil-izotiocianátból *carbaryl*-t (SEVIN) és *aldicarb*-ot (TEMIK) gyártott (49. ábra). A metil-izotiocianát tárolóba véletlenül víz jutott, amely térfogatágulással együtt járó polimerizációt indított el. A nyomásemelkedés követ-

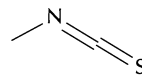
³ A *captan* (= °) és *folpet* (= °) reputációja elsősorban a Skandináv országokban igen rossz. 1972-ben Finnország^{CF}, 1981-ben Norvégia^C betiltotta. [410] 1982-ben Svédországban^F tiltották be, [410] majd néhány év múlva újra engedélyezték. 1994-ben már mindkettőt betiltották^{CF}, majd mivel nem sikerült a technológiákban helyettesíteni, egy év múlva a *captan*-t ismét engedélyezték. [393] Tajvan^{CF} 1989, Dánia 1998-ban a *captan*-t tiltotta be, míg a *folpet*-et korábban sem használta. Németországban nem engedélyezett hatóanyagok. [427]

keztében 30 tonna metil-izotiocianát gáz került ki a tárolóból, amit több száz-ezer ember „tüdőzött le”. A katasztrófa utáni hírzárlatot követő második évben 2352 halotról számoltak be, amit mindenki alulbecsült értéknek tartott. Tíz évvel a baleset után a hírek négyezer ember azonnali haláláról szóltak és százezrek szenvedtek maradandó egészségi károsodást (tüdő- és szembetegségek). Valójában 1994-ig 15 ezer ember halt meg és 500 ezer ember egészsége károsult valamilyen formában. A fenti adatokkal a bhopali szerencsétlenség a világ legnagyobb gyári tragédiájává lépett elő. Elgondolkoztató, hogy erre felé mégsem értesültünk róla súlyának megfelelően, a híradások (tisztelet a létező kivételnek) – az olvasókat mélyen alábecsülve – akkoriban is a „kis színeseket” részesítették előnyben. India 3 milliárd USA dollár kártérítési igényt nyújtott be az Union Carbide-nak, aztán később 470 millióban egyeztek meg. A kártérítés azonban – a hírek szerint – nem javított lényegesen sem az érintett emberek életkörülményein, sem a kórházi viszonyokon. India sajátos viszonyait ismerve álmélkodásra alig van okunk.

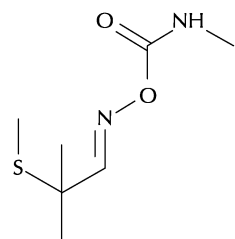
Bangalore-ban (India) egy ciprusi törökkel (ma ausztrál) jártuk a várost. Hamar rájöttünk, hogy fehér bőrű embernek lehetetlen egy lépést is tenni a szállodán kívül kísérő nélkül. Többnyire motoros riksát béreltünk, és választott vezetőnk hajkurászta – baksisért – körülöttünk a további, önjelölt alkalmazottainkat. A nyomornak elképzelhetetlen mélységeit láttuk, az emlékeitől is képtelenség szabadulni; leprásokat a hindu templom előtt, csecsemőkörben egyetlen bárdcsapással a családfő által levágott lábú vagy csípőcsontján elnyomorított gyermekkoldusokat, akik a turisták által látogatott helyeken ma a családok keresői, kölcsönadott haldokló csecsemővel kolduló aszszonyt, árokba pányvázott, portól hamvas lepedőkből tákkolt menedékeket, ahol csontsovány, már érzéketlen arcú emberek meredtek a semmibe. Egy befolyásos barátira is szert tettünk, akinek néhány gyára volt abban a régióban. Elvitt bennünket néhány zárt klubba, ahol a gyarmati időkről szóló filmeket idéző kiszolgálásban volt részünk; sürgő-forgó turbános szolgasereg, a bőrünk alá bebújó *curry* illat, az asztalnál lefejezett kókuszából töltött üdítők, sejtelenesen imbolygó zene, kávé a golfpálya szélén stb. Hamarosan mindkettőnket az üzleti ügyekről faggatott, arról, hogyan hasznosíthatna bennünket. Az emberi életminőség tehát világosan válik szét Indiában, tiltakozásnak helye nincs, ebben az életben ez van kiszabva. A pénz tehát oda került, ahová Indiában is tartozik, a befolyásos gazdagokhoz.



carbaryl



metil-izotiocianát



aldicarb

49. ábra:
A bhopali tettesek

A számunkra rengeteg pénz itt már a Szaharába csöppentett víz szinonimja. Tény viszont, hogy az Union Carbide az ügybe belerokkant: ekkori pénzügyi teljesítménye fele lett a korábbinak. Hamarosan a Rhône Poulenc vásárolta fel a Nyugat-Virginiában lévő legnagyobb metil-izotiocianát gyárral együtt. Ebben a gyárban a bhopali katasztrófa után 8 hónappal gázszivárgás történt, amelynek következtében 135 ember került átmenetileg kórházba. [368] Az ott lévő gázmennyiség háromszorosa (110 tonna) a bhopalinak. Az új tulajdonos által készített tanulmány szerint robbanás esetén 14 kilométeres sugarú körben mindenki meghalna, és 45 kilométeres körben mérgeződnének az emberek. 1993-ban, a metil-izotiocianát üzemhez közel kisebb robbanás történt. [86, 93, 278, 428]

4.2. És a plusz

A *carbaryl*-lal Haynes és munkatársai 1957-ben (*Contrib. Boyce Thompson Inst.* 18, 507) ismertettek meg bennünket. Ma az *EPA* veszélyes hatóanyagok listáján található (6. melléklet). Napjainkban egyike az USA-ban leginkább használt inszekticideknek, amelyet az onnan származó táplálékokban megmutatkozó, kiemelkedő szermaradék értékei is bizonyítanak. Magyarországon szabadforgalmú, állatokra erősen toxikus zoocid, amely mutagén, teratogén, erősen immunmoduláns (különösen vonatkozik ez a baktériumok elleni védekezőképesség csökkenésére) és hormonális hatása is van. [429] A *carbaryl* metabolitjai megjelennek a nyálban és a tejben. Óvantagok ellen kezelt tyúkok 56 nappal a kezelés után is *carbaryl*-származékokat tartalmazó tojásokat raknak. Bizonyos talajféleségeknél 8 hónappal a kipermetezés után kimutatták a talajvízből. Legismertebb bomlásterméke az 1-naftol, amely a nitrogén-megkötésben szerepet játszó hasznos baktériumokra toxikus. Rendkívül mérgező házi méhre és gilisztafélékre.

Ames-tesztben és gerinces sejtvonalon (12 ezer µg/ml) mutagén, patkányon különböző daganatokat okoz (TD₅₀: 14,1 mg/kg/nap). [56] A gyártásban dolgozók körében – hasonlóan, mint laborállatok esetében – spermiumszám csökkenést és spermium abnormalitásokat mutattak ki. [429] Hosszú kitettség esetén kromoszomális aberrációkat okoz. [223] Reprodukciós hatásai ismertek, csökkent a fertilitást, az utódok súlyát és a túlélésüket. [430] Állatokon (birka, egér, kutya, nyúl, tengeri malac) torzszületéseket is kivált. [18] A háztartásokban használt növényvédő szerek és a gyermekkori agydaganat között összefüggést találtak, amelyben a *carbaryl* is gyanúba került. [160] Mások viszont a gyermekkori lágyszarkóma és a kertben alkalmazott növényvédő szerek (2,4-D, *carbaryl*, *diazinon*) között találtak összefüggéseket. [161]

Gyártási szennyeződései karcinogén hatásúak. Nitrózamin-származéka erősen rákkeltő. [431] Májban lévő enzimeket indukál. [432]

A glükóz-6-foszfát dehidrogenáz elégtelen működése csökkent élettartamot von maga után, s ez egyike az afroamerikaiak között öröklődő (a népesség közel 13%-át érintő) betegségeknek. A betegeknek a maláriaellenes gyógyszerek életveszélyes mértékű vörösvértest pusztulást okoznak. A *carbaryl* hasonló tünetek kiváltására képes ebben a népességben. [429]⁴

5. Árnyjáték: carbofuran és carbosulfan

Ha valami azonos, akkor hogyan különböző? – tehetnénk fel ez esetben a kérdést. A *carbosulfan* a *carbofuran*-nak egy kevésbé mérgező előanyaga. Csábítóvá mégis akkor válna, ha így már nem lenne kifejezetten mérgező.

A *carbofuran*-t McEven és Davis (*J. Econ. Ent.* 58, 369) 1965-ben adta a világnak, és hamarosan az FMC és a Bayer kezdték forgalmazni, többek között FURADAN és CURATERR néven. Ma gyártásában a Makteshim-Agan (CARBODAN) és a dél-ázsiai gyártók jeleskednek (50. ábra). A *carbosulfan*-t 1979-ben Maitlen és Sladen (*Proc. Br. Crop Prot. Conf.* 2, 557) publikálták és az FMC jelent meg vele (MARSHAL), nem kevés zavarral, ami a regisztrálását illeti. Ma az *EPA* veszélyes és az *UNEP* szigorításra javasoló listáin található (6. melléklet).

5.1. Propeszticidek

Talán itt érdemes kitérni arra, hogy a szabadalmi védettség milyen fontos része a vegyészeti gyárak tevékenységének. Mikor egy molekulacsoportot előállítanak, gondosan vizsgálják a nemzetközi szabadalmakat, hiszen a védettség biztosította néhány éves – egyébként jogos (a fejlesztés jelentős befektetés) – előny, extraprofithoz juttat. A „szabadalom-hiénák” a szakemberek különös fajtája; arra vadásznak, ami nincs minden ízében védve. Ehhez adott komoly

⁴ 1986-ban Nyugat-Németországban és a volt Szovjetunióban betiltották. [410] Indonézia 1996-tól tilalmazza. Svédországban és Németországban nem engedélyezett. [393, 427]

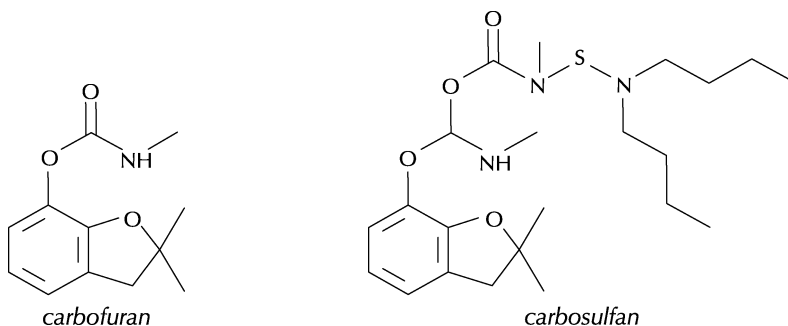
segítséget az összehasonlító élettan detoxifikálási rutinjának feltárása, amikor kiderült, hogy bizonyos vegyületcsoportokkal mi történik az állatokban. [433–435] Ismerünk olyan, a hatás szempontjából lényegtelen, de például a felszívódást segítő kémiai csoportokat, amelyek sorsa az állati szervezetben megjósolható. Ezek közül valamelyik ráépíthető a tényleges hatóanyagra. A szervezet később a megfelelő helyen leválasztva azt saját maga állítja elő a más által szabadalmilag védett hatóanyagot. Ne becsüljük azonban le teljesen ezt a *prodrug*-teóriát, amivel a gyógyszerészet területén fontos eredményeket értek el, hiszen bizonyos gyógyszerek bonyolultabb szerkezetű, de kevésbé toxikus változatainak a szervezetbe juttatása nem kis előnyt hordoz magában. Peszticidek esetében is jelentős hozadék, ha a proszármazék (nevezik *soft*-származéknak is) kevésbé toxikussá válik. Ilyen eset a *carbofuran*-nál 30-szor kevésbé toxikus *carbosulfan* esete, amely tehát a *carbofuran* proszármazéka.

5.2. Kell-e regisztrálni azt, ami lényegében azonos egy korábbival?

A kérdés logikai szempontból teoretikus, hiszen ami szabadalmilag eltérő, miért ne lenne regisztrációs szempontból is az. Csakhogy toxikológiai (amihez az önálló dokumentáció elkészítése fölöttébb drága) mégis mintha ugyanaz lenne. Akkor most mi is legyen?

Történt tehát, hogy az FMC nem regisztráltatta évtizedekig az **EPA**-nál a *carbosulfan*-t, mivel úgy gondolta ez a terméke a *carbofuran*-nal toxikológiaiilag azonos. Új termékét exportálta (1991-ben Philadelphiából mintegy 2,7 ezer tonnát), [97] mindaddig, míg ez fel nem tűnt. 1993-ban azonban az **FDA** már megtalálta, mint importtal visszaérkező szermaradékot bab-, lencse- és borsószállítmányokban. [132] Az Egyesült Királyságban viszont a sárgarépát vizsgálva azt találták, hogy 25-ször több *chlorfenvinphos*, *phorate*, *triazophos*, *quinalphos* és *pirimiphos-methyl*-t tartalmaz, mint ami a sárgarépalégy elleni kezelések alapján elvárható lenne. Ez a növény tehát gondosan bánik a foszforsav-észterekkel, ha úgy tetszik, raktározza őket. Nem teszi ezt a *carbofuran*-nal és *carbosulfan*-nal, ezért ezekre javasolták az előbbieket leváltani. [124]

A *carbofuran* emlősökön extrém akut toxicitású, alacsony pH-jú talajokban lassan bomló, vízszennyező zoocid, amely mutagén, immunmoduláns és hormonális hatása is van. Árpa, borsó és lóbab gyökércsúcsban osztódási rendellenességet okozott, [436–437] amelyhez hasonló genotoxikus aktivitás állatokban is kimutatható. [438] Háttérben valószínűleg az áll, hogy az ilyen szerkezetű vegyületek gátolják a tubulin polimerizációját, s így az élőlényekben azonos alapokon nyugvó osztódási folyamatokat. [439] Élesztőgombákban és gerinces csontvelőben (mikronukleusz képződés) is kimutatható mutagén aktivitása,



50. ábra: A *carbofuran* és proszármazéka

[440–441] de emberi *lymphocyta*-kban is. [442] Stimulálja a tesztoszteron-metabolizmust*. Zavarokat okoz a spermiogenezisben. Halak embrionális fejlődését megzavarja. [59] Egéren teratogén. [18]

1994-ben Santa Catarinában (Brazília) több millió madár pusztult el *carbofuran*-nal csávézott búza fogyasztásától. Az *EPA* adatai szerint korábban ezzel a hatóanyaggal Chesapeake Bay-en és Kaliforniában is szereztek hasonló tapasztalatokat, ahol a vadludaktól a sasokig (mérgeződött prédát fogyasztók) pusztított. [443] A kis dózisú magcsávézásnak, amelyet éppen a nagy dózisú talajfertőtlenítés helyett fejlesztettek ki tehát – sajnos – megvan a maga ellenjavallata; a magevő madarak kerülnek a célkeresztre.⁵

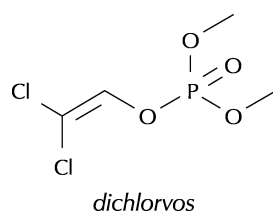
⁵ A *carbofuran*-t Panama 1987-ben tiltotta be. [410] Svédországban nem használható. [393]

6. Találat a szomszéd céltábláján: dichlorvos

Először szennyeződésként írták le korrektül. Gázhatású idegméreg, amely egyike a legismertebb mutagén hatású anyagoknak, s a gyermekkori leukémia kialakulásával is kapcsolatba hozták.

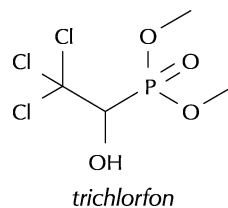
A *dichlorvos*-t a Ciba AG – ilyen is előfordul – szerkezetileg rosszul írta le, így Martson és munkatársai 1955-ben jegyezték le jól (*J. Agric. Food Chem.* 3, 319), mint a *trichlorfon* előállításakor keletkező szennyeződést (51. ábra). Ma mint generikus szert, többek között gyártják a Novartis (Nuvan), a Makteshim-Agan (Divipan) és a Cyanamid (Vapona). Az *EPA* veszélyes hatóanyagok, a „Vörös Lista” és a *Propostion 65* listáin található (6. melléklet).

Magyarországi felhasználása igen tanulságos. A Florin Rt. UNIFOSZ néven gyártja a Novartis hatóanyagából. Az FVM 1999-ben engedélyét visszavonta (45095/1999 FVM), hogy azt szinte azonnal, február 5-én, a 45210/1999 iratában érvénytelenítse. Számomra nem kétséges, hogy a *dichlorvos* engedély-visszavonása ökotoxikológiai szempontból – amint majd alább itt olvashatjuk – könnyen indokolható, de nézzük, hogyan szól a visszavonás visszavonásának indoklása: „...a gyártó kérelmet nyújtott be, amelyben előadta, hogy a termékét az utóbbi években folyamatosan gyártották, és az ez évi forgalmazásra is felkészültek. Az engedély visszavonása, a termelés kiesése gazdálkodásukat súlyosan érintené.” Foglalkoztató picike formázó üzem aggályos ökotoxikológiai megítélésű külföldi hatóanyagból korszerűtlen terméket állít elő. Raktári készletét legalább értékesíteni akarja – azaz a néhány személy gazdasági érdeke előtt – az „európai szigorúságú” engedélyezésünk kapitulál, s megfélemlítkezik a rábízott tízmillió fogyasztóról.



6.1. Az istállók gyöngye

A *dichlorvos* gázhatású szer, azaz alkalmazásának helyén környezetének levegőjébe kerül. Mindez kapóra jött a falusi konyhák és istállók elképesztően szemtelen legyei ellen, azt követően, hogy párologtató szalagokra (nálunk az Agrokémiai Szövetkezet révén kapható,



51. ábra:
OP-származékok

mint a környezetbarát megoldást sejtető Bio STRIP) vitték fel, amit ki lehetett oda aggatni. Így viszont a *dichlorvos* a lakások légterébe került, a légytelenítés ára tehát ennek a belégzése. Később a háztartásokban és istállókban alkalmazott légyölők és légyfogók *dichlorvos* kibocsátása és a gyermekkori leukémia előfordulása között összefüggést találtak. [161] Korábban fiatal felnőttek vérszegénységével is hírbe hozták (társaival a DDT-vel, *chlordan*-nal és *heptachlor*-ral együtt). [444] Némi hezitálás után az *EPA* lakásokban való alkalmazását, sőt, kutyák és macskák bolha elleni nyakörveiben való használatát is tilalmazta, [445] de istállókban, sőt, gombatermesztésben és üvegházakban való alkalmazását nem ellenezte.

Magyarországon szabadforgalmú, állatokon erősen toxikus, vízszennyező zoocid, amely emberen esetleges rákkeltő, immunmoduláns és hormonális hatása is van. Madarakon teratogén. Használhatjuk gombapincékben, szőlőben, gyümölcsben, zöldségfélékben, ahogyan a 70-es években elképzeltük. Üvegházakban is szívesen alkalmaztuk, bár az üvegházi molytetűnek gyorsan fejlődött ki rá rezisztens népessége. Fa felületeken sokáig megmarad (33 nap után 39%-át mérték vissza), máshol gyorsan lebomlik. Azoknál, akik hosszabb ideig dolgoznak vele, *dermatitis*-t okozhat.

Mutagenitásra utaló eredmény több mint sok van: Ames-tesztben, de más bakteriális tesztben is mutagén. [446] Az egyik metabolitja a diklór-acetil-aldehid (*DCA*) többféle baktériumon és élesztőn is mutagénnek bizonyult. [447–448] Gerinces sejtvonalakban (0,5 mM) és emberi *lymphocyta*-kban (0,045 mM) mutagénnek találták. [154] Hörcsög petefészkek sejtekben kromoszómaaberrációkat és testvér kromoszómacseréket (= *SCE*) okozott, egér *lymphocyta*-kon *in vitro* mutagenitást jegyeztek fel. [233] Szubkrónikus tesztben, csontvelőben mutagén volt. [449] Patkány hímben vérképzőszervi és hasnyálmirigy (TD_{50} : 4,16 mg/kg/nap), egéren gyomorrákot okoz (TD_{50} : 70,4 mg/kg/nap). [56, 450]

Hormonális hatásra utal, hogy egér hímeiben zavarokat okozott a spermiogenezisben, amelyet a csökkent tesztoszteron-szinttel hoztak összefüggésbe. [59] Patkányokban a menstruációs ciklusokat késleltette, tengerimalacokban a terhesség alatt a magzatok fejlődési visszamaradását okozta.

1989-ben a kakaóbabban találtak *dichlorvos* és *lindane* hatóanyagokat, ami a csokoládéba is átkerülhet. A kakaóbabot termelő országok (Brazília, Malájföld stb.) peszticidstruktúrája hagy maga után némi kívánnivalót, hiszen *lindane*, *paraquat*, *HCH* és *aldrin* felhasználásuk a 90-es években jelentős volt. Ezt követően a csokoládé is a kémiai biztonságért aggódók vizsgálódásának tárgya lett. [128]

6.2. Elbánásmód

Mindezek ellenére van olyan, aki szakszerű felhasználás esetén tagadja a fenti hatásokat. [451–452] A legjobb eset az, ha független kutató teszi ezt, egy kicsit kevésbé hiteles, ha a gyár függetlennek nem nevezhető kutató laboratóriuma. Gyakori, hogy az eltérő eredmények mögött eltérő vizsgálati módszerek és állattörzsek állnak, s az „élet” bizony igen sokrétű. A nem-független „tudomány” ilyen alapon ugyanarról állíthat valamit és annak az ellenkezőjét is. Ekkor még nem beszéltünk az informális lejáratásról, de a tényleges beperelésről sem. Ezek egyik áldozata John Coulter volt, aki 1980-ban, Adelaide-ban az *Institute of Medical & Veterinary Science* kutatója volt. Gyakran beszélt a televízióban a növényvédő szerek mellékhatásairól. Mikor aztán ezt a *dichlorvos*-ról tette, a Bayer képviselője (aki akkor és ott érintett volt) a televíziócsatornát perelte be. Mivel Coulter a *chlordan*e és *heptachlor* nevű hatóanyagokról sem volt nagy véleményvel, a Velsicol helyi kirendeltsége a munkahelyének igazgatójánál panaszkolta be. A Velsicol revánsra való hajlama már Carson esetében is ismert volt, hiszen a „*Silent Spring*” esetében az amerikai kiadóhoz (Houghton Mifflin) fordult, hogy állítsa le a könyv kiadását. Coultert még a per befejezése előtt elbocsátották. Akkoriban a fák Ausztráliában sem nőttek az égig. [453]

Melvin Reuber a Kansas Egyetem világhírű rákkutatója. Tudományos folyóiratokban több mint száz cikke jelent meg. Tevékenysége jelentős szerepet játszott abban, hogy az *aldrin*, *dielldrin*, *chlordan*e és *heptachlor* betiltásra került. Vizsgálatai alapján sokszor állította, hogy egy növényvédő szer által okozott tumor *malignus*, miközben a gyáriak azt állították, hogy *benignus*. A 70-es években Reuber az *NCI* eredményeit is megkritizálta, és azt állította, hogy 18-ból 16 esetben nem a megfelelő következtetéseket vonták le a patkányokon folytatott kísérletekből. Az *NCI* később legfőképpen azt kifogásolta, hogy az ő tevékenységüket Reuber adminisztratívnak tünteti fel, amely ráadásul kompetenciájában is kérdéses. Ebbéli eredményeivel a nyilvánossághoz fordult, s kérte hogy helyi kampányokhoz használják azokat fel. 1981-ben Reuber a *malathion* karcinogén hatásának kutatásába kezdett. Főnöke ekkor arra figyelmeztette, hogy kollégáival szembeni kritikus viselkedését nem nézik (!) jó szemmel, s azt sem, hogy tudományos fórumok helyett a nyilvánosságban keresi az igazát. Hovatovább azt írta: kevesebb időt töltött a jegyzőkönyvi bejegyzések alapján a szövettani elemzéssel, mint amit egy cikkében állított. Mikor mindez hírként egy újságban is megjelent, [454] Reubert reputációját olyannyira lerontotta, hogy több országban a döntésből is kizárták vizsgálati eredményeit. Reuber bírósághoz is fordult; fellebbezésenként változó sikerrel, végül is feladta, nem ehhez volt tehetsége. Különös, hogy 20 év után milyen jelentős az áthallás (lásd később Pusztai Árpád ügye), s ma már aligha vitás – ami a Reuber- és Coulter-féléken már nem segít – kinek volt akkor igaza.

6.3. Mi lehet a való?

Más helyeken is megtehetnénk, mégis a *dichlorvos*-on próbáljuk tetten érni, miért a legteljesebb képtelenség – néha – egy hatóanyag valós hatását megítélni [455]:

- A 80-as évek közepén egy televíziós hírre betiltották a macskák bolhák elleni nyakörvében a *dichlorvos* használatát, mivel az hangzott el, hogy ezekkel játszó gyerekekben a gyermekkori tumorok gyakoriságának valószínűsége százszor nagyobb. A *dichlorvos*-t a nyakörvekben *chlorpyrifos*-ra cserélték, és az érintettek úgy sejtették, hogy a hír háttérében ez utóbbi gyártói állnak.
- 1987-ben az **EPA** a *dichlorvos*-t emberen valószínű (**B2** kategória) karcinogénnek minősítette (az Amvac szerint véleményét 10 negatív vizsgálatból egy, részben pozitíva alapozva).
- 1989-ben az **EPA** megváltoztatva a véleményét, a minősítést emberen esetleges (**C** kategória) karcinogénre változtatta.
- 1991-ben az **IARC** emberen elégtelennek minősítette a rákkeltéssel kapcsolatos minősítést, míg állatokon bizonyítottnak tartja a rákkeltő hatását (**2B** kategória).
- 1992-ben Japánban (1994-ben az Egyesült Királyságban is) az adatok felülvizsgálata után emberen nem állapítottak meg bizonyítható karcinogén hatásokat.
- 1994-ben merült fel az USA-ban a gyermekkori leukémiát és agytumort okozó hatása, amelynek tudományos értékét az Amvac kétségbe vonta.
- 1995-ben az **EPA** (óvatosságból?) lakásokban való felhasználását betiltja, s ezzel – talán a bizonyított állatokra vonatkozó terhelő adatok miatt – az Amvac is egyetértett. [445]

Mitől láthatnánk tisztán?⁶

⁶ Indonézia 1996-ban, Dánia 1998-ban betiltotta. Svédországban nem engedélyezett. [393]

7. *Ami a mosómedvén is kifog: dimethoate*

Nem mindegy – ha az állandóan hangoztatott védekezési módokra, gyümölcsök, zöldségek mosására és hámozására gondolunk –, hogy hatóanyagunk felszívódik-e. Ekkor ugyanis a mosómedve egyébként kitűnő életstratégiája is csődöt mond.

A *dimethoate*-tot Hoegbert és Cassaday 1951-ben (*J. Am. Chem. Soc.* 73, 557) publikálták és az American Cyanamid kezdte gyártani (52. ábra). Ma gyártja többek között a Cheminova (Bt 58 – amelynek a BASF az engedélytulajdonosa, DANADIM), a Montedison (ROGOR) és a Sinteza (SINORATOX). Magyarországon 1999. szeptember 15-én vonták vissza a DANADIM korlátozott engedélyét, hogy az alább felsorolásra kerülő ökotoxikológiai adatokat figyelmen kívül hagyó, tíz évre szóló általános engedélyt kapjon (46024/ 1999 FVM). E szerint az eddig biztonságosnak tűnő zöldhagymában is alkalmazhatják ezt a szisztémikus szert, amelyet tisztítási törekvéseink sem érinthetnek.

7.1. A tengeri kígyó, mint a szisztémikus hatás példája

A hatóanyagok egy része azért nem fejt ki a hatását, mert nem jut a kártevő közelébe. Néhány rovar kelése után azonnal berágja magát a növénybe, és már csak „bottal üthetjük” a nyomát. Ezért lényeges, hogy egy növényvédő szernek kontakt hatása (érintő mérgek), mély hatása (a növényi szövetekbe bejut, de a permetezés helyéről nem mozdul) vagy felszívódó hatása (a növénybe bejut és vándorol) van. Felszívódó (szisztémikus) hatás kétféle van. Az egyik az akropetális, ekkor a gyökérhez juttatott hatóanyag (lásd talajfertőtlenítő szerek közül a már tárgyalt *carbofuran*) eléri a leveleket, és a másik a bazipetális vándorlás, amikor a levélre juttatott hatóanyagnak kellene elérni a gyökereket. Ebből a szempontból a növény akár a mesebeli tengeri kígyó nem azonos hosszúságú a gyökerétől a lombjáig és *vice versa*. Rovarölő szerek közül kevés hatóanyag bír bazipetális irányú transzlokációval*, de ezek közül az egyik ilyen a *dimethoate*, amely rendelkezik valami ilyesfélével. Ez azért fontos, mert a permetezéskor a levélre jutott hatóanyag így a gyökérkártevőkhöz is eljuthat. Míg azonban a kontakt hatóanyagokat mosással eltávolíthatjuk, s reményünk lehet a mélyhatásúak hámozással való eltávolítására, felszívódóéknál erre esélyünk zéró, mert hamarosan egyenletesen oszlik el az egész növényben. Mindezt persze fölöt-

több javasolható kezdő szaktanácsadóknak. A növényvédelemben is vannak olyan szerek, mint az egészségügyben, amelyeket a korrekt diagnózis felállítása és presztízsveszteség nélkül javasolhatunk. Ilyen volt a seregben például a MARIPEN, amelyet a felcser körülményeskedés nélkül azonnal felírt, ha piros volt a torkunk. Abban az időben ilyennek tűnt a hihetetlen közismertséget szerzett Bt 58 rovarok, és a FUNDAZOL növényi betegségek ellen. Ehhez nem kellett kinevelni, kitenyészteni, körülményesen meghatározni, csak némi hümmögés után kimondani.

Egyébként pedig állatokon jelentős akut toxicitású zoocid, amely emberen esetleges rákkeltő, immunmoduláns és hormonális hatása is van. Madarakon és más állatokon teratogén.

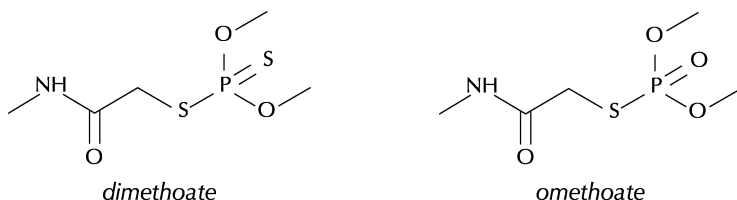
Metabolitja az *omethoate* (= *dimethoxon*) tízszer toxikusabb az acetil-kolin-észteráz enzimen, mint a *dimethoate*. A gyakori szermaradék-problémákat okozó hatóanyagok között tartják nyilván. [146] Rövid távú és reverzibilis bioakkumulációját mérték halak májában és húzában. [456]

Ames-tesztben, [233] gerinces sejtvonalban (2,2 mM) [154] és csontvelőn is mutagén. [449] Patkányokon a csontvelőben okozott kromoszómaaberrációkat, amely az első utódnemzedékben mérhető, míg a másodikban már nem. [457]

Multigenerációs vizsgálatokban egészen csökkentette a párzási kedvet és növelte a reprodukciós ciklust. [458] Spermium abnormalitásokat okozott, [459] és reprodukciós toxicitást árult el, [460] magzatkárosító. [59] Patkányon és macskán teratogén. [18]

7.2. Megint ezek a raktárak

A növényvédő szerek formázásához különféle szerves oldószereket használunk, amelyeknek célja az, hogy hatóanyagunkat dozírozni legyünk képesek, majd vízben se csapódjanak ki – eltömítve a permetező gépünk szórófejeit –, hanem egyenletesen jussanak a növények felületére. A szerves oldószerek jó része azonban tűz- és robbanásveszélyes. Ez fölöttébb kínos, ha arra gondolunk,



52. ábra: OP-származékok

hogyan robbanás után az oltásukra használt vízzel nagy töménységű permetező levelet keverünk, amelyet elnyel a kanális, majd az egész hipp-hopp hamar az élővizekben találja magát. A *dimethoate* formázásához legalábbis Olaszországban benzolt, xilolt és ciklohexanolt is használnak, [8] s már itt „kiakadhatunk”, hogy – de hát – a benzol bizonyítottan rákkeltő, s a xilolt sem övezi kémiai biztonság-ról áradozó alleluja.

1992 januárjában robbanás rázta meg a Drapetsona nevű görög növényvédőszer és műtrágyagyártó vállalatot. Ennek során közel 200 kilogramm *dimethoate* került ki a környezetbe, s a közelben lévő iskola tanulói közül többen kerültek orvosi felügyelet alá. A vizsgálat átmenetileg becsukta a gyárat, és csak a szükséges balesetvédelmi rendszabályok biztosítása mellett engedte újra kinyitni. Mellesleg 25 ezer USA dollár büntetést szabtak ki a gondatlanságból elkövetett környezetszennyezésért. [461]

1997. november 5-én három robbanás történt a Hoechst által bérelt raktárban, Antananarivóban (Madagaszkár). Ezt követően tűz ütött ki. A tűzben *chlorpyrifos*, *dimethoate*, *endosulfan*, *2,4-D*, *deltamethrin* és kén égett. Közel 200 ember szorult azonnali orvosi ellátásra. Az oltáshoz használt vízzel elszennyezték a vízhálózatot, amit átmenetileg le kellett zárni. Akkor alig egy hónapja történt csak, hogy az alabamai Birminghamben három napig égett egy főként *chlorpyrifos*-t tartalmazó, a DowElanco tulajdonában lévő raktár. A tűzoltás során használt vízzel a rovarölő szert a közeli tóba mosták, ahol jelentős hal-, hüllő- és madárpusztulás volt az előre látott következmény. [462]⁷

⁷ 1982-ben USA és Ciprus korlátozta felhasználását. [410]

8. Az utolsó klorikán: endosulfan

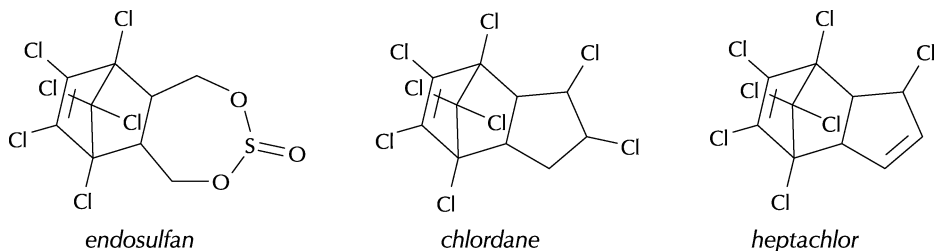
Kétségtelen, hogy ritkasága okán meg is „becsüljük”, igaz nem adja meg magát egykönnyen. Van ezer élce s adomája...

8.1. A pók, mely saját hálójának foglya

Csingacsguk történetét élhetjük újra, ahogy kihal mellőle a többi büszke mohikán. Csakhogy ez a jobb időket is látott *klorikán* nemzetséghez tartozik, akiknek homlokán *POP* jel van, ezért figyelmetlenül mindegyiküket így is szólítjuk néha. A többi *klorikán* már az örök vadászmezőről jár vissza kísérteni, mint alig bomló és a természet körforgásába szellentő maradék. Most már őt is támadják, laboratóriumok vadásznak a skalpjára.

Az *endosulfan* Finkenbrick találata volt 1956-ban (*Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienstes* 8, 183), s a Hoechst hozta forgalomba (53. ábra). Ma utódja az AgrEvo (THIODAN) és a világ legnagyobb generikus peszticidforgalmazója a Makteshim-Agan (THIONEX) látja el vele a világ tekintélyes részét. Az *EPA* veszélyes hatóanyagok, a „Vörös Lista” és az *UNEP/FAO** *PIC** listáin található (6. melléklet).

Magyarország már 1981-ben készült a kivonására (különösen vadon élő állatokra gyakorolt kedvezőtlen hatása volt a kritika tárgya), azonban a gyártó egy igen vonzó és nagy értékű műszert kínált fel a növényvédelmi hálózatnak az *endosulfan*-nal végzendő egy éves technológiafejlesztési vizsgálatokért cserébe. Elég furcsa lelkiállapotban terveztük az – úgymond – technológiafejlesztési vizsgálatokat. S láss csodát – mert ilyen a világ – néhány év múlva már más-ként látták („fejlesztők” írták hazai szaklapokba, hogy nagyszerű, pótolhatatlan,



53. ábra: *Endosulfan* és társai

s már mi is elbizonytalanodtunk, pedig mivelünk játszották a svindlit). A mai napig forgalomban van, s a cserébe kapott aminosav-analizátort évekig be sem volt érdemes dugni a konnektorba, mert nem szokta az itteni váltóáram fölöt-
tebb ingadozó természetét.

Az egyedinek tűnő mesém nem is annyira az, ha a *Pesticide Action Network* Kolumbiáról szóló híradását olvassuk. [463] Ebben az áll, hogy a Hoechst annak ellenére, hogy a kolumbiai kávéban az *endosulfan* alkalmazását betiltották, mégis elérte, hogy ennek bejelentésére hosszabb ideig ne kerüljön sor. A hír csupán egy tervezet idő előtti nyilvánosságra kerülése – magyarázta a szóvivő. A kolumbiai engedélyező hatóságok és a Hoechst közötti jó kapcsolatot egyébként pontosan az *endosulfan* alapozta meg, amely az ország vonatkozó törvényeitől eltérő „rövid” úton, megelőző vizsgálatok nélkül, 1978-ban került engedélyezésre. [464] A Hoechst szemfülességére jellemző, hogy ő volt az, aki a dél-ázsiai szigorúságban élen járó Fülöp-szigeteki betiltáskor a szakvéleményt író és azt egy helyi konferencián elmondó doktort perrel fenyegette meg, majd lépéseket tett azért, hogy betiltott hatóanyagát mégis használják. [463, 465] A Fülöp-szigeteki betiltás oka főként az *endosulfan* toxikussága volt, amely rizsben és mangó ültetvényekben dolgozók körében igen sok balesetet okozott. Itt talán meg is fogalmazhatjuk a bátortalan kérdéseinket: Mitől lett másféle áru a multik által gyártottak közül némelyik, amit illendő a vásárlói szándék ellenére erőltetni? Miért kell a vásárlónak indokolnia, ha a továbbiakban nem kell neki? Hogyan lehet rákényszeríteni, ha inkább mást szeretne? Kolumbiában egyébként 86 olyan növényvédő szer van forgalomban, amely Németországból érkezik, de ott elveszítette a regisztrációját. [466]

8.2. Halotti tor

Állatokon erős akut toxicitású, bioakkumulációra hajlamos, vízszennyező zoocid, amelynek mutagén, immunmoduláns és hormonális hatása is van. Akut toxicitása vízi gerinceseken magas. Nehezen szabadulok attól a képtől, amelyen egy félmeztelen, őszülő üstökű ausztrál bennszülött, hátán kőkorszaki perme-
tező géppel, fején talán az unokája által készített virágkoszorúval a kamerába mosolyog. Vajon mit tudhat arról, ami a hátára csorog?

Szudánból különös hírek járták be a világot. 1988-ban egy umbaddai temetés 87 résztvevője evett *endosulfan*-nal kezelt cirokból készült ételt, amelyet a malom véletlenül őrölt meg, s került éppen a temetési menet asztalára. A résztvevők a közeli kórházban kötöttek ki. Ugyanebben az évben New Halfában 167-en mérgeződtek *endosulfan*-nal szennyezett sajtól. A sajtot kellően el nem mosott *endosulfan*-os hordóban készítették, amely végül két gyermek halálát

okozta. 1991. március 15-én Obeydeyában szintén egy halotti tor részvevői *endosulfan*-nal erősen szennyezett kukoricakenyeret fogyasztottak; 31-en meghaltak és 350-en megbetegedtek. A Hoechst azzal védekezett, hogy rendeltetészerű használat esetén hasonlóan súlyos esetek nem fordulhattak volna elő. [467]

Az alabamai Big Nance Creeknél, ahol a Tennessee folyó kanyarog, 1996. augusztusában döglött halak ezreit vetette partra a víz. Végül 240 ezerre becsülték az elhullott állatok számát, köztük sok azon a tájon is ritka, őshonost fajt. Az *endosulfan* a kezelt gyapotföldekről mosódott a folyóba, amelyben koncentrációja meghaladta a kétszeresét annak, ami a halak kipusztításához elégséges. A speciálisan itt használt készítményt az FMC készítette, s *endosulfan* mellett korábbi ismerősünket, a *parathion-methyl*-t tartalmazta. A növények permetezése után bőséges eső áztatta a területet, s a folyóba mosta a növényvédő szereket. Az *endosulfan* halakra való rendkívüli veszélyessége indokolja, hogy élővizektől ott csak 100 (nálunk 200) méter távolságra alkalmazható, azonban ezt a csomagoláson nem tüntették fel. [468] Nem kevésbé veszélyes a kétéltűekre sem, s vannak, akik e csoport (köztük a békák) veszélyeztetettségét a klórozott szénhidrogének, köztük az *endosulfan* számlájára írják. [469]

Tengeri állatokban jelentős bioakkumulációját (kagylókban 600-, tengeri halakban 2500-szoros) mérték. [250, 470] Kecskékben főként a petefészekben való felhalmozódását mutatták ki. [471]

Kromoszomális zavarokat okozott egér és hörcsög csontvelőben és spermatozóákban*. Egér *lymphocyta*-kon *in vitro* mutagén. [233] Egérben dominás letális mutánsok* megjelenését idézte elő, továbbá zavarokat okozott a spermiogenezisben, [251] amely főként a fejlődő herékben jelentős. [472] Patkány és ember májpreparátumokon tumor-promoternek bizonyult. [473]

Immunszuppresszív hatását immunglobulinok (IgG és IgM) csökkenésben patkányon mutatták ki. Heresorvadást és petefészek cisztákat okozott, amelyek főként ösztrogénagonista hatásával hozhatók összefüggésbe. [181] Madarak embrionális fejlődésében nagy dózisban okozott zavarokat. [474]

Az *endosulfan* egyik fontos alkotórészét (butén-diolt) és a *chlorpyrifos*-t a meglehetősen vegyes reputációjú indiai Excell gyártja újabban. A gyár híradása szerint új piacokat fedezett fel Chile, Haiti, Dél-Afrika, Magyarország és Zimbabwe személyében. Mit lehessen tudni, hol készülnek az ezzel kapcsolatos üdvöztető tervek?⁸

⁸ 1972-ben Jugoszlávia; 1983-ban Venezuela; 1984-ben Fülöp-szigetek, Szingapúr, Norvégia; 1987-ben Hollandia, Finnország, Dánia, Dominika, Kanada, Belize; 1989-ben Tajvan tiltotta be. [410] Kolumbia 1995-ben, Indonézia 1996-ban vonta ki a gyakorlatából. Svédországban és Németországban nem engedélyezett. [393, 427]

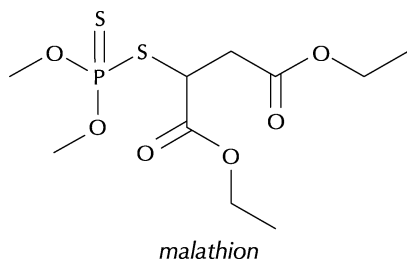
9. Az amerikai csúcstartó: malathion

Szúnyogok ellen – amelyek kellemetlenségük mellett több súlyos betegséget (malária, sárgaláz stb.) is terjesztenek a trópusokon – kellett valami. A DDT után, ötször drágábban ez adatott meg nekünk. Ma már vele kapcsolatban is fanyalgunk. Nézzük miért!

A *malathion* rovarölő hatását Johnson és munkatársai 1952-ben publikálták (*J. Econ. Ent.* 45, 279) és az American Cyanamid hozta forgalomba (54. ábra). Ezt a jogát később a Cheminovának (FYFANON) adta el, de a nagyok közül gyártja a Rhône Poulenc (MALIXOL) és a Sumitomo (MLT) is, habár például nekünk még a 80-as években is a J. Dimitrov Vegyiművek (FOSZFORION) szállította Csehszlovákiából. Ma a „Vörös Lista” tagja (6. melléklet).

9.1. Szúnyogok és a Saku-szindróma

Egyike volt azoknak, amelyek a klórozott szénhidrogéneket leváltó foszforsav-észterek csoportjában meghatározóak voltak. Gerinceseken mért viszonylag kedvező akut toxicitási értékei (igaz a szervezetünk a nála 40-szer mérgezőbb *malaosxon*-ná alakítja) a háztartásokban való alkalmazását is segítette, sőt előszeretettel alkalmazzák szúnyogirtásra. A városi parkokban mindezt többnyire az éjszakai órákban tették, permetező vagy melegködkepző technológiával. Korábban mindezt igen jó néven vettük, hiszen a kezelés a vérszívó imágókat pusztította el, ma azonban számos, a lárvákat ölő sokkal kedvezőbb ökotoxikológiai mutatójú készítményt ismerünk (*methoprene*, *Bacillus thuringiensis var. israelensis* stb.). [52] Széleskörű felhasználása miatt egyike azoknak a növény-



54. ábra: Az USA-ban gyakori vendég

védő szer hatóanyagoknak, amelyekkel igen gyakran találkozhatunk. Az USA-ban például hosszú ideje leválthatatlanul vezeti az élelmiszerekben mért szermaradékok listáját, s 20–100 ezer emberre becsülik a vele érintkező munkások számát. [475]

Gyártási szennyezői (11-et tartanak számon) közül az *isomalathion*-nal kapcsolatban jegyezték fel, hogy jelentős mértékben emeli az akut toxicitást. 1976-ban Pakisz-

tánban ez a szennyeződés volt az oka öt permetezőmester halálának és 2800 megbetegedésének, akik kézi permetezőgéppel szúnyogirtásra használták ezt a szállítmányt. Az *isomalathion* magasabb tárolási hőmérsékleten spontán képződik. [476] Pakisztánban – amely növényvédő szer használatát illetően nem a legkívánatosabb reputációt szerezte magának – a 90-es években, az élelmiszerek 14%-ában haladta meg a peszticidtartalom a *FAO* által elfogadott értékeket. Ezek közül az egyik leggyakoribb a *malathion* volt, de mennyiségével kiemelkedett az okra nevű zöldségfélében a *cypermethrin* (34-szer több), a karfiolban a *DDT* (10-szer több), valamint a hagymában és cukorrépában a *malathion* (9-szer több). [477]

Japánban a rövidlátás (*myopia*) egy válfaját Saku-szindróma névvel illeték, és a látás-élesség korai elvesztését jelenti. Mindezt a foszforsav-észter kitettséggel hozták kapcsolatba, s ezek közül főként a *malathion*-nal. 1969-ben Sakuban az iskolásfiúk 98%-ának látása romlott el a térségben *malathion*-nal folytatott kitartó szúnyogirtás miatt. [478]

9.2. Öbölháborús bajok

1997-ben az Öbölháború veteránjainak különös betegsége (feledékenység, depresszió, álmatlanság, migrénes fejfájás stb.) kapcsán az általuk viselt rovarölő övet és az ott használt rovarölő szereket is meggyanúsították (*malathion*, *dichlorvos*, *chlorpyrifos* stb.), amelyeket *pyridostigmine* tartalmú ellenszerükkel szimultán alkalmaztak. Egy további tünetcsoport olvasási és beszédhibákkal és tájékozódási zavarokkal járt, ami vegyi támadáson átesett katonák között volt gyakori. A rovarok elleni riasztó szereket használók és az idegmérgek hatását ellensúlyzó pirulák szedése izomfájdalmakat okozott. A kivizsgáló orvoscsoporthoz azt jegyezte le, hogy a benyomása az volt, mintha egy szerves foszforsav-észtereket gyártó vállalat munkásait vizsgálták volna. [479]

9.3. *Malathion* per

1999. május 8-án Floridában közel százezer ember fordult bírósághoz. A per vádlottja a *malathion* amerikai forgalmazója, a dániai Cheminova volt. A per arra alapozott, hogy 1997-ben és 1998-ban a Cheminova nem megfelelően tárolta és alkalmazta a *malathion* hatóanyagú, földközi-tengeri gyümölcslegy (*Ceratitis capitata*) ellenes szerét, amellyel Hillsborough, Polk, Manatee és Sarasota környékén dolgozott. A csata évek óta tart. 1997-ben Hillsborough-ban 7 ezren írták alá azt a petíciót, amiben követelték a helikopteres *malathion*-permetezést

beszüntetését. Jelentős változás nem történt, az akciót néhányan „anti-peszticid ökoterroristák” háborújának bélyegezték. 1998-ban az *EPA* javasolta a kezelések csökkentését. Az *USDA** szerint ebben a térségben a legjelentősebb gyümölcs-légy fertőzés fordul elő és az alacsony dózisu *malathion* alkalmazása jó megoldásnak látszik, bár nem tagadta, hogy a kezelés okozhat enyhe rosszulléteket. A térségben, ahol ezt a hatóanyagot alkalmazták, közel egymillió ember él, s többen fordultak orvoshoz fejfájással és légúti problémákkal. [480] A felperesek szerint a szakszerűtlenül tárolt és kiszórt *malathion malaaxon*-nal és *isomalathion*-nal volt szennyezett.

9.4. Refrén

Vízszennyező zoocid, amely mutagén, immunmoduláns és hormonális hatása is van. [481]

Gerinces sejtvonalakban (0,18 mM koncentrációban) és emberi *lymphocyta*-kban (0,03 mM) mutagénnek bizonyult. [154] Hörcsög petesejtekben kromoszóma-aberrációkat és testvér kromoszómacseréket (= *SCE*) okozott. A *malaaxon* ezen kívül egér *lymphocyta*-kon és *Drosophila* szex-függő receszív letalitás tesztben is mutagénnek bizonyult. [233] Terményszűkítést végző munkások körében a kromatidcserével járó kromoszómakárosodások megnöttek. [482]

Madarakon és patkányon teratogén. [18, 483] Emberen egy alkalommal a terhesség 11–12. hetében elszenvedett magas *malathion*-kitettség esetében írtak le torzszületést. [484] Egy 1982-es chilei esetet (Vina del Mar) elemezve az 1983-ban megemelkedő ivarszervi zavarral születő csecsemők és a *malathion*-nal végzett ködösítés (fogozás) között összefüggést véltek felfedezni. [485] A San Francisco-i öböl környékén végzett két éves vizsgálatban, ahol a „bevándorló” földközi-tengeri gyümölcslégy ellen alkalmazták a *malathion*-t a születő gyerekek alacsonyabb születési súlyára, fül- és lábfejlődési rendellenességére figyeltek fel. [486]⁹

⁹ Sri Lanka korlátozta felhasználását. Indonézia 1996-ban betiltotta. [410] Németországban nem engedélyezett. [427]

10. Metamorfózisok egy húrra, fejessalátára és alkoholra: EBDC

Hogy miért van „dögrováson” a magyar fejessaláta? Nos, a történetet megnyitó ráolvasás így szól: maneb és zineb úgyis, mint mancozeb, majd metiram, propineb, végül thiram és ziram.

Az *EBDC* (etilén-bisz-ditio-karbamátok) az összefoglaló kémiai neve néhány széles körben alkalmazott gombaölő hatóanyagnak (*maneb*, *mancozeb*, *metiram*, *propineb*, *zineb*), amelynek *ETU* (*propineb*-nél *PTU*) nevű bomlásterméke sokféle toxikológiai véleményre ad lehetőséget (55. ábra). Szermaradványként együttesen mutatják ki őket. Ma az *EPA Proposition 65* listáján találhatók (6. melléklet).

10.1. Rokonok

1942-ben Tisdale és Flenner (*Ind. Eng. Chem.* 34, 501) írták le a *thiram*-ot vagy *TMTD*-t és a Du Pont fejlesztette ki, majd később lemondott a gyártásáról. Számtalan, generikus hatóanyagra specializálódott gyártója közül nálunk az Agroterm Kft. (*PERTHIRAM*), az AZOT (*POL-THIURAM*), az UBC (*TIURAM*) és az Uniroyal (*ROYALFLO*) a jelentősebbek. A *thiram* Magyarországon szabadforgalmú fungicid. Ames-tesztben mutagén. [154] Gonadotoxikus, embriotoxikus és egéren, nyúlön és hörcsögön teratogén, [18] abnormális spermiumsejtek kialakulását idézi elő. [59–60, 312, 487] Egéren bőrrákot okoz. [488]

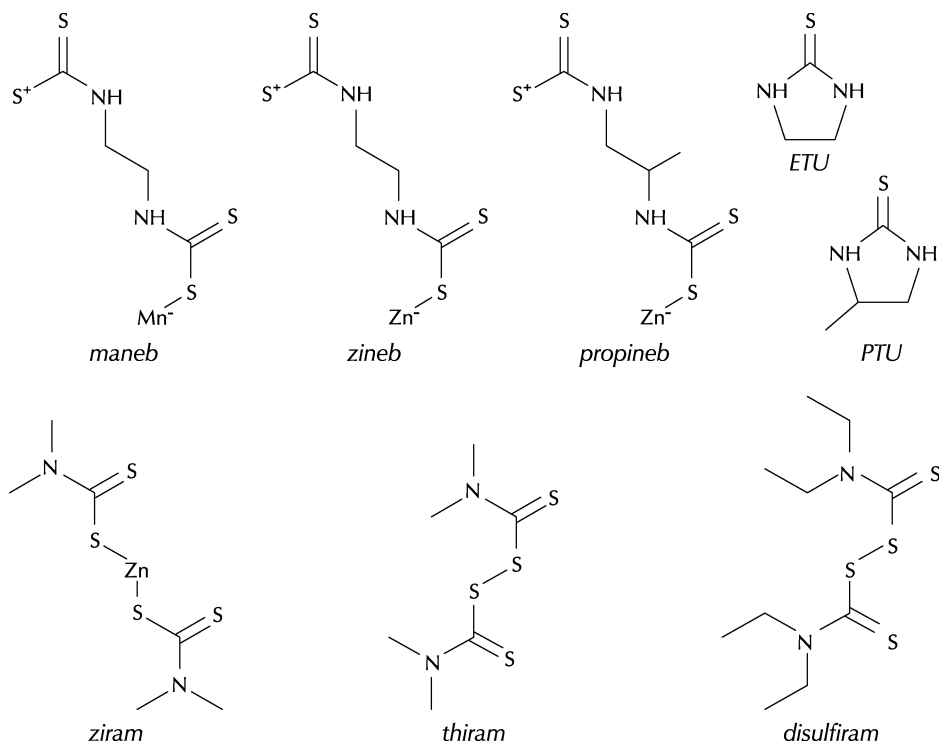
A cinktartalmú *zineb*-et 1943-ban Heuberger és Manns publikálták (*Phytopathology* 33, 113) és a Rohm & Haas (*DITHANE Z-78*) forgalmazta. Nálunk a 80-as években tucatnyi gyártója is akadt, s még a Tanácsi Mészművek (*ZINEB Z-11*) is jelen volt vele a hazai piacon. A *zineb* emberen valószínű rákkeltő, immunmoduláns és hormonális hatása is van. Patkányon teratogén, [18, 489] és különböző daganatokat okoz (TD_{50} : 255 mg/kg/nap). [56]

A mangántartalmú *maneb* 1950-ben került a Du Pont (*MANZATE*) tulajdonába, aki ma már nem gyártja, s helyére a Rohm & Haas (*DITHANE M-22*) lépett. Nálunk a 80-as években a Sandoz (*MANEB*) forgalmazta. Gerinces sejtvonalban mutagénnek bizonyult (0,057 mM). [154] Patkányon különböző daganatokat okoz (TD_{50} : 157 mg/kg/nap). [56] Csökkenti a tesztoszteron- és ösztradiol-szintet. [177] Patkányon teratogén. [18] A *maneb* emberen valószínű rákkeltő és jelentős immunmoduláns.

A BASF 1958-ban hozta forgalomba a cinktartalmú *metiram* hatóanyagot (POLYRAM), amely Magyarországon szabad forgalmú fungicid, s emberen valószínű rákkeltő és hormonális hatása is van. [177]

A *maneb* és *zineb* speciális keverékeként a Rohm & Haas 1961-ben ismertette a *mancozeb* gombaölő hatását (MANCOZEB M-45, MANEX II), de ma az Elf Atochem Agri (VONDOZEB) is forgalmazza. Magyarországon szabad forgalmú fungicid, amely emberen valószínű rákkeltő, és hormonális hatása is van. Emberi *lymphocyta*-kban mutagénnek bizonyult ($4\mu\text{g/ml}$). [154] Immunrendszeri elváltozásokat okozott a vele dolgozó munkások körében. Csökkenti a tesztoszteron- és ösztradiol-szintet is. [177] Egérben abnormális spermiumok kialakulását idézte elő. [60] Patkányon teratogén. [18] Svédországban betiltását csak az akadályozza, hogy a burgonyavész (*Phytophthora infestans*) ellen ez ideig nem tudták helyettesíteni, bár felhasználása ötödére csökkent. Norvégia 2000 után szándékozik betiltani. [490–491]

Goeldner 1963-ban (*Pflanzenschutz-Nachr.* 16, 49) publikálta a *propineb* hatóanyagot, amelyet a Bayer a Budapesti Vegyiműveken keresztül hozott forga-



55. ábra: EBDC-származékok

lomba (ANTRACOL). Magyarországon szabad forgalmú fungicid, bár mutagén és patkányon teratogén. [18, 177]

A cinktartalmú *ziram*-ot a Du Pont fejlesztette ki, de ma már generikus hatóanyagokra specializálódott cégek (Elf Atochem Agri, UCB stb.) gyártják. Magyarországon szabad forgalmú madárriasztó szer (!), amelyet az Avenarius cég forgalmaz (AVISTOP-AGRO). Ames-tesztben, hörcsög petesejtekben (kromoszóma-aberrációk), egér *lymphocyta*-kon, *Drosophila*-n (szexfüggő receszív letális teszt) mutagén. [233] Patkányon különböző daganatokat okoz, hímekben főként pajzsmirigydaganatot (TD_{50} : 40,7 mg/kg/nap), [56] továbbá csökkentette a termékenységet, az újszülöttek súlyát, és azok sterilizációját okozta. Egér hímeiben sorvadott heréket, tyúkoknál sterilizációt, kakasoknál retardált herefejlődését váltott ki. [177] Patkányokban 2 éves kísérletben, a benne lévő cink legfőképpen a prosztatában akkumulálódott. Egérben abnormális spermiumsejtek kialakulását idézte elő. [59–60]

10.2. A közös többszörös: ETU

Brazíliában például a ditio-karbamátok a leggyakoribb szermaradékok a zöldségfélékben, [492] és ebben Magyarország – legalábbis a fejlességét illetően – engem aggasztó versenytárs. [137] Az EBDC-származékok tárolás, de főzés közben is gyakori bomlásterméke az etilén-tiokarbamid, az ETU. Keletkezik még a tankkeverékekben, de EBDC-szermaradékos zöldségfélék fogyasztása után a szervezetünk is ezt készíti belőle.

Az EPA szerint az ETU esetleges humán karcinogén. [493] 1994-ben az IARC valamennyi ETU és PTU (propilén-tio-karbamid) tartalmú készítményt ismét a sürgősen felülvizsgálandó vegyületek listájára tette. [398]

Az EBDC-k és bomlástermékük az ETU pajzsmirigy megbetegedéseket provokálnak (golyva), jelentősen csökkentve a jódfelvételt. [493–495] Permetező-mesterek pajzsmirigyének és *lymphocyta*-inak örökítőanyagában okozott zavarokat. [496]

Egéren májrakot, patkányon pajzsmirigydaganatot okozott. [493] Egéren sterilizációt, felszívódó magzatokat, abortációt, a farokra korlátozódó teratogén hatást mutattak ki. [177] Hörcsögön teratogén. [493]

Az EBDC-származékok svédországi betiltásának egyik fő indoka az volt, hogy az ETU a talajban mozogva eléri a talajvizet. Skandinávia (Karolinska háttérrel) álláspontja a maneb-et és mancozeb-et karcinogénnek minősíti. [57, 491]

1987-ben az EPA felülvizsgálta az EBDC-származékokat és azt állapította meg, hogy szakszerű felhasználás mellett az alkalmazók érintettsége alacsony, azon-

ban kötelezően előírta a speciális munkaegészségügyi feltételek betartását. Miután később megállapította, hogy a házikertekben ezeket nem tartják be, 1989-ben 45 alkalmazási területének tilalmazását (köztük a *zineb* élelmiszer-növényeken való teljes betiltását) fontolgatta. 1992-ben végül is megtiltotta a *maneb*, *mancozeb* és *metiram* felhasználását sárgabarackban, sárgarépában, zellerben, babban, őszibarackban és spenótban, valamint a *mancozeb* használatát pázsitra és házikerti élelmiszer-növényekben. Vizsgálatok szerint igen magas, 50 mg/kg krónikus fogyasztása okozott reprodukív toxicitást és teratogén hatást a kísérleti állatokban. [491, 493] Ehhez képest az 1997-ben Tiszaújvároson talált fejessaláta-minta *EBDC*-tartalma 92 mg/kg volt (29. ábra).

10.3. Az anti-alkoholista liga favoritja

A *disulfiram* nevű gyógyszer gátolja a máj alkohol-dehidrogenáz enzimét, pontosabban az alkohol bomlását a szervezetben megállítja az aldehid-szintjén. Ennek mérgező hatása arcpirulásban, szemre sem tetszetős szemkidülledésben, kínosan szapora légzésben és szívdobogásban jelentkezik, émelygésbe, végül társaságban rosszul tolerált öklendezésbe fojtja a remélt kötetlen eszmecserét. 1948-ban az eredetileg féregűzőként vizsgált vegyületet Held és Jacobsen ajánlotta alkoholisták kezelésére (*ANTAETHYL*). [42] Ez lenne ugye az averzió-tanulás, amikor valami addig kedveltet egy fölöttébb kellemetlen élménnyel „akasztunk össze”, és a beste a végén egy életre megtanulja, hogy az igenis rosszat tesz neki. A *disulfiram* a *thiram* közvetlen rokona, de a szervezetünk „áthalló” képessége a távolabbi rokonokig elér. [497] Mikor tehát ezekkel a gombaölő szerekkel kezelünk, alkoholt ne fogyasszunk. Ez idáig tiszta sor: valamirevaló permetezőmester juszt se igyon. A probléma mégis ditio-karbamát-szermaradékokat tartalmazó zöldségfélék fogyasztása után állhat elő, mikor is – kérés nélkül – le leszünk szoktatva az alkoholról. Még szerencse, hogy salátára nem igen csúszik bor.¹⁰

¹⁰ A *ziram*-ot nem engedélyezték a volt Szovjetunióban. Dániában ezen kívül a *thiram*-ot, Németországban a *zineb*-et sem engedélyezik. Svédországban fentiekén túlmenően *maneb*, *metiram* és *propineb* sem kívánatos. [393, 427] Nálunk a *zineb* és *maneb* nincs forgalomban.

11. Fazonigazítás: bromoxynil

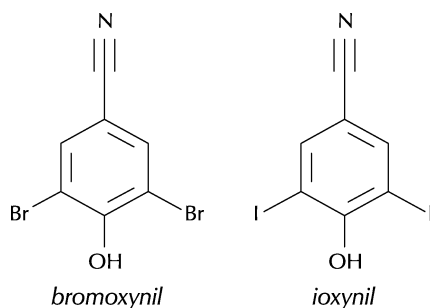
A *bromoxynil* tulajdonképpen kiszolgált szubrett, akinek sok pénzért biotechnológiai módszerekkel kivasalták a ráncait, és most már velünk van a baj, hogy még emlékezünk rájuk. De az is tény, hogy az átalakításnak van egy új, kellemetlen hozadéka is, de arról majd itt lejjebb.

A *bromoxynil*-t Wain 1963-ban írta le (*Nature* 200, 28), a May & Baker és az Amchem (a Rhône Poulenc részei) fejlesztették ki (56. ábra). Ma a *Proposition* 65 és az *UNEP* tiltó listáin található (6. melléklet). A Rhône Poulenc (BUCTRIL, nálunk az Agro Borsod Kft.-vel, mint a mókás PARDNER) és a Makteshim-Agan (BROMOTRIL) a legjelentősebb gyártói. Kukorica és kalászosok gyomirtására használjuk, és nálunk (jó lesz megfogódzkodni) napraforgó betakarítás előtti lombtalanítására.

11.1. Egeret szülnék a hegyek

1995 májusában az *EPA* útjára engedte az USA-ban az első transzngenikus növényt, a BXN nevű *bromoxynil*-toleráns gyapotot. A Calgene (ma a Monsanto része) fejlesztette ki, és a *bromoxynil*-gyártó Rhône Poulenc (már Aventis) volt a kérelmező. Igaz csak 3 évre kapott engedélyt és 80 ezer hektárra. [498] Nevezhetjük – némi malíciával – akár „korszerűnek” ezt a határozatot. A világ csúcstechnológiája egeret szült. Addig a perzselő hatása miatt gyapotban nem használható, rákkeltéssel gyanúsított gyomirtót, a *bromoxynil*-t egy transzgén* (a *Klebsiella ozaenae* nevű baktérium nitriláz-génje) szelidíti meg, habár egy úgyszintén rákkeltéssel gyanúsított metabolittá. A továbbiakban tehát a *bromoxynil*-t el lehetett adni a nagy gyapotüzletben is, amely csak az Egyesült Államokban, herbicidek tekintetében évi 200 millió USA dollár. Az éhező világnak pedig, amelynek a biotechnológia korifeusai fennköltlen megoldást ígértek, nos egy kicsit várnia kell még.

A peszticidek alkalmazásához kapcsolódó transzugenikus növények engedélye-



56. ábra: Xynil-ek

zésekor azt mondják általában, hogy a növényvédőszer-részt nem kell az eljárásba bevonni, hiszen az már átment egyszer a szerengedélyezésen. Nézzük azért, mi történik itt. A közönséges gyapot eddig pánikszerűen elszáradt a *bromoxynil*-kezelés után. A beleültetett transzgén viszont 3,5-dibrom-4-hidrobenzoesavvá (*DBHA*) bontja le a *bromoxynil*-t, amit viszont túlél. A növényben megjelenik tehát egy eddig ott elő nem forduló anyag, aminek nincs meg a toxikológiája. Ez történik mindig, ha új gén kerül idegen környezetbe: ezt-azt átalakítgat (vö. többi herbicid-toleráns növény). Új toxikológia azonban nincs, pedig a *DBHA* az *EPA* szerint emberen úgyszintén esetleges karcinogén (egérben májrákot okoz), emlőszökbén reprodukciós zavarokat vált ki, halakra igen toxikus. A *bromoxynil* rákkeltő hatásának rizikófaktora élelmiszerekben és ivóvízben eléri a 2,1: 1 000 000 értéket (az USA-ban 1 a limit). A BXN transzgenikus gyapotban tehát új szermaradék jelenik meg. Ezt a gyapotmag is tartalmazza, amelyet az állatok etetésére használva a szervezetükbe, így húsukba (madarak tojásaiba) kerül. A *DBHA* toxikológiáját a Rhône Poulenc 1997-ig nem készítette el. [499] Egy év várákozás után, 1998. áprilisában az *EPA* bejelentette, hogy a fenti érvek alapján 1999. január 1-től betiltja a *bromoxynil* felhasználást a BXN transzgenikus gyapotban. [500]

11.2. Egy kis cigaretta valódi, finom

A gyapottal kapcsolatos meglepetésünk még ragozható, ha a *bromoxynil*-toleráns dohányra gondolunk, amelyet Rhône Poulenc az európai piacnak, s mindjárt Franciaországnak szánt, hogy a GAULOISES és GITANNES cigaretták gyártásához újmódi termesztési alapokat teremtsen. [501] Nem olyan szívesen érintem a cigaretta beltartalmát. Van abban elég, ami kritizálendő, s ha már valaki arra adja a fejét, hogy nyilvánvalóan rákkeltő dolgot fogyaszt, néhányat ezek mellé miért ne kaphatna grátisz? De – akadékoskodom – van-e joga a dohányosnak, hogy benz-pirénektől kapjon tüdőrákot, s tiltakozhat-e az őt „lábáról levevő” donáció ellen?

A 80-as években történt, hogy a maleinsav-hidrazid – amit dohánytermesztésben kacságtálcára használnak (hazai hatóságaink híresztelésével ellentétben nálunk is) – szermaradék mennyiségét Németország kifogásolta az USA-ból érkező cigarettaszállítmányok esetében. Európában ugyanis 80, míg az USA-ban 150 ppm-ben állapították meg ennek a mutagenitása miatt Európában ma már nemkívánatos növényi növekedésszabályzónak a megengedhető maradékát. Németország dohányának nagy része a Harmadik Világban (Korea, Argentína, Fülöp-szigetek és Guatemala) terem meg. Lehet – vágott vissza az USA –, hogy a kifogásolt hatóanyag esetében a szermaradék nálunk magasabb, de a Németországban gyártott, Harmadik Világból származó dohányban viszont a klóro-

zott szénhidrogén (*DDT, endrin, dieldrin, heptachlor, camphechlor, lindane, endosulfan* stb.) maradékok aránya – amelyet az USA-ban nem lehet használni – magasabb. Ezek égése közben rákkeltő származékok képződhetnek. Miért nem beszél Németország erről? – kérdezték amonnan. A válasz nem késlekedett, s arról értesítette a dohányosokat, hogy az amerikai multik is a Harmadik Világban termeltetik meg a dohányuk jelentős részét. Csak a teljesség kedvéért, más hatóanyagok magas maradék értékeit is mérték dohányfélékben, így a rendkívül mérgező metil-bromid és *carbofuran* is meghaladta esetenként a 100 ppm-et. Mérések azt mutatták, hogy füsttel a klórozott szénhidrogének 17%-a jut be dohányos tüdejébe. [502]

Tehát mi is lesz majd a *DBHA*-val a transzgenikus dohányból készül cigarettá füstjében? És akkor most ne is említsük, hogy már 1997-ben több *bromoxynil*-toleráns repce és burgonyafajta is készen volt, hogy olajunk és burgonyánk (netovább rósejbnink) látványa se maradjon baljós árnyékok nélkül.¹¹

12. Csendélet: alma streptomycinnel

Félünk az ismeretlentől. Karanténlistákat gyártunk, karanténhálózatot hozunk létre – amely lássuk be – egy baktérium útját mégsem keresztezheti. Megérkezett a tűzelhalás nevű betegség, és most vehemensen irtanánk, hogy ne legyen ránk panasz.

A készülődő csendéletet akkor láttam meg, amikor meglátogattam egy vidéki városban az évfolyamtársaimat. Ők időközben elígérkeztek egy másik társaságba, ahová magukkal vittek. Az így összeverbuvalódott csapatban két almatermesztő is volt, méghozzá az a fajta, aki hozzáértését tekintve milliméterre fel tudja mérni azt, amivel megkínálják, azaz nem csúszik el a pusztá stíluson. A sokféle beszédtema között aztán hamarosan (na miről is?) az almáról esett szó, és ami mostanában ilyenkor elkerülhetetlen, a tűzelhalás nevű növényi betegség is megidézésre került. [45]

¹¹ Svédországban nem engedélyezett. [393]

12.1. Tűzelhalás

Az *Erwinia amylovora* nevű baktérium okozza, amely virág-, hajtás-, ágelhalást, majd végül is kéregfelrepedéssel együtt járó, nyálkafolyósos sebeket és pusztulást okoz. Terjed szél útján virágporral, rothadó gyümölccsel, a baktérium nyálkáját fogyasztó rovarokkal, izgó-mozgó madarakkal, fertőtlenítést hiányoló metszőollóval, de éltető öntözővízzel is, azaz szinte mindenhogyan. Az USA-ban régtől fogva pusztító betegség. Európában hosszú ideig nem fordult elő, így karanténlistára került, amivel a várhatóan nagy gazdasági kárt okozó kórokozók és kártevők dicsekedhetnek. A baktérium 1957-ben jelent meg Angliában, aztán hamarosan továbbterjedve a 80-as években elérte Svájcot, majd a 90-es években Ausztriát. Megfertőzi az almát, a birset, a körtét, a naspolyát, de a vadon élő galagonyát és a berkenyét is. Aminek be kell következnie, az be is fog, mondhatnánk fatalista közönnyel, kiábrándultan rálegyintve a szigorúan hatástalan karantén-előírásokra. Akkor tehát megérkezett, mi több itt van (Baranyában, Bács-Kiskunban, Békésben, Csongrádban, Hajdú-Biharban, Hevesben, Szabolcs-Szatmár-Beregben stb.) és a mi almásainkat kóstelgatja. Lazítsunk talán (pecsétnyomónkat balra el) vagy bekeményítsünk (jöhet a tűz és a vas, mi több a kígyó és a béka)?

A békebeli pacal körbeszimatolása közben hallom, hogy most majd elválík, kik azok, akik almatermelők, és kik azok, akik csak – jobb híján – úgy tesznek. Mindenhol kísértene ez a kettősség, már pacal sem tálatatik nélküle? Arra utalt ugyanis Lacink, hogy az ültetvény heti két alkalommal való bejárásával és az elhalt részek lemetészésével elejét vehetjük a betegség elhatalmasodásának. Az almatermelő tehát hamarosan korlátozva tetszik lenni a biztonságos ellenőrzés alatt tartható terület nagyságot illetően. A Pató Pál uramék almáskertje pedig úgy száll majd el, mint általában jogosulatlan reményeink szoktak. A felejtethetlen, aszalt szilvával díszített, áfonyás őzgerinc közben (csak ehhez volt hajlandó a rubintvörösből tölteni a Lacink) azt mondja, hogy a minap a minisztérium szakavatott vezetője a televízióban azt nyilatkozta, hogy az egyetlen hatásos szer a streptomycin, s ezt majd ingyen, az igénylő termelők rendelkezésére bocsátják. Gondoltam: megártott nekünk a jóféle bor, még ha illendően mértéktartóak is voltunk. Felrémlött bennem, amit iskolapadban tanultam az allergiáról és a rezisztenciáról, de nem voltam ünneprontó, nem illett volna a ház asszonyát hozsannázó vadas szószhoz.

12.2. A streptomycin és az antibiotikum rezisztencia

Ereszkedjünk mélyebbre, kicsit tágabbra nyitva szemünket. Mit is foglal magában az antibiotikum-rezisztencia? A streptomycint 1944-ben fedezte fel egy Selman Abraham Waksman által vezetett mikrobiológus csoport. A hatóanyag nagyszerű eredménnyel volt alkalmazható tüdőbaj, lepra és kolera ellen is. Természetesen csak egy ideig. Négy év múlva a streptomycin már csak kombinációkban volt hatékony, sőt némelyek igényelték is a szaporodásukhoz. Mint minden népesség – a baktériumoké is –, érzékeny és ellenálló (rezisztens) egyedekből áll. Az érzékenyek az antibiotikum-kúra alatt elpusztulnak, az ellenállók túlélnek; mi több, átörökítik ezt az ellenálló tulajdonságot az utód baktériumokba, és a hajdani csodaszert máris lekörözi a márianosztrai szenteltvíz. A dologban ma már semmi meglepőt nem találunk, tudjuk, hogy az antibiotikumokra a rezisztencia kialakulásának esélye jelentős (10^{-8} – 10^{-10} mutáció/gén/generáció). Tudomásul vesszük tehát, hogy nem szedjük feleslegesen, és mint illik, szigorú elszámolású gyógyszerként gondolunk rájuk. A streptomycinról időközben kiderült, hogy bőrre lokalizálódó allergiát okozhat, esetenként a nyolcadik agyideg károsításával hallási és egyensúlyi problémákat eredményezhet, a vesét károsíthatja és – de nem utolsó sorban – ismert teratogén, azaz a fejlődő embriót maradandóan károsíthatja. [43] Terhes anyáknak jobb tehát nélküle. Nagy dózisban a *kurare* (nyílméregként is ismert) hatására emlékeztető bénulást okoz, amely *neostigmin*-nel kivédhető. Tény, hogy az 1983-as orvosi könyvekben már nem említik, mint a tüdőbaj kezelésére alkalmas szert. [42] Volt egyszer egy streptomycin; a mór megtette a kötelességét...

A streptomycint más antibiotikumok követték, és majd követik a jövőben is; a versenyfutás az antibiotikum-rezisztens baktériumok és az antibiotikum-kutatás viszonylatában jelentős. Felbecsülhetetlen eredményeik árnyékában azonban olyan multirezisztens baktériumtörzsek jelenhetnek meg, amelyek egyre nehezebben kezelhetők.

Az állattenyésztés viszonylag korán felfigyelt arra, hogy az antibiotikumokat tartalmazó táppal etetett állatok súlygyarapodása mérhetően javult. Nosza, majdnem bevetésre került az ötlet, de jelentkezett itt is némi, halasztó hatályú bökkenő. Jelesül az, hogy az ellenálló baktériumtörzsek keletkezését semmi sem siettetni jobban, mint az antibiotikum-aluldozózás. A tápból felvett kis mennyiségű antibiotikum tehát ideális szelekciós nyomással bírt a baktérium-népességre, és az hamarosan lépett is, azaz „leírta” annak hatását. Ha mindehhez hozzászámítjuk, hogy az állatokról az emberre terjedő baktériumos betegségeket is ismerünk – például brucellózis, lépfene, szalmonellás ételmérgezés, tüdőbaj stb. –, kissé majd elkomorulunk, s ha mindehhez még hozzávesszük, hogy a különböző baktériumok között az ún. plazmidok* a rezisztencia képes-

ségét is átadhatják, nos akkor az eddigi tétova mosoly is hamar az arcunkra fagyhat. Mi is ez a plazmid? Nos, kicsiny DNS-lánc, amely nélkül, de vele is, a baktériumok szaporodása zavartalan. Persze ezzel könnyebb élniük, pláne, ha a plazmid antibiotikum-multirezisztenciát hordoz. A baktériumok nagy része viszont fajok között ún. konjugációra* képes, amikor is két pajzán baktérium-sejt időlegesen összeolvad, genetikai információjának egy részét kicseréli, majd szétválik, és ezzel az aktussal, a plazmiddal együtt átkerül az antibiotikum-multirezisztencia is (milyen irigyelhető határfoka az innovációnak!) egy ártalmatlan baktériumból egy kórokozóba. Lehet most már kapaszkodni!

12.3. Antibiotikum-allergia

És hogyan is volt az elején azzal az antibiotikum-allergiával? Szóval mi egészséges vidéki népek vagyunk, nem érünk rá ezekre a polgárosult migrénekre – vagy talán mégis? Magyarország lakosságának kb. 20%-a – figyelem, tehát 2 millió ember – tudja vagy a nélkül allergiás betegségekkel küzd. Az allergiának általában idő kell, ugyanis lappangani szeret. Egy átlagos szervezet immunrendszere – ma még kevésbé értett mechanizmus révén – különbséget tud tenni a káros és ártalmatlan idegen anyagok között. A káros anyagokra az immunrendszer specifikus T-sejtek és antitestek képzésével válaszolva leküzdeni igyekszik azt. Az allergiás ember szervezete a környezetéből gyakran pécéz ki ártalmatlan anyagokat (a kedvenc háziállat szőrét, jófajta pollent, kozmetikumokból perubalzsamot, gyógyszereket stb.), amelyekre olyan immunválaszokat küld, amely tulajdonképpen felesleges és ártalmas. A védekezés mértéke a szénanáthától az asztmán keresztül az anafilaxiás sokkig terjedhet, amely halállal is végződhet. A magyarországi allergiások 2-3%-a antibiotikum-érzékeny. Azonnal kiszámíthatjuk, hogy 40-60 ezer emberről van szó. Ezek jelentős része – most már könnyebben értjük miért – az egészségügyben dolgozik.

12.4. Rendkívüli intézkedések

Ugye itt van ez a tűzelhalás nevű betegség. Kinyírja – kegyelmet nem ismerő módon –, a szülők által ültetett körtést és almást. Vitathatatlan tragédia, ha a karantén intézkedés nyomán kivágják a gyümölcsöst, amelyre családunk jövőjét építettük. Tennünk kell valamit, s innen a dolog már hamarosan balra és jobbra ágazik. Itt most azért egy kicsit még gondolkodjunk el azon, hogy a streptomycinnek Magyarországon nincs is növényvédelemre vonatkozó engedélye, bizonyítja ezt az engedélyezett szerek jegyzéke. A *Pesticide Manual* nevű

minden titkok tudója viszont megemlékezik róla. [85] Szükszavúan és mértéktartóan ír erről, gondosan semmit sem elárulva arról, ki gyártja, milyen tisztaságú, mennyi idő alatt bomlik, milyen jellegű veszélyeket (kockázatot) rejt magában. Használható-e Magyarországon nem engedélyezett készítmény? Elvileg nem, de gondolom karanténkártévő ellen, szükségállapotban mindent szabad; jöhet a megváltó eseti engedély. Kell-e egy ilyen eseti engedély kapcsán az allergológus és a gyógyszerrezisztenciával foglalkozó szakemberek beleegyezése? Úgy tűnik: nem. Bevallom, megkérdeztem néhány, a területen igen komoly szaktekintélyt, és a nagyszerű tervnek tőlem hallották csak a hírét. Nem voltak elragadtatva. Akkor hát honnan is az ötlet? Egy, a tüzelhalásról (Bakteriológiai Laboratórium, Pécs) készített 1997-es kiadvány szerint a streptomycin európai felhasználása humán-egészségügyi okokból tilos! Pontosabban Belgium, Hollandia és Németország súlyos fertőzésveszéllyel eseti engedélyt ad. Az USA-ban viszont nélküle hatékony védekezőtechnológiát alig tudnak elképzelni. Igaz, hogy almában 50, körtében 30 nap élelmezés-egészségügyi várakozási időt írnak elő. Kanadában viszont, a 7. Nemzetközi *Erwinia* Tanácskozásokon beszámoltak több ország (Egyiptom, Görögország, Izrael, Új-Zéland, USA) tapasztalata alapján a streptomycinrezisztens *Erwinia*-törzsek megjelenéséről, valamint mutáció eredményeként szilvára (!) is fertőző törzs jelentkezéséről.

Tekintsünk akkor balra (a szó *balog* mint kétbalkezes értelmében)! Kapaszkodjunk bele a permezőgépünkbe! Tartsunk igényt az FVM által felkínált streptomycinre (ingyen van); ekkor kivonulnak a brigádok. Akkurátusan tényállást vesznek fel, majd spriccelnek. A kijuttatás költsége azért majd minket terhel, olvasom egy ezzel kapcsolatos brosúrában. Az almasorok között köztesként – nini – mindenféle, ami egy külterjes zöldségestől elvárható. Azt majd megesszük. Vagy inkább eladjuk? Fogyasztásuk nem igazán lenne előnyös, főleg terhes feleségünk lehetne ezúttal mértéktartó. A permetezőmester belélegzi a streptomycinfelhőt (nyálkahártyán keresztül is igen hatásos), de ha tud róla, hogy mit kockáztat, akkor nem szóltam. A bőrpír miatt is aggódjunk kissé, merthogy egy szokványos antibiotikum-teszt is bőrön keresztül történik! Kapjon például permetezőmesterünk veszélyességi pótlékot! Imádkozzunk, hogy ne legyen neki eredendő és általa nem sejtett antibiotikum-allergiája; morzsoljunk rózsafűzért, hogy a jövőben se alakuljon ki! Én legalábbis szurkolok neki; van rá esélye, és bizony antibiotikumok nélkül nem is olyan könnyű néha. Várjuk a csodát, hogy streptomycin-rezisztens *Erwinia*-törzs nem jelenik meg hamarosan nálunk; adjunk kiemelt sanszt annak, hogy nem kapunk később egyre furcsább, antibiotikumokra alig reagáló betegségeket! Bízunk a valószínűtlenben, hogy a környezetben lévő, figyelemre sem méltatott galagonyák és berkenyék nem fertőzöttek! (Persze, hogy azok.) Lőjünk le minden madarat (felgyújtásuk is megteszi), irtsunk ki minden rovar (méhecskéknak írmagját is), ne öntözzünk, por-

szívóval fordítsuk vissza a szeleket, húzzunk gyümölcsösünk fölé légkondicionált üvegházat, költöztessük el Magyarországot!

Tekintsünk jobbra! Vegyük le a tűzelhalást a végsőkéig üldözendők listájáról! Nyugodjunk bele, hogy itt van! Vesztettünk. Karanténosoknak ezt élből tudni kell! Tanuljunk meg vele élni! Ne kövessünk el a minket ért tragédia után a helyzetet minden szinten súlyosbító további ostobaságokat! Hetente kétszer ellenőrizzük a gyümölcsfáinkat, a fertőzött részeket fertőtlenített metszőollóval, kellő ráhagyással metsszük le! Az új telepítéskor gondoljunk az ellenálló fajtákra! Tudjunk meg az *Erwinia*-ról mindent, amit meg lehet!

Elérkezett tehát a végső igazságok pillanata. A Növényvédelmi és Agrárkörnyezet-gazdálkodási Főosztályának a tűzelhalással kapcsolatos nyomdaszagú brosúráját böngészgetem, amely az alábbi módon tájékoztat: *„Az igazoltan fertőzött területeken vagy ezeket övező biztonsági sávban, a megyei növény-egészségügyi hatóság kötelező növényvédelmi technológia alkalmazását írhatja elő, melyet a termelő saját anyagi felelősségére és kockázatára köteles végrehajtani.”* Egyenes beszéd; ha nem védekezem, ők bemennek a kertembe: lemetszik, kivágják, feltüzelik, esetleg vitatható hatékonyságú rézzel vagy kereskedelmi forgalomba nem kerülő streptomycinnel hintik meg. Csupán az nem teljesen világos, mit jelent ebben az esetben az eljárással kapcsolatos termelői kockázatom. Azon gondolkozom tehát, ki súgja majd meg az illetékeseknek, hogy mikor kell feladni a körömszakadtáig listába (karantén A/II) kapaszkodó pozíciót, és mikor jutunk el arra a felismerésre, hogy a veszélyes anyagok – legfőképpen antibiotikumok – nem a mezőgazdasági felhasználó kezében vannak megfelelő helyen, hanem a holtig tanuló toxikológuséban. Elgondolkozhatunk rajta, hogy mi mindenre tanít bennünket éppen ez a kis baktérium.

VI. SZENNYBESÍTÉSEK

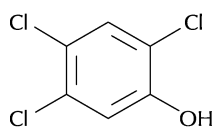
...

1. Gyártási szennyezettség	239
1.1. Dibenzo-dioxinok és dibenzo-furánok	240
a) Dibenzo-dioxin forrásaink	240
• b) Dibenzo-dioxinokkal kapcsolatos balesetek	242
• c) A dibenzo-dioxinok legjellemzőbb útja	243
• d) Dibenzo-dioxin-szenyveződések a növényvédő szerekben	244
• e) Egészségügyi hatások	245
• f) Zérótolerancia	247
1.2. Nitrózamin-származékok	247
a) Cuclik és „nitrobébik”	247
• b) A nagy hozam apró titka: nitrát-műtrágyák	248
• c) Nitrogéntartalmú növényvédő szerek	248
1.3. ETU	249
1.4. Ólom	250
2. Formázó-anyagok	250
3. Tankkeverékek	252

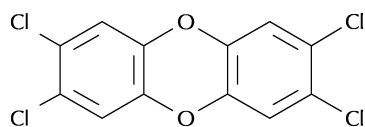
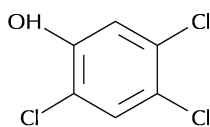
1. Gyártási szennyezettség

Egy vegyület ipari méretekben való előállításakor mindig keletkezik többkevesebb gyártási szennyezettség, amelynek eltérő biológiai hatása lehet, mint a hatóanyagnak. Az előállítás és tisztítás esetenkénti különbözősége ugyanazt a terméket eltérővé teszi. Ebből származhatnak jelentős konfliktusok.

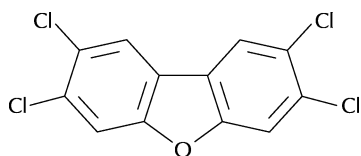
A hatóanyag az, amely a tényleges hatásért felelős, azonban egy készítmény nem csupán ezt tartalmazza. A nagyüzemi gyártás során mindig marad gyártási szennyezettség. A gyártóknak a hatóanyag 98%-ával kell elszámolni. Ettől persze akadnak eltérések. Néha az igen kis mennyiségben előforduló szennyezés (például dibenzo-dioxinok és nitrozaminok) még 1% alatti mennyiségben is jelentős egészségkárosító hatással rendelkezik. A hatóanyag és gyártási szennyezés mellett a készítményben még formázóanyagokat találunk, amelyek javítanak a stabilitáson (lebomlás akadályozása), az eloszthatóságon (permetezhetőség-vízoldhatóság, porozhatóság-lebegőképesség stb.) és a dozírozhatóságon (hatóanyag-százalék beállítása) stb. A 6. mellékletben a hatóanyagok toxikológiai megítélését találhatjuk, amelyet jelentősen módosíthat a formázó anyagok jelenléte. Különösen vonatkozik ez a vízi élőlényekre, ahol a felületaktív anyagok és oldószerek számottevő akut aktivitást is mutathatnak. Nézzük, melyek azok a leggyakrabban emlegetett szennyeződések, amelyeket bizonyos növényvédő szerek tartalmazhatnak!



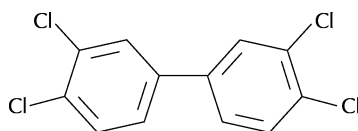
Két 2,4,5-triklór-fenol



2,3,7,8-tetraklór-dibenzo-*p*-dioxin
(TCDD) (75 izomer)



2,3,7,8-tetraklór-dibenzo-*p*-furan
(TCDF) (135 izomer)



3,3',4,4'-tetraklór-bifenil
(PCB) (219 izomer)

57. ábra: A TCDD és társai

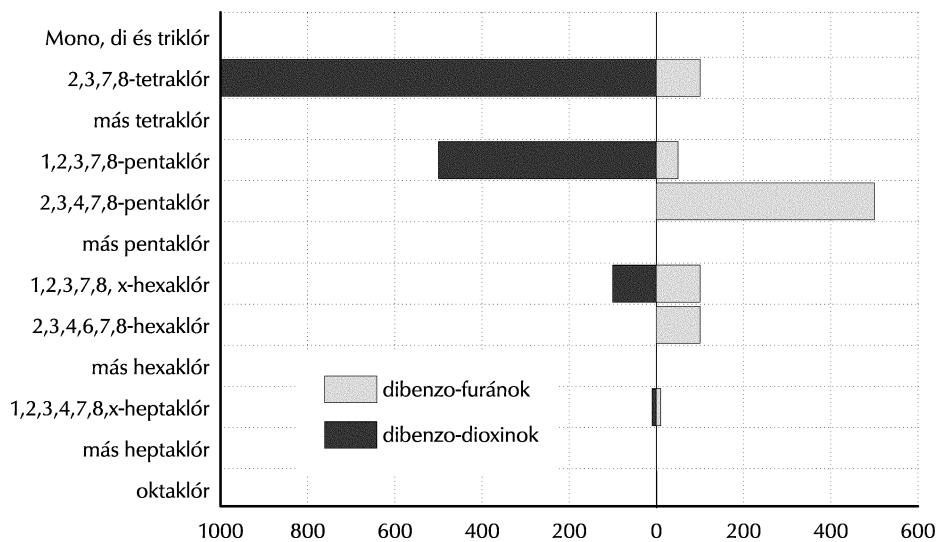
1.1. Dibenzo-dioxinok és dibenzo-furánok

A klór-fenolok lehetséges fúziós termékei, mikor is két molekula belőlük dioxin- vagy furán-gyűrűt formálva egymáshoz kapcsolódik (57. ábra). Gyakori szennyeződései a 2,4,5-*T* (*TCDD*), a *PCP* (*HxCDD*), néha a 2,4-*D*, az *MCPA* gyomirtó szereknek. Az egyes származékok toxicitása igen eltérő, azaz függ attól, hogy hány klóratom van bennük és azok egymáshoz viszonyítva milyen helyzetbe kerülnek. 75 dibenzo-dioxin,¹ 135 dibenzo-furán és további 219 „dioxin-szerű” *PCB*-vegyületet ismerünk.

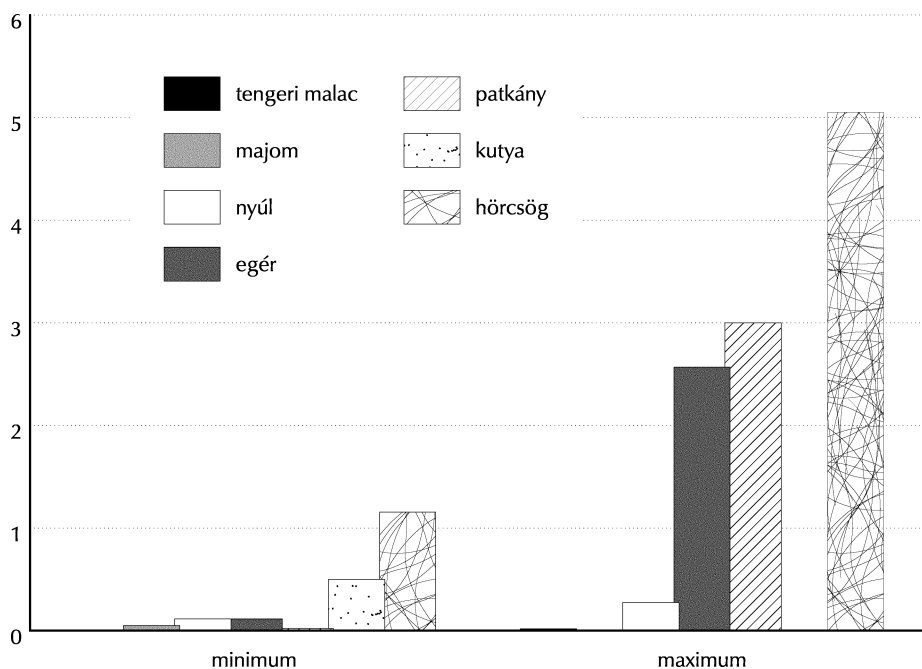
Ezeket a toxikológia annak ellenére együtt kezeli, hogy tulajdonságaik igen eltérőek. Erre a célra vezették be a *TEF* fogalmát (58. ábra), amely toxikus ekvivalens faktort jelent, egyetlen számmal kifejezve az egyes származékok *TCDD*-hez mért toxicitását. Egy vegyületkeveréknek, már a *TEF* felhasználásával kalkulált, *TCDD*-mennyiségre vonatkozó relatív toxicitását *TQE*-nek nevezzük. A *TCDD* mérgezősége, például 1000-szer nagyobb, mint az *OCDD*-nek. Bomlási félidejük igen hosszú: a szervezetünkben 4–12 év alatt bomlanak fele mennyiségükre. Levegőben viszont az *UV*-sugárzás hatására 1–40 nap a bomlási félidő. A *TCDD* gyorsabban bomlik, az *OCDD* lassabban, igaz hogy az *UV*-sugárzás az *OCDD*-t *TCDD*-re bontja. Bioakkumulációra és biomagnifikációra képesek, így megjelennek az anyatejben. A *TCDD* a világon eddig ismert egyik legtoxikusabb vegyület. LD₅₀ értéke majmon 50 µg/kg. A fajok (a tengeri malac és hörcsög között több mint 250-szeres) és azon belül a populációk (patkányon akár 150-szeres) tűrőképessége között igen jelentős eltérések vannak (59. ábra).

a) Dibenzo-dioxin forrásaink • Üledékelemzések azt mutatják, hogy az 1935–1940-es években jelentek meg nagy mennyiségben a környezetünkben. [504] Csúcsértékeket az 1970-es óceáni üledékrétegek mutatnak. 2800 évvel ezelőtti mumifikálódott tetemek vizsgálata során dibenzo-dioxint alig találtak, míg ma Németországban 5–7 ppt az emberi zsírszövetben általános, amit kannibálok számára ellenjavalltnak minősíthetünk. A század közepének jelentős dibenzo-dioxin-szennyezettségét a szén és olaj égetésével, a klórozott szénhidrogén

¹ Legfontosabb származékok: **I.** dibenzo-dioxinok: 2,3,7,8-*TCDD* (= tetraklór-dibenzo-*p*-dioxin), 1,2,3,7,8-*PeCDD* (= pentaklór-dibenzo-*p*-dioxin), 1,2,3,4,7,8-*HxCDD* (= hexaklór-dibenzo-*p*-dioxin), 1,2,3,6,7,8-*HxCDD*, 1,2,3,7,8,9-*HxCDD*, 1,2,3,4,6,7,8-*HpCDD* (= heptaklór-dibenzo-*p*-dioxin), *OCDD* (= oktaklór-dibenzo-*p*-dioxin) és; **II.** dibenzo-furánok: 1,2,3,7,8-*PeCDF* (= pentaklór-dibenzo-furán), 2,3,4,7,8-*PeCDF*, 1,2,3,4,7,8-*HxCDF* (= hexaklór-dibenzo-furán), 1,2,3,6,7,8-*HxCDF*, 2,3,4,6,7,8-*HxCDF*, 1,2,3,7,8,9-*HxCDF*, 1,2,3,4,6,7,8-*HpCDF* (= heptaklór-dibenzo-furán), 1,2,3,4,7,8,9-*HpCDF*, *OCDF* (= oktaklór-dibenzo-furán). [6, 503–504]



58. ábra: TCDD-ekvivalens (TEF) értékek × 1000. Forrás: Ramondetta és Repossi, 1998



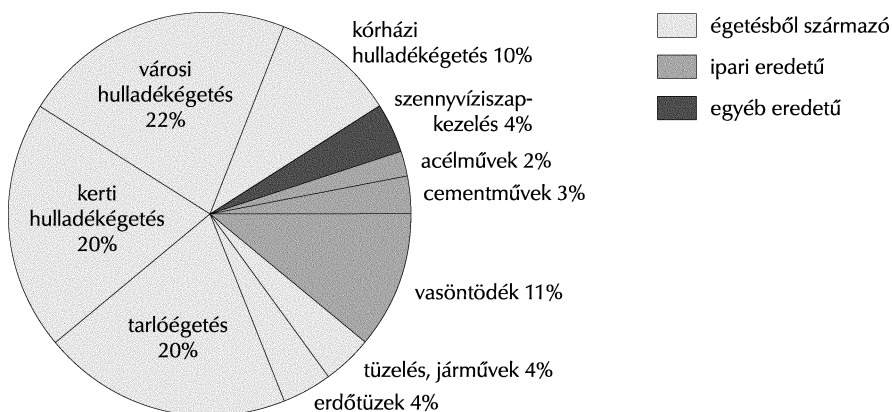
59. ábra: A TCDD toxikus hatása (LD₅₀ – µg/kg). Forrás: Ramondetta és Repossi, 1998

típusú rovarölő szerek (*DDT*, *HCH* és társaik) és a *PVC* térhódításával hozzák összefüggésbe. Rajtuk kívül jelentős kibocsátók: az acél, a cement- és a cellulóz-ipar. A mérések ellentmondása, hogy 10–50-szer több rakódik ki a levegőből, mint a kibocsátott mennyiség. Fontos forrásaink: [305, 505]

- Hollandiában 1991-ben – városi hulladékégetés: 79%. Ígérik, 2000-re századrésznyire csökkentik gázmosók üzembeállításával. Akkor a fő kibocsátóvá a beépített faanyag konzerválására használt gombaölő szer, a *PCP* lesz;
- Belgiumban 1995-ben – városi hulladékégetés: 28%; tüzelés (főként fa): 18%; vasipar: 16%; kórházi hulladékégetés: 14%;
- Angliában 1995-ben – városi hulladékégetés: 82%. Ezt megoldva a szénégetés válik legjelentősebb forrássá;
- Kanadában 1997-ben – városi hulladékégetés: 52%; vasipar: 15%;
- USA-ban 1998-ban (60. ábra) – városi hulladékégetés: 22%; kerti hulladékégetés: 20% (*PVC*-zacskók és -palackok); tarlóégetés: 20% (gyújtáshoz használt szennyezett gázolaj); vasipar – 13%.

b) Dibenzo-dioxinokkal kapcsolatos balesetek

- Vietnami háború – lásd korábban;
- Garéi hulladéktároló – lásd korábban;
- Seveso (Olaszország) – Az IMCESA nevű gyárban herbicidekhez triklór-fenolt gyártottak. 1976. július 10-én gyári balesetként 20 perc alatt kb. három-ezer kilogramm gáz, benne 300 grammtól 130 kilogramm között becsült dibenzo-dioxin került kibocsátásra. A legsúlyosabban szennyezett területen (Bosco delle Querce) $580 \mu\text{g}/\text{m}^2$ *TCDD*-koncentrációt mértek, amely 706 embert érintett (kisebb mértékben mérgeződtek a körülötte lévő zónában –

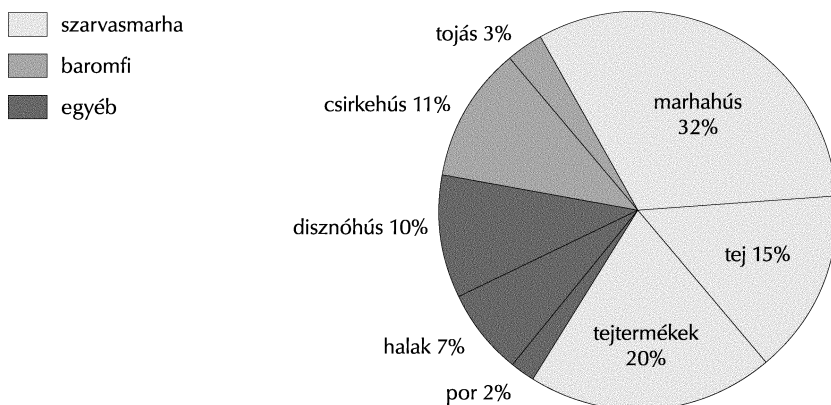


60. ábra: Környezetünk jelentősebb dibenzo-dioxin-forrásai. Forrás: EPA, USA, 1998

4,3 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ TCDD-koncentráció, 4613 ember). Az 1976–1991-es periódust vizsgálva, az itt élő férfiak körében a végbél- és a nyirokrák (lymphatikus és myeloid), valamint a leukémia; a nőknél az agy-, a pajzsmirigy- és a nyirokrák (*Hodgkin*-kór és myeloid) következtében meghaltak aránya szignifikánsan emelkedett. [506] A születések ivararányát elemezve azt találták, hogy azoknak a szülőknek magasabb arányban születtek lány gyerekeik, akik esetében a vérérumban jelentős volt a TQE-érték. [6]

- Oroszország – 1991-ben cellulózyártás okozta környezetszennyezés. A gyári baleset következménye csak részben vált ismertté, azt viszont tudjuk, hogy a klórral fehéritett papír mosóleve jelentősen hozzájárul a folyók üledékében való dibenzo-dioxin feldúsulásában;
- ANAVERSA (Mexikó) – lásd korábban.

c) A dibenzo-dioxinok legjellemzőbb útja • Az utóbbi húsz évben nagyvárosaink levegőjében 0,1–0,6 TEQ pg/m^3 mennyiséget mérnek. Városi hulladékégetők hamujában 10–100 ezer ppt mennyiségben is előfordulhat. A lebegő hamuban az UV-sugárzás miatt a dibenzo-dioxinok gyorsan bomlanak, leülepedésük után viszont lassan. A növényekre és talajokra kerülve a legelő állatok elfogyasztják. A tehenek legeléskor jelentős mennyiségű talajt is fogyasztanak. A dibenzo-dioxinok a zsírokban oldódva azok útját követik a szervezetben, azaz lipidgazdag szervekben (zsírszövet, emlő- és ivarmirigyek, csontvelő) tárolódnak. Tejjel ürülnek. Városi hulladékégetők környékén legelő tehenek teje 3–4-szer több dibenzo-dioxint tartalmaz, ezért is képtelenség elszennyezett területen a biotermesztés. Borjak húsa ezért szennyezettebb, mint hasonló környezetben mérve a teheneké.



61. ábra: Táplálékainkból származó dibenzo-dioxin-terhelés. Forrás: EPA, USA, 1994

Vízben nem oldódnak. Élővizekbe jutva az üledékbe merülnek, ahonnan az üledékfogyasztó halak veszik őket fel (a lepényhalak ezért érintettek), amelyeket megesznek a ragadozó halak, s ezen az úton kerül be a vízi ökoszisztémákba, és juthat az asztalunkra.

Zsírokban való oldódásuk miatt zsírgazdag táplálékok közvetítik (például tökehalmáj). Az emberi szervezetbe 90%-ban állati eredetű táplálékokkal kerülnek, a további hányadból jelentős a belélegzett mennyiség (főként *TCDD*). Az USA-ban kapható táplálékok vizsgálata során meghatározónak bizonyult a szarvasmarha. Húsa 32%-ban, a zsíros tej és tejtermékek 35%-ban felelős az 1994-ben mért kiugró dibenzo-dioxin-felvételért (61. ábra). Legjelentősebb táplálék-szennyezettségek:

- Grönland: 1986-ban, halakban 7 ppt-t mértek. Akkor azt jósolták, hogy ha a környezetszennyezés hasonló ütemben folytatódik, akkor 2000-re itt nem lesz fogyasztható hal. A skandináv országok drasztikusan csökkentették ezt követően ebbéli kibocsátásaikat;
- Németország: 1990-ben, borjúhúsban 8 ppt-t, marhahúsban 3 ppt-t, csirkében 2 ppt-t mértek;
- Anglia: 1990-ben heringben 2 ppt-t mutattak ki;
- Arkansas és Texas: 1997-ben harcsában 18 ppt-t, csirkében 3 ppt-t, tojásban 1 ppt-t találtak. A takarmányba kevert szójaliszt volt dibenzo-dioxinokkal szennyezett, amelybe csomósodásának megelőzése miatt bentonitot kevertek. A bentonit (mi macskaalomnak használjuk, például *BENTI*) Mississippi állam egyik külszíni bányájából származott, s ismeretlen eredetű porkihullás okozta a szennyeződést; [507]
- Belgium: 1999-ben csirkében és tojásban mérték. A dibenzo-dioxinok szennyezett konténer révén, az abban tárolt ipari zsírban oldódtak, és a takarmányon keresztül érték el a baromfitelepeket.

d) Dibenzo-dioxin-szennyeződések a növényvédő szerekben • A dibenzo-dioxinok előfordulása peszticidgyártásban is jelentős. Ennek oka, hogy a növényvédő szerek között a jelentősen klórozott származékok előfordulása nem ritkaság. Különösen abban az esetben számíthatunk rájuk, ha a gyártás klór-fenolokból indul ki. Rendkívüli az esély a 2,4,5-triklór-fenolból gyártott 2,4,5-*T* esetében, ahol a termékben 24-ből 23 esetben találtak a 0,01–10 ppm közötti *TCDD* értéket. [6] Klór-fenoxi-ecetsav típusú (2,4,5-*T*, 2,4-*D*, *mecoprop*, *MCPA*, *MCPB* stb.) herbicideken túl a *chlortal* herbicideknek is lehetséges szennyező anyagai. A 60-as években a Monsanto által gyártott és Vietnamba szállított 2,4,5-*T* hatóanyag 30 ppm *TCDD*-t is tartalmazhatott. [216, 223] A gyári munkások vérplazmájában több mint kétszeresére emelkedett a *TQE* (kiemelkedő volt benne az *OCDD*) mennyiség. [234] A hosszú ideig kitett emberek esetében

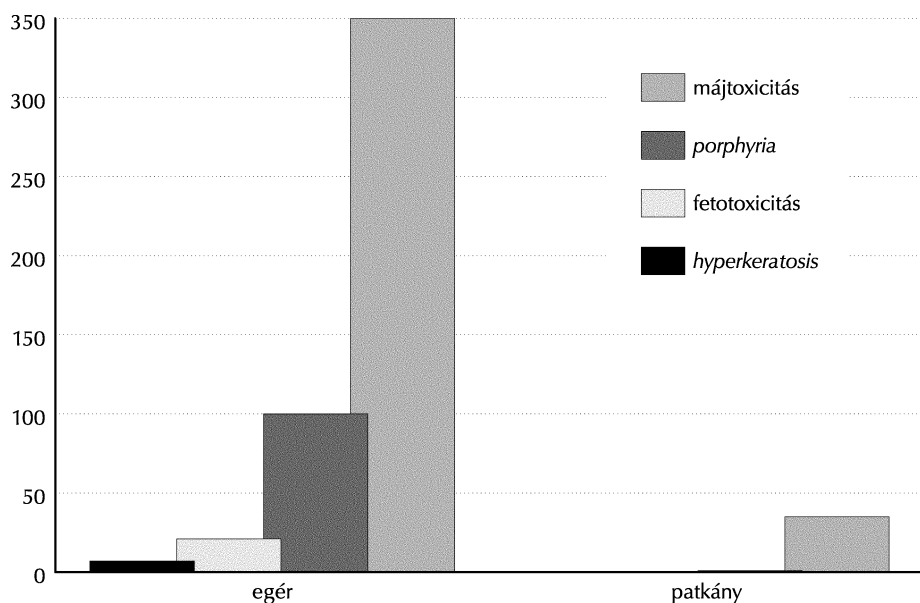
a lágyrészsarkóma, vérképzőszervi, gyomor-, vastagbél- és prosztatatarák kifejlődését jegyezték fel. [223]

A 2,4-*D* herbicidek közül az amin- és észterszármazékok tartalmaznak általában dibenzo-dioxin-szennyezettséget. Az *EPA* 1987-ben, Kanadában 26 darab 2,4-*D*-amin minta közül 8-ban; míg 21 darab 2,4-*D*-észter közül valamennyiben mért 5–500 ppb dibenzo-dioxin-szennyezettséget. Ettől eltérően az USA-ban gyártott 2,4-*D* készítmények közül 30-ból csak 3 volt szennyezett 2,7-*DCDD*-vel.

Peszticidgyártáskor keletkező hulladékok (például Vertac Chem. – dibenzo-dioxinok, dibenzo-furánok, klór-fenol-herbicidek, mint *AGENT ORANGE*) megsemmisítésénél vizsgálták az égető környékén lakók egészségi állapotát, és a cukorbetegség emelkedő számára figyeltek fel. [508]

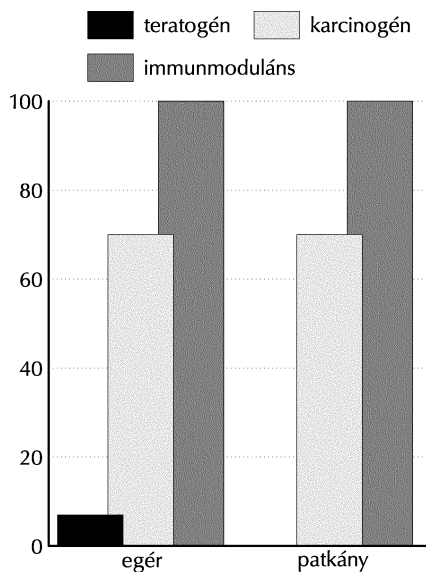
e) Egészségügyi hatások • A tengernyi közül a legjelentősebbek [503–504, 509]:

- Akut hatás: a *TCDD* a legmérgezőbb szerves vegyületek közé tartozik (59. ábra). Az egyes fajok között 8 ezerszeres a differencia. Emberre főként a *TCDD* mérgező. Halálos dózis alatti (szubletális) legjelentősebb tünete a bőrön jelentkezik (*hyperkeratosys* vagy klórakne), de májkárosodást és vércukorszint-csökkenést is előidézik (62. ábra).
- Krónikus hatásai igen hosszú lappangási idő után jelentkeznek (akár 5–10 év is).



62. ábra: A *TCDD* szubletális hatása (µg/kg/hét). Forrás: Ramondetta és Repossi, 1998

- Teratogén hatás: majom, tengeri malac, patkány, egér, hörcsög, nyúl és hal vizsgálatok mutatták ki (63. ábra). A vietnami családokban az AGENT ORANGE bevetése után a vetélés és a fejlődési rendellenességek (nyitott gerincoszlop és torzszületés) száma megemelkedett. Az ANAVERSA-i balesetben az érintett 20 terhes nő közül 4 fejlődési rendellenességgel született csecsemőnek adott életet. Az ezer pg *TQE*/testsúly kg/nap mennyiség már kiválthatja, azaz a fejlődő magzat a legérzékenyebb.
- Immunmoduláció: majom, tengeri malac, patkány, egér, hörcsög, szarvasmarha és csirke vizsgálatok mutatták ki. Egérben és patkányban 100 ng *TCDD*/testsúly kg tartalom a szervezetet védtelenné teszi a számára leghétköznapi vírusfertőzésekkel szemben. Különösen károsítja az újszülöttek immunrendszerét. A dibenzo-dioxinok a szervezetünk védekező kapacitásának valamennyi paraméterét rontják. Csökkent immunállapotban a daganas betegségek, és a fertőzések előfordulása magasabb.
- Hormonális hatás: ösztrogén-receptorokon keresztül feminizáló hatású (majom, egér, patkány). Kisebb herék fejlődését okozta 14 ezer pg *TCDD*/testsúly kg, csökkent tesztoszteronszintet eredményezett 83 ezer pg *TCDD*/testsúly kg. Zavart hormonális milióban bizonyos ivarszervi és emlőrákok előfordulása gyakoribb.
- Rákkeltő hatás: Az *IARC* 1997-től az emberen bizonyosan rákkeltő kategóriában (1) tartja a *TCDD*-t nyilván. További bizonyítékok egérről, patkányról, hörcsögről és halakról ismertek. Patkány hímen szájúregi és pajzsmirigy-, nőtényen máj- és tüdő-, egér hímen máj-, nőtényen máj- és pajzsmirigydagánatot indukál. Tumor-promoter. A *TCDD* a sejtekben kapcsolódik az *Ah*-receptorhoz, amely stimulálja sejtosztódást és gátolja a programozott sejthalált (apoptózis). Az *Ah*-receptor kötőképesége az emberi populációk között variábilis, egyes népcsoportok érzékenysége 60-szor magasabb lehet. A vietnami veteránok között a gyomor-, vese-, és nyirokdaganat előfordulása megemelkedett. A *TCDD*-szennyezést tartalmazó növényvédő szerek gyártásánál hosszú ideig dolgozó munkások között a lágyszarkóma, vérképző-



63. ábra: A *TCDD* krónikus hatása (nanogramm/kg/hét).

Forrás: Ramondetta és Repossi, 1998

szervi, gyomor-, vastagbél- és prosztatarák megemelkedett. A sevesói baleset elemzése a lágyrészsarkóma, vérképzőszervi, máj- és nyirokdaganatok számának megnövekedését mutatták ki. Az ANAVERSA-i balesetben a nyirokdaganatos betegek száma 20-szorosára nőtt. Az egyes fajok érzékenysége eltér. A patkánynál a vizsgált állatok 50%-ánál daganatot kiváltó dózis 23,5 ng *TCDD*/testsúly kg/nap. Az egér hétszer kevésbé érzékeny. Emberen 109-től 7 ezer ng *TCDD*/testsúly kg az a mennyiség, amely összefüggést mutatott rákos betegség kialakulásával.

f) **Zérótolerancia** • Egy, az USA-ban napvilágot látott mérési eredmény azzal lepett meg bennünket, hogy klórral fehérített papírból készült dobozban tárolt tejbe annyi *TCDD* oldódik, amelyből három pohárnyi meghaladta a 80-as évek végén az *EPA* által megállapított limitértéket. A kérdés úgy szólt, hogy adjunk-e ilyen csomagolásból tejet gyermekeinknek? [510]

Az *FDA* mezőgazdasági termékekre 1 ppt (1 ng/kg), míg az *EPA* emberre 0,01 pg *TEQ*/testsúly kg/nap mennyiségben állapította meg az elfogadható mennyiséget, ekkor felnőtteknél 1 millióból 1 rákos beteg fordulhat elő. [503–504, 509]

A két érték közötti ellentmondást azt okozza, hogy ha 15 dkg 3 ppt *TEQ* értéket tartalmazó csirkehúst fogyasztunk, akkor a szervezetünkbe 45 pg *TEQ* kerül, szemben egy 70 kg-os ember által megengedhető 0,7 pg-mal. Ez 64-szer több, mint ami elfogadható, s mindez csupán egy adag hús. Visszafelé számolva az *FDA*-nak 0,015 ppt mennyiséget kellene megállapítani. A mérési limit 1995-ben 0,05–0,01 ppt volt *TCDD*-ből, míg penta-, hexa- és hepta-származékokból 0,5–2,5 ppt. Ez azt jelenti, hogy a detektálási limiten kellene megállapítani az *EPA* által megadott 0,01 pg-os értéknél az elfogadható szintet, azaz *TCDD*-re a tolerancia-limitnek zérónak kellene lenni. [505] Nem mellesleg a dohányosok szervezetébe egy doboz cigarettával 18 pg dibenzo-dioxin kerülhet.

1.2. Nitrózamin-származékok

a) **Cuclik és „nitrobébi”** • A 80-as években gumiból készült cumik és cuclik nitrózamin-képződésre hajlamos összetevői jelentősnek bizonyultak. Némely csecsemő naponta az akkori toleranciaszint százszorosát vette magához a gumiból képződő nitrózamin-származékokból. Ezen csak „segített” a sterilizáláshoz használt kifőzés és a nyál sajátos hatása, amely a *NAP* (nitrózamin-előanyagok) vegyületeket nitrózaminokká alakítja. Egy kanadai mérés 2800 ppb nitrozodibutylamint mért. Hollandiában 4–40 ppb nitrózamin és 50–3700 ppb *NAP* koncentrációt mutattak ki, szemben azzal, hogy a limit 1 és 20 ppb. A mérések

alkalmával különösen rossz reputációt szereztek a Kínában (41–530 ppb), Izraelben (4–563 ppb) és Spanyolországban (0–2140 ppb) gyártott cumik, míg legbiztonságosabbnak az USA-ban (0–2 ppb) gyártott megfelelőjük bizonyult. [511]

b) A nagy hozam apró titka: nitrát-műtrágyák • Aligha van olyan, aki előtt ismeretlen az agyonműtrágyázott, szétcsattant retek és a sárgarépa, vagy ne hallott volna a *methaemoglobinaemia*² nevű betegségről, amely a nagy mennyiségű nitritet/nitrátot tartalmazó zöldségfélék (spenót és saláta) révén veszélyezteti a csecsemők életét. Mindennek oka a nitrát-műtrágyák eltúlzott használatában keresendő, amely egyúttal elszennyezi a talajvizeket is, s az ilyen ivóvíz bonuszként (>10 mg/l) a *non-Hodgkin lymphoma* rizikóját is emeli. 1973 óta az USA-ban ez a betegség 75%-kal emelkedett, s 60-szor gyakoribb HIV-pozitívek* körében. Ismert, hogy jelentős vegyi terhelésnek kitett közösségekben (peszticidgyártók, permetezőmesterek stb.) előfordulása megemelkedik. Mindezt a nitrátok aminosavak jelenlétében történő *N*-nitrozaminképző tulajdonságával hozták összefüggésbe. Több vegyület a gyomorban könnyen alakul *N*-nitrózszármazékokká (*NAD* – nitrozamin-derivátumok, *ANA* – alkil-nitrozamin-származékok stb.). Így például műtrágya eredetű nitrát mellett a *glyphosate*, a *thiram* és a *ziram* hatóanyagokból is képződik nitrozamin-származékuk. [512–513]

c) Nitrogén-tartalmú növényvédő szerek • A nitrozaminok nitrogén-tartalmú növényvédő szerek: karbamátok (*aldicarb*, *carbaryl*, *carbofuran*, *methomyl*); ditio-karbamátok (*chlorpropham*, *mancozeb*, *maneb*, *metiram*, *propineb*, *thiram*, *ziram*); benzimidazolak; dinitro-anilidek (*benfluralin*, *ethalfuralin*, *isopropalin*, *pendimethalin*, *trifluralin*); triazinok (*atrazine*, *simazine*, *prometryn*); tio-karbamátok; fenoxi-ecetsav-származékok (*2,4-D*, *MCPA*, *MCPB*, *mecoprop*); stb. lehetséges szennyezettségei. Bármely nitrogéntartalmú vegyület gyártása során keletkezhetnek *N*-nitrozovegyületek*, amelyek 80%-a karcinogén.³

² *Methaemoglobinaemia*: erélyes oxidálószerrek hatására az oxigén szállítását végző vérfesték (*haemoglobin*) oxihemoglobin formája methemoglobinná alakul, mely az előbbivel ellentétben a vasat ferri formában, az oxigénnel erős kötésben tartja;

³ Néhány konkrét példa [154, 157]: *atrazine* – nitrozo-*atrazine*: gerinces sejtvonalakban mutagén (0,061 mM); *carbaryl* – *N*-nitrozo-*carbaryl*: Ames-tesztben és gerinces sejtvonalakban is mutagén (0,01 mM), gyomorszármagot okozhat; *carbofuran* – nitrozo-*carbofuran*: gerinces sejtvonalakban mutagén (0,0001 mM); dietil-nitrozamin (= *DENA*): Ames-tesztben és humán sejtvonalakban mutagén, patkányban karcinogén; dimetil-nitrozamin (= *DMNA*): Ames- és patkány mikronukleusz-tesztben, valamint humán sejtvonalakban mutagén, patkányban karcinogén; dipropil-nitrozamin (= *DPNA*): Ames-tesztben és humán sejtvonalakban mutagén, patkányban karcinogén; metil-nitroz-fenil-karbamid (= *MNPU*): emberi sejtvonalakban mutagén; *N*-nitrozo-*ETU* (*chlorpropham*, ►

Nitrogéntartalmú herbicidek vizsgálatakor *N*-nitrozo-dimetil-amin (<640 ppm) és *N*-nitrozo-dipropil-amin (<195 ppm) mennyiséget is kimutattak. [514] Az 1970-es években a dinitro-anilin herbicidek (*benfluralin*, *ethalfluralin*, *isopropalin*, *pendimethalin*, *trifluralin*) tartalmazták a legtöbb – 0,5–153 mg/kg mennyiség között változó – *N*-nitrozoszennyeződést. [515] Magyarországon egy felmérés a gyomorrák rizikójának emelkedését összefüggésbe hozta a nitróz-amin-képződésre hajlamos növényvédő szerek alkalmazásával. [516]

1.3. ETU

Ditio-karbamátok (*maneb*, *mancozeb*, *metiram*, *zineb*) lehetséges szennyezettsége. Az *EBDC*-vegyületeknek legfontosabb bomlástermékei az *ETU* (etilén-tiokarbamid) és a *PTU* (*propineb* – propilén-tiokarbamid), amely főzés közben, de az emlősök szervezetében is képződik. Célszervei a pajzsmirigy és a máj. Ismert golyvaképzők (értsd goitrogének).

Az USA-ban, paradicsomkonzervekben az *ETU* megengedhető mennyiségét 0,05 mg/kg-ban maximálták. Borban és a sörben is kimutatták. [494] Ames-tesztben és humán sejtvonalakban mutagénnek bizonyult. [154] Patkányokban pajzsmirigy, egerben májrákot okoz. Teratogén egéren, patkányon és hörcsögön. Ez utóbbi két faj utódai között agykamratágulat is előfordult. Ugyanekkor, nem találták az *ETU*-t emlősökön genotoxikusnak, tehát hatásait – gondolták – nem ezen az úton fejtí ki. [517] Végül védőruha nélkül dolgozó (!), *EBDC*-nek erősen kitett, mexikói permetezőmestereket hasonlítottak össze náluk kevésbé kitett csoportokkal és azt találták, hogy a patkányokon talált hatáshoz hasonlóan a pajzsmirigyet stimuláló tireotropin hormonszint emelkedett, viszont a tiroxin-szint* nem változott. Az erősen kitett munkások körében nőtt a *lymphocyták* testvérkromatid kicserélődése és különböző kromoszómaaberrációk fordultak elő. [496]

- *mancozeb*, *maneb*, *metiram*, *propineb*, *thiram*, *ziram* gyártási szennyezettsége): humán sejtvonalakban mutagén, – pajzsmirigy- és májdaganatot okoz patkányban; *simazine* – nitrozo-*simazine*: gerinces sejtvonalakban mutagén (0,065 mM); *trifluralin* és *isopropalin*: az *N*-nitrozo-di-*N*-propil-amin (*NDPA*) szennyezettség többféle (máj, vese, nyelőcső) daganatot okoz patkányokban és hörcsögben.

1.4. Ólom

A rézsók származási helyétől függően igen eltérő egyéb nehézfém-szennyezettségi értékeket lehet mérni. Néhány, keletről érkező rézszulfát-tétel ólom-szennyezettsége magas. Az ólom megzavarja az emlősök szteroidhormonális szabályozását és csökkenti az immunrendszer hatékonyságát. Ér-, vese-, idegrendszeri betegségeket okoz, meddőséget vált ki.

Nyilvánvaló tehát, hogy a technikai hatóanyagok a gyártási körülményektől függően eltérő szennyezettségi profilokat mutatnak. Ebből a szempontból toxikológiaiilag nem azonos, például két különböző helyen gyártott *2,4-D* hatóanyag dibenzo-dioxin vagy két rézkészítmény nehézfém-szennyezettsége. Habár hazánkban a hatóanyag eredete az engedélyokiratban meghatározott, tehát csak a megnevezetre vonatkozik az engedély, 1998-ban tíz, a BVM által formázott készítmény esetében sem rögzítették a származási helyet. [10] Több gyártó ebből olyan következtetést vont le, hogy az előírás betartása nem szükséges. Felülvizsgálata azért is szükséges, mivel a multinacionális vállalatok esetében a gyártás tényleges helye homályban maradhat, s ezzel együtt a minőségi paraméterek „észrevétlen” változtatására is lehetőség nyílik.⁴

2. Formázó-anyagok

A hatóanyagot kijuttatható állapotúvá kell változtatni. A formázáshoz sokféle oldószer és adalékanyag válhat szükségessé, amelyet többnyire gyári titokként kezelnek, s csak mostanában vesszük észre, hogy az általános bajok egyik forrása.

Viszonylag kevés figyelmet fordít a toxikológia a növényvédő szerek formázóanyagának egyenkénti vizsgálatára. Igaz, hogy az akut toxikológiai vizsgálatok készítményekre vonatkoznak, azonban a független tudományos kutatás általá-

⁴ Felülvizsgálata 1999-ben megtörtént. Napjainkban a BVM *carbendazim* ügyei borzolják a kedélyeket, amely szerint csávázószerekben a korábbi hazait – az engedélyezők gyors segítségével – kínaira váltotta le.

ban hatóanyagokat vizsgál. Igen sok területen zavarba ejtően ellentmondó eredmények születnek, például az, hogy a hatóanyag nem, de a készítmény mutagén vagy karcinogén. Többen azt feltételezik, hogy az ilyen esetekben az ok a csöppet sem ártatlan formázóanyagok körül keresendő. A formázás szabaddalmi körbe tartozó tevékenység, a szabadalom felsorol ugyan lehetőségeket, de a megvalósulás mindig gyártási titok. Azt találták, hogy Olaszországban közel 8 ezer féle formázási módszerrel készült termék van forgalomban, amelyhez 71 féle oldószert használnak. A vizsgált 1713 kombináció közül 3-ban benzolt (10% a *cypermethrin* formázásában), benzol+xilol keveréket (30% az *alachlor* formázásában), benzol+xilol+ciklohexanol keveréket (38% a *dimethoate* formázásában); 2-ben kloroformot (25% a *dichlorvos* formázásában); 2-ben 1,4-dioxán-2-nitro-propán keveréket (5% a *metaldehyde* formázása) találtak. [8] Az **IARC** a benzolt emberen bizonyosan rákkeltő (emberen leukémiát okoz) kategóriába sorolta, míg a kloroformot (egérben és patkányban máj- és vesedaganatok), az 1,4-dioxánt (egérben és tengeri malacban májdaganatot) és a 2-nitro-propán (patkányban májdaganatot) az emberen esetleges rákkeltőnek kategorizálta. [13] Petrelli és munkatársai későbbi munkájuk során az **IARC** besorolása szerint az emberen valószínű rákkeltő besorolású formaldehidet (16 készítmény) és *epichloridrina* (6 készítmény), valamint emberen esetleges rákkeltő besorolású oldószereket találtak: 1,2-diklór-etánt (2 készítmény), *N,N*-dimetil-formamidint (16 készítmény) és tetraklór-etilént (3 készítmény). [9]

Napjainkban a leggyakrabban használt oldószér a xilol. Olaszországban 924 (az összes 54%-a) készítmény tartalmazza. A xilol daganatkeltő tulajdonságára állaton és emberen kis számú adat gyűlt még össze. Úgy tűnik, a xilol minősége ebben jelentős szerepet játszik. Több országban kampány folyik a xilol kiváltására a formázásból; az USA-ban a gyártót kötelezik a csomagolásán való fel-tüntetetésére. Petrelli és munkatársai szerint a növényvédő szerek formázására használt oldószereknek döntő szerepe lehet a növényvédő szerek ismert, de nem specifikálható szerepére a *non-Hodgkin lymphoma* kialakulásában. [8]

A formázásra használt glikol-éterek reprodukcióra gyakorolt negatív hatásának bizonyítására állatkísérletekben került sor. Közülük a 2-metoxi-etanol és a 2-etoxi-etanol (például *carbendazim* formázása) előfordulása jelentősebb. [518]

A di(2-etil-hexil)ftalát, triklór-etilán és perklór-etilán teratogén hatásait is fel-jegyezték patkányokon végzett kísérletekben. [519]

3. Tankkeverékek

A védekezéshez, a permetező tankunkba már többféle készítményt keverünk össze. Sokszor – megfelelő ismeret híján – ez vakmerő ugrás az ismeretlenbe.

Egy adott készítmény többféle anyagot tartalmaz, és ahogyan láttuk, a formázó-anyagok némelyike jelentős önálló hatással is rendelkezhet. Az ún. tankkeverékben már különböző készítmények profilja keveredik össze egymással, és ennek toxikológiai következményei nem igazán vizsgáltak. Tudjuk például, hogy néhány citokróm P-450 gátláson alapuló fungicid (például *fenarimol*) szinergizálja azokat a zoocideket, amelyeket ez az enzimszisztéma detoxifikál (több foszfor-sav-észter, piretroid stb.). [50, 82, 520]

Egy adott élelmiszer- vagy ivóvízminta alkalmasint többféle szennyezővel is szennyezett lehet. Ismert példa a Gangesz esete, ahol az alábbi peszticidmaradékok kimutatására került sor: *DDT*, α -*HCH*, *aldrin* és *dieldrin* 1–5 ppb; valamint *dimethoate* és *parathion-methyl* 0,2–0,6 ppb. [295] A „koktél” egészségkárosító következményei egyáltalán nem ismertek, csupán sejtjük, hogy bizonyos kombinációk esetében az összegző hatást meghaladó ún. szinergista hatás is előfordulhat. Az intenzív kemizálásban részesített mezőgazdasági területeken fűrt kutak vize tipikusan ilyen, ahol a nitrogén-műtrágyák miatt emelkedő nitráttartalom a nitrógentartalmú növényvédő szerek nitrózamin-származékainak előfordulását segíti. [521] A kérdés vizsgálatára néhányan peszticidkeverékekkel végeznek vizsgálatokat, és például 20 növényvédő szer keverékének alkalmazása egy 8–28 hetes tesztben azt mutatta, hogy az *ADI** értékkel végzett kísérletekben nem mutatható ki májrákra utaló folyamat, azonban az *ADI* százszoros értékének alkalmazásakor már igen. [522] Mindez az alkalmazási fegyelmettségre, valamint az *ADI* értékek pontos megállapítására hívja fel a figyelmet.

Egy napjainkban az érdeklődés homlokterébe került probléma a teratogenitással (itt hátsó láb deformitások) összekötött kanadai békapusztulás (*Rana clamitans*, *R. catesbeiana*, *R. pipiens*, *Bufo americanus*). A vizsgálatok egy része azt állapította meg, hogy kifejlődésük helyének vize erősen genotoxikus, és többféle peszticid maradékát (*azinphos-methyl*, *carbofuran* stb.) is tartalmazza. [523–524] A *Rana catesbeiana*-n vizsgálták több herbicid mutagén hatását, és azt találták, hogy az *atrazine*, *metolachlor*, *glyphosate* és *metribuzin* genotoxikus. A kételtűek fajsámának drasztikus csökkenése egyébként globális méretű probléma, és a vegyi eredetű környezetszennyezés szerepe ennek kialakulásában igen jelentős.

VII.

GENETIKA – GÉNETIKA

A „biotechnológia” elnevezés eredeti jelentését illetően bármely technológia (például biopreparátumok – természetes eredetű készítmények) megnevezésére illik, amely élő organizmusokkal vagy azok részeinek felhasználásával foglalkozik. Egyesek tradicionális biotechnológiáról és modern biotechnológiáról is beszélnek, s ez utóbbit napjainkban gyakran azonosítják a gésebészet képzavaros fogalmával, a genetikailag módosított élőlényekkel és a transzgenikus élőlényekkel végzett munkák összefoglaló nevéként.*

1. A kocka el van vetve?	255
1.1. A tökéletlen másolat	258
a) A békától Emmáig 258 • b) Sejttestvér 260 • c) Mi természetes? 261 • d) Emlékmás 264 • e) A tudós felelőssége 265	
1.2. A herbicidtoleráns növénytől a delta-endotoxint termelőig	268
a) Transzgenikus piac 268 • b) Transzgenikus bakulovírusok 270 • c) Transzgenikus baktériumok 270 • d) Transzgenikus növények 271	
2. Törvényre törve	274
2.1. A magyar törvény	276
2.2. Bizottsági és hatósági duett	277
2.3. Tévedni emberi	278
3. A megkérdőjelezett (gene)ráció	279
3.1. Szárnyas ajtók	280
3.2. Birodalmak és alapjaik	281
3.3. Válaszdeficit	282
4. Édenkerti töprengések	284
4.1. A pathogenitás megváltozása	284
4.2. Génelszabadulás	285
a) Baktériumkonjugáció 286 • b) Keresztbeporzás 287	
4.3. Hatás az ökoszisztémára	291
4.4. Ökotoxikológiai ellenérvek	293
5. Enni, vagy nem lenni?	295
5.1. A nyitány	295
5.2. A Pusztai-féle jelentés	297
5.3. Egy kiállítás képei	297
5.4. Epilógus	301

1. A kocka el van vetve?

Einstein szerint Isten nem kockajátékos, de ezt a kockát – mi tagadás – nem is ő szándékozik most elvetni. [525]

Sorsunk nem a csillagunkban, hanem génjeinkben van megírva, nyilatkozta a *Time Magazine*-ban James Watson. [526] Nehéz hivatás genetikusnak (és alkalmazott változatának, biotechnológusnak) lenni. Esszenciálisan fontos dolgokat kutatnak, nagy horderejű felfedezéseket tehetnek: az élet lényegét érinti tevékenységük. Nem tévedhetnének! Minden csodálatom az övék, és egyúttal tiszta szándékú érdeklődésem és kritikai készségem is.

Az Országos Környezetvédelmi Tanács (OKT) 1997. szeptember 3-án az MTA épületében nyilvános vitát rendezett *A géntechnológiai úton módosított szervezetek környezeti kockázatai* címmel. [527] A vitaülés a növénytermesztésben megjelenő transzgenikus (= az örökítő anyag más faj és/vagy géppel szintetizált DNS-et is tartalmazza) növényekre helyezte a hangsúlyt. Nem véletlenül. A gyógyászatban a beteg dönt arról, aláveti-e magát az eljárásnak. Az állattenyésztésben a „sellők és kentaurok” elzárva tarthatók. Itt etikai megfontolásokból hangzanak el ellenérvek arról, van-e alapja a tudományos kíváncsiságon kívül a kímérák előállításának (lásd *birkecs*), vagy milyen fajta szép, új világot hozhat a béka és az egér után, a birka klónozása, az emberi genom* kutatásának (*HUGO**) árnyékában. Megtervezzük-e majd hamarosan a kutyánkat (legyen például dekoratív, néma és vegetáriánus), vagy a következő generációt, kizárva minden átlagostól eltérőt?

A biotechnológia – ne becsüljük alá – a teremtés aktusát próbálgatja például a belünkben élő baktérium, az *Escherichia coli* génjeit is felhasználva. A Genézis szerint Elohim hat nap alatt teremtette a világot, amely előtt *tohuwabohu* volt a helyén. Francis Baconról ismertté vált – „A technikai haladás egyenlő az emberiség haladásával” – gondolat aztán lassan megkérdőjeleződött, s mára már sokak által lekezelően naivnak minősítettett. Nos, természeti, vagy természetfölötti lény az ember? Fontos lenne, hogy biztosan tudjuk, mert bárha szívesen hisszük is magunkról, ökológusok szerint nem élvezünk megkülönböztetett helyet a fajok között. Amennyiben van felettünk ítélkező, úgy aggódhat az ember túlszaporodása és környezetszennyezése miatt.

Vajon miért cseng a fülemben a madáchi-mensárosi fehér Lucifer kételkedő álláspontja? Arról van-e szó, hogy az ember egy területen nagy sebességgel kutatva, de oldalt nem tekintve halad, és működgető módszerekkel elért eredményeinek kései következményeit nem is sejtí? Nem lenne ismeretlen történet.

Az élettani kutatás technikája ma még erről szól, illetve már valami másról is: kutatási pályázatokról, alkalmazási kényszerekről, érdekekről és (nem nálunk) [528] nagyon sok pénzről. Látja-e vajon a teljes ember a hiánytalan képet? – kérdezte Vida Gábor (*Liget* 11/11, 4–7), aki szerint korunk tudománya egyre inkább szűk részterületek laza halmazává válik?

A Földön több mint 4 milliárd évvel ezelőtt jelentek meg a baktériumokra emlékeztető első élőlények, s bennük a lényegyet jelentő, önmaga sokszorosítására képes, ámulatba ejtő makromolekula. Az egysejtűek után következtek a többsejtűek; a vízi élőlényeket követték a szárazföldiek. A halszerű gerincesek után jöttek a kételtűek, majd a hüllők. Ez utóbbi csoport ágaiból különültek el az emlősök, majd később a madarak. Ezek töltötték be 65 millió évvel ezelőtt a kipusztult dinoszauruszok helyét. Néhány millió éve jelentek meg a főemlősök, amelyből kb. 5–9 millió évvel ezelőtt vált ki az ember őse. Az evolúció során számtalan növény és állatfaj halt ki és keletkezett. A fajkeletkezés/fajkipusztulás jelenleg is tart. Miért is ne folytatódhatna a mi közreműködésünkkel?

Paul Berg 1975-ben a kaliforniai Asylomában hívta össze azt a – ma már legendássá vált – konferenciát, amely a géntechnológia etikai kérdéseit első ízben tárgyalta. Korábban Janet Mertz és Robert Pollack figyelmeztették Berget, hogy a laboratóriumában előállított rekombináns* DNS esetleg nem biztonságos. Berg nem tette fel a koronát a kísérleteire, és nem hozott létre egy akkor beláthatatlan tulajdonságú új organizmust. [526] A konferencia végül feloldotta a genetikusok által önként vállalt moratóriumot, képzelt veszélynek minősítve a génmanipuláció körüli kételyeket, amellyel kapcsolatban senkinek nem volt a kezében a veszély nagyságát valószínűsítő, hitelt érdemlő bizonyíték.¹ Mai jogrendszerünk tétele győzedelmeskedett: „mindenki ártatlan, amíg be nem bizonyosodik róla, hogy bűnös” a „minden tilos, amíg be nem bizonyosodik róla, hogy veszélytelen” gondolat fölött. Mindennek ellenére, 1975 óta, a biztonságra vonatkozó rendszabályok jelentős hangsúlyt kaptak a kutatások során.

Már ezen a ponton megjegyezhetjük, hogy az ember nemesítési törekvései génszintű diverzitáscsökkentést eredményeztek. Tudjuk, hogy termesztett növényfajtáink 85–95%-át hagytuk elveszni az utóbbi 80 évben. Ma egyetlen bika heti teljesítményével 2 ezer tehenet lehet megtermékenyíteni, amely szerint

¹ Szabad János megjegyzése: Csupa álveszélyről volt szó. Soha senki nem látott még olyan balesetet, amely transzgenikus élőlényekre vezethető vissza. Az ugráló géneknek azoktól az ismétlődő szekvenciáitól féltek, amelyeket a transzgenikus élőlények készítéséhez használnak. Csakhogy a genomunknak kb. 20%-a hasonló jellegű mobilis genetikai elemek származéka. Csupán az ún. *Alu*-szekvencia és származékai, az ember genomjának 5%-át teszi ki. Egy fél csirke elfogyasztása során 5 mg mozgékony genetikai elem DNS-t eszünk meg.

Magyarországon néhány tucat hím tenyészállat utódait tenésztethetjük. A termesztett és tenyésztett fajokon belüli génerózió* tehát tombolni látszik. „A változatosság gyönyörködtet” gondolatot a „sokféleség esélye jobb”-ra fordíthatjuk, hiszen a változó környezet kihívásaihoz csak a változatos génállományú népesség képes jól alkalmazkodni. Ez az egyik pont, ahol a biotechnológiai módszerekben a populációgenetikusan minden eddigi szelekciós módszernél jelentősebb géneróziós hatást lát, amelyben az azonos lokuszon* található allélek száma csökken.

Napjainkig mintegy 1,7 millió fajt írtak le. A leírt fajok száma morfológiai fajokra vonatkozik. Becslésekre támaszkodva úgy gondoljuk, hogy a létező fajok csak kisebb részével találkozott szakember. A leírt fajok többségének a felületét ismerjük (vö. morfológia, taxonómia). Valamilyen mélységű biológiai ismerettel a fajok kb. 5%-ával kapcsolatban rendelkezünk (vö. alkalmazott biológiai tudományok). Jó, ha néhány ezer fajról gyűjtöttünk fiziológiai ismeretanyagot, még kevesebbről van genetikai tudásunk (vö. élettan és genetika). A teljes genomot pár tucat faj esetében kutatjuk. Milyen hitelt érdemlő populációgenetikai és ökológiai hatásfelmérésre lehet képes ezek alapján bárki, aki tudósnek gondolja magát?

Az OKT vitaülésen nem beszéltek tényszerű kockázati tényezőkről, megkíméltek tőlük a felkért előadók. Arról igyekeztek inkább meggyőzni, hogy nincs kockázat, vagy ha van is, csak annyi, amennyi bárhol máshol. Lehet, hogy a hosszú ideig dogmák alatt nyögő genetikusok egy része ma dogmákat gyárt? Vajon miért nem beszéltek génerózióról, vírus rekombinációról, baktériumkonjugációról, keresztbeporzásról*, tápláléklánci hatásokról pontosan és meggyőzően? Nem kellene észrevenni, hogy árt az ügynek: az „elrohog mellettünk a haladás vonata” kezdetű görcsölés; a „milliók éheznek, íme a megoldás” gondolat naivitása, miközben elosztásról szó sem esik (trópusi eredetű transzgenikus fajtákat is északi országok készülnek szabadalmaztatni); az ökológiáról (is) kinyilatkozó biokémikus és genetikus bájos felületessége; a kritikai megjegyzéssel élők agresszív és ítélkező jellegű dobozolgatása (babonások, a haladás kerékkötői stb.); a „Hogyan győzzük meg a társadalmat?” és a „Ne az érzelmeink vezessenek” jellegű, kissé gyakorlott és gyanús szalagcímek?

A földre szállt, nekem tetsző biotechnológia nem kerüli meg, hogy türelmesen elmagyarázza produktumait és azok céljait! Megérti, hogy fals célokhoz – legyen mégoly briliáns is a megvalósítás – fanyalgó érzések társulnak; hogy jogosan kérdezik tőle: technikusok (más céljait végrehajtók) vagy kutatók végzik-e a munkát. Felismeri, hogy a társtudományok, például alkalmazott ökológia, agronómia, botanika, táplálkozástudomány, szociológia, közgazdaságtan stb. nélkül bajos lesz az elfogadás, mert az élet nevű több millió arcú csoda a laboratórium falain kívül szövevényes rendszerekben kapaszkodik egymásba!

1.1. A tökéletlen másolat

Semmit sem támogat hosszú távon a teremtés abban, hogy olyan formában megmaradjon, amilyen éppen most. [529] Tanácstalanul állhattunk már számtalan dolog előtt: döbbenet az első császármetszés vagy elképedve az első művi megtermékenyítés után, és 1978-ban is, amikor Mary Louise Brown néven megszületett az első lombikbébi. [530] Ezúttal a klónozással barátkozunk, és ha nagyszerű szórakozás volt is a *Jurassic Park*, elfelejteni annak jellegét monumentális aránytévesztés volna.

a) A békától Emmáig • 1952-ben Robert Briggs és Thomas J. King (*PNAS* 38, 455–463) arról adtak hírt, hogy békaembriókból kiemelve a sejtmagot², sikeresen átültették egy másik béka petéjébe. Ezt volt az első ún. embrionális sejtmag klónozás. Az egyedfejlődés a zigótától³ a felnőtt korig specializálódási folyamatok sokaságát foglalja magában. Ennek az embrionális korban lejátszódó része az omnipotens* (minden fajta sejt létrehozására képes) zigóta sejtosztódása során bekövetkező sejtcsoport-elkülönülési, majd a sejtcsoportok specializálódási folyamatai. Ugyanabból a sejtől úgy lesz máj-, ideg-, vese- stb. szövet, hogy az egyes sejtcsoportok genetikai készletének nagy része gátlás alá kerül, s csak bizonyos részei működnek a továbbiakban. A fejlődés tehát specializálódással jár, amelyben az anyasejt – ebben a nézetben – korlátlan képessége hol itt, hol ott korlátozás alá kerül. Az embrióklónozás tehát nem specializálódott sejtekkel történik. 1975-ben James B. Gurdon és munkatársai (*J. Embryol. Exp. Morph.* 34, 93–112) azonban már béka bélhámsejtekkel dolgoztak. A petéből eltávolították a sejtmagot, s a helyébe egy bélhámsejt magját helyezték. A különös zigóták fejlődésnek indultak és elérték az ebihal fejlettségét, többségük elpusztult, de néhány utóda még ma is él. Ez volt az első példa az ún. felnőttkori sejtmag klónozásra. Az eredmény arra utalt, hogy a specializáció bizonyos sejtmag típusokban visszafordítható.

1984-ben James McGrath és Darvor Solter (*Science* 226, 1317–1318) az egér petéjének és egyéb sejtjeinek fúzióját hajtották végre.

A dán állatorvos, Steen M. Willadsen 1973-ban érkezett Cambridge-be, majd 1984-ben a *Nature* hasábjain publikálta, hogy egyesítve egy birka és egy kecske

² A genetikai információ 99,9%-a a sejtmagban, s csak 0,1%-a – többnyire a mitokondriális gének – található a citoplazmában (értsd a sejt azon része, amely körülveszi a sejtmagot).

³ A létrejövő új organizmus, amelynek a testi sejtekre jellemző kromoszómakészlete van. Állatoknál ez többnyire (kivéve a szűznemzéssel szaporodókat) a pete és a spermium haploid kromoszómakészletének összeolvadásakor jön létre.

szedercsírát⁴, kimérát hozott létre. A kiméra* itt azt jelenti, hogy az új élőlény mindkét faj sejtjeit keverten tartalmazza, úgy, mint egy mozaik, ha úgy tetszik „két fizikai élőlény egy testben”. Alapvető kérdés, ha a genetikai anyag természete és működése azonos a nagyobb rendszertani egységekben, mi az akadálya annak, hogy a különböző fajok egymás között utódokat hozzanak létre. Miért különülnek el a fajok? Van tehát átjárhatóság, szögeztük le azonnal. A kiméra viszont abszolút egyedi, nem örökítheti önmagát, s ha egyáltalán lehetnek utódai, azok egyik vagy másik fajú feléhez hasonlítanak, mert ha ivarsejtjei kevertek is, egyedileg csak az egyik fajhoz tartoznak. Némelyik *birkecs* elérte a felnőtt kort és néhány közülük szaporodóképesnek is bizonyult. 1985-ben Willadsen elhagyta Angliát és az USA-ba költözött. [531] 1986-ban már a Granada Genetics (Texas) színeiben – már témát váltva – publikálta a *Nature*-ben, hogy sikeresen klónozott⁵ birkaembriókat. [532] A zigóta az első három osztódás során 8 sejtet hoz létre. Ő ezeket szétválasztotta, és sejtmagjukat egy másik pete sejtmagjának helyébe helyezte. Később azt nyilatkozta, hogy 64 sejt állapotig ez az út járható (értsd 64 kvázi⁶ egypetéjű iker nyerhető egyetlen megtermékenyített petéből). Egy évvel később az *Alta Genetics*-ben (Alberta) tűnik fel James Watson oldalán, és szarvasmarha-embriók klónozását oldja meg. Később az egér és az ember foglalkoztatja. Az *Institute for Reproductive Medicine & Science of St. Barnabas Hospital*-ban (Livingston, New Jersey) termékenységi problémák megoldására az emberi petesejt fejlődését tanulmányozza. 1996-os cikke az egér petesejtjének citoplazmája* körül bolyong. [533] S a másik? Nos, 1997. május 9-én megszületett Emma Ott (lásd *The Lancet* július 19). Édesanyja, Maureen citoplazmás sterilitásban szenved. Ez azt jelenti, hogy a sejtmagi információkkal minden rendben van nála, de a citoplazma⁷ fogyatékos, amely nem teszi számára lehetővé, hogy gyereke legyen. Jacques Cohen mellett Willadsené a kulcsszerep. [534] Maureen petéjébe egy donor* petéből – saját férje spermiumával együtt – citoplazmát fecskendeznek. A 14 páciens és 7 donor közre-

⁴ A zigóta gyors osztódással hozza létre az utódsejteket. Ezek a még differenciálódás előtt álló sejtek alkotják az ún. szedercsírát.

⁵ *Szabad János megjegyzése:* A klónozás során egyetlen élőlényből sokat készítenek. Három típusa van: i. Egy élőlény részeiből regenerálnak sokat. Közismert példa a dugványozás (a dugványozás görögül klónozást jelent), oltás, szemzés, vagy a hidrák, tengeri sünök stb. regenerációja; ii. Egyetlen sejtől regenerálnak élőlényeket. A növénynemesítés, az embriófelezés a legismertebb technikája; iii. A petesejt citoplazmába ültetett sejtmag típusú, ha úgy tetszik „Dolly-típusú” klónozás. A klónozás emberi beavatkozás nélkül is megtörténik. Gondoljunk csak a szamócára, vagy övesállatra, ahol egyetlen zigóta nyolcfelé (!) hasad, hogy belőlük nyolc egypetéjű iker fejlődjön. Emberi beavatkozással is, amint azt a fenti példák mutatják. A molekuláris szintű klónozás egy további történet.

⁶⁻⁷ Lásd 2. jegyzet.

működésével folyó kísérletsorozatban Maureen négy zigótája lombikban fejlődésnek indul, és az egyik ezek közül: Emma. [535] Leírhatatlan az öröm az Ott családban. A sikertörténetben kísérthet a feláldozott donor pete, igaz orvosi-etikai szempontból a műtét kategóriájába tartozik. 1997-ben Willadsen az *IVF Center, Sand Lake Hospital* (Orlando, Florida) felé veszi az irányt. [536]

1997. augusztus 8-án Michael Bishop (*ABS Global Inc.*, De Forest, Wisconsin) bejelenti, hogy Willadsen legújabb felfedezésére alapozva rendkívüli hatékonysággal klónoztak szarvasmarhát. Most a klónozendó fiatal embrió sejtjeit szétválasztották, a donor petékből kivették a sejtmagokat, és egyenként citoplazmafúziót hajtottak végre. Az 50 zigóta feléből embrió fejlődött, és a 10 hónapos vemhességből 80%-uk túlélte a kritikus 90. napot. Bishop elmondta, hogy mind ezt bőrből és tőgyből származó sejtmagokkal is végrehajtották. [537]

Térjünk vissza kicsit a lombikbébiprogramokra, ahol igen gyakran hormonális kezeléssel többszörös peteérést provokálnak, hiszen a létrehozott zigóták egy része képes csak megtapadni és fejlődésnek indulni. Nagyobb szám – nagyobb esély. Kiszámú esetben a heréből vett fejletlen spermiumok (értsd sejtmagjuk érett, csak ostoruk nincs még) injektálásakor nemcsak a hímivarsejteket, hanem a környező szövetek diploid* magját is bejuttathatják üzemi bal-esetszerűen a petébe, amely így elvetélve saját haploid* kromoszómakészletét, az apa klónozásába kezd. A belga Martin Nijs (*Van Helmont Hospital*) jelentette be, hogy négy évvel korábban, véletlenül klónozott így egy emberi lényt – olvashatjuk 1997. június 3-án, a *The New York Times*-ban, Gina Kolatatól. A lombikbébiprogramokban gyakran plusz embriók maradnak. A *National Institutes of Health (NIH)*; a humán genom project egyik szervezője; 1988–1992 között James Watson itt tevékenykedik) eseti engedélyeket adott arra, hogy ezekkel a zigótákkal az életük első 18 napjában – az idegszövet differenciálódásának kezdetéig – kísérleteket végezzenek. Ezek beültetését viszont megtiltotta, és azt is, hogy kimérák előállítására használják őket. 1993-ban Jeremy Hall (*Washington University*) bejelenti, hogy munkája során mesterségesen provokált egypetűjű ikreket. 1994. októberében Robert J. Stillman (*George Washington Medical Center*) egy petét két spermium magjával termékenyített meg, azaz triploid⁸ humán zigótát hozott létre. Az így létrehozott élőlényeket klónozták, azonban életképtelennek találta őket.

b) Sejttestvér • 1996. júliusában, Skóciában megszületett Dolly. Ian Wilmut és csapata (*Roslin Institute*, Edinburgh) egy gyógyszergyár (*PPL Therapeutics*) támogatásával, sikerrel oldotta meg egy olyan hatéves anyabirkát tőgyéből származó sejtmagnak egy másik – a saját sejtmagjától megfosztott – petébe ültetése

⁸ A triploid háromszoros kromoszómakészletet jelent.

sét, amit egy harmadik birka hordott ki. A jövevénynek három anyja volt (pontosabban egy donoranyja, egy kvázi egyiptetűjű ikertestvére és egy béranyja), de apja egyetlenegy sem. A kísérlet statisztikája: 277 próbálkozásból 29 zigóta indult fejlődésnek, implantáció* után 13 megtapadt, amiből 5 meg is született. Három hamarosan (például fejletlen vesével) és egy másik kicsit később elpusztult. Maradt Dolly. A kísérlet leírása 1997. február 25-én, a *Nature*-ben jelenik meg, [538] amely után először kitör a zavarba ejtő eufória, majd a tökéletes zűrzavar [539–540]: kezdetét veszi a Dolly-mánia⁹. Mi történt, még csak most eszméltünk volna? Dolly genetikai rokonsága szerint annak a birkának a sejttestvére, amelynek tőgyéből a sejtmag származott. Az óriási tudományos eredmény az, hogy egy emlősből származó testi sejtmagban a biológiai óra a pete citoplazmájában visszaprogramozódik. A kérdések: **i.** Mi a konkrét anyag, ami ezt szabályozza?; **ii.** Biológiailag hány éves Dolly?; **iii.** Termékeny-e?

Dolly sejttestvére egy emberi fehérjét termelő transzgenikus állat volt. A szóban forgó juh az emberi véralvadás szempontjából létfontosságú humán gént egy tejfehérje gén helyén tartalmazza (tehát csupán egyetlen emberi gént, a néhány tízezer birkagén között), így az állat – mellesleg – humán véralvadási faktort is tejel. Mindez csak akkor meglepő, ha nem tudjuk, hogy több háziállattal (birka, egér, kecske, nyúl, szarvasmarha) termeltetnek már ilyen, a tejben kiválasztott életfontosságú és bonyolult szerkezetű humánanyagokat. A transzgenikus állatok egyedülálló képességeinek szexuális úton való örökítése bizonytalan. Létrehozásuk viszont ma még rendkívül rossz határfokú. Általában, a beépített emberi gén a kísérleti állatoknak csak a 2–3%-ban expresszálódik. A tejből készült gyógyszer a vérzékenység egy fajtájában szenvedő embereket mentheti meg olcsón, és mindezt a HIV-fertőzés veszélye nélkül. A korábbi készítmények ugyanis emberi vérből készültek. Vannak persze, akik azt mondják, így viszont a zoonózisok (állatokról emberekre terjedő betegségek és a prionok* – lásd „kergemarhakór” – jelentenek veszélyt). Ettől függetlenül ez az oka a *PPL Therapeutics* támogatásának, hiszen kétféle kutatásra ad pénzt a *Roslin* Intézetnek: **i.** állati tejben termelhető humánfehérjék előállítására; **ii.** állati tejfélek módosítására csecsemők szoptatására.

c) Mi természetes? • Ez az egész természetellenes – mondják most sokan. Ez esetben kétségtől jól jöcskán megkerüljük azt az utat, amit a teremtés tapos tat velünk, de ballagjuk egy kicsit körül a dolgot. Természetes-e minden, amivel magunkat körül vesszük? Természetes-e a borotvahabunk, a fogkrémünk, a fékezett habzású mosószerünk vagy a fogamzásgátló szereink? A felsorolásnak se vége,

⁹ 1997 júliusában Wilmut és munkatársai bejelentették Polly születését, aki már egy bőrsejt magjából született transzgenikus birka, de gondolataink már máshol kalandoztak.

se hossza nem lenne. Tessék most leejteni ezt a könyvet, és néhány percre körülnézni; keressék kicsit, ami természetes! *A sensu lato* természetes csupán azt jelenti, hogy megszoktuk, mai környezetünk részeként elfogadtuk. De vajon természetes-e az evolúció számára? Az anyatermészet az aszexuális (vegetatív) és a szexuális szaporodási formákat egyaránt ismeri. Az aszexuális formáknál testi sejtből jön létre az új egyed, míg a szexuális formáknál ivarsejtből. Növényeknél gyakori a vegetatív szaporodás, amikor például egy rügyből regenerálódhat a teljes növény. A burgonya esete jól ismert példa. A szexuális szaporodás egyik alelete a szűznemzés, amikor az utód a petéből spermium nélkül jön létre. Rovaroknál gyakori megoldás, s ha a megtermékenyítetlen petéből mindig hím lesz – mint a háziméhnél – akkor a hímek fennmaradnak, s tekerik tovább az evolúció kerekét; de ha mindig nőstény, nos akkor a fajból eltűnik a „termetés koronája”. Nélküle (ez itt most fizetett hirdetés) a faj genetikai állománya kimerededik, s a továbbiakban csupán a mutáció rejti a változás lehetőségét. Az evolúció nem igazán ezekről a fajokról szól, hanem a sokszínűekről, a környezethez jobban alkalmazkodó változatokról. A felnőttkori sejtmagklonozás a vegetatív szaporodás és a szűznemzés keveréke. Egy női ivarsejtet találunk ugyan a szereposztásban, de annak genetikai állományát kizárjuk, tehát nem szűznemzés. A testi sejtmag felhasználása miatt vegetatív szaporodásra emlékeztet, de mindez mégis egy pete citoplazmájába ágyazva, ahonnan mitokondriális¹⁰ információk érkeznek, s valami rendkívül alapvető hatás, ami visszapörgeti a biológiai órát (értsd, törli a promotergátlástól* beszűkült jelent). Értelmezhetjük úgy is, hogy a spermium szerepét egy testi sejtmag veszi át, de ez sem illeszkedik pontosan, mert hiszen a pete szerepét is átvette, s mindjárt zigótaként viselkedik. Az anyatermészet nem ismeri a szaporodásnak ezt a változatát. Nem keveri össze soha a haploid ivarsejteket a diploid testi sejtekkel, sőt az embrió igen korai osztódása során azonnal elkülöníti a későbbi ivarsejteket, nem teszi ki a következő nemzedéket a sorozatos osztódásban benne foglaltatott leolvasási kockázatoknak.

1997. márciusában Don Wolf és munkatársai (*Oregon Regional Primate Research Center*, Beaverton, Oregon) beszámoltak arról, hogy 1996 augusztusában, kevert embrionális sejtmagklonozás eredményeként megszületett két rhesus majmuk neve: Neti és Ditto. A felhasznált sejtmagok több egyedből származtak, így a két majom nem-egypetűjű ikerpár. Ez az intézet gyógyászati felhasználásra tenyészt majmokat. Az eredmény abban az irányban előrelépés, hogy bizonyos öröklődő genetikai betegségek esetleg gyógyíthatók lesznek vegyes sejt-es embriótechnika felhasználásával, ahol néhány korai sejt egy egészséges donortól származik, s az abban lévő gének felülírják a defektes géneket.

¹⁰ A sejtek erőművei, ők szolgáltatják az energiát.

Wilmut bejelentése után hamarosan, a pápához közelállónak ismert Gino Concetti a világ figyelmét felhívta arra, hogy törvényekben szabályozzák a klónozást (*Osservatore Romano*). [541] 1997. március 4-én Clinton drámai bejelentést tett: megtiltotta az állami pénzek humán klónozásra való felhasználását, amely nem vonatkozik a termékenységi programokra. Előtte azonban már Regan és Bush is megtette ugyanezt (eredmény: lásd feljebb). A tiltások sohasem terjedtek ki a privát szférára (az USA-ban több mint 700 vállalkozás foglalkozik biotechnológiával). 1997. március 11-én az Egészségügyi Világszervezet (*WHO*) etikátlannak minősíti az ember klónozását. A történelmi vallások képviselői tiltakoztak: a brahmanizmus, a buddhizmus és a judaizmus (Meir Law nyilatkozata szerint legalábbis, amit később Richard Address módosított) minden élőlény klónozását; a szunnita iszlám (Abdelmo'ti Bayyumi szerint) az ember és az állatok; a keresztyén vallások az ember klónozását ítélték el. A római katolikus egyház (Vatikán nem hivatalos bejelentése) az állatok, míg II. János Pál pápa valamennyi élőlény klónozását nemtetszéssel fogadta. A *CNN**, 1005 amerikai megkérdezésével statisztikát készít. E szerint az amerikaiak 89%-a nemet mond az ember, 66%-a az állatok és 40%-a a növények klónozására; 56%-uk nem szívesen fogyasztana klónozott állatból készült termékeket; 74%-uk Isten akarata ellen valónak tartja az ember klónozását.

1997. június 9-én az USA Etikai Szövetségének (*NBAC*) támogatásával Clinton 5 éves moratóriumot hirdet ki a humán klónozásra, és kéri a privát szférát, hogy csatlakozzon. A brit kormány 411 ezer dollárról felére csökkenti a klónozásra szánt támogatását. Eredetileg a *Roslin Institute* támogatásának 65%-a a brit kormánytól, míg 35%-a a *PPL Therapeutics*-től származott. A helyzet módosul, a világhírű intézet pénzügyi hiánnyal kezd küzdeni.

Wilmut a *Nottingham University, Agricultural Science* szakán végzett, majd tudományos minősítését az *University Cambridge Darwin College*-ben szerezte.¹¹ Nézzük néhány nyilatkozatát: „Nem hallottam még morálisan elfogadható okot, amely az ember klónozását legalizálhatná.” „Nem látok klinikai okot rá, miért kellene azt megpróbálni.” „Mi (értsd *Roslin Institute* és *PPL Therapeutics*) úgy gondoljuk, hogy az ember klónozása etikai szempontból elfogadhatatlan.” „Naiv lennék, ha azt képzelném, hogy képesek lennénk ezt megakadályozni. Nem tartanám viszont ezt rémisztőnek, csupán szomorúnak.” „Kiábrándító és valahogyan ironikus, hogy megvonták a támogatást, amint eredmény született.”

1998. január 5-én a 69 éves chicagói Richard Seed a *National Public Radio*-

¹¹ Wilmut elsődleges érdeklődése a xenotranszplantáció, amely arra irányul, hogy állati szövetek immunológiai szempontból alkalmassá váljanak az emberbe való beültetésre. A terület eddigi sikere az a transzgenikus sertésvonal, amely emberbe való átültetésre alkalmas szívbillentyűvel születik.

ban bejelenti, hogy terméketlen házaspárok problémáinak megsegítésére humánembrióklónozással foglalkozó intézet szervezésébe kezd, s csapata már 90%-ban össze is állt. Később hozzáteszi, hogy az intézet 18 hónapon belül elkezdheti a működését: évi 500 (vagy több) embrió kapacitással, amihez 1–2 millió dollár befektetésére van szükség, s ha mindez nem megy az USA-ban, úgy Mexikóba vagy a Karib-térségbe telepíti át. Seed a *Harvard University*-n végzett orvos. 1953-ban szerez tudományos minősítést. [530] Kutatási területe termékenységi problémák megoldása. Testvére – Randolph Seed sebész – hasonló területen dolgozik. Richard Seed cégei egy szarvasmarha-embrió beültetésével foglalkozó vállalkozás, és egy, a testvérével közös *Fertility & Genetics Research Inc.* névre hallgató vállalat. Mindkettő a csőd szélén áll. Vagyonat – beleértve házát – a hitelező bankok zárolták.

d) Emlékmás • Nézzük, mit hoznak fel pro és kontra a humán klónozással kapcsolatban:

ELŐNYÖK: **i.** Terméketlen házaspárok problémáit oldhatja meg. A női citoplazmás meddőség megoldására már ismerjük Emma esetét. A férfi/női ivarsejtmagi meddőségre megoldás kínálkozik, azonban ekkor a sejtmaggal¹² azonos nemű utód születik, s valamelyik fél génkészlete kimarad az utódból; **ii.** Megértjük a fogamzást, és mellékhatás nélküli fogamzásgátló készítményekhez juthatunk; **iii.** Megértjük a sejtosztódás és gátlás folyamatát, amelyet a rákkutatás használhat fel; **iv.** Kilökődésmentes szervátültetés válhat valóra. A klónozott ikerzigótát lefagyasztanak, s ha például szerzett vérképzőszervi rendellenesség miatt a megszülető megbetegszik, a másikat útnak indítják, s annak megszületése után lehetőség van arra, hogy a csontvelőjének egy részét a beteg megkaphassa. 1977-ben, 16 éves korában Anisa Ayalán (Kalifornia) leukémiát diagnosztizáltak. Öt éve lehetett hátra. Sem apja (Abe), sem anyja (Mary) csontvelője nem volt szövetileg kompatibilis az átültetéshez. Abe elkötött ondóvezetékét helyreállították. Mary teherbeesett és – aminek az esélye nem volt több mint 50% – az újszülött kompatibilis csontvelővel született. Anisa meggyógyult, és a kicsi is életben maradt. Elvi lehetőség nyílna nem-osztódó szövetek regenerálására is. Az idegszövet, például sérülés esetén nem regenerálódik; az anyasejt, amelyből az idegszövet fejlődik, még igen. A gyakorlati megvalósítás viszont igen morbid gondolatok felé kalauzolhat; **v.** Öröklődő betegségek leküzdése. Megelőző célzatú lenne; a létrehozott klón egyik tagját genetikai vizsgálatnak vetnék alá (amit persze nem élne túl), s ha normális, a másik vele genetikailag azonosat beültetnék, vagy hiba esetén vegyes sejtes embriótechnikával a hibás géneket kijavítanák.

¹² Lásd 2. jegyzet.

HÁTRÁNYOK: I. Genetikai alapú válogatásra ad alkalmat, amikor is az utódokban a szülői (vagy közösségi elképzelések tükröződnek – lásd **III.** pont), s nem a természetben eddig bevált rend. Sérti az utód identitását és integritását, degradálja a szülői státust. Lesz-e viszont olyan szülő, aki gyermekének át szeretné adni az őseitől örökölt kínzó betegségét? A gazdag emberek kiváltsága lehet, hogy megszabaduljanak betegségeiktől, és ezt követően még érzéketlenebbé válhatnak a többségi szegényekkel szemben; **II.** Rokonsági, tulajdonjogi zavarokat idézhet elő; gondoljunk váláskor a lefagyasztott embriók sorsára. Egy igen érdekes példa idekívánczozik. 1977-ben Tim Twomey balesetben elvesztette a heréit. Egyetettől ikerestvére felajánlotta neki az egyiket. 1980-ban felesége egészséges fiúgyermeknek adott életet. Ki a gyerek apja? Tim genetikailag azonos tartalmú herét kapott, az ő szervezete táplálta már jó ideje, eredetileg mégsem az övé volt; **III.** Eugenetika, amelyben a vizsgálatok után genetikailag terhelte, másodrendű embereket különíthetnek el. Sajnos kézenfekvők a történelmi példák: az USA-ban, az 1920-as években kényszersterilizált 10 ezer elmebeteg, alkoholista és bűnöző; 1933–1939 között a náci Németországban sterilizált 350 ezer zsidó és cigány, az ugyanitt 1940–1941 között elgázosított 70 ezer elmebeteg stb.; az 1934–1975 (!) között Svédországban sterilizált 63 ezer elmebeteg és cigány. A Nobel-díjasok spermabankja viszont, a *Repository for Germinal Choice* (Escondido, Kalifornia) 20 év alatt csupán 218 megrendelést teljesített. Úgy tűnik – helyesen –, a hölgyek inkább egy ismert személy génkészletét részesítik előnyben; **IV.** Nagymértékű elterjedés esetén génerózióhoz vezetne, amely az emberi faj fennmaradó-képességének rovására mehet. Tudnunk kell azért, hogy a természetben 300 közül 1 egyetettől ikerpár születik.

e) A tudós felelőssége • Hogyan is néz ki a rendkívüli méretű dilemma. Az is válhat veszélyessé, amit nem, s az is, amit tudunk? Beszéljünk előbb általánosságokban. A tudós tanításokban öröklődő kutatások vonzásában él. Minél több munkát fektet be, annál inkább elszánt. Titokban „álmodik”, azokat kísérletekben ellenőrzi. Meg kell tiltani, hogy ezt tegye? Hiba lenne. Ez az alapkutatásban dolgozók küldetése. Nem velük van a baj (még ha ők fedezik is fel az atomenergiát), hanem a profitban utazó alkalmazókkal és megrendelőikkel (akik finanszírozzák, majd kilátásba helyezik az atombomba felhasználását). Ha tiltani kell, hát csak: erre-erre! Nézzük most a klónozást. Fel kell-e tárnunk egyed- és törzsejlődésünk misztériumait? Félig-meddig? Csak, ami hasznos, ami nem ütközik a mai normáinkkal? Felhőtlenül naiv tudományetikai modell. Hogyan lehetne a következményeit annak kiszimatolni, amit még csak most kutatok, tehát még az eredményeket sem ismerem? Megszámolható-e az ismeretlen? Hogyan lehet csupán hasznos dolgokat felfedezni? Most még személyesen is kell, hogy kérdezzem: Ha nem lehetne gyereke, belenyugodna-e, vagy segítő kezeket keres?

Ha ma gyógyíthatatlan beteg, reménykedik-e, hogy holnap talán gyógyíthatóvá válik? Mire alapozza a reményeit?

Honnan ered mégis a mai tudósról formálódó etikátlan szörny képe? Miért szólt úgy Gina Kolata cikkének alcíme Willadsenről „*A tudós, aki kimérát készített, majd megette*”. [542] Miért találja jellemzőnek elmondani azt, hogy megölte és felboncolta őket, hogy megnézzé vemhesek-e, aztán amikor elhagyta Angliát, feltálalta őket a búcsúpartiján? Miért tartja fontosnak elújságotlani, hogy azt állította, az ízük nem volt igazán jó, mert inkább voltak kecskék, mint birkák. Ki volt jellemesebb, a manír nélküli Willadsen – aki klarinétján Mozartot játszik és amerikai kollégáinak Shakespeare szonettjeit magyarázgatja – vagy Gina, aki Willadsen fényében sütkérezve megítélni igyekszik őt. Mit gondolt vajon, meg kell-e a lényegtelen is írni? Mit gondolt, van-e érzékenységnek helye a tudományban; meghathat-e más egy tudóst, mint a színtiszta logika? Mauzóleumokban állítsuk-e ki a balzsamozott alkotásainkat, vagy a helyükön hagyjuk őket? Meglepődne-e végül, ha szembesül vele, hogy a tudományban dolgozó emberek hasonló eredményekkel és hibákkal bírnak, mint valamennyien, csak késztetésük van arra, hogy kérdéseket tegyenek fel, és arra türelmesen keressék a válaszokat? Természetesen tévednek is – sajnos sokszor –, mint valamennyien. Miért állította Freeman Dysonnak egy vermonti háziasszony azt, hogy a tudósok a saját kedvükre azzal töltik az életüket, hogy állatokat kínoznak? [543] Ugyanígy gondol vajon Neti és Ditto rokonainak mártírúrára, s a tudósok ambícióira, amikor majd beadja beteg gyermekeinek a gyógyszereket? Janus két arca, az ókori római templom kapuján kívül és belül. Miért vizionálja Dyson azt, hogy a közeljövőben elmehetünk egy komputer vezérelte családtervezési irodába, és – mint a kerületi őrön – összeállítjuk megrendelt (körözött?) utódunk mozaikképét? Lehet, hogy az ember mégis minden fajok között a legveszélyesebb? Lehet, hogy a biotechnológia évszázadát a neurotechnológia követi majd, ahol a személyiség manipulálásának lehetőségét keresik, mint az *Emlékmás*-ban? Lehet, hogy szakadék nyílik az emberi szükségletek és az új technológiák között, amelyet csak a már szenvtelenül méregetett etika tölthetne be?

Nem lesz szükség férfiakra – feltételezik néhányan. Én azért titokban bízom a nőkben – ritkán unalmas volna nélkülünk –, könnyen felejtve Merle ballépését, a *Védett férfiak*-at. A *brazíliai fiúk* miatt egyesek Hitlerrek klónozását is elképzelhetőnek tartják. Egy kis közösség Elvis Presley feltámasztására gyűjt adományokat, mások szerint Yoko Ono John Lennont kívánja rekonstruáltatni. Gazdag szülők tragikus balesetben elhunyt gyermeküket szeretnék viszontlátni.

Jó, ha tudjuk, klónozni csak élő, kevésbé differenciálódott szövetből származó sejtmaggal lehet, ha majd ezt – minden tiltás dacára – mégis megoldják. Csak az *X-akták*-ban van remény e nélkül. Más a helyzet, ha van szakszerűen lefagyasztott szövet. Ehhez azonban meg kell még értenünk valami elementárisan

fontosat. Klónozni az egyén génkészletét lehet, nem a személyiségét. A zigótában meglévő genotípus* a potenciális lehetőség, amivé válhattunk volna testi-le. A műszaki leírása annak az embercsoportnak, akik a rokonaink: őseink gyülekezete tiszteleg benne. A fenotípus* viszont az, ahogy végül megjelenünk (a fizikai realitásunk). A méhen belüli fejlődés vezet el az egysejtűtől (genotípus) a gyámoltalan csecsemőig (fenotípus). Eközben dekódoljuk, ami a génjeinkben foglaltatik. Bontogatjuk a pakkot, benne az ajándékkal, amit kaptunk, s amit évmilliókon keresztül csiszolgtatott az evolúció. Anyánk szervezetén keresztül ismerkedünk a külvilággal. Az embrionális fejlődés nevű labirintusban, végigkússzuk az utat; az evolúció bemutatja a még ki sem nyíló értelmünknek a trükkjeit és felfedezéseit. Választási lehetőségek sokaságán át a dió felé igyekszünk, mint kis barátunk Algernon; s ha megérkezünk, úgy kész az a masina (fenotípus), amit később nagyon megszokunk. A személyiség viszont az, ami valójában csak ránk jellemző (a mi pillanatunk a teremtésben), akire azt mondjuk: „én”, akit emlékképek alakítanak. Jó és rossz tapasztalatok: család, tanítók, barátok és barátnők, jó könyvekből kísértő mondatok, hittel végzett munka, áldott kudarcok és érdemtelen győzelmek.

Nincs kétségem a felől, hogy ami megtörténhet, az meg is fog. Nincs, ami másra utalna. Az önmaga klónozását szorgalmazó számomra mégis a legkülönböbb fajtámbeli. Azt hiszi, hogy mint egy *science fiction*-ban minden megtörténhet, hogy az erőből duzzadó egészséges éne majd lazán elhantolja az elhasználódott régi porhüvelyt, miközben azt mondja frankón: „*Hasta la vista, baby*”. Tudniuk kell, hogy a valamikori tökéletlen másolat meg fogja lepni a megrendelőjét; önálló¹³ személyiséggel fogja majd eltemetni, s ha elég intelligens lesz, azon gondolkodik, hogy ő is ilyen hülye lesz-e, ha megöregszik? Van-e okunk rá, hogy kétségbe vonjuk az egyiptetű ikrek önálló személyiségét¹⁴? A megrendelők soha sem teszik majd fel ezt a kérdést.

Nem igazán értettem Nagy Lászlót, hogy amikor azt kérték tőle, üzenjen a későbbi nemzedékeknek, azt válaszolta, hogyha lesz emberi arcuk, csókol(tat)ja őket. Éretlenül bosszankodtam. Hogyan lehet ilyen egyszerű, hétköznapi, családban szokásos dolgot üzenni? Mégis, mintha anyám mondta volna: minden hangjában nem-felejtethetőn. Mit gondolnak, elég emberi az arcunk Nagy László éteri csókjához?

¹³ Vizsgálatok szerint az egyiptetű ikrek személyiségének 50%-a, a nem-egyiptetű ikrek 25%-a, a testvérek 11%-a és az idegenek személyiségének 0%-a hasonló.

¹⁴ A legendás számai ikrek közül Eng Bunker morózus alkoholista, míg Chang vidám, a lehetőség keretein belül absztinens volt.

1.2. A herbicidtoleráns növényről a delta-endotoxint termelőig

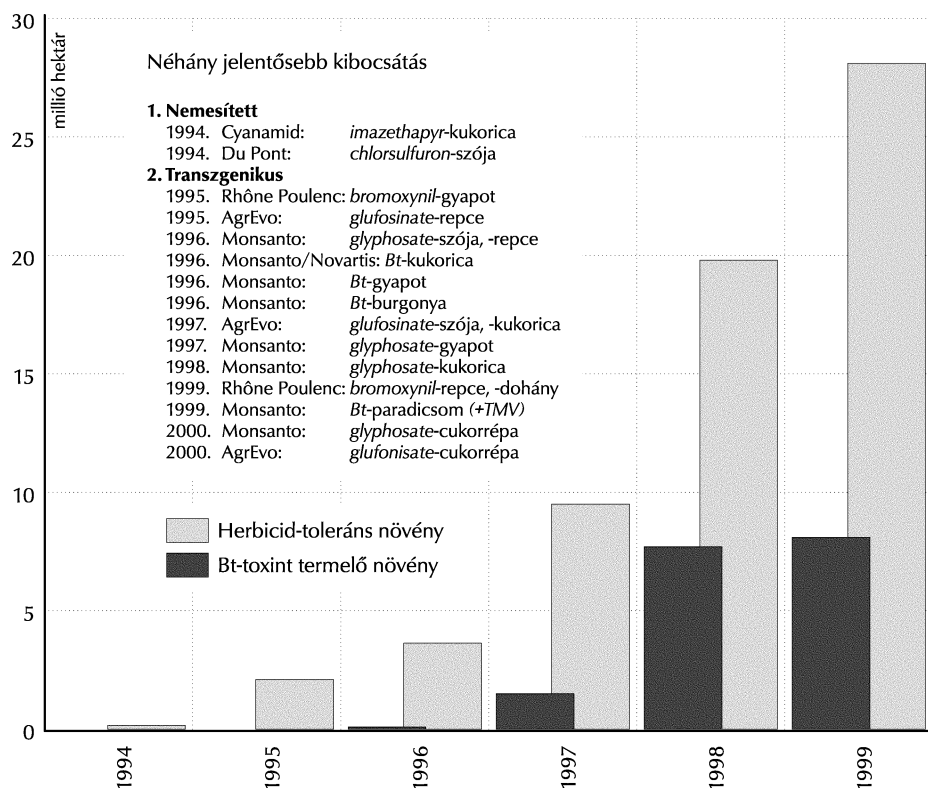
A genetikailag módosított élőlény (= *genetically modified organism, GMO**; *genetically engineered organism, GEO**) esetében a módosítás az ivarsejtekre is kiterjed, tehát az élőlény öröklődő megváltoztatásáról van szó, míg a transzgenikus élőlény (= *transgenic organism, TGO**), ezen túlmenően fajidegen örökítőanyagot is hordoz.

a) Transzgenikus piac • 1986 és 1993 között kísérleti célból a világ 28 országában 675 transzgenikus növényfajtát bocsátottak ki. Ezek közül kiemelkedő gyakoriságú a növényvédelemben a *glufosinate* (= *phosphinothricin*) – burgonya, dohány, kukorica, lucerna, cikória, nyár, rizs, szója, cukorrépa, paradicsom (163); a *glyphosate* – dohány, kukorica, nyír, gyapot, káposztafélék, len, szója, cukorrépa, paradicsom (90); a szulfonil-karbamid (39, például *chlorsulfuron*) és a *bromoxynil* (30) gyomirtó szereket elviselő növények kibocsátásának száma. Úgy tűnik, a gyomirtó szer toleráns növények fejlesztésére koncentrált az összes sikeres munka fele. [544] A herbicidtoleranciáért felelős gén általában mikroorganizmusokból kerül át a transzgenikus növényekbe. Jelentős hangsúlyt kapott a *Bacillus thuringiensis*-ből származó δ -endotoxint termelő gén növényekbe való ültetésével a rovarrezisztens növények előállítására is. A fejlesztések egy további része szintén természetstechnikai problémákon igyekszik javítani, itt a hímsterilitást – lucerna, karfiol, cikória, repce, dohány (54); a késleltetett érést – paradicsom (32) míg egy csekélyebb része a jobb beltartalmi értéket – sárgarépa, kukorica, repce, rizs, szója, napraforgó, dohány (29) – célozta meg. A világon mintegy 3 ezer kísérlet eredményeként 30 országban 40 növényfaj genetikai módosítását hajtották végre valamilyen gazdasági cél érdekében. [545]

Az első természetési célú kibocsátás dátuma 1993, amikor Kína vírusellenálló transzgenikus dohány termesztését kezdte meg. A genetikailag módosított növényeket árusító hivatalos piac (64. ábra) 1994 óta jegyzett. Ez évben kapott gyakorlati felhasználásra engedélyt a tárolható FLAVR SAVR (Calgene) paradicsom és 1995-ben a módosított olajtermelésre képes LAURICAL (Calgene) repce. Növényvédelmi vonatkozásban a kezdeti két évet még a hagyományos biotechnológiai módszerekkel (szomaklonális vonalak*) előállított herbicid-toleráns fajták az IMI (*imazethapyr*) kukorica és STS (*chlorsulfuron*) szója jellemezte. A kibocsátás utáni első három évben az USA-ban a kukorica (1–6%) és a szója (3–5%) vetésterületének egy kisebb részét foglalták el. A transzgenikus növények piaca 1996-ban a Calgene (később Rhône Poulenc) BXN gyapotjával (*bromoxynil*) bővült, amit követett az AgrEvo *glufosinate*-toleráns kukoricája (LIBERTYLINK) és repcéje (INNOVATOR). Jelentős sorozat a Monsanto ROUNDUP READY (*glyphosate*) jelzetű szója, repce, gyapot (PAYMASTER), kukorica és cukorrépa fajtái. 1996 után

jelent meg a Monsanto a δ -endotoxint termelő kukoricája (a Novartis Seeds-szel közösen – BtXTRA, MAXIMIZER, NATUREGARD, YIELDGARD, ATTRIBUTE), míg az AgrEvo külön a minőségileg is más STARLINK fajtával, majd ismét a Monsanto de gyapot (BOLLGARD), burgonya (NEWLEAF) és paradicsom fajtákkal. 1996-ban a herbicid-toleráns transzgenikus növények 135 millió, a Bt-toxintermelő növények piaca 100 millió \$-t tett ki. A piacai előrejelzés szerint a herbicid-toleráns fajták piaca évi 54%-kal (ez a peszticidipar legpozitívabb előrejelzése, 2001-re 1185 millió \$-os piacot jósolnak), a Bt-toxintermelőké évi 44%-kal nő (630 millió \$-os előrejelzés). [73] Mellettük elhanyagolhatóan kicsiny még az egyéb TGO-termékek piaca. A termesztési terület növekedése 1999-ben némi megtorpanást mutatott, 2000-ben pedig csökkent. [546–547]

A növényvédelem területén a növényvédő szer gyártó cégek (Aventis, Monsanto, Novartis stb.) és biotechnológiai cégek (Ecogen, Mycogen stb.), valamint a vetőmagtermelő cégek (DeKalb, Pioneer stb.) fúziójának vagyunk jelenleg



64. ábra: Gyomirtószer-toleráns és Bt-toxintermelő növények termesztése a világon.

Forrás: Wood MacKenzie, 1997; James, 1998; Balázs, 2000

szemlélteti. Ennek következménye olyan, szabadalom által védett vetőmag, amelynek használata kötelezően betartandó növényvédelmi technológiát is feltételez. A termesztésre ajánlott fajták számát nézve a Monsanto, Du Pont és az Aventis emelhető ki.

b) Transzgenikus bakulovírusok • A bakulovírusok gyakorlati felhasználásának megítélésében Észak-Amerika és Európa között különbség van, míg Észak-Amerikában (GUSANO, GYPCHEK, NEOCHEK stb.) és Japánban néhány készítmény forgalomba került, Európában ezt megakadályozták. Magyarországon a gradációra képes kártevőnépességének összeomlásához a természetes vírusfertőzések rendszeresen hozzájárulnak. [548] A bakulovírusok (Bakuloviridae) ízeltlábúakra (azon belül endopterygota* fejlődésű rovarokra) patogén vírusok. Két csoportjuk: a nucleopolyhedrozis-vírusok (NPV) és a granulózisvírusok (GV). A génmanipuláció tárgya a legtöbb esetben az NPV-típus. A bakulovírusok egyik legfontosabb sajátága gazda-specifitásuk (ez egy családba tartozó fajokra vonatkozik) és lassú hatásuk, amennyiben a betegség kifejlődéséhez néha hetek kellenek, miközben a kártevő károsít. [549] E hátrányok kiküszöbölésére igyekeztek a bakulovírusok genomját úgy módosítani, hogy szélesebb hatásspektrumú kórokozóhoz jussanak. A módosítás technikája általában az AcNPV (*Autographa californica* bagolylepke) vagy a BmNPV (*Bombyx mori*, selyemlepke) és plazmid (pUC – *Escherichia coli* eredetű ampicillin-rezisztenciáért felelős gén) egymásra hatásának eredményeként jön létre. A végső produktumból az antibiotikum markert* kivágják.

Ez a terület jelenleg még nem szolgáltat termék-szintű eredménnyel. [54] A legjelentősebb aktivitást ezen a területen az American Cyanamid (ma Monsanto) fejt ki. Külön érdekesség, hogy a kukorica hímsterilitást előidéző gén növelte a pathogenitást, míg több logikusnak tűnő kutatási irány gyakorlatilag kudarcot vallott.

c) Transzgenikus baktériumok • Húsz év használat után a *B. thuringiensis*-re rezisztens rovartörzsek szelektálódtak ki. [550] Ennek megoldására az Ecogen két különböző stratégiát követő fejlesztést hajtott végre:

- A kutatók egy része a δ -endotoxinok termeléséért felelős plazmidok izolálását végezte el, amelyeken lévő gének különböző endotoxinokat termeltek. Az Ecogen például 1988-ig 4 ezer *B. thuringiensis* törzset vizsgált. Az eltérő hatásspektrumú törzsek esetében igyekezett a δ -endotoxint termelő plazmidot azonosítani, kurtítani (sokszor a toxintermelés ilyenkor jelentősen javul) majd konjugációval átvenni olyan *B. thuringiensis* törzsekbe, amelynek fermentációja* már korábban megoldott. Ilyen „módosító” jellegű fejlesztés eredménye volt a CRYMAX, CRYSTAR és LEPINOX.

- A másik megközelítés a „hibridképzés”. Egyes esetekben két szerotípust* konjugáltattak és a plazmidok új variációját hozták létre, amelynek segítségével azok különböző hatásspektrumú δ -endotoxinok egyidejű előállítására váltak képessé. Például a burgonyabogárra patogén toxint kódoló plazmid elkülönítése után derült ki, hogy az a burgonyán előforduló hernyó kártevőn nem hatásos. Viszont mindkét plazmidot tartalmazó *B. thuringiensis* a burgonya teljesebb védelmére vált alkalmassá. [551–552] Ennek a fejlesztésnek a nyomán jöttek létre a *kurstaki* x *morrisoni* (FOIL, JACKPOT, RAVEN) és *kurstaki* x *aizawai* hibridek (AGREE, CONDOR, CUTLASS, DESIGN, ECOTECH BIO, ECOTECH PRO, RAPAX, TUREX). [85]

Egy új vektor rendszer (*B. thuringiensis* plazmidból származó Tn4430 transzpozon*) alkalmazásával megoldották a *cryIIIa* gén* hely-specifikus cseréjét. [553–554] A *cryIC*-nek a bevitelével sikerült aktivizálni a *cryIA_c* gént is, amely szélesebb hatásspektrumú *B. thuringiensis* törzset eredményezett. Az új vektor lehetővé tette az antibiotikum-marker rész eltávolítását is, és csupán *B. thuringiensis* eredetű DNS-részeket vitt be az új törzsbe.

A Mycogen hasonló szelekcióra épülő munkája során különböző δ -endotoxint kódoló géneket különített el, amelyeket jelentős mennyiségi produkcióra képes, genetikailag módosított *Pseudomonas fluorescens*-be klónoztak. A fermentáció végén a *Pseudomonas*-t elpusztítják, így a δ -endotoxint „mikrokapszulázzák”. Az eljárás neve: *CellCap*, amely az endotoxint a fénytől, hőtől és környezeti ártalmaktól óvja. Az M-TRAK fiatal burgonyabogár lárvák ellen, az M-PERILL a kukoricamolyl, míg a MATTCH, MVP és MVP-II hernyókártevők ellen alkalmazható sikerrel.

d) Transzgenikus növények • Igen sok kutató fantáziáját felkeltette az a lehetőség, hogy a növények génkészletének módosításával a növény termelje azt az ágénst, amellyel saját védettségét növeli. A természetben ezeket allelokemikáliáknak* nevezzük, és igen sok növény termel ilyeneket. A biotechnológia abban az értelemben lép ezen túl, hogy más élőlényekből származó géneket visz át a növényekbe, [555] amelyeknek így – az új tulajdonságuk révén – megváltozhat a környezetükkel kapcsolatos viszonya. [556]

- Növényi kórokozó vírusrezisztens transzgenikus növények. Növényi vírusok ellen nem rendelkezünk hatékony védekezési eljárásokkal. Pontosabban eljárásaink megelőző jellegűek. A biotechnológia két lehetőséget kínál a probléma megoldására: **i.** vírusrész beépítése a genomba ismerve azt a tényt, hogy amennyiben homológ* DNS található a genomban a betegség kifejlődése gátolt; **ii.** vírus köpenyfehérjét termelő gén beépítése a növényi genomba, amely következménye, hogy a sejteket fertőző virion* azonnali

kapszulációja* megakadályozza a betegség kifejlődését. [556–557] 1995-ben vírus-rezisztens FREEDOM II (Asgrow) tök forgalmazását kezdték meg.

- Növényi kórokozó gombarezisztens transzgenikus növények. Több kísérleti fázisban lévő próbálkozás van ezen a területen, amely azonban gyakorlati felhasználást még nem ért el. A rezisztenciát ebben az esetben általában az biztosítja, hogy néhány hidrolitikus* enzim (például kitináz, glükánáz) megnövekedett aktivitása a növényi kórokozó gomba sejtfalát bontja. [557]
- Herbicid-toleráns transzgenikus növények. Szántóföldjeinken általában különböző növényfajokból álló gyomnövény-közösség él, amelyben az egyes fajok életritmsa, érzékenysége (habitusa és metabolikus képessége) herbicidekre igen eltérő. Ez a helyzet vonta maga után a totális herbicidek kifejlesztésének igényét, amelyek valamilyen, a növényi élet szempontjából alapvető folyamatot, legelterjedtebben a fotoszintézist vagy a fehérjeszintézist gátolják. Egyes esetekben azt találták, hogy néhány baktérium és növényfaj „kezelti” képes ezeket a totális hatású herbicideket is. A génmanipuláció megnyitotta azt az utat, amelyben az eredetileg érzékeny növényfajtákba a megfelelőnek tűnő gént „átírányítva” az illető hatóanyagra toleranciát mutató transzgenikus fajtákhoz lehet jutni. Ez praktikusán azt jelenti, hogy az illető herbicid fitotoxikus hatást illetően kockázatmentesen (különösebb szakértelem nélkül) alkalmazható. 1997-ben mégis azt olvashattuk, hogy az USA-ban a gyomirtó szer toleráns PAYMASTER gyapot – amely évi két *glyphosate* permetezésre volt „hitelesítve” – termésének jelentős részét lehullajtotta a második kezelés után. [558] Mindez az előző két évben nem fordult elő.¹⁵ Időben nem sokkal hamarabb történt, hogy Kanadából a Monsanto visszahívta a ROUNDUP READY repcefajtát, mivel magjának előállítására során még nem engedélyezett gén (*RT-200*) is belekerült. [559]
- Rovar-rezisztens transzgenikus növények. Ezen a területen meghatározó súllyal a *B. thuringiensis* δ -endotoxinjával kapcsolatos eredmények érdemelnek figyelmet. 1992-ben *B. thuringiensis*-ből már 42 toxinférféregént írtak le. A négy főcsoportból leginkább a lepke fajokon hatékonyak váltak ismer-

¹⁵ Okait illetően spekulatív magyarázatok vannak, amelyet bonyolít, hogy többféle transzgén is van a megoldásra. A totális növényirtó hatású *glyphosate* hatóanyagot mikrobiális (*aroA*, *sm1*, *cp4*) vagy növényi eredetű (*epsps*) transzgén, az 5-enolpiruvát-sikimát-3-foszfát-szintetáz *EPSP** előállítására serkenti. A növényfajta „hitelesítésének” oka az, hogy az *EPSP* gátolva az aromás aminosavak és másodlagos metabolitjaik képződését, növelik a kloroplasztisz *glyphosate*-toleranciáját, de ez ellen hat közben a *glyphosate* növényen belüli akkumulációja. A bakteriális eredetű *gox* transzgén viszont a *glyphosatet*-ot aminosmetil-foszfonná alakítja. Többen kétségbe vonják, hogy e transzgénnek aktivitása következtében nyilvánvalóan megváltozott növényi profilra a teljes – táplálkozástani szempontból megfelelő – toxikológia elkészült (vö. a *bromoxynil* története).

tebbé. Ez 20 eltérő tulajdonságú proteinkristály*, amit 6 plazmidon elhelyezkedő több gén kódol. A transzgenikus gyapot kifejlesztésére például a *cryIA_b* és *cryIA_c* gének részben módosított formáit használták fel, amelynek kifejeződése a növényben már 100-szor volt jobb, mint az eredeti génké. A toxint kódoló gének manipulálása új típusú toxinok előállítását eredményezheti, példa erre a Mycogen által bejelentett törzsek, amelyeknek fonalféreg-fajokon is van aktivitása. A transzgenikus növény elkészítésekor általában az *Agrobacterium tumefaciens* Ti-plazmidjával vitték be a bakteriális plazmid eredetű DNS-szakaszt a kromoszómákba, amely random beépülést és eltérő hatásfokú expressziót vont maga után. A citoplazmatikus öröklődés előnyeit a fejlesztés tehát elveszítette, hiszen így a pollen útján való terjedés gyakorlati problémává lépett elő.

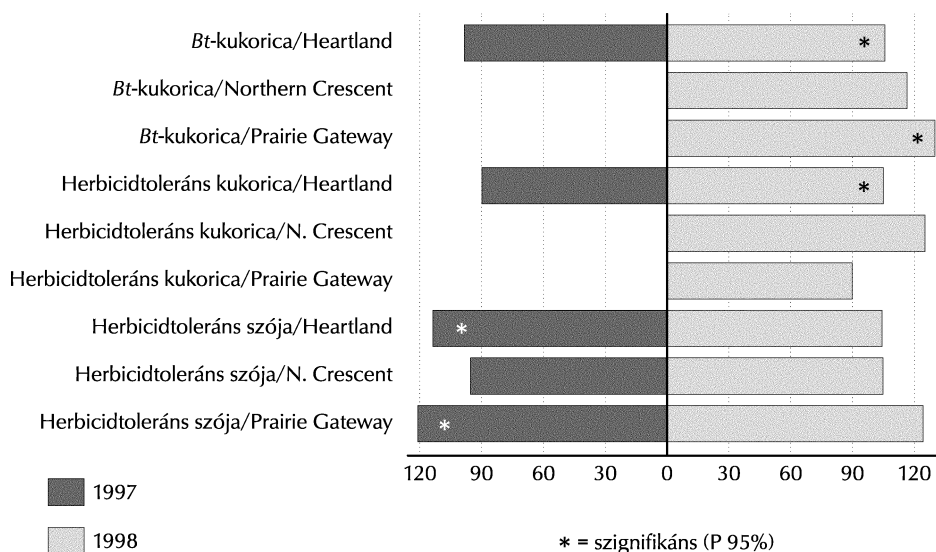
A terület egyik újdonsága az AgrEvo által kifejlesztett CryIXC toxint termelő kukorica (STARLINK), amely a korábbi transzgenikus fajták – amelyek CryIA_b (Ciba-Geigy, Monsanto, Northrup King) vagy CryIA_c (Calgene, DeKalb, Monsanto) toxint termeltek – leváltására is alkalmas lesz, mivel a CryIXC toxin receptor helye, így hatásmechanizmusa a korábbiaktól eltérő. A *cryIIIA* gén viszont, amely bogárfajokon patogén, a Monsanto tulajdonában van.

A transzgenikus növények továbbfejlesztett változatai már nem egy, hanem több gént is tartalmaznak. A Novartis (Mycogen közreműködéssel), a Monsanto (Asgrow és Calgene érdekeltséggel), az AgrEvo (Croplan Genetics társsal) és a DeKalb fejlesztései között olyan transzgenikus növényfajták szerepelnek, amelyek egyidejűleg többféle speciális tulajdonsággal is rendelkeznek, például az új kukoricafajták a δ -endotoxint kódoló génen kívül vírusrezisztenciát (MDMV* és MCMV*) biztosító köpenyfehérje géneket, valamint herbicid-toleranciával kapcsolatos géneket (+ ampicillin-rezisztencia vagy luciferáz gént) is tartalmaznak.

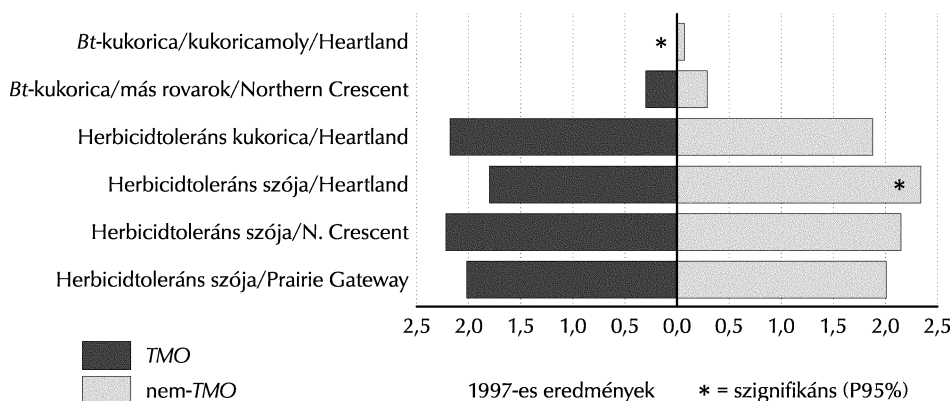
2. Törvényre törve

Géntechnológiai törvényünk egyetlen erénye, hogy létezik. Kerettörvény, amelynek szakmai tartalommal való megtöltése a Géntechnológiai Bizottság feladata. Működésének első évében csak növényvédelmi jellegű fejlesztéseket kapott bírálatra. Ehhez nincs szakértője, viszont elnökének biotechnológia-pártisága ezt is „kezelhetővé” teszi. [560–561]

Ezen a képen, valahol Kínában, nyakig gombolt zubbonyt viselő férfiak jönnek szembe. „Várhatóan többen leszünk, és nem akarunk éhezni” olvasom alul. [562] Talán nem lehet messze ez a hely a Tiltott Várostól, amely előtt a Tiananmen tér zugaiban annyi bodega van, hogy az ételszagtól is jól lehet lakni, és ahol az egygyermekes családi modell ma a követendő. Lélegzetvételnyi szünet után azt gondolom, ez is egy válfaja a reklámnak, most éppen a biotechnológiáé. És ez a fajta, ha nem akarom is, belém kúszik, s mert ellenállok, hát az emlékeimbe ragad. Bizonyára szükség van rá, hiszen a közeli Ausztriában a lakosság 18%-a mutat hajlandóságot génmanipulált paradicsomot vagy burgonyát vásárolni. Igaz viszont, hogy a másik véglet a környezetvédelmi mozgalmairól híres Ka-



65. ábra: Transzgenikus növények terméseredményei (%). Forrás: USDA, 1999



66. ábra: Inszekticid vagy herbicid kezelések száma (db). Forrás: USDA, 1999

nada, ahol ez az érték 69%. Ha az átlagot nézzük, az emberek fele elutasítja azt, hogy az élelmiszereiben számára eddig ismeretlen összetevők jelenjenek meg.

De hol is írják mindezt: az élelmiszer túltermeléssel küszködő Európában, ahol az iparilag fejlett vegyszergyártó és importáló országokban élő, tudathasadásos lakosság körében a biotermékek keletje növekedik, vagy érzékszerveim dacára az éhező Szudánban, amely donáció révén a legjelentősebb elavult peszticidkészlettel rendelkezik?

Valójában több élelmiszerről vagy csupán néhány peszticid kiterjesztett piacáról van szó? Érdemes megvizsgálni, melyek is azok a biotechnológia által felkínált termékek, amelyek valóban jelentős mennyiségi terméknövekedést kínálnak. Ilyen volt talán a növekedési hormonnal folytatott próbálkozás, amelynek nyomorék állatok lettek a következményei. A disznók izületei például nem bírták a beépült víztől túlságosan gyors súlygyarapodást, vagy a kezelt tehenek tejontása is csak átmeneti volt, ami legfeljebb a rendes élettelsítményüket tette a lábunk elé, miközben belerokkantak a szegény párák. A mezőgazdaság területén tehát nem látom az abszolút mennyiség növekedését eredményesen megcélzó fejlesztéseket, a növényvédelmi technológiákat egyszerűsítőket viszont igen (64. ábra). Ez sem kevés, ha arra gondolunk, hogy Európában termesztett növényeink 20–40%-a veszhet kárba kártevők miatt. Mindez a kémiai növényvédelem felségterülete, és valóban, az USDA saját kísérletei arról győzhetnek meg bennünket, [563] hogy ha van ilyen termésnövekedés, az ezeken a határokon belül marad (65. ábra). Mégis, ha a peszticidfelhasználás csökkentésének irányában hatnak, vagy korszerűsítik a peszticidválasztékot, már megérte. Ugyanezekben a kísérletekben ezt csak részben sikerült kimutatni (66. ábra). A herbicid-toleráns növényeknél a kezelésszám ugyanúgy kettő felé tendált, mint a hagyományos kezelések esetében. Kukoricamoly ellen viszont csak a terület töredékszám-

zalékán vált szükségessé a fertőzés indokolta védekezés, miközben a transzgenikus kukorica ettől függetlenül nagymennyiségű toxint termelt (például repce: 238 ± 29 ng CryIA_c/mg levélfehérje) amiből 140 nap múlva talajtípustól függően 0,1–35%-a mérhető vissza. Itt tehát a területen megjelent növényvédőszermennyiség még emelkedett is.

Távolabbi fejlesztések ígérete (!) szerint szélsőséges környezeti viszonyok (sós talajok, száraz klíma, relatíve hideg és napfényszegény területek) mellett lehet majd gazdaságosan termesztetni. Errefelé lehetnek a rokonszenves megoldások, de itt még nem tartunk.

2.1. A magyar törvény

Tekintsünk el most attól, miről szól ma éppen a biotechnológia, bízzunk egy céljait jobban megválasztó jövőben, és nézzünk csupán magunk elé, hiszen a jelen az, hogy 1999. január 1-jétől már van valamink, és ez az 1998. évi XXVII. törvényünk (*Magyar Közlöny* 1998, 28, 2397–2407), amely a géntechnológiai tevékenységről szól. Háttérben opponáltam (a KTM a KÖM elődje kért rá) ennek a törvénynek a felmenőit, így láttam az utolsó három változatát. Nem panaszkodom túlságosan: volt, ami kedvezően változott a korábbiakhoz viszonyítva. A szerencsém összehozott a törvény szimpatikus, fiatal, az agrártárcánál dolgozó egyik alkotójával is (sokféleképpen jó a gödöllői HÉV), akinek első komolyabb munkája volt az, amiről itt alább szó lesz, s nem titkolta, hogy kerettörvényről van szó, amit a használatának kell majd kiigazítania.

Kik is fognak majd először vele ismerkedni? Kétségtelenül a Géntechnológiai Eljárásokat Véleményező Bizottság (GB) tagjai és mellettük a géntechnológiai hatóság (gh). A GB követhetően definiált társadalmi szervezet, amelyet az alábbiak alkotnak: Magyar Tudományos Akadémia 5 fő, környezetvédelmi és egészségvédelmi céllal bejegyzett társadalmi szervezetek 6 fő (2 egészségügyi és 4 környezetvédelmi), míg további 1–1 fővel képviseltetik magukat az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, valamint a földművelési, a gazdasági, a környezetvédelmi, a művelődési és az egészségügyi tárcák. 17-en vannak tehát, akik elnököt és titkárt maguk közül választanak. Lehetne róla vitát nyitni, miért pontosan ők (például ha az OMFB igen, akkor az Országos Tudományos Kutatási Alap-programok vajon hol maradnak) és egyáltalán miért ennyien, de generálisabb a kritikám: a törvényben ugyanis intézményi, s nem szaktudományi képviseletekről van szó. Arra gondolok, hogy biotechnológus, molekuláris genetikus, populációgenetikus, taxonómus, elméleti ökológus, növényökológus, állatökológus, ökotoxikológus, mikrobiológus, zoológus, botanikus, állatorvos, növénytermesztő, állattenyésztő, növényvédő mérnök, környezetvédelmi mér-

nők, fiziológus, humánorvos, gyógyszerész, toxikológus, szociológus, etikus, teológus, szerves kémikus, biokémikus, közgazdász stb. szakértelmére lenne szükség, de mindez itt a véletlenre van bízva. Előfordulhat tehát – játszani milyen édes –, hogy az egészségügyi tárca etikust küld majd, s a környezetvédelmi nagyvonalúan egészségügyi szakembert, de még az is lehet, hogy jelentős számú lesz majd a csapatban a professzionális döntéshozók aránya, akiknek életeleme az adminisztráció. Ha már a döntésnél tartunk, a GB egyszerű szótöbbséggel hozza meg határozatait, azaz vétőjogról szó nem esik. A GB ülésén viszont tanácskozási joggal a hasznosító érdekképviselő is részt vesz majd. Azon gondolkozom, milyen sansza lehet az *ivermectin*-ről ismertté vált ügynek (lásd a *camphechlor*-nál). A biotechnológia kapásból megteremtette az analógiát: egy baktérium fajtából rovarokat pusztító toxint termelő gént ültettek át néhány haszonnövénybe, s a kérdést, hogy mi lesz a tarlómaradványukkal, hogyan viszonyulnak ehhez a lebontó rovarok és mikroorganizmusok; még ma sem válaszolta meg senki. Az USA-ban, ahol a biotechnológia kiemelten támogatott terület, a biotechnológiai kutatások ökológiai vetületének kutatására csupán 1% jutott, s akkor még azt is hozzá kell tennünk, hogy ezeknek a vizsgálatoknak az eredményei élőhelytípusokra jellemzőek, azaz Magyarország Belize és Costa Rica vizsgálatait nem igazán húzhatja magára, mivel itt más fajok élnek. Nálunk viszont az ökológia sokféle ága közül a biotechnológiával foglalkozó sem született meg, nincs rá pénz, ember és intézmény. Miért is csodálkoznánk rajta, ha 0,78%-ot költünk a GDP-ből* kutatásra és fejlesztésre, ami az Európai Unió országaihoz hasonlítva, abszolút értékben az általuk ráfordított összeg 14%-a, s amely 1985 óta a választáskori lózungok ellenére – a döntéshozóink permanensen szegyenmentes állapotában – egyre olvad. Most jó okkal tételezzük fel, hogy néhány ökológiai elvek szerint gondolkodó mégis bekerül a GB-ba, s ebbéli aggályait felvetik. Lehet, hogy szolidaritásra bírnak néhány bizottsági tagot, de szótöbbséggel aggályoskodónak minősítik majd őket, hiszen csupán azt tudják, hogy nem tudják; pláne ha a későbbi, feszített időtervet nézem, amely mögött felesleges szigorunkon méltatlankodva ott topog a hazai szerképviselet agilis ügynöke.

2.2. Bizottsági és hatósági duett

A GB mellett kis betűvel találjuk a géntechnológiai hatóságot. Hozzá kell beadnia a kérelmezőnek a papírokat, aki formai és nem pontosított tartalmi ellenőrzést végez. A dokumentációt 5 napon belül átadja a GB-nek. A GB átvizsgálja azt, felméri a kockázatokat, elfogadja az Európai Unió tagállamaiban végzett vizsgálatokat, esetleg kiegészítő vizsgálatokat javasol. Kérhet szakértői véle-

ményt is. Minderre 100 napja van (véleményezési határidő). A gh viszont ez után 15 nap alatt köteles dönteni (határozathozatali határidő). Ezt követi a 45 napos közzétételi, majd a 30 napos észrevételezési határidő. Ezeket a GB 10 nap alatt megvizsgálja, véleményezi, majd megküldi a gh-nak (megküldési határidő), aki 5 napon belül végleges döntést hoz (döntési határidő).

Mi az, ami elgondolkoztat? A GB-ban megbízott, tehát máshol lévő tényleges munkakörük miatt lekötött emberek vesznek majd részt. Sem a szükséges szak-képzettségüket, sem a megbízásuk időtartamát nem rögzíti a törvény. Tétélez-zük fel viszont, hogy mindannyian kellőképpen felkészülve, önálló vélemény-nyel érkeznek a szavazásra, s nem – annak hiányában – egy kiszemelt kezét figyelve adják le a voksukat.

A törvényben azt olvashatjuk (5§ 1 pont): „A géntechnológiai hatóság az engedély iránti kérelmet a Géntechnológiai Bizottság véleménye ellenére is elutasíthatja.” Ez lenne a sima, de a fordítottja nincs megfogalmazva, az azért már nagyon kilógna: Sőhivatal gyanúja vetődne a GB-re, de innen azért tisztességesen omlik visszafelé a dolog, mint a jóféle murvával meghintett meredek részsű. Ki is határoz? A választékosra vett határidők tanúsága szerint 15+5 nap alatt a gh. És ki dolgozik? Hát az intézményi képviseltekre támaszkodó, részmunkaidő-sőkből verbuvált GB 100+10 nap alatt. Eközben 30 napig hozzászólhatnak, akik akarnak, de 10+5 nap alatt pont kerül a dolgok végére. Szóval mire is jó a GB? Szakértői kirakatunkba és az előjárósági bizonytalanságunk támaszaként? Ugyanis a géntechnológiai hatóság: beszéd, bekér, összegyűjt és saját akarata szerint dönt? Persze, gyakori eltérések esetén okozhat ez némi galibát, felébr-resztheti a gyanút a GB tagjaiban, hogy használják őket, s lesz, akinek ez esetleg kellemetlen.

2.3. Tévedni emberi

Ami azonban még ennél is jobban tetszik az „*Átmeneti rendelkezések*” kategóriába tartozó 36§ 4. pont: ha ugyanis később valami baj történik és betiltanánk a korábban már engedélyezett terméket, a géntechnológiai hatóság közlésétől számított 15 napon belül ki kell vonni a forgalomból, s biztosítani „a környezet eredeti állapotának helyreállítását”. Mindennek konkrétumait – csőppet sem véletlenül – fedi némi homály. Kár, hogy esetünk nem tartozik a kiborult iskolatej feltörlésének kategóriájába, amely mellett az iskolamester suhogó nádpál-cával felügyel. A mégis csak kínos hatás már elszabadult, amikor elvetettük a transzgenikus vetőmagot; miközben növényünk pollenje szállt, kilométeres távolságokra beporozva a környezetében lévő növényeket; amidőn magva pergett, miután szaporodásra képes vegetatív részei visszamaradtak a talajban. Ek-

kor már ugyanis régen késő, a dolog hatásági ellenőrzésünk alól kikerült, s én személy szerint már nem is a hivatalokban reménykedem, hanem az anyatermészetben, ami csínytevéseink jó részét eddig is eltussolni igyekezett.

3. A megkérdőjelezett (gene)ráció

Előre lehetett borítékolni, hogy a környezetünkbe kibocsátandó transzgenikus fajok okozzák majd a populációgenetikuskok és ökológusok legnagyobb ellenkezését. A technológusok viszont érdekeikkel szinkronban nem értik, mi a probléma, és ha beledöglük is, meg akarják simogatni az ágy alá menekült, rémült nyulacskát.

Kicsire vettem a lángját, így nem kormoz már annyira. Így viszont a fölöttem lévő gerendának is csak a körvonalait látom. A hasamon lévő táskarádióm nyagatom. Óvatosan, a laposelem – ahogy az kell – rá van gumizva, de csúszkál, néha recsegéssel színezve a vételt. Azt mondta Piri (a tejboltos), hogy a Petőfin lesz, este tízkor. Rajta vagyok, de kisebbségi műsor kezdődik. Lehet, hogy a mai napra rosszul emlékszem? Itt a tanyán folytonosnak tűnik az idő; elemet ma vettem, tegnap a rádió sem szólt; mitől tudnám, hogy hét vége van. Szerencsét próbálok az URH-n, aztán meghallom, hogy géntechnológiai úton módosított... Megérkeztem¹⁶: 1999. szeptember 29., 22 óra, Petőfi, URH sáv. Van egy olyan érzésem, itt az abszurdiai Téglásbodzáson, hogy egyedül fülelek a valóságnak ebben az elveszett szögletében, amikor a mezőgazdasági szakértő akként vélekedik, hogy ez egy igen biztonságos technológia, amit az USA-ban három hivatal is ellenőrzött, s amikor a GB elfogulatlannak gondolt elnöke azt az épületes kérdést teszi fel bizottsági partnerének, hogy vajon miért cél megtartani a biotermesztést-természetes fajokat-országot-világot biotechnológia-mentesen? Jó, akkor félálmbunkból zuhanunk máris – ki a valós múltból, ki a díszletezett jövőből – a Téglásbodzás nélküli jelen felé.

¹⁶ Ránki J. és Vajda É. Petőfi URH – Más-sáv – Génpiszka”

3.1. Szárnyas ajtók

Jellemző generációmra, hogy vagy feltartott kézzel elalél attól, amit másokon keresztül tudni vél, de maga felfogni csak részben képes, vagy ugyanezen az alapon legyint, s azt mondja: ellentmondásos, átmeneti, megértésével bajlódni is időpocséklás lenne. Bizonyára – némileg érintetten – mindkét álláspont „védhető”. Optimizmus nélkül jelenlegi tudásunkat számottevőnek elfogadtatni (tehát tanítani, terjeszteni, eladni), szkepticizmus nélkül megfelelően folytatni (azaz kutatni) képtelenség. Nézzük, mi is a helyzet azzal a növénytermesztést érintő biotechnológiával, amelyet optimista felfogás szerint nem csak úgy ránk szabadítottak.

Előrebocsátom, nekem is kényelmesebb lenne hinni, hogy minden aggályoskodásom oktalan. Egy átlag amerikai megnyugvással könyveli el, hogy ételeinek, gyógyszereinek és kozmetikumainak biztonságosságát a világ két jelentős ügynöksége az **EPA** és az **FDA** ellenőrzi. Ebbe az érzésbe egyébként korábban is vegyült némi öröm. Nem is olyan régen azt olvashattuk, [564] hogy az **FDA** ellen bírósági eljárás indult (felperes az *Alliance for Bio-Integrity*), amelyben a bíróság az alábbi kérdésekre keresi a választ: **i.** Hogyan lehetséges, hogy a Bush-kormányzat idején *GM*-élelmiszerek kerültek forgalomba, úgy, hogy a címkéken ezt a tényt nem jelölték? Ehhez tudnunk kell, hogy az USA-ban az élelmiszereken részletesen fel kell tüntetni valamennyi összetevőt, s kódszámok alkalmazása is tilos; **ii.** Hogyan lehetséges, hogy az **FDA** bürokratái saját szakértőik véleményét is ignorálták? Napvilágot látott, hogy az **FDA** adminisztrációja másként kommunikált kifelé (fogyasztókkal és sajtóval), s másként a szakértőivel; más állásfoglalások hangzottak el a házon belül, ahol a saját szakértői arra figyelmeztettek, hogy a szülői és *GM** növényi vonalak beltartalmi szempontból nem feltétlenül azonosak, s ez utóbbi tény egy sor extra rizikófaktorral jelenhet meg a táplálékainkban. A **FDA** szakértői szerint is a *GM*-növényekben a transzgén beépülésének helyétől függően a másodlagos növényi anyagok (értsd toxikus hatású részük) és néhány fehérje (például az allergizáló hatásúak) megváltozhatnak. Ez nem jelenti azt, hogy mindez feltétlenül bekövetkezik, de hogy ez kizárható legyen: kutatni kellene. Erősíti feltételezésünket több mért eredmény burgonya és szója vonatkozásában (Lappé et al. 1999. *J. Medic. Food* 1, 241–243). [565] Az USA táplálékokra, gyógyszerekre és kozmetikumokra vonatkozó törvénye szerint egyébként is minden kockázatosnak számít addig, amíg veszélytelenségét nem bizonyították. Az **FDA** táplálkozástani vizsgálataira azonban a *GM*-növények prototípusaként jegyzett **FLAVR SAVR** nevű eltartható paradicsom kivételével nem került sor.

Vajon miért foglalt saját szakértői ellen állást az **FDA** adminisztrációja? Az aktái azt sugallják, [564] hogy a Fehér Ház adminisztrációjának nyomása alá

került, amennyiben költségvetését jótékonyan befolyásolta a gyors, kevésbé akadékoskodó, hovatovább engedékeny szabályozás, amelyben jelentős szerepet játszott Michael Taylor, az *FDA* volt munkatársa, aki ma a Monsanto egyik társelnöke. Hovatovább – fogalmaznak néhányan –, mintha e két intézményt (és még bizonyos kormányhivatalokat, például *Congressional Office of Technological Assessment*) szárnyas ajtók nyitnának egyazon térbe, ahol több személy cserélt pro és kontra hivatalt a *GM*-élelmiszerek ügyének tárgyalása idején. [566]

3.2. Birodalmak és alapjaik

Fussunk egy picit kört a félmúlt vegyiparában. A fizetőképes Észak-Amerikában és Nyugat-Európában a növényvédőszer-piac lendülete megbicsaklott. A vegyipar morálisan hatalmasat bukott a klórozott szénhidrogénekben (*POP*-vegyületek), amelyek tápláléklánci vándorútra indulva ma éppen a világ óceánjainak faunáját „rendezik” át; vagy például a gyomirtó *atrazine*-on, amely mint esetleges rákkeltő, ivóvíz-készleteinkből köszön vissza ránk. Pedig az immorális nem az, ha korábban hibátlannak gondolt termékeinkről mai tudásunk már mást állít (vö. „Aki időnként nem mond ellent önmagának, az közben nem is gondolkozott.”), hanem az, hogy ennek ellenére tovább gyártjuk, és fejlődő országoknak adjuk el az obskúr termékét vagy a gyártási technológiát.

Honnan is jött és milyen bizalmi tartalékot gyűjtött az a Monsanto, aki ma második „zöld forradalmat” ígér, aki biotermesztőknek (ők viszont hallani sem akarnak róla) ajánlgatja a *GM*-növényeket, s aki kissé teátrálisan az éhezés leküzdését vállalta fel? Igaz, hogy karitatív céljaihoz kistermelői továbbszaporításra alkalmatlan (értsd hibrid*) és szabadalmaztatott vetőmagját évente és 25–40%-kal drágábban tőle kell megvenni, s ehhez a technológiához hozzákötötte saját – az örökítő anyagon a jövőbe teleportált – vezető termékét, a totális gyomirtó *glyphosate*-ot. Így lesz a Noé által ránk hagyott genetikai örökségből privát profit. Természetesen nem csak ő gondolkozik így. Lásd például Du Pont, Pioneer – *chlorsulfuron*; AgrEvo, Cropplan Genetics – *glufosinate*-ügyek.

Az 1901-ben John Francis Queeny által megalakított Monsanto Chem. Co. szacharin, majd kénsavgyártással alapozta meg tisztességes helyét Missouriban. [228] 1929-ben a Swann Co. már – kissé kínosan – klórozott szénhidrogénekből gyűjtött kelengyét a Monsantoval való házassághoz. A vietnami háború idején a Monsanto volt a dioxintartalmú *AGENT ORANGE* egyik legjelentősebb szállítója. Az ő szállítmányának dioxintartalma többszöröse volt a másik fő szállító Dow Chemicals-énak, s mindebből következett, hogy a vietnami veteránoknak a hét fő szállító által peres eljárásán kívül, „csupán méltányosságból” kifizetett 180

millió dollár 45,5%-a a Monsanto-t terhelte. [216] A bennszülötteket senki sem kártalanította a közel félmillió meg sem született vagy torzszülött csecsemőért és a számolatlan daganatos betegért. Nekik a pyrrhusi győzelemmel kellett beérniük. 1998-ban a Monsanto galaxis tagja lett az American Home Products (AHP), amelybe az American Cyanamid is beolvadt. [567] A Monsanto korábban már megvette a Calgene Inc. és a Delta & Pine Land biotechnológiai vállalatokat, s most az USA második legnagyobb vetőmagtermelő cégét, a Dekalb Gen. Co.-t. Készül, amire számíthattunk. És a dolognak még nincs vége, 2000-ben már Pharmacia néven tisztelhetjük a hajdani Monsanto-t.

3.3. Válaszdeficit

Itt már elérkeztünk ahhoz a ponthoz, hogy eldöntsük, vajon melyik kérdés megválaszolása égetőbb: **i.** Miért kellene a világunkat eredeti állapotában megőrizni? **ii.** Miért kellene a világunkat genetikailag módosítani? Az első kérdésre egy ökológus azt az igen egyszerű választ adná: mert eddig így működött. Én még azt is hozzátenném, hogy a biotechnológiával kapcsolatos emelt szintű elvárásokat az új portéka negyedik dimenziós kiterjedése (az idő itt reprodukciót jelent, hibridizációt, amelyben kérdéses a természetből való „visszahívhatóság”) helyezi egy szimplán elbarmolt háromdimenziós termékkel – értsd a polcra felteszem, majd leveszem: lásd nem perzisztens növényvédő szerek, nem krónikus hatású gyógyszerek stb. – kapcsolatos tudományos (tehát nem hisztérikus és kipécéző) aggodalmaink élvonalába. A második kérdést illetően zavarban vagyok, kinek is címezzem. Kereskedőknek – legalábbis nekem – nem kell megmagyarázniuk, mi a céljuk, fejlesztőknek sem, hogy miért dicsérik a saját lovukat, így első körben populációgenetikusra, ökológusra és táplálkozástani szakértőre tippelnék, akiknek hinnék is.

Most nézzük a házi feladatot. Az intézményi képviselőlet alapján szervezett hazai GB az első évben (megjósolhatóan) csak növényvédelmi jellegű munkát kapott, de tagjai között – senki által nem hiányoltan – egyetlen ilyen képzettségű sincs. A GB csak formai okokból utasított vissza az első évben kísérleti engedélyre benyújtott tervet. Így indul a *GM*-kukorica, *GM*-cukorrépa és *GM*-káposztarepce. Ez utóbbi kettő köztermesztésbe vonását európai rokonfajaik miatt aggályosnak tartják az európai ökológusok, mivel az alkalmazott transzgen keresztbeporzással vadon élő rokonaikba átkerülhet. A növényvédelemben, de az egészségügyben dolgozóktól is azt hallottam, hogy ha ellenőrző vizsgálatokra kerül a sor, van némi kétségük azt illetően, hogy mit és hogyan kellene tenniük. Döntsék el, hogy mindez megnyugtató vagy sem. Én közben kompetencián és függetlenségen töprengek. Lehet-e elfogulatlan az, aki szakmai elő-

életét a biotechnológia (értsd: előállítás) pályáján futotta, kontra érthet-e a produktumhoz (értsd: felhasználás), aki viszont nem ezt tette? Léteznek-e tudományágak (vagy biotechnológia-ellenesség – tudományellenesség, ahogy a GB elnöke a jócskán mértéktévesztő nézőpont helyét kijelölte) [560], amelyek feladata, hogy ugyanazt – hivatásuknak megfelelően – más nézőpontokból megítéljék? Van-e realitása kétségek hangoztatásának olyan országban, ahol a tudomány, és még a hatósági laborhálózat is a működési költségeinek több mint felét szolgáltatásból szerzi? Nos, az innovátorok érdeke a biotechnológia mielőbbi használatbavétele; nem véletlenül vettek meg vetőmagcégeket. A Magyar Tudományos Akadémia a *Biotechnológia: lépéstartás Európával* [568] című bestsellerével megírta, mi a kissé egyoldalú véleménye. Hivatásos ökológust egyébként a GB-be nem delegált. Az ezredforduló mezőgazdasági minisztere a GB megalakulása előtt meg volt győz(őd)ve arról, hogy biotechnológiai nagyhatalom leszünk. A már biotechnológia tanszéket vezető – egy csöppet még – környezetvédelmi miniszter pedig vállalásainak ellentétes vonzásában jó okkal hallgat.

Végül, ha lehet ezt még fokozni: a növényvédelem – 2000 első feléig hivatalos – főköztisztviselője egy kutatók látogatta fórumon úgy nyilatkozott, hogy a maga részéről örül annak, hogy a transzgenikus növényekkel kapcsolatos munka nem hozzá tartozik, hiszen annak elbírálására ott a Géntechnológiai Bizottság. Tudomására hoztam, hogy az viszont csak a transzgenikus növények környezeti veszélyességét igyekszik megítélni, s nem végez semmilyen megfontolást azzal kapcsolatban, hogy a transzgenikus növényrel milyen növényvédő szerekkel kapcsolt technológia függ össze. A valóság két példát is feltorlaszolt már maga előtt. A transzgenikus növények valószínűleg több δ -endotoxint juttatnak ki a területre, mint ami a *Bt*-készítmények esetében engedélyezett. A gyomirtó szerrel szemben toleráns növények, a beültetett transzgénen keresztül a totális herbicidek olyan származékait állítják elő, amelyek eddig nem fordulhattak elő, s amelyekre vonatkozóan a hatóanyag engedélyezésekor a gyártó a toxikológiát nem készítette el (lásd az *EPA* által 1999-ben betiltott *bromoxynil*-toleráns gyapot esete). Magyarországon ez a könnyen követhető ügy az „interdiszciplináris” senki földjére pottyan.

4. Édenkerti töprengések

És mi van, ha kételkedünk? Van rá okunk, mert akitől az új technológia jött, bizony nem halmozott fel jelentős bizalmi tartalékot. Nálunk ehhez hozzájön a fejlesztésben dolgozó kutatók gazdasági kiszolgáltatottsága (megrendeléseiket nem szeretnék elveszíteni), amiért nyilvánosan hangoztatott véleményük – megkövetem a kivételeket – megütközést keltően aggálytalan.

Vegyük sorra, hogy „lépéstartás” helyett, miért lelkesedik mértéktartással a kutatók egy része a biotechnológia mezőgazdasági felhasználásával kapcsolatban?

4.1. A pathogenitás megváltozása

A növénypatogén-rezisztenciát célzó fejlesztések a növényi-vírus köpenyfehérjét viszik át a növénybe, amely a fertőző viriont becsomagolja. Például egy vírusrezisztens transzgenikus paradicsom *TMV** (dohánymozaik-vírus) köpenyfehérjét kódoló génszakaszt tartalmaz. Egyesek szerint ennek az a veszélye lehet, hogy ezt a génszakaszt más vírusok használják fel és létrejön a transz-encapszidáció jelensége. Ilyen módon módosul az antitest – antigén relációkban, esetleg a gazdakörében is. Ehhez a rendszerhez természetesen az is kell majd, hogy a vektora (= többnyire levéltetvek) továbbhurcolja az adott növényből. A transzencapszidáció jelensége ismert a luteovírusok és potyvírusok esetében. Laboratóriumokban meglehetősen távolállónak tűnő vírusokból is életképes hibridvírusok készíthetők. [544] Mindezekkel ellentétben, a természetben való előfordulás lehetőségét minimálisra teszik. A vírus köpenyfehérjét kódoló transzgenikus növények esetében az új vírusok létrejötteinek valószínűsége emelkedik.

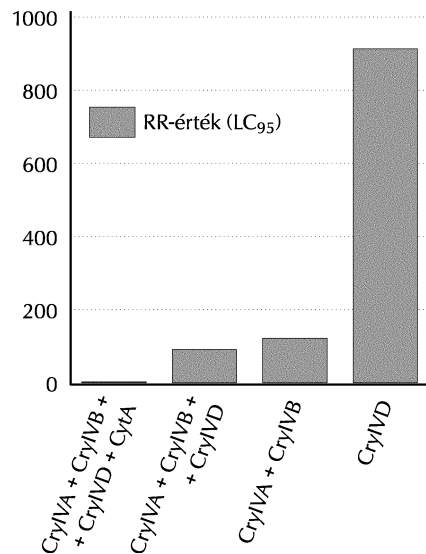
Csupán napjainkban láttak napvilágot azok a közlemények, amelyek szerint a *B. thuringiensis* készítmények többsége emberben hasmenést okozó enterotoxint is termel. 1995-ben egy gastroenteritis* járványban a *Bacillus cereus* és a *B. thuringiensis* előfordulását mutatták ki. [569–571]

Egy szintén a pathogenitás-változással kapcsolatos veszély a kártevők rezisztenciájának kifejlődése *B. thuringiensis* toxinokra. Ma közel egy tucat rovarfaj *Bt*-toxinra rezisztens törzsét tartjuk nyilván, amely előrevetíti az egyes transzgenikus növényfajták lejáratí idejét. A *Bt*-toxin termelő *TGO* egy módosított toxintermelő gént tartalmaz, s ennek megfelelően egy toxintípust állít elő, szem-

ben a természetes baktériumtörzsekkel, amelyek 3–6 toxinfélét is produkálnak. Egy toxinra a rezisztencia kialakulásának esélye 300-szor nagyobb, mint 4 toxinra (67. ábra), amely azt jelenti, hogy *Bt*-toxin tartalmú fajtáinkra igen gyorsan fognak rezisztens rovarpopulációk szelektálódni, s keresztrezisztencia miatt ez rontani fogja a természetes *Bt*-készítmények alkalmazhatósági esélyeit is. [572] A kutatók reménye arra alapul, hogy például a CryIA és a mesterséges előállítású CryIXC toxin között nincs keresztrezisztencia.

4.2. Génelszabadulás

Próbáljuk körvonalazni a genetikus dilemmáit: mendeli* módon csupán a sejt-magban lévő információk egy része öröklődik, míg a kromoszómán kívüli DNS más szabályokat követ. Növényeknél ilyen például mitokondrium és a kloroplasztisz, amelyet az anya örökít. Több része van a kromoszomális DNS-nek is, amely nem követi ezeket a kiszámítható szabályokat. Leginkább a mobilis genetikai elemekről szokásos megemlékezni. A genom különböző pontjai között mozogva megszüntethetnek vagy megváltoztathatnak bizonyos típusú környező génaktivitásokat. A transzponábilis* elemek örökölhetősége nem jósolható meg. A kukoricában például ezek előfordulása jelentős. Az ember által végzett gén transzformálás egyik fontos kérdése, hogy a genom melyik részébe került beépülésre az idegen DNS. A jelenleg alkalmazott technikákkal mindez nem pontosítható. [573] A burgonya esetében a kromoszómák felében integrálódott az átvitt idegen DNS-részlet és ott is a legkülönbözőbb helyekre. Transzformáláskor nem csak egy, hanem több DNS-kópia is beépülhet. A kópiaszámtól és azok helyzetétől a működés erőssége függ. A gén-hallgatás oka – amely sarkalatos pontja ennek a munkának –, a lényegét illetően nem ismert. [574] Tény az, ha virális eredetű DNS-rész hallgat a genomban, akkor az megakadályozza a hasonló vírusok akkumulációját. Ez képezi az alapját a vírus-rezisztens növények kifejlesztésének, mások szerint viszont ez, más vírus felülfer-



67. ábra: Összefüggés a *Culex quinquefasciatus* (F₂₅–F₂₈) rezisztenciája és a *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* toxinok száma között. Forrás: Georgiou és Wirth, 1997

tőzése esetén, a vírusok rekombinációs készsége miatt, új vírusok jelentkezését teszi lehetővé.

Mi minden nyomaszthatja az ökológust? Egy élőlény új környezetben való megjelenéséről vannak tapasztalataink. A burgonyabogár Amerikából Európába, vagy a gyapjaslepke *vice versa* behurcolása máig ható nyomokat hagyott. Kétségtelen viszont, hogy a legnagyobb nyilvánosságot az afrikai méh 1956-os Dél-Amerikába való telepítése után kialakuló helyzet kapta. [575] Az afrikai méhtől trópusi területeken jobb gyűjtési teljesítményt vártak. Utódaik között már 1957-ben 26 elvadult kolóniát tartottak nyilván. Az elvadult kolóniák hímjeivel párzó háziméh anyák visszatérve a kaptárba, elvadulásra hajlamos utódnépességnek adtak életet. Az így afrikanizálódott háziméh elképesztő gyorsasággal hódította meg Dél- és Közép-Amerikát, s 1997-re elérte az USA déli államait. A hódítóra az agresszív támadóképeség, a migrációra való hajlam, a rossz gyűjtési teljesítmény a jellemző. A méhészetek felszámolása mellett az úgy következő méhbeporzású növények termesztésében keletkező zavar is.

Egy, a genetikusok által jól ismert példa is idekíváncozik. Az ecetmuslica (*Drosophila melanogaster*) P-elem transzpozonja 85 évvel ezelőtt – amikor a Morgan-iskola vad populációkból „házasította” a genetikai kutatások számára ma is használt labor törzseket – ebben a fajban még nem fordult elő. Közeli rokonában a *Drosophila willistoni*-ban viszont már akkor is kimutatható volt. Ma viszont tudjuk, hogy szinte mindenhol megtalálható a világon, azaz invázió-szerű volt az elterjedése az ecetmuslica örökítőanyagában. [576] Amennyiben P-elemet hordozó hím attól mentes nőténnyel párizik úgy az utódok nagy része elpusztul, a túlélő nőtények petefészke fejletlen marad, sterilé válik. Fordított esetben normális utódok születnek. A P-elem transzpozon az ecetmuslicához közeli – *D. willistoni*, *D. saltans*, *D. obscura* –, de távoli rokonokban – például *Scaptomyza pallida* – is előfordul. Nehéz más magyarázatot adni, hogy ez a transzpozon a *D. melanogaster* populációkba kívülről érkezett, de hogyan, hiszen ivaros úton, más légyfajokból aligha? A legvalószínűbbnek egy közös betegség – mint vektor – látszana, amely megvalósíthatta ezt a fajok közötti gén-átvitelt. Ilyen a rhabdovírusok csoportjába tartozó sigmavírus, amelynek elterjedési képe nagyfokú egybeesést mutat a P-elem transzpozonnal. [577] E szerint egy DNS-szakasz kikerülése a faji izolációból egyéb úton is megtörténhet (patogén vírusok közvetítésével), s ha hatása kedvezőtlennek is ítéltető a gazda vonatkozásában, mégsem szelektálódik ki a vad populációkból, sőt invazív vá válhat.

a) Baktériumkonjugáció • Egysejtű élőlényekben a genetikai információ átadás az ún. konjugáció (= időleges sejtfúzió) során jön létre. Ilyenkor két egysejtű élőlény (baktérium, moszat, csillós) részben összeolvad, majd extrakromoszomális genetikai információik egy részét kicserélve szétválak. A genetikai infor-

mációátadás egyik fontos eszköze a plazmid, amely kromoszómán kívüli génkészlet. Baktériumfajok között is létrejöhet konjugáció, ami után zavarba ejtő tudományos kérdéshez jutunk el, éspedig mit jelent az, hogy „faj” például baktériumok esetében?

A genetikailag módosított és a hibrid *B. thuringiensis* törzsek plazmidjai konjugációval átkerülnek a természetes népessegek készletébe. Ez azok pathogenitás-változásával eshet egybe. A módosított *B. thuringiensis* törzsek esetében vizsgálni kell, hogy az általa termelt toxin a természetben előfordul-e vagy sem? CryV fölötti – tehát nem természetes eredetű – toxinok esetében a teljes toxikológiai vizsgálati spektrum elvárható, ugyanúgy, mint bármely új növényvédőszer-család új tagjának esetében. Speciálisan a *B. cereus* humánpatogén törzseinek viselkedését is vizsgálni kellene az új típusú toxin termelésére képes plazmiddal, mivel abba is átkerülhet. [54]

A baktériumfajok 1%-át sem ismerjük – mondják egyes kutatók –, így egyrészt rendkívüli tartalékok vannak ezen a területen a biotechnológia számára, másrészt elgondolkozhatunk azon, hogy mennyire „feltáratlan” környezetbe kerülnének a transzgenikus baktériumok. [578] A köztük lévő rokon kapcsolatokat tisztázatlanok. A területen, a feno- és genotípuson kívül a *filotípus* (DNS-vizsgálatokon alapuló rokonsági viszonyok) fogalma is ismert. A konjugáció és a bakteriofágok által közvetített gének inváziója egy, a jelenlegi emberi tudás előtt még rejtett világban következhetnek be. Ugyanakkor egyes mikrobiológusok szerint a mikrobák felől érkező természetes szelekciós nyomás olyan erős, hogy aligha képzelhető el egy annyira domináns karakter keletkezése, hogy az széleskörűen elterjedhessen. Mindezt főként a *Pseudomonas syringae* esetében mérték alapján gondoljuk, [579] elfeledkezve arról, milyen invazív módon terjednek az antibiotikumok széleskörű használata óta az antibiotikum-rezisztens baktériumtörzsek. A *P. fluorescens* esetében a genetikailag módosított törzs és a konjugációval létrejött utódainak limitált túléléséről lehet csupán szó, bár nem tagadható, hogy transzkonjugáció révén ez mégis előfordulhat. [580]

b) Keresztbeporzás • A növényfajok között a keresztbeporzás okozza a legjelentősebb problémát. Feltételei az azonos élőhely, a szexuális kompatibilitás, az egymást átfedő virágzási periódus és az azonos megporzók. Ennek a természetes ökoszisztémákban számtalan kultúrnövény/gyom együttes felel meg, sokkal több, mint azt előzetesen feltételeztük. A szemescirok, amelynek az iparilag fejletlen világ élelmiszerellátásában kulcsszerepe van és a szélbeporzású fenyércirok között – amelyet a világ 10 legveszélyesebb gyomnövénye között tartanak nyilván – a spontán hibridizáció mindennapos. Ha a cirokba herbicid-toleranciát eredményező, vagy δ -endotoxint termelő gént ültetnek be, az megjelenik a fenyércirokban is, és az eddig is problémás gyomnövény még fenyegetőbbé

válik. A gén-elszabadulásokra vonatkozik az a gyakorta hangoztatott kritika, hogy a szaporodásképes transzgenikus élőlény kibocsátása után már késő annak „megbánása”. Vajon milyen pollen-kompatibilitási háló működik a természetes ökoszisztémákban, azaz egy véletlenül transzgenikussá lett gyomnövény hová passzolja tovább az előnyösnek mutatózó gént? A természetben valakinek az előnye legtöbbször valakinek a kárára valósulhat meg. A rovarkártévőitől megszabaduló növény más növények felett kezd dominálni, és kiszorítja őket az életterükből.

1994-ig 18 iparilag fejletlen országban – ahol ez nem volt szabályozva –, hajtottak végre kísérleteket, amelynek egyharmadát a Monsanto, a Calgene és a Ciba-Geigy végezték. A Monsanto gyomirtó szertoleráns kukoricájának tesztelését Belize-ben és Costa Ricában, a Rhône Poulenc tesztjeit Argentínában és Bolíviában végeztette. A transzgenikus herbicid-toleráns gyapotfajták tesztelésére Belize, Costa Rica, Brazília, India és Zimbabwe vállalkozott, úgy hogy nem voltak azzal tisztában, hogy környezeti rizikó felmérésével kapcsolatos kísérlet részesei.

Az örökítésre az élőlények különböző megoldásokat „találtak”. Az aszexuális (ivartalan) vagy vegetatív szaporodás (*agametogonia*) különböző formái ismertek alacsonyabbrendűeken (baktériumok, gombák, szivacsok, csalánczók stb.). Ez esetben az új egyed létrehozásában nem vesznek részt kiegyénült ivarsejtek. Formái az osztódás (*merogonia* vagy *schizogonia*), sporogónia és a bimbózás. A szexuális (ivaros) szaporodásban (*gametogonia*) az élőlény speciális, ún. ivarsejtjei (*gameta*) vesznek részt. A szexuális szaporodás két alapvető formája ismert; így a himnősség (*hermafroditizmus*), amikor egy egyed mindkét ivar gamétáit termeli – például a növények jelentős része, csigák – és a váltivarúság (*gonochorizmus*), amikor egy egyed csak az egyik ivar gamétáit hozza létre. A váltivarúság egyik esete az egyivaros (monoszexuális) szaporodás. A monoszexuális szaporodás ismert formája a szűznemzés (*parthenogenesis*), amikor a nőtény petesejtje spermium nélkül válik zigótává és kezd barázdálódni. A váltivarúság másik esete a kétivaros (heteroszexuális, *amphygeneticus*) szaporodás, amikor az új egyed, a *zigóta* létrehozásában a női és hím ivarsejt egyaránt részt vesz. A magasabbrendű élőlények (növények és állatok) túlnyomó többségét az elkülönült ivarsejtekkel történő szaporodás jellemzi. Ilyenkor a fele génállományú (= *haploid*) hímivarsejt és a női pete egyesülése eredményezi a teljes génállományú (= *diploid*) új élőlényt, a zigótát. Minden tulajdonságot gén-páros határoz meg, amelynek egyik tagja anyai, míg a másik tagja apai eredetű (kivéve a *haploid* élőlényeket). A természet ilyen módon oldotta meg a gének kombinálódását, az elégséges génszintű biodiverzitást, amely egy faj legteljesebb környezethez való alkalmazkodóképességében kamatozik. A gén-párosból sokszor csak az egyik nyilvánul meg (= manifesztálódik), míg a másik „hall-

gat”. A megnyilvánuló a domináns, a hallgató a recesszív* gén. A recesszív gén csak hozzá hasonló mellett „szólal” meg. A növények egy része önbeporzó, másik része idegen beporzású. Az idegen beporzású növényeknél állatok vagy a szél segíti a megporzást. Ezeknél a keresztbeporzás lehetősége hatványozottan érvényesül. Földünkön fajokra jellemző géncentrumok* találhatók. Ez nagyjából azt jelenti, hogy az adott faj azon a területen keletkezve ott a legtöbb rokonfajjal rendelkezik, amellyel interspecifikus* hibridek létrehozására képes. Európa több kultúrnövényünk (például cukorrépa – *Beta*, sárgarépa – *Daucus*, vörös here – *Trifolium* fajok) ismert géncentruma. A létrejövő hibridek kétfélék lehetnek:

- Intraspecifikus vagy fajtahibridek. A fajták közötti kereszteződés lehetősége igen nagy. A kereszteződésekről tudjuk, hogy mendeli öröklődési szabályokat követnek (a kromoszomális információk nagyobb részére vonatkozik), s a domináns – recesszív viszonylatok meghatározóak. Míg önbeporzóknál a 10 méteres izolációs távolságot elégségesnek gondolják a keresztbeporzás megakadályozására, addig idegen beporzóknál 1–2 kilométer között becsülik ezt a távolságot. Természetesen ez átlagos körülményekre értendő, amely nem veszi figyelembe a légköri makromozgásokat, amikor az emelkedő légáramlat kontinensnyi távolságok megtétele után száll le. A kétlaki (obligát idegenmegporzó) kender pollenjét 10–15 kilométer távolságban is felfogták. Van egy igen gyakran figyelmen kívül hagyott további sajátosság is: a rovarmegporzás. A háziméh például aktívan 1–6 kilométerre is hurcolja a pollent, és eközben különböző, egy időben virágzó növényeket is megtermékenyíthet. Ezen túlmenően, nem csak méhfélék porozhatnak be, hanem más rovarcsoportok (legyek, hangyák stb.) is, amelyek tevékenységéről igen keveset tudunk. Természetesnek tűnik, hogy önbeporzók és idegenbeporzók esetében jelentősen eltérnek az ajánlott izolációs távolságok. A probléma megoldására egyesek védősávokat (más, genetikailag nem kompatibilis, azonos időben virágzó, rovarporozta növényfajok) és őrzősávokat (ugyanazon faj egyedei, amelyek magjait kizárjuk a vetőmagként való hasznosításból) javasolnak. A probléma megoldását segítenék a hímsteril transzgenikus vonalak, amelyek a pollennel való „elszabadulás” veszélyét alapvetően megoldanák.¹⁷ A *Brassica oleracea* alfajok között – brokkoli, fejes káposzta,

¹⁷ A biológiailag védhető, keresztbeporzást megakadályozó megoldás „terminátor” technológia néven vált ismertté és váltott ki nagyfokú ellenkezést. Közgazdászok szerint így a vetőmag kikerül a termesztő kezéből, és minden évben az előállítótól kell megvennie. A „terminátor” technológia a vetőmag-előállítás monopolizálására alkalmas. Hozzá kell tennünk, hogy ennek enyhébb formája, a hibridfajták termesztése régóta gyakorlat, pedig az utódnemzedék leromlása csökkent értékű vetőmagot eredményez.

karalábé, karfiol, kelkáposzta, takarmánykáposzta – és *Trifolium repens* (fehérhere) alfajok, valamint lucerna alfajok között a transzgén elszabadulásának potenciális veszélyét jelentősnek tartjuk. [581–582] A kukorica (*Zea mays*) és Dél-Amerikában honos alfajai (*ssp. parviglumis*, *ssp. mexicana*, *ssp. huehuetenangensis*) közötti hibridképződés ismert. [583–584]

- Interspecifikus vagy fajhibridek. A növényfajok közötti keresztbeporzás idézi elő. A kérdéskomplexum gyakorlatilag két fontos részre ágazik, a génáramlásra (megporzás – hibridizáció, magelszórás, vegetatív szaporodás – a citoplazmikus* öröklődés csak ez utóbbi úton terjed) és az új genetikai tartalom fennmaradására (az F_1 nemzedék vegetatív növekedése, alkalmazkodó képessége, magprodukciója, az F_2 mendeli hasadása, mutációja stb.).

Napjainkban a cirok (*Sorghum bicolor*) és fenyércirok (*Sorghum halepense* – vegetatívan is szaporodik), valamint a rovarporozta repce (*Brassica napus*) és rokonai a *Brassica rapa*, *Brassica juncea* említethetők, amelyekkel kapcsolatban interspecifikus hibridképződésre vonatkozó figyelemreméltó közlemények láttak napvilágot. [555, 585–587] A fejjessaláta (*Lactuca sativa*) és *Lactuca serriola*, míg a *L. serriola* és *Lactuca virosa* között; a paprika (*Capsicum annuum*) és *Capsicum frutescens* (chili), *Capsicum chinense* között; a napraforgó (*Helianthus annuus*) és *Helianthus anomalus*, *Helianthus deserticola*, *Helianthus paradoxus* között is elképzelhető interspecifikus hibridképződés. [583]

Fentiek alapján a növényfajok közötti génelszabadulás szempontjából Európában az alábbi kategorizálás készíthető:

- A csoport – minimális valószínűség: bab, borsó, burgonya (Dél- és Észak-Amerikában másként van), kukorica (Dél- és Közép-Amerikában másként van), búza, lóbab, komló, napraforgó (Dél- és Közép-Amerikában másként van), paradicsom, póréhagyma, rozs, sárgadinnye, szőlő, uborka, vöröshagyma;
- B csoport – közepes valószínűség: árpa, endívia, fekete ribiszke, len, málna, nárcisz, tulipán;
- C csoport – nagy valószínűség: alma, cikória, cirok, cukorrépa, fehérhere, fenyőfélék, fűfélék (*Agrostis spp.*, *Festuca spp.*, *Lolium spp.*, *Poa spp.*), káposztafélék, lucerna, nyárfélék, repce, saláta, sárgarépa, spárga, szilva, tök, vörös here.

A transzgén sorsa igazán izgalmas ezekben az esetekben. Az egyik kérdés, milyen pollen-kompatibilitási lánc működik a természetes ökoszisztémákban, azaz egy véletlenül transzgenikussá váló gyomnövény hová „passzolja” tovább az előnyösnek mutatkozott gént? A *B. napus* spontán megporozhatja a *B. rapa*-t, viszont hímsteril *B. napus* esetében figyeltek fel arra, hogy a hoary mustár (*Hirschfeldia incana*), a vad retek (*Raphanus raphanistrum*), de rendkívül ritkán a vad mustár (*Sinapsis arvensis*) és megporozhatja azt. Ez esetben a hím-

steril fajták fajtisztaságának fenyegetettségével kell számolnunk, hiszen a vetőmagunkkal interspecifikus hibrideket is fogunk terjeszteni. A *H. incana*-val képzett F₁ hibridek 88%-a csirázott ki, növekedési erélyük jobb volt, mint a *H. incana* esetében, azonban alacsony fertilitású triploidokról volt szó. [588–590] A *R. raphanistrum*-mal képzett hibridek életképessége általában csökkent, azonban előfordultak sikeres interspecifikus hibridek is.

4.3. Hatás az ökoszisztémára

Az *E. coli* K12 törzset genetikusok biotechnológiai munkákra szelektálták, s a laboratóriumi törzs, állítólag, külső körülmények között hamarosan elpusztul. Ezzel szemben 10–15 napos túlélésre volt képes vízben, míg a gének 40 nap körül éltek túl, addig az agyagszemcséken megkötődő DNS igen hosszú ideig megőrizte a működőképességét. Gerincesek gyomrának savas közegében a DNS általában kis részekre esik szét, egérnél viszont beléptek a véráramba, és a táplálkozás után 2–6 óra múlva a fehér véresejtekbe is. [591]

A transzgenikus növény élete során számos kapcsolat részesévé válik. A talajon keresztül mikroorganizmusokkal (felvetődő kérdés azok megváltoztatása), növényevő állatokkal (kérdés azok egészségére gyakorolt hatása), vadon élő rokonokkal (keresztbeporzás) és más növényekkel (dominancia viszonyok megváltozása) létesít kapcsolatokat. Az állatok és az ember bélmikroflórájára gondolva, emésztéskor egy újabb, alig kutatott kapcsolatrendszer következik. A napjainkban alkalmazott transz gének túlnyomó többsége baktériumokból származik, például *E. coli* eredetű az *aphAI*, *aphHA2*, *aacC1*, *dhfr*, *dhps*, *manA*, *uidA*, *lacZ*, *cat* transz gének, de *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella* és *Streptococcus* eredetű géneket is felhasználnak. Ezeken túlmenően virágos növények közül az *Arabidopsis*, *Beta*, *Brassica*, *Nicotiana*, *Petunia* és *Spinacia*, de a *Renilla* medúzából és a szentjánosbogárból is származik egy-egy transzgén. [555] A szelekciós gének* az alábbi antibiotikum-rezisztenciát hordozzák: amikacin, apramycin, bleomycin, chloramphenicol, hygromycin B, geneticin, gentamycin, kannamycin, neomycin, netilmycin, paromycin, phleomycin, spectinomycin, streptomycin és tobramycin. A hibridizáció útján a genom egy része „elszabadulhat” (inváziós készség vagy introgresszió), ennek lehetőségei az intraspecifikus* és az interspecifikus hibridizáció. Az antibiotikum rezisztenciát hordozó gének szaporodása a környezetünkben nemkívánatos.

Az Asgrow által kifejlesztett, a megcélzott vírus köpenyfehérjéjét termelő vírusellenálló tökfaj (*Cucurbita pepo*) például a vadon élő tökfajok felé bizonyosan továbbpasszolja majd a vírusellenállóságért felelős gént, amelynek kö-

vetkezménye ökológiai szempontból jelenleg nem méltatható, de a hatás valószínű, mivel egy betegség általában fontos szerepet játszik populációk szabályozásában. [592]

A *B. thuringiensis* δ -endotoxint termelő transzgén kultúrkörnyezetből kiszabadulva létrehozhat arra érzékeny rovarkártevő nélküli gyomokat. [592] A környezetben, nagy mennyiségben megjelenő ilyen növény drasztikusan alakítaná át az ízeltlábú faunát (kártevőket és a rájuk épülő táplálékláncokat), de a flórát is, hiszen a növényi aspektusokban az ilyen fajta dominanciára való hajlama logikusan következik. A természetben az adott források kihasználásáért verseny folyik, egy növényfaj dominánssá válása azt jelenti, hogy módosul az elosztás, és a domináns kiszoríthat a környezetéből más növényfajokat.

A *Bt*-kukoricák pollenjében a Cry-toxinok megjelennek, és környezetünkben elszórásra kerülnek. Ilyen módon egyféle nehezen modellezhető, akaratlan növényvédelmi kezelés (porozás) állapota jön létre, amelyben olyan területek kerülnek kezelésre, ami nem állt eredetileg szándékában a fejlesztőnek. Pro és kontra rendkívül sokat citált közlemény¹⁸ jelent meg azzal kapcsolatban, hogy az USA-ban védett *Danaus* lepkék fiatal lárvastádiumait gyéríti a kukorica kiszóródó *Bt*-toxintartalmú pollenje. Az elvégzett vizsgálat modellként fogható fel, mivel CryIA-érzékeny, nem célzott, esetleg védett Lepidoptera fajok Magyarországon is szép számmal élnek. Ilyen például a példányonként 2–10 eFt eszmei értékű, a „Vörös könyvben”¹⁹ feltüntetett *Arctia festiva*, *Carchadorus lavatherae*, *Pandoriana pandora*, *Schinia cardui*, *Schinia cognata*, *Zerynthia polyxena* (nemzetközileg is védett) stb. Ezeknek a fajoknak egy része gazdaságilag kőzömbös, de speciális élővilágunk (erdőössztyepp) részeként számon tartott, más részük ritka (ekkor többnyire védett), azaz a magyarországi természetvédelem feladata az őket veszélyeztető hatások felmérése. Mindez a nemzeti biodiverzitás program keretében ma egyik kiemelt feladata a magyarországi természetvédelemnek.²⁰ A fejlesztők dokumentációja ebben a vonatkozásban sajnos nem tartalmaz érdemi és releváns vizsgálatokat.

Az elszabadult gén sorsát illetően a legfontosabb kérdés az, hogy a gén kölcsönöz-e olyan tulajdonságot, amely előnyöket biztosít a szatellitként módo-

¹⁸ Losey, J. E., Rayor, L. S. & Carter, M. E. Transgenic pollen harms monarch larvae. *Nature* 399, 214 (1999).

¹⁹ Varga Z. Lepkék. 188–244. In: Rakonczay Z. szerk. *Vörös könyv*. Akadémiai Kiadó, Budapest (1990).

²⁰ Varga Z. és mtsi: *A biológiai sokféleség állapota és védelme Magyarországon*. Fenntartható Fejlődés Bizottság (Balogh J. és Nemes Cs. szerk.), Budapest (1998), Ronkay L. *Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer VII. Lepkék*. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest (1997).

sított gyomnövénynek. Az egyik példát a gyomirtó szertoleranciát hordozó gének elszabadulásával kapcsolatban szokták idézni. A félreértés abból származik, hogy természetes ökoszisztémákban ez nem okozhat adaptációs előnyt, mert itt a szelektáló ágens (gyomirtó szer) nincs jelen, ez esetben ugyanis kultúrterületeket „féltenek” az ökológusok, ahol a rokonfajok (és árvakelések) gyomnövényként jelenhetnek meg és elszaporodhatnak. A herbicid-toleranciát hordozó fajták termesztéstechnikai könnyebbséget eredményeznek. A rokon növényfajok közötti keresztbeporzás vetette fel azt, hogy ilyen kapcsolatok a gyomfajok között herbicid-toleráns változatok előtérbe kerülését jelenthetik. Erre mindjárt példaként hozható a *glufosinate*-, *glyphosate*-, *bromoxynil*- és szulfonil-karbamid-toleráns (például *asulam*) repce fajtákkal folyó fejlesztések, amelyek kikerülve a természetbe megteremtik a lehetőséget a vadon élő *Brassica spp.* herbicid-toleranciájához. *Glufosinate*-toleranciát hordozó transzgenikus *B. napus* és vadon élő *B. rapa* interspecifikus hibridek spontán képződhetnek. [593] A keletkezett növények generációiban a *glufosinate*-tolerancia a jellemző. A szemes cirok, *Sorghum bicolor* (diploid – $2n=20$) és a szélbeporzású fenyércirok, *S. halepense* (tetraploid – $4n = 40$) között a spontán hibridizáció mindennapos. Ha a *S. bicolor*-ba herbicid-toleranciát hordozó gént ültetnek be, s az megjelenik a *S. halepense*-ben az eddig is problémás gyomnövényt még fenyegetőbbé teszi. [585]

4.4. Ökotoxikológiai ellenérvek

A genetikailag módosított élőlény, amennyiben valamilyen extra terméket választ ki, komoly bonyodalmakat okozhat. A genetikailag módosított *Klebsiella planticola* baktériumtörzset eredetileg szerves hulladékok etanollá való erjesztésére tervezték. A környezetbe kijutva negatívan befolyásolta a fiatal fák mikorrhiza kapcsolatait, problémákat okozva az erdőszetben. A példa arra is tanít, hogy egy mikroorganizmusnak nem is kell patogénnek lennie ahhoz, hogy negatív környezeti hatása legyen. A transzgenikus növények létrehozása nyomán vetődött fel az, hogy egyesek – komposztálódásuk során – szokatlanul nagy mennyiségű toxint bocsátnak ki a talajba. A δ -endotoxinok lebomlására és azok lebontó élőlényekre (állatok és mikroorganizmusok) gyakorolt hatására vonatkozóan alig rendelkezünk adatokkal. [594] A CryIA_b és CryIA_c toxinokat termelő gyapot- és burgonyamaradványokon neveltek két talajlakó állatot. Sem a *Folsomia candida* ugróvilla, sem az *Oppia nitens* páncélosatka fejlődésére nem volt kimutatható hatással a transzgenikus növény maradványa, [595] azonban a választott tesztállatok egyike sem tartozik a δ -endotoxinok hatásspektruma alá, így az érzékeny lebontó rovarokra vonatkozó igazán releváns eredmények még váratnak magukra.

A transzgenikus növények által termelt δ -endotoxinok esetleges megjelenése a táplálékainkban számtalan kérdést vet fel. Egyik ezek közül a toxin eloszlása a növényi szövetekben, melyek közül az élelmezésre és takarmányozásra használt rész megkülönböztetett figyelmére kell súlyt fektetni. A transzgenikus növények jelenleg a természetes toxinok (CryI és CryIII) módosított válfajait termelik, azonban új típusú endotoxint termelő kukorica is készült már (lásd CryIX). Ez utóbbi esetben feltétlenül (mivel receptora is más, mint a CryI-nek) a növényvédő szerek engedélyezésében használt toxikológiai vizsgálatokat el kell végezni.

A herbicid-toleráns transzgenikus növényeket egyfajta „árukapcsolásnak” is felfoghatjuk (mindezt kereskedelem-etikai oldalról is igen sokan támadják), amelyben azonban nemcsak arról van szó, hogy a vetőmaggal az adott technológia (herbicid) kötelező alkalmazását is megvásároljuk, hanem ahol a transzgenikus növényfajta sorsát az adott herbicid toxikológiai megítélésének változása is befolyásolja. Ebből a szempontból megkérdőjeleződik – az adott herbicid rossz ökototoxicitása miatt – az alábbi transzgenikus herbicid-toleráns fajták alkalmazása [55]:

- *2,4-D*-toleráns fajták: a *2,4-D* talajvízszennyező tulajdonsága, mutagén hatása, többféle állaton (madár, emlős) mutatott teratogenitása, hormonális (*EED*) hatása, valamint immunmoduláns hatása halakon és emlősökön;
- *asulam*-toleráns fajták: az *asulam* az *EPA* szerint emberen esetleges karcinogén;
- *bromoxynil*-toleráns fajták: a *bromoxynil* az *EPA* szerint emberen esetleges rákkeltő, kételtűeken teratogén, hormonális (*EED*) hatású;
- *glyphosate*-toleráns fajták: a *glyphosate* kételtűeken mutagén és hormonális (*EED*) hatású.

Külön meg kell említenünk azokat a fejlesztéseket, amelyek perzisztens herbicidek toleranciáját célozzák meg, s amely lehetőséget ad – a probléma súlyosságának érzékelése nélkül – elszennyezett talajokon való termesztésre. [557] Gondolnunk kell itt a triazin-típusú herbicidek (*atrazine*, *simazine* stb.) talajvíz-szennyező tulajdonságára. A rovarölő szerek közül, például a *chlorfluazuron* viszont azzal hívta fel magára a figyelmet, hogy borjak húzában két évvel (!) az után is nagy mennyiségben volt kimutatható, hogy anyjuk ezzel kezelt takarmányt fogyasztott. [596]

Napjainkban a biotechnológia jelenlegi eredményeinek növényvédelmi célokra való alkalmazása körül igen sok a kérdőjel. Ennek lényegi oka, hogy például az USDA a biotechnológiai kutatásokra kapott pénznek eddig csupán 1%-át használta ökológiai rizikó felmérésére. [557]

5. Enni, vagy nem lenni?

A populációgenetikusok és ökológusok félszeg ellenérvei már éppen lesöp-
résre kerültek, mikor – nem vártan – a táplálkozásban felől szólalt meg Pusztai
Árpád, s személyes meghurcoltatása számunkra nem maradt eredmény
nélkül: Európában lassított a „transzgenikus expressz”.

Transzgenikus élelmiszereknel jó ideig csupán annak a transzgenikus szójának
az allergén aktivitásáról beszéltünk, amelybe a Brazil dió génjeit (metionin és
cisztein gazdag fehérjéket állítanak elő) ültették be. [597] Ennek kifejlését
és elterjedését allergológusok akadályozták meg, illetve javasolták, hogy címké-
zéssel a termékek azonosíthatóságát oldják meg. A Föld népességének 1-2%-a
élelmiszerallergiával küzd, és a transzgenikus szója elfogyasztása esetén már
nemcsak az arra jellemző fehérjéket fogyasztanánk.

A kukoricamoly és gyomirtó szer toleráns transzgenikus kukorica ampicillin-
rezisztenciát hordozó, mikrobiális eredetű szelekciós gént tartalmaz. Más transz-
genikus kukorica fajtában, repcében, burgonyában és cukorrépában kanamy-
cin-rezisztenciát (eredete: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Salmonella*,
Shigella, *Streptococcus*) hordozó, ún. jelző gén található. Az ilyen kukorica fer-
mentálódása (silózás!) során az erjesztő baktériumokba való ampicillin rezisz-
tenciagén bekerülésének valószínűsége kétségkívül kicsi. A háziállatok bél-
csatornájában ennek elszabadulása (értsd baktérium-konjugáció) viszont már
elképzeltető, amely szerint az ampicillin-rezisztens *E. coli* baktériumok meg-
jelenése lehetséges. Az *E. coli* után antibiotikum-rezisztens, emberre patogén
Enterobacter, *Salmonella* és *Shigella* fajok jelenhetnek meg, mint ahogyan az
állatok kezelésére használt antibiotikumok következtében már meg is jelen-
tek. [598]

5.1. A nyitány

1998. augusztus 10-én, a Skóciában élő 68 éves Pusztai Árpád a brit televízió
World in Action című műsorában 150 másodpercben arról beszél, hogy a geneti-
kailag módosított összetevőt tartalmazó élelmiszereket világszerte nem kielégítő
mélységben tesztelik. Az általa vezetett csoport egy transzgenikus burgonya
vizsgálata során – patkányok esetében – egészségkárosító hatásokra figyelt fel.

Pusztai nyilatkozata augusztus 11-én jelenik meg a *The Guardian*-ban.

Azt állította, hogy részletesebb vizsgálatok szükségesek a genetikailag módosított élelmiszerek táplálkozástani hatásainak felmérésére, mert az esetleges problémák csak így kerülhetnek felszínre. Norman Baker képviselő erre – ismételve Pusztait – azt találja mondani, hogy ennek hiányában viszont az emberek egy gigantikus kísérlet tengerimalacává avanszálnak. Anglia 1990-es dátummal az első európai ország, amely a genetikailag módosított sütőélesztő forgalomba hozatalát engedélyezte. Jeff Rooker (élelmezésügyi miniszter) tehát nem dönt az általános tilalom mellett. Nálunk – nyilatkozta – a paradicsompüré, a vegetáriánus sajt, a kukorica- és szójakesztmények készülhetnek transzgenikus növényekből. Ian Gibson (Brit Parlament Tudományos és Technológiai Bizottsága) mégis a területre vonatkozó moratórium megfontolását javasolja, amíg a kísérleteket meg nem ismétlik. A kormánypárti szakértők – mint később a Rowett (Pusztai munkahelye) vezetősége – ezt nem látják szükségesnek.

Az esetleges moratórium hírére a Monsanto szóvivője (P. O'Reilly), a biotechnológia egyik, még növekedőben lévő kolosszusa bejelenti, hogy nincs olyan gyártó, amely lektint termelő transzgenikus növényből készítené élelmiszert. Amit viszont elfelejtteni mégsem kellene – figyelmeztet Pusztai – a *Bt*-toxin (amelyet több transzgenikus kultúrnövény termel már) galaktóz-specifikus lektin. Az úgyszintén a növényvédőszer-gyártásból biotechnológiai gigásszá előlépő AgrEvo szóvivője (J. Hammond) szerint viszont Pusztai munkahelyén, a Rowettben folyó kísérletek meglehetősen különösek: vesznek egy toxintermelő gént, aztán csodálkoznak annak megjósolható hatásán. Pusztai csoportja azonban sohasem dolgozott *ConA**-génnel, csak 9 év alatt kiválasztott, toxikológiai szempontból megfelelő *GNA*-génnel*. A nagy peszticid-biotechnológia kimerák közül a Novartis menedzsmentje ugyanekkor a következő évszázad meghatározó biotechnológiai fejlesztéseiről nyilatkozik, míg az étolajfélék új minőségén „kézimunkázó” Du Pont szerényen hallgat.

Augusztus 12-én Pusztait, aki már túllépte a nyugdíjkorhatárt, James igazgató úr felfüggeszti állásából, számára nyilatkozási tilalmat rendel el, majd később nem hosszabbítja meg a szerződését: tehát kísérleteit nem fejezheti be (*The Telegraph*). Pusztai hajdani brazil vendégkutatói ekkor nyílt levelet írnak: jelentősen sérülhet hasonló eljárások általánossá válása esetén a kutatói szuverenitás – állítják. Büntetés jár-e azért, ha az eredmények nem illeszkednek az *EU*-politika* fő csapásaiba? – kérdezik.

Augusztus 13-án Philip James igazgató a Rowettben Bizottságot szervez, amely azt nyilatkozta, hogy Pusztai előzetes adatokból vont le következtetéseket és nem kritikát már kiállt eredményeket közölt (*The Times*).

A Monsanto – ez idő tájt éppen Angliában – a genetikailag módosított élelmiszerekkel kapcsolatos egy millió font költségvetésű hirdetési kampányba kezd (R. Highfield, *SMH*).

5.2. A Pusztai-féle jelentés

Az október 22-re datált jelentés szerint a hóvirág hagymájából származó gén a burgonya gumóban az eredetihez nagyon hasonló *GNA*-lektint képez. A transzgenikus növényből származó utódnövények (2. generáció) gumóösszetétele viszont a szülői vonalaktól az alábbi paraméterekben tér el: 20%-kal kevesebb fehérjét tartalmaz, csökken a keményítő és a cukor tartalma, de a tripszin/kimotripszin* gátló hatása is. Ebből arra következtetnek, hogy a hóvirágból származó transzgén bizonyos burgonya gének működését gátolja, esetleg sejtszintű variabilitás működik.

Először két rövid lejárátú kísérletet (10 napos) végeznek, ahol nyers és főzött transzgenikus burgonyagumókat etetnek fejlődésben lévő patkányokkal, s ekkor azt tapasztalják, hogy az életfontosságú szervek (például máj) nedves és száraz súlya is csökken, miközben a hasnyálmirigy, az éhbél és a herék súlya növekedik. A hatások egy részét a tápanyagok felszívódó képességének rovására írják, amennyiben a lektin ebben módosító szerepet játszhat. A *lymphocyt*-k mitogenikus stimulálhatóságát vizsgálva, jelentős csökkenést regisztrálnak. Fentiek mellett tartamkísérletet (110 nap) állítanak be. A transzgenikus gumókon tartott állatok májának súlya számottevően kisebbé válik. Egy harmadik rövid lejárátú kísérletben a fehérjetartalmat jóval a napi szükséglet fölé emelik, de a máj és az agy súlycsökkenése ekkor is fennáll, míg a lép és a csecsemőmirigy növekedése tapasztalható. Az immunrendszeri elváltozás ismét mérhető. [565]

5.3. Egy kiállítás képei

Október 28-án a Rowettben felállított Bizottság nyilvánosságra hozza újabb állásfoglalását. A kritika fő csapása az, hogy a jelentés a statisztikailag nem szignifikáns különbségekből is következtetéseket von le.²¹ Az igazság azonban az, hogy Pusztai az ilyen következtetéseket mindig megjelöli (magyarul: Palugyai I. *Népszabadság* 1998. október 31.).

Novemberben Pusztai megküldi a kutatási jelentését több kutatónak, akik ezt kérték, és vállalták az ezzel járó véleménynyilvánítást.

1999. február 1-én kollégája (Stanley Ewen), aki a patkányok boncolását végezte, Pusztaihoz hasonló értelemben nyilatkozik (*Scotsman*).

Február 12-én 13 országból 23 kutató (vezetőjük E. Van Driessche; tagjai kö-

²¹ Hozzátehetjük azonban, hogy a brit kormánynak írt beszámolójuk már korábban és áttekinthetően kifejtette állásfoglalásaikat.

zött két magyar is: Baintner Károly és Sajgó Mihály)²² – aki a kutatási eredményeket átnézte – memorandumot fogalmaz a Rowett eljárása ellen, amely mögött politikai nyomást sejt. Sajtótájékoztatójukat a brit alsóházban tartják, amelyben moratórium kihirdetését szorgalmazzák a genetikailag manipulált élelmiszerekre.

E tudósok véleményét kontrázók később a Greenpeace akciójának tartják a memorandumot (amiről nincs szó), s ötöt Pusztai korábbi társszerzői közül azonosítanak (mindezt, a memorandum sem tagadja, sőt megemlíti, hogy jól ismerik – esetenként mint társszerzők – akiről nyilatkoznak), de valamennyi aláíró Pusztával való kapcsolatát gondosan kinyomozzák. Név nélkül, az interneten megjelent írás egyenként kritizálja a véleményt nyilvánító tudósokat.

Február 13-án a brit kormány nem szavazza meg a moratóriumot – ahogy azt Tony Blair már előzetesen bejelentette (*The Independent*, február 4.) –, ami egyesek szerint csöppet sem meglepő, mivel gazdasági függőségi viszonyok miatt ebben a kérdésben Angliában már régóta a biotechnológiai multik diktálnak (*New Scientist*, február 20.).

Február 14-én hozzák nyilvánosságra, hogy a Rowett 140 ezer font támogatást kapott a Monsanto-tól; némelyek szerint Pusztai megfegyelmezéséért. A susogó hírek szerint viszont a Monsanto a brit kormánynak, a biotechnológiai iparba több millió fontos beruházást ígért. Ugyanekkor egy közvélemény-kutatás (*Independent on Sunday*) szerint az angolok 68%-a nem szívesen fogyasztana genetikailag módosított élelmiszereket.

Február 16-án a Rowettben szervezett bizottság újraértékeli a helyzetet. Írásban foglalt jelentésük szerint: **I.** a 110 napos kísérletet *ConA*-lektint termelő burgonyafajtával végezték; **II.** tíz darab 10 napos kísérletet állítottak be, azonban a jelentés csak hármat elemez. Pusztai a Bizottság kifogásait elutasítja: **I.** *ConA*-génnel nem folytattak egyáltalán vizsgálatokat; **II.** a tíz kísérletből csak háromban dolgoztak *GNA*-génnel.

Február 23-án a *Royal Society* 19 nobilitása nyílt levelet fogalmaz (*The Daily Telegraph*, *The Guardian*), amelyben a sajtót hibáztatja azért, hogy egy szigorú tudományos ellenőrzésen át nem esett közléssel kapcsolatban ilyen vihart kavart.

Március 3-i elemzés szerint (*BBC News*): mind a Rowett, mind a „zöld” mozgalmak túljátszották a hírben kétségtelenül rejlő lehetőségeket, s ennek áldozata a két álláspont között a saját igazát hangoztató tudós. Pusztai azt nyilatkozta, hogy személy szerint csodálja a biotechnológiai kutatásokat (1996-ban lektinekről írt cikke még a transzgenikus növényekről írt résszel fejeződik be:

²² Magyarországon az *Élet és Tudomány*ban, [601] a *Biokémiában* [602–606] és a *Magyar Tudomány*ban [560, 607] jelent meg róla illetve a biotechnológiáról pro és kontra publicisztika.

Trends Glycosci. Glycotechol. 8, 149), és csupán az általa vizsgált esetből vonta le az óvatosságra intő következtetéseit.

Március 8-án azt olvashattuk, hogy független statisztikus ellenőrizte az eredeti számításokat, és arra a következtetésre jutott, hogy az eredmények nem konzekvensek. A nevezett független statisztikus jelentése azonban a korábban talált különbségek 95%-át megerősítette, sőt néhány továbbit is kimutatott. Pusztai ugyanezen a napon számol be a Brit Parlament Tudományos és Technológia Bizottságának, ahol kitart eredeti álláspontja mellett. A Bizottságnak azt mondja, meglehetősen naiv volt, mikor augusztus 10-én a televízióban nyilatkozott, de ma sem tenne másként (*BBC News*).

Március 18-án az élelmezésügyi miniszter bejelenti, hogy éttermek és kávéházak étlapjain fel kell tüntetni, ha valamely termék genetikailag módosított szóját vagy kukoricát tartalmaz (a boltokban való címkézést már évekkorábban kötelezővé tették). Az ennek elmulasztásakor kiszabható büntetés 5 ezer font. A Marks & Spencer után a Sainsbury szupermarket lánc is kihirdeti, hogy nem árusít genetikailag módosított összetevőkből készülő élelmiszereket.

Május 17-én a 115 ezer tagot számláló *British Medical Association* a GM-élelmiszerekre vonatkozó moratóriumot kezdeményez, valamint független és alapos vizsgálatok elindítását javasolja. Ezt követően hét európai üzletlánc után az Unilever, Nestlé és Cadburys-Schweppes is beszünteti a GM-élelmiszerek forgalmazását.

Egy napra rá, május 18-án jelenik meg a *Royal Society* nyilatkozata. A Pusztai és munkatársai által a Rowett belső használatára írt jelentés felülvizsgálatáról született nyilatkozat a március 31-én, majd április 8. és 12-én készült előzetes munkabizottsági beszámolókat összegzi. A felülvizsgálat alapját képző jelentést Philip James Pusztaiék egyetértését nem kérve helyezte el az intézet *internet site*-ján. A *Royal Society* „a rendelkezésükre álló információk birtokában” a lefolytatott kísérletek módszereit több szempontból hibásnak tartja, amelyekből nem kellett volna következtetéseket levonni. Dacára annak, hogy „rendelkezésre álló” információkról írnak, a vizsgálatot végzők nem fordultak Pusztaihoz további adatokért, hanem ebből az időszaki jelentésből a vizsgálatok egészére nézve vontak le konzekvenciákat. Az alkalmazott módszereket Pusztai közel 40 megjelent cikkében közölte, s a jelenlegieket a *Biotechnology & Biological Sciences Research Council* ellenőrizte s hagyta jóvá, amikor 27 rivális pályázat közül ezt támogatta. A jelentéshez a munkabizottság tagjai nem adják nevüket, az a *Royal Society* nevében jelenik meg (*GM-Free* 1999. augusztus/szeptember).²³

²³ *Pusztai Árpád megjegyzése:* A független statisztikus által felülvizsgált, bizalmas természetű eredményeinket tartalmazó jelentésünket ekkor a *Science and Technology Committee*-hez adtuk be felülvizsgálatra. Így azokat akkor sem továbbbíthattam volna a *Royal Society* felé, ha akarom. Közöltem viszont a bizottsággal, hogy a felülvizsgált jelentésre egy-két ►

Május 29-én Richard Horton, a *The Lancet* nevű orvostudományi folyóirat szerkesztője jegyzetében (*The Lancet* 353, 1811) a *Royal Society* Pusztáival kapcsolatos felületes (nem a teljes anyag birtokában végzett) és anonim eljárását „lélegzetelállító arcátlanságnak” minősíti.

Július 3-án Peter Lachmann, a *Royal Society* alelnöke, a brit akadémia orvostudományi elnöke – a már korábban is megnyilatkozó 19 tudós egyike – reagál (*The Lancet* 354, 69). Horton szerkesztői levelét és Pusztai napvilágot látott eredményeit a *Royal Society* nyilatkozatának stílusában támadja. Véleménye szerint a jelenlegi mezőgazdasági termelés több szempontból fenntarthatatlan (több energiát használ fel, mint amit produkál) és az agrokemizálását illetően tartós veszélyt jelent a környezetre. Illúziónak tartja, hogy az élelmiszereink valaha is kockázatmentesek voltak. A herbicid-toleráns és rovarrezisztens növények kifejlesztése szerint nem tartozik a biotechnológia hosszabb távú feladatai közé, csupán a jelenlegi „gyalogos” fejlettségének következménye. Távlatos terveink szerint – írta az immunológus tudománypolitikus – só- és szárazságtűrő, árnyéktoleráns és hasonló növények oldják majd meg a világ növekvő élelmiszerellátási gondjait. Már ma is – hozta tudomásunkra – 300 millió amerikai és egy milliárd kínai eszik – hisztéria nélkül – GM-élelmiszereket.

Ewen és Pusztai augusztus 21-én (*The Lancet* 354, 684) kapcsolódik a vitába, s elmondja, hogy a *Royal Society*-nek bár felajánlották együttműködésüket, az erre nem tartott igényt, s elmarasztaló véleményüket a pontos tények ismerete nélkül és névtelenül hozták meg, amely az utólagos párbeszédnek is elejét veszi. A maguk részéről annak a reményüknek adtak hangot, hogy az amerikaiak és kínaiak nem csak hisztéria, de egészségügyi problémák nélkül esznek GM-élelmiszereket.

Pusztai Ewennel október 16-án jelenteti meg – a beszámolóok utáni – első referált cikkét, a *The Lancet* nevű orvosi folyóiratban. [599]²⁴ Ez a cikk a vizsgálsorozatból csak a tápcsatornával kapcsolatos eredményeket publikálja, amely szerint a *GNA*-GM-burgonyával etetett patkányok gyomor és éhbél nyálkahártyájának vastagsága is egyértelműen megnövekedett. A gyomor nyálkahártyájának növekedését a *GNA*-transzgén beépülésével, míg az éhbélben mérhető hatást a génkonstrukció hatásának tartják. A *GNA*-lektin éhbélben való kötődése után a transzgén-konstrukció egyéb részeinek a sejtekbe való bejutását (*endocytosis*) is valószínűnek tartják, amely ezekben a szövetekben a *T-lympho-*

► tetet várniuk kell, s akkor a szigorúan bizalmas ügykezelés (feljegyzéssel ki, mikor olvastak) szabályait betartva megkaphatják. Azt is kértem, hogy a bírálók nevét, munkahelyét és biotechnológiai vállalatokhoz fűződő viszonyát hozzák a tudomásomra. Kapcsolatunknak erről a részéről a *Royal Society* később „megfeledezett”.

²⁴ Lásd 21. jegyzet.

cyta szám emelkedésével esik egybe. Felhívják a figyelmet arra, hogy más közforgalomba került *GM*-növények, amelyek tartalmazznak lektineket (például szója) az elterjedten alkalmazott vektorkonstrukcióval (egy részlete a karfiolmozaik vírusból származó CaMV35 promoter) együtt úgyszintén kiválthatnak hasonló hatást.

Már a cikk megjelenése előtt is rendhagyó dolog történik. Október 13-án Peter Lachmann felhívja Richard Hortont, a Pusztai cikkét menedzselő egyik szerkesztőt, és megfenyegeti, hogy állásával játszik, ha ezt a cikket – amelyet hat független szakmai bíráló elemzett, s csak John Pickett utasított el – megjelenteti. Pickett tudományetikát ignorálva a *Royal Society*-hez juttatja el az ekkor még bizalmas természetű kéziratot, s a bírálóra vonatkozó titoktartási szabályok semmibevételével a megjelenés előtt öt nappal egy újságban nyilatkozik. Az ügyben a *Royal Society* álláspontját képviselni igyekvő Peter Lachmann konzultánsa a Geron Biomednek, amely a klónozási (például Dolly) technológia mögött áll, a biotechnológiába jelentős befektetést eszközöző Smith-Kline Beecham gyógyszergyár tudományos tanácsadó testületének tagja, s egyik vezetője az Adprotech nevű biotechnológiai vállalatnak (*The Guardian*, 1999. november 1).

E cikk után hamarosan másik jelenik meg a *Journal of Nutrition*-ban. [600] Ebben Pusztai és munkatársai az α -amiláz-*GM*-borsó etetésekor azt találják, hogy az csak minimálist, hatást gyakorol a fejlődésben lévő patkányokra. A manipulált borsót állati tápokba való keverésre javasolják. A vizsgálat módszerei itt a burgonyával azonosak, de ez esetben senki sem kritizálja őket, senki sem próbálja az eredmények megjelenését megakadályozni. Gazdasági érdeket nem sért, így sem pro, sem kontra nem idézik még.

5.4. Epilógus

Sétáljunk végig e magányos, lombját hullató allén. Gondoljunk a Nemzetközi Rákkutatási Ügynökség (*IARC*) monográfiáira. A becses kiadványban (a világhírű Berkeleyben a könyvtáros büszkén mutatott a polcra, ahol végre egyben láttam), az egyes kutatási eredményekhez nincs mellérendelve a szerzői név. A vizsgálatokat végző kutatókollektíva a belső oldalon van felsorolva. Mintha úgy írnánk újságot (lásd *Economist*), hogy minden név az első lap alján van, és csak találgathatnánk, hogy ki és mit kanyarított. Mindenkié minden állítás. Semmivé foszlik a személyes teljesítmény, de csökken a beperlés kockázata is. Volt rá példa, hogy világcég beperelt olyan független kutatót, aki megírva kísérleteinek tanulságait, az ő termékét befektetítette. Különböző országokba tartozó negyven kutatóval mindezt már nehéz eljátszani. Majdnem megoldás, és mégis olyan

deprimáló, akár a kínai kulturális forradalom mézharmata: a szerzővé gyúrt, arc-talan munkahelyi kollektíva.

Tévedhet-e a tudós? Lehet-e egy embernek igaza a többséggel szemben? Játshat-e vele/velünk a véletlen? Statisztikus igazságok esetén mindegyikre igen a felelet. Legjobb tudásunk szerint is tévedhetünk: a megnyilatkozó tudós a korának tudatlanságát ugyanúgy felvállalja, kontra a kor zajos egyetértése vagy ítélete még semmire sem nyújt biztosítékot.²⁵ Elviselhető-e a kifelé forduló, köz-napi hangnemben megszólaló tudós? Úgy tűnik, csupán a saját rovására. A szak-mája azért kövezi meg, mert ő mondja; az üzleti és egyéb politika, mert nem tűri, ha más elveszi a jussát: még ha az – ebben az értelemben – a *second hand*, tünékeny mindenhatósággal is szinonim. Kell-e személy szerint a tudósnak figyelmeztetnie, ha veszélyt szimatol? Mire voksolhat, ha még etikával is megvert: óvatosságra vagy az ellenkezőjére? Lehet, hogy nem dönthet a jövőben – meg-ítélés nélkül – még erről sem? Ön – aki eddig velem tartott – például, kitől kér-dezné meg, hogy mi legyen a saját véleménye?

²⁵ Lásd 22. jegyzet.

VIII. HUSZONEGYEDIK SZÁZADI FORGATÓKÖNYVEK

Az agrokemizálás két szempontból is mérföldkő az emberiség történetében, meghatározó szerepe van a terméseredmények növelése útján a túlnépesedés előidézte táplálékhiány kezelésében, és egyúttal a globális környezetszennyezésben is. A sikerek mögött (lásd a DDT hatásának felfedezéséért kiosztott Nobel-díjat), azonban egyre többen vették észre a másodlagos hatásokat.

1. Agrárvircsaft	305
1.1. Bukóban	305
1.2. Pályamódosítás	308
2. Mikrokoszmó	310
2.1. Zöld mozgalmárság	310
2.2. Mindenki másként csinálja	311
2.3. Adósságok	313
2.4. Gyerekcipőben	314
2.5. Jelenünk	315
3. A környezetbarát növényvédelem	316
3.1. Korszerű növényvédelem	316
a) Előrejelzés 317 • b) Szexfero- monok 317 • c) Rezisztencia ne- mesítés 318	
3.2. Szelektív növényvédő szerek	318
a) Késlekedő peszticidrevízió 319 • b) <i>IDRD</i> anyagok 329	
3.3. Fenntartható mezőgazdasági fejlődés	331
3.4. Integrált növényvédelem	333
3.5. Növényvédelem biotermesztésben	334
a) Biológiai növényvédelem 335 • b) <i>Bacillus thuringiensis</i> 336	
3.6. Botanikai növényvédő szerek	339
a) Olajok 340 • b) A neem 341	

1. Agrárvircsaft

A növényvédelem színvonala a növénytermesztés jövedelmezőségétől függ. Olcsón és megfelelő toxikológiai szemlélet nélkül nem lehet korszerű növényvédelmet művelni. Ehhez már az általános iskolák felső osztályaiban, környezettan keretében a lakásban és lakáson kívüli kemikáliákkal kapcsolatos ökotoxikológiai alapokat kellene oktatni. Miért nem tartunk itt?

Agráregyetemi évfolyam-találkozó. Ez az, amit szívesen elkerülnék. Nem azért, mert nem foglalkoztatnak (néha) az emlékeim, de ez valahogyan mégis kíméletlen szembesülés az idővel, keserves portalanítás, utazás a másként megélt múltba: *nyista* jelen. Huszonötödik. Szemérmes készülődés a télre, ráncerdőkbe vesző hajdani széparc, exelnökös szesztűrőképeség, cigarettaasztma, kilátástalanság, infarktus, nem reklámozott (külső vagy belső) különéléssel helyettesített, vagyonmegosztási vitáktól mérgezett váláshullám. Szándékosan kések, nem szeretnék pár mondatában is lírai vagy tragikus történeteket hallgatni (a szégyen mindig közös), s legfőképpen a magamét értelmetlenül hiányosan elmondani (végül mégis megteszem). Mi az ördögnek jöttem, csak felkavarodhat a nem is annyira öröm nélküli múlt; ha eddig nem tartottuk szükségesnek, hogy üzenjünk egymásnak, most miből fakadna kíváncsiság helyett az érdeklődés? A második felvonást hallgatom. Tízmondatos zanzák a tetszhalott agrárértelmiségről. Próbáljuk ugyan kicselezni a dolgot, ez-az bekurjant valamit; tréfásnak szánt félhangos mondatok próbálják feloldani a tapintható feszültséget.

1.1. Bukóban

Látom és hallom, hogyan üzen egymásnak az agrárbékéről a már szektorsemleges finanszírozási úrben a két mostani nagy: a Tamás – aki a másik szerint az őskommunista téeszelnökök szószólója –, és a cserepes búza Belgrád rakparti szakértőjeként a magyar belpolitikai egyensúly kakaskája.¹ Van vagy nincs szerződösszegés? Azt sejtem, másról lehet itt szó, mint ami egy tűrés-támogatási szerződésbe valaha befért. Egyetemközelségben maradtam, nem igazán az évfolyamra jellemző a pályám. Mégis, talán ezért visszaköszön, mi hangzott el a 70-es években: „Maguk mindannyian felelős beosztású emberek lesznek, akik

¹ HVG, 2000. február 26.; *Népszabadság*, március 9., március 21.

az ország gazdaságát meghatározó mezőgazdaságot irányítják majd” – mondta a rektorom, s a dékánia hirdetőtábláján se vége, se hossza nem volt az álláshirdetéseknek. Volt, amiért érdemesnek tűnt. Fokozatosan változott a tónus, s ma már nem lehet semmiféle ígért. A diákok többségének nincs a gyakorlati mezőgazdasággal kapcsolatos terve. A fő kérdés: elkerülni a pályát hogyan lehetne? A tanárok tudják ezt, nem forszírozzák a lehetetlent; szigorú követelményt állítani nem harmonizál a szerény céllal. Az egyetemen eltelik öt többé-kevésbé vidám év, szereznek egy keményfedelű igazolást, s legjobb esetben *ellessznek* odahaza a családi gazdaságban. A találkozón ilyeneket hallok:

„Az ország legjobb juh törzsállománya tartozik hozzám, de nem biztos, hogy ez a tenyészet jövőre még létezik.”

„Huszonnégy évet töltöttem egy téeszben, voltam minden, ami lehet, s ma munkanélküli vagyok, vagy ha úgy tetszik kereskedelemmel foglalkozom. Nem mintha ehhez értenék, de valamit kell csinálnom. Nem vagyok olcsóbb, mint mások. Az egyetlen, amit hozzátehetek: a szaktanács.”

„Nem érdekel már, hogy mi lesz a mezőgazdasággal. Négyen rászálltunk egy kevésbé ismert növény termesztésére, s ma nagyrészt mi határozzuk meg a piacot. Az USA-nak szállítunk. Nem vagyunk nyitottak, az üzletben mindenki mindenkinek ellenlábasa.”

„Nem vettem részt benne, mikor vitték. Most aztán nincs is szinte semmim.”

„Behajtással foglalkozom: jó, ha valaki nem találkozik velem.”

„Ti is tudjátok, nem ment nekem sohasem ez a mezőgazdaság, van egy sportkereskedésem, most sem maradok veletek: vissza kell utaznom.”

„Ausztriában élek, visszafoglaltam nektek 750 négyzetmétert.”

A gyerekeik között túlteng a jogász, a programozó és az orvos. Agráregyetemre szinte senkit sem adtak. „Nem akartam nekik rosszat” – mondja valaki. Ez lenne az a korosztály, amelyről az egyetem után, a laktanyában egy pályája kezdetén lévő író anyagot kezdett gyűjteni, mert úgy gondolta, a gazdaságfejlődés szempontjából kulcsszerepet játszó pályával találkozott? Lehetett szakmának ennél nagyobbat bukni? Nagyüzemi termelésre képzett bennünket az egyetem; mindez amerikai és nem a nálunk erőltetett európai modell.

„Csinálja maga, ha jobban tudja” – mondták a negyvenöt kilós, éppen egyetemet végzett Sacinak, aki úgy találta, hogy a kazal jobbra húz. Felment, elvette a vasvillát és megmutatta; előtte a faluban már egy tucat mérnököt lejárattak így.”

„Maga mit magyaráz nekünk, hogyan kellene másként, hát nem is közénk való” – mondták az iskolában Magdinak, aki kilenc évvel ezelőtt ott születő gyerekeinek sorsáról beszélt.

Megkérdőjelezett hovatartozás, rövid távú számítások (már aki), sértődött (majd rájöttök ti magatoktól) félreállítás. Egyszerű volt ezt a saját önvédelmével alig foglalkozó szakmát félresöpörni, csak azt kellett mondani: kárpótlással va-

lődi tulajdonosokat teremtünk, mert a jelenlegi nem az. Jöhettek vissza a hajdani földtulajdonosok (de mások is), csak persze hol voltak már annyi idő után ők maguk, és mivé vált hajdani szakértelmük? Örökösüknek pedig eszükbe sem jutott falura visszahurcolkodni; megkapták, aztán jobb esetben kiadták művelésre, és most várják az uniós csatlakozás utáni *valódi* vevőt. Az eredmény (bizonyára ilyen is van) fonákja: befektetésnek szánt földek; alacsony szintű termelés (a 90-as években a 80-es évekbeli kétharmada)²; a korszerűsítésre rezisztens törpegazdaságok; a kereskedelem kiütéses győzelme a termelés fölött; zavarba ejtő támogatási rendszer; nyilvántartási deficit és laikus kemizálás.

Két évvel ezelőtt a sertés felvásárlási ára 100 Ft/kg-mal csökkent. Ez a gazdának állatonként 10 ezer forint veszteséget jelent, miközben költségeik folyamatosan emelkednek.³ Ennek megoldására nemzetközi szerződésekre való hivatkozással egy millió sertést hoztunk be.

A juhállomány 15 év alatt felére csökkent, ingyenes birkalegelőink kihasználatlanok, miközben az exportkvóta 55%-át tudtuk csak teljesíteni.⁴

A tojástermelés csökkentésére támogatjuk a tojóállomány 5,5 millió szinten tartását; míg nem olyan régen egy Németországból kitiltott, elavult technológiát alkalmazó állattartó Tolnában 7,5 millió tojóállomány beindításához szerzett be engedélyeket.⁵ Többen úgy gondolták: leveri az árakat, összeomolhat a magyarországi tojástermelés. Aztán a tojásgyártól hirtelen elzárkózott mindenki, mikor felkeltette a Nemzetbiztonsági Hivatal érdeklődését.

Belgiumban dibenzo-dioxin-tartalmú hús került forgalomba. Két hét alatt megvizsgáljuk – szólt a magabiztos hazai intézkedés. Számoljunk! Egy darab minta vizsgálata heteket vesz igénybe; gyanúsítható élelmiszer viszont számtalan. Becslésünk arra konkludál, hogy két hét kevésnek bizonyulhat. Tévedünk, még sok is, a zárlat hamarabb véget ér, és később másféltucat minta vizsgálatáról hallunk. A külhoni tejtermékek zárlatát – minőségi kifogásolás (antibiotikumok?) alapján – később egy napig sem tart. Ez a hatósági teljesítmény kétségtelenül mágiagyánús.

A megvizsgált primőrök jelentős százaléka növényvédőszer-maradékot tartalmaz. A kemizálással kapcsolatos dokumentációk (táblatorzskönyvek, permelezési naplók) léteznek is, meg nem is. A veszélyes anyagoknak minősülő növényvédő szerek értékesítéséről – miből és mennyi fogyott – csak kósza hírek keringenek. Mindeközben a feketekereskedelem aránya a 10%-ot is eléri.⁶

² Nacsa J. *Parlamenti Napló*, 1997. szeptember 15., szeptember 29.

³ Várad Cs. 1999. www.mtesz.hu/szolnok/tudnap99.

⁴ Kádas A. *Agrárium*, 1999. november. 11

⁵ *Szabad Föld*, 2000. március 6.; *Világgazdaság*, március 20.

⁶ Rózsavölgyi J. 1997. Fogyasztóvédelmi Főfelügyelőség; Vajna L. 1998 *Növényvédelem*, 35, 456.

Kesze-kusza piacszabályozás, az agrárdiplomáciai bűbáj ellenére 16%-kal csökkenő agrárexport, az országos átlagnál 30%-kal kevesebbet kereső agráralkalmazottak, az infláció megfékezése a mezőgazdaságból származó jövedelmek rovására, alkotmányellenesnek minősített szövetkezeti törvényt módosítás...⁷

A viszonyaiban és szakmailag újra nem képzelt mezőgazdaság ma a lehetséges minimumot produkálja. A termelés kézbentartására hivatott agrármérnök pedig – jobb híján – kereskedik, képvisel, ügynökösködik, teljes erőbedobással könyvel vagy pályaelhagyó. Feladta? Pedig egyszeregynek tűnik: korszerű fajtákból választani, csökkent veszélyességű agrokemizálást folytatni, gazdaságosan gépesíteni, talajvédelemmel és vízgazdálkodással foglalkozni, meghatározó pozícióból kereskedni, az agrár-környezetvédelmet megteremteni agrármérnökök nélkül nem lehet. Erre mégsem formálódott eddig hiteles politikai igény.

A magyar gazdáknak negyedannyi támogatás jut, mint uniós kollegáiknak, miközben költségeik magasabbak, áraik viszont szerényebbek.⁸ Ez a kevés ösztönzés a tőke- és ismeretszegény, ezért csökkent életképességű, de szavazókban gazdag családi vállalkozások felé irányul. A termőterület egyötödén közvetlenül 200 ezer, közvetve 800 ezer család érintett. Számukra a támogatással lényegülő hitelkonstrukciók – kézbentartásukhoz kiváló – folyamatos frusztráltság forrásai mindaddig, amíg a mezőgazdasági termelés nem hoz átlagos hasznot. A további négyötödni területen, a támogatási rendszer prioritásai miatt nem *pártfogolt* a nagyüzemi birtokrendszer talponmaradása.⁹ Hogyan is lehetne széleskörű összefogást igénylő talajvédelem és vízrendezés, amelynek elmaradását bánja most sok, belvizes területen élő ember.

1.2. Pályamódosítás

Minden szakmától elvárható a távolságtartás, hogy az általuk ismeretekben nem birtokolt területet megszállják. Hová tűnt ez a bizonyosságunk? Az öntörvényű „agrárdiplomatára” gondolok. Ő az, akit látunk, de alig hiszünk el, aki – tőle hallottam – nem figyel senkire, csak pártjára kivetített belső elhivatottságára.¹⁰ A rózsadombi gazdálkodó azt követően, hogy politikailag leírta a kétségtelenül erőszakosan szervezett, de aztán többnyire jól működő nagyüzemi mezőgazda-

⁷ Váradi Cs. 1999. www.mtesz.hu/szolnok/tudnap99, www.szdsz.hu (1999. május 19., augusztus 9.); *Magyar Hírlap*, 2000. március 9.

⁸ *Napi Magyarország*, 2000. március 22.

⁹ Juhász P. 1998. www.mek.iif.hu.

¹⁰ *Aktuális – Tv1*, 2000. március 14; *Nap-kele – ATV*, március 20.

ságot, azaz útilapot kötött egy általa ismeretlen szakma talpára, most egymillió hektár föld műveléséről készül csöndben lemondani. Ez egyben ígéret az Európai Unió nyilvánossága felé: mi – hölgyeim és uraim – nem szándékozunk önkökhöz betörni, és adottságainknak megfelelően olcsó élelmiszerrel elárasztani a majdani közös piacunkat.¹¹ Különben is: éljen és virágozzék szívünk további csücske, a Fradi (amelyben a kínlódó mezőgazdaságtól a labdarúgásba csúszhat a költségvetés néhány tétele)¹², a MALÉV, a politikai turizmus,¹³ s mindenki, akire majd szavazóként számíthatunk. A túlélő agrárértelmiségnek pedig ott van lehetőségként az ugráskész állapotába bénult környezet- és természetvédelem. A szakmák felcserélhetősége a politikai textúrán egyébként olyan pompázatos, hogy az oroszlányi bányát követően a ciánózásra ólmozott Tiszánál is megjelenik az agrárminiszterünk, mindjárt a japán útja után, ahol, mint melleleg dipterológus (vagy oceanográfus?) elmagyarázza, hogy excellenciás uraim minálunk nincs „fertőző gyümölcslegy”, mert tengerünk sincs,¹⁴ s ezzel a megjegyzéssel bétaszítja a távoli Keletnek ama karanténügyileg fölöttébb bedagadt kapuját, sikerágazattá termékenyítve az agrárdiplomáciát.

Filmszakadás után, egy szétpolitizált nemzeti parkban bolyongunk.¹⁵ Nem találkozzunk őrzőkkel vagy útmutató táblákkal. Találhatunk viszont egy kitűnő interjút („A mezőgazdaság ma szabad préda”), olvashatjuk a „független értelmiségiek” (sic!) véleményét az *ÉS* Agora rovatában, követhetjük a *Magyar Hírlap* ütközeteit. Az egyiket egy FVM (!) nevű szerzőkollektíva jegyzi. Hallgathattuk továbbá a pártelnök nyilatkozatát, majd levélváltását a *Vasárnapi Újság*ban. Most valamennyi Raskó György (MDNP) körül kering, aki az Antall-kormány FM-jének exállamtitkára. Neki tulajdonítják a feldolgozó és élelmiszeripar privatizációjának ballépéseit, de mégis az FVM mai, felső vezetését kontraszelektálnak minősítő véleménye miatt vált itt, és *függetlenék köreiből* „végletekig népszerűtlen”-né.¹⁶ Tulajdonképpen még most is várom, hogy visszatérjen az emlékezetünk. Kellene.

¹¹ *Számadás*, 2000. március 9.

¹² Lásd 9. és 11. jegyzet.

¹³ Lásd 10. jegyzet.

¹⁴ Persze „fertőző gyümölcslegy” sehol sincs (lásd *Gozmány-szótár*), s a tenger is talán a földközi-tengeri gyümölcslegy (lásd másként *Kis Újság*, március 17.) kapcsán kerül ide, s bár nálunk eddig nyolc alkalommal észlelték ószibarackban és almában (áttelelni nem tudott), férgeskről inkább máshol, például szakkönyvekben.

¹⁵ *168 óra*, 2000. február 8.; *Magyar Demokrata*, március 9.; *Magyar Hírlap*, március 9.; *ÉS*, március 24., június 30.

¹⁶ Rádai E. és Raskó Gy. *ÉS*, június 30. (kontra Nagy Bálint és Vajna T. *ÉS*, július 21.); Raskó Gy. *Magyar Hírlap*, július 17. (kontra FVM *Magyar Hírlap*, augusztus 15.; magyarázatok Nagy Tamás *Magyar Hírlap*, augusztus 29.).

2. Mikrokozmosz

A környezetvédelem a politikusok és ipari szakemberek szerint sokba kerül,¹⁷ így fékezi a gazdaságot. Tény viszont, hogy nem engedi elhasználni a jövőt. Az ezzel kapcsolatos kompromisszumok megbosszulják magukat. Nehéz, interdiszciplináris szakma, amelynek masszív érdekekkel szemben kell saját igazát bizonyítania. Állami elhatározás és az **EPA** mintájára közvetlenül a Miniszterelnöki Hivatal alá rendelete nélkül helyzete reménytelen. Ma az elképesztően megosztott, kisebbségekre emlékeztető viselkedésű civil mozgalmak teszik, ami tőlük telik, s mintha ellenfelük a „profik” volnának, holott együttesen kellene közös érdekeinket képviselni. Bocsánat, ha azt mondom, jól működő hivatalos környezetvédelem mellett a környezetvédelmi civil mozgalmak elsorvadnának.

2.1. Zöld mozgalmárság

Minden azt sugallja, hogy itt most békebeli szakszervezeti gyűlés készülődik, ahol tapsok és derűtség ámbrajától övezve jutalomkönyveket és beutalókat osztogat majd a Mosolyországból alászálló bizalmi. Az előtérben büfé hívogat. Kezdem érteni a jelenlévő nyugállományúak magas arányát. Így nézne tehát ki munkaidő utáni civil mozgalmunk élcsapata? Ismert közgazdász, majd szociológus beszél a globalizáció és a környezetvédelem összefüggéseiről – mi tagadás,

¹⁷ *Takács-Sánta András megjegyzése:* Közkeletű tévhit, hogy a környezetvédelem feltétlenül drága mulatság. E téves elképzelés forrása alighanem az, hogy környezetvédelem címszó alatt rendszerint drága technológiai megoldásokban gondolkodunk. Holott korántsem ezek jelentik az egyetlen lehetséges utat. Fajunk bioszférára kifejtett hatása alapvetően három tényezőtől függ: **i.** a népesség nagyságától; **ii.** az egy főre eső gazdasági tevékenység mértékétől (ami nagyjából arányos az egy főre eső fogyasztás mértékével); valamint **iii.** az egységnyi gazdasági tevékenység környezeti hatásától (ami annál nagyobb, minél kevésbé környezetbarát technológiákat alkalmazunk; J. P. Holdren & P. R. Ehrlich 1974, *American Scientist*, 62. 282–292). Mindebből az is következik, hogy alapvetően háromféle környezetvédelmi stratégia létezik, amelyek az egyes tényezők csökkentésére irányulnak.

Hazánkban a népesség magától is csökken, ezzel nem kell foglalkoznunk, marad a másik két tényező. A nagy probléma az, hogy környezetvédelem alatt – persze nemcsak nálunk, hanem tőlünk nyugatabbra is – szinte kizárólag a harmadik tényező csökkentését, azaz környezetbarát technológiák (ólommentes üzemanyag, szűrők a gyárak

rizikó nélkül hakniznak – az alapján, amit egy hét alatt az interneten sikerült megtudniuk. Professzionális szószaporítás, amelyben például elmagyarázzák: hányféle autentikus jelentése van a globálisnak. Egészen elszálllok, és már keverem is az etimológiát a viktimológiával. Kívülről hullámokban támad a túl korán leleplezett lecsós-szelet. Egy kollegina támolyog kifelé a sorok között; hamarabb szokott vacsorálni, már tilos tartományban a vércukra. Imádkozom, el ne szédüljön, a dolognak ugyanis tekintélyes a valószínűsége. Egy hozzászóló – úgyis, mint idegenbe szakadt hazánkfia – arról beszél, hogy járjunk gyalog, miért is szennyeznénk kipufogógázainkkal a jó levegőt, míg egy kardos aszszonyka le nem hordja, hogy ő bizony nem szándékszik újra fateknőben mosni. Mindez 1999-ben, Magyarországon történik.

2.2. Mindenki másként csinálja

Maróthy, Keresztes, Gyurkó után, 1994-től, a magyar-népművelés-filozófia szakos Baja Ferenc kerül a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium élére, akiről addig az aktív természetvédők azt jegyezték fel, hogy egyszer, a „Föld Napján” összeszedett egy zsák erdei szemetet. Ma még két maradandónak tűnő ügye körül kering a sajtó. Történt egyszer, hogy a Hunalco Rt. vezetősége – Zsurkon – munkahelyek létesítésére szánta el magát, amelynek termékei egyenesen a FÁK piacát célozták. Az üzem fő attrakciója a RASPUTYIN márkájú – közünk szólva – pancsolt vodka volt. A 400 millió forintos zöldmezős beruházáshoz 80 millió forint vissza nem térítendő területfejlesztési hozzájárulásról döntött akkor a miniszter. Az ukrán vámosok később 20 vagon Moldovába tartó kerítésszagot foglaltak le, és hab a tortán, hogy a konkrét fogadó céget nem

- kéményeire stb.) bevezetését értjük. A második tényező csökkentéséről azonban szinte teljesen elfelejtkezünk, sőt mi több, a fogyasztás növelése minden kormányzat deklarált célja. Pedig pont itt rejlenek a környezetvédelem legnagyobb lehetőségei (már csak azért is, mert mind hazai, mind pedig világviszonylatban éppen ez a tényező növekszik a leggyorsabban), és – ami számunkra itt a leglényegesebb – ezek szinte kivétel nélkül olcsó megoldások, hiszen a takarékoságról, az anyagi javak egy részéről való lemondásról szólnak. Természetesen igaz, hogy a második tényező csökkentésével a gazdaság növekedése lassul, és az emberek személyes fogyasztása is csökken. Csakhogy egyik sem jelenti feltétlenül az életminőség romlását, sőt, ennek sokszor inkább az ellenkezője igaz. Egyrészt a gazdaság növekedése számos esetben együtt jár a jövedelemkülönbségek fokozódásával, a környezetszennyezés és természetpusztítás növekedésével, ráadásul többek között a bűnözés és a közlekedési balesetek is növelik a GDP-t (a gazdasági növekedés mérőszámát). Talán felesleges bizonygatni, hogy a társadalom tagjainak átlagos életminőségét viszont rontják az imént felsoroltak. ►

lehetett megtalálni. Nem vagyok büszke Zsurkra – mondta egy elgyengült pillanatában Baja környezetművelő, s arra a kérdésre, miért hagyta figyelmen kívül azt, hogy a gyárban jelen volt az ukrán maffia is, azt válaszolta, hogy nem vette elég komolyan az Információs Hivatal jelzéseit. A másik ügy a Nyírfá-dosszié egyik fejezete, a nyíregyházi Zefirusz Kft. (a miniszter felügyelő bizottsági tag) ingatlanspekulációja, s amely tizedáron jutott jelentős birodalomhoz.¹⁸

1998-tól az agrármérnök Pepó Pál a Környezetvédelmi Minisztérium (KöM) élén, aki pártjának **EU**-integrációs kabinetvezetője volt. Torgyán Józseffel való szeptember 9-i megállapodása szerint 120 területfejlesztésben jártas szakembert és 55 kiszolgálót ad át az FVM-nek, s velük együtt számítógépeket, mobiltelefonokat, hűtőgépeket, tévét, fénymásolót, faxkészüléket, videókat, 13 autó társaságában, majd a Környezet Gazdálkodási Intézet Alkotmány utcai épületét. A kiszolgáló személyzetben átkerül 20, első fokon pert nyerő környezetvédelmi szakember is. Néhányuk tudomására hozzák: ne nagyon rendezkedjenek be tartós maradásra. A jelentősebb vezetői tapasztalatokkal nem rendelkező, a rábízott minisztériumot lendületből kézi vezérlésre állító miniszter sorban válik meg újdonsült beosztottjaitól, s helyükre megbízhatóbbakat ültet. Általános személyiségi jegyeket vizslató vezetővizsgáztatási módszereiből az is világosan látszik, hogy a környezetvédelmi szakmában való jártasság – a modell erre ő maga – másodlagos a megítélésekben. A személyzeti munkába áldozatosan, de hivatalos jogosítvány nélkül besegít az asszony is. Pepó, a bukácsoló költségvetésű, saját laborhálózat nélkül környezetvédelmi feladatokra csak korlátozottan alkalmas minisztérium számára egy Audi 8-as csúcsmodellt igényel, a 30 milliós, személyes (néha családi) használatra vásárolt Mercedes mikrobusz mellé. Végül be kell érnie egy Audi 6-ossal. Későbbi, 75 millió forintos lakásigényét a miniszterelnök elutasítja, így marad elődjének felújított lakása.¹⁹

- Másrészt szinte közhely, hogy egyéni elégedettségünk – egy bizonyos alapvető fogyasztási igényen túl – már egyáltalán nem a birtokolt és elfogyasztott anyagi javak mennyiségétől függ. Márpedig ma már hazánkban is az emberek többsége jóval többet fogyaszt alapvető szükségleteinél, köszönhetően többek között a reklámok manipuláló hatásának, vagy az ún. presztízs fogyasztásnak, azaz a státusszimbólumok vásárlásának.

Végül pedig nem árt megjegyezni azt is, hogy a technológiai megoldások sem feltétlenül drágák. Például a szennyvízkezelést meg lehet oldani egyrészt csatornázással (rendkívül drága), másrészt viszont egy növényekkel (például nád) beültetett derítővel is (rendkívül olcsó). Hogy miért az előbbit szokás forszírozni? Nyilván azért, mert – ellentétben az utóbbival – ez egyes csoportoknak óriási üzletet jelent.

¹⁸ *Magyar Nemzet*, 1998. január 10.; *Népszabadság*, 1998. június 10.; *Napi Magyarország*, 1998. június 22.; *MaNcs*, 1999. március 25.

¹⁹ *Magyar Hírlap*, 1998. október 10.; *HVG*, 1998. szeptember 26., október 24., 1999. február 20.; *MaNcs*, 1998. december 17., 1999. március 18.; *Népszabadság*, 1999. március 4.; *168 óra* 1999. március 25.

A KöM-ben történő nagyarányú bontás nem jár együtt építéssel. Ezt illetően Pepó elődjét vádolja; szerinte az előző kabinet a függetlenségét veszítő Központi Környezetvédelmi Alapból az 1998-as összeg 3/4-re, az 1999-es 2/3-ra és a 2000-es 1/4-re vállalt szerződéses kötelezettségeket, s neki forrásnövelésre csak ezek felbontása és a pályázati kiírások törlése maradt. Baja szerint viszont a probléma utódjának érdekérvényesítő képességével van, ami miatt a környezetvédelem gyakorlata mélyrepülésbe kezdett. Illés Zoltán május elején adott nyilatkozata szerint (ATV) viszont a Pepót érő támadások – nekünk bármilyen különös – erősítik annak pozícióját, és ő két hét alatt végzett volna azzal a munkával, amivel a jelenlegi miniszter – tanulási kötelezettségei miatt (környezetvédelmi és igazgatási) – egy év múlva fog. Május végén a több szervezetet tömörítő hazai környezetvédelmi szövetségek (Levegő Munkacsoport, Magyar Természetvédők Szövetsége, **WWF** hazai képviselete) – alkalmatlanságra hivatkozva – Pepó felmentését kérik. Válaszul miniszterünk az „Aktuális” című műsorban (MTV1) arról beszél, hogy ez lényegében politikai támadás, és szakmai munkájával a kormánypárti elit, s főként saját „elnök-minisztere” fölöttébb elégedett. Mindez 2000 közepéig tartott, amikor önként lemondott.

2.3. Adósságok

Az 1998-as választások előtti közvélemény-kutatások legmagasabb tetszési indexét a környezetvédelem ügyei kapták. Vitathatatlanul tiszta Magyarországról álmodunk. Csupán a Kisgazdapárt mondta: erre a minisztériumra pedig nincs szükség, be kell olvasztani a Földművelésügyibe. Gondolom, a mezőgazdasági foci-impériumon²⁰ túl immár a törzsökös agráriumhoz készülődő Bős-Nagymarossal, a szimbólumná növekvő Garéval, az ipari lég-, talaj- és vízszennyezéssel, hovatovább városaink levegőjével és ivóvizével, közúti mizériájával, netovább nukleáris és egyéb hulladéktárolási ügyeinkkel együtt. A programszerkesztők valahogyan nem értesültek arról, hogy mindez az iparilag fejlett világban önálló tárcához tartozik; mi több az amúgy is összetett mezőgazdasági tevékenység igazgatása önmagában is kellőképpen ambiciózus feladat. Aztán az egyetlen másként gondolkozó párt megkapta a tárcát. Ne hezitáljunk tehát, az erről szóló – reményekre jogosító, utólag trillának minősülő – híradások mérlegelése után meghatározni a tárca valós, eddigi súlyát: pehelysúly, amatőr kategória.

Kinevezéskori első rádióinterjújában Pepó azt nyilatkozta a *Kossuth Krónika*-nak, hogy az agrár-környezetvédelem még gyerekcipőben jár, így sok a tennivaló. A szélesen áradó nyitány után azonban hamar kiderült, hogy a zenemű további

²⁰ HVG, 1999. február 6., március 20.

tételei – mint azt a pepsi-életérzésekről szóló reklámfilmeknél már megszoktuk – nincs megírva. Ez csupán demo egy mozgalmásra tervezett kliphez.

Vajon nem tartozik-e a függőhelyzetek kategóriájába, meríti ki az összeférhetlenséget – kiterjesztve azt az összes korábbi és hasonló példáinkra is –, ha az egyik miniszter a vele éppen esetenkénti szakmai érdekellentétbe kerülő másik miniszter pártvezetője? Ilyen persze a köznapi, már-már virtuális valóságban nem fordulhat elő, s mindennek áthidalására csupán interminiszteriális gondolkodás kell; így a miniszter arról tart előadást, milyen alacsony szintre süllyedt az agrokemizálás ebben az országban, és milyen alacsonyak a hozamok. Máshol viszont arról, hogy a növényvédelmi tevékenység környezetünk fajgazdagságát szűkíti. Megoldásként pedig fenntartható mezőgazdaságról beszél, de a magángazdaságok szintjén. Remélem legalább ő tudja, hogy mindez konkrétumokban mit jelent, mivel a szerény üzenet ezen a szinten válik el a szárnyaló szpíctől.

Várom azért e modell alapján egy ideális kormány teljes horizontjára kiterjedően jobbító megoldásokat: az ájer-dinasztiából származó egészségügyi, a kefe- és szitakötő szakos igazságügyi, valamint a vándor orvhorgászoként széles körű ismertséget szerzett majdani oktatásügyi minisztert. Miért is ne, az illeszkedő szakmai képzettség még gátolná a praxisra emelkedő zsigeri látásmódot.

„Árnyék bársonyszék” – emlékezem Szabó Gábor²¹ parádés cíkcímére, és tényleg mintha a környezetvédelemnek eddig csak ilyesféle jutott volna. Elismerésül kaphatja ezt a tárcát valamelyik szívszakítóan lojális politikusunk? Nem lenne ez speciális terület, amelyhez érteni sem szégyen? Egyetemünk – ha nem tévedek – régóta képeznek környezetvédelmi szakembereket. Lehet, hogy ez a szakma nem politizál? Az amatőrség viszont a tenni vágyó szorgalommal párosítva katasztrofális elegy. Bajánk is attól lett végre jó, hogy minisztériumától elrabolták pártjának ügyei.

2.4. Gyerekcipőben

Nézzük akkor, hogyan festett az agrár-környezetvédelem gyerekcipőben. 1980-at írunk, amikor nálunk a Hazafias Népfront feladata, hogy csiszolgassa a környezetvédelmi közgondolkodást. Várkonyi Anna a Tihanyi Biológiai Kutatóintézet kutatójával, Herodek Sándorral készít interjút a Balaton állapotáról (ÉS 1980. november 29.). Herodek doktor elmondja, hogy az állattartó telepek hígtrágyája és a műtrágyázás miatt a tó algásodása, hínárosodása elindult. December 6-án Gádor Iván viszont Nagy Bálint MÉM főosztályvezetővel készít interjút (ÉS 1980. december 6.). Nagy szerint az emberiség – ha elhatalmasodik rajta

²¹ HVG, 1998. július 25.

a szkepszis és a tunyaság – az éhhalál felé tart és nem érthető, mi a baj azzal, hogy felborítjuk a termőhelyen az egyensúlyi állapotot. „Bejárt út ez, tovább kell haladnunk rajta, akkor is, ha a natúra után sápitező, bukolikus természetképet pátyolgató környezetvédők elsiratják is a mérges csípésű rovarokat.” (vö. *ÉS*, Agora 2000. július 21.) Véleménye szerint a műtrágyák és növényvédő szerek nincsenek káros hatással a Balatonra. Balogh János akadémikus (*ÉS*, 1981. január 3.) ekkor ragad tollat, és többek között beszél a falusi (40–80%) és tanyasi (70–97%) kutak nitrát-szennyeződéseiről, amely évi 5 ezer csecsemőt betegít meg. Nagy személyeskedő válasza azonnali (*ÉS*, 1981. január 10.); írásában tetten érhetjük az ökológia megértetlen lesajnálását. Papp Ferenc (*ÉS*, 1981. január 31.), az Országos Vízügyi Hivatal (OVH) főosztályvezetője ezt követően kapcsolódik a vitába, és azt állítja, Balogh akadémikus adatai a kutak nitrát-szennyeződéséről túlzottak, bár a helyeseket – milyen különös – nem adja meg. Balogh János (*ÉS*, 1981. február 7.) utolsó megszólalásakor, azt írja, darázs-fészekbe, tabu témához nyúlt, s tudomásunkra hozza, hogy adatait abból az OVH-kiadványból vette, amelyet éppen Papp Ferenc lektorált. Bármennyire is abszurdnak tűnik, így esett. A dicstelen történet, amelyet a növényvédelmi szervezetnél pályakezdőként csukott, ajtók mögött vitattunk, máig kísért. Addig – nekem – ismeretlen lecke volt. Az objektív értékrendszer elvérzeni látszott, elgázolta őt a regnáló érdekrendszer.

2.5. Jelenünk

Baja fedezte fel a lehetőséget, de Pepónak is tetszett az ötlet: rendszeresen új nemzeti parkot kapunk. Mindez örömteli, bár a kirakatba helyezett természetvédelemhez képest a gubancos környezetvédelem kétes kimenetelű zűrháború. Szakértelmet igényel, és mindig működő érdeket sért. Mélyvíz, csak jó úszóknak, de néha még ez is kevés.

A garéi kármentesítés újra leáll. Az ATV-n áprilisban láthattuk a képeket. Az alkotó képviselőjében a BVM vezérigazgatója mondja el azt, mi is a helyzet, aztán snitt és megjelenik a KöM minisztere, államtitkára és helyettese. Ülnek szépen, szimmetrikusan, mosolyognak; s jobbra, mint nem véletlen dekoráció, a magyar zászló. Tehát megtudjuk – várakozom –, akkor hogyan, ha nem így. Még most is alig hiszem, ami történik – itt az egész KöM vezetősége –, s a riporternő azt kérdezi, ki hol dolgozott, és hány családja van. Szóval, ezt megtudjuk ezerrel. Mosolyországhoz képest viszont Magyarországnak számottevő környezetvédelmi feladatai vannak,²² vagyis előbb vagy utóbb komolyan költeni kell rá!

²² HVG, 1999. március 20.

Felbecsülhetjük tehát, és folyamatosan kisebbíthetjük az adóságokat, vagy várhatjuk, mint a számtartóvá visszafokozott, enyhén lórúgott tulajdonos, hogy üzennek majd egyszer Brüsszelből. Ekkor majd – csöppecskét simlisen, mostoha gyermekkorunkra való hivatkozással – további halasztást is kérhetünk, de addig is környezetszennyező belső (ipari és mezőgazdasági) és külső (kereskedelmi: elavult termékek vásárlása) érdekekkel nem viaskodva levegőnk, talajunk, élelmi-szereink és vizeink állapotán keresztül a saját egészségünkkel kufárkodunk; s mindez véleményem szerint azért, mert a környezetvédelmi tárca szereposztásában – alakulásától fogva – a hivatás szerepét a politikai küldetés játssza.

3. A környezetbarát növényvédelem

Nézzük, hogyan nézne ki egy pozitív forgatókönyv. A recept egyszerű: reformálni kellene az oktatásunkat, meg kellene dolgoztatni a pénzükért a hivatásos szakértőket, értékükön kellene elbírálni a növényvédő szer hatóanyagokat, és támogatni kellene a már létező környezetbarát megoldások elterjedését.

3.1. Korszerű növényvédelem

Idáig úgy tűnt, arról volt szó, mi az, ami kerülendő, de ha valamiről nem esett szó, az már kész nyereség. A 6. mellékletben nem szereplő hatóanyagok használata tehát e könyv megjelenésének idején bátran javasolható, hiszen az eddig felhalmozódott tudásunk szerint biztonságosnak számítanak. Nem állítom természetesen azt, hogy azok is maradnak, s a folyamatos toxikológiai vizsgálatok nem bizonyítják majd esetleg ennek ellenkezőjét. Nem véletlen, hogy sokan élnek ezzel a gyanúperrel, s a biotermesztők – nálam drasztikusabb álláspontra helyezkedve – a szintetikus növényvédő szerek végleges és teljes elvetése mellett döntöttek.

Én személy szerint több korszerű növényvédő szer iránt jelentősebb bizalommal vagyok, mint amit néhány, a biotermesztők által engedélyezett természetes eredetű vegyület esetén elmondhatnék. Ugyanakkor – két egyetemen több időt eltöltve az oktatásban – szomorúan látom, hogy növényvédő mérnökeink (mint hajdanán én is) számottevő ökotoxikológiai ismeret nélkül kapnak diplomát. E nélkül az alaptárgy (!) nélkül természetesen nem tudatosulhat ben-

nük az őket és beosztottjaikat is érintő egészségügyi veszély. [51] Meggyőződésem, hogy ilyen ismeretek birtokában lényegesen javulna az általuk megkövetelt növényvédelmi fegyelem és a toxikológiai előírások respektusa.

a) Előrejelzés • A 70-es években, mikor a kémiai növényvédelem szinte elfelejtette velünk, hogy más megoldások is léteznek (például agrotechnikai növényvédelem) a „menetrend szerinti” permetezés és porozás terjedt. Ekkor függetlenül attól, hogy területünkön a kártevő előfordult vagy sem, meghatározott időközönként védekezésekre került sor. Mindez főként a fungicidek alkalmazására vonatkozik, ahol a megelőzés a szerek hatása miatt sokkal jelentősebb volt, mint a kuratív (gyógyító) hatás. A fungicides permetezések tehát intenzív kultúrákban (üvegház, alma, szőlő stb.) heti rendszerességgel kerültek tervezésre, és ebbe szükség szerint keverték inszekticideket.

Mindezen lényegbevágóan segít az előrejelzés, amikor környezeti paraméterek segítségével a területen pontosítjuk, hogy amikor egy kórokozó fertőzéséhez megteremtődtek a feltételek, jelen van-e a fertőző ágens? Nem könnyű feladat, hiszen rendszeres mérést és szántóföldi táblaszintű felvételezést feltételez. Az előrejelzéshez számtalan eljárás ismert, és többnyire a kártevő biológiájának ismeretéből származó adatgyűjtésre támaszkodik.

b) Szexferomonok • Rovarak esetén a szexferomon* csapdák teremtették meg azt a lehetőséget, hogy viszonylag könnyen mérjük, hogy területünkön előfordul-e a kártevő. Lepkéknél, a párzáskor a nőstények bocsátanak ki olyan ivari csalogató anyagokat, amelyek alapján a hímek megtalálják őket. Ezeknek az illékony vegyületeknek a leírása és csapdába helyezése a szexferomon csapdák lényege. Ezek a csapdák többnyire specifikusan csak a célrovarat fogják. A csapdában való megjelenésük és fogási számuk változása tájékoztat a permetezés szükségességéről. Amennyiben a csapdánk nem fog, az üzenet világos, nem kell az illető faj ellen védekezni, ha viszont fog bizonyos számú rovar, akkor további pontosítás kérdése, hogy védekezzünk-e. Nem kerülhetjük el tehát a további adatfelvételezést, hiszen a csapda a párzásra kész hímeket gyűjti. A párzást követi a nőstény érési táplálkozása, míg a lerakott tojásokban embrionális fejlődésre kerül sor. A területünkön tehát növényvizsgálattal kell meggyőződni a fogást követő napokban, hogy megjelentek-e a növényevő első stádiumú lárvák. Ezek idegmérgek esetén a leginkább méregérzékenyek; a detoxifikációs enzimkészlet ugyanis a posztembrionális fejlődés során, a táplálékban lévő másodlagos anyagok enzimindukciós hatására bővül.

Az előrejelzés kapcsán el kell gondolkoznunk azon, hogy mi legyen az a szint, amikor védekezzünk. Ennek természetesen van egyfajta gazdasági oldala, amely szerint azt a védekezést kell végrehajtani, amelyiknél az elkerült kár ér-

teke nagyobb, mint a permetezés teljes költsége. E közben elfelejtkezünk a krónikus hatások miatti folyamatos egészségügyi kockázatunkról, amelynek legjelentősebb elszenvedői a permetezőmesterek, s főként azok, akiknek nincsenek ezen a téren óvatosságra intő ismeretei. Jó lenne megjegyeznünk, nem kell mindent és mindig kiirtani. A permetezéshez kártételi küszöbszintek tartoznak, azaz bizonyos fertőzöttségi szint alatt nem szükséges mindjárt a növényvédő szerekhez nyúlni.

c) Rezisztencia nemesítés • Főként kórokozók esetén jelentős tényező. Gyümölcsösök telepítéskori fajtaválasztása az egyik legnagyobb hatású növényvédelmi tevékenység. Olyan fajtát kell választanunk, amely a lehető legkevésbé érzékeny a területünkön előforduló betegségekre. Ellenkező esetben vesszőfutásunk elkerülhetetlen lesz majd. A biotechnológusok jelentős része a tevékenységét a nemesítés korszerűbb és hatékonyabb eszközökkel való folytatásában látja. Nem felejtethjük azonban el, hogy míg a klasszikus nemesítés során csupán fajazonos gének szerencsés kombinációjáról van szó, addig a jelenlegi – kamaszkorát élő – biotechnológia fajidegen géneket visz be a genom változatos részeibe. Természetesen nem kizárt, hogy hagyományos nemesítéssel is nem kívánatos beltartalmú fajta kerül előállításra, hiszen a nemesítés gyakran eltérő beltartalmú változatokat választ ki, amelyben a növényi eredetű, védekezésre használt természetes anyagok szintje magasabb. Hogy ezen a területen is lássunk valamit, az USA-ban a zeller hagyományos szelekciójával sikerült olyan fajtát nemesíteni, amely a Lehelen a „csodás” minősítést kapná, viszont elképesztő mennyiségű 8-metoxi-psoralént (800 helyett 6200 ppb-t) termel, amelyet esetleges rákkeltőnek tartunk. [608] Hasonló példák ismertek a burgonya vonatkozásában is, ahol a mérgező alkaloidok (szolanin) mennyisége ütötte meg azt a szintet, hogy a gyakorlatból ki kellett vonni.

3.2. Szelektív növényvédő szerek

A peszticidfejlesztés története két elhatározás között hezitált: szelektív hatású hatóanyagok fejlesztése (környezetvédelmi szempontok) vagy széles hatásspektrumú növényvédő szerek fejlesztése (gazdaságossági szempontok). Ez utóbbi felhasználhatósága jelentősebb, azaz nagyobb a piaca, fejlesztési megtérülése gyorsabb; a területen való használata egyszerűbb, nem igényel sokféle ismeretet. A szelektív hatóanyag (például *buprofezin*, amit a japánok kabócák és pajzstetvek ellen fejlesztettek ki) piaca szűk, felhasználása szakértelmet igényel. Előnye viszont, hogy a nem célzott organizmusokon való veszélyessége nagyságrendekkel kisebb. A fejlesztők általában az összehasonlító élettan területé-

ről indultak el, s keresték azokat a speciális eltéréseket, amelyek a kártevőket elválasztják a nem-cél organizmusoktól. [49] Erről a területről származnak az ún. *IDRD* (*Insect Development and Reproduction Disrupters* – rovarfejlődés és reprodukció gátlók) vegyületek, amelyek a rovarok fejlődésének és reprodukciójának speciális hormonális szabályozását, valamint a köztakaró és váz funkcióit ellátó rovarkutikula vedlését veszik célba. [52, 609–610] Egy másik irány a specifikusan rovarpatogén élőlények kutatása, amely területen a *Bacillus thuringiensis* nevű baktérium a legnagyobb találat. [23]

A világ értékesítési trendjei szerint a peszticidipar a széles hatásspektrumú hatóanyagok fejlesztésének irányába halad. Hiszen például a szelektív rovarölő szerek világpiacán a vedlésgátlók 3% és a *B. thuringiensis* 1%-os értékesítési mutatója bizony igen szerény értékek, bár ezekre a területekre jelentős expanziót jósolnak. Magyarországon az előbbieket együttes felhasználása sem éri el az 1%-ot.

a) Késlekedő peszticidrevízió • A Föld lakosságának több mint fele él mezőgazdasági környezetben, s közülük kb. 1,1 milliárd a farmer. Így a legnépesebb foglalkozási ágról van szó, ezért a foglalkozási ártalmak tekintetében a legfigyelemreméltóbb közösségről. Különösen vonatkozik ez az iparilag fejletlen országokra, amelyek némelyikében a lakosság 95%-a tartozik ide. A Harmadik Világ biztonságos peszticidfelhasználását illetően igen nagy problémák vannak. Ezek a toxikológiailag korszerűtlen, perzisztens növényvédő szerek felhasználásával egyidejűleg, a biztonságra vonatkozó előírások megsértéséből tevődnek össze: a szerre vonatkozó dozírozási ismeretek hiányából (a Thaiföldön használt készítmények 44%-án találtak inkorrekt információkat), a védőfelszerelések negligálásából (a fülöp-szigeteki munkások 3%-a viselt csak ilyet), a munka- és ételmezés-egészségügyi várakozási idők figyelmen kívül hagyásából stb. Ennek következménye például, hogy az idegmérgekkel dolgozó latin-amerikai munkások 10–30%-ának acetil-kolin-észteráz aktivitása alacsony. A Harmadik Világban a peszticid eredetű balesetek a mezőgazdasági munkások körében a balesetek 12–19 százalékát teszi ki. A balesetek túlnyomó része rejtve marad, illetve félrediagnosticsztizált. Rendkívül jelentős problémák vannak a növényvédő szerek tárolására használt helyiségekkel (kenyai farmerek 62%-a a lakóházában tárolja őket) és a csomagoló anyagokkal, amelyeket újra hasznosítanak (élelmiszer és víz tárolására) vagy a kommunális szemétbe kerülnek. [33] Mindezek nem hatnak teljesen ismeretlenül a hazai állapotokat tekintve sem, még ha a laikus felhasználók részaránya kisebb is. Ekkor még meg sem emlékeztünk a sokkal inkább rejtve maradó ún. krónikus hatásokról, amelyekkel kapcsolatban csak szórványos adatokkal rendelkezünk.

A környezetünkbe kerülő hatóanyagokat időről időre felül kellene vizsgálni. Erre azonban kapacitás, és több országban szakértelem hiányában nem kerül

sor. Magyarország ma már az **EPA** és a skandináv országok felülvizsgálati eredményeit sem hasznosítja tiltási gyakorlatában. Ma nálunk száz fölötti azoknak a hatóanyagoknak a száma, amelyek már fontos nemzetközi kritikai listákra kerültek (6. melléklet). A magyarországi engedélyezők az **EU** intézkedéseire várnak, miközben tisztában vannak azzal, hogy tiltólistája a legengedékenyebb azok közül, amelyek nemzetközi szinten léteznek, s csupán a *POP*-vegyületekre korlátozódnak. Ugyancsak elmondható, hogy az **EU** saját szerény, revíziós terveihez képest is jócskán elmaradt, viszont amíg készülődik, addig a rá várakozó, benne reménykedő országokban nincs ebbéli kínos teendő.

Nyugat-Európa a 80-as évek végén hirdette meg a peszticidfelhasználás korszerűsítését. Ennek első lépcsőjében a hatóanyag-felhasználás felére csökkentését és a toxikológiailag elavult hatóanyagok kivonását tűzték ki célul. Mindennek elsődleges célja az volt, hogy minimalizálják az egészségre és a környezetre gyakorolt kedvezőtlen hatásokat.

1986-ban Svédországból indult a növényvédő szerek rizikóját csökkentő program, amelyet több nyugat-európai ország is átvett. Peszticidfelhasználást tekintve a herbicidek a meghatározók. 1986-ban 2,1 kg/ha peszticidet használtak fel. 1990-ben hirdették meg a növényvédő szer re-regisztrációs programot és az eredetileg engedélyezett 230 hatóanyagot (460 készítmény) négy év alatt 150-re csökkentették. Ezek közül 50 hatóanyagot a gyártók önként visszavontak (160 készítmény), 30 hatóanyagot (például *aldicarb*, *atrazine*, *lindane*, *simazine*) kedvezőtlen környezeti tulajdonságaik miatt a hatóságok tiltottak be. 1994-re a peszticid felhasználása 0,7 kg-ra csökkent (66%-os csökkenés 1986-hoz viszonyítva). [62] 1998-ban 139 hatóanyag van Svédországban engedélyezve, s ebből csak 102 közös a Magyarországon engedélyezett 403-ból. Svédország erőteljesen belenyúlt a növényvédőszer-felhasználásba: szigorú re-regisztrációs programot hajtott végre, a farmerek részére továbbképzési programokat szervezett (javasolja az alacsony dózisok alkalmazását), toxikológiailag elavult növényvédő szerekre speciális adót vetett ki.

Dánia 1988-ban hajtotta végre első programját, amelynek során 180 hatóanyagot vizsgált felül. Ekkor 54 hatóanyagot a gyártók önként vontak vissza, míg 20 hatóanyagot a hatóságok betiltottak. 1995-ben további hatóanyagok kerültek vizsgálat alá, közéjük tartoznak azok a klór-fenoxi-ecetsav típusú gyomirtó szerek, amelyek forgalma 1995-ben még 942 tonna volt, azonban komolyan veszélyeztették a talajvizek minőségét. Ezeket részben betiltották (*2,4-D*, *MCPA* stb.), részben erősen megszigorították a használatukat. [64] 1995-ben már csak 1,6 kg/ha hatóanyagot használnak fel, amelyet 1,2 kg/ha-ra szándékoznak csökkenteni.

1994-ben az **EU** legjelentősebb növényvédő szer felhasználója Hollandia (17,5 kg/ha) és Belgium (10,7 kg/ha) volt. Hollandiában 300 hatóanyagot forgalmaztak (1996-ban 288-ra csökkent), ezért 2000-re 50% csökkentést határoztak el

(8–9 kg/ha), de már 1995 végére 30–35%-os csökkenést jelentettek az elavult és nagy dózisú talajfertőtlenítő szerek kivonásával. Elhatározásukat sürgette, hogy felméréseik szerint a vizsgált 159 növényvédő szer hatóanyag 80%-a megtalálható volt a felszíni vizekben. Különösen kiemelkedő volt a *diuron* szermaradéka. [63]

Nézzük, milyen problémákkal küzd néhány további fejlett ipari ország a növényvédelemben, és milyen terveik vannak [65]:

Ausztrália: korábban kevésbé használtak növényvédő szereket, azonban 1975–1993 között ötszörösére emelkedett a felhasználás. Különösen a szőlő növényvédelmét kísérik megkülönböztetett figyelemmel, mivel a borban néhány alkalommal mért peszticidmaradék az exportot egy időre igen erősen visszavetette. Szaktanácsadó-rendszert dolgoztak ki ezen a területen.

Egyesült Királyság: Az ivóvíz minősége miatti aggodás a meghatározó. Ebben főként a triazin- (*atrazine*, *cyanazine*, *prometryn*, *simazine* stb.) és karbamid-típusú (*diuron*, *linuron* stb.) gyomirtó szerek játszanak döntő szerepet. Ennek megoldására programot hirdettek.

Franciaország: Az USA utáni egyik legnagyobb peszticidpiac. Különösen sok fungicidet használ. Habár a termékekben szigorúan kontrollálja a szermaradék értékeket, a környezetvédelmi problémákra kevés súlyt helyez.

Japán: Szintén a vizek elszennyezése miatt aggodik. A vizsgált 5281 mintából 106-ban (2%) találtak szermaradékokat. Kiemelkedő problémájuk a *simazine*, amelyet golfpályákon használtak.

Olaszország: A 80-as évek közepén Észak- és Közép-Olaszországban felfedezett nagymértékű vízszennyezés komoly aggodalmat váltott ki az országban. Ezen a területen néhány helyen az ivóvízkészletek *atrazine*-szennyezettsége eléri az **EEC**-limit szintjét, ennek ellenére fogyasztását engedélyezik. Észak-Olaszországban ma az ásványvízfogyasztás általános gyakorlattá vált. Mindez a herbicideknek köszönhető és elsősorban az Olaszországban is gyártott *atrazine*-nak. Olaszország betiltotta ennek használatát, de a helyette használt *alachlor*, *terbuthylazine* és *metolachlor* is hasonló problémákat okoz. Ugyancsak gondjuk, hogy a világ legjelentősebb metil-bromid felhasználója Szicília.

USA: A világ legnagyobb növényvédő szer felhasználójánál az **EPA** által proponált „jó gyakorlat” és a valóság között jelentős a feszültség. Az USA általános növényvédelmi gyakorlata egyáltalán nem tekinthető korszerűnek. Az **EPA** az *IPM* (*Integrated Plant Management* – integrált védelem) gyakorlatát terjesztő pénzalapját növelte, és kibocsátotta a „csökkent rizikójú növényvédő szer” emb-lémáját, amelyet ma 31 készítmény viselhet. Szigorította a standardjait, amely szerint 1 rákos beteg/1 millió emberben határozta meg a rizikó elfogadható limitjét. Gyermekek vonatkozásában ez 10-szer szigorúbb.

Nézzük mi a közös az **OECD** országok növényvédő szerekekkel kapcsolatos törekvéseiben [65]: 1. Csökkenteni kell a lassan bomló, akut módon erősen

mérgező és a krónikus tesztekben negatív jelzéseket mutató növényvédő szerek felhasználását (re-regisztráció beindítása, „környezetvédelmi adó”-rendszer kidolgozása, az árpolitika, a felhasználás és a kijuttatás technika javítása); **ii.** Be kell tiltani, vagy erősen meg kell szigorítani (felületi vizekkel, ivóvíz-forrásokkal kapcsolatos puffer-zónákban való tiltás) a mobilisnak bizonyuló, a felületi és talajvizek elszennyezésében szerepet játszó növényvédő szereket; **iii.** Támogatni kell az integrált növényvédelem (ebben a modellben előtérbe kerül a biológiai növényvédelem) és a vegyszerek nélküli (ebben is felhasználásra kerülnek kifogásolható vegyszerek, például antibiotikumok, hidrogénperoxid, kálszappan, petróleumszármazékok, réz) biogazdálkodás elterjedését; **iv.** Információs háttérrel kell létrehozni. Ebben a farmerek továbbképzése, szaktanácsadói szervezet működése és az internetnek erre a célra való felhasználása is a tervek között szerepel. Egyrészt a szerekkel kapcsolatos információs adatbázis biztosításáról, másrészt az előrejelzés naprakészségéről lehet szó, de interaktív szaktanácsadás is elképzelhető.

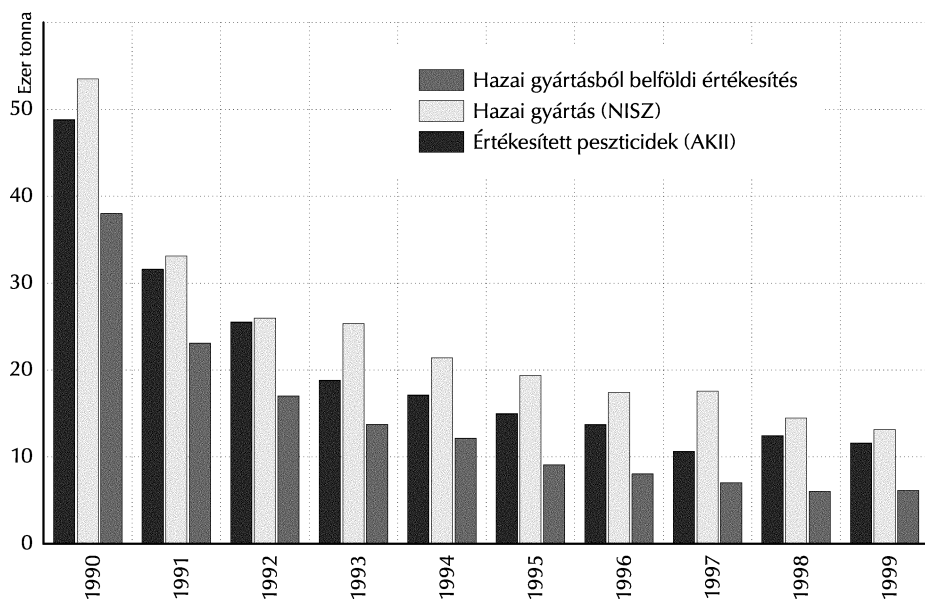
A Magyarországon érvényes engedéllyel rendelkező szerek közel felét a 70-es évek előtt fejlesztették ki (2. ábra). Bizonyítottan ezekkel van a legtöbb toxikológiai probléma, hiszen felfedezésükkor a toxikológia tudománya még nem rendelkezett azzal az ismeretanyaggal, amellyel most. A hazánkban felhasználható korszerűbb szerek aránya csupán 36%-ra becsülhető, amelyeket azonban drágaságuk miatt a gyakorlat alig használ. Erre utal, hogy a magyarországi cégek portfólió-elemzésekor azt találjuk, hogy az ún. generikus szerek köré csoportosul a legnagyobb kereskedelmi aktivitás.

1990-ben 48817 tonna, 1994-ben 17119 tonna, 1998-ban 12458 tonna növényvédő szert értékesítettek Magyarországon (68. ábra). [284, 611] 1998-ra (2,23 kg/ha) a peszticidértékesítés – a mezőgazdaság fokozatos elszegényedése miatt, s nem egy megfontolt agrár-környezetvédelmi program hatása miatt – az 1990. évi (8,75 kg/ha) mennyiség negyedére csökkent. A csökkenés 1993-ig volt igen jelentős, majd ezt követően az alacsonyabb szinten való stagnálás a jellemző. [75–76] Más eredményre jutunk, ha nem a fentiek szerinti összes szántóterületre, hanem a művelt területre vonatkoztatjuk adatainkat, ami 1995–1997 között évente 3,5 millió hektár körülinek felelt meg. [77] Ekkor 1997-ben 1,9 helyett 3,2 kg/ha/év növényvédő szer felhasználást kalkulálhatunk. Mindez persze mennyiségről és nem hatásról szól, hiszen a kis dózisban használt hatóanyagok (például piretroidok) egy ilyen elemzésben saját ökotoxikológiai súlyuk alatt jelennek meg. Ettől eltekintve környezetvédelmi szempontból örömteli változásnak vagyunk tanúi (akarattunkon kívül nagyszabású peszticidcsökkentést hajtottunk végre), ha nem vesszük figyelembe, hogy eközben például az 1994-ben az 1000-tól 200 tonnás forgalmat meghaladó készítmények nagyságrendi sorrendben a következők voltak: réz készítmények, *acetochlor*, *atrazine* (közel 850 t), *butylate*, *2,4-D* (közel 550 t), *diquat* (410 t), *phorate* (370 t), kén készítmények, *zineb* (300

t), *glyphosate*, *pendimethalin*, *carboxin*, *flurochloridone*, *metolachlor* (220 t), *carbendazim* (210 t), *diazinon* (210 t), *chlorophacinone* (203 t). [284] Mindez 1999-ben az alábbiak szerint módosult: *metolachlor* (↑619 t), réz készítmények (↓518 t), *atrazine* (↓513 t), *terbufos* (↑408 t), *acetochlor* (↓404 t), kén készítmények (381 t), *carbendazim* (↑320 t), *mancozeb* (↑249 t), *glyphosate* (218 t), *diquat* (↓210 t), *2,4-D* (↓201 t) és *MCPA* (↑201 t). [611] Legnagyobb mennyiségben tehát korszerűtlen hatóanyagokat használ mezőgazdaságunk. Legjobb indulattal azt mondhatjuk, hogy az 1950–1960-as években kifejlesztett hatóanyagokat lassan az 1970-es években kifejlesztettek váltják le nálunk 2000 körül.

A növényvédőszer-engedélyezés a FVM Növényvédelmi és Agrárkörnyezetgazdálkodási Főosztályának hatáskörébe tartozik. Az engedélyezésben ez a termelő érdekeit képviselő pólus. A növényvédőszer-gyártók kereskedelmi képviseletei hozzá nyújtják be engedélyezésre a készítményeiket. Az engedélyezési eljárásért díjat fizetnek. Ezen a ponton két probléma is keletkezik:

1. A szerengedélyezés passzív és sodródó. Ténylegesen nem fejleszti a technológiát csak abban az esetben, ha a kereskedelmi képviselők ajánlatai ebbe az irányba mutatnak, hanem befogad készítményeket. A párhuzamos technológiák száma a fő kultúrák fő károsítói ellen a 40-et is eléri (burgonyabogár, gyümölcsmolyok, lisztharmat, varasodás stb.), míg bizonyos területeken



68. ábra: Magyarország peszticidértékesítési statisztikája 1990–1999 között.

Forrás: AKII, 1994 és 1999; NISZ, 2000

(például bogyósok) a kínálat kicsi és korszerűtlen. Mindez az ún. technológiafejlesztési hiányokra mutat rá, s abból következik, hogy a gyártók pénzügyi alapon nincsenek érdekelve a kis kultúrák növényvédelmének fejlesztésében, mivel csekély a piac nagysága. A növényvédelmi fejlesztésnek a félig megoldott problémáira kellene megoldást keresnie, és ehhez alkalmazásbiztonsági (lásd piaci ellenőrzés tanúságai) kritériumrendszert kidolgoznia.

- ii. Az FVM megyei hálózata ellenőrző jellegű technológiafejlesztési vizsgálatokat végez, amelynek szükségessége megkérdőjelezhető, hiszen ennek rizikója teljes mértékben a gyártót kellene, hogy terhelje. A növényvédő szerekkel ma már alapvetően nem az a baj, hogy a területükön nem fejtik ki a hatásukat, hanem, hogy emellett súlyos mellékhatásaik vannak. A vizsgálatoknak erre kellene irányulnia, ez utóbbi esetben a vizsgáló hálózatnak a KÖM-nél lenne a helye.
- iii. Mivel fizetnek érte (az összeg nem közelíti meg a technológiafejlesztési munkákban szokásos nemzetközi tarifákat), s ez a megyei laborhálózat egyik lényeges bevételi forrása, a kiindulás pontján az FVM adminisztrációja pszichikailag függő helyzetbe kerül az engedélykérővel.

A kereskedelmi képviselő dokumentációját három minisztérium vizsgálja. Egészségügyi vonatkozásban a Fodor József OKK*-hoz tartozó OKI, OMÜI és OÉTI szakértői (az eligazodáshoz lásd a glosszáriumban foglaltak), akik mind ezt a dokumentáció átvizsgálásának útján, mint szakértői tevékenységet végzik. Az itt keletkező problémák:

- i. Az új hatóanyagok jelentkezésének idején a krónikus toxicitás területéről a legkevesebb információ áll rendelkezésre.
- ii. A terhelő adatok 5-10 év múlva jelennek meg a független szaksajtóban, amelynek rendszeres figyelemmel követése elengedhetetlen. Az egészségügyi vizsgálatok tehát természetüket illetően megkövetelnék a rendszeres szerrevíziót.
- iii. Bizonyos területek, mint az ösztrogén-agonista aktivitás és az immunrendszerre²³ gyakorolt hatás vizsgálata elkerüli a szakértőket.
- iv. Ezekben az egészségügyi laborokban a felhasználási céloktól elválasztva jelennek meg a készítmények, vetéltársaik paraméterei nélkül, így annak figyelembevételre, hogy a velejáró rizikó szükséges-e vagy sem, illetve a korábbi technológiát ennek kapcsán vissza lehetne-e hívni, fel sem vetődhet.

²³ Hazánkban a Szent-Györgyi Albert Orvostudományi Egyetem Népegészségtani Intézetében (amely a WHO-val működik együtt) Dési Illés vezetésével immuntóxicológiai vizsgálatokat is végeznek. 1982-ben, Dési Illés OKI főosztályvezetősége idején még – igen előrelátóan – immuntóxicológiai szempontok is szerepeltek a peszticidminősítési rendszerben, azonban utódai később ezt törölték.

- v. Az egészségügy fogyasztói értékítélete a felhasználói (FVM) értékítéleten keresztül jelenik meg. Nem független attól. Információi adatszerűen nem jelennek meg a magyar növényvédőszer-felhasználók felé.

A környezet állapota a KÖM-re tartozna, amely azonban eddig, az ezzel kapcsolatos törvényben foglalt feladatainak nem tudott megfelelni.²⁴ Mindent összevetve feladatai a legsúlyosabbak, hiszen vadjaink úgy találkoznak növényvédő szereinkkel, hogy számukra a legjelentősebb akut és krónikus expozíciót biztosítják (könnyen megfeledezünk arról, hogy a karcinogenitásra vonatkozó adataink állataink egy részére direkt vonatkoznak!), és vizeink állapota is súlyosan kitett az agrokemizálás hatásainak. A növényvédelem és vadállatokra gyakorolt (főként madár és vízi élőlények) hatás igen jól ismertek a világirodalomban, de nem érzékelhető az ezzel harmonizáló figyelemmel követés és a szigorú intézkedés. Az ezzel kapcsolatos speciális laboratóriumok is az FVM alá tartoznak. A KÖM-nek ebben a kapcsolatrendszerben a legjelentősebb és markáns szereplőnek kellene lennie.

Az engedélyező minisztériumok jelenlegi tevékenységében meghatározó az FVM hatása, amely természeténél fogva termelői érdeket képvisel. Ma még mindig az egészségünket és környezeti állapotunkat a mezőgazdasági termelési céloknak alárendelő szempontok érvényesülnek a FVM reformálatlan tevékenységében. Bizonyára ennek oka, hogy rendkívülivé duzzadt a Magyarországon engedélyezett hatóanyagok száma, amely abszolút szükségtelenül bonyolítja a hazai növényvédelem gyakorlatát és lehetetlenné teszi a szermaradék ellenőrzést. Másrészt nem veszi figyelembe az engedélyezés azt az alapvető változást, hogy hazánk növényvédelme a nagyüzemek széthullása után magángazdák kezére került, s ez azt jelenti, hogy a növényvédelem gyakorlatában a laikus fel-

²⁴ A KÖM 1999-ben vette először számba ebbéli feladatait, és megállapította, hogy ennek elvégzéséhez a minisztériumban még nincsenek meg a megfelelő feltételek. Mint általában az út elején, ekkori tervei a perzisztencia ($DT_{50} > 90$ nap; *atrazine, bromuconazole, fenarimol, fipronil, flurochloridone, lindane, oxolinic acid, pendimethalin, quinoxifen* stb.), a mobilitás (oldódás vízben > 30 mg/l; *2,4-D, 2,4-DB, 2,4-DP, atrazine, bentazon, bromuconazole, carbofuran, cymoxanil, dichlorprop, dichlorvos, dimethoate, dodin, glyphosate, imidacloprid, linuron, MCPA, mecoprop, metalaxyl, metamitron, metribuzin, monolinuron, propiconazole, propisochlor* stb.), a bioakkumuláció ($\log Kow > 3$; *β -cyfluthrin, bromuconazole, buprofezin, dimethoate, dinocap, fenarimol, fenazaquin, fipronil, fludioxonil, flurochloridone, indoxacarb, lambda cyhalothrin, metamitron, methidathion, parathion-methyl, pendimethalin, phenmedipham, phorate, prometryn, propisochlor, quinoxifen, terbutryn* stb.) és a vízi élőlényekre gyakorolt toxicitás ($LC_{50} < 0,05$ mg/l; rendkívül sok hatóanyag) elemzését tűzte ki célul. Ha ebből 3-nak (!) nem felel meg egy peszticid, fontolgatja csupán az engedélykérelem elutasítását.

használó meghatározóvá vált, a jól képzett növényvédő szakmérnökökkel szemben. A miniszteriális iránymutatás úgy szól „...minden termelési tényezőt a piac, minőségi termék igénye alá kell rendelni.” A médiában megszólaló műgazdák kedélyesen úgy ajánlgatják a növényvédő szereket, mint a gyógyíreket szokás. Nem beszélnek másodlagos hatásokról – tapasztalom –, sejtésük sincs róluk. A kártételeket a bibliai sáskajárások szintjére fűjják fel, elérzéstelenítve a gazdák józan toleranciáját is. Pedig bizonyos mértékű kártétel kapcsán megjelenő rovarmennyiség, mint rezervoár, magával menti a természetes ellenségeit is. Ökológiai törvényszerűség, hogy a „menetrendszerűen” végzett védekezések nyomán az ellenségeinek kontrollja alól kikerülő rovarok kártétele állandósul. A hobbigazda az olcsó és kvalifikált munkát nem igénylő szükségtechnológiákkal elégedett. Tisztelet a kivételnek, az alkalmazott dózisok a szájából így szólhatnak: „Két fűrészlappal teszek a szürke porból és egy fél konzervdoboznyit a kék színű bűdösből”. A kifejezetten mérgező szerek egy része másodlagos elosztás útján éri el a kistermelőt. „A Pityunk adta, nagyon jó” – hallani sokszor, s a veszélyes méreggel kapcsolatos tudás, Pityu sebtében odavetett pár mondatával ki is merül. Néhány növényvédő szer környezeti veszélyessége rendkívül jelentős. Mindez nem kezelhető az erre a célra létrehozott veszélyességi kategóriákkal. Az ún. szabad forgalmú kategóriába (III) sorolt, tehát hatóságilag veszélytelennek minősített hatóanyagok között több – különböző szempontok szerint –, igen veszélyesnek minősülő található.²⁵ Súlyosbítja a helyzetet, hogy egy rövid tanfolyam a feltételes forgalmú (II) növényvédő szerek (*carben-dazim, dimethoate, endosulfan, malathion* stb.) felhasználását is lehetővé teszi, s ezek kiszolgálásánál a legtöbb helyen az igazolványt sem kérik. [612] Harmínkettő szabad forgalmú növényvédő szerről van tehát szó, amely laikusok által használható, miközben krónikus toxicitási adataik, vízszennyező képességük, perzisztenciájuk stb. miatt be kellene őket tiltani. A házi- és hobbikerti növényvédelem eszközeinek toxikológiai színvonala Magyarország növényvédelmének jelenlegi legsúlyosabb problémája!²⁶

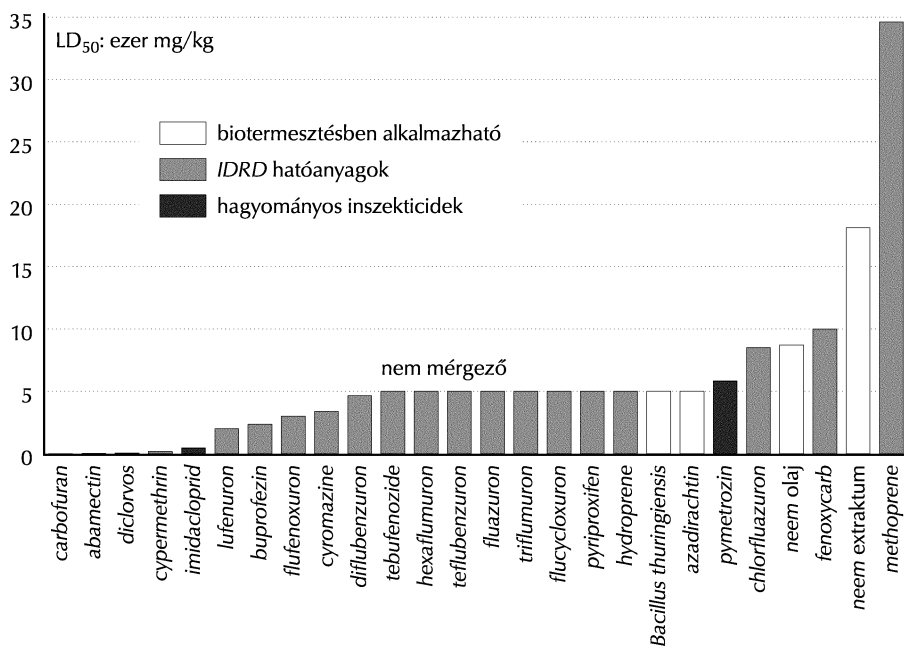
Magyarország 403 engedélyezett hatóanyagával messze meghaladja az európai fejlett országok átlagát. Mindez nem az engedélyezési rendszerünk korsze-

²⁵ Ezek: *amitraz, benomyl, captan, carbaryl, chlorophacinone, cypermethrin, deltamethrin, diazinon, dichlobenil, dichlorprop, dichlorvos, dinocap, diuron, DNOC, fenarimol, fenitrothion, fenvalerate, fosetyl, linuron, mancozeb, methiocarb, metiram, metolachlor, permethrin, procymidone, propargite, propineb, thiophanate-methyl, thiram, triadimefon, zineb, ziram*.

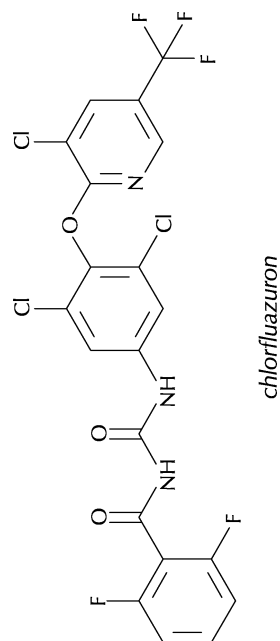
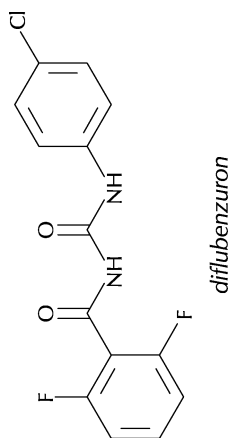
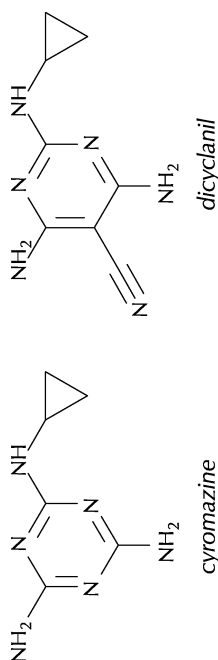
²⁶ †*Medveczky István állatorvos megjegyzése* (1998. november 6.): Óvatos becslés szerint a hazai csirke- és sertéshús jelentős része (utóbbinál több mint 50%) nem kerül vágóhídi felhasználásra, ezért kikerül az állategészségügyi és élelmiszerhigiéniai kontroll alól. Ezeket a termékeket éppen az említett ún. paraszti kisgazdaságokban állítják elő.

rűségére és szigorára vall, hanem éppen ellenkezőleg: a 90-es években Európa-szerte elindult színvonalas re-regisztrációs (= ökotoxikológiai elveken alapuló hatóanyag-revizíó) tevékenységnek az érdemi ignorálására. A megoldás több mint egyszerű, a skandináv országok kidolgozták azt a környezetvédelmi és egészségügyi kritériumrendszert, amely egy ökotoxikológiailag elfogadhatatlan hatóanyagot jellemez, s ezután a döntéseket már személytelen automatizmusok is irányítani kezdték. Ennek szempontjai a következők [57]:

- I.** Erősen mérgező készítmények, amelyek LD_{50} értéke patkányon inhalálva $<0,25$, orálisan <25 , dermálisan <50 mg/testsúly kg: nem engedélyezhetők;
- II.** Szemre vagy bőrre nézve erősen maró hatású (lemosás nélkül 3 perces érintkezésen belül okoz tüneteket) készítmények nem engedélyezhetők;
- III.** Szubakut hatást (14 vagy 28 napos tesztek) illetően a készítményben lévő, 5 százalékot meghaladó komponensre vonatkozóan inhaláció szempontjából $<0,02$ mg/l és 6 óra/nap kitettség, orálisan <3 mg/kg/nap, dermálisan <5 mg/kg/nap értékűek nem engedélyezhetők;
- IV.** Szubkrónikus hatást (90 napos teszt) illetően a készítményben lévő, 5 százalékot meghaladó komponensre vonatkozóan inhaláció szempontjából $<0,01$ mg/l és 6 óra/nap kitettség, orálisan <1 mg/kg/nap, dermálisan <2 mg/kg/nap értékűek nem engedélyezhetők;
- V.** Krónikus hatást (legalább 12 hónapos teszt) illetően a készítményben lévő, 5%-ot meghaladó komponensre vonatkozóan orálisan $<0,1$ mg/kg/nap értékűek nem engedélyezhetők;
- VI.** Karcinogenitás: veszélyesnek minősülő kategóriákba esők nem engedélyezhetők (a kalkuláció alapja: állatkísérletek eredményei, dóziszfüggőség, daganat lokalizáció, rosszindulatúság, genotoxicitás, toxikokinetikus adatok);
- VII.** Mutagenitás: azok a készítmények, amely legalább 1% mennyiségben tartalmaznak örökíthető genetikai problémákat okozó összetevőt: nem engedélyezhetők;
- VIII.** Reprodukív toxicitás: 5 százalékot meghaladó összetevő által kiváltott emberi reprodukciót érintően negatív hatású készítmények és 5 százalékot meghaladó összetevőt érintő, állatkísérletekben reprodukív toxicitást mutató készítmények (dózis <50 mg/kg) nem engedélyezhetők;
- IX.** Lebomlóképeség szempontjából elfogadhatatlan, ha DT_{50} érték* (felezési érték talajban), beleértve a veszélyes toxikus metabolitokat is $25/20/15/10^{\circ}\text{C}$ -on $7/10/14/20$ hét vagy részben veszélyes metabolitokat tekintve $18/26/37/52$ hét;
- X.** Mobilitás szempontjából elfogadhatatlan az a növényvédő szer, amely felezési ideje meghaladja az 1 hónapot és igen mobilis ($K_{oc} <50$) a talajban (vízoldhatóság és adszorpciós tulajdonság): nem engedélyezhetők;
- XI.** Hatás nem cél organizmusokon: erősen toxikus készítmények nem engedélyezhetők.



69. ábra: „Inszekticidok” akut mérgezősége patkányon. Forrás: Tomlin, 1995

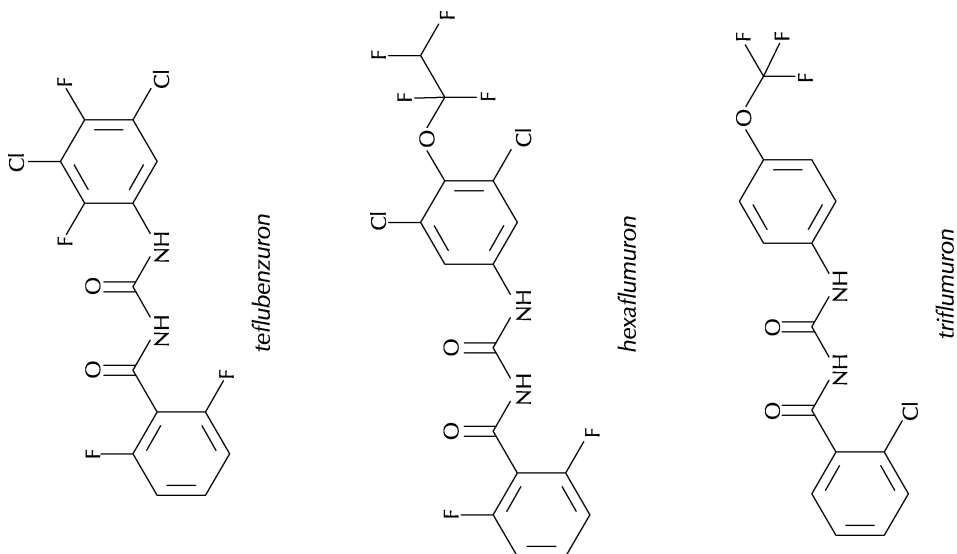


70/a ábra: Néhány IDR D hatóanyag

Ennek bevezetése nálunk sem lenne bonyolult, csak az engedélyezésben dolgozóknak kellene a feladatukhoz felnőni.

b) IDRD anyagok • Általában nincs jelentős akut mérgezőségük (69. ábra), és hatásuk rovarokon is hosszabb idő után jelentkezik. Speciálisan valamilyen a rovarokra jellemző életfolyamatot gátolnak, például a posztembrionális fejlődésre és a szaporodásra hatnak, amely hormonális szabályozás alatt áll ízeltlábúakban (neuropeptidek, juvenilhormonok*, ekdiszteroidok*). A felsorolt anyagok nagyságrendekkel kedvezőbb ökotoxikológiai mutatókkal rendelkeznek, mint az idegméreg.

Közülük a vedlésgátlókat, a juvenoidokat* és ekdiszteroid-agonistákat kell kiemelni (70/a–d. ábra). A vedlésgátlók a rovarok külső kemény vázának felépülésében szerepet játszó kitinképződést támadják, s első képviselőjük a *diflubenzuron* volt. [48] Olyan korán született, hogy egyidejűleg sértette az egész akkori idegméreg piacot, ezért a fejlesztőt (Philips-Duphar) többször megvásárolták (ma Uniroyal), s mindez a forgalmazás „jégelését” vonta maga után. Napjainkban, szabadalmának lejártával sok cég dobott piacra hasonló hatású saját készítményt (a *chlorfluazuron* [596] – Ishihara, *hexaflumuron* – Dow, *lufenuron* – Novartis, *triflumuron* – Bayer, *teflubenzuron* – Cyanamid), s ma az IDRD anyagok gazdaságilag legsikeresebb csoportja tartozik ide. A hozzájuk szerkezetileg hasonló atkaölő szerek (*flucycloxuron* – Uniroyal, *flufenoxuron* – Cyanamid)

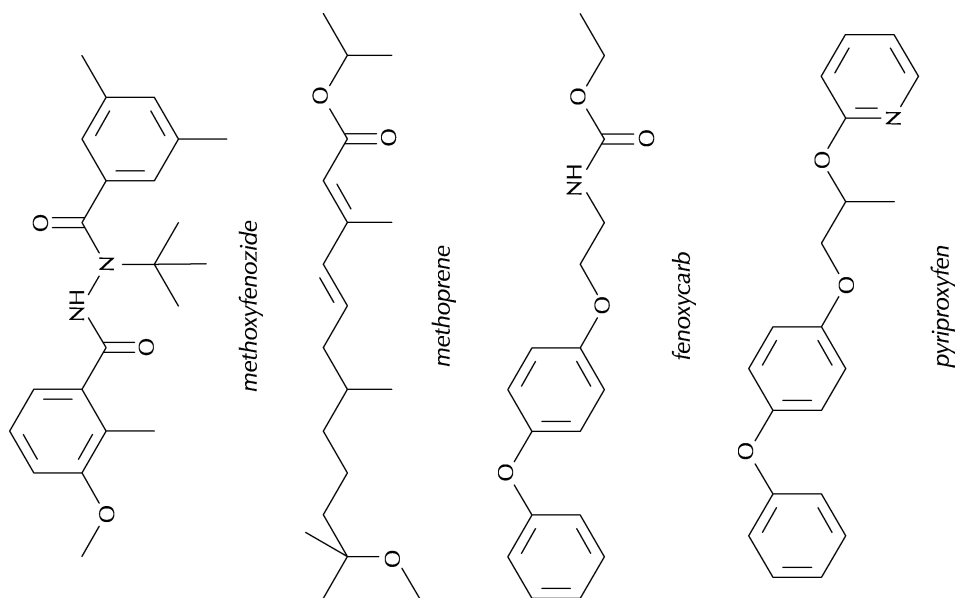


70/b ábra: Néhány IDRD hatóanyag

és a tőlük eltérő pajzstetű és molytetű fajok ellen hatásos készítmény, a *buprofezin* (Nihon), valamint a legyek ellen hatásos *cyromazine* és *dicyclanil* (Novartis) a terület nagy előrelépései. [52] Igaz, a *cyromazine* egyik metabolitját a *mela-mine*-t karcinogénitással vádolják. [613]

A talán legkorábbi terület a juvenoidoké volt, amelyek a rovarlárvák fiatalkori állapotát tartják fenn, illetve a reprodukció szabályozásában is fontos hormonális szerepük van. Közülük a legkorábbiak (*hydroprene*, *methoprene* – Zoëcon, ma Novartis) a természetben igen labilnak bizonyultak. Legnagyobb sikert a szúnyogirtás céljára kifejlesztett lassú kibocsátású változatai érték el (ALROSID SR 10), amely csónakázótavak szúnyoglárvairtását is lehetővé tette. [52] Aromás változataik a környezetben stabilabbak, s közülük a *fenoxycarb* (Novartis) sodrómolyok és pajzstetvek valamint a *pyriproxyfen* (Sumitomo) legyek és szúnyogok ellen való felhasználása jelentősebb. [609, 614] A *methoprene* az általunk ismert egyik legkevésbé mérgező bioaktív anyag patkányokon. Akut toxicitási szintje emlősökre a cukorral megegyező. Nem vonatkozik ez a halakra, amelyekre viszont mérgező, s élővizekben való alkalmazása ezért nem terjedt el. Krónikus toxikológiai szempontból eddig egyetlen kérdés merült fel vele kapcsolatban, hogy gerincesekben kötődni képes a retinoid* X-receptorhoz, így ennek hatását még tisztázni kell. [615]

A fejlesztés legújabb területe az ekdiszteroid-agonisták köre. Az ekdiszteroidok a vedlés és a reprodukció hormonális szabályozását végzik. A Rohm & Haas



70/c ábra: Néhány IDRD hatóanyag

által kifejlesztett *tebufenozide* és *methoxyfenozide* főként a hernyókártevők ellen kínál fel szelektív védekezést. [81–82, 616]

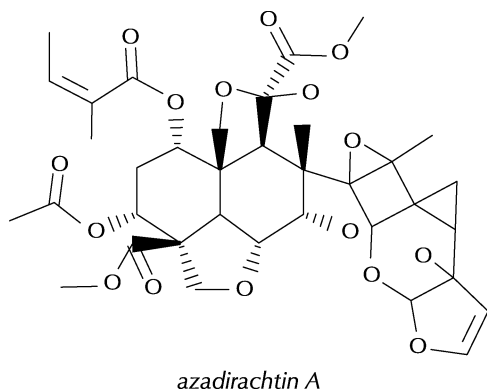
Az IDRD-piacon a Novartis szerepe meghatározó, amely fontolgatja, hogy OP-gyártását befejezi.

3.3. Fenntartható mezőgazdasági fejlődés

A *sustainable agriculture* kifejezés* napjainkban került át az amerikai angol nyelvű szakirodalomból a magyar nyelvbe, „fenntartható mezőgazdaság” fordításban. De milyen is lehet az a mezőgazdaság, amelyet így neveznek? A szakmailag laikus, de nyelvileg jártas olvasó elképzelése talán az lehet erről a kifejezésről, hogy egy képzeletbeli gazdaság pangástól szorongatott mezőgazdasági felelőse arra gondol, hogy mire bizonyulnak elégségesnek a tartalékai és a jelenlegi szűkös költségvetése által megengedettek, azaz a mezőgazdaság milyen részei/eszközei tarthatók meg a közeljövőben.

A fentiekből levonható az a következtetés, hogy esetünkben más tartalomról van szó, hiszen a szó szerinti fordítás hibás értelmezést sugall. Egy kifejezés viszont csak a pontos szakmai tartalom, vagy a hozzá hasonló, az értelmezést segítő, kifejezések ismeretében fordítható helyesen. A közgazdasági irodalomban találkozhatunk a *sustainable development* (= *sustainable economic growth*) kifejezéssel, amely valóban fenntartható gazdasági fejlődésnek fordítható, mivel

alapvetően forrás (termelés és hasznosítása) és fogyasztás (népesedés és fogyasztási szokások) függvényében szól a makrogazdaság fejlesztésének lehetőségeiről. Erről van-e szó a „fenntartható mezőgazdaság” esetében? Aligha. A globális, közgazdasági tartalmú és dinamizmust sugalló kifejezésekkel ellentétben, a mezőgazdaság, mint stabil szó jelenik meg a szókapcsolatban, s mezőgazdasági alkalmazása sokszor megfelel a kifejezés globális közgazdaságtani alapjairól. Persze akkor is fenntartható mezőgazdaság helyett fenntartható mezőgazdasági fejlődésről/állapotról lehetne beszélni.



Fentiek után nézzük meg, hogyan definiálható a célba vett kifejezés. [617] A *sustainable agriculture* (mint egyik, közgazdasági tartalom nélküli elődje az *organic farming**) ökológiai és produkciós alapokon nyugszik. Találkozik benne az agronómus produkció-centrikussága az ökológus élőrendszerekben való gondolkodásával, célul tűzve a területhasznosítás és a környezet „konzerválás” összebékítését. Kiemelt szerepet kap benne a mezőgazdasági hulladékkezelés és hulladékhasznosítás, amelynek egyik könnyen belátható példája a szerves tápanyag-utánpótlás (az állattenyésztés „hulladékának” hasznosítása a növénytermesztésben). Gips, T. (*What is the sustainable agriculture?* Manna, July/August, 1984) az alábbi rövid meghatározással szolgál: ez a típusú mezőgazdaság ökológiai alapokon nyugvó, gazdaságilag életképes, szociálisan igazságos és humánus. A meghatározás tehát közgazdaságtani értelmezést nyer.

A *sustainable agriculture* a felhasznált eszközeinek optimalizálásával és megválogatásával tehát kiemelkedő produkció ellenére is tartósan biztosítani szeretné az eredeti környezet minél teljesebb megővését, ezzel biztosítva saját jövőjét. Valószínűleg ezért alkalmazza a *sustainable* szót, amely a gazdasági és társadalmi környezet tartós fennmaradására utal abban az értelemben, hogy ez a típusú mezőgazdaság ökológiai szempontokat érvényesít környezetbarát tevékenysége kapcsán. Tehát közel sem arról van szó, hogy gyenge pénzügyi pozícióból olcsó szükségtechnológiákat működtet lokális és minimális gazdasági célokért, hanem arról, hogy legalább a nemzetgazdaságra átfogóan kiterjedt működési tevékenységét ökológiai és produkciós szempontok harmonikusan tervezik. Ugyanakkor, és természetesen nem önfenntartásra rendelkezik be, mint a hagyományos paraszti gazdaság, hanem árutermelésre (innen származnak szociális vetületei). Ebben az értelmezésben például (lásd fenntartható gazdasági fejlődés) fenntartható mezőgazdasági fejlődésről és az eközben fenntartható környezeti igénybevételről van szó.

A *sustainable agriculture* növénytermesztést érintő legjelentősebb összetevői: **i.** ésszerű vetésváltás (korszerű fajták) és vetéssorrend; **ii.** optimalizált talajművelés; **iii.** okszerű és mértékletes tápanyag-utánpótlás; **iv.** integrált növényvédelmi technológia alkalmazása.

Növényvédelmi jellegű példái: **i.** nagy hozamú, de károsítókra toleráns/reszisztens hagyományos nemesítésű (lásd: gén-szintű biodiverzitás) fajtákat alkalmaz; **ii.** környezeti szempontból minimalizálja a növényvédő szerek felhasználását (a tevékenység kártétel-toleráns); **iii.** növényvédő szerek felhasználásakor előnyben részesíti a szelektív, alacsony ökotoxicitású készítményeket, amelyek a környezetben gyorsan és maradéktalanul lebomlanak; **iv.** tekintettel van a termesztés helyének élőközösségére, kíméli a hasznos élőlényeket. Az utóbbi felteletrendszer igen ismerősnek hat, s nem véletlenül, mivel igényeiben azonos az integrált növényvédelmi technológia kapcsán megismertekhez.

3.4. Integrált növényvédelem

Ennél a termelési módnál a piacosság (küllem) és a minőség (tényleges tartalom) konfliktusa valósul meg olyan módon, hogy ezeknél a termesztési módoknál a „külsín” alárendelt szerepet játszik a fogyasztási biztonsággal szemben. [102] Az integrált növényvédelem eredeti megfogalmazásában a biológiai növényvédelemre helyezi a hangsúlyt, amit szelektív kémiai eljárásokkal egészít ki, miközben az irtás fogalmát szabályozásra váltja. [618] A kifejezés mára meglehetősen kiüresedett, a egyszerű elvet nem sikerült konkrét gyakorlati tartalommal megtölteni. Napjainkban egyéni elképzelések szerint, a hatóanyagokkal (gyártókkal) szembeni változatos alapú szimpátia alapján a legkülönbébb „integrált” technológiák léteznek, s aligha van olyan cég, amely az efféle lózungokat ne igyekezne a saját imázsához maszatolni. Radics Lászlótól tudom, hogy a piac világosan el tudja különíteni a bio- és a hagyományos termék fogalmát. A kettő közötti átmenetben azonban elbizonytalanodik, így a pénztárcáját sem nyitja meg erre a célra. Nem csodálkozom (Létezik már valahol a „tudatos” fogyasztó?). A korunk toxikológiai tudása szerint kémiai úton védett, biztonságosnak gondolt terméket akár „integráltnak” is nevezhetjük. Igaz, hogy ekkor a nem effélét nem lehetne – jó lelkiismerettel – piacra vinni. Mondom ezt azért is, mert a Magyarországon engedélyezett növényvédő szerek jegyzékében [94] különös, az „integrált” növényvédelem céljaira ajánlott hatóanyag-listára bukantam. Az elképesztően gyöngye indítványt csupán akut toxikológiai mutatók és gyakorlati használhatóság szerint állították össze, amellyel nemhogy környezetbarát, de a felhasználót és fogyasztót kímélő növényvédelem sem valósítható meg. Nézzük, mit találunk általam megkérdőjelezetten „zöld” (értsd éretlen) minősítés alatt, amely hatóanyagok ma Magyarországon hatóságilag alkalmazhatók az ún. integrált növényvédelemben:

- *captan*: mutagén, az **EPA** listája szerint emberen esetleges rákkeltő, állatokon (kutya, nyúl) teratogén hatású, immunmoduláns gombaölő szer;
- *chlorothalonil*: széleskörű mutagén, az **EPA** listája szerint emberen esetleges rákkeltő hatású gombaölő szer;
- *clofentezine*: az **EPA** szerint állatokon rákkeltés gyanújával kivizsgálandó atkaölő szer;
- *iprodione*: ösztrogén-agonista hatással gyanúsított gombaölő szer;
- *folpet*: mutagén, az **EPA** listája szerint emberen esetleges rákkeltő, állatokon (majom) teratogén hatású gombaölő szer;
- *glyphosate*: kételtűeken mutagén, ösztrogén-agonista hatással gyanúsított gyomirtó szer;
- *pirimicarb*: madarakon erősen toxikus, lassú bomlású, vízszennyező rovarölő szer;

- *procymidone*: mutagén, az **EPA** listája szerint emberen esetleges rákkeltő, ösztrogén-agonista hatással gyanúsított gombaölő szer;
- *propargite*: mutagén, az **EPA** listája szerint emberen esetleges rákkeltő hatású atkaölő szer;
- rézsók: immunmoduláns hatású gombaölő szerek;
- *vinclozolin*: mutagén, ösztrogén-agonista hatással gyanúsított gombaölő szer.

Vajon hogyan illik ezekre a hatóanyagokra a környezetkímélő minősítés; milyen ismervek alapján válogattak a szerzők, s hogyan lehetett jelenlegi tudásunkra ennyire ignoráns a 8/1999 FVM rendelet 4. számú melléklete? Az integrált növényvédelem fogalma – óriási teret hagyva a nagyszerű idea és a kisszerű gyakorlati megvalósítás között – a legjobb értelmezésében a természettisztelő, józan észjárású, korszerű növényvédelemmel azonos.

3.5. Növényvédelem biotermesztésben

A biotermesztés a közhiedelemmel ellentétben szintén engedélyez bizonyos fokú kémiai növényvédelmi tevékenységet. Közülük a

- permetezhető olajokban különböző másodlagos növényi anyagok oldódhatnak, amely önálló karaktert ad azoknak. Madarak esetében veszélyesek a tojásokra rakódó, permetezhető olajkészítmények – de az *ULV*-kijuttatás* olajokra épülő formái is –, amelyek eltömve a tojáshéj pórusait az embrió oxigénhiányos állapotát idézik elő, amely pusztulást és fejlődési rendellenességet is kiválthat. Ebből a szempontból a tisztított és tisztítatlan olajszármazékok között nincs különbség; [123]
- a fungicidként alkalmazott immunmoduláns rézsók nem tekinthetők a biotermesztés eredeti elképzelése szerint elfogadhatónak (kitagadásuk ebből a termesztési módból éppen folyamatban van), amelyhez hozzátehetjük, hogy sok esetben egyéb nehézfémekkel (például ólom) is szennyezett lehet; [33]
- a növényi eredetű rotenoidok egér *lymphoma* sejteken mutagének és a *National Cancer Institute* (USA) szerint gyöngye összefüggést mutatnak bizonyos daganatfajtákkal. [159] A Sax-Lewis féle teratogén-listán megtalálhatjuk. [43] Mindezek megerősítik, hogy egy vegyület természetes eredete még nem garancia környezetbarát voltára;
- a botanikai növényvédő szerek (növények extrakciójával* készülő védekező szerek, például *neem*) legjelentősebb problémája a nehezen garantálható összetétel mellett az esetleges szennyezettség mikotoxinokkal. Ezek közül a legveszélyesebbek az aflatoxinok, amelyek, mint általában az avasodó olajos-

magvúaknál, itt is előfordulhatnak. Mindez – ismervé az aflatoxinok rákkeltő hatását – azonnal átsorolja a bioterméket a „nemkívánatosak” közé, illetve biztosíték szükséges arra vonatkozóan, hogy a készítmény ilyen szennyezettsége nem áll fent. [101]

A természetes és a szintetikus eredetű növényvédő szerek között igen keskeny a határ. Rendkívül gyakori, hogy a peszticidfejlesztés növényi eredetű anyagból indul ki, lásd: nikotin – klór-nikotinil-származékok, piretrumok – piretroidok stb. A természetes eredetű vegyületek toxikológiai megítélése hasonló szigorúságú kell hogy legyen, mint szintetikus származékaiké, s elvileg sem jelentenek nagyobb ökotoxikológiai garanciákat, mint az előzők.

a) Biológiai növényvédelem • A környezetbarát növényvédelem egyik általános eszköze a természetes ellenségek felhasználása, kímélése. Ezt nevezik biológiai növényvédelemnek is. Amilyen egyszerűen hangzik a gondolat, tudásunk szerénysége miatt olyan bonyolult a megvalósítás. Ennek oka, hogy állatfajok tízezrei vesznek körül bennünket, s ebben a fontosnak tartott rovarkártevők és az alig ismert természetes ellenségeik száma tekintélyes. Passzív és aktív biológiai növényvédelmet különböztetünk meg egymástól.

A passzív biológiai védelem célja, hogy a természetben működő ellenségeket a lehető legkevésbé érintse növényvédelmi tevékenységünk, ehhez tehát azok ismerete és szelektív növényvédő szerekkel való kímélésük szükségeltetik. A Magyarországon jelentős fajok kiválasztására egy szerzőkollektíva 1989-ben tett kísérletet. [619] A legjelentősebb hasznos élőlények növényvédőszer-tűrő képességének felmérésére nemzetközi szervezet (**IOBC**) tesz erőfeszítéseket. [141–142, 620]

Az aktív biológiai növényvédelem a már kiválasztott fajok tenyésztésével és felhasználásával foglalkozik. Jelentős sikereket értünk el az üvegházi biológiai védekezés területén a *Phytoseiulus persimilis* ragadozóatkára és *Encarsia formosa* fűrészdarázusra alapozott védekezési modellekkel, amelyekben élelmi-szereink közül a legszennyezettebb primőrök peszticidmaradékainak drasztikus redukcióját tudtuk végrehajtani. [47, 621] Komoly erőfeszítések folynak néhány rovarpatogén fonalféreg fajjal. A *Steinernema* (*S. bibionis* – BIONYM, *S. carpocapsae* – BioSAFE, *S. feltiae* – STEATH) és *Heterorhabditis* (*H. megidis* – Bio-NEM, LARVANEM, NEMASYS) fajokból néhány rovarölő hatású permetező szer is készült. A fungicid hatású, antagonista mikroszervezetekből készülő készítmények kifejlesztésére is jelentős erőfeszítések irányulnak (GALLTROL, GLIOMIX, MYCOSTOP, SOILGARD, TRICHODEX stb.). Eszközeinek kritikus számbavételére egy napjainkban megjelent könyv próbálkozott. [622] Kétségtelen viszont, hogy e terület legnagyobb sikere a *Bacillus thuringiensis*.

b) *Bacillus thuringiensis* • A *Bacillus thuringiensis*-t 1911-ben fedezte fel Berliner, de már 1938-ban kipróbálták mint rovarölő szert (SPOREINE). A világpiacon először 1957-ben a Pacific Yeast Product jelent meg a THURICIDE (nem azonos a mai összetételével) nevű készítményével. 1970-ben fedezték fel a *B. thuringiensis* serovar *kurstaki*-t (először *alesti*-nek írták le), amely bizonyos rovarokon 200-szor volt patogénebb, mint a *B. thuringiensis* serovar *thuringiensis*. Az Abbott laboratóriumban ebből fejlesztették ki a DIPEL nevű készítményt. 1977-ben írták le a kétszárnyúakon aktív *B. thuringiensis* serovar *israelensis*-t és 1987-ben a bogárfajokon aktív *B. thuringiensis* serovar *tenebrionis*-t.

Kezdetben igen sok egészségügyi gyanú kísérte a korát messze megelőző felfedezést. Magyarországon már a 70-es években ismertük, mint jó hatású, selektív növényvédő szert, [47] de alkalmazására közvetlenül fogyasztott élelmiszer-növényeken csak jóval később került sor. 1994-ben, Magyarországon az akkor egyedülként kapható DIPEL forgalma (2,3 tonna) a rovarölőszer forgalom csupán 0,1%-át tette ki. A világpiacon eközben kb. 1% ez az érték, amellyel még így is a legjelentősebb üzleti sikert elért biopreparátum. A peszticid-világpiacon az egyik legnagyobb bővülést erre a területre prognosztizálják – évi 20%-os emelkedés –, [623] a *B. thuringiensis* tartalmú készítmények valamennyi rovarölő szert „leköröző” környezetbarát tulajdonságai miatt. [622]

A *Bacillus cereus* rokona, a *B. thuringiensis* aerob, Gram-pozitív, toxin- és spóráképző* baktérium, amely a természetes (rovarbetegséggént vagy talajokban) környezetünkben gyakori. A baktérium anyasejt pusztulásakor a DNS-tartalmat magába záró hőstabil baktériumspórát és parasporális* testet képez, amely ebben a formában rendkívül hosszú ideig életképes marad (hipobiózis = lappangó élet). [624] Kedvező körülmények közé kerülve a 70–140 kDa nagyságú parasporális test feloldódásával kiszabadulnak a fehérjetermészetű toxinjai, és a spóra eközben létrehozza újra a vegetatív baktériumsejtet, amely gyors osztódásra képes.

A *B. thuringiensis* három toxincsoportot termelhet (plazmidok nélkül azonban egyiket sem, s ekkor elveszítve a rovarokra gyakorolt patogenitását, szaprofita* módon a talajokban él): **I.** vízoldékony α -exotoxint (= lecitináz C), amely hő hatására elbomlik; **II.** β -exotoxint amely hőstabil adenin-nukleotid*, és hatás módját tekintve az RNS-polimeráz* gátlója. A volt Szovjetunióban fejlesztettek ki belőlük először készítményeket (például BTKOSYBACILLIN, EKSOTOKSIN, TOXOBACTERIN) istállók légymentesítésére. Később mutagén és teratogén hatását észelve kitiltották az állatvédelem gyakorlatából; **III.** δ -endotoxin csoport (= MVP), amely a sporuláció* idején képződik, mint parasporális test, amelyben kristályosodásra képes fehérjék (= Cry) találhatók. Ezek azok, amelyeket napjaink növényvédelme használ.

A természetes eredetű δ -endotoxinokat négy nagy csoportba (CryI-CryIV)

osztották attól függően, hogy milyen rovarrendeken fejtik ki a hatásukat. [625] Az egyes nagy toxincsoportok alcsoportokra bomlanak, CryIA_a, CryIA_b, CryIA_c, CryIB stb. A szerotípusok többféle toxint is termelnek, például a *B. thuringiensis* serovar. *aizawai* HD-133 törzse CryIA_b, CryIC és CryID toxinokat. Egy szerotípushoz tartozó törzsek eltérő toxinokat is termelhetnek, például a *B. thuringiensis* serovar. *kurstaki* HD-1 törzse CryIA_a, CryIA_b, CryIA_c, CryIIA, CryIIB, a HD-73 viszont csak CryIA_c toxint. [626] Ez az oka az egyes törzsek eltérő hatásspektrumának. Jelenleg 42 *cry* gént ismerünk. A CryV fölötti számozásúakhoz a genetikailag módosított élőlények által termelt toxinok tartoznak. A transzgenikus növények többnyire a CryI és CryIII módosított változatait termelik. Ennek fő oka az, hogy az eredeti toxin bizonyos növényekben fitotoxikus hatású volt, így némi változtatást kellett rajta végrehajtani. Egy gén egy toxint termel. Az egyes toxinok általában 3 alegységből állnak. A második egység csúcsi része eléggé hasonló struktúrát mutat a CryI-CryIV vonatkozásában, így azt gondolják, általános szerepet játszik a receptorhoz való kötődésben. [550]

A baktérium sporuláció közben parasporális testet képez, amely tulajdonképpen rovarokra toxikus fehérjekristályokból áll. A parasporális test a rovarok lúgos kémhatású közepbelében protoxinokká bomlik, amely aztán több kisebb, de erősen toxikus polipeptiddé* esik szét, azaz emésztés közben történik az ún. proteolitikus* aktiválás. A toxinok ezt követően kötődnek a középbél *epithelialis* sejteinek glikoprotein-receptoraihoz* (vö. lektinek), ahol pórusokat nyitva a sejthártyán, befolyásolják az ion-csatornák állapotát és megzavarják az ozmotikus szabályozást. Másodlagos szeptikémia* gyakorta szélesíti ki a kórképet. [627] A δ -endotoxinok tehát a *B. thuringiensis* alapú készítmények tulajdonképpeni hatóanyagai, amennyiben a bélfalban lévő receptorokhoz kötődve két órán belül leállítják a perisztaltikus mozgást (a fertőzést követően a kártevő még több napig élhet, de nem táplálkozik), sérüléseket okoznak a bél falán, s a keletkező lyukon keresztül a bélüregben lévő mikroorganizmusok szaprofitából patogén aktivitásba mennek át. Ez az oka annak, hogy a δ -endotoxinok önmagukban is kifejtik hatásukat, és nem szükséges hozzá a *B. thuringiensis* sejt.

A gazda és kórokozó kapcsolatában egyensúlyi elvek érvényesülnek. Agresszíven patogén és jelentős terjedőképességű kórokozók az evolúciós törvényszerűségek szerint kiszelektálódnak, hiszen ignorálják a gazdával való együttélés szükségességét. A fogékony/rezisztens típusú poligenizmus következménye a betegségre fogékony és rezisztens egyedek és népeségek szelektálódása. 1982-ben jegyezték fel az első rovarfaj törzset, amely δ -endotoxinra rezisztenciát mutatott. Ma közel egy tucat rovarfaj δ -endotoxinra rezisztens törzset tartjuk nyilván. [550]

DIPEL-re (serovar *kurstaki*) rezisztens rovarokat vizsgálva azt találták, hogy abban a CryIA_b receptora, amely a hatásért ez esetben felel, nincs jelen. Ugyanek-

kor a rezisztens népességben is megtalálták a CryIB és CryIC receptorait, amely a rezisztencia „menedzselésére” ad lehetőséget. A rezisztens népességben később sajnos a CryIC-vel kapcsolatos érzékenység is erősen csökkent. Laboratóriumokban 13–20-szor kevésbé érzékeny rovartörzseket is előállítottak. *Plodia interpunctella* (Lepidoptera) törzsek második generációjában már 30-szoros hatékonyságcsökkenést jegyeztek fel, míg 15 generáció után 100-szor kevésbé érzékeny népességet kaptak. [628]

B. thuringiensis serovar. *kurstaki* tartalmú készítményeket közel 30 évig használtak Oregonban. Egy orvoscsoporthoz arra keresett választ, hogy a két nyáron repülőgépes védekezéssel gyapjaslepke ellen az erdőbe kijutatott készítmények milyen hatással vannak az ott élő emberek egészségi állapotára. A testük 18 helyéről mintát véve az első évben 80, a második évben 40 ezer embert vizsgáltak. 55 *B. thuringiensis* pozitív esetet találtak, amelyből 52-t szennyeződésnek minősítettek. Ezek nem okoztak klinikai tüneteket. Három esetben a pozitivitás betegségtünetekkel járt együtt, azonban náluk korábban fennálló immunhiányos állapotot észleltek. Az eredmények arra hívták fel a figyelmet, hogy az immunhiányos állapotot előidéző betegségek terjedésével a biopreparátumok hatását erre az igen érzékeny csoportra is vizsgálni kellene. [629]

A *B. thuringiensis* készítmények kapcsán napjainkban láttak napvilágot azok a közlemények, amelyek BACTIMOS, DIPEL, FLORBAC, FORAY, NOVODOR, TUREX, VECTOBAC és XEN TARI esetében hasmenést okozó enterotoxin termelését mutatták ki. A tünetek a *B. cereus* patogén törzsei által okozott hasmenéshez (*gastroenteritis*) hasonló természetűek. [570] *B. thuringiensis* serovar. *kurstaki* (3_{a-b}), serovar. *morrisoni* pathovar. *tenebrionis* (8_{a-b}), serovar. *israelensis* (14) és serovar. *neoleonensis* (24) esetében mutattak ki az enterotoxint termelő képességet, amely a *cryIA* gén előfordulásával esett egybe. [571] 1995-ben egy gastroenteritis járványban a *B. cereus* és *B. thuringiensis* együttes előfordulását észlelték. [569]

A *B. thuringiensis* tartalmú készítmények nem mérgezőek emlősökre, madarakra és halakra. Néhány fehérjéjük viszont allergiát okozhatnak speciálisan érzékeny emberekben. A *B. thuringiensis* nem toxikus méhekre, gilisztafélékre és hasznos ízeltlábúakra sem, bár néhány ragadozó bogár faj *B. thuringiensis* serovar. *tenebrionis*-ra és a haltáplálék szempontjából fontos árvaszúnyogok *B. thuringiensis* serovar. *israelensis*-re érzékenyek. [23] A természetes eredetű *B. thuringiensis* tartalmú készítmények mai tudásunk szerint a rovarölő szerek közül a legkisebb környezeti ártalmat okozzák.

3.6. Botanikai növényvédő szerek

A növények ún. elsődleges és másodlagos anyagokat termelnek; közel 400 ezerre becsülik ezek számát, amiből kb. 10 ezret ismerünk. Az elsődleges növényi anyagok (például szénhidrátok, olajok, fehérjék) funkciója jól ismert, míg a másodlagos növényi anyagok (például alkaloidok, fenol-származékok és terpenoidok) szerepében nem vagyunk teljesen biztosak. A fitokémia a botanikai növényvédő szerek után a másodlagos növényi anyagok vagy allelokemikáliák között kutat. [630–632]

A botanikai növényvédő szerek hatóanyagai kizárólag vizes vagy oldószeres kivonással készülnek, és csupán – ez esetben nem igazán kívánatosan – formázásukra használhatnak szintetikus vegyületeket. Egy növény élete során rendkívüli mennyiségű vegyületet „szintetizál”. Mindezek „abszolút” mennyisége és minősége változik a növényfajtól, annak népességétől (értsd: fajták), a növényi résztől (a gyökér, a vegetatív részek és a mag általában hasonló, de mennyiségében eltérő kémiai profilú), a növény fenofázisától* (például csíranövény, virágzás előtti, virágzási, magérési és előregedési periódusok), és a környezeti tényezőktől (napsugárzás, csapadékviszonyok, talajminőség). Az extrakció módszere (oldószer, tisztítás) szintén jelentős befolyással bír arra („relatív” mennyiség), hogy milyen vegyületek milyen mennyisége kerül kivonásra. [633] A terület mai eredményei általában a népi gyógyászatban gyökereznek, azaz több száz éves tapasztalatra támaszkodnak. Mindennek következménye az, hogy egy botanikai növényvédő szerben általában rendkívül sokféle vegyület fordulhat elő, és mindezek igen variábilis mennyiségekben. [634] A sokféle vegyület komplex biológiai (például additív és szinergista) hatása korunk tudása szerint csak részben követhető, amely egyben ezeknek a módszereknek a kritikájaként is felfogható. Némi párhuzamra ismerhetünk a gyógyszer és gyógynövény kapcsolatában.

A botanikai zoocidek és inszekticidek a kémiai védelem alternatívát kínálják. Sokan úgy gondolják, hogy a természetes eredetű anyagok kisebb rizikót jelentenek, mivel veszélytelenségüket bizonyította, hogy az evolúció során nem okoztak ökológiai katasztrófát. Igen sok veszélyes növényi anyagot ismerünk, ricin (a *TCDD* szintjén mérgező), kolhicin stb. Mégis ez igaz lehet, ha az eredeti állapotra vonatkoztatjuk: termelési körükre (elhatárolt növényi csoportok), megjelenésükre (sejttartalom) és kapcsolati rendszerükre (a hatás állatviselkedés-függő). Az állatoknál ún. elkerülő mechanizmusok alakultak ki, válaszul a repellencia* és deterrencia* jelenségére, amelyek a veszélyes kapcsolat létrejöttét szag, szín, íz tapasztalatok alapján megakadályozzák. Az extraktummal való kezeléskor kialakuló „erőszakolt kapcsolat” létrejötté azonban eltérő a természetes állapottól.

Néhány gyártó természetes eredetű anyagaihoz szintetikus eredetűeket kever. A Cyanamid fécánkár elleni csávázó szere, a HATE A, például *Daphne*-olaj mellett antrakinont tartalmaz. A keverékek közül elrémitő példaként említhető a Bio BACK TO NATURE sorozat (Pan Britannica Ind.) HEXYL nevű készítménye, amely az egyébként sem túlságosan kíváncsú rotenon mellé *lindane* és *thiram* hatóanyagokat kever. A napjainkban divatos „Bio” előtag igen gyakorivá vált olyan szöösszetételekben is, amelyekben használata félrevezető. A Bio-STRIP (Agrokémiai Szövetkezet) hatóanyaga *dichlorvos*, a BiosHILD BD (BVM) hatóanyagai *carbendazim* és *diniconazole*, a BiosHILD T (BVM) *thiram* hatóanyagot jelent, amelyeknek semmi köze sincs a név által sugalmazott természetes eredethez, vagy a velük megvalósítható biológiai vagy organikus védelemhez. A „Bio” szócskát – talán –, mielőtt véglegesen hitelét vesztené, megilletné valamiféle márkajelző védelem.

Viszonylag kevés figyelmet fordít a toxikológia a növényvédő szerek formázó anyagainak egyenkénti vizsgálatára. Ebben és általában a környezetbarát mód-szereknél ez kritikussá válik, hiszen környezetidegen partnerei a természetes eredetű anyagoknak. A ún. xenobiotikumok nem illeszkedő tulajdonságai leronthatják az eredeti célunkat, amely természetes eredetű vegyület felhasználása volt. Az organikus gazdálkodás a káliszappant (amennyiben természetes eredetű zsírsavak káliumsója) rovarölő tulajdonsága miatt alkalmazza. M-PEDE (Mycogen) márkaneven rovarölő szerként is forgalmazzák, de nálunk KÁLISZAPPAN néven nedvesítő szerként kapható. Hasonló detergens hatású, természetes eredetű vegyületek felhasználása a formázásban célszerű lenne.

Egy további megfontolandó kérdés, hogy az extrakcióra használt növényrészt kezelték-e valamilyen peszticiddel (lásd szisztémikus szerek), mivel a szermaradék ebben az esetben az extraktumban is megjelenhet.

a) Olajok • Elsődleges növényi anyagok közül az olajok felhasználására is sor kerül a növényvédelemben.

- Repceolaj: CODACIDE néven hatásfokozó adalékanyagként, míg EROL SA 4–89 néven dohányban, kacságátlásra forgalmazzák nálunk. A repce (*Brassica napus*, Cruciferae) glükoszínolátokat termel, amelynek bomlástermékei allil-izotiocianátok lehetnek. [635] A *Brassica*-féléket szinigrin tartalmuk miatt karcinogenitással vádolják, mivel az allil-izotiocianát vagy allil-cianid tartalmú származékokká bomolva daganatkeltővé válhatnak. Ezek a vegyületek patkány tesztekben karcinogének (patkányban hasnyálmirigy daganat kifejlődését segítették elő), míg a szinigrin alkalmazásakor mindezt még nem bizonyították. [56]
- Napraforgóolaj: VEGESOL és BIOLA néven forgalmazott rovarölő szerek. Néhány napraforgófajta (*Helianthus annuus*, Asteraceae) citotoxikus és mérgező

sesquiterpén-laktonokat (*helenalin*, *bisabolangelon*) és toxikus olajokat (*trachyloban* és *kaur*) termelhet. Ez utóbbi fokozottabb termelésére szelektált fajták néhány rovarfajra rezisztenciát mutatnak. [635]

- *Daphne*-olaj: A H_2Te A csávázó szerben madárriasztásra használják. A *Daphne* (Thymeleaceae) fajok által termelt *daphnetin* (kumarinszármazék) és annak 7-glükozidja a *daphnin* baktericid hatású. [636] Rajtuk kívül flavonoidokat is termelnek. [637]

b) A neem • Az indiai szent *neem* fa, az *Azadirachta indica* igen változatos allelokemikáliákat termel, közülük a C-szeko-meliacinok (azadirachtinok: *azadirachtin* A-K, *isovepaol*, *nimbin*, *nimbinene*, *salannin*, *salannol*, *vepaol* stb.), protomeliacinok (*meliantriol* stb.), limonoidok (*gedunin*, *mahmoodin*, *melidenin*, *nimbodin*, *nimbinin*, *nimbocinol*, *vepinin*, *vilasinin* stb.) és C-szeko-limonoidok (*margosinolide*, *salannolide* stb.) emelhetők ki. [638] A magolájában nagyobb mennyiségben előforduló C-szeko-meliacinok azok, amelyek az *IDRD* hatásért felelősek. Az *A. indica*-n kívül a *Melia azedarach* (Meliaceae) is termel hasonló vegyületeket, azonban néhány, gerinceseken erősen toxikus származéka miatt (4 féle meliatoxint is termel), ma már nem tartják alkalmasnak botanikai inszekticid kifejlesztésére. A notriterpenoidoknak többféle hatása is van: táplálkozásgátlók és a hormonális szabályozás összezavarásával idéznek elő rovaroknál fejlődési és reprodukciós rendellenességeket.

A *neem* fa története és hasznosítása egyike napjaink legjelentősebb újrafelfedezéseinek, amennyiben az időszámítás előtt 5561. évben írt *Mahabharata*-ban is olvashatunk már róla. Az *A. indica* Dél-Ázsiában honos (Banglades, Bhután, India, Nepál, Pakisztán, Sri Lanka, Burma, Indonézia, Malajzia, Thaiföld) madarak által terjesztett fafaj. A védikus valláshoz tartozó szent fát (gyógynövényként használták, de ismert volt, hogy a fa alatt lévő pocsolókban a szúnyoglárva elpusztulnak), hinduk hurcolták szét a világban.²⁷ A levelekben az alábbi allelokemikáliák fordulnak elő: limonoidok (*azadirachtanin* A, *isonimbocilonide*, *isonimocinolide*, *meldenin-diol*, *nimbocilonide*, *nimocin*, *vilasinin* stb.); C-szeko-meliacinok (*isoazadirolide*, *nimbolide* stb.); kumarinok (*scopole-*

²⁷ Így került 100–150 évvel ezelőtt Afrikába (Benin, Kamerun, Csád, Gambia, Ghána, Kenya, Niger, Nigéria, Madagaszkár, Mauritánia, Mauritius, Szomália, Szudán, Tanzánia, Togo), Közép-Amerikába (Nicaragua), a karibi térségbe (Barbados, Kuba, Haiti, Jamaica, USA – Puerto Rico, Virgin-szigetek, Trinidad & Tobago) és Dél-Amerikába (Brazília, Surinam, Guyana). 15–50 évvel ezelőtt telepítették Észak-Ausztráliába (Katherine), Nyugat-Ausztráliába és Queenslandbe (Gilbert folyó). 5–15 éves telepítések találhatók Óceániában (Pápua Új Guinea, Fülöp-szigetek), Délnyugat-Ázsiában (Szaúd-Arábia, Jemen) és Közép-Amerikában (Costa Rica, Guatemala, Honduras). Napjainkban telepítették Észak-Amerikába (USA: Miami, Florida; Arizona, Oklahoma).

tin), flavonoidok (izoramnetin, kvercetin) és flavonol-glükozidok (kamferol, miricetin, kvercetin glükozidjai). [638] Kivonataiból Indiában különböző *ayurvedicus* gyógyszerek készülnek, így CLEAN ,N' CURE (Dabur Ltd., Ahmedabad) pattanások ellen, GRENEEM kapszula (Asoy Softcaps Pvt. Ltd, Asoy) vértisztításra (pattanások, bőrbetegségek, bakteriális és vírusos fertőzések), IOQUIN (Dechance Labs Pvt. Ltd., Hyderabad) krónikus malária ellen, JK-22 (Charak Pharamaceut., Bombay) – alloxan-típusú *diabetes mellitus* ellen és NEEMCURE (Excelsior Enterprises, Kanpur), amely fertőtlenítő hatású. [639]

A kéregben az alábbi vegyületeket találjuk: diterpenoidok (*margocilin*, *margocinin*, *margocin*, *nimbidiol*, *nimbiol*, *nimbionol*, *nimbinone*, *nimbione*, *nimbionone*, *nimbosone*, *sugiol* stb.); limonoidok (*gedunin* stb.); C-szeko-meliacinok (*nimbilin*) és kéreg gumi (hetero-poliszaharidok, *aldobiuron* sav). [638] Népi gyógyászatban malária ellen lázcsillapítónak használják, de fogpaszta formájában (ORA, SILVOSE, NIMODENT, DR. GRANDEL'S NEEM) ínygyulladásra és íny-sorvadás kezelésére is forgalmazzák. [639]

A növényvédelem szempontjából legjelentősebb rész a csonthéjas gyümölcs magbelének olaja, amelyet Indiában évszázadok óta használnak. [640] Egy kifejlett fa Indiában évente 350 kg levelet és 25–100 kg gyümölcsöt terem. Togóban ez évente kétszer is megtörténik. A gyümölcs héja és húsa a termés 71 százalékát teszi ki, amelyben protomeliacinokat (*azadirachtol*, *azaditol*, *kulactone*, *limocin*, *limocinin*, *limocinol*, *limocinone*) és limonoidokat (17-OH *azadiradione* stb.) találunk. Több madárfaj fogyasztja. A csonthéjas mag 19 %-a héj és 10 %-a magbél. Egy fa tehát 2,5–10 kg magbelet terem évente.

A magbélnek 20–45% olajtartalma van, amely 53 %-ban az alábbi származékokat tartalmazza: gliceridek (olaj-, sztearin-, linolén-, palmitin-, mirisztin-, arachinsav) és szabad savak (indolecet, indolpiruvát, oxál, tiglin). Továbbá 22% illatos (di-*n*-propil diszulfid, *n*-propil *trans*-1-propenil diszulfid és további 40 vegyület), 2% illékony származékot (3,5-dietil-1,2,4-tritilán stb.); valamint 23% egyéb allelokemikáliát is mérhetünk. [638] A gliceridekből és olajsavakból szappan (MARGO, FEU DROP, FEU DOP, KUTIR NEEM SANDAL SOAP, PARASHAIS LIMDA SOAP, NIRMALA NEEM DOG SOAP), sampon (MARGOSA NEEM) és egyéb kozmetikumok (NEEMTULSI, NEEMAL, LICIKA, LICEQUARD, NEEM HAIR LOTION, NEEM HAIR OIL, NEEM NAIL OIL) készülnek Ausztráliában, Németországban, Indiában, Pakisztánban és az USA-ban. A szappangyártásban a Godrej Soaps Ltd (Bombay) rendelkezik USA-szabadalommal. Az olajat magas vércukorszint csökkentésére – NIMBOLA (Kee Pharma, New Delhi) –, míg az állatgyógyászatban szarvasmarhák féregtelenítésére – PASUTONE (Domestra Pvt. Ltd. Vijayawada) – és háziállatok élősködői ellen – GIGI PETS PRAY – használják Indiában. Az illatos és illékony származékok fogamzásgátlásra alkalmasak – SENSAL (Excelsior Enterprises, Kanpur, India) és PRANEEM –, mivel spermicid aktivitásuk van. [639]

Az olajokban oldva az alábbi allelokemikáliák fordulnak elő: protomeliacinok (*meliantriol*); limonoidok (*azadirone*, *azadiradione*, *mahmoodin*, *melidenin*, *nimbodin*, *nimbinin*, *vepinin* stb.) és C-szeko-meliacinok (*azadirachtin* A-K, *4-epinimbin*, *isovepaol*, *nimbin*, *nimbinene*, *salannin*, *salannol*, *vepaol* stb.). [638] A különböző termőhelyű *A. indica* népeségek (ökotípusok) „azadiraktinokat” termelő képessége igen eltérő: Indiában 0,2 – 0,75 g/kg, Kenyában: 1,0 g/kg, Nigériában 2,0 g/kg és Ghánában 3,5 g/kg mag is lehet.

Növényvédelmi célra az olaj közvetlenül is felhasználható: 30 ml olajhoz 3 ml nedvesítőszer (SANDOVIT, TRITON, TEEPOL, TWEEN) keverünk, amelyhez 1 liter vizet adunk.

A magbél limonoidokban (*limbocidin*, *limbocinin* stb.) és C-szeko-meliacinokban (*azadirachtin* A-K, *isovepaol*, *nimbin*, *nimbinene*, *ohchinolide* B, *salannin*, *salannol*, *salannol*-acetát, *salannolide*, *salannolactam*, *vepaol* stb.) gazdag. [638] Ebből házilag az alábbi módon készítenek rovarölő szert: 50 g őrölt magbelet 12 órán át 1 liter vízben áztatják, szűrik, kiegészítik 1 literre, majd 1 ml nedvesítőszer adnak hozzá. Gyárilag általában metanolos levél- és magkivonatok készülnek.

A készítményekre jellemző, hogy gerincesekre akut módon gyakorlatilag nem mérgezők. A *neem* olaj akut orális LD₅₀ értéke patkányon: 8705 mg/kg; a *neem* extraktumé: 18106 mg/kg. Természetesen ez igen változékony érték. A Vikwood Ltd., Sheboygan (Wisconsin), 1985-ben elsőként szerzett **EPA** engedélyt a MARGOSAN-O nevű neem-készítményére. A permetezhető készítmények általában 3% *azadirachtin* A (= aza A) tartalmúak. A Vikwood Ltd.-t később a W. R. Grace vette meg, amely üzletágot napjainkban adott el a Thermo Ecotek cégnek (USA). Készítményeit Thermo Trilogy néven jegyzi, s úgy tűnik, hogy ma egyedül kezdi uralni a minőségi piacot. A gyári készítmények közül a W. R. Grace és az AgriDyne végeztette el a megfelelő szintű toxikológiai vizsgálatokat, és garantálja a készítményének összetételét. [641] Az AgriDyne napjainkban egyesült az Aftaab Investment Co. Ltd.-vel, amely a Tata Grp.-hez (India) tartozik. 1996-tól az AZATIN-t az Olympic Horticultural Products Co. is árulja. Az amerikai cégek jelen pillanatban **EPA** engedélyekkel és szabadalmi jogokkal is rendelkeznek a *neem* kivonatok felett, amely azt a paradox helyzetet teremtette meg, hogy elvileg Indiában sem készíthet magának a fa tulajdonosa, a saját terméséből extraktumot.²⁸

²⁸ Polgár A. László megjegyzése: Éppen napjainkban vonta vissza az Európai Szabadalmi Hivatal a szabadalmi jogokat, amelyeket hat évvel ezelőtt az USDA és a WR Grace Co. jegyeztetett be (MaNcs 2000. június 1.). Sokan úgy gondolják, hogy precedens értékű ítélet született, amely élőlények és természetes források szabadalmaztathatóságát teszi lehetetlenné.

A *neem*-pogácsának (az olajpréselés után maradó terméknek 15–25%-a fehére és 40–55% *neem*-pogácsa) antimikrobiális és nematocid* aktivitása van. Műtrágyákkal keverve redukálja a denitrifikáló* baktériumok tevékenységét, így javítva a műtrágya hasznosulását. [640] Főként szeko-meliacinok (*epinimbin*, *salannin*) felelősek e hatásért. Ilyen termékek a HUMI GOLD (Fertiplant Engin. Co., Bombay), JEEVAN SOIL CONDITIONER (McDA Agro Pvt. Ltd., Bombay), NIMIN (Godrey Agrovat Ltd., Bombay), NEEM MANURE (Swastic Chem. Works, Bombay), ORGANIC AND NEEM CAKE MIXED NPK (Jaisingpur Mills, Maharashtra) és WELLGRO (I.T.C. Limited, Andhra Pradesh). [639]

A *neem*-extraktumok legjelentősebb problémája – ahogy korábban említettük – az esetleges szennyezettség mikotoxinokkal. Ezek közül a legveszélyesebb az aflatoxinokkal való szennyezettség. [642]

Az azadirachtinok több vízi élőlényre (csigák, kérészek, halak) igen mérgezőek. A halakra való mérgezősége miatt élővizek közelségében csak megszorításokkal használhatók. Előnyére írható viszont, hogy vízi környezetben igen gyorsan (50–100 óra) lebomlanak. Ízeltlábú ragadozók közül nincs kímélő hatása a fülbemászók, fátyolkák, ragadozó poloskák, katicabogarak és zengőlegyek lárváira. Változó eredménnyel kíméli a parazitoidokat és veszélyes a méhek lárváira. Erősen mérgező a talajban élő páncélosatkákra és ugróvillásokra. Madarak és emlősök esetében nagyobb dózisok mérgezéseket okozhatnak, amelyek máj, vese, emésztő- és vérképzőszervi problémákban nyilvánulnak meg. Az állatkísérletek egy része nem igazolta, hogy anabolikus hatása lenne, ellenkezőleg, súlycsökkenést is mértek. Több állatfajon (egér, nyúl, patkány, tengeri malac) a levélből készült extraktum vizsgálata során a hímek fertilitásának jelentős csökkenését észlelték. A hatás reverzibilis.

A *neem*-eredetű, alacsony akut toxicitású készítmények közül az **EPA** engedéllyel rendelkező Thermo Trilogy készítményeinek elterjesztése jelentős lépésnek tűnik az organikus gazdálkodásban.



IX. FÜGGELÉK

1. Beszélgetések	347
• Borsos Béla (állatorvos)	347
• Dési Illés (toxikológus)	349
• Falus András (immunológus)	351
• Farkas Ilona (onkológus)	351
• Papp László (taxonómus)	353
• Polgár A. László (kertészmérnök)	355
• Pusztai Árpád (biokémikus)	357
• Radics László (agrármérnök)	359
• Szabad János (genetikus)	360
• Székács András (kémikus)	363
• Takács-Sánta András (ökológus)	366
• Vida Gábor (populációgenetikus)	367
2. Palackposta	368
Engedélyezőknek	368
Szerképviselőknek	368
Dukkereknek	369
Tanítóknak	369
3. Köszönetnyilvánítás	370
4. Utószó	371

1. Beszélgetések

Borsos Béla (állatorvos)

• *A végzettség és a mai érdeklődésed között – úgy tűnik – van némi távolság. Arra gondolok, hogy ma ismert környezetvédő vagy, aki ír, humánökológiát oktat, szakfordítóként, tolmácsként keresi a kenyerét; aki kiköltözött Budapestről, hogy egy erdő közepén függetlenebb és tisztább életet kezdjen. Sikerült elkerülnöd a korodból azt, amit el akartál? Továbbá a Ligetben [100, 74–81. o.] azt írod, hogy a növekedésnek a természetben van optimuma, s ehhez a külső vázas rovarok mérettartományát említed. Gondolod, hogy ilyen optimum a gazdaságban is lehet?*

• Ez két, egymástól függetlennek látszó kérdés. A személyes részre könnyű a válasz. Eredetileg az életem problémájának megoldásán túl (tizenöt éves korom óta elvágytam a városból) egy modellt szerettem volna teremteni, amely akkor, amikor sor kerül majd rá, példaként szolgálhat másoknak, hogyan lehet másként csinálni. Elegem volt abból, hogy mindenki csak beszél, okosakat ír (magamat is beleértve), de közben marad a fenekén, és lényegileg semmilyen változtatásra nem hajlandó. Már akkor érdekelt a rendszerelmélet, és tudtam, hogy azzal, ha vegetáriánus leszek vagy biciklizek a városi füstködben, nem megyek semmire. Szerettem volna egy olyan emberi létezési modellt kialakítani, amely rendszerbe szervezi a már akkor is ismert módszereket. Ez, mint mondtam, csak részben valósult meg. Ma Gyűrűfűn kialakult egy kis közösség, akik sok tekintetben másként élnek, de a külvilágtól funkcionális értelemben függetlenedni és az alternatív megoldásokat bevezetni még csak részben sikerült. Rá kellett jönnünk, hogy a valóság mindig kevésbé idealista, mint az álmaink, hogy a képzelgések során rendszerint nem vesszük figyelembe a veszett rókát, amelyik majd megmarja egyik társunkat, a kullancsinváziót, amelynek következtében Lyme-kórral fertőződnek meg közülünk sokan. Azt sem, hogy a bukolikus idill már a múlté: hiába választottuk meg alaposan a helyet, hogy önálló vízgyűjtő legyen, hogy iparterülettől, közlekedéstől távolra kerüljön. Ivóvizünk máris nitráttal szennyezett, és nem tudjuk miért. Gépjárműveinkről nem tudunk lemondani, mint ahogyan a Paksi Atomerőmű által termelt olcsó áramról sem.

Mégis létrejött valami, amire ha gondolok, úgy érzem, nem volt hiábavaló a tíz év áldozata. Lehet, hogy a mi generációnk rámegegy a kísérletezgetésre, de a következő, az utánunk jövő biztosan könnyebben vághat bele, legalábbis itt, helyi szinten. Persze a globális hatásoktól nem tudjuk függetleníteni magunkat, és

a könyved olvasása közben az a szomorú tudat töltött el, hogy ugyan mit együnk a szép új világban, ha már a sarki jegesmedve is szennyezett, a hazai fejes-salátáról nem is beszélve. Ezernyi szálon kötődünk egymáshoz, sorsunk elől nem menekülhetünk. A globális klímaváltozás első komoly jeleként az idén a mi vidékünkön, a Zselicben sem esett eső áprilistól júniusig, ami teljesen szokatlan errefelé. A technikai válasz erre az, hogy mélyebb kutakat fúrunk, hadd fogyjon a stabil, a mi életünkben már nem pótlódó vízkészlet, és öntözzük a terményeket, hadd szikessedjen a talaj. Mi ehelyett a ciszterna vízállását lestük aggódo szemmel, amelybe a tél és tavasz folyamán leeső csapadékot felfogtuk. A rendszer kiállta első próbáját, nem fogytunk ki a vizünkéből és nem kellett elvándorolni. De hogy mi történt volna, ha júniusban sem esik csapadék, azt nem tudom.

A kérdésedre az egyenes válasz az, hogy nagyon sok mindent sikerült azért elkerülnöm. Megteremtettem a lehetőségét, hogy itthon, a szó szoros értelmében az erdő közepén éljek és dolgozzak, mentesülve a város és az épített környezet megannyi káros hatásától, földházban, csöndben, jó levegőben, stresszmentesen és mégis kényelemben. A következő nagy feladat a táplálékbázisunk megteremtése lenne, ami átvezet a második kérdéshez: hogyan lehet ma kis léptékű, helyi fajtákra és fenntartható módszerekre alapozó erdő-mezőgazdaságot csinálni, amikor minden a hatalomcentralizálás jegyében zajlik, csak most nem politikusok, hanem gazdasági társaságok végzik?

Igenis hiszem, hogy minden rendszer szerveződésének van egy optimális szintje, amely felett instabillá válik. Ez a gazdasági, de tudományos, politikai intézményrendszerekre is igaz. A gazdasági vállalkozások is érzik ezt a veszélyt, ezért reagálnak hálózatos szerveződéssel, miután azonban a cél mégis a pénz és tőke koncentrációja, fennáll a veszély, hogy a hálózatos szerveződés áttekinthetlenné válik. Különösen, mert teljesen felborult minden kibernetikus szabályozás (értsd: politikai, demokratikus ellenőrzés), és ez senkinek nem válik hasznára. Azt sem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy a mamut vállalatokat továbbra is egyéni tudattal rendelkező emberek irányítják, akiknek átlátó, irányító képessége a számítástechnika és távközlés csodái ellenére is igen korlátozott. Néha egészen megdöbbenek azon, hogy iszonyú gazdasági és pénzügyi hatalommal rendelkező vezetők milyen primitív irányítási eszközökkel operálnak és mennyire egyoldalúak. A gazdaságban ma pozitív visszacsatolással járó és elszabadult vezérelv tombol, aminek szükségszerűen összeomlás a vége. Mégis, magukat nagyon okosnak tudó emberek képtelenek ezt belátni. A szocializmus vonatát sem lehetett messzire juttatni úgy, hogy magunk mögül szedtük fel a következő szakaszhoz a síneket. A totális kontroll, amit mondjuk a táplálékbázis terén tapasztalunk (sőt ehhez társul újabban az egészségügy is azzal, hogy gyógyszer- és peszticidgyárak fuzionálnak, miután a biotechnológiai és

vetőmag vállalatokat felvásárolták), ilyen szűk látókör mellett kiszámíthatatlan következményekkel jár. Miután egyetlen szabályozó elv a profit, amely viszont irreálisan akar egyre nőni, az eredmény olyan világ lesz, ahol felszedjük a síneket: saját biológiai, ökológiai létünk alapjait.

Dési Illés (toxikológus)

• *Növényvédő mérnökeink toxikológiai tudása a minimumot sem üti meg, azaz nincsenek tisztában azzal, milyen veszélynek teszik ki magukat és munkásaikat. Tapasztalataim szerint az orvosaink többségének sincs jelentős ismeretanyaga a növényvédő szerekről. A brit orvosok szövetsége mindezt belátva speciális, posztgraduális toxikológus képzést szervezett. Mit tartana ön ideális állapotnak?*

• Azt nem mondhatjuk, hogy a növényvédő mérnökök toxikológiai tudása a minimumot sem üti meg. Kapnak toxikológiai oktatást, persze lehetne többet is. Magam is tartottam már nekik továbbképző előadást. Meg pár évvel ezelőtt egy kongresszusukon is előadtam. Úgyhogy tudniuk kell, milyen veszélyeknek teszik ki magukat. Az orvosok többségének viszont túlzott toxikológiai ismeretei nincsenek. Bizonyos mértékben kivételek azok, akik Szegeden végeznek, mert mi oktatunk népegészségtan keretében higiénés toxikológiát, s ebben peszticid toxikológiát. Az általam szerkesztett „*Népegészségtan*” tankönyvben (Simmelweis Kiadó, 1998) részletes leírás is van ezekről. Ugyanez a tankönyv kötelező a budapesti orvostudományi egyetemén is. Nem vitás, hogy az orvosi *curriculum*-ba több toxikológia, ezen belül több peszticid toxikológia kellene. De most, mikor annyi tárgy jelentkezik, a másik oldalról krokodilkönnyek hullanak, hogy szegény medikusok túl vannak terhelve, és az eddigi óraszám is jelentősen csökken.

Posztgraduális oktatások is vannak. Egy időben az Egészségügyi Minisztériummal közösen minden évben szerveztünk Szegeden kéthetes bentlakásos toxikológiai továbbképző tanfolyamokat, ahová különböző helyekről, minisztériumi kijelölés alapján kötelező volt jönni. Könyvet is írtunk hozzá, amit mindenki megkapott, „*Gyakorlati toxikológia*” címmel, peszticid fejezettel is. Volt, jó pár éve, az Orvos-továbbképzőben toxikológiai képzés; a pécsi Varga Ferenc szervezte. Most is lehet kétéves munka melletti tanfolyam után toxikológusi címet szerezni. A Haynal Imre Egészségtudományi Egyetemen kell kérni a toxikológusi képzést. Nekem szokták elküldeni elbírálásra, hogy megkaphatja-e. Én minden szempontot tekintetbe veszek. Most is folyik egy toxikológus továbbképzés, a

Toxikológus Társaság és annak elnöke Druga Alice (Gyógyszeripari Kutató) szervezte, aki bázisának az Állatorvosi Egyetemet kérte fel. Szóval egy és más van, persze lehetne jóval több.

Megalakult az Országos Közegészségügyi Központban az Országos Kémiai Biztonsági Intézet, utóbbi keretén belül van az Egészségügyi Toxikológiai Tájékoztató Szolgálat, amelyik 24 órás szolgálatban minden hozzáforduló orvosnak tájékoztatást ad a mérgezés estén követendő terápiáról, esetleg prevencióról. Ezek is a lehetőségeken belül elég sokat tesznek a védelemért.

Ami problémát én a növényvédelemben látok (Szeged környéki tapasztalataim alapján), hogy a rendszerváltás után a nagybirtokokkal együtt a növényvédelmi szakmérnökök és szakmunkások jó része, a gépekkel együtt eltűnt. A nagybirtokrendszer (most eltekintve minden politikai vonatkozástól) arra jónak tűnt, hogy mivel viszonylag nem túl sok „felelős” volt, mind az akkori KÖJÁL (Közegészségügyi-járványügyi Állomás), mind a növényvédelmi állomások felügyelői rendszeresen tudták ellenőrizni. A vegyszeres munkákhoz előírták a szakmérnökök, szakmunkások alkalmazását. (Persze megint nem mondom, hogy nem lehetett volna akkor is többet tenni, de mégis volt valami.) Most viszont számtalan apró kis magánfarm van, magángazdákkal, akik részint nem értenek a növényvédelemhez, részint nincs is pénzük megvenni a megfelelő szert, de gyorsan meg akarnak gazdagodni, így nem megfelelő szereket használnak, nem megfelelő módon. Azt pedig jól tudják, hogy a kis millió magángazdaságot az ÁNTSZ sem és a növényvédelmi hálózat sem képes rendszeresen ellenőrizni. Ha valahol mégis megjelennek, akkor biztos, hogy oda évekig nem mennek majd újra.

Plusz az egész lakosság mentalitását kellene megváltoztatni (írott és elektronikus médiában felvilágosításnak helyet és időt adni!). „Kedvenc” történetem, amit közegészségügyi felügyelőink meséltek, és esküdtek, hogy így hallották. Egy Szeged környéki piacon két árus beszélget:

- Szomszéd milyen szép az almája, mikor permetezte?
 - Tegnap.
 - És ma már itt árulja?
 - Na és, eladásra lesz, nem én eszem meg.
- Amíg ilyen a mentalitás, addig csinálhatunk akármit...

Falus András (immunológus)

- *Az immunológia szempontjai nem érvényesülnek a környezetünkbe kerülő növényvédő szerek engedélyezésekor. Helyes ez?*
- Egyetértek a kérdésben rejlő véleménnyel. Az immunrendszer fő feladata a paraziták elleni védelem, tehát a fertőzések és a rákosan burjánzó sejtek elleni, genetikailag szabályozott reakció. Ebben a komplex feladatban antigénekre fajlagos (specifikus) és nem fajlagos mechanizmusok egyaránt részt vesznek. Ezért egy-egy új hatóanyagnak az immunológiai vizsgálata alapvetően hozzá kell tartozzon a toxikológiai protokollhoz. Ez már sejteti az immuntoxikológia tudományának körvonalait és gyakorlati jelentőségét, amelyben munkaegészségügyi, mezőgazdász, vegyész és immunológus szakemberek elméleti és gyakorlati együttműködésére van szükség.

Farkas Ilona (onkológus)

- *A daganatos betegségekben való elhalálozás tekintetében Magyarország világvizonylatban vezet a statisztikákat. A rosszindulatú betegségek döntő hányadának környezeti okai vannak. Mit tesz a hazai orvostársadalom ezeknek az okoknak az azonosítására?*
 - Orvosként egyre gyakrabban találkozom kétségbeesett családokkal, olyan tragédiákkal, melyben a – sokszor végzetes – betegségek fiatalokat támadnak meg. Naponta szembesülök munkám során a riasztóan növekvő, egyre fiatalabb korosztályokat nagy számban érintő megbetegedési, halálozási adatokkal, és naponta teszem fel önmagamnak a kérdést: miért?
- Miért történik mindez? Miért tört előre a nyugati típusú civilizációs változások mentén a rák, az anyagcsere és degeneratív megbetegedések hosszú sora? Miért van, hogy a sürgősségi akut ellátásban nagy lépésekkel halad, és rendkívüli eredményeket ér el az orvostudomány, tud már vesét, szívet és egyebeket cserélni, de nem tud megbirkózni a nemfertőző krónikus megbetegedésekkel? Mindannyian tapasztalhatjuk, hogy szinte járványszerű méreteket öltött az allergia, egyre több fiatal küzd magas vérnyomással, cukorbetegséggel. Már a harminc-negyven évesek közt is arat a rák, pedig 25-30 éve még úgy látszott, hogy ez az idős kor betegsége. Ma már egyre többen – és ez korántsem az orvosok kiváltsága – saját bőrünkön tapasztalhatjuk a bumerángeffektust.

Darvas Béla könyve szembesítés. Valószínűleg nem én vagyok az egyetlen orvos, akit megdöbbenetnek a könyvbéli adatok, az eddig fel nem ismert összefüggések, és talán nem csak én teszem fel a kérdést, hogy tanulmányaim, hosszú orvosi pályám során miért nem találkoztam még mindezekkel? Miért nem szerves része az orvosi alapképzésnek vagy legalább a továbbképzésnek, hogy milyen összetételű és hatású szereket használ ma széles körben a növényvédelem? A könyv tényeit eddigi ismereteimmel összevetve a napnál világosabbnak látszik, hogy korántsem véletlen „istencsapása” a megbetegedések sora, hanem nagyon is mindennapi életünkéből fakadó okai vannak. Ha nem ismerjük fel az okokat, ha nem tárjuk fel az összefüggéseket, ha nem veszünk tudomást a tényekről, a következmények akkor is sújtanak bennünket. Olvasva a könyvet lehetetlen nem rádöbbenni annak a filozófiának a pusztító voltára, amely azt állítja, hogy az embernek jogában áll gátlástalanul elpusztítani bármit, amit a maga számára kártékonynak tart, vagy csupán nincs hasznára. Rá kell ébrednünk, be kell ismernünk végre, hogy az ember szerves része a természetnek, nem pedig ura és parancsolója!

Az embert hosszú évmilliók alatt környezete formálta olyanná, amilyennek ma ismerjük. Az ember saját szűklátókörűségét bizonyítja csak, ha nem veszi észre, nem látja be, hogy a mikroorganizmusok elpusztításával azt a természeti környezetet teszi tönkre vagy pusztítja el, amelyhez szervezete alkalmazkodni tanult. A kártevők ellen bevetett radikális vegyszerekről kiderült, hogy a természet nagyon finom, sok millió év alatt kialakult egyensúlyát évek alatt képesek felborítani, a kártevőkkel együtt sok ártalmatlan, sokszor kifejezetten hasznos teremtmény életét is veszélybe sodorják, és mindezek mellett olyan erősen terhelik, mérgezik a környezetet, hogy az hosszabb távon az egész élővilág életébe kerülhet. A túlzásba vitt higiéniaiával, a mértéktelenségig fokozott sterilítással az ember saját edzőpartnereit semmisíti meg, és így nincs már, ami működtesse, folyamatosan stimulálja immunrendszerünket.

És hogy mit kap szervezetünk a már bevált edzőpartner helyett? A szintetikus kémiai anyagok szervezetbe juttatásával jókora adag dezinformációt, kezelhetetlen kémiai anyagok tömkelegét, zavaró effektusokat. Józan paraszti ésszel is elképzelhetetlen, hogy a vegyipar által ezerszámra ontott vegyi anyagok kezelésére a szervezet hosszú időn keresztül folyamatosan képes lehet!

Az ember számára a legveszélyesebb csapda, hogy az általa elindított mérgezési láncreakció kezdetben nem érzékelhető, de egy idő után a többszálú láncon végigfutva a temérdekféle mérgezőanyag az emberben találkozik össze, és így hatványozott formában éri az embert.

Felmerül a kérdés, hogy hol van az orvostudomány helye ebben a körben? Úgy vélem, az orvostudomány és az orvostársadalom egyaránt lehetne meszebb látó és érezhetne a mainál sokkal nagyobb a felelősséget az emberek

egészségének megőrzéséért. Felismerhetnék az orvosok azt az erőt, amely abban rejlik, hogy az orvostudomány még ma is misztikus tudás sok ember számára, mert az emberek nagy része még ma is vakon bíz az *ORVOS*-ban, és hisz abban, hogy ő mindig tudja, mit kell tenni. Jó lenne, ha valóban tudná, és ha nem csak a gyógyítás, de a lehetséges megelőzés módozatait is ismerné. Megnyugtatóbb, és olcsóbb is lehetne, mindannyiunk számára.

Egyelőre azonban úgy látszik, hogy az orvosi szakma is csapdába került akkor, amikor nem egészen száz évvel ezelőtt megtapasztalta az antibiotikumok, az első kémiai szerek szinte csodával határos hatását. Hiszen tényleg csoda volt, hogy az addig halálos kórképeket (diftéria, skarlát, szamárköhögés, vakbélgyulladás stb.) néhány nap alatt tünetmentessé tették, sőt, meg is szüntették ezek a gyógyszerek! Meggyőződésem szerint ebben a tapasztalatban gyökeredzik az a mély hit, hogy csak elegendő pénzt és energiát kell befektetni egy kutatásba, és meg lehet találni azt a kémiai szert is, amely meggyógyítja a rákot és a többi, ma halálos kórnak tartott betegséget. Nem változtatott ezen a szemléleten az sem, hogy hiába tapasztaljuk, hogy egyre nagyobb gondot jelent a rezisztens kórokozó törzsek kialakulása, a szervezettel szimbiózisban élő mikroorganizmusok kipusztítása, az addig veszélytelennek ismert kórokozók patogénné válása – sokan az egyszer már megtörtént csoda eljövetelét várják újra.

Magyarországon az orvosoknak különösen fontos volna a Darvas Béla által írt könyvben feltárt összefüggéseket látni, ismerni, hiszen a költségek növekedése mellett és ellenére is húsz éve tartjuk a daganatos halálozási világszögünket. Ezt a helyzetet szemlélet- és filozófiaváltás nélkül képtelenség megváltoztatni. A preventív gondolkodás és a szintén megelőzőközpontú ellátás meghonosodásához véleményem szerint biztosan szükség van széles körű, interdiszciplináris megismerésre, tapasztalatszerzésre. Ehhez a munkához nyújt kitűnő segítséget Darvas Béla munkája.

Papp László (taxonómus)

- *Egyike vagy azoknak, akik a hazai szupraindividuális biológia kutatások pulzusán tartja a kezét. Mit gondolsz az ökológia alkalmazhatóságáról?*
- Kérdést indító képednél maradva: a pulzus gyenge és erősen aritmiás. Mint az MTA tagjának valóban van bizottsági tagságaimból eredő – vagy ostobán magamra vállalt – felelősségem legalább azért, *hogy tudjam, kb. mi történik a hazai szupraindividuális biológiában*. Azért azonban semmiféle felelősséget

nem vállalhatok, *hogy mi történik (történik-e valami)* ezen a hatalmas tudományterületen: felelősségünk határait pontosan kijelöli az, *mire lehet hatásunk*. A szupraindividuális biológiának csak egy része a szünbiológia, és bár ez utóbbi többé-kevésbé azonos azzal, amit az angol *ecology* jelent, a szűkebben vett ökológia egy, a szünbiológiához tartozó tudományág [a pontos definíciókat lásd Juhász-Nagy Pál: *Egy operatív ökológia hiánya, szükséglete és feladatai*. Akadémiai Kiadó, Budapest (1986)]. A pongyola szóhasználat mindenféle szünbiológiát, sőt messze azon is túl ökológiának nevez („a nemi érés ökológiája” stb.); a rövidség kedvéért most maradjunk ebben.

Igaz, középiskolás koromtól kezdve állatökológus szerettem volna lenni, légytaxonómus pedig kb. úgy lettem, ahogyan Podvinecz-ből, az éhező utászzenekar tamburmajorjából államelnök.¹ Mégis, ma bizonyos legyecskék morfológiáján és taxonómiáján túl csak a kvantitatív cönológia egy pici területéhez értek, azaz inkább szimpátiáim, mint szaktudásom alapján minősíthetsz ökológusnak – ha *utálsz*. Tessék mondani, miért tudnám én megítélni az ökológia alkalmazhatóságát?

E hosszú bevezető mégis lényegi mondanivalómhoz tartozik. Már ma is helyesebbnek gondolom, hogy ökológia helyett ökológiai *tudományokról* beszéljünk. Amikor van időm/terem ezt megmagyarázni, az utóbbi időben mindig azt mondtam, hogy *az ökológia most éli kibontakozási válságát*, ahogyan az infra-individuális biológia állott az 1850. utáni években (meddig is). Az egyik oldalról: senkit sem ismerek, aki ma az ökológia minden területén elég pontos alapfogalmi ismeretekkel rendelkezne (az egy kötetben 1–2 szerző által megjelentetett ökológia tankönyvek katasztrofálisak stb.). A másik oldalnézetben viszont azt látom, hogy alig van kiforrott alapfogalmi rendszeren alapuló, alkalmazásra kész tudásanyagot felmutató ökológiai tudományág. Néha az az érzésem, hogy az ökológia eddigi világtörténete fölkapott, majd gyorsan elejtett téveszmék zűrzavaros futama. Unokáim számára félretettem Juhász-Nagy Pali előbb idézett könyvét. Ma egy kezdő számára egyetlen más könyvet sem mernék ajánlani: ez a könyv legalább hibátlan metodológiai megközelítést kínál. Sajnos, eddig kevesen indultak el az által kijelölt úton; szerencse (és persze nem véletlen), hogy ezek legtöbbje fiatal magyar kutató.

Annak, aki a fentieket olvasva pesszimistának minősít, ajánlom a világ egyik vezető ökológusának, John Lawtonnak friss, ám máris agyonidézett cikkét [*Oikos*, 84. (1999) 177–192], amelynek címe is elég, hogy kérdéset megválaszoljam: Vannak-e általános törvények az ökológiában? És a szerző válasza nem egyértelmű igen! Persze, mi az hogy általános? Az ökológia ellendrukkereinek nem szolgálhatok azzal a jó hírrel, hogy sajnos, tényleg, errefelé nem találunk

¹ Rejtő Jenő: A láthatatlan légió.

invarianciákat, mert az *ipso facto* azt jelentené, hogy az ökológia nem is természettudomány! Az egyes szakterületeken a valóságos, releváns, ellenőrzött tudásanyag kevés, a bejárt tévutak pora pedig rontja tisztánlátásunkat. És miután oly nehéz állóhelyből lemondani a Nobel-díjnak még a lehetőségéről is, olyan nehéz elismerni, hogy a talált invarianciákból absztrahált invarianciaelvek érvényességi köre annyira szűk, hogy a „nikkelezett folyóiratok” (Fekete Gábor találata) talán el sem fogadják majd cikkünket, ha a verebeken talált összefüggést verébtörvénynek minősítjük. *Írjunk inkább madarat!*

Véleményemet összegezve azt gondolom, hogy ma még a viselkedésökológia (lásd a természetvédelemben a veszélyeztetett fajok kezelése) és az ökotoxikológia területén lehet (és kellene!) alkalmazni az ökológia eddig elért eredményeit. Az autökológiai szint, a fajpopulációk és azok egyes kölcsönhatásainak ismerete már elég jó egyes alkalmazásokra. A könyvedben *implicit*e megnyilvánuló igény nemzeti léptékű ökotoxikológiai monitorozásra indításként is önálló intézetet, benne jól képzett ökológusokat (fiziológusokat stb.) igényelne. Óriási haszonnal megtérülő beruházás volna, és én igazán nem bánnám, ha ezt Alkalmazott Ökológiai Intézetnek neveznék.

Polgár A. László (kertészmérnök)

• *Azok közé tartozol, akik a biológiai növényvédelemért ebben az országban a legtöbbet tették. Végül is miért nem terjed el ez a gyakorlat?*

• Remélem tudod, hogy ezzel a megállapítással egy csomó embert sikerült megsértened. A biológiai növényvédelem nálunk ugyanis olyan, mint a foci: a szakmából mindenki ért hozzá, ennek ellenére alig van működő gyakorlata.

Nos, visszatérve a kérdésre: van egy rövid és egy bővebb válaszom is. A rövid úgy szól: mert a biológiai növényvédelmi gyakorlat meglehetősen sziszifuszi dolog, ami ebben az esetben azt jelenti, hogy tudás- és tapasztalatigényes, azzal súlyosbítva, hogy nem kecsegtet gyors és látványos eredménnyel. Mennyivel egyszerűbb lepermetezni a levéltetvektől roskadozó rózsatöveket a legendás Bt 58-cal és nézni, hogy már egy óra múlva hullanak a gaz nedvszívók, mint rendszeresen figyelni a töveket, és már az első levéltetvek feltűnésekor kihelyezni a megfelelő ragadozót vagy parazitoidot. Ez utóbbi esetben az eredmény; a mumiák megjelenése pedig csak úgy 10 nap múlva várható. Persze ez így túlságosan sommás megállapítás, tehát nézzük meg részleteiben.

Az – ugye – közsímet, hogy a biológiai növényvédelemben az adott kár-

tevő(k) természetes ellenségeit (ragadozók, élősködők, különböző patogének stb.) használjuk fel. Az már viszont kevésbé, hogy ez a fajta növényvédelem tulajdonképpen a termőhely, a kultúra és a fajta helyes megválasztásával kezdődik. Nem elég tehát ismerni az adott növényt és a megfelelő termesztéstechnikát, de annak kártevőit, ezek természetes ellenségeit ill. biológiájukat is ismerni kell, s ökológiai szemléletéből adódóan – nem csupán a táplálkozási láncokat, de azok szélesebb kapcsolatait is. Valamint azoknak a vegyületeknek hatásait mindezekre, amelyeket jobb híján majd mégis bevetek megfelelő mérlegelés után. Tehát tudásigényes, amely ráadásul folyamatos csiszolásra szorul. Itt szeretném előre bocsátani, hogy véleményem szerint, tisztán, csak biológiai módszereket alkalmazva számos kultúra nem termeszthető gazdaságosan. Képzeld el egy akár csak tízhektáros kukoricatáblát vegyszeres gyomirtás nélkül, vagy őszi búzát lisztharmat járvány idején fungicidek nélkül. A lisztharmat antagónisták kutatása még nem produkált készítményt.

Miért tapasztalatigényes? Mert nem működik receptúrák szerint. Mondjuk, kertészünk elhatározza, hogy a fóliájában paradicsomot hajtát és biológiai megoldásokat is alkalmaz és – úgy, mint ahogy az bevált tavaly – a liszteskék ellen majd az *Encarsia formosa* fűrkészt fogja használni. Az eredmény katasztrofális, a bogyóérés idejére a liszteskék felhőkben röpködnek. Mi lehetett a hiba, ha ugyanúgy, mint tavaly, a receptnek megfelelően, a növényenkénti 1–2 imágó megjelenésekor kihelyezte az előírt számú lapocskát a „fekete múmiákkal”? Például az is, hogy ezúttal egy másik fajtát termeszt, aminek sokkal szőrösebbek a levelei (a fűrkész sokáig csetlik-botlik, míg talál egy alkalmas lárvát) a liszteskék meg ráadásul gyorsabban szaporodnak rajta. És ekkor még nem beszéltünk arról, hogy a további kártevők ellen (takácsatkák, aknázó legyek stb.) is a megfelelő természetes ellenséget kellene használni, és mindezt harmóniába kellene hozni az esetleg szükséges gombaölő szeres kezeléssel. Gyakran csak empirikus úton juthatunk azokhoz az ismeretekhez, amelyek működőképessé teszik az elméletet a gyakorlatban is.

Ezek szerint ez is a „nem tanítható” kategória lenne? Koránt sem. Ilyen különben sincs. Csak rosszul vagy jól lehet tanítani! Vagyis ebben az esetben sem a „recepteket” kell bebifláztatni, hanem meg kell tanulni a törvényszerűségeket, az élő szervezetek biológiáját, kapcsolataikat és nem utolsósorban azt, hogy hol jutok megfelelő információkhoz? Végezetül talán a legfontosabb, hogy megtanítsuk: tudásunk nem lehet statikus, azt folyamatosan meg kell újítanunk.

Pusztai Árpád (biokémikus)

• *Ma valószínűleg a világ egyik legismertebb kutatója vagy, mert táplálkozás-tani vonatkozásban először merted kétségbe vonni a transzgenikus növényekből készített táplálékok biztonságosságát. Ezzel az állításoddal konfrontálódttál azzal az ipari törekvéssel, amelyre a legnagyobb gazdasági remények irányulnak. Milyen konzekvenciákat vontál le abból, ami veled történt?*²

• Ami ez ügyben való megszólalásomat illeti, utólag sem gondolok mást, mint hogy akkor számomra elkerülhetetlen lelkiismereti döntést hoztam. A következményei változtattak az életemen, de nem a felfogásomon. A történet felülnézeti képét illetően két fontos tanulságot emelhetek ki, a számtalan, kevésbé generalizálható közül.

A bizonyosság szintjén állítható, hogy az élelmiszerpiacon megjelent *GM*-szójából és *GM*-kukoricából készült ételek (egyes készételekben 60–70% mértékben is előfordulhatnak) táplálkozásbiztonságát nem támasztják alá független és részletes tudományos vizsgálatok. Ilyen módon az elmaradt, meg nem finanszírozott *in vivo* vizsgálatok alanyaivá lépünk elő. Ez a „nagyszabású” kísérlet Amerikában és Kínában megfelelő klinikai ellenőrzés nélkül folyik. Az eredményeinket kritizáló *Royal Society* (már amennyiben egy bizottságának névvel nem vállalt véleményét a brit akadémia állásfoglalásával azonosítjuk) módszereink javítását és szigorúbb vizsgálati ellenőrzést javasolt, azonban ennek érdekében semmi sem tett. A *GM*-élelmiszerek sorsáról így végső soron a fogyasztó dönt azzal, hogy megvásárolja vagy elutasítja azt. Aligha hihető, hogy szigorú és független kutatók megnyugtató eredménnyel záródó vizsgálatai nélkül az általában konzervatív vásárlók meggyőzhetőek. Ehhez – mint ahogyan az *OECD* megfelelő bizottságának ajánlottam – a *GM*-növények kémiai összetételének vizsgálatával a kutatóknak meg kell győződniük arról, hogy a szülői vonalukkal

² *Darvas Béla megjegyzése:* Beszélgetésünk napján rokonok érkeztek Pusztai Árpád házába, s elmondták, hogy 2000. június 10-én, szombat délelőtt a Kossuth rádión hogyan hallatszott Venetianer Pál tájékoztatóján keresztül Pusztai Árpád „hiteles” története. Ők ketten soha sem beszélgettek, sőt Venetianer aligha olvashatott tőle – értőn – bármit is. Így eshetett meg, hogy megismételte Frey Tamás stábjának laikus szövegét a kísérleti patkányok „agysorvadásáról”, amelyet utólag, egy bemondó hangjával vágtak a Pusztai-val készített televízióriport felkonferálásához. Este *e-mail* figyelmeztetett ugyanerre a rádióműsorra. Kellene reagálni ezekre az eltévedt, elfelejtett riporter szócímekre, az ezt „emlékezetben” tartó kollégának, aki már neki tulajdonítja azt (Pusztai néhány nappal a riport után, az MTA-n és ELTE-n tartott előadásain világosan zárkózott el az elhangzott képtelenségtől, amit a nyilatkozón kívül sincs talán, aki idézne), hiszen etikailag is kifogásolhatóan őt igyekezik lejáratni? És honnan kellene neki ehhez időt szakítani?

makro- és mikroösszetevőiket illetően is azonosak, illetve az eltérések táplálkozástani szempontból jelentőséggel nem bírnak. Vizsgálatokban kell bizonyítani, hogy a géntermék kémiai összetételét és biológiai hatását illetően is azonos az eredeti produktummal, különösen vonatkozik ez a tápcsatornában mérhető stabilitására. Állatokon végzett multigenerációs etetési kísérletekben kell meggyőződni az azonos körülmények között termesztett *GMO*, a nem-*GMO* anyavonalból, valamint a nem-*GMO* anyavonal + géntermék összetételű, fehérje és energiatartalom szempontjából azonosnak nevezhető táplálék kiváltotta következményekről. Esetleges hatás (amelyből kiemelhető a fejlődő állatok szervnövekedése és immun-, valamint a felnőtt állatok endokrinrendszere) jelentkezése után az emberi táplálkozásra való használatot nem szabad engedélyezni. Amennyiben az eredmény negatív, úgy önkéntes embercsoportokon végzett klinikai vizsgálatoknak kell (hasonlatosan, mint a gyógyszerek engedélyezésekor), hogy megelőzzék a széles körű felhasználást. Ellenkező esetben az történik, ami jelenleg, hogy az állatok takarmányozására használt tápok ellenőrzése szigorúbb normák betartása mellett folyik, mint az emberi élelmiszereké.³

A másik fontos tanulság korunk tudományos életének függetlenségére vonatkozik. Független személyiségű és kritikai készségű kutatók csak hasonlók mellett nőhetnek fel. Aligha feltételezhető, hogy gyári kutatólaboratóriumok saját termékeik kritizálására alkalmas kutatások végzésére sarkalják az új kutatói nemzedékeket. Az ipari kutatók helyzete közismert: nem érdeklődésük szerint tevékenykednek, hanem egy bizonyos munka elvégzésére – szigorú ellenőrzés mellett – bérlik őket. Eredményeik fölött nincs önrendelkezési joguk, azt a gyár megvásárolta; csak akkor vitathatják meg azokat másokkal és publikálhatnak, ha annak érdekében áll. Szabadalomképes eredményeiket ötéves hallgatási kötelezettség teszi titokká. De nem csak ők, hanem a bevételehiányos állami kutatóintézetek és egyetemek kutatói is aláírnak hasonló szellemű és következményű szerződéseket. A függetlennek nevezett kutatás ilyen módon kerül gazdasági érdekeit maradéktalanul érvényesítő gyárak befolyása alá, s válik annak eszköztelen kiszolgálójává. A világ tudományos élete, bizonyos területeken egyre inkább elveszíti gazdasági és szellemi önállóságát. Nem véletlen, hogy ezzel együtt veszíti el a társadalmi reputációját is. Az esetemben a *Royal Society* egyik befolyásos tagja megfenyegette egy nemzetközileg elismert újság szerkesztőjét, amennyiben a *peer-review* eljáráson átesett, megjelenésre javasolt publikációm kiadja. Ez nem csak számomra elgondolkodtatóan baljós előjel.⁴

³ Pusztai, Á.: The need for rigorous risk assessment. *Chemistry and Industry*, April 17. (2000). Pusztai Á.: Gondolatok a génmódosított élelmiszerek kapcsán kialakult vitáról. *Biokémia*, 24 (2), 51–56. (2000).

⁴ Pusztai, Á.: Academic freedom: is it dying out? *The Ecologist*, 30, 26–29. (2000)

Radics László (agrármérnök)

• *Ismert herbológus és herbicid szakértőként ma az egyik ökológiai gazdálkodást oktató tanszék vezetője vagy. Mi alakította a szemléletedet?*

• Alapvetően megváltozott a mezőgazdász feladata. Az évszázados minden évben egyre többet és többet termelés aktualitását veszítette. Ezt nálunk nem sokan vették tudomásul, talán még most sem. A mezőgazdaság termelésszintje, nagyságrendje egyre kisebb jelentőségű a nemzeti jövedelmen belül, ezzel együtt nem az ellátás és az export a fontos (évi kb. 120–200 milliárd forint támogatást emészt fel), hanem az ellátás minősége, a falusi lakosság munkaalkalmának a megteremtése, a környezetvédelmi (talajpusztulás, erózió, alvíz, belvíz, ivóvíz tisztaság, levegő tisztaság, élelmiszer biztonság stb.), természetvédelmi (biodiverzitás megőrzése, táj és tájképi rehabilitáció stb.) élőhelyek védelme, zöld hálózatok megteremtése.

Még hallom is az ellenérvet, hogy nem gondolok a sok százmillió éhező emberre a világon. Azok mit fognak enni, ha mi nem exportálunk. Valójában, a mi túltermelésünk nem fog segíteni ezeken az éhezőkön, bármekkora az együttérzésem. Miért nem? Az intenzív mezőgazdaság és az import ezekben az országokban tönkretette a helyi mezőgazdasági termelést. Eltűntek a hagyományos fajták, a technológiák, a mezőgazdasági munkaerőnek megszűnt a munkaalkalma, a városba áramlott, és a mezőgazdasági termékeket nem tudta megvenni. Ez az éhezés tényleges oka. Mi, akik az ökológiai gazdálkodással foglalkozunk, éppen az a célunk, hogy a helyi viszonyokhoz alkalmazkodó, zárt vagy záródó ciklusú termelési formát tanítsunk meg, mint azt már számos helyén teszik a világnak. Ezek önfenntartó rendszerek, nem szükséges odaszállítani a vetőmagot, műtrágyát és a növényvédő szereket, valamint nagy energiaköltséggel elszállítani a terményeket a feldolgozás és értékesítés helyére.

Mit nyújt nekünk az ökológiai gazdálkodás? Olyan termesztési, gazdálkodási rendszert, ahol a szintetikus növényvédő szer, a hozamfokozás és a *GMO*-felhasználása kizárt, ezért viszont olyan egészséges élelmiszert kapunk cserébe, amely profitszintje versenyképes az intenzív gazdálkodásban elérhető eredménnyel. Nyilvánvaló, az ökológiai gazdálkodás nem lesz uralkodó, de az agrár-környezetvédelmi programunk 2006-ig 300 ezer ha területen szándékszik azt megvalósítani. Ez már valami, úgy gondolom, jutni fog a hazai piacra is. Mindenki maga döntheti el, mit fogyaszt szívesebben. Én minden esetre az „ökotermékekre” voksolok, nem vagyok túl lelkes, ha életem végéig növényvédő szert termelő, vagy attól függő *GMO*-növényt kell fogyasztanom. Nem lelkesítenek az antibiotikummal kezelt tüzelhalásos almák, a baromfihús és a tejtermék, de a hormonnal „felfújt” hús sem, nem beszélve a hullákkal etetett, szivacsos agylágyulásban megbetegedett marhákrol.

A kiút az ökológiai gazdálkodás. A megőrzött természeti értékek, a helyi tájfajták és a feldolgozott termékek azok, amik vonzóvá teszik a falusi turizmust. A kút, amelyben üdítő, tiszta víz van. A józanul gondolkodó paraszt fel fogja ismerni, termelni csak azt kell, amit el lehet adni. Azt hiszem végre a politikának őszintén be kéne vallania, hogy az eddigi zsákutcából csak olyan gazdálkodási rendszerrel lehet kilábalni, amely munkát és ehető kenyeret ad mindenkinek. Nem pedig a – akár import, akár hazai – műtrágya és növényvédő szer felhasználást támogatni (tényleges vagy funkcionálisan analfabéta embereknel), amikor vannak olyan falvak, ahol a munkanélküliség 80-90 %-os. Sokkal szebb lenne, ha itt az ingyen kapa, kasza, ásó, vetőmag és oktatás lenne a fő cél.

Végezetül a könyvről. Az elolvasását mindenkinek ajánlani tudom. A hála nem alapozó szerző felvállalta az elefánt mellett a bolha szerepét. Közösen abban reménykedhetünk, ha a csípésektől nyugtalan nagy elefánt körülnéz, és észreveszi majd, hogy nemcsak porcelán bolt felé vezet út.

Szabad János (genetikus)

• *Hogyan éli meg egy orvosokat oktató genetikus környezetünk mutagén anyagokkal való folyamatos „gazdagodását”?*

• Köszönöm, jól. Örülök, mert olyan tantárgyat (sejtbiológia és molekuláris genetika) taníthatok elsőéves orvostanhallgatóknak, amely lehetővé teszi, hogy a DNS, a molekulák szintjén értsünk meg alapvető biológiai jelenségeket. Köztük a gének funkcióját, a mutagének, a mutációk lényegét és szerepét a daganatok képződésében. Nagyszerű lehetőség, hogy olyan leendő szakembereknek mondhatom el a daganatok kialakulásának molekuláris mechanizmusát, akik majdan továbbvihetik üzeneteimet azokba a közösségekbe, ahol élni és dolgozni fognak. Külön felhívom figyelmüket a megelőzés, a tiszta környezet fontosságára.

Nem számítok gyors sikerre. Reménykedem azonban, hogy üzeneteim szép lassan sokakhoz el fognak jutni. Bizakodom, hogy lesznek, akik megértik az ép környezet és egészség fontosságát. Szeretném, ha mindenki tudná, hogy a rákos megbetegedések több mint 90 százalékát mi okozzuk magunknak elsősorban a környezetünkbe kiszórt különféle anyagokkal.

Megtanítom hallgatóinknak, hogy milyen tulajdonságai vannak a kromoszómákba szerveződött DNS-nek, az örökítő anyagnak. Csodálatosak, mert azok a DNS-szakaszok, amelyeket géneknek nevezünk, nemcsak „megszervezik” az

élőlények kialakulását, de szabályozzák életfolyamataikat is. A háttérben pedig nincs más, csupán az A=T és a G≡C bázispárok sorrendje a DNS-ben. A genetikai információt a DNS-t alkotó bázispárok sorrendje jelenti. A DNS egyik fontos tulajdonsága az, hogy nem állandó. Szakadatlanul változik. Sőt olyan saját mechanizmusai is vannak, amelyek biztosítják, hogy a DNS-ben bár lassan, de folyamatosan történjenek változások. Nagyon fontos tudni, hogy a változások véletlenszerűek. A DNS öröklődő változásai, a *mutációk*, biztosítják az élőlények újabb és újabb változatainak létrejöttét. A változatok közül a természetes szelekció kiastálja az élet- és szaporodásképteleneket, de megőrzi a rátermeteket. Lényegében az élővilág fejlődésének, az evolúciónak nem más az alapja, mint a DNS változásai, a mutációk.

Mi sem természetesebb, mint hogy minden élőlény valamilyen környezetben éli életét. A környezetben vannak olyan tényezők, az ún. *természetes mutagének*, amelyek képesek arra, hogy a DNS-ben öröklődő változásokat, mutációkat indukáljanak. A mutációk indukciójára képes tényezőket *mutagéneknek* nevezik. Gondoljunk csak az ultraibolya sugárzásra, vagy arra az aflatoxinra, amelyet bizonyos gombafajok termelnek. Az élővilág négymilliárd éves története során megtanult együtt élni a természetes mutagénekkel. Tény azonban, hogy az „értelmes” ember – különösen az elmúlt nagyjából 150 évben – miközben javította életfeltételeit és szaporodott, olyan anyagokat is juttatott környezetébe, az ún. *mesterséges mutagéneket*, amelyek ugyan javítják életünk minőségét, de mellékhatásaként mutációkat is indukálnak. Senki sem vitatja, hogy szükség van a különféle vegyszerek használatára, hisz’ ma már több mint hatmilliárd embernek kell enni adni. Rovarölők, gyomirtók, gombaölők, gyógyszerek, festékek, kozmetikumok, ételadalékok stb. stb. nélkül az emberiség élete elképzelhetetlen. A különféle szerek használata során azonban olyan előre nem látott problémák merültek fel, amelyekből egyrészt sokat tanultunk, de amelyek jókora része még megoldásra vár. A feladatok két nagy csoportba sorolhatók: **I.** A mutagén hatású szereket, ahol csak lehet, le kell cserélni. Helyettük olyanokat kell használni, amelyek úgy érik el a kívánt hatást, hogy közben nem okoznak mutációkat; **II.** Ha nincs jobb, használni kell a mutagén hatású szereket. De csak akkor, ott és csak annyit, amennyire feltétlenül szükség van. Természetesen kontrollált körülmények között és képzett szakemberekkel.

Mindenkinek tudni kellene, hogy az élőlényekben az evolúció során nem fejlődtek ki olyan vészjelző rendszerek, amely figyelmeztetnének: vigyázz, az alma, amelyet élvezettel fogyasztasz, vagy a cigarettafüst, amit kéjjel szívsz be, esetleg a szer, amelyet kipermetezel, talán az oldószer, amellyel dolgozol, tele van mesterséges mutagénekkel. Ki gondolná, hogy vannak olyan ártalmatlannak tűnő szerek (mint amilyenek az első hajfestékek voltak), amelyek a szervezetbe jutva átalakulnak, és képződnek belőlük mutagén hatású származékok.

A mutációk miatti nyomorúság pedig csak 20-30 év múlva fejlődik ki. Igaz nagy árat fizettünk érte, de mára már megtanultuk, hogy csínján kell bánni a különféle anyagokkal. Használatuk előtt gondosan meg kell vizsgálni őket, hogy okoznak mutációkat vagy sem, nehogy csak hosszú idő múltán derüljön fény rákkeltő hatásukra. Az értelmes ember óvatos, mert tisztában van a különféle szerek mutagén hatásával. Bizony, nem véletlenül felkapottak a bio élelmiszerek a nyugati világban. Sajnos a TV, a rádió, az újságok, és a tankönyvek csak elvétve szólnak a környezeti mutagének átkos szerepéről. A téma fontosságát mi sem mutatja jobban, hogy Magyarországon száz emberből negyven rákban hal meg, és közülük több mint 36 esetében a környezeti mutagének a tettesek.

- *Tehető-e egyenlőségjel a mutagének és karcinogének közé?*
- Igen. Voltak olyan kutatók, akik vették a fáradságot, és megvizsgálták, hogy az ismert mutagéneknek van-e rákkeltő hatása. Azt hiszem maguk is meglepődtek, mert mindegyiknek van! Minden hallgatóm tudja, hogy *minden mutagén rákkeltő!* Nincs kivétel. (Zárójelben jegyzem meg, hogy – fehér hollóként – van néhány olyan anyag, amely ugyan rákkeltő, de nincs mutagén hatása. Az anabolikus szteroidok rákkeltő hatásáról talán már sokan hallottak.) Az a tény pedig, hogy minden mutagén rákkeltő, azt jelenti, hogy a rák képződésének genetikai alapjai vannak.

Ma már pontosan tudjuk, hogy a sejtosztódások, mint nagyon sok más biológiai jelenség, egy finom egyensúly eredménye. A sejtosztódások szabályozását gének végzik: az ún. *proto-onkogének* termékei serkentik, a *tumor szuppresszor* gének termékei viszont gátolják a sejtosztódásokat. A génfunkció sérülése a sejtosztódások egyensúlyának megbomlásával jár. Szerencsés esetben a sejt nem tud osztódni, esetleg elpusztul. Rosszabb esetben azonban valamely sejt nem „figyel” a gátló hatásokra, korlátlan osztódásokba kezd, utódsejtjei daganatot képeznek. A daganatok kialakulására két lehetőség van: valamely a proto-onkogénből egy domináns mutáció miatt ún. *onkogén* képződik. Ez a proto-onkogén olyan mutáns változata, amely kikerülve a gátló hatások alól zabolátlan osztódásra készteti a sejtet. A proto-onkogén → onkogén átalakulás a testi sejtekben következik be, és nem öröklődik az utódokra. Nyilvánvaló, hogy féktelen sejtosztódás akkor is bekövetkezhet, ha valamely tumor szuppresszor gén funkciója vesz el, és megszűnik a proto-onkogénekre kifejtett gátló hatása. A tumor szuppresszor gének is mutációk miatt veszítik el funkciójukat.

Az is világos, hogy az egy daganatot alkotó összes sejt egyetlen sejt leszármazottja, lényegében egy klón. Sőt azt is tudjuk, hogy nem elég egyetlen mutáció a rákos daganat kialakulásához. A rákos daganat kialakulásáig 3–7 mutáció következik be egyetlen sejt leszármazottaiban. Az ún. „jóindulatú” daganatokban még csak korlátlanul osztódnak a sejtek. Aztán az újabb és újabb mutációk révén nyernek benne a sejtek olyan képességeket, hogy aztán áttétek, rákos daganatok képződnek. A többi ugye ismert?

Az is nyilvánvaló, hogy a több mutáció bekövetkeztéhez, és végeredményben a rákos daganatok kialakulásához, időre van szükség. Olykor bizony 20–30 évre. Hallgatóim is hitetlenkedve fogadják a tényt: a tinédzser korban vitézül vagy inkább ostobaságból elszívott cigaretták miatt az ötvenes-hatvanas éveikben fejlődik ki tüdőrák. Minél korábban kezdi valaki a dohányzást, minél több cigarettát szív el, minél több éven át, annál nagyobb az esélye, hogy majdan rákban fog megbetegedni. És még fizet is érte! Egy biztos: az ember nem lehet elég óvatos a mutagénnel. De ma már legalább tisztában vagyunk szerepükkel, felhívhatjuk hallgatóink, embertársaink figyelmét a bennük rejlő veszélyekre. Megtanultunk valamit, és reménykedünk, hogy élni fogunk tudományunkkal: csínján fogunk bánni a mutagénnel.

Székács András (kémikus)

• *Pályafutásod a peszticidkémia felől a környezetvédelmi kémia felé fordult. Mi változott benned vagy körülötted?*

• Valóban, szakmai munkám már az indulása után viszonylag gyors pálfordulást vett. A történet – mint az efféle történetek általában – természetesen nagyon személyes, de talán nem érdektelen másoknak sem.

Előjáróban is, az én generációm egyszerre volt vesztes és nyertes generáció: akkor kerültem a hatóanyag-fejlesztés területére, amikor ott a szabadalmi „lyukkeresés” és az eljárásszabadalmak már, mondhatni, lecsengőben voltak, ugyanakkor ez volt az első generáció, amely előtt megnyílt a Nyugat. Amikor 1981-ben – egyetemi hallgatóként – bekapcsolódhattam az MTA Növényvédelmi Kutatóintézetében a Szerveskémiái Osztály munkájába, ott az alkalmazott fejlesztési munka – az elméleti jellegű, innovatív kutatások mellett – elsősorban a nyugat-európai és amerikai növényvédőszer-gyártók által kidolgozott növényvédő szer hatóanyagok kémiai módosítására, illetve alternatív gyártási eljárások kidolgozására irányult. Az már akkor világos volt, hogy *de novo* hatóanyagok fejlesztésében egy magyarországi akadémiai kutatóintézet csak mérsékelt sikerekre lehet képes a hatalmas tőkebefektetéssel működő külföldi növényvédőszer-gyártó cégekhez viszonyítva. Bár korábban néhány originális hatóanyag is született hazai fejlesztésből, az akkori szabadalmi jogi szabályozásból adódóan a fejlesztések döntően két területre irányultak: részint ismert hatóanyagok új előállításainak kidolgozására (ezt az ún. eljárásszabadalmi rendszer tette lehetővé), részint pedig e hatóanyagok vagy származékaik elővegyületeinek (prekursorainak) előállításá-

ra, mely vegyületek az alapmolekulához képest kedvezőbb biológiai (pl. felszívódási) tulajdonságokat mutattak, ugyanakkor a célszervezetekben az adott hatóanyagokra bomlottak le. Emellett jelentős erőfeszítések történtek az ún. bioracionális növényvédőszer-fejlesztés terén: vagyis olyan szerek fejlesztésében, amelyek a kártevő szervezetek célzott enzimeinek/receptorainak szelektív megzavarása révén fejtették ki hatásukat.

Számomra a legizgalmasabbnak ez utóbbi terület tűnt: olyan molekulákat kidolgozni, amelyek adott biológiai rendszerekbe rendkívül szelektív módon avatkoznak be. Abban az időben környezetvédelmi szakmérnököket még nem képeztek a Budapesti Műszaki Egyetemen, ahol végeztem. Ez irányú képzést az egyetem biológus mérnök ágazata adott, ahol – bár magam a szerves szintetikus ágazaton diplomáztam – jó néhány szaktárgyat hallgattam. A hatóanyag-fejlesztésben két szakmai „mentorom” nevét kell ehelyütt megemlítenem, részint volt témavezetőm, Matolcsy György, részint pedig Ujváry Istvánét, akik kreatív ötleteikkel és megszállott kutatói munkásságukkal szakmai példaképeim voltak, és akik döntő mértékben segítettek szakmai előmeneteletem. Mindazonáltal kutató vegyész pályafutásom egyfajta tudathasadásos állapotban indult: tehetségem és lehetőségeim legjavát új hatóanyagok fejlesztésére fordítottam, miközben értettem (vagy inkább éreztem), hogy ezek a vegyületek, ha hatásukban szelektívebbek is elődeiknél, nem jelentenek kiutat abból az ökológiai és környezetvédelmi csapdából, hogy egy nem-egyensúlyi rendszert (mint a nagyparcellás, monokultúrás mezőgazdasági termesztés) kémiai módszerekkel igyekszünk fenntartani.

Munkám irányultságában döntő befolyást jelentett, hogy kezdő kutatóként, alig kétéves gyakorlattal ösztöndíjat nyertem el, és majd' négyéves kutatómunkát végezhettem Bruce D. Hammock laboratóriumában a Kaliforniai Egyetem Rovartani és Környezeti Toxikológiai tanszékein. E munkámban, kezdetben a rovarélettannal kapcsolatos kémiai-biokémiai munkát végeztem (akkoriban még szelektív rovarellenes szerek kidolgozásán ábrándoztam), majd kutatásaim mind inkább a növényvédő szerek immunanalitikai kimutatása felé tolódtak. A sors fintora, hogy az Amerikai Egyesült Államokban ismerkedtem meg az immunanalitikával, miközben e területen jeles hazai kutatócsoportok is működtek. A növényvédő szerek és más környezetszennyező vegyületek immunanalitikai kimutatása – bár szemléletében döntő mértékben eltér a hatóanyag-fejlesztés irányultságától – immár nincs is olyan messze kezdeti érdeklődési körömtől: továbbra is biokémiai folyamatokba beavatkozó ágenseket tervezek, a különbség csupán az, hogy nem enzimekhez vagy receptorokhoz, hanem antitestekhez való kötődés szempontjából. A biológiailag aktív vegyületek fejlesztésének módszertanát ekképpen alkalmazom a környezeti analitikai kémia és biokémia szolgálatában.

Azonban már kezdő kutatóként is megcsaptak a növényvédő szerek megítélésével kapcsolatos hazai tudományos álláspontok anomáliái: több esetben is előbb értesülhettem egyes bírálatok cáfolatáról, mint magukról az aggályokról. Az első ilyen botránykő Rachel Carson könyve, a *Néma tavasz* volt, amely akkor még magyar kiadást nem ért ugyan meg, de borúlátó jóslatainak cáfolatával nem maradt soká adós a hazai tudományos élet. Hasonlóképpen előbb hallottam az organikus vagy biotermesztés kritikáját (akadémikusaink szájából), mintsem hogy hallhattam (nemhogy szemtől-szemben láthattam) volna egyetlen biotermesztőt is. Már akkor meglepett tudományos köreink dühödt kirohanása; mert kit is veszélyeztettek ezek a megszállott természetők, ha az volt a „bolondériájuk”, hogy nem akartak növényvédő szert használni a saját terményeiken? Vagy a kritizáló tudósok már előre látták volna a szomorú jövőt, hogy a gyermetegnek tűnő elképzelésekkel utóbb érdemben is foglalkozni kell majd? Nem valószínű, hiszen majd’ egy évtized múltán is, mikor az amerikai mezőgazdasági egyetemeken már fenntartható gazdálkodási tanszékek és kísérleti farmok működtek, a hazai növényvédelmi kémiai szakma (de legalábbis prominens képviselői) még „naiv marhaságnak” nevezték e kezdeményezéseket. Nem kellett hozzá sok idő azonban (röpke három év), és a Magyar Tudományos Akadémia főtitkára okított minket arról, mit is jelent az, hogy egy technológia fenntartható.

Rendkívül riasztó tapasztalat volt utóbb az is, hogy immunanalitikai módszereink kipróbálása során, szabad földön és igen magas dózisok mellett magunk is tapasztalhattuk, hogy az *atrazine* hatóanyagból egy évvel az alkalmazás után még 1/3–1/4 rész visszamérhető volt. (A korai 90-es évek akkori minisztériumi tisztviselője mindezt úgy aposztrofálta, hogy tavasszal visszamérik az előző évről megmaradt *atrazine*-mennyiséget, s annyival kevesebbet kell alkalmazni a következő idényben.) Vagy hasonló vizsgálataink a *captan* hatóanyaggal, ahol – bár a hatóanyag maga rendkívül gyorsan lebomlott – irodalmi adatok alapján jól tudtuk, hogy bomlástermékei perzisztensen ott maradnak a talajban.

A szakmai dilemma az idő előrehaladtával korántsem csökkent. Sajnos a bioracionális kémiai hatóanyag-fejlesztés csupán mérsékelt eredményeket hozott, miközben a környezetvédelem jegyében éppen olyan technológiák születtek, melyek egyre bonyolultabb módon avatkoznak be a természetes ökológiai egyensúlyba. A környezeti károk egyik definíciója (milyen költséges lenne az eredeti állapot visszaállítása) alapján azt mondhatjuk, egy technológia annál veszélyesebb a környezetre, minél nehezebben elhárítható visszahatásokat produkál. Ha igaz az, hogy egy bonyolultabb, mélyebb – például genetikai szintű – beavatkozás nehezebben átlátható, és adott esetben nehezebben elhárítható válaszreakciókat indukálhat a természetben a hagyományos módszereknél, akkor a mezőgazdasági biotechnológia nem feltétlenül kedvezőbb a környezetre nézve a hagyományos növényvédelemnél. Marad tehát a józan – és előretekin-

tő – belátás: az ember csupán olyan technológiákat alkalmazzon, amelyek tudásunk alapján biztosan lehetővé teszik, hogy az elkövetkező generációk is alkalmazzassák (ha kívánják) ugyanazon technológiákat.

Takács-Sánta András (ökológus)

• *A fiatal ökológus generációból az elsőek egyike vagy, aki felismerte és vállalta, hogy közvélemény-formálás céljából meg kell szólalnia. Miért érzed fontosnak a tudományos ismeretterjesztést?*

• Kár volna szépítgetnünk, a természettudományos kutatók többsége lenézi az ismeretterjesztést. Ennek számos oka lehet, például az, hogy nem tűnik kellően tudományos tevékenységnek. Továbbá nem segíti – sőt, néha még hátráltatja is – a tudományos ranglétrán való feljebb jutást, hiszen egy ismeretterjesztő írás nem növeli sem az impakt faktort, sem a citációs indexet, így sem az egyetemeken, sem a kutatóintézetekben nem jár pluszpont értük.

Ha azonban a természettudomány művelői mégiscsak megpróbálkoznak egy-egy ismeretterjesztő cikk írásával, az eredmény gyakran lehangoló. Nem tudnak szabadulni a szakzsargontól, a szöveg magyartalan és nem elég olvasható. Természetesen az íráshoz tehetség szükségeltetik – mondaná erre egy jó tollú rosszmájú. Vajon ez hiányzik a természettudományos kutatók többségéből? Aligha. A képességek fejleszthetők, csak hogy az egyetemek természettudományi fakultásai – legalábbis kis hazánkban, ellentétben például Angliával – nem sok figyelmet fordítanak erre. Míg mondjuk az ELTE bölcsészkarán a hallgatóknak minden szemeszterben több szemináriumot dolgozatot kell megírniuk, addig a TTK-n velem például egyetlen esszét sem írtattak öt év alatt. Gyaníthatóan nem vagyok egyedül ezzel. Így nem meglepő, ha az íráskészség fokozatosan elcsúszul.

Nincs mit csodálkozni tehát azon, hogy nálunk gyakorlatilag hiányoznak az olyan nagy formátumú és felbecsülhetetlen hatású tudományos ismeretterjesztők, mint például Stephen Jay Gould, Richard Dawkins, David Attenborough, Carl Sagan, Desmond Morris, vagy legnagyobb kedvencem, a nálunk egyelőre még kevésbé ismert amerikai polihistor, Jared Diamond.

De vajon miért oly fontos az a fránya ismeretterjesztés? Alább személyes jellegű válaszokat adok e kérdésre, azaz másnak bizonyára más okok miatt (is) fontos. Magam az elmúlt szűk két évben húsznál több ismeretterjesztő és vitacikket írtam különböző rendű és rangú lapokba (*Népszabadság, Természet Vi-*

lága, Magyar Tudomány, Liget, Cédrus). Mivel leginkább az ember természet-átalakító tevékenysége – ennek okai és következményei – érdekelnek, szinte kizárólag ebben a témában nyilvánultam meg. (Ez azonban rendkívül tág terület, a fajok kihalásától kezdve a klímaváltozáson keresztül a géntechnológia kockázataig rengeteg dolog befér.) Fő célom az, hogy általam fontosnak tartott, de érzésem szerint túlon túl kis hangsúlyt kapó témák illetve nézőpontok megjelenjenek a sajtóban, és a társadalmi párbeszéd részévé váljanak. Itt elsősorban napjaink ökológiai krízisének tudatosítására gondolok. Ha nem válnak széles körben ismertté ezek a problémák, még halvány reményünk se lesz arra, hogy megbirkózzunk velük.

Két csoport elérését különösen lényegesnek tartom. Az egyik a politikai döntéshozóké, hiszen rendkívül fontos volna, hogy minél alaposabb tudományos ismeretek birtokában hozzák meg a mindannyiunk életét befolyásoló döntéseiket. Reménykedem abban, hogy egy-két írásom hozzájuk is eljut. A másik a fiataloké – a középiskolás és egyetemista korosztályé –, hiszen ők a leginkább fogékonyak, az ő gondolkodásmódjuk alakítható leginkább, és nem utolsósorban közülük kerülnek majd ki a jövő döntéshozói.

Tudományos ismeretterjesztő cikkek írása azonban a fentinelőnőbb szempontok miatt is hasznos időtöltés. Egyrészt egy ilyen cikk elkészítése – legalábbis számomra – nagyon kreatív, élvezetes tevékenység, másrészt pedig remek ürügy arra, hogy az ember elmélyedjen egy, a szakterületétől távolabb eső témában, azaz temérdek új dolgot tanulhat.

Vida Gábor (populációgenetikus)

- *Populációgenetikusként számomra egészen világosan foglaltad össze, mi a probléma már a startnál a transzgenikus fajtákkal. Az agrárterületen dolgozó biotechnológusok reflexiói alapján miért tűnik úgy, hogy ez mégsem érthető?*
- Mert az individuális szint feletti (populáció, populációs kölcsönhatások) jelenségek negligált részei a biotechnológiai képzésnek. Ezek konzekvenciái többnyire hosszabb távú gondolkodást igényelnek.

2. Palackposta

Engedélyezőknek

Az FVM, EM és KÖM a három peszticidengedélyezésben érdekelt minisztérium. Az FVM a termelésért felelős, amit igazából „túlteljesít”: növényvédő szerek vonatkozásában övé az első és az utolsó szó. Az EM és KÖM nem voltak rászorítva arra, hogy a növényvédő szerek alkalmazásával kapcsolatos felelősségükkel azonosuljanak, ezért gyakorlati ismereteik (A felvállaltatott rizikóval szemben mekkora a szükség?), s ebbéli hatásuk csekély. Lehetnének messze szigorúbbak, ha végre elhinnék, hogy az ő felelősségük a felhasználók, fogyasztók és környezetünk érdekképviselői. Sajnos nincs okom arra, hogy számítsak a bármikori kormányzatfüggő környezet- és egészségvédelemre. Nem azért, mert számtalan ott dolgozó barátom belátó képessége nem győzött meg ennek ellenkezőjéről, pusztán azért, mert nem látom az esélyét annak, hogy az ő szemléletük felülkerekedhetne az erre a kérdésre gazdasági okokból is vaksi, napi politika zűrzavarán.

Szerképviselőknek

Több barátom dolgozik önök között, hiszen – néhány évtizede – kutatóként a szelektív növényvédő szerek fejlesztése foglalkoztat. Nem gondoltam soha, hogy a szerforgalmazók között tudatos környezetszennyezők dolgoznának, sőt, tapasztalataim szerint talán önök tudják legjobban, mi a probléma az üzleti vetélytársaik termékeivel. Azt is tudom, hogy az európai uniós országok átlagához képest négyszer kisebb támogatottságú mezőgazdaságunk képtelen megvásárolni a korszerű termékeiket. A kérdésem mégis így hangzik: jól gondolom-e, hogy önök közül a legnagyobbak portfóliója harmadrészen tartalmaz ökotoxikológiai szempontból elavultnak számító terméket, s több generikus hatóanyag közös forgalmazásában osztoznak e kétes dicsőségű üzleten?

Dukkereknek

Meglepőnek tartom, hogy a természet- és környezetvédőket, valamint az ökológusokat mennyien keverik össze. Míg a környezetvédők számára ez könnyen vállalható, addig az ökológia területén ismertséget szerzett kutatók általában ki térnek a megszólítás elől, s azt mondják, ők igazából nem ökológusok, s nálunk több mint hiba, hogy ez a szakma – kiváltképpen a gyakorlati területeken – nem is igazán működik. Itt nem az egyetemi képzésünk hiányosságaira, hanem az elhelyezkedésükkel kapcsolatos munkahelyek hiányára kell figyelniük. Nincs igazán okom rá, hogy higgyek abban, hogy a civil környezetvédelmi mozgalmak aktivistái képesek az ökológusok által be nem töltött űrt belakni. Úgyszintén nem azért, mert számtalan, abban hittel tevékenykedő barátom nem győzött meg ennek az ellenkezőjéről, hanem azért, mert ez a mozgalom tényleges küldetését feledve sokszorosan megosztott, prioritásait nem igazán ismeri, vagy nem tudja megfelelően kommunikálni, többnyire önjelölt szóvivői között túlteng az éteri általánosságok szintjén egyébként szimpatikusan bolyongó társadalomtudós, az energikus politikai *niche* kereső, az elkötelezett mozgalmár, csak a természettudományokból kinövő új szakma várat még magára, amely érti is (nemcsak érzi), amiről szó van.

Tanítóknak

A konkrét tudásunkban hiszek, nincs más választásom. Abban, hogy képesek leszünk elválasztani a fontosat (az emberöltőt) a lényegtelenről (a perctől); abban, hogy mindez eljut, és nem hagyja hidegen minden változások lényegi mozgatóit, a tanítókat. A ti küldetésetek, hogy a környezetünk iránti felelőtlen magatartás lebírására tanítsátok a következő generációkat. Bennetek bízom.

3. Köszönetnyilvánítás

Cégnek, szervezetnek és pályázati rendszernek nem tartozom köszönettel, mivel ebbéli munkámat egyik sem támogatta. Csak a Széchenyi professzori ösztöndíj intézményére gondolok hálával, amely lehetővé tette számomra, hogy ellátogassak az Univ. Berkeley-be és a Karolinska Institute-ba, vegyek egy lapot, s megírjam azt, ami a lelkiismeretemet nyomasztja.

E könyv aligha született volna meg Váncsa István nélkül, aki első – az *Élet és Irodalom*nak küldött – „közírói” szárnypróbálgatásaimat komolyan vette. A környezetvédelmi civil szervezetek részéről Balogh Judit tett azért sokat, hogy függetlenként le is írjam, amit gondolok. Hamar feladtam volna – végtére is, annak idején a magányosságra hajló kutatást választottam a pódium helyett – Lányi András (*Liget*), Ferenczi Andrea (*Harmat*), Albert Valéria (*Élet és Tudomány*) és Székács András (*Biokémia*) szerkesztői figyelme nélkül. Mindez – valamilyen formában – visszaköszön ebben a könyvben. Megkülönböztetett támogatást kaptam néhány rádióriportertől is, akik elég kitartóak voltak hozzám; itt Sípós Júlia (*Szonda, Szellemtörténetek*), Mottl Ágnes (*Szombat délelőtti magazin*), Mangel Gyöngyi (*23 óra, Krónika*) és Sarkadi Péter (*Teleobjektív*) felé inthetek.

A kézirat előolvasóinak (egyben beszélgető társaimnak) – azoknak is, akiket az ő érdekükben nem nevezhetek meg – köszönettel tartozom.

4. Utószó

Terveim szerint nem szólok meg többé e könyvben foglalt problémakörökben. Az elkövetkező csöndhöz viszont elmesélem Nyünye történetét, aki egykori irodalom tanárnőm volt, s akit a kegyetlen diáknyelv nevezett el így. Pedáns, mindig szappan szagú, deszka soványságú, szigorú asszony volt. Mosolyogni kevesen látták, nevetni senki. Sokféle szomorúságot okozhattunk neki azzal, hogy lepergett rólunk minden, amit önként adott. Egy hétköznapon, felelni hívta Secet, aki majd' két méteres volt, és a 60-as években amerikai csomagokból öltözött. Sec készültsége akkor csupán egy mondat volt. Két perc múlva megismételte, arra gondolva, hogy Nyünye talán nem vette ezt a páratlan adást. Ő viszont csak ült, ahogy szokott, egyenes derékkal és keskeny kis arcával felénk nézett. Gyanítom, egy idő után már nem is látott minket. Sec egyre nagyobb zavarba jött, csak állt, és hatalmas pilláival pislogott. A padközi szöszmötölés is abbamaradt (az örökké éhes Ribi is békén hagyta a lekváros üvegét), tétova majd dermedt némaság vett körül bennünket. Magunkra hagyott, magunkra maradtunk. Negyven percig ültünk ebben az időből kiszakadt csöndben, mikor megszólalt az óra végét jelző csengő. Nyünye becsukta az osztálynaplót, és azt mondta: „Osztály! Ebből okulhat.”



X. MELLÉKLETEK

1. Irodalomjegyzék	375
2. Glosszárrium	407
3. Képletek jegyzéke	421
4. Táblázatok és grafikonok	422
5. Jelentősebb vegyészeti gyárak és történetük	423
6. Magyarországon 1998 és 2000 között engedélyezett kifogásolható peszticidek	424

1. Irodalomjegyzék

- [1] Carson, R. *Silent Spring* (Hamish Hamilton, London, 1962).
- [2] UCS. *World Scientists' Warning to Humanity* (Union of Concerned Scientists, Cambridge, 1997).
- [3] Takács-Sánta, A. Ember uralta Föld? *Természet Világa* 130, 442–445 (1999).
- [4] Darvas, B. S mi tessék rajta? *Liget* 13, (8) 28–40 (2000).
- [5] Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenko, J. & Melillo, J. M. Human domination of Earth's Ecosystem. *Science* 277, 494–499 (1997).
- [6] Ramondetta, M. & Repossi, A. *Seveso 20 Years after from Dioxin to the Oak Wood* (Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Milano, 1998).
- [7] Smith, A. *When two traders meet: transnationals in the food chain* (Christian Aid, London, 1999).
- [8] Petrelli, G., Siepi, G., Miligi, L. & Vineis, P. Solvents in pesticides. *Scandinavian J. Work, Environ. Health* 19, 63–65 (1993).
- [9] Petrelli, G., Mucci, N., Siepi, G. & Pace, F. Assessment of agricultural pesticides for potential carcinogenic, mutagenic and toxic reproductive effects. *Medicina del Lavoro* 87, 110–121 (1996).
- [10] Darvas, B. és Mottl, Á. Mesék a méregzöld könyvből (globális vegyforgalmi alámerülés). *Élet és Irodalom* 42, (30) 7 (1998).
- [11] Darvas, B. A halottkém judíciuma. *Élet és Irodalom* 42, (25) 8–9 (1998).
- [12] Darvas, B. Telepatikus fogamzásgátlók (utánlövés). *Élet és Irodalom* 42, (16) 8 (1998).
- [13] Vainio, H., Matos, E. & Kogevinas, M. Identification of occupational carcinogens. In: *Occupational Cancer in Developing Countries* (eds. Baffeta, P. & Kogevinas, M.) 41–65 (IARC Sci. Publ., Lyon, 1994).
- [14] Ames, B. N. & Gold, L. S. Environmental-pollution, pesticides, and the prevention of cancer – misconceptions. *FASEB J.* 11, 1041–1052 (1997).
- [15] IARC. *Cancer Incidence in Five Continents* (International Agency for Research on Cancer, Lyon, 1992).
- [16] Farkas, I. A daganatos halálozás helyzete Magyarországon. *Magyar Tudomány* 39, 524–539 (1994).
- [17] WHO. *Cancer Facts and Figures* (WHO, Geneva, 1996).
- [18] Schardein, J. *Chemically Induced Birth Defects* (Marcel Dekker, Inc., New York, 1993).
- [19] Pintér, A., Csanády, M. és Horváth, A. Környezet-egészségügy és az emberi élet minősége. In: *Népegészség, orvos, társadalom* (ed. Glatz, F.) 153–179 (MTA, Budapest, 1998).
- [20] Karachi, D. J. Kísérletek az eunuch miskárolására. *Élet és Irodalom* 41, (40) 10 (1997).
- [21] van den Bosch, R. *The Pesticide Conspiracy* (Anchor Press, New York, 1980).
- [22] Colborn, T., Dumanoski, D. & Myers, J. P. *Our Stolen Future* (Plume/Penguin, New York, 1997).
- [23] Darvas, B. & Polgár, L. A. Novel type insecticides: specificity and effects on non-target organisms. In: *Insecticides with Novel Modes of Action, Mechanism and Application* (eds. Ishaaya, I. & Degheele, D.) 188–259 (Springer-Verlag, Berlin, 1998).

- [24] Jermy, T. és Szelényi, G. Az őszi búza állattársulásai. *Állattani Közlemények* 46, 229–241 (1958).
- [25] Szent-Györgyi, A. *Bioenergetics* (New York, Academic Press, 1957).
- [26] Szent-Györgyi, A. *Chemical Physiology of Contraction in Body and Heart Muscle* (Academic Press, New York, 1963).
- [27] BMA. *Pesticides, Chemicals, and Health* (ed. Morgan, D. R.) (Edward Arnold, London, 1992).
- [28] Darvas, B. Halálos tavasz. *Élet és Irodalom* 41, (8) 3 (1997).
- [29] Darvas, B. Halálos tavasz (2) A kakukk fészke. *Élet és Irodalom* 41, (28) 3 (1997).
- [30] Darvas, B. Halálos tavasz (3) Garé-szindróma. *Élet és Irodalom* 41, (44) 8 (1997).
- [31] IARC. *Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs* (WHO, Lyon, 1987).
- [32] PANNA. Denmark considers total pesticide ban. *PANUPS* 35, 4–5 (1997).
- [33] Repetto, R. & Baliga, S. S. *Pesticides and the Immune System* (World Resource Institute, Washington, 1996).
- [34] PANNA. Denmark proposes bans on seven pesticides. *Global Pesticide Campaigner* 5 (2) (1995).
- [35] Carlsen, E., Giwereman, A., Keiding, N. & Skakkebaek, N. Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. *British Medical Journal* 305, 609–613 (1992).
- [36] Sherins, R. J. Are semen quality and male fertility changing? *New England J. Med.* 332, 327–338 (1995).
- [37] Brake, A. & Krause, W. Decreasing quality of semen. *British Med. J.* 305, 1498 (1992).
- [38] Olsen, G. W., Bodner, K. M., Ramlow, J. M., Ross, C. E. & Lipshultz, L. I. Have sperm counts been reduced 50 percent in 50 years? A statistical model revisited. *Fertility and Sterility* 63, 887–893 (1995).
- [39] Sharpe, R. & Skakkebaek, N. Are oestrogens involved in falling sperm counts and disorders of the male reproductive tracts? *The Lancet* 341, 1392–1395 (1993).
- [40] Olson, J. H., Birebaum, R., Roseville, M. N., Goluboff, E. T., Seaman, E. K., Diamond, B. & Fisch, H. Semen analysis in 632 men over a 25 year period: no change in quality. *J. Urology* 153, 323A (1995).
- [41] Darvas, B., Székács, A., Fónagy, A., Szécsi, M. & Tóth, I. Progesterone in *Periplaneta americana* and *Neobellieria bullata* adults from the procuticle phase until the first progeny production. *Gen. Comp. Endocrinol.* 107, 450–460 (1997).
- [42] Knoll, J. *Gyógyszertan* (Medicina, Budapest, 1983).
- [43] Sax, N. I. & Lewis, R. J. *Dangerous Properties of Industrial Materials* (Van Nostrand Reinhold, New York, 1989).
- [44] Lewis, R. J. *Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials* (OEM Press, New York, 1996).
- [45] Darvas, B. Alma sztreptomocinnel. *Élet és Irodalom* 41, (31) 3 (1997).
- [46] Dobson, S. *Pharminindex Kompendium* 97/98 (MediMedia, Budapest, 1997).
- [47] Darvas, B., Seprős, I. és Szántó, J. *Környezetkímélő növényvédelmi eljárások rovarok és atkák ellen. I. Biológiai védekezés: entomopathogén baktériumok, entomofág állatok* (Agroinform, Budapest, 1979).
- [48] Darvas, B., Sántha, I. és Seprős, I. *Környezetkímélő növényvédelmi eljárások rovarok és atkák ellen. II. Rovarfiziológiai regulátorok: juvenoidok, vedlésgátlók* (Agroinform, Budapest, 1979).

- [49] Darvas, B. *A növényvédelmi rovarélettan és toxikológia alapjai* (DATE Nyomda, Debrecen, 1990).
- [50] Darvas, B., Rees, H. H., Hoggard, N., Tag El-Din, M. H., Kuwano, E., Bélai, I. & Tímár, T. Cytochrome P-450 inducers and inhibitors interfering with the ecdysone 20-monooxygenases and their activities during postembryonic development of *Neobellieria bullata* Parker. *Pestic. Sci.* 36, 135–142 (1992).
- [51] Darvas, B. A kémiai növényvédelem és kritikája. In: *A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon* (ed. Polgár, A. L.) (OMFB, Budapest, 1999).
- [52] Darvas, B. & Weaver, R. Insect development and reproduction disrupters. In: *Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera* (eds. Papp, L. & Darvas, B.) 905–946 (Science Herand, Budapest, 2000).
- [53] Hargitai, M. Az Európai Unióból kitiltott növényvédő szerek a hazai piacon. *Népszabadság* 56, (158) 1 (1998).
- [54] Darvas, B. *A genetikailag módosított élelőszervezetek kibocsátásának környezeti kockázatai* (KTM Fenntartható Fejlődési Bizottság, Budapest, 1997).
- [55] Darvas, B. *Növényvédő szerek környezetvédelmi problémái* (Környezetvédelmi Minisztérium (vitaanyag), Budapest, 1998).
- [56] Gold, L. S., Slone, T. H. & Ames, B. N. Summary of the carcinogenic potency database by chemical. In: *Carcinogenic Potency and Genotoxicity Databases* (eds. Gold, L. S. & Zeiger, E.) 621–686 (CRC Press, Boca Raton, 1997).
- [57] Andersson, L., Gabring, S., Hammar, J. & Melsäter, B. Principles for identifying unacceptable pesticides. *KEMI Report 4–92*, 1–34 (1992).
- [58] Curtis, J. Food use pesticides currently classified by EPA as potential carcinogens. *PANUPS* (Apr.) 1–6 (1993).
- [59] WWF. Umweltgifte mit hormoneller Wirkung. In: *WWF Fakten* (eds. Cameron, P. & Kleemeyer, H.) 1–30 (Bremen, 1997).
- [60] WWF. Pestizide gefährden die Fruchtbarkeit von Mensch und Tier. In: *Hormonelle Wirkung von Pesticiden Befunde und Konsequenzen. WWF Fakten* (eds. Schmidt, H. & Jacob, U.) 1–16 (Bremen, 1997).
- [61] PAN. *Demise of the Dirty Dozen 1995* (Pesticide Action Network International, San Francisco, 1995).
- [62] Bernson, V. The Swedish pesticide reduction programme. *Possibilities and experiences with national pesticides reduction programmes in the context of the EU 13*, 43–54 (1997).
- [63] Faasen, R. The national Dutch pesticides reduction programme: has the Dutch long-term plant protection plan been successful? *Possibilities and experiences with national pesticides reduction programmes in the context of the EU 13*, 63–74 (1997).
- [64] Weile, P. The Danish pesticide reduction programme. *Possibilities and experiences with national pesticides reduction programmes in the context of the EU 13*, 55–61 (1997).
- [65] OECD. *Agriculture, pesticides and the environment. Policy options* (OECD Publications, Paris, 1997).
- [66] C. P. Tiszta a magyar növényvédőszer-piac. *Népszabadság* 56, (165) 5 (1998).
- [67] Anonymous. Szigorúan szabályozott szerek. *Magyar Mezőgazdaság* július 22. 7 (1998).
- [68] Ocskó, Z. EU-ból kitiltott növényvédő szerek Magyarországon? *Növényvédelem* 35, 451–454 (1998).
- [69] Anonymous. A Növényvédő Mérnökök Országos Szövetségének véleménye a növényvédőszer-engedélyezés és -felhasználás problémáiról. *Agrofórum* 9, (9) 28 (1998).

- [70] Darvas, B. Mikrokoszmó (leltár). *Élet és Irodalom* 43, (26) 6 (1999).
- [71] Darvas, B. Búcsú egy évfolyamtól. *Élet és Irodalom* 44, (39) 6 (2000).
- [72] Darvas, B. és Polgár, A. L. Biopreparátumok bevezetésének feltételei. In: *A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon* (ed. Polgár, A. L.) 233–251 (OMFB, Budapest, 1999).
- [73] McDougall, J., Mathisen, F., Philips, M. & Galloway, F. *Wood MacKenzie* (Agrochemical Service, 1997).
- [74] DPR. *Pesticide use report. Annual 1995, indexed by chemical and by crop* (Department of Pesticide Regulation, California Environmental Protection Agency, Sacramento, 1996).
- [75] NISZ. 1998. évi növényvédő szer belföldi értékesítés, export, import és forgalmazás (MAVESZ NISZ, Budapest, 1999).
- [76] NISZ. 1999. évi növényvédő szer belföldi értékesítés, export, import és forgalmazás (MAVESZ NISZ, Budapest, 2000).
- [77] GM. *A magyarországi növényvédőszer-gyártó ipar* (Gazdasági Minisztérium, Budapest, 1999).
- [78] Darvas, B., Tímár, T., Varjas, L., Kulcsár, P., Hosztafi, S. & Bordás, B. Synthesis of novel 2,2-dimethylchromene derivatives and their toxic activity on larvae of *Pieris brassicae* (Lep., Pieridae) and *Leptinotarsa decemlineata* (Col., Chrysomelidae). *Acta Phytopath. Entomol. Hung.* 24, 455–472 (1989).
- [79] Fónagy, A., Tímár, T., Sebők, P., Darvas, B., Kulcsár, P., & Varjas, L. Morphogenetic and toxic activity of seven novel 2,2-dimethylchromene derivatives on larvae of *Oncopeltus fasciatus* and *Pieris brassicae*. *J. Pestic. Sci.* 16, 267–269 (1991).
- [80] Darvas, B., Jászberényi, J. C., Tímár, T. & Fónagy, A. Toxic activity of 2,2-dimethyl-3,4-dichloro- and 2,2-dimethyl-[1,2,3]-selenadiazolo-chromenes on *Pieris brassicae* and *Leptinotarsa decemlineata* larvae. *J. Pestic. Sci.* 18, 277–280 (1993).
- [81] Darvas, B., Polgár, L., Tag El-Din, M. H., Erőss, K. & Wing, K. D. Developmental disturbances in different insect orders caused by an ecdysteroid agonist, RH 5849. *J. Econ. Ent.* 85, 2107–2112 (1992).
- [82] Darvas, B., Pap, L., Kelemen, M. & Polgár, A. L. Synergistic effects of Verbutin with dibenzoylhydrazine-type ecdysteroid agonists (Halofenozide, Methoxyfenozide, Tebufenozide, RH-5849) on *Aedes aegypti* (Linnaeus) (Dipt., Culicidae) larvae. *J. Econ. Ent.* (1998).
- [83] Brenner, B. A. *Seeing our interests clearly: follow the money II* (Breast Cancer Coalition, Massachusetts, 1998).
- [84] Carson, R. *Néma tavasz* (Katalizátor Iroda, Budapest, 1994).
- [85] Tomlin, C. D. S. *The Pesticide Manual. A World Compendium* (BCPC, Farnham, 1997).
- [86] Bruno, K. & Greer, J. Greenpeace submission to the fourth session of the London Tribunal on industrial hazards and human rights – on the occasion of the tenth anniversary of the Bhopal tragedy. *Greenpeace International* (Nov.) (1994).
- [87] Link, A. & Buffin, D. Chlorine phase-out gathers momentum. *The Pesticides News. (The Pesticides Trust, London)* 23 (1994).
- [88] PANNA. DDT use in India. *Global Pesticide Campaigner* 7 (3) (1997).
- [89] PANNA. Chinese pesticide poisonings and production. *PANUPS* (June 25) (1996).
- [90] Costner, P. & Thorton, J. *Playing with fire: hazardous waste incineration* (Greenpeace, USA, 1989).

- [91] Barclay, B. & Steggall, J. Obsolete pesticides crisis. *Global Pesticide Campaigner* 2 (2) (1992).
- [92] Jeyaratnam, J. *Technology Transfer to the Developing Countries* (WHO, 1990).
- [93] Cohen, G. *The Bhopal Union Carbide massacre: A tenth anniversary call to action* (Military Toxics Project – USA; Third World Network – India, Bhopal, 1994).
- [94] Ocskó, Z., Molnár, J. és Erdős, Gy. *Növényvédő szerek, termésmővelő anyagok* (Reál-szisztéma, Dabas, 1999).
- [95] Wright, A. Where does the circle begin? The global dangers of pesticide plants. *Global Pesticide Campaigner* 4 (4) (1994).
- [96] FASE. *Exporting banned and hazardous pesticides. Hazardous pesticide exports, 1991* (Foundation for Advancements in Science and Education, Los Angeles, 1993).
- [97] Smith, C. Exporting risk – Pesticide exports from U.S. ports 1992–1994. *Global Pesticide Campaigner* 6 (2) (1996).
- [98] NCAMP. *Heptachlor use continues on Hawaiian pineapple, 15 years after ban* (NCAMP's Technical Report, Washington, DC, 1993).
- [99] Smith, C. U.S. pesticide traffic – exporting banned and hazardous pesticides. *Global Pesticide Campaigner* 3 (3) (1993).
- [100] Ocskó, Z. *Növényvédő szerek, termésmővelő anyagok*, (ed. Szabadi, G.) (Reálszisztéma Dabasi Nyomda Rt., Dabas, 1998).
- [101] IARC. *Some Naturally occurring Substances: Food Items and Constituent, Heterocyclic Aromatic Amines and Mycotoxins* (IARC, Lyon, 1993).
- [102] Darvas, B. Janus arcú peszticidek. *Élet és Tudomány* 54 (4) 103–105 (1999).
- [103] EPA. *Alternatives to methyl bromide. Ten case studies: soil, commodity, and structural use* (EPA Office of Air and Radiation, Washington, 1995).
- [104] PAN-Africa. *Nairobi ozone negotiations*. pp. 15; *What is methyl bromide?* pp. 16; *Results and the meeting on the Montreal protocol*. pp. 21. (Dakar, Senegal, 1997).
- [105] PANNA. Methyl bromide use in California. *Pesticide Fact Sheet* (San Francisco, 1998).
- [106] Muir, D. C. G. & Grift, N. P. Fate of herbicides and organochlorine insecticides in Lake Waters. In: *Eighth International Congress of Pesticide Chemistry. Options 2000* (eds. Ragsdale, N. N., Kearney, P. C. & Plimmer, J. R.) 141–156 (ACS Conference Proceedings Series, Washington DC, 1995).
- [107] Staci, L., Simonich, L. & Hites, R. A. Global distribution of persistent organochlorine compounds. *Science* (Sept. 29) (1995).
- [108] Fedorov, L. A. Officially banned, unofficially used. DDT use in the Soviet Union. *Global Pesticide Campaigner* 7, (4) 11 (1997).
- [109] Seel, P., Knepper, T. P., Gabriel, S., Weber, A. & Haberer, K. Einträge von Pflanzenschutzmitteln in ein Fließgewässer – Versuch einer Bilanzierung. *Vom Wasser* 83, 352–372 (1994).
- [110] Kleemeyer, H. North sea region confronts pesticide reduction challenges. *Global Pesticide Campaigner* 2 (1992).
- [111] USGS. Pesticides reported in Mississippi floodwaters. *J. Pesticide Reform (EST)* 27 (8) (1993).
- [112] Pease, W., Albright, D., De Roos, D., Gottsman, L., Kyle, A., Morello-Forsch, R. & Robinson, J. *Pesticide contamination of groundwater in California* (California Policy Seminar, Berkeley, 1995).

- [113] Wiles, R., Cohen, B., Campbell, C. & Elderkin, S. Tap water blues: herbicides in drinking water. (Environmental Working Group and Physicians for Social Responsibility Press Release, Washington DC, 1994).
- [114] Kárpáti, Z., Györfi, L., Csanády, M., Károly, G. és Krómer, I. Ivóvizek növényvédőszer-szennyezettsége. *Egészségtudomány* 42, 143–152 (1998).
- [115] Tinnyei, J. Nem döglöttek a halak, stresszesek voltak. *Kurír* május 29. (1998).
- [116] Dudás, Z. Harci gáz anyagai? *Mai Nap* május 29. (1998).
- [117] Mehlhoffer, T. Hatvanhétmilliónak van gazdája. *Népszabadság* július 10. (1998).
- [118] Mehlhoffer, T. Kártérítés halpusztulásért. *Népszabadság* október 17. (1998).
- [119] Mehlhoffer, T. A Chinoin halakat enged a Dunába. *Népszabadság* november 10. (1998).
- [120] WHO. *Propachlor* (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1993).
- [121] Marquardt, S. Velsicol: still circulating poisons. *Dirty Dozen Campaigner*, PANNA (May) (1989).
- [122] PANNA. Velsicol ceases production of chlordane and heptachlor. *PANUPS* (May 23) (1997).
- [123] Hoffman, D. J. Embryotoxicity and teratogenicity of environmental contaminants to bird eggs. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 115, 39–89 (1990).
- [124] PANNA. High OP residues found in UK carrots. *Global Pesticide Campaigner* 5 (2) (1995).
- [125] Thiers, P. Pesticides in China. *Global Pesticide Campaigner* 4 (1) (1994).
- [126] Sharma, D. High residues in India. *The Pesticides News (The Pesticides Trust, London)* 21 (2) (1993).
- [127] Nakamura, Y. Philippine workers, Japanese consumers and banana pesticides. *Global Pesticide Campaigner* (Oct.) (1990).
- [128] McDevitt, M. Pesticides and the international cocoa workers' network. *Global Pesticide Campaigner* (Oct.) (1990).
- [129] Lane, H. Coffees with conscience. *The Environmental Magazine* (Jan./Febr.) (1994).
- [130] Niva, E. Profile: pesticides in Colombia. *Global Pesticide Campaigner* (June) (1991).
- [131] Agarwal, A. Facing a silent spring. *Global Pesticide Campaigner* 7 (2) (1997).
- [132] FDA. *Food and Drug Administration Pesticide Program: residue monitoring – 1993* (Food and Drug Administration, Washington DC, 1994).
- [133] FDA. *Food and Drug Administration Pesticide Program: residue monitoring – 1995* (Food and Drug Administration, Washington DC, 1996).
- [134] FDA. *Food and Drug Administration Pesticide Program: residue monitoring – 1996* (U. S. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Washington DC, 1998).
- [135] PANNA. Pesticide use on California strawberries. *Pesticide Fact Sheet* (PANA, San Francisco, 1996).
- [136] PANNA. U.S. court supports ban on cancer-causing pesticides in processed foods. *Global Pesticide Campaigner* (Aug.) (1992).
- [137] Rózsavölgyi, J. *Primőr zöltségek értékesítési körülményeinek és szermaradványának vizsgálata. Összefoglaló jelentés* (Fogyasztóvédelmi Főfelügyelőség, Budapest, 1997).
- [138] Garry, V. F., Schreinemachers, D., Harkins, M. E. & Griffith, J. Pesticide applicers, biocides, and birth defects in rural Minnesota. *Environmental Health Perspectives* 104, 394–399 (1996).

- [139] Dich, J., Zahm, S. H., Hanberg, A. & Adami, H. O. Pesticides and cancer. *Cancer Causes & Control* 8, 420–443 (1997).
- [140] Ingram, M., Nabhan, G. P. & Buchmann, S. L. Our forgotten pollinators: protecting the birds and bees. *Global Pesticide Campaigner* 6, (4) 8–10 (1996).
- [141] Polgár, L. A. Hasznos élıszervezetekre gyakorolt hatás. In: *Növényvédő szerek környezetvédelmi problémái* (ed. Darvas, B.) 31–36 (Környezetvédelmi Minisztérium (vitairat), Budapest, 1999).
- [142] Polgár, A. L. A biológiai növényvédelem környezete. In: *A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon* (ed. Polgár, A. L.) 49–66 (OMFB, Budapest, 1999).
- [143] Darvas, B., Andersen, A. & Thuróczy, Cs. Generalist hymenopteran miner parasitoids of *Chromatomyia fuscata* (Dipt.: Agromyzidae). *J. Nat. Hist.* 33, 1089–1105 (1999).
- [144] Högger, C. H. & Ammon, H. U. Testing the toxicity of pesticides to earthworms in laboratory and field tests. *IOBC Bull.* 17, 157–178 (1994).
- [145] Kutz, F. W., Wood, P. H. & Bottimore, D. P. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in human adipose tissue. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 120, 1–82 (1991).
- [146] FAO. Pesticide residues in food. *FAO Plant Production and Protection Paper* (1979).
- [147] Heeschen, W. & Tolle, A. Chlorinated hydrocarbons in human milk – position and evaluation. *Molkerei Zeitung Welt der Milch* 35, 302–305 (1981).
- [148] Calabrese, E. J. Human breast milk contamination in the United States and Canada by chlorinated hydrocarbon insecticides and industrial pollutants: current status. *J. Amer. Coll. Toxicol.* 1, 91–98 (1982).
- [149] Sitarska, E., Winnicka, A. & Klucinski, W. Effect of organochlorine pesticides on the phagocytic activity of bovine milk cells. *J. Veter. Med. Series A* 37, 471–476 (1990).
- [150] Larsen, J. C., Christian Larsen, J., Jensen, A. A. & Slorach, S. A. Toxicological implication of persistent organohalogens in mother's milk as indicated by animal experiments. *Chemical contaminants in human milk* (1991).
- [151] Garrido, M. D., Jodral, M. & Pozo, R. Organochlorine pesticides in Spanish sterilized milk and associated health risks. *J. Food Prot.* 57, 249–252 (1994).
- [152] Darvas, B. és Polgár, A. L. Ízeltlábúak alkalmazkodási stratégiái. II. *Sensu lato* polimorfizmus: *sensu lato* poligenizmus. *Növényvédelem* 30, 411–417 (1994).
- [153] Papp, Z. *Klinikai genetika* (Golden Book, Budapest, 1995).
- [154] Ishidate, M., Harnois, M. C. & Sofuni, T. A comparative analysis of data on the clastogenicity of 951 chemical substances tested in mammalian cell cultures. *Mutation Res.* 195, 151–213 (1988).
- [155] Altman, R. és Sarg, M. J. *A rákbetegségek lexikona* (Corvina, Budapest, 1996).
- [156] Coleman, M. P., Esteve, J., Damiecki, P., Arslan, A. & Renard, H. *Trends in Cancer Incidence and Mortality* (Oxford Univ. Press, Oxford, 1993).
- [157] Council on Scientific Affairs, Cancer risk of pesticides in agricultural workers. *JAMA* 260, 959–966 (1988).
- [158] Ekström, G. & Akerblom, M. Pesticide management in food and water safety: international contribution and national approaches. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 114, 23–55. (1990).
- [159] Selkirk, J. K. & Soward, S. M. Compendium of abstracts from long term cancer studies reported by National toxicology program of the National Institute of Environmental Health Sciences from 1976 to 1992. *Environ. Health Persp. Suppl. (EPH) Supl.* 1, 101 (1993).

- [160] Davis, J. R., Brownson, R. C., Garcia, R., Bentz, B. J. & Turner, A. Family pesticide use and childhood brain cancer. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 24, 87–92 (1993).
- [161] Leiss, J. K. & Savitz, D. A. Home pesticide use and childhood cancer: a case-control study. *Amer. J. Public Health* 85, 249–252 (1995).
- [162] Zahm, S. H. & Devesa, S. S. Childhood cancer – Overview of incidence trends and environmental carcinogens. *Environ. Health Persp.* 103, 177–184 (1995).
- [163] PANNA. EDB, DBCP manufacturers sued by U.S city. *Dirty Dozen Campaigner* (June) (1990).
- [164] WHO. *Benomyl* (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1993).
- [165] WHO. *Carbendazim* (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, Geneva, 1993).
- [166] Czeizel, A. E., Elek, C., Gundy, S., Metneki, J., Nemes, E., Reis, A., Sperling, K., Tímár, L., Tusnády, G. & Virágh, Z. Environmental trichlorfon and cluster of congenital abnormalities. *The Lancet* 341, 539–542 (1993).
- [167] Virágh, Z., Nemes, E., Sperling, K., Tímár, L. & Czeizel, A. E. A cluster of congenital abnormalities particularly Down's syndrome in a small Hungarian village in 1989–90. *Int. J. Environ. Health Res.* 5, 281–285 (1995).
- [168] Muto, M. A., Lobelle, F., Jr., Bidanset, J. H. & Würpel, J. N. D. Embryotoxicity and neurotoxicity in rats associated with prenatal exposure to Dursban. *Veter. Human Toxicol.* 34, 498–501 (1992).
- [169] Cosenza, M. E. & Bidanset, J. Effects of chlorpyrifos on neuronal development in rat embryo midbrain micromass cultures. *Veter. Human Toxicol.* 37, 118–121 (1995).
- [170] Breslin, W. J., Liberacki, A. B., Dittenber, D. A. & Quast, J. F. Evaluation of the developmental and reproductive toxicity of chlorpyrifos in the rat. *Fundamental Appl. Toxicol.* 29, 119–130 (1996).
- [171] Sherman, J. D. Chlorpyrifos (Dursban)-associated birth defects: report of four cases. *Arch. Environ. Health* 51, 5–8 (1996).
- [172] Falus, A. *Az immunológia élettani és molekuláris alapjai* (Semmelweis Kiadó, Budapest, 1996).
- [173] Falus, A. *Adj király katonát!* (Vince Kiadó, Budapest, 1999).
- [174] PANNA. TBT and dolphin deaths. *PANUPS* (February 3) (1997).
- [175] Vial, T., Nicolas, B. & Descotes, J. Clinical immunotoxicity of pesticides. *J. Toxicol. Environ. Health* 48, 215–229 (1996).
- [176] UNEP. *International Programme on Chemical Safety: Environmental Health Criteria, Scientific Principles and Methods for Assessing Allergic Hypersensitization Associated with Exposure to Chemicals. (First draft)* (WHO, Geneva, 1997).
- [177] Keith, L. H. *Environmental Endocrine Disrupter. A Handbook of Property Data* (John Wiley and Sons, Inc., New York, 1997).
- [178] Chatterjee, S., Ray, A., Bagchi, P. & Deb, C. Estrogenic effects of aldrin and quinalphos in rats. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 48, 125–130 (1992).
- [179] Tiemann, U., Schneider, F. & Tuchscherer, A. Effects of organochlorine pesticides on DNA synthesis of cultured oviductal and uterine cells and on estrogen receptor of uterine tissue from heifers. *Arch. Toxicol.* 70, 490–496 (1996).

- [180] Dewailly, E., Dodin, S., Verreault, R., Ayotte, P., Sauve, L., Morin, J. & Brisson, J. High organochlorine body burden in women with estrogen receptor-positive breast cancer. *J. Nat. Cancer Inst.* 86, 232–234 (1994).
- [181] Bradlow, H. L., Davis, D. L., Lin, G., Sepkovic, D. & Tiwari, R. Effects of pesticides on the ratio of 16- α /2-hydroxyestrone – A biologic marker of breast-cancer risk. *Environ. Health Persp.* 103, 147–150 (1995).
- [182] Dees, C., Askari, M., Garrett, S., Gehrs, K., Hemley, D. & Ardies, C. M. Estrogenic and DNA-damaging activity of red No-3 in human breast-cancer cells. *Environ. Health Persp.* 105, 625–632 (1997).
- [183] Shaw, I. C., Parker, R. M., Porter, S., Quick, M. P., Lamont M. H., Patel, R. K. P., Norman, I. M. & Johnson, M. K. Delayed neuropathy in pigs induced by isofenphos. *Veterinary Record* 136, 95–97 (1995).
- [184] Georgiou, G. P. Overview of insecticide resistance. *ACS Symp. Ser.* 421, 18–41 (1990).
- [185] Darvas, B. és Budai, Cs. Az üvegházi molytetű *Trialeurodes vaporariorum* (Westw.) elleni védekezés egyes kérdései. *Növényvédelem* 13, 415–418 (1977).
- [186] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai. 1. Egy Nobel-díjas: a DDT. *Élet és Tudomány* 54, 1350–1352 (1999).
- [187] Banerjee, B. D., Ray, A. & Pasha, S. T. A comparative evaluation of immunotoxicity of DDT and its metabolites in rats. *Indian J. Exp. Biol.* 34, 517–522 (1996).
- [188] Trifonova, T. K. & Gladenko, I. N. Determination of gonado- and embryotoxicity of pesticides. *Veterinariya, Moscow*, 58–59 (1980).
- [189] Ren, L., Lattier, D. & Lech, J. J. Estrogenic activity in rainbow trout determined with a new cDNA probe for vitellogenesis, pSG5Vg1.1. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 56, 287–294 (1996).
- [190] Mano, D. M. S., Buff, K., Clausen, E. & Langenbach, T. Bioaccumulation and enhanced persistence of the acaricide dicofol by *Azospirillum lipoferum*. *Chemosphere* 33, 1609–1619 (1996).
- [191] Cooper, C. M. Persistent organochlorine and current use insecticide concentrations in major watershed components of Moon Lake, Mississippi, USA. *Archiv Fuer Hydrobiologie* 121, 103–114 (1991).
- [192] Swezey, S. L. & Daxl, R. *Breaking the circle of poison; the IPM revolution in Nicaragua* (Institute for Food and Development Policy, San Francisco, 1993).
- [193] Ejobi, F., Kanja, L. W., Kyule, M. N., Muller, P., Kruger, J. & Latigo, A. A. R. Organochlorine pesticide residues in mothers' milk in Uganda. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 56, 873–880 (1996).
- [194] Evans, M. S., Noguchi, G. E. & Rice, C. P. The biomagnification of polychlorinated biphenyls, toxaphene, and DDT compounds in a Lake Michigan offshore food web. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 20, 87–93 (1991).
- [195] Cullen, M. C. & Connell, D. W. Bioaccumulation of chlorohydrocarbon pesticides by fish in the natural environment. *Chemosphere* 25, 1579–1587 (1992).
- [196] Heath, R. G. M. The levels of organochlorine pesticides in indigenous fish from two rivers that flow through the Kruger National Park, South Africa. *Water Supply* 10, 177–185 (1992).
- [197] Pompa, G., Fadini, L., Di Lauro, F. & Caloni, F. Transfer of lindane and pentachlorobenzene from mother to newborn rabbits. *Pharmacology & Toxicology* 74, 28–34 (1994).

- [198] MacLellan, K. N. M., Bird, D. M., Fry, D. M. & Cowles, J. L. Reproductive and morphological effects of o,p'-prime-dicofol on two generations of captive American kestrels. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 30, 364–372 (1996).
- [199] Westin, J. B. Carcinogens in Israeli milk: A study in regulatory failure. *Int. J. Health Services* 23, 497–517 (1993).
- [200] Moses, M. Pesticides and breast cancer. *Pesticides News*, 3–5 (1993).
- [201] Duinker, J. C., Hillebrand, M. T. J., Zeinstra, T. & Boon, J. P. Individual chlorinated biphenyls and pesticides in tissues of some cetacean species from the North Sea and the Atlantic Ocean; tissue distribution and biotransformation. *Aquatic Mammals* 15, 95–124 (1989).
- [202] Morris, R. J., Law, R. J., Allchin, C. R., Kelly, C. A. & Fileman, C. Metals and organochlorines in dolphins and porpoises of Cardigan Bay, West Wales. *Marine Pollution Bull.* 20, 512–523 (1989).
- [203] Marsili, L., Gaggi, C., Bortolotto, A., Stanzani, L., Franchi, A., Renzoni, A. & Bacci, E. Recalcitrant organochlorine compounds in captive bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): biomagnification or bioaccumulation? *Chemosphere* 31, 3919–3932 (1995).
- [204] Andersson, O., Linder, G. E., Olsson, M., Reutergardh, L., Uvemo, U. B. & Widequist, U. Spatial differences and temporal trends in organochlorine compounds in biota from the north-western Hemisphere. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 17, 755–765 (1988).
- [205] Paasivirta, J. & Rantio, T. Chloroterpenes and other organochlorines in Baltic, Finnish and Arctic wildlife. *Chemosphere* 22, 47–56 (1991).
- [206] Hongell, K. Chromosome survey of seals in the Baltic Sea in 1988–1992. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 31, 399–403 (1996).
- [207] Zhu, J. P. & Norstrom, R. J. Identification of polychlorocamphenes (PCCs) in the polar bear (*Ursus maritimus*) food chain. *Chemosphere* 27, 1923–1936 (1993).
- [208] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai. 2. A vietnami veterán és garéi árnyéka. *Élet és Tudomány* 54, 1451–1453 (1999).
- [209] Costello, D. *An overview of toxicological effects of chemicals used during the Vietnam war* (Internet file 1997. dec. 31., 1993).
- [210] Anonymous. The effects of herbicides in South Vietnam, Part A. 400 (1974).
- [211] Murányi Kovács, I., Rudali, G. & Imbert, J. Bioassay of 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid for carcinogenicity in mice. *British J. Cancer* 33, 626–633 (1976).
- [212] WHO. 2,4-D (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1984).
- [213] Saracci, R., Kogevinas, M., Bertazz, P. A., Bueno de Mesquita, B. H., Coggon, D., Green, L. M., Kauppinen, T., L'Abbe, K. A., Littorin, M., Lynge, E., Mathews, J. D., Neuberger, M., Osman, J., Pearce, N. & Winkelman, R. Cancer mortality in workers exposed to chlorophenoxy herbicides and chlorophenols. *The Lancet* 338, 1027–1032 (1991).
- [214] Cox, C. 2,4-D and cancer: EPA remains indecisive while reporting new evidence of dioxin contamination. *J. Pesticide Reform* 13 (1993).
- [215] Hardell, L. Phenoxy herbicides, chlorophenols, soft-tissue sarcoma (STS) and malignant lymphoma. *British J. Cancer* 67, 1154–1155 (1993).
- [216] Warwick, H. Agent Orange: the poisoning of Vietnam. *The Ecologist* 28, 264–265 (1998).
- [217] Anonymous. *Proceedings from the Continuing Education Conference on Herbicide Orange (2nd)*, Washington, D.C., May 28–30, 1980, 80–5005 (1980).
- [218] Young, A. L., Kang, H. K. & Shepard, B. M. Chlorinated dioxins as herbicide contaminants. *Environ. Sci. Technol.* 17 (11) (1983).

- [219] Wolfe, W. H., Michalek, J. E., Miner, J. C., Rahe, A., Silva, J., Thomas, W. F., Grubbs, W. D., Lustik, M. B., Karrison, T. G., Roegner, R. H. & Williams, D. E. Health status of Air Force veterans occupationally exposed to herbicides in Vietnam: I. Physical health. *JAMA* 264, 1824–1831 (1990).
- [220] Institute of Medicine, N. A. O. S. *Veterans and Agent Orange: Health Effects of Herbicides Used in Vietnam* (National Academy Press, Washington DC, 1994).
- [221] Collins, T. F. X., Williams, C. H. & Gray, G. C. Teratogenic studies with 2,4,5-T and 2,4-D in the hamster. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 6, 559–567 (1971).
- [222] Bage, G., Cekanova, E. & Larsson, K. S. Teratogenic and embryotoxic effects of the herbicides di- and trichlorophenoxyacetic acids (2,4-D and 2,4,5-T). *Acta Pharmacol.* 32, 408–416 (1973).
- [223] Maroni, M. & Fait, A. Health effects in man from long-term exposure to pesticides. A review of the 1975–1991 literature. *Toxicology* 78, 1–3 (1993).
- [224] Sanjour, W. The Monsanto investigation. *Annals of the EPA* Part 4. (1996).
- [225] Jenkins, C. *Criminal investigation of Monsanto Corporation – cover-up of dioxin contamination in products – falsification of dioxin health studies*. (U.S. EPA Regulatory Development Branch, Washington DC, 1990).
- [226] Greer, J. & Bruno, K. *Greenwash: the reality behind corporate environmentalism* (Third World Network, Penang, 1996).
- [227] Schuck, P. H. *Agent Orange on Trials: Mass Toxic Disasters in the Courts*. (Harvard University Press, Massachusetts, 1987).
- [228] Tokar, B. Monsanto: a chequered history. *The Ecologist* 28, 254–261 (1998).
- [229] Cutting, R. T., Phuoc, T. H., Ballo, J. M., Benenson, M. W. & Evans, C. H. *Congenital malformations, hydatiform moles, and stillbirth in the Republic of Vietnam 1960–1969*. (Government Printing Office, Washington DC, 1970).
- [230] Vanbeneden, R. J. Environmental-effects and aquatic organisms – investigations of molecular mechanisms of carcinogenesis. *Environ. Health Persp.* 105, 669–674 (1997).
- [231] Janz, D. M. & Bellward, G. D. In ovo 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin exposure in three avian species. 2. Effects on estrogen receptor and plasma sex steroid hormones during the perinatal period. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 139, 292–300 (1996).
- [232] Bánki, L. *Egy peszticid kifejlesztése mint komplex tudományos feladat* (Medicina, Budapest, 1976).
- [233] Zeiger, E. Genotoxicity database. In: *Carcinogenic Potency and Genotoxicity Databases* (eds. Gold, L. S. & Zeiger, E.) 687–729 (CRC Press, Boca Raton, 1997).
- [234] Littorin, M., Hansson, M., Rappe, C. & Kogevinas, M. Dioxins in blood from Swedish phenoxy herbicide workers. *The Lancet* 344, 611–612 (1994).
- [235] Hardell, L., Eriksson, M. & Degerman, A. Metaanalysis of 4 Swedish case-control studies on exposure to pesticides as risk-factor for soft-tissue sarcoma including the relation to tumor-localization and histopathological type. *Int. J. Oncology* 6, 847–851 (1995).
- [236] Hardell, L., Vanbavel, D., Lindstrom, G., Fredrikson, M., Hagberg, H., Liljegren, G., Nordstrom, M. & Johansson, B. Higher concentrations of specific polychlorinated biphenyl congeners in adipose-tissue from non-Hodgkins lymphoma patients compared with controls without a malignant disease. *Int. J. Oncology* 9, 603–608 (1996).
- [237] Weisenburger, D. D. Environmental epidemiology of non-Hodgkin's lymphoma in eastern Nebraska. *Amer. J. Indust. Med.* 18, 303–305 (1990).

- [238] Vineis, P., Faggiano, F., Tedeschi, M. & Ciccone, G. Incidence rates of lymphomas and soft-tissue sarcomas and environmental measurements of phenoxy herbicides. *J. Nat. Cancer Instit.* 83, 362–363 (1991).
- [239] Seeley, T. D., Nowicke, J. W., Meselson, M., Guillemin, J. & Akrotanakul, P. Yellow rain. *Sci. Amer.* 253, 122–131 (1985).
- [240] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai. 3. Mindhalálíg lindane? *Élet és Tudomány* 54, 1608–1610 (1999).
- [241] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai. 4. Istab poharában: a paraquat. *Élet és Tudomány* 55, 51–52 (2000).
- [242] Xu, Y., Wu, W. Z., Zhang, Y. Y., Staudacher, H., Kettrup, A. & Steinberg, C. E.W. Mobility and transfer of residual hexachlorocyclohexane (HCH) in aquatic environment. *Fresenius Environ. Bull.* 3, 557–562 (1994).
- [243] de Leon Rodriguez, J. A. The disaster at ANAVERSA, Cordoba, Mexico. *Global Pesticide Campaigner* 4 (4) (1994).
- [244] Kannan, K., Tanabe, S., Giesy, J. P. & Tatsukawa, R. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in foodstuffs from Asian and Oceanic countries. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 152, 1–55 (1997).
- [245] WHO. *Lindane* (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1991).
- [246] Chadwick, R. W., Chang, J., Forehand, L. R., Long, J. E. & Duffy, M. C. Effect of lindane on intestinal nitroreductase, azoreductase, beta-glucuronidase, dechlorinase, and dehydrochlorinase activity. *Pest. Biochem. Physiol.* 38, 48–56 (1990).
- [247] Chadwick, R. W., Chang, J., Gilligan, P. H., Forehand, L. R., Long, J. E. & Duffy, M. C. Effect of lindane on nitroreductase and dechlorinase enzyme activity in the gastrointestinal tract. *Toxicology Lett.* 50, 2–3 (1990).
- [248] Chadwick, R. W., George, S. E., Chang, J., Kohan, M. J., Dekker, J. P., Allison, J. C., Long, J. E., Duffy, M. C. & Forehand, L. R. Effects of age, species difference, antibiotics and toxicants on intestinal enzyme activity and genotoxicity. *Environ. Toxicol. Chem.* 12, 1339–1352 (1993).
- [249] McLachlan, M. S. Bioaccumulation of hydrophobic chemicals in agricultural food chains. *Environ. Sci. Technol.* 30, 252–259 (1996).
- [250] Naqvi, S. M. & Newton, D. J. Bioaccumulation of endosulfan (Thiodan insecticide) in the tissues of Louisiana (USA) crayfish, *Procambarus clarkii*. *J. Environ. Sci. Health Part B Pestic. Food Contam. Agricult. Wastes* 25, 511–526 (1990).
- [251] Naqvi, S. M. & Vaishnavi, C. Bioaccumulative potential and toxicity of endosulfan insecticide to non-target animals. *Comp. Biochem. Physiol. C, Comp. Pharmacol. Toxicol.* 105, 347–361 (1993).
- [252] Cebran, C., Andreu Moliner, E. & Gamon, M. The effect of time, concentration and temperature on bioaccumulation in the gill of crayfish *Procambarus clarkii* induced by organochlorine pesticides, lindane and endosulfan. *Comp. Biochem. Physiol. C, Comp. Pharmacol. Toxicol.* 104, 445–451 (1993).
- [253] Böszörményi, E. *Az öngyilkosság múltja és jelene* (Magánkiadás, Budapest, 1991).
- [254] Maddy, K. T., Edmiston, S. & Richmond, D. Illness, injuries, and deaths from pesticide exposure in California 1949–1988. *Reviews of Environ. Contam. Toxicol.* 114, 57–123 (1990).
- [255] Sax, N. I. *Dangerous Properties of Industrial Materials* (Van Nostrand, New York, 1984).

- [256] Fletcher, A. C. *Reproductive Hazards at Work* (Equal Opportunities Commission, Manchester, 1985).
- [257] Ahmed, A. A., Soliman, M. M., Khalifa, B. A. A., El Sadek, S. E. & Nounou, A. H. Embryocidal and teratogenic effects of paraquat on chicken embryos and white rats. *Archiv für Experimentelle Veterinarmedizin* 42, 848–853 (1988).
- [258] Rios, A. C. C., Salvadori, D. M. F., Oliveira, S. V. & Ribeiro, L. R. The action of the herbicide paraquat on somatic and germ-cells of mice. *Mutation Res. Fundamental Mol. Mech. Mutagenesis* 328, 113–118 (1995).
- [259] Ribas, G., Frenzilli, G., Barale, R. & Marcos, R. Herbicide-induced DNA-damage in human-lymphocytes evaluated by the single-cell gel-electrophoresis (Scge) assay. *Mutation Res. Genetic Toxicol.* 344, 41–54 (1995).
- [260] Hsieh, L. L., Chen, H. J., Hsieh, J. H., Jee, S. H., Chen, G. S. & Chen, C. J. Arsenic-related Bowen's disease and paraquat-related skin cancerous lesions show no detectable ras and p53 gene alterations. *Cancer Lett.* 86, 59–65 (1994).
- [261] WHO. *Paraquat and Diquat* (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1984).
- [262] Darvas, B., Ždárek, J., Tímár, T. & Tag El-Din, M. H. Effects of bipyridylum herbicides diquat dibromide and paraquat dichloride on growth and development of *Neobellieria bullata* (Dipt., Sarcophagidae) larvae. *J. Econ. Ent.* 83, 2175–2180 (1990).
- [263] Bus, J. S., Preache, M. M., Cagan, S. Z., Posner, H. S., Eliason, D. C., Sharp C. W. & Gibson, J. E. Fetal toxicity and distribution of paraquat and diquat in mice and rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 33, 450–460 (1975).
- [264] Selypes, A., Nagymajtényi, L. & Berencsi, G. Mutagenic and embryotoxic effects of paraquat and diquat. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 25, 513–517 (1980).
- [265] Vulimiri, S. V., Gupta, S., Smith, C. V., Moorthy, B. & Randerath, K. Rapid decreases in indigenous covalent DNA modifications (I-compounds) of male Fischer-344 rat-liver DNA by diquat treatment. *Chemical-Biological Interactions* 95, 1–16 (1995).
- [266] Shah, R. G., Lagueux, J., Kapur, S., Levallois, P., Ayotte, P., Tremblay, M., Zee, J. & Poirier, G. G. Determination of genotoxicity of the metabolites of the pesticides Guthion, Sencor, Lorox, Reglone, Daconil and admire by P-32 postlabeling. *Mol. Cell. Biochem.* 169, 177–184 (1997).
- [267] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai 5. Az ötvenes évek üzenete: aldrin és dieldrin. *Élet és Tudomány* 55, 198–200 (2000).
- [268] Cullen, M. C. & Connell, D. W. Pesticide bioaccumulation in cattle. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 28, 221–231 (1994).
- [269] Albanis, T. A., Hela, D., Papakostas, G. & Goutner, V. Concentration and bioaccumulation of organochlorine pesticide residues in herons and their prey in wetlands of Thermaikos Gulf, Macedonia, Greece. *Sci. Total Environ.* 182, 1–3 (1996).
- [270] Corrigan, P. J. & Seneviratna, P. Occurrence of organochlorine residues in Australian meat. *Australian Veter. J.* 67, 56–58 (1990).
- [271] Dejong, G., Swaen, G. M. H. & Slangen, J. J. M. Mortality of workers exposed to dieldrin and aldrin – A retrospective cohort study. *Occup. Environ. Med.* 54, 702–707 (1997).
- [272] Dumortier, M. Need for biological pest control in Nepali nurseries. *Banko Janakari* 4, 151–153 (1994).
- [273] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai. 6. Raktártüzek hunyói: a parathionok. *Élet és Tudomány* 55, 425–427 (2000).

- [274] Holmstedt, B. The ordeal bean of Old Calabar: the pageant of Physostigma venenosum in medicine. In: *Plants in the Development of Modern Medicine* (ed. Swain, T.) 302–360 (Harvard University Press, Cambridge, 1972).
- [275] Elődi, P. *Biokémia* (Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983).
- [276] De Bleecker, J., Vogelaers, D., Ceuterick, C., van der Neuckers, K., Willems, J. & de Reuck, J. Intermediate syndrome due to prolonged parathion poisoning. *Acta Neurologica Scandinavica* 86, 421–424 (1992).
- [277] WHO. *Methyl Parathion* (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1993).
- [278] Weir, D. *The Bhopal Syndrome: Pesticides, Environment and Health* (Sierra Club Books, San Francisco, 1987).
- [279] PANNA. Fire at Mexican pesticide plant. *Global Pesticide Campaigner* (June) (1991).
- [280] PANNA. Mexico victims file suit in U.S. court. *PANUPS* (July 20) (1993).
- [281] PANNA. Spill in Venezuela. *PANUPS* (Aug. 6) (1993).
- [282] PANNA. Parathion disaster in Mississippi. *PANUPS* (Febr. 21) (1997).
- [283] PANNA. Cheminova's parathion exports. *Global Pesticide Campaigner* 7 (2) (1997).
- [284] AKII. *A mezőgazdasági termelőeszközök kereskedelmi szervezetek növényvédő szer értékesítése és zárókészlete szerszoportonként, cikkelemes részletezésben 1994 I–III. negyedévében* (eds. Kelemen, G. és Kovács, P.) (Budapest, 1994).
- [285] Zhelev, V., Belchev, L., Nikolaev, K. & Tilev, K. Accidental methyl parathion poisoning in heifers. *Veterinarnomeditsinski Nauki* 23, 12–18 (1986).
- [286] Malhi, P. K. & Grover, I. S. Genotoxic effects of some organophosphorus pesticides. II. In vivo chromosomal aberration bioassay in bone marrow cells in rat. *Mutation Res., Genetic Toxicol. Testing* 188, 45–51 (1987).
- [287] Mathew, G., Rahiman, M. A. & Vijayalaxmi, K. K. In vivo genotoxic effects in mice of Metacid 50, an organophosphorus insecticide. *Mutagenesis* 5, 147–150 (1990).
- [288] Bartoli, S., Bonora, B., Colacci, A., Niero, A. & Grilli, S. DNA damaging activity of methyl parathion. *Res. Comm. Chem. Pathol. Pharmacol.* 71, 209–218 (1991).
- [289] Rupa, D. S., Reddy, P. P., Sreemannarayana, K. & Reddi, O. S. Frequency of sister chromatid exchange in peripheral lymphocytes of male pesticide applicators. *Environ. Mol. Mutagen.* 18, 136–138 (1991).
- [290] Cannamichaelidou, S. & Nicolaou, A. S. Evaluation of the genotoxicity potential (by Mutatox(TM) test) of 10 pesticides found as water pollutants in Cyprus. *Sci. Total Environ.* 193, 27–35 (1996).
- [291] Vega Salazar, M. Y. D. L., Martinez Tabche, L., Macias Garcia, C. & De la Vega Salazar, M. Y. Bioaccumulation of methyl parathion and its toxicology in several species of the freshwater community in Ignacio Ramirez Dam in Mexico. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 38, 53–62 (1997).
- [292] Várnagy, L., Korzenszky, M. & Fánsci, T. Teratological examination of the insecticide methyl-parathion (Wofatox 50 EC) on pheasant embryos. 1. Morphological study. *Veter. Res. Comm.* 8, 131–139 (1984).
- [293] Várnagy, L. Teratological examination of the insecticide methyl-parathion (Wofatox 50 EC) on pheasant embryos. 2. Biochemical study. *Acta Veter. Hungarica* 40, 203–206 (1992).
- [294] Kumar, K. B. S. & Devi, K. S. Teratogenic effects of methyl parathion in developing chick embryos. *Veter. Human Toxicol.* 34, 408–410 (1992).

- [295] Rehana, Z., Malik, A. & Ahmad, M. Mutagenic activity of the Ganges water with special reference to the pesticide pollution in the river between Kachla to Kannauj (Up), India. *Mutation Res. Genetic Toxicol.* 343, 137–144 (1995).
- [296] Rehana, Z., Malik, A. & Ahmad, M. Genotoxicity of the Ganges water at Narora (Up), India. *Mutation Res. Genetic Toxicol.* 367, 187–193 (1996).
- [297] DEPA. *Oversigt over godkendte bekaempelsesmidler* (Miljø- og Energiministeriet Miljøstyrelsen, København, 1999).
- [298] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai. 7. Méhek kancsal védőszentje: camphechlor. *Élet és Tudomány* 55, 618–620 (2000).
- [299] Fincher, G. T. Injectable ivermectin for cattle: Effects on some dung-inhabiting insects. *Environ. Entomol.* 21, 871–876 (1992).
- [300] Strong, L. Avermectins: a review of their impact on insects of cattle dung. *Bull. Entomol. Res.* 82, 265–274 (1992).
- [301] McCracken, D. I. & Foster, G. N. The effect of ivermectin on the invertebrate fauna associated with cow dung. *Environ. Toxicol. Chem.* 12, 73–84 (1993).
- [302] Hooper, N. K., Ames, B. N., Saleh, M. A. & Casida, J. E. Toxaphene, a complex mixture of polychloroterpenes and a major insecticide, is mutagenic. *Science* 205, 591–593 (1979).
- [303] Jorgensen, E. C. B., Autrup, H. & Hansen, J. C. Effect of toxaphene on estrogen-receptor functions in human breast-cancer cells. *Carcinogenesis* 18, 1651–1654 (1997).
- [304] van Emden, H. F. & Peakall, D. B. *Beyond Silent Spring* (Chapman and Hall, London, 1996).
- [305] Darvas, B. Szerintem (dioxinok). *Élet és Tudomány* 54, 770, 782 (1999).
- [306] AMAP. Chapter 6: Persistent organic pollutants. In: *Arctic Pollution Issues: a State of the Arctic Environment Report* 1–28 (Arctic Monitoring and Assessment Programme, 1999).
- [307] Muir, D. C. G., Ford, C. A., Rosengberg, B., Nostrom, R. J., Simon, M. & Beland, P., Persistent organochlorines in beluga whales (*Delphinapterus leucas*) from the St Lawrence River estuary – I. Concentrations and patterns of specific PCBs, chlorinated pesticides and polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans. *Environ. Pollution* 93, 219–234 (1996).
- [308] Kang, K. S., Wilson, M. R., Hayashi, T., Chang, C. C. & Trosko, J. E. Inhibition of gap junctional intercellular communication in normal human breast epithelial-cells after treatment with pesticides, PCBs, and PBBs, alone or in mixtures. *Environ. Health Persp.* 104, 192–200 (1996).
- [309] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai. 8. Férfias fogamzásgátlók: DBCP és EDB. *Élet és Tudomány* 55, 778–780 (2000).
- [310] Gips, T. DBCP: Sterilizing soil and human. in *Breaking the Pesticide Habit: Alternatives to 12 Hazardous Pesticides* (International Alliance for Sustainable Agriculture/ International Organization of Consumer Union, Minneapolis, 1990).
- [311] Weir, D. & Schapiro, M. *Circle of Poison* (Institute for Food and Development Policy, San Francisco, 1981).
- [312] Bjorge, C., Brunborg, G., Wiger, R., Holme, J. A., Scholz, T., Dybing, E. & Soderlund, E. J. A Comparative-study of chemically-induced DNA-damage in isolated human and rat testicular cells. *Reproductive Toxicol.* 10, 509–519 (1996).
- [313] Bjorge, C., Wiger, R., Holme, J. A., Brunborg, G., Scholz, T., Dybing, E. & Soderlund, E. J. DNA strand breaks in testicular cells from humans and rats following in vitro exposure to 1,2-dibromo-3-chloropropane (DBCP). *Reproductive Toxicol.* 10, 51–59 (1996).

- [314] Gips, T. EDB: Poisoning pancakes, oranges, water and workers. in *Breaking the Pesiticide Habit: Alternatives to 12 Hazardous Pesticides* (International Alliance for Sustainable Agriculture/International Organization of Consumer Union, Minneapolis, 1990).
- [315] WHO. *Methyl Bromide* (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1995).
- [316] Epstein, S. S. Breast cancer and the environment. *Ecologist* 23, 192-193 (1993).
- [317] Cox, C. 1,3-dichloropropene. *Pest Specific J. Pesticide Reform* 12 (1992).
- [318] Semenza, J. C., Tolbert, P. E., Rubin, C. H., Guillette, L. J. & Jackson, R. J. Reproductive toxins and alligator abnormalities at Lake-Apopka, Florida. *Environ. Health Persp.* 105, 1030-1032 (1997).
- [319] Allen, R. H., Gottlieb, M., Clute, E., Pongsiri, M. J., Sherman, J. & Obrams, G. I. Breast-cancer and pesticides in Hawaii - The need for further study. *Environ. Health Persp.* 105, 679-683 (1997).
- [320] Espinoza, E. & Polini, G. Victims de sustancia toxica - 500 trabajadores quedan esteriles en Zona Atlantica. *La Nation* (Sept. 14) (1986).
- [321] James, W. H. Further evidence that pesticides or herbicides cause non-Hodgkin's lymphoma. *J. Nat. Cancer Instit.* 83, 1420-1421 (1991).
- [322] Anonymous. *DBCP, The Legacy and Toxic Torts* (Misko, Howie and Sweeney, Texas, 1994).
- [323] Teramoto, S., Saito, R., Aoyama, H. & Shirasu, Y. Dominant lethal mutation induced in male rats by 1,2-dibromo-3-chloropropane (DBCP). *Mutation Res.* 77, 71-78 (1980).
- [324] Teramoto, S. & Shirasu, Y. Genetic toxicology of 1,2-dibromo-3-chloropropane (DBCP). *Mutation Res. Rev. Genetic Toxicol.* 221, 1-9 (1989).
- [325] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai. 9. A könyvelők áldozata: chlordan és heptachlor. *Élet és Tudomány* 55, 946-948 (2000).
- [326] Dinham, B. *Controlling hazardous trade: the potential of Prior Informed Consent* (The Pesticide Trust, London, 1993).
- [327] Xintaras, C., Burg, J. R., Tanaka, S., Lee, S. T., Johnson, B. L., Cottril, G. A. & Bender, J. *NIOSH Health Survey of Velsicol Pesticide Workers. Occupational Exposure to Leptophos and Other Chemicals* (US Government Printing Office, Washington DC, 1978).
- [328] Schimmel, S. C., Hamaker, T. L. & Forester, J. Toxicity and bioconcentration of EPN and leptophos to selected esturine animals. *Contrib. Mar. Sci.* 22, 193-203 (1979).
- [329] Soliman, S. A. & Farmer, J. D. Delayed neuropathy in adult Peking ducks induced by some organophosphorus esters. *J. Toxicol. Environ. Health* 14, 5-6 (1984).
- [330] Sheets, L. & Norton, S. Peripheral nerve damage in chicks following treatment with organophosphorus compounds in ovo. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 78, 412-420 (1985).
- [331] Baxter, D. *Chlordane: A Pesticide Review* (National Coalition Against the Misuse of Pesticides, Washington, DC, 1986).
- [332] Gips, T. Chlordane and heptachlor: killing termites, contaminating the World. In: *Breaking the Pesiticide Habit: Alternatives to 12 Hazardous Pesticides* (International Alliance for Sustainable Agriculture/International Organization of Consumer Union, Minneapolis, 1990).
- [333] Richou Bac, L. Contamination of milk and dairy products. *Revue Francaise de Dietetique* 18, 5-14 (1974).

- [334] Anonymous. *Heptachlor Found in Hawaii Breast Milk* (Northwest Coalition for Alternatives to Pesticides (NCAP News), Washington, DC, 1982).
- [335] Shinoff, P. & Navarro, M. \$25 million suit over Safeway eggs. *San Francisco Examiner* (April 8) 8 (1980).
- [336] Yoshida, S., Moriguchi, Y., Konishi, Y., Taguchi, S. & Yakushiji, T. Analysis of organophosphorus termiticides in human milk. *Japanese J. Toxicol. Environ. Health* 38, 52–56 (1992).
- [337] Epstein, S. S. & Ozonoff, D. Leukemias and blood dyscrasias following exposure to chlordane and heptachlor. *Teratogen. Carcinogen. Mutagen.* 7, 527–540 (1987).
- [338] Tvedten, S. Who is who in the poison industry? In: *The Best Control* (Get Set Inc., 1997).
- [339] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai. 10. Az atka-akta: chlordimeform. *Élet és Tudomány* 55, 1098–1100 (2000).
- [340] Rashid, K. A. & Ercegovich, C. D. New laboratory tests evaluate chemicals for cancer or gene damage. *Science in Agriculture* 23, 7 (1976).
- [341] Lang, R. & Adler, I. D. Studies on the mutagenic potential of the pesticide chlordimeform and its principal metabolites in the mouse heritable translocation assay. *Mutation Res.* 92, 1–2 (1982).
- [342] Kale, P. G., Petty, B. T., Walker, S., Ford, J. B., Dehkordi, N., Tarasia, S., Tasie, B. O., Kale, R. & Sohni, Y. R. Mutagenicity testing of 9 herbicides and pesticides currently used in agriculture. *Environ. Mol. Mutagen.* 25, 148–153 (1995).
- [343] Sobbhay, H. M. & Hassan, A. B. Effect of chlordimeform on fetal development in rats. *Veter. Med. J. Giza* 41, 57–59 (1993).
- [344] Folland, D. S. Acute hemaorrhagic cystitis. Industrial exposure to the pesticide chlordimeform. *J. Amer. Med. Assoc.* 239, 1052–1055 (1978).
- [345] Gips, T. Chordimeform: a new improved carcinogen replaces cotton's resistant pesticides. in *Breaking the Pesiticide Habit: Alternatives to 12 Hazardous Pesticides* (International Alliance for Sustainable Agriculture/International Organization of Consumer Union, Minneapolis, 1990).
- [346] Guest, L. & Erlichman, J. Pesticide used on children. *The Guardian* (Dec. 17) (1982).
- [347] Schapiro, M. Ciba-Geigy uses Egyptian children as guinea pigs. *Multinational Monitor* (May) 1–18 (1983).
- [348] Goldsmith, D. R. Human cropspray tests. *New Scientist* (March 10) (1983).
- [349] EWG. *Pesticide Companies Using Humans in Lab Studies. A New Strategy to Gain U.S. Approval for Insecticides* (Environmental Working Group, Washington DC, 1998).
- [350] EII. The global marketplace. *Earth Island Journal* 14 (1) (1998/1999).
- [351] Kimmel, E. C., Casida, J. E. & Ruza, L. O. Formamidine insecticides (chlordimeform and amitraz) and chloroacetanilide herbicides: disubstituted anilines and nitrosobenzenes as mammalian metabolites and bacterial mutagens. *J. Agric. Food Chem.* 34, 157–161 (1986).
- [352] Hallenbeck, W. H. & Cunningham-Burns, K. M. *Pesticides and Human Health* (Springer Verlag, New York, 1985).
- [353] EPA. *Amitraz* (Environmental Protection Agency, Washington DC, 1987).
- [354] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai. 11. Fatelepi szuvenír: PCP. *Élet és Tudomány* 55, 1322–1324. (2000).

- [355] Stab, J. A., Traas, T. P., Sroomberg, G., van Kesteren, J., Leonards, P., van Hattum, B., Brinkman, U. A. T. & Cofino, W. P. Determination of organotin compounds in the foodweb of a shallow freshwater lake in the Netherlands. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 31, 319–328 (1996).
- [356] Harrison, P. T. C., Holmes, P. & Humfrey, C. D. N. Reproductive health in humans and wildlife – Are adverse trends associated with environmental chemical-exposure. *Sci. Total Environ.* 205, 97–106 (1997).
- [357] Anonymous. *Over-Exposed: TBTO Review* (The Pesticide Trust, London, 1993).
- [358] Tofigueras, J., Barrot, C., Rodamilans, M., Gomezcatalan, J., Torra, M., Brunet, M., Sataber, F. & Corbella J. Accumulation of hexachlorobenzene in humans – A long-standing risk. *Human & Exp. Toxicol.* 14, 20–23 (1995).
- [359] Darvas, B. A piszkos tizenkettő és felebarátai. 12. A csúcsrajárattott minőség: aldicarb. *Élet és Tudomány* 55, megjelenés alatt (2000).
- [360] Grendon, J., Frost, F. & Baum, L. Chronic health effects among sheep and humans surviving an aldicarb poisoning incident. *Veter. Human Toxicol.* 36, 218–223 (1994).
- [361] WHO. *Aldicarb* (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1991).
- [362] IARC. *Occupational Exposures in Insecticide Application, and Some Pesticides* (International Agency for Research on Cancer, Lyon, 1991).
- [363] Kevekordes, S., Gebel, T., Pav, K., Edenharder, R. & Dunkelberg, H. Genotoxicity of selected pesticides in the mouse bone-marrow micronucleus test and in the sister-chromatid exchange test with human-lymphocytes in vitro. *Toxicology Lett.* 89, 35–42 (1996).
- [364] Hajoui, O., Flipo, D., Mansour, S., Fournier, M. & Krzystyniak, K. Immunotoxicity of subchronic versus chronic exposure to aldicarb in mice. *Int. J. Immunopharmacol.* 14, 1203–1211 (1992).
- [365] Anonymous. Aldicarb food poisoning from contaminated melons in California. *Morbidity Mortality Weekly Rep.* 35, 254–258 (1986).
- [366] Cox, C. Aldicarb. *J. Pestic. Reform* 12 (1992).
- [367] Anonymous. Cucumber caused Portlander's illness. *The Oregonian* (April 16) (1988).
- [368] PANNA. Aldicarb spill in Texas causes fire, evacuations, sends people to hospital. *PANUPS* (April 21) (1994).
- [369] Darvas, B. Víz-jel. *Élet és Irodalom* 44, megjelenés alatt (2000).
- [370] Uhler, B. Atrazine. *J. Pestic. Reform* 11 (1991).
- [371] Albanis, T. A., Pomonis, P. J. & Sdoukos, A. T. Seasonal fluctuations of organochlorine and triazine pesticides in the aquatic system of Ioannina Basin (Greece). *Sci. Total Environ.* 58, 243–253 (1986).
- [372] Battaglia, G. Correct level of pesticides in drinking water source in EC member states *In The EEC Directive 80/778 on the Quality of Water Intended for Human Consumption: Pesticides. May 5 & 6, 1988* (EEC Seminar, Como, Italy, 1988).
- [373] Pearce, F. & MacKenzie, D. It's raining pesticides. *New Scientist* (1999).
- [374] Galassi, S., Guzzella, L. & Sora, S. Mutagenic potential of drinking waters from surface supplies in northern Italy. *Environ. Toxicol. Chem.* 8, 109–116 (1989).
- [375] Bacci, E., Renzoni, A., Gaggi, C., Calamari, D., Franchi, A., Vighi, M. & Severi, A. Models, field studies, laboratory experiments: an integrated approach to evaluate the environmental fate of atrazine (s-triazine herbicide). *Agric. Ecosyst. Environ.* 37, 1–4 (1989).

- [376] Jewell, T. & Rispens, J. *Deadly donations: EU and World Bank pesticide aid to Albania* (Greenpeace, Amsterdam, 1994).
- [377] Morgan, M. K., Scheuerman, P. R., Bishop, C. S. & Pyles, R. A. Teratogenic Potential of Atrazine and 2,4-D Using Fetax. *J. Toxicol. Environ. Health* 48, 151–168 (1996).
- [378] Clements, C., Ralph, S. & Petras, M. Genotoxicity of select herbicides in *Rana catesbeiana* tadpoles using the alkaline single-cell gel DNA electrophoresis (Comet) Assay. *Environ. Mol. Mutagen.* 29, 277–288 (1997).
- [379] Preez, H. H. d., Vuren, J. H. J. v., Du Preez, H. H. & Van Vuren, J. H. J. Bioconcentration of atrazine in the banded tilapia, *Tilapia sparrmanii*. *Comp. Biochem. Physiol. C, Comp. Pharmacol. Toxicol.* 101, 651–655 (1992).
- [380] EPA. *National Survey of Pesticides in Drinking Water Wells: Phase I Report* (U.S. EPA. Office of Pesticides and Toxic Substances. Office of Water, Washington DC, 1990).
- [381] EPA. *Announcement of the Drinking Water Contaminant Candidate List; Notice* (Environmental Protection Agency, Washington DC, 1998).
- [382] ENS. Bottle fed babies ingest cancer causing chemical. *Environ. News Service* (1999).
- [383] Cox, C. Prevention is crucial. *J. Pestic. Reform* 16, 2–7 (1996).
- [384] PANNA. Herbicides linked to infant health problem. *PANUPS* (July 8) (1997).
- [385] Cova, D., Nebuloni, C., Arnoldi, A., Bassoli, A., Trevisan, M. & Delre, A. A. N. N-Nitrosation of triazines in human gastric-juice. *J. Agric. Food Chem.* 44, 2852–2855 (1996).
- [386] Donna, A., Crosignani, P., Robutti, F., Betta, P. G., Bocca, R., Mariani, M., Ferrario, F., Fissi, R. & Berrino, F. Triazine herbicides and ovarian epithelial neoplasms. *Scandinavian J. Work Environ. Health* 15, 47–53 (1989).
- [387] Eldridge, J. C., Tennant, M. K., Wetzel, L. T., Breckenridge, C. B. & Stevens, J. T. Factors affecting mammary-tumour Incidence in chlorotriazine-treated female rats – Hormonal properties, dosage, and animal strain. *Environ. Health Persp.* 102, 29–36 (1994).
- [388] Fournier, M., Friberg, J., Girard, D., Mansour, S. & Krzystyniak, K. Limited immunotoxic potential of technical formulation of the herbicide atrazine (AAtrex) in mice. *Toxicology Lett.* 60, 263–274 (1992).
- [389] Pintér, A., Török, G., Börzsönyi, M., Surján, A., Csik, M., Kelecsényi, Z. & Kocsis, Z. Long-term carcinogenicity bioassay of the herbicide atrazine in F344 rats. *Neoplasma* 37, 533–544 (1990).
- [390] Sathiakumar, N., Delzell, E. & Cole, P. Mortality among workers at 2 triazine herbicide manufacturing plants. *Amer. J. Industr. Med.* 29, 143–151 (1996).
- [391] NCAMP. UK and Germany move against triazines. *National Coalition Against the Misuse of Pesticides's Technical Report* 6, 4 (1991).
- [392] Anonymous. *Oversight over godkendte bekaempelsesmidler 1999* (Miljö- og Eneggi-ministeriet Miljøstyrelsen, København, 1999).
- [393] Falk, V., Persson, M. & Prideaux, G. B. *Kemikalie inspektionens förteckning över* (Bekämpningsmedel M. M. Printgraf, Stockholm, 1998).
- [394] Li, J., Katiyar, S. K. & Edlind, T. D. Site-directed mutagenesis of *Saccharomyces cerevisiae* beta-tubulin – Interaction between residue-167 and benzimidazole compounds. *FEBS Lett.* 385, 7–10 (1996).
- [395] Can, A. L. P. & Albertini, D. F. Stage-specific effects of carbendazim (Mbc) on meiotic cell-cycle progression in mouse oocytes. *Mol. Repr. Devel.* 46, 351–362 (1997).

- [396] Piersma, A. H., Verhoef, A. & Dortant, P. M. Evaluation of the OECD-421 reproductive toxicity screening-test protocol using 1-(butylcarbamoyl)-2-benzimidazole-carbamate (benomyl). *Teratogen. Carcinogen. Mutagen.* 15, 93–100 (1995).
- [397] Drewes, C. D., Zoran, M. J. & Callahan, C. A. Sublethal neurotoxic effects of the fungicide benomyl on earthworms (*Eisenia fetida*). *Pestic. Sci.* 19, 197–208 (1987).
- [398] PT. Priority pesticides at Cancer Agency. *The Pesticides Trust* 23 (March) (1994).
- [399] Hess, R. A., Moore, B. J., Forrer, J., Linder, R. E. & Abuel-Atta, A. A. The fungicide benomyl (methyl 1-(butylcarbamoyl)-2-benzimidazolecarbamate) causes testicular dysfunction by inducing the sloughing of germ cells and occlusion of efferent ductules. *Fundam. Appl. Toxicol.* 17, 733–745 (1991).
- [400] MAFF/PSD. *UK Review of MBC Fungicides Benomyl and Carbendazim* (MAFF/PSD, York, 1997).
- [401] Paduano, M., Mcghie, J. & Boulton, A. Mystery of babies with no eyes. *The Observer* (Jan. 17) (1993).
- [402] Mcghie, J. & Boulton, A. Pesticide theory voiced as doctors hunt for causes. *Observer* (Jan. 24) (1993).
- [403] Lilford, R. Clusters of anophthalmia in Britain: difficult to implicate on current evidence. *British Med. J.* 83, 1559–1562 (1993).
- [404] Anonymous. Pesticides in court. *Pesticides News* 33 (Sept.) (1996).
- [405] Bane, G. News from around the World: Pesticides tales. *J. Pestic. Reform* 12 (1992).
- [406] PANNA. Right to know wins over Du Pont trade secrets claim. *PANUPS* (Febr. 1) (1994).
- [407] PANNA. Benomyl questions unanswered. *PANUPS* (Jan. 8) (1992).
- [408] Thom, M. Du Pont settles more Benlate DF claims. *Sustainable Agricult. Week* 3 (1994).
- [409] Dressler, K. Benlate questions and secrecy persist. *Global Pesticide Campaigner* (Febr.) (1993).
- [410] UN. *Consolidated List of Products Whose Consumption and/or Sale have been Banned, Withdraw, Severely Restricted or not Approved by Governments* (U.N. Publication No: E.94.IV.3., New York, 1994).
- [411] Perocco, P., Colacci, A., Delciello, C. & Grilli, S. Transformation of BALB/C 3T3 cells in vitro by the fungicides captan, captafol and folpet. *Japanese J. Cancer Res.* 86, 941–947 (1995).
- [412] Lenz, W. *The History of Thalidomide (extract from a lecture given at the 1992 UNITH Congress)* (Thalidomide Victims Association of Canada, Montreal, 1992).
- [413] Marion, J. F. *Thalidomide and IBD* (Crohn's and Colitis Foundation of America, New York, 1996).
- [414] Levine, J. *FDA Panel Recommends Approval of Thalidomide* (CNNem Portugues, 1997).
- [415] Warren, R. *Living in a World with Thalidomide: A New Reality* (Thalidomide Victims Association of Canada, Montreal, 1998).
- [416] Breban, M., Gombert, B. & Amor, B. Efficacy of thalidomide in the treatment of refractory ankylosing spondylitis. *Arthritis Rheum.* 42, 580–581 (1999).
- [417] Kennedy, G. L., Jr., Arnold, D. W. & Keplinger, M. L. Mutagenicity studies with captan, captafol, folpet and thalidomide. *Food Cosm. Toxicol.* 13, 55–61 (1975).
- [418] McLaughlin, J., Reynolds, E. F., Lamar, J. K. & Marliac, J. P. Teratology studies in rabbits with captan, folpet, and thalidomide. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 14, 641 (1969).

- [419] Robens, J. F. Teratogenic activity of several phthalimide derivatives in the golden hamster. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 16, 24–34 (1970).
- [420] Robens, J. F. Teratogenesis. In: *Current Veterinary Therapy. V. Small Animal Practice* (ed. Kirk, R. W.) 152–154 (Saunders, W. B., Philadelphia, 1974).
- [421] Várnagy, L., FánCSI, T., Ippen, R. & Schroder, H. D. Malformations in quail embryos affected by different pesticides-immersion technique. (Parathion and captan). *Erkrankungen der Zootiere. Verhandlungsbericht des 25*, 203–207 (1983).
- [422] Quest, J. A., Fenner Crisp, P. A., Burnam, W., Copley, M., Dearfield, K. L., Hamernik, K. L., Saunders, D. S., Whiting, R. J. & Engler, R. Evaluation of the carcinogenic potential of pesticides. 4. Chloralkylthiodicarboximide compounds with fungicidal activity. *Reg. Toxicol. Pharmacol.* 17, 19–34 (1993).
- [423] Guo, Y. L. L., Wang, B. J., Lee, C. C. & Wang, J. D. Prevalence of dermatoses and skin sensitization associated with use of pesticides in fruit farmers of Southern Taiwan. *Occupat. Environ. Med.* 53, 427–431 (1996).
- [424] Redwood, D. Split decision on bananas. *Times* (1998).
- [425] Wiles, R. & Campbell, C. *Pesticides in Children's Food* (Environmental Working Group, Washington DC, 1993).
- [426] Wen, P. Pesticides on produce leave residue of worry. *Boston Globe* (1997).
- [427] BBLFB. Ableitung für pflanzenschutzmittel und anwendungstechnik. *Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig Informationssystem Infozupp*, 1–11 (1998).
- [428] Lewis, S. U.S. activists press Rhône Poulenc to curtail storage of the Bhopal chemical, MIC. *Global Pesticide Campaigner* 4 (Dec.) (1994).
- [429] Cox, C. Carbaryl. *J. Pestic. Reform* 13, 31–36 (1993).
- [430] Mathur, A. & Bhatnagar, P. A teratogenic study of carbaryl in Swiss albino mice. *Food Chem. Toxicol.* 29, 629–632 (1991).
- [431] Beraud, M., Fargue, M. F., Pipy, B. & Derache, P. Interaction of carbaryl and N-nitroso-carbaryl with microsomal monooxygenase activities. *Toxicology Lett.* 45, 2–3 (1989).
- [432] WHO. *Carbaryl* (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1994).
- [433] Darvas, B., Kulcsár, P., Matolcsy, G. & Bélai, I. The inhibitory effect of the soft analogue of A-phenyl-B-triazolium-metyrapone on cytochrome P-450 activity during pupariation in *Sarcophaga bullata* (Dipt., Sarcophagidae). *Entomol. exp. appl.* 44, 295–301 (1987).
- [434] Darvas, B. A zoocidek metabolizálásában közreműködő enzimrendszerek rovarokban. *Növényvédelem* 26, 49–63 (1990).
- [435] Darvas, B., Abd El-Kareim, A. I., Camporese, P., Farag, A. I., Matolcsy, Gy. & Újváry, I. Effects of some proinsecticide type fenoxycarb derivatives, and related compounds on some scale insects and their hymenopterous parasitoids. *J. Appl. Entomol.* 118, 51–58 (1994).
- [436] Pusztai, T. Chromosomal aberrations and chlorophyll mutations induced by some pesticides in barley. *Acta Botan. Hungarica* 29, 1–4 (1983).
- [437] Sharma, A. & Singh, R. M. Mutagenic effect of carbofuran on *Pisum* and *Vicia*. *Geobios* 17, 273–276 (1990).
- [438] Schweinzer, V. Studies on the genotoxicity (anaphase aberration test) of selected plant protection and pesticide compounds using fish cell cultures. 140 (17) (1989).

- [439] Stehrerschmid, P. & Wolf, H. U. Effects of benzofuran and 7 benzofuran derivatives including 4 carbamate insecticides in the in vitro porcine brain tubulin assembly assay and description of a new approach for the evaluation of the test data. *Mutation Res. Rev. Genetic Toxicol.* 339, 61–72 (1995).
- [440] Stehrerschmid, P. & Wolf, H. U. Genotoxic evaluation of 3 heterocyclic N-methyl-carbamate pesticides using the mouse bone-marrow micronucleus assay and the *Saccharomyces cerevisiae* strains D7 and D61.M. *Mutat. Res. Genetic Toxicol.* 345, 111–125 (1995).
- [441] Topaktas, M., Rencuzogullari, E. & Ila, H. B. In vivo chromosomal-aberrations in bone-marrow cells of rats treated with Marshal. *Mutation Res. Genetic Toxicol.* 371, 259–264 (1996).
- [442] Topaktas, M. & Rencuzogullari, E. Chromosomal aberrations in cultured human lymphocytes treated with Marshal and its effective ingredient carbosulfan. *Mutation Res.* 319, 103–111 (1993).
- [443] PANNA. Pesticides cause massive bird kills in Brazil. *Global Pesticide Campaigner* 4 (1) (1994).
- [444] Flemming, L. W. & Timmeny, W. Aplastic anaemia and pesticides. *J. Occup. Med.* 35, 1106–1116 (1993).
- [445] PANNA. EPA to cancel most dichlorvos uses. *Global Pesticide Campaigner* 5 (4) (1995).
- [446] Venkat, J. A., Shami, S., Davis, K., Nayak, M., Plimmer, J. R., Pfeil, R. & Nair, P. P. Relative genotoxic activities of pesticides evaluated by a modified SOS microplate assay. *Environ. Mol. Mutagen.* 25, 67–76 (1995).
- [447] Bell, T. G., Farrell, R. K., Padgett, G. A. & Leendertsen, L. W. Ataxia, depression, and dermatitis associated with the use of dichlorvos-impregnated collars in the laboratory cat. *J. Amer. Veter. Med. Assoc.* 167, 579–586 (1975).
- [448] WHO. *Dichlorvos* (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1989).
- [449] Nehéz, M., Tóth, C. & Dési, I. The effect of dimethoate, dichlorvos, and parathion-methyl on bone-marrow cell chromosomes of rats in subchronic experiments in vivo. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 29, 365–371 (1994).
- [450] Chan, P. C., Huff, J., Haseman, J. K., Alison, R. & Prejean, J. D. Carcinogenesis studies of dichlorvos in Fischer rats and B6C3F1 mice. *Japanese J. Cancer Res.* 82, 157–164 (1991).
- [451] Mennear, J. H. Dichlorvos carcinogenicity – An assessment of the weight of experimental-evidence. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 20, 354–361 (1994).
- [452] Cunningham, M. L. & Matthews, H. B. Cell proliferation as a determining factor for the carcinogenicity of chemicals: studies with mutagenic carcinogens and mutagenic noncarcinogens. *Toxicol. Lett.* 82/83, 9–14 (1995).
- [453] Martin, B. Critics of pesticides: whistleblowing or suppression of dissent? In: *Philosophy and Social Action* 33–55 (Dhirendra Sharma, New Delhi, 1996).
- [454] Anonymous. Dr. Mel Reuber, pathologist, gets sharp censure, warning from his supervisor. *Pesticide & Toxic Chem. News* (April 15) (1981).
- [455] Grossman, J. What's hiding under the sink: dangers of household pesticides. *Environ. Health Persp.* 103 (6) (1995).
- [456] Begum, G., Vijayaraghavan, S., Nageswara Sarma, P. & Husain, S. Study of dimethoate bioaccumulation in liver and muscle tissues of *Clarias batrachus* and its elimination following cessation of exposure. *Pestic. Sci.* 40, 201–205 (1994).

- [457] Nehéz, M. & Dési, I. The effect of dimethoate on bone-marrow cell chromosomes of rats in subchronic 4-generation experiments. *Ecotoxicol. Environ. Safety* 33, 103–109 (1996).
- [458] WHO. *Dimethoat* (UNEP/WHO International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1989).
- [459] Sivaswamy, S. N. Carcinogenic potential of dimethoate. *J. Environ. Biol.* 12, 313–317 (1991).
- [460] Srivastava, M. K. & Raizada, R. B. Developmental effect of technical dimethoate in rats: maternal and fetal toxicity evaluation. *Indian J. Exp. Biol.* 34, 329–333 (1996).
- [461] PANNA. Organophosphorus accident in Greece. *Global Pesticide Campaigner* (Aug.) (1992).
- [462] PANNA. Chemical explosions: Madagascar and Alabama. *PANUPS* (Dec. 23) (1997).
- [463] PANNA. Endosulfan to be banned in Colombia? *PANUPS* (June 16) (1995).
- [464] Rosenthal, E. & Nivia, E. PAN campaign update: Hoechst and endosulfan – the saga continues. *Global Pesticide Campaigner* 5 (2) (1995).
- [465] Moore, M. The first word. *Global Pesticide Campaigner* 5 (1) (1995).
- [466] Nivia, E. Profile: pesticides in Colombia. *Global Pesticide Campaigner* (June) (1991).
- [467] Jamal, A. Pesticide tragedies in Sudan. *Global Pesticide Campaigner* (Febr.) (1992).
- [468] PANNA. Endosulfan responsible for Alabama fish kill. *PANUPS* (Febr. 23) (1996).
- [469] Raloff, J. Common pesticide clobbers amphibians. *Science News* 154, 150 (1998).
- [470] Toledo, M. C. F. & Jonsson, C. M. Bioaccumulation and elimination of endosulfan in Zebra fish (*Brachydanio rerio*). *Pestic. Sci.* 36, 207–211 (1992).
- [471] Bose, K. K., Mukherjee, S. K. & Sukul, P. Evaluation of endosulfan (Thiodan) residues in ovarian tissues and serum after repeated oral administration in goats. *Indian J. Anim. Health* 29, 127–130 (1990).
- [472] Sinha, N., Narayan, R. & Saxena, D. K. Effect of endosulfan on the testis of growing rats. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 58, 79–86 (1997).
- [473] Dubois, M., Pfohlleszkowicz, A., Dewaziers, I. & Kremers, P. Selective induction of the Cyp3A family by endosulfan and DNA-adduct formation in different hepatic and hepatoma-cells. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 1, 249–256 (1996).
- [474] Várnagy, L. & Hadházy, A. A survey of the teratogenic effects of perinatal exposure to some pesticides in chickens. Preliminary report. *Acta Veter. Acad. Sci. Hungaricae* 29, 365–370 (1981).
- [475] Brenner, L. Malathion fact sheet. *J. Pestic. Reform* 12, 29–37 (1992).
- [476] Baker, E. L. *et al.* Epidemic malathion poisoning in Pakistan malaria workers. *The Lancet* (Jan. 7.) (1978).
- [477] PANNA. Food residues in Pakistan. *Global Pesticide Campaigner* 5 (4) (1995).
- [478] Ishikawa, S. & Miyata, M. Development of myopia following chronic organophosphate pesticide intoxication: an epidemiological and experimental study. In: *Neurotoxicity of the Visual System* (eds. Merigan, W. H. & Weiss, B.) (Raven Press, New York, 1980).
- [479] PANNA. Gulf War syndrome linked to flea collars, Deet. *Global Pesticide Campaigner* 7 (1) (1997).
- [480] Leisner, P. USDA holds hearing on Medfly eradication plan. *Naples Daily News* (Aug. 19) (1999).

- [481] Bhatia, A., Jasdeep, K., Makkar, M. & Kaur, J. The alterations of functional cell mediated immunity by exposure to malathion. *J. Ecotoxicol. Environ. Monitoring* 7, 55–58 (1997).
- [482] Garry, V. F., Nelson, R. L., Griffith, J. & Harkins, M. Preparation for human study of pesticide applicators: sister chromatid exchanges and chromosome aberrations in cultured human lymphocytes exposed to selected fumigants. *Teratogen. Carcinogen. Mutagen.* 10, 21–29 (1990).
- [483] Asmatullah, S., Mufti, A., Cheema, A. M. & Iqbal, J. Embryotoxicity and teratogenicity of malathion in mice. *Punjab Univ. J. Zool.* 8, 53–61 (1993).
- [484] Lindhout, D. & Hageman, G. Amyoplasia congenital-like condition and maternal malathion exposure. *Teratology* 36, 7–9 (1987).
- [485] Arevalo, E. S. J., Mestre, J. S. & Ugarte, E. G. R. Congenital malformations due to fumigation with malathion. *Revista Medica de Chile* 115, 37–39 (1987).
- [486] Grether, J. K. *et al.* Exposure to aerial malathion application and the occurrence of congenital anomalies and low birthweight. *AJPH* 77, 1009–1010 (1987).
- [487] Agrawal, R. C., Shukla, Y. & Mehrotra, N. K. Assessment of mutagenic potential of thiram. *Food Chem. Toxicol.* 35, 523–525 (1997).
- [488] Shukla, Y., Baqar, S. M. & Mehrotra, N. K. Carcinogenic and co-carcinogenic studies of thiram on mouse skin. *Food Chem. Toxicol.* 34, 283–289 (1996).
- [489] Bal, H. S. & Khera, K. S. Teratogenic effects of ethylenethiourea (ETU) – a degradation product of ethylenebisdithiocarbamate (EBDC) fungicide on the rat fetus and their urogenital system. *Anat. Histologia Embryol.* 4, 368 (1975).
- [490] Olofsson, B. Alternatives to EBDC compounds for control of late blight (*Phytophthora infestans*) in potatoes in Sweden. *Pestic. Outlook* 3, 11–12 (1992).
- [491] Anonymous. EBDCs fact sheet. *Pestic. News* 39 (March) (1998).
- [492] Reis, M. & Caldas, L. Q. A. Dithiocarbamate residues found on vegetables and fruit marketed in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Ciencia e Cultura Sao Paulo* 43, 216–218 (1991).
- [493] EPA. Ethylene bisdithiocarbamates (EBDCs). Notice of intent to cancel and conclusion of special review. *Federal Register* 57, 7434–7530 (1992).
- [494] Houeto, P., Bindoula, G. & Hoffman, J. R. Ethylenebisdithiocarbamates and ethylenethiourea – Possible human health-hazards. *Environ. Health Persp.* 103, 568–573 (1995).
- [495] James, J. P., Quistad, G. B. & Casida, J. E. Ethylenethiourea S-oxidation products: preparation, degradation, and reaction with proteins. *J. Agric. Food Chem.* 43, 2530–2535 (1995).
- [496] Steenland, K., Cedillo, L., Tucker, J., Hines, C., Sorensen, K., Deddens, J. & Cruz, V. Thyroid-hormones and cytogenetic outcomes in backpack sprayers using ethylenebisdithiocarbamate (EBDC) fungicides in Mexico. *Environ. Health Persp.* 105, 1126–1130 (1997).
- [497] Hayes, W. J. & Laws, E. R. *Handbook of Pesticide Toxicology* (Academic Press, New York, 1990).
- [498] UCS. *The Gene Exchange* (Union of Concerned Scientists, Washington DC, 1995).
- [499] PANNA. Action alert: bromoxynil tolerant cotton. *PANUPS* (May 16) (1997).
- [500] Anonymous. EPA bans use of toxic herbicide bromoxynil on genetically engineered cotton plants. *Environ. Defense Newsletter* 29 (2) (1998).

- [501] Thom, M. Europeans commercialize genetically engineered tobacco. *Bio/Technology/Diversity Week* 3 (12) (1994).
- [502] Drake, B. *Pesticides – the Real Killer in Tobacco Products* (bdrake@onramp.net, 1996).
- [503] EPA. *The 1994 EPA Dioxin Reassessment Health Assessment, Volume III: Risk Characterization* (U.S. EPA, Washington DC, 1994).
- [504] EPA. *Dioxin Reassessment Review* (U.S. Environmental Protection Agency, Science Advisory Board, Washington DC, 1995).
- [505] Allsopp, M., Stringer, R., Thornton, J. & Costner, P. *Achieving Zero Dioxin. An Emergency Strategy for Dioxin Elimination* (Greenpeace Communications, London, 1994).
- [506] Bertazzi, P. A. Molecular epidemiology of the effects of dioxin exposure in the Seveso territory. In: *Seveso 20 Years after from Dioxin to the Oak Wood* (eds. Ramondetta, M. & Repossi, A.) (Fondazione Lombardia per l'Ambiente, Milano, 1998).
- [507] Montague, P. Dioxin in chicken and eggs. *Rachel's Environment & Health Weekly* (July 17) (1997).
- [508] Cranmer, M. F., Senner, G. J., Burge, M. S. P., McChesney, D. V. M. T. & Robinette, R. Residential health impact of large-scale, on-site incineration of dioxin-like compounds. In: *The International Congress on Hazardous Waste: Impact on Human and Ecological Health* (Atlanta Marriott Marquis Hotel, Atlanta, Georgia, 1995).
- [509] EPA. *Draft Dioxin Inventory* (U.S. EPA, Washington DC, 1998).
- [510] Griffith, S. Should children drink three glasses of dioxin-contaminated milk per day? *Journal of Pesticide Reform* 9, (3) 18–20 (1989).
- [511] Anonymous. *Nitro-Baby* (S. C. Rowat, 1998).
- [512] Ward, M. H., Mark, S. D., Cantor, K. P., Weisenburger, D. D., Correa-Villasenor, A. & Zahn, S. H. Drinking water nitrate and the risk of non-Hodgkin's lymphoma. *Epidemiology* (Sept.) (1996).
- [513] NCI. *Nitrate in drinking water associated with increased risk for non-Hodgkin* (National Cancer Institute, Washington DC, 1996).
- [514] Ross, R. D., Morrison, J., Rounbehler, D. P., Fan, S. & Fine, D. H. N-Nitroso compound impurities in herbicide formulations. *J. Agric. Food Chem.* 25, 1416–1418 (1977).
- [515] Börzsönyi, M., Török, G., Pintér, A. & Surján, A. Agriculturally related carcinogenic risk. In: *Models, Mechanisms and Etiology of Tumour Promotion* (eds. Börzsönyi, M., Day, N. E., Lapis, K. & Yamasaki, H.) 465–486 (IARC Sci. Publ., Lyon, 1984).
- [516] Páldy, A., Puskás, N. & Farkas, I. Pesticide use related to cancer incidence as studied in a rural district of Hungary. *Sci. Total Environ.* 73, 229–244 (1988).
- [517] Elia, M. C., Arce, G., Hurt, S. S., Oneill, P. J. & Scribner, H. E. The genetic toxicology of ethylenethiourea – A case-study concerning the evaluation of a chemicals genotoxic potential. *Mutat. Res. Genetic Toxicol.* 341, 141–149 (1995).
- [518] Petrelli, G. & Traina, M. E. Glycol ethers in pesticide products: a possible reproductive risk? *Reproductive Toxicol.* 9, 401–402 (1995).
- [519] Narotsky, M. G. & Kavlock, R. J. A Multidisciplinary approach to toxicological screening 2. Developmental toxicity. *J. Toxicol. Environ. Health* 45, 145–171 (1995).
- [520] Darvas, B. A citokróim P-450 izoenzimek indukciója, szerveződése, funkciói és gátlásuk következményei rovarokban. *Növényvédelem* 24, 341–351 (1988).
- [521] Cantor, K. P. Drinking-water and cancer. *Cancer Causes & Control* 8, 292–308 (1997).

- [522] Ito, N., Hagiwara, A., Tamano, S., Futacuchi, M., Imaida, K. & Shirai, T. Effects of pesticide mixtures at the acceptable daily intake levels on rat carcinogenesis. *Food Chem. Toxicol.* 34, 1091–1096 (1996).
- [523] Bonin, J., Ouellet, M., Rodrigue, J. & DesGranges, J.-L. Measuring the health of frogs in agricultural habitats subjected to pesticides. In: *Amphibian in Decline: Canadian Studies of a Global Problem* (ed. Green, D. M.) 246–257 (Herpetological Conservation, Montréal, 1997).
- [524] Clements, C., Ralph, S. & Petras, M. Genotoxicity of select herbicides in *Rana catesbeiana* tadpoles using the alkaline single-cell gel DNA electrophoresis (Comet) assay. *Environ. Mol. Mutagen.* 29, 277–288 (1997).
- [525] Darvas, B. A tudomány lelkiismerete (genetika – génetika). *Élet és Irodalom* 41, (50) 7–8 (1997).
- [526] Watson, D. J., Tooze, J. & Kurtz, D. T. *A rekombináns DNS* (Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1988).
- [527] Darvas, B. A kocka el van vetve? *Élet és Irodalom* 41, (38) 5 (1997).
- [528] Darvas, B. Lopakodó leépülés, avagy a tudományos pályázati rendszer kórképe. *Élet és Irodalom* 40, (47) 6–7 (1996).
- [529] Darvas, B. A tökéletlen másolat (genetika – génetika). *Élet és Irodalom* 42, (48) 3 és 9 (1998).
- [530] Weil, D. Scientist sets off clone controversy. *Reuters* (Jan. 7) (1998).
- [531] Willadsen, S. M. Micromanipulation of embryos of the large domestic species. *J. Royal Agricultural Society England* 146, 160–171 (1985).
- [532] Willadsen, S. M. Nuclear transplantation in sheep embryos. *Nature* 320, 63–65 (1986).
- [533] Levron, J., Willadsen, S., Bertoli, M. & Cohen, J. The development of mouse zygotes after fusion with synchronous and asynchronous cytoplasm. *Human Reprod.* 11, 1287–1292 (1996).
- [534] Kolata, G. Scientists face new ethical quandaries in baby-making. *The New York Times* (Aug. 19) (1997).
- [535] Anonymous. Healthy baby born after world's first successful cytoplasmic transfer. *Medical News and Alerts* (July 21) (1997).
- [536] Kolata, G. *Clone: the Road to Dolly and the Path Ahead* (Morrow, New York, 1997).
- [537] Kolata, G. Ten cloned cows soon to be born, company reports, duplicating a lamb experiment. *The New York Times* (Aug. 8) (1997).
- [538] Wilmut, I., Schieke, A. E., McWhir, J., Kind, A. J. & Campbell, K. H. S. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature* 385, 810–813 (1997).
- [539] Kreeger, K. Y. Observers give mixed reviews to media's 'Dollymania'. *The Scientist* 11, 1–3 (1997).
- [540] Dixon, P. *The Genetic Revolution* (Wesley Owen Books, Kingsway, 1997).
- [541] Lindner, A. Áttörés a biológiában. Egy egészen másállapot. *HVG* (10) 95–96 (1997).
- [542] Kolata, G. Iconoclastic genius of cloning. *The New York Times* (June 3) (1997).
- [543] Dyson, F. Can science be ethical? *The New York Review* 4, 46–49 (1997).
- [544] Rogers, H. J. & Parkes, H. C. Transgenic plants and the environment. *J. Exp. Botany* 46, 467–488 (1995).
- [545] Birch, R. G. Plant transformation: problems and strategies for practical application. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 48, 297–326 (1997).

- [546] James, C. *Global Review of Commercialized Transgenic Crops* (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications, Ithaca, NY, 1998).
- [547] Balázs, E. Egy új „zöld forradalom” küszöbén. *Magyar Tudomány* 45, 573–579 (2000).
- [548] Dulinafka, Gy., Darvas, B., Dezsény, M., Gyulai, P., Mező, G. & Szalay-Marzsó, L. Control of European pine sawfly (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) with nuclear polyhedrosis virus. In: *P. Int. Conf. Integr. Plant Prot.* (ed. Darvas, B., Tóth, M., Vajna, L.) 7–10 (Kertészeti Egyetem Nyomda, Budapest, 1983).
- [549] Bonning, B. C. & Hammock, B. D. Development of recombinant baculoviruses for insect control. *Ann. Rev. Entomol.* 41, 191–210 (1996).
- [550] Whalon, M. E. & McGaughey, W. H. *Bacillus thuringiensis* use and resistance management. In: *Insecticides with Novel Modes of Action* (eds. Ishaaya, I. & Degheele, D.) 107–137 (Springer, Berlin, 1998).
- [551] Carlton, B. C. Development of genetically improved strains of *Bacillus thuringiensis*. *ACS Symp. Series* 379, 260–279 (1988).
- [552] Carlton, B. C. Development and commercialization of new and improved biopesticides. In: *Engineering Plants for Commercial Products and Application* (eds. Collins, G. B. & Shepherd, R. J.) 154–163 (The New York Academy of Sciences, New York, 1996).
- [553] Sanchis, V., Agaisse, H., Chaufaux, J. & Lereclus, D. Construction of new insecticidal *Bacillus thuringiensis* recombinant strains by using the sporulation nondependent expression system of CryIIIa and a site-specific recombination vector. *J. Biotechnol.* 48, 81–96 (1996).
- [554] Sanchis, V., Agaisse, H., Chaufaux, J. & Lereclus, D. A recombinase-mediated system for elimination of antibiotic-resistance gene markers from genetically-engineered *Bacillus thuringiensis* strains. *Appl. Environ. Microbiol.* 63, 779–784 (1997).
- [555] Metz, P. L. J. & Nap, J. P. A transgene-centered approach to the biosafety of transgenic plants – Overview of selection and reporter genes. *Acta Botanica Neerlandica* 46, 25–50 (1997).
- [556] Darvas, B. Genetikailag módosított élszervezetek a növényvédelemben. In: *A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon* (ed. Polgár, A. L.) 209–232 (OMFB, Budapest, 1999).
- [557] Snow, A. A. & Palma, P. M. Commercialization of transgenic plants – Potential ecological risks. *Bioscience* 47, 86–96 (1997).
- [558] PANNA. Problems with herbicide tolerant cotton in U.S. *PANUPS* 35, (Dec.) 1–2 (1997).
- [559] PANNA. Monsanto: genetic engineering error in Canada. *Global Pesticide Campaigner* 7, (3) 18 (1997).
- [560] Venetianer, P. Géntechnológia-ellenesség – tudományellenesség? *Magyar Tudomány* 44, 1170–1176 (1999).
- [561] Venetianer, P. A génszabvány két háborúja. *Magyar Tudomány* 55, 530–536 (2000).
- [562] Dudits, D. *Növénynevelés géntechnológiai segédlettel* (MTA Szegedi Biológiai Központ, Winter Fair Kft., Szeged, 1998).
- [563] USDA. *Genetically engineered crops for pest management* (U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, Washington DC, 1999).

- [564] Druker, S. US regulators ignored own scientists' warnings over GM food. *GM-Free* 1, (3) 12–13 (1999).
- [565] Pusztai, Á. & Ewen, S. *Scientific advice to government: genetically modified food* (Stat. Off. STC, London, 1999).
- [566] Ferrara, J. Revolving doors: Monsanto and the regulators. *The Ecologist* 28, 280–286 (1998).
- [567] Kimbrell, A. The Frankenstein corporation: Monsanto's merger with American Home Products. *The Ecologist* 28, 306–308 (1998).
- [568] Dudits, D. és Dohy, J. *Biotechnológia: lépéstartás Európával* (ed. Glatz, F.) (Magyar Tudományos Akadémia, Krónikás Bt., Biatorbágy, 1998).
- [569] Jackson, S. G., Goodbrand, R. B., Ahmed, R. & Kasatiya, S. *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* isolated in a gastroenteritis outbreak investigation. *Letters in Applied Microbiology* 21, 103–105 (1995).
- [570] Damgaard, P. H. Diarrhoeal enterotoxin production by strains of *Bacillus thuringiensis* isolated from commercial *Bacillus thuringiensis*-based insecticides. *FEMS Immun. Med. Microbiol.* 12, 245–250 (1995).
- [571] Damgaard, P. H., Larsen, H. D., Hansen, B. M., Bresciani, J. & Jorgensen, K. Enterotoxin-producing strains of *Bacillus thuringiensis* isolated from food. *Lett. Appl. Microbiol.* 23, 146–150 (1996).
- [572] Georgiou, G. P. & Wirth, M. C. Influence of exposure to single versus multiple toxins of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* on development of resistance in the mosquito *Culex quinquefasciatus* (Diptera, Culicidae). *Appl. Environ. Microbiol.* 63, 1095–1101 (1997).
- [573] Maessen, G. D. F. Genomic stability and stability of expression in genetically-modified plants. *Acta Botanica Neerlandica* 46, 3–24 (1997).
- [574] Stam, M., Mol, J. N. M. & Kooter, J. M. The silence of genes in transgenic plants. *Annals of Botany* 79, 3–12 (1997).
- [575] Winston, M. L. The biology and management of africanized honey bees. *Ann. Rev. Entomol.* 37, 173–193 (1992).
- [576] Kiss, I. *P elem transzpozonnal indukált mutánsok felhasználása a Drosophila fejlődésgenetikában* (MTA Szegedi Biológiai Központ, Genetikai Intézete, Szeged, 1998).
- [577] Ashburner, M. Genetic system in Palaearctic Diptera. In: *Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera* (eds. Papp, L. & Darvas, B.) 241–281 (Science Herald, Budapest, 2000).
- [578] Hugenholtz, P. & Pace, N. R. Identifying microbial diversity in the natural-environment – A molecular phylogenetic approach. *Trends in Biotechnology* 14, 190–197 (1996).
- [579] Lindemann, J. & Suslow, T. V. Competition between ice nucleation-active wild type and ice nucleation-deficient deletion mutant strains of *Pseudomonas syringiae* and *P. fluorescens* biovar I and biological control of frost injury on strawberry blossoms. *Phytopathology* 77, 882–886 (1987).
- [580] Kozdroj, J. Survival, plasmid transfer and impact of *Pseudomonas fluorescens* introduced into soil. *J. Environ. Sci. Health Part A Environ. Sci. Engineering & Toxic Hazard. Subs. Cont.* 32, 1139–1157 (1997).
- [581] Raybould, A. F. & Gray, A. J. Genetically-modified crops and hybridization with wild relatives – A UK perspective. *J. Appl. Ecol.* 30, 199–219 (1993).

- [582] Raybould, A. F. & Gray, A. J. Will hybrids of genetically-modified crops invade natural communities. *Trends Ecol. Evol.* 9, 85–89 (1994).
- [583] van Raamsdonk, L. W. D. & van der Maeden, L. J. G. Crop-weed complexes: the complex relationship between crop plant and their wild relatives. *Acta Botanica Neerlandica* 45, 135–155 (1996).
- [584] van Raamsdonk, L. W. D. & Schouten, H. J. Gene flow and establishment of transgenes in natural plant-populations. *Acta Botanica Neerlandica* 46, 69–84 (1997).
- [585] Arriola, P. E. & Ellstrand, N. C. Crop-to-weed gene flow in the genus *Sorghum* (Poaceae) – Spontaneous interspecific hybridization between johnsongrass, *Sorghum halepense*, and crop sorghum, *Sorghum bicolor*. *Amer. J. Botany* 83, 1153–1159 (1996).
- [586] Arriola, P. E. & Ellstrand, N. C. Fitness of interspecific hybrids in the genus sorghum – persistence of crop genes in wild populations. *Ecol. Appl.* 7, 512–518 (1997).
- [587] Metz, P. L. J., Jacobsen, E. & Stiekema, W. J. Aspects of the biosafety of transgenic oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Acta Botanica Neerlandica* 46, 51–67 (1997).
- [588] Lefol, E., Danielou, V., Darmency, Boucher, F., Maillet, J. & Renard, M. Gene dispersal from transgenic crops. 1. Growth of interspecific hybrids between oilseed rape and the wild hoary mustard. *J. Appl. Ecol.* 32, 803–808 (1995).
- [589] Lefol, E., Fleury, A. & Darmency, H. Gene dispersal from transgenic crops. 2. Hybridization between oilseed rape and the wild heavy mustard. *Sexual Plant Reprod.* 9, 189–196 (1996).
- [590] Lefol, E., Danielou, V. & Darmency, H. Predicting hybridization between transgenic oilseed rape and wild mustard. *Field Crops Res.* 45, 153–161 (1996).
- [591] Schubbert, R., Lettmann, C. M. & Doerfler, W. Ingested foreign DNA-persist in the gastrointestinal tract and enters the bloodstream of mice. *Mol. Gen. Genetics* 242, 495–504 (1994).
- [592] Kareiva, P. & Parker, I. *Environmental Risks of Genetically Engineered Organisms and Key Regulatory Issues* (Dept. Zool. Botany, Univ. Washington, Seattle, 1995).
- [593] Mikkelsen, T. R., Andersen, B. & Jorgensen, R. B. The risk of transgene spread. *Nature* 380, 31 (1995).
- [594] Darvas, B. A *Bacillus thuringiensis*-től a delta-endotoxint termelő transzgenikus növényekig. In: *4. Tiszántúli Növényvédelmi Fórum (Géntechnológia a növényvédelemben)* (ed. Kövics, Gy.) 14–16 (DATE, Debrecen, 1999).
- [595] Yu, L., Berry, R. E. & Croft, B. A. Effects of *Bacillus thuringiensis* toxins in transgenic cotton and potato on *Folsomia candida* (Collembola, Isotomidae) and *Oppia nitens* (Acari, Oribatidae). *J. Econ. Ent.* 90, 113–118 (1997).
- [596] PANNA. Cotton insecticide contaminates calves. *Global Pesticide Campaigner* 6, (2) 20–21 (1996).
- [597] Lehrer, S. B., Horner, W. E. & Reese, G. Why are some proteins allergenic – Implications for biotechnology. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.* 36, 553–564 (1996).
- [598] Robinson, G. Genetically-modified foods and consumer choice. *Trends in Food Sci. Technol.* 8, 84–88 (1997).
- [599] Ewen, S. W. B. & Pusztai, Á. Effects of diet containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. *The Lancet* 354, 1353–1354 (1999).

- [600] Pusztai, Á., Grant, G., Bardócz, Zs., Alonso, R., Chrispeels, M. J., Schroeder, H. E., Tabe, L. M. & Higgins, T. J. V. Expressin of the insecticidal bean alpha-amylase inhibitor transgene has minimal detrimental effect on the nutritional value of peas fed to rats at 30% of the diet. *J. Nutr.* 129, 1597–1603 (1999).
- [601] Darvas, B. Pusztai Árpád breviáriuma. *Élet és Tudomány* 40, 625–628 (1999).
- [602] Sajgó, M. Biotechnológia: a szellem már kívül, de megvan-e még a palack? (Kísért Asylomar). *Biokémia* 23, 38–40 (1999).
- [603] Dudits, D. A géntechnológia szerepvállalása a növénynemesítésben: a Pusztai-botrány üzenete. *Biokémia* 23, 41–43 (1999).
- [604] Baintner, K. A genetikai módosítás és a félremódosított tájékoztatás (Válasz Dudits Dénesnek). *Biokémia* 23, 64–67 (1999).
- [605] Darvas, B. Nézőpontok, ha különböznek (Homage to Árpád Pusztai). *Biokémia* 23, 99–102, 104 (1999).
- [606] Venetianer, P. A nézőpontok valóban különböznek. *Biokémia* 23 (1999).
- [607] Takács-Sánta, A. és Vida, G. Géntechnológia: az ellenérvek tovább élnek (reakció Venetianer Pál írására). *Magyar Tudomány* 40, 329–338 (1999).
- [608] Ames, B. N., Profet, M. & Gold, L. S. Nature's chemicals and synthetic chemicals: comparative toxicology. *PNAS* 87, 7782–7786 (1990).
- [609] Darvas, B. & Varjas, L. Insect growth regulators. In: *The Armored Scale Insects. Their Biology, Natural Enemies and Control* (ed. Rosen, D.) 393–408 (Elsevier Sci. Publ. B.V., Amsterdam, 1990).
- [610] Darvas, B. Insect development and reproduction disrupters. In: *Soft Scale Insect: Their Biology, Natural Enemies and Control* (eds. Ben-Dov, Y. & Hodgson, C. J.) 165–182 (Elsevier Sci. Publ. B.V., Amsterdam, 1997).
- [611] AKII. *Az AKII 1999. évi növényvédő szer forgalmazási adatai* (Agrárgazdasági Kutató és Informatikai Intézet, Statisztikai Osztály, Budapest, 1999).
- [612] Bognár-Roder, Z. & Varga, L. *Összefoglaló jelentés. Növényvédő szerek fogyasztóvédelmi ellenőrzése* (Fogyasztóvédelmi Főfelügyelőség, Budapest, 1998).
- [613] Cabras, P., Spanedda, L., Maxia, L. & Cabitza, F. Residues of cyromazine and its metabolite melamine in celery. *Revista della Societa Italiana di Scienza dell'Alimentazione* 19, 55–57 (1990).
- [614] Darvas, B., Skuhravá, M. & Andersen, A. Agricultural dipteran pests In: the Palaearctic Region. In: *Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera* (eds. Papp, L. & Darvas, B.) Vol. 1. 565–650 (Science Herald, Budapest, 2000).
- [615] Harmon, M. A., Boehm, M. F., Heyman, R. A. & Mangelsdorf, D. J. Activation of mammalian retinoid X receptors by the insect growth regulator methoprene. *PNAS* 92, 6157–6160 (1995).
- [616] Dhadialla, T. S., Carlson, G. R. & Le, D. P. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. *Ann. Rev. Entomol.* 43, 545–569 (1998).
- [617] Darvas, B. Környezetbarát mezőgazdaság vagy fenntartható mezőgazdasági fejlesztés (sustainable agriculture). *Növényvédelem* 33, 580–581 (1997).
- [618] Darvas, B. Biológiai védekezés a növényházak kártevői ellen. In: *Biológiai védekezés a növényházak főbb kártevői ellen* (ed. Budai, Cs.) 50–59 (Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1987).

- [619] Balázs, K., Csorba, G., Darvas, B., Jenser, G., Kádár, F., Korsós, Z., Loksa, I., Lövei, G., Mészáros, Z., Nagy, Z. L., Papp, J., Polgár, L., Rácz, V., Komlowszky, I., Szentkirályi, F., Topál, Gy. és Török, J. *Biológiai védekezés természetes ellenségekkel* (eds. Balázs, K. és Mészáros, Z.) (Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1989).
- [620] Polgár, L. Peszticidek és hasznos élő szervezetek. *Növényvédelem* 27, 498–505 (1991).
- [621] Budai, Cs., Darvas, B., Kaminszky, M., Zsellér, I., Petró, E. és Polgár, L. *Biológiai védekezés a növényházak kártevői ellen* (ed. Budai, Cs.) (Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1986).
- [622] Darvas, B., Polgár, A. L., Schwarczinger, I. és Turóczi, G. *A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon 1999* (ed. Polgár, A. L.) (OMFB, Budapest, 1999).
- [623] Adams, L. F., Liu, C.-L., MacIntosh, S. C. & Starnes, R. L. Diversity and biological activity of *Bacillus thuringiensis*. In: *Crop Protection Agents from Nature: Natural Products and Analogues* (ed. Copping, L. G.) 360–388 (The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1996).
- [624] Polgár, A. L. és Darvas, B. Ízeltlábúak alkalmazkodási stratégiái. III. Hipobiózis: dormacia (kvieszcencia, diapauza) és kriptobiózis. *Növényvédelem* 31, 369–380 (1995).
- [625] Höfte, H. & Whiteley, H. R. Insecticidal crystal proteins of *Bacillus thuringiensis*. *Microbiol. Rev.* 53, 242–255 (1989).
- [626] Tabashnik, B. E. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Ann. Rev. Entomol.* 39, 47–73 (1994).
- [627] McGaughey, W. H. & Whalon, M. E. Managing insect resistance to *Bacillus thuringiensis* toxins. *Science* 258, 1451–1455 (1992).
- [628] Jenkin, J. N. Use of *Bacillus thuringiensis* genes in transgenic cotton to control Lepidopterous insects. *ACS Symp. Ser.* 524, 267–279 (1993).
- [629] Green, M., Heumann, M., Sokolow, R., Foster, L. R., Bryant, R. & Skeels, M. Public health implications of the microbial pesticide *Bacillus thuringiensis* an epidemiological study, Oregon (USA). *Amer. J. Public Health* 80, 848–852 (1990).
- [630] Darvas, B. Ajuga fajok fitoekdiszteroidjai, mint rovar-fejlődésszabályzó hatású botanikai inszekticidek. *Növényvédelem* 27, 481–498 (1991).
- [631] Darvas, B. Botanikai növényvédő szerek. *Magyar Mezőgazdaság* 51, (8) 15 (1996).
- [632] Darvas, B. Botanikai peszticidek. In: *A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon 1999* (ed. Polgár, L. A.) 181–208 (OMFB, Budapest, 1999).
- [633] Darvas, B., Polgár, L. A., Bream, A. S., Csatlós, I., Farag, A. I., Torma-Gazdag, M., Ilovai, Z., Calcagno, M. P. & Coll, J. T. Efficacy of Ajuga (*A. chamaepitys*, *A. reptans* var. *reptans*, and var. *atropurpurea*) extracts on a wide variety of non-adapted insect species. In: *Neem and Environment. Proc. World Neem Conference* (eds. Sing, R. P., Chari, M. S., Raheja, A. K. & Kraus, W.) 1085–1110 (Oxford and IBH Publ. Co. Pvt. Ltd., New Delhi & Calcutta, 1996).
- [634] Darvas, B., Defu, C., Polgár, L. A., Körmendy, C., Vidal, E., Pap, L. & Coll, J. Effects of Ajuga reptans var. reptans methanolic extracts and its fractions on *Aedes aegypti* and *Dysdercus cingulatus* larvae. *Pestic. Sci.* 49, 392–395 (1997).
- [635] Jacobson, M. *Glossary of Plant-Derived Insect Deterrents* (CRC Press, Inc., Boca Raton, 1990).
- [636] Harborne, J. B. & Baxter, H. *Phytochemical Dictionary. A Handbook of Bioactive Compounds from Plants* (Taylor and Francis, London, 1993).

- [637] Pérez, M. A., Ocete, R. & Lara, M. Ensayos sobre la actividad antialimentaria de un extracto etanólico de hojas de *Daphne gnidium* L. frente a cuatro especies de insectos. *Bol. San. Veg. Plagas* 18, 435–440 (1992).
- [638] Devakumar, C. & Dev, S. Chemistry. *In: Neem Research and Development* (eds. Randhawa, N. S. & Parmar, B. S.) 63–96 (Society of Pesticide Science, India, New Delhi, 1993).
- [639] Parmar, B. S. & Ketkar, C. M. Commercialization. *In: Neem Research and Development* (eds. Randhawa, N. S. & Parmar, B. S.) 271–283 (Society of Pesticide Science, New Delhi, 1993).
- [640] Saxena, R. C. Insecticides from neem. *In: Insecticide of Plant Origin* (eds. Arnason, J. T., Philogene, B. J. R. & Morand, P.) 110–135 (American Chemical Society, Washington DC, 1989).
- [641] Kocken, J. & van Roozendaal, G. The neem tree debate. *Biotechnology and Development Monitor* 30, 8–11 (1997).
- [642] Jacobson, M. Toxicity to vertebrates. *In: The Neem Tree Azadirachta indica A. Juss and other Meliaceae Plants* (ed. Schmutterer, H.) 484–495 (VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, 1995).
- [643] Martin, H.-P. & Schumann, H. A. *Die Globalisierungsfalle Der Angriff auf Demokratie und Wohlstand*. Rowolth Verlag GmbH, Reinbek bei, Hamburg (1996)
- [644] Appleby, A. P. *Herbicide company "genealogy"* (Oregon State University, 1999).

2. Glosszárúium

acetil-kolin • A neurotranszmitterek egyike, jelet továbbít a pre- és a posztzinaptikus idegsejtek között.

acetil-kolin-észteráz • Az acetilkolin neurotranszmittert a posztzinaptikus oldalon acetát és kolin csoportokra hasító enzim.

addíció • Egy vagy néhány bázispárnak a DNS-be ékelődéséből eredő génmutáció (pontmutáció). Következménye a nyitott leolvasási keret eltolódása, a szokástól eltérő típusú funkcióképtelen fehérjeképződése.

adenocarcinoma • Mirigysejt eredetű rosszindulatú daganatos betegség.

ADI • *Acceptable daily intake* – (= *tolerable daily intake* – *TDI*) a WHO szerinti rizikóanalízisre alapított, elfogadható napi felvétel, például DDT-ből 20 µg/kg/nap, ami szerint egy 80 kilós ember napi 1600 µg-ot fogyaszthat tetszőleges ideig, egészségügyi konzekvenciák nélkül (*lásd még MADI*).

ag • *lásd* attogram

agonista • A hormonnal azonos hatású, ingerlő vegyület; következményei a hiperfunkciós tünetek.

AKI • Agrárgazdasági Kutató Intézet.

allél • Valamely génnek a többtől elkülöníthető változata. A populációban leggyakoribb allélt vad típusúnak nevezik.

allelokemikália • **I.** Az egyik élőlény által termelt vegyület egy másikon fejt ki a hatását (például feromonok stb.). **II.** A növények által termelt másodlagos növényi anyagok (elsődlegesen cukrok, lipidek, fehérjék stb.), amelyek növényekben való funkciójával nem vagyunk tisztában (többben a növények védekező természetű anyagainak tartják őket; Bruce Ames például „természetes peszticidek” néven emlegeti ezeket).

allergia • Azonnali típusú kóros túlérzékenység.

Ames-teszt • Környezeti tényezők mutagén hatásának vizsgálatára Bruce Ames által kidolgozott eljárás. *Salmonella typhimurium* baktérium törzsekben bekövetkező visszamutálódást mér. Továbbfejlesztett változata májenzimekkel való előkezelést is tartalmaz. A májenzimek az ún. indirekt mutagénekből képeznek mutagéneket.

ANA • Alkil-nitrózamin-származékok.

anabolizmus • Egy vegyület felépülése.

aneuploidia • Kromoszóma mutációk azon típusa miatt bekövetkező állapot, amelyben a sejt vagy élőlény kromoszómaszáma a fajra jellemzőtől eggyel (ritkábban többel) eltér. A monoszómia esetében eggyel kevesebb, a triszómia esetében eggyel több a kromoszómák száma.

angiosarcoma • A vérerekből kiinduló rosszindulatú daganat.

antagonista • A hormonnal ellentétes hatású, gátló hatású vegyület; következményei a hipofunkciós tünetek.

antigén • A szervezet számára immunreakciót előidéző idegen vagy saját anyag, például baktérium, vírus, virágpor, saját sejtek bomlástermékei és egyéb.

antioxidáns • Az oxigénes lebontódást akadályozó vegyületek.

antitest • Az antigénnel specifikusan reagáló négyláncú molekula; ellenanyag.

ÁNTSZ • Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat (szintjei: OTH és intézetei, megyei ÁNTSZ-intézetek, városi/kerületi intézetek).

aszimmetrikus és szimmetrikus kromatid átrendeződések • A szimmetrikus átrendeződésnél a két utódsejt kromoszómája hasonló méretű lesz. Az aszimmetrikus

- átrendeződésnél eltérő méretű kromoszómák képződnek: az egyik a szokásosnál rövidebb, a másik hosszabb, miközben megváltozik a kromoszómák információmentessége és változhat az információ tartalma is. Az aszimmetrikus átrendeződés során képződött kromoszómák öröklődhetnek.
- atrófia** • Sorvadás.
- attogramm** • 10^{-18} gramm; jele: ag.
- autoimmun betegség** • A saját antigénnel szembeni immunválasz kóros folyamata.
- azbeszt** • A természetben előforduló ásványi rostok egy csoportja.
- baculovirus** • A vírusok speciális, a rovarokat megbetegítő csoportja.
- benignus daganat** • A kiindulási helyén lassan továbbnövekvő („jóindulatú”) daganat.
- bioakkumuláció** • Egy vegyület valamely szövetben való felhalmozódását jelenti.
- biocid** • Élőlényeket irtó (ölő) szer.
- biodiverzitás** • Biológiai sokféleség. *Bővebben lásd* 1. fejezet 8. lábjegyzet.
- biológiai növényvédelem** • Természetes szabályzókra (élőlények) alapozott növényvédelem.
- biomagnifikáció** • Táplálékláncon keresztül való felhalmozódást jelent.
- biotechnológia** • Élő organizmus vagy termékének felhasználása valamely anyag előállítására vagy módosítására.
- biotechnológiai növényvédelem** • Genetikailag módosított élőlényekre alapozott növényvédelem; szoros értelemben nem tartozik a biológiai növényvédelemhez.
- biotermesztés** • Növényvédelem szempontjából természetes eredetű anyagokra épít.
- botanikai növényvédő szer** • Növények kivonatából származó növényvédő szer.
- bursa** • Tömlő, zacskó.
- bursackivalens** • A madarak *Bursa Fabricii*-jének megfelelő központi nyirokszerv emlősökben.
- BVM** • Budapesti Vegyiművek.
- carcinoma** • A hámeredetű rosszindulatú daganatok összefoglaló neve.
- CDCP** • *Center for Disease Control & Prevention* – Betegség Megelőző és Kezelő Központ, Atlanta.
- centigramm** • 10^{-2} gramm; jele: cg.
- cg** • *lásd* centigramm
- citoplazma** • Az élő sejt alapanyaga, a sejt-hártya és a sejtmag közötti állomány.
- citoplazmikus** • Citoplazma-eredetű.
- citoszolikus** • Citoplazmában oldott.
- citosztatikus** • Sejtosztódást gátló.
- citotoxikus** • A sejtekre mérgező.
- clastogen hatás** • Olyan genotoxikus hatás, amely során a DNS törése *DNS-laesio*-hoz vezet, a sejtek osztódása során kromoszómátörés és/vagy átrendeződés következnek be.
- CNN** • *Cable News Network*, USA.
- ConA** • *Concanavalin A* – a *Canavalia ensiformis* babfajból származó lektin.
- Cry** • *Bacillus thuringiensis* δ -endotoxin.
- cry** • *Bacillus thuringiensis* δ -endotoxint termelő gén.
- dag** • *lásd* dekagramm
- DDE** • Diklór-difenil-diklór-etán – a *DDT* legismertebb bomlásterméke.
- DDT** • Diklór-difenil-triklór-etán.
- decigramm** • 10^{-1} gramm; jele: dg.
- deficiencia** • A kromoszómamutációk egyik típusa. Nagyobb kromoszómarész(ek) elvesztését jelenti.
- dekagramm** • 10^1 gramm; jele: dag.
- delécio** • Egy vagy néhány bázispárnak a DNS-ből történő elvesztéséből eredő génmutáció (pontmutáció). Következménye a nyitott leolvasási keret eltolódása, a szokásostól eltérő típusú funkcióképtelen fehérjék képződése.
- demetiláció** • Metilcsoport eltávolítása egy molekuláról.
- denitrifikáció** • Nitrogén tartalmú szerves vegyületekből a nitrogén felszabadítása.

dermatitis • Általában allergiás természetű krónikus bőrgyulladás, amely ekcéma néven is ismert.

detergens • Felületaktív.

deterrens • Szilárdfázisú riasztóanyag, amely érintkezés vagy táplálkozási próba (vö. kontakt receptorok) után váltja ki a hatását.

detoxifikáció • Méregtelenítés.

dg • lásd decigramm

diploid • A teljes (apai és anyai eredetű) kromoszómakészletet tartalmazó sejt (általában testi sejtek – embernél $2 \times 23 = 46$ kromoszóma).

DNS • *DNA* – dezoxi-ribonukleinsav, minden élőlény örökítő anyaga.

DNS-javító funkció • *DNA-repair* – A sejtekben a DNS-hibák kijavítására (reparáció-jára) specializálódott tevékenységek, amelyek az eredeti állapot helyreállítására tesznek kísérletet.

DOE • *U. S. Department of Energy* – az USA Energiaügyi Hivatala.

domén • A bonyolultabb fehérjék egy funkcionális egysége.

domináns • Uralkodó.

donor • Átadó.

Down-kór • Állapot, amely a 21. kromoszóma trisómiájának következménye.

DT₅₀ • Időtartam, ami alatt egy adott hőmérsékletű, specifikált pH-jú talajban az illető vegyület felére bomlik.

duplikáció • A kromoszómamutáció egyik típusa; olyan kromoszómaszerkezeti változás, amely eredményeként egy kromoszómaszegmens duplikálódott.

EDC • *Endocrine disrupting chemicals* – a hormonális szabályozást megzavaró vegyületek.

EEC • *European Economic Community* – Európai Gazdasági Közösség (ma EU).

EED • *Environmental endocrine disruptors* – környezetünkben szórakozó hormonális zavarók.

Eg • lásd exagramm

ekdiszteroidok • Az ízeltlábúak vedlési hormonjai; a posztembrionális fejlődés során a vedlést irányító, felnőtt állapotban a szaporodást befolyásoló szteroid hormonok.

élelmezés-egészségügyi várakozási idő • Időtartam, aminek az utolsó kezelés és az első lehetséges fogyasztás között el kell telnie, hogy a szermaradék érték – szabályszerű felhasználás esetén – az engedélyezett mérték alá csökkenjen.

EM • Egészségügyi Minisztérium.

embriotoxikus • Szűkebb értelemben a korai embriogenezis időszakában az embrió elhalását és felszívódását kiváltó hatás.

endémia • Fertőző betegség rendszeres és járványszerű előfordulása ugyanazon a területen.

endemikus • Őshonos.

endocitózis • Folyamat, amely során a sejtek úgy vesznek fel anyagot a környezetükből, hogy azok sejtthártya hólyagocskába csomagolódnak.

endometriális rák • A méh nyálkahártyájából kiinduló rosszindulatú betegség.

endometriózis • A méh nyálkahártya-szigeeteinek méhüregben kívüli képződése.

endometrium • A méh nyálkahártyája.

endopterygota • Teljes átalakulással fejlődő rovarok azon csoportja, ahol a szárny (*ptera*) kezdeménye a lárvális fejlődés alatt láthatatlanul a test belsejében, embriónális korong formájában van jelen; báb stádiummal rendelkező rovarok (például lepkék, bogarak, legyek stb.).

enzimindukció • Folyamat, amely során a szervezetbe bekerülő anyag olyan gének kifejeződését indukálja, amely gének termékeinek szerepe van a felvett anyag hasznosításában vagy lebontásában. A szervezet génműködésén keresztül megvalósuló adaptív mechanizmusa.

EPA • *Environmental Protection Agency* – az USA Környezetvédelmi Ügynöksége.

epigenetikum ártalom • A DNS-en kívül működő fehérjék (hisztonfehérjék, DNS-javító enzimek, represszorfehérjék stb.) kóros változása.

epithelialis • A testüregeket és az üreges szerveket bélelő fedőhámhoz tartozó.

epithelium • A testfelszínt borító, valamint a testüregeket és az üreges szerveket bélelő fedőhám.

EPSP • 5-enolpiruvát-sikimát-3-foszfát.

EU • *European Union* – Európai Unió.

Eucaryota • Valódi sejtmagvas élőlények.

euploidia • A kromoszómamutációk azon típusa miatt bekövetkező állapot, amelyben a sejt vagy élőlény kromoszómaszáma fajra jellemzőtől egy vagy több egész kromoszóma-készlettel tér el (például *tri-*, *tetra-*, *hexaploidia*).

evolúció • Törzsejlődés – fejlődési folyamat, amelyen a földi élet kialakulását értjük.

EWG • *Environmental Working Group* – az USA-ban működő, többnyire növényvédő szerek fogyasztókra gyakorolt másodlagos hatásaival foglalkozó környezetvédelmi civilszervezet.

exagramm • 10^{18} gramm; jele: Eg.

exon • A DNS ill. a pre-mRNS azon szakasza, amely képviselve van az érett mRNS-ben.

extrakció • Kivonás.

fagocitózis • Az endocitózis azon esete, amely során a sejtek szilárd anyagot vesznek fel a környezetükből.

faj • Egymással szaporodóképes generációk létrehozására képes populációk összessége.

FAO • *Food and Agriculture Organization* – az ENSZ (*United Nations*) mezőgazdasági és élelmiszeripari szervezete.

FDA • *Food and Drug Administration* – az USA Élelmiszer és Gyógyszer Ügynöksége.

feed-back mechanizmus • Visszacsatoló szabályozás, amikor például egy hormon, koncentráció-függően az őt termelő sejtek rá vonatkozó szintézisét gátolja/serkenti.

femtogramm • 10^{-15} gramm; jele: fg.

fenofázis • Egy időpontra jellemző megjelenés, fejlettségi állapot.

fenotípus • Az élőlény genotípustól és környezeti hatásoktól függő külleme.

fermentáció • Mikroorganizmusok által okozott kémiai változás (például erjesztés), amely különböző anyagok termeléséhez vezet.

fermentum • Enzim.

ferri- • Három vegyértékű vasvegyületek.

ferro- • Két vegyértékű vasvegyületek.

ferrum • Vas.

fetotoxikus • Magzattoxikus – a késői (prenatális), születés előtti időszakban a magzat (emlősökre vonatkoztatva *fetus*) elhalását és spontán vetélését okozó vegyületek.

fetus • Magzat.

fg • lásd femtogramm

fitotoxikus • Növényi sejtekre mérgező, a növény elszáradását okozó.

fumigánsok • Gázosodó vegyületek.

fungicid • Gombaölő szer.

FVM • Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium (korábban FM – Földművelésügyi Minisztérium, még korábban MÉM – Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Minisztérium).

gaméta • Haploid ivarsejt.

gastroenteritis • Gyomor- és bélhurut.

GDP • *Gross Domestic Product* – a gazdaság belső teljesítőképességének jellemzésére használt mérőszám; a *GNP* országhatáron belül teljesített részének felel meg.

gén • Az öröklődés és a genetikai funkció egysége, a DNS olyan jól definiált szakasza, amely valamely fehérjeféleség kódódását kódolja.

géncentrum • A származás helyéül megjelölhető földrajzi terület, ahol a kiindulási fajok genetikai változatossága a legnagyobb (Vavilov); mindez nem feltétel nélkül igaz: kultúrnövények esetén az

emberi tevékenység másodlagos származási központokat hozott létre (Harlan és Anderson).

generikus • Lejárt szabadalmú, szabadon gyártható.

générózió • A populációk génállományának jelentős elszegényedése; a genetikai diverzitás csökkenése.

génmanipuláció • „Génsebészet”, rekombinációs DNS-technika – az örökítő anyag tervszerű módosítását jelentő eljárások összessége.

génmutáció • Pontmutáció; a DNS öröklődő változása, amely a DNS (gén) kis szakaszára korlátozódik. Típusai: **I.** bázis pár szubsztitúció (tranzíció és transzverzió); **II.** addíció; és **III.** deléció, mely két utóbbi a nyitott leolvasási keret eltolódásával jár.

genom • A teljes kromoszóma-készlet genetikai információja.

genotípus • Az egyed genetikai információ tartalma.

genotoxikus ártalom • Az örökítő anyag öröklődő megváltozását és/vagy funkcióját megzavaró ártalom.

GEO • *Genetically engineered organism*, genetikailag megváltoztatott élőlény (lásd még *GMO*).

Gg • lásd *gigagramm*

gigagramm • 10^9 gramm; jele: Gg.

GLP • *Good laboratory practice* – a magas fokú standardizált laboratóriumi munka jelzete.

glükoprotein • Olyan fehérje, melyben kovalens kötéssel szénhidrát kötődik a molekula peptidréshéhez.

GM • *Genetically modified* – génmanipulált, genetikailag módosított.

GMO • *Genetically modified organism* – genetikailag módosított élőlény (lásd még *GEO*).

GNA • *Galanthus nivalis* aglutenin – hóvirágból származó lektin.

GNP • *Gross Natural Product* – a gazdaság teljes teljesítőképességének jellemzésére használt mérőszám, amely egy bizo-

nyos időszak (általában egy év) alatt, a gazdaság által odahaza és az országhatáron kívül produkált javak és szolgáltatások értékének felel meg; gyakran egy lakosra vetítik.

goitrogén • Golyvaképző; a pajzsmirigy hormon kibocsátásának csökkenésével jár, így negatív *feed-back* mechanizmuson keresztül a pajzsmirigy szöveti túlburjánzását előidéző betegség.

gonadotoxikus • Nemi mirigyre mérgező.

haploid • Egyetlen kromoszómakészletet tartalmazó sejt (embernél 23).

hektogram • 10^2 gramm; jele: hg.

hematokrit érték • A sejtcsémák térfogat-százaléka a vérben.

hepatitis • Májgyulladás – akut és krónikus betegségek csoportja, amelyben vírusok (*hepatitis A–C*) és az alkohol is szerepet játszhat.

hepatotoxikus • Májra mérgező.

herbicide • Gyomirtó szer.

heterológ • Eltérő, meg nem egyező; idegen fajból származó.

heterozigóta • Olyan élőlény, amely a homológ kromoszómák azonos helyein különböző allélokat hordoz.

hg • lásd *hektogram*

hibrid • Két, genetikailag jelentősen eltérő vonaltól származó utód, amely sok gén alléljaira heterozigóta, és amely teljesítőképessége gyakorta meghaladja a szülőket (hibrid-vigor).

hidrolitikus • Hidrolízissel keletkező.

hidrolízis • Összetett szerves vegyületek bomlása egyszerűbbekre, vízfelvétel közben.

hiperszenzitivizáció • Kóros, allergiás természetű érzékenyítés.

hisztidin • Kéntartalmú aminosav.

HIV • *Human Immunodeficiency Virus* – az *AIDS* (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*) okozója.

Hodgkin-kór • A nyirokrendszer T-sejt eredetű, annak kóros elváltozásaival jár

- rosszindulatú *lymphoma*-csoport; immun-suppresszált állapotban való előfordulása gyakoribb.
- homológ** • Megegyező, hasonló; azonos fajból származó.
- homozigóta** • Olyan élőlény, amely a homológ kromoszómák azonos helyein azonos allélokat hordoz.
- HUGO** • *Human Genom Organization (international)* – az emberi genom feltárását célzó 1986-ban indult (*DOE* és *NIH* által szervezett), napjainkban is aktív genetikai munkák.
- IARC** • *International Research for Cancer* – a WHO alá tartozó Nemzetközi Rákkutatói Ügynökség (székhelye Lyon).
- IBRD** • *Insect development and reproduction disrupters* – rovar fejlődés- és szaporodászavarók.
- immunmoduláció** • Az immunrendszer csökkent vagy túlzott válaszképességgel járó állapota.
- immunsuppresszió** • Az immunrendszer csökkent működésével vagy válaszképtelenségével járó állapot, amely kialakulhat az egyedfejlődés alatt a saját antigénekkal szemben, vagy kiváltható mesterségesen (például gyógyszerekkel).
- implantáció** • **I.** Beültetés (szövet vagy idegen anyag beültetése a szervezetbe). **II.** Beágyazódás (a megtermékenyített pete beágyazódása a méh nyálkahártyájába).
- inszekticid** • Rovarirtó szer.
- integrált növényvédelem** • Környezetbarát elvek alapján optimalizált növényvédelem – Legalább két növényvédelmi eljárást használó kártevő-szabályozás, amely megkülönböztetett szerephez juttatja a természetes szabályzókat, amelyet kiegészítő szelektív eljárásokkal támogat meg.
- intermedier** • Közbenső, átmeneti.
- interspecifikus** • Fajok közötti.
- intraspecifikus** • Fajon belüli.
- intron** • A DNS illetve a pre-mRNS azon szakasza, amely nincs képviselve az érett mRNS-ben.
- inverzió** • A kromoszómamutáció egyik típusa; olyan kromoszómaszerkezeti változás, amely eredményeként egy kromoszómaszegmens iránya a szokásos fordítottja.
- IPM** • *Integrated pest management* – integrált növényvédelem.
- IQ** • Az intelligencia mérésére szolgáló pontrendszer; többnyire 70–130 pont között minősít, amelyből 100 az átlag, míg 70 alatt a szellemi retardáció különböző fokozatai találhatók.
- irritáció** • Izgató hatás.
- ISO** • *International Organisation for Standardization* – Nemzetközi Szabványügyi Hivatal.
- ivermectin** • Az *avermectin*-ek közé sorolható, a GABA-rendszeren keresztül ható idegmérgek, amelynek első tagjait a *Streptomyces avermitilis*-ből izolálták.
- izomerek** • Azonos atomokból álló, de eltérő szerkezetű vegyületek.
- juvenilhormon** • Terpenoid rovarhormon, aminek feladata a posztembrionális fejlődés során lárvális állapot fenntartása, felnőtt korban a szaporodást, a teljes életkor alatt a hipobiotikus állapotokat (például diapauza) szabályozza.
- juvenoid** • A juvenilhormon hatását mimikáló anyagok (vö. agonisták).
- kapszula** • Tok.
- kapszuláció** • Tokképződés.
- karcinogén** • Rákkeltő; olyan kémiai, fizikai és biológiai tényezők, amelynek hatásán a DNS olyan módon károsodik, hogy késői következménye rosszindulatú daganat képződése lehet.
- katabolizmus** • Egy vegyület lebomlása.
- kémiai növényvédelem** • Peszticidekre alapozott növényvédelem.

keresztbeporzás • Növényi pollen (hímivar-sejt) fajok közötti „működése”; következménye interspecifikus hibrid lehet.

keresztrezisztencia • Két vagy több vegyület közötti rezisztenciális kapcsolat, amelyben az egyik vegyületre kialakuló érzékenységszökkenés a másik vegyületre is vonatkozik.

kg • *lásd* kilogramm

kilogramm • 10^3 gramm; jele: kg.

kiméra • Olyan élőlény, amely testét bár diploid sejtek alkotják, a sejtek több mint két ivarsejt tevékenysége nyomán képződtek.

kimotripszin • Fehérjéket bontó enzim (emlősök hasnyálmirigye termeli).

klón • Egyetlen élőlény vagy sejt ivartalan úton létrejött összes leszármazottja.

kloroplasztisz • Növényekben és algákban a napfény energiájának hasznosításában kulcsszerepet játszó sejt szervecske.

konjugáció • Folyamat, amely során egy prokariota élőlény konjugációs csövön át DNS-t juttat egy másik sejtbe.

konjugált vegyület • Valamilyen, az alapvegyület eredeti funkciójának/viselkedésének módosulását (például szállítás, raktározás, kiürítés stb.) eredményező atomcsoporttal kiegészülő, összetett vegyület.

KÖJÁL • Közegészségügyi-járványügyi Állomás (ma ÁNTSZ).

KöM • Környezetvédelmi Minisztérium (korábban KTM – Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium).

kromatida • A metafázisos kromoszóma egyik szála.

kromatid-típusú aberráció • A kromatidák szerkezetét megváltoztató hatások összessége.

kromoszóma • A genetikai információ (gén) tárolására és replikációjára képes szerkezeti egység.

kromoszómaaberráció • Olyan változások összessége, amelyek eredményeként rendellenes szerkezetű kromoszómák képződnek.

kromoszómakészlet • A fajra jellemző kromoszómák egyezsere sorozata.

kromoszómamutációk • Olyan változások, amelyek eredményeként megváltozik a kromoszómák szerkezete és/vagy sejtenkénti száma. A szerkezeti változások típusai: deficiencia, duplikáció, inverzió és transzlokáció. A számbeli változások típusai: *euploidia* (*tri*-, *tetra*-, *hexaploidia*) és *aneuploidia* (mono- és triszómia).

lágyrészsarkóma • A támasztó, összekötő és szerkezeti vázat biztosító szövetekből kiinduló rosszindulatú daganatos betegségszövetség (kötőszövet – *fibrosarcoma*, zsírszövet – *liposarcoma*, porcszövet – *chondrosarcoma*, izomszövet – *myosarcoma*, véredény – *angiosarcoma* stb.).

LC₅₀ • Koncentráció, ami a kísérleti állatok felét elpusztítja.

LD₅₀ • Dózis, ami a kísérleti állatok felét elpusztítja.

letális • Halálos.

leukémia • Fehérvérűség, vérrák – a vérképző szerveket érintő rosszindulatú betegségszövetség (akut *lymphocyta*-s, akut nem-*lymphocyta*-s, krónikus *myelogen* és *lympho*-proliferatív leukémia).

lipofil • Lipidekben (zsírokban) jól oldódó vegyületek.

lokusz • *Locus* – egy gén helye a kromoszómában.

lymphocyta • Kerek magvú nyiroksejtek; idetartozók a T-sejtek (*thymus*-függő – sejtés immunválaszok), B-sejtek (bursaequivalens-függő – ellenanyag-termelők), NK-sejtek (*natural killer*-sejtek – daganatsejtek elleni védelem).

lymphoma • A nyirokszervek rosszindulatú megbetegedésének jelölésére szolgáló összefoglaló név (ide tartozik a *Hodgkin*-kór és a *non-Hodgkin lymphoma* is), általában a nyiroksejtsomókat és a lépet érintik, s fejletlen fehérvérsejt-produkcióban is megnyilvánulnak.

MADI • *Maximum acceptable daily intake*
– a WHO szerinti elfogadható maximális napi felvétel (*lásd még ADI és RD*).

malignus daganat • Gyorsan és korlátlan mértékben szaporodó differenciálatlan sejtekből álló primer daganat, amely pusztítja a normális sejteket, majd a vér- és nyirokrendszerben szóródva típusfüggő áttéteket (*metastasis* – *secunder daganat*) képez: embernél csontszarkóma – agy, tüdő; gyomor – máj; hasnyálmirigy – máj; here – tüdő; lágyszarkóma – agy, tüdő; melanoma – agy, tüdő; mell – agy, csont, máj, tüdő; prosztata – csont; tüdő – agy, csont, máj; vastagbél – agy, máj, tüdő; vese – agy stb.

marker gén • Az öröklődés nyomon követésére alkalmas gén.

MAVESZ • Magyar Vegyipari Szövetség.

MCMV • *Maize Chlorotic Mottle Virus*.

MDMV • *Maize Dwarf Mosaic Virus*.

megagramm • 10^6 gramm (tonna); jele: Mg.

melanin • A bőr sötét védőfestéke.

melanoma • A bőrrák melanintermelő sejtekből kiinduló, rosszindulatú változata.

mendeli genetika • Az öröklődés azon típusainak összessége, amelyek a Mendel-szabályok szerint öröklődnek.

mendeli hasadás • Mendeli szegregáció – a szülői gaméták ismeretében várható geno- és fenotípusok aránya.

metabolitok • Egy vegyület származékai.

metabolizmus • Egy vegyület közti anyagcseréje (anabolizmus és katabolizmus).

metastasis • A rosszindulatú betegség áthelyeződése (a *malignus* sejtek szóródása) a szervezet egyik helyéről a másikra; a primer daganat áttételei.

Mg • *lásd* megagramm

mg • *lásd* milligramm

µg • *lásd* mikrogramm

migráló életmód • Az állatok egy része élete során rendszeresen vándorol, például szürkebálna (hasonlóan, mint a kékbálna, hosszú szárnyú bálna, grönlandi bálna és ámbráscet) a Jeges-tengerben krill-

ben (*Euphausia*) gazdag planktonnal táplálkozik, s eközben tetemes zsírkészletet gyűjt. Ősszel, mikor a zajló jég a planktont maga alá temeti, Észak-Amerika nyugati partjai mellett 5 ezer kilométeres, dél felé tartó vándorútra indul. Ezt követően mintegy 6 hónapon keresztül „koppal”. A trópusi tengerekben szüli meg hidegérzékeny borját, majd nem sokkal később párzik, s aztán együtt indulnak vissza a Jeges-tenger felé.

mikrogramm • 10^{-6} gramm; jele: µg.

mikronukleusz • A kétféle sejtmagvú egysejtűek törzsére jellemző, az ivaros szaporodáskor funkcionáló, diploid, kis sejt-magra emlékeztető képződmény; magasabb rendűeknél kromoszómatorésekre utal.

milligramm • 10^{-3} gramm; jele: mg.

mobilizálódás • Valamely vegyület áthelyeződésére vonatkozik, például szoptatáskor a *HCH* újra a vérkeringésbe kerülve az anyatejjel ürül, vagy talajokban a növényvédő szer csapadékkal a talajvíz felé elmozdul.

monoclonális • Egy sejt eredetű.

multinacionális • Gazdasági terminus, amelyben nemzetek fölötti (transznacionális), több nemzet érdekszférájába tartozó vállalati konglomerátum jön létre, amelynek hajlama a monopólium felé jelentős.

munka-egészségügyi várakozási idő • Időtartam, aminek az utolsó kezelés és a kezelt területre való első szigorítatlan belépés között el kell telnie, hogy a szermaradék-érték – szabályszerű felhasználás esetén – az elfogadható mérték alá csökkenjen.

mutáció • Az örökítő anyag öröklődő változása. Eredete szerint lehet: **i.** spontán (tautomer átrendeződés vagy hibás párosodás miatt); és **ii.** indukált. A mutációt indukálni képes mutagének természetes vagy mesterséges eredetűek. Típusaik szerint a mutagének kémiai, fizikai vagy biológiai eredetűek. A mutáció

lehet génmutáció (pontmutáció) vagy kromoszómamutáció.

mutagén • Az örökítő anyag öröklődő változását kiváltó hatás.

mutáns • A fajtársaitól mutáció miatt megkülönböztethető élőlény. Domináns mutáció esetén a hetero- és a homozigóták, recesszív mutációk esetén a homozigóták.

myelo- • A csontvelővel összefüggő.

myeloma • Plazma sejtumor (egészséges állapotban itt termelődnek a védetségben szerepet játszó immunglobulinok).

NAD • Nitrózamin derivátumok.

nanogramm • 10^{-9} gramm; jele: ng.

NBAC • *National Bioethics Advisory Commission*, USA – az USA Bioetikai Tanácsadó Bizottsága.

neem • *Azadirachta indica* nevű Dél-Ázsiában őshonos fafaj.

nematocid • Nematicid, fonalféreg irtó.

neuropátia • Idegbetegség.

neurotranszmitter • Idegingerület továbbító. Az idegsejtben elektrofizikai törvényszerűségek szerint terjedő ingerület (nyugalmi és akciós potenciál) továbbítását az idegsejtek közötti (szinaptikus) térben kémiai anyagok, ún. neurotranszmitterek végzik; ilyen például az acetilkolin is. A neurotranszmittert a preszinaptikus (ingerület felőli) oldalon az akciós potenciál szabadítja fel, amelyet a posztzinaptikus (ingerület fogadási) oldali receptorához kötődve az ioncsatornák (Na^+ , K^+ , Ca^{++}) módosítása útján közvetít.

ng • lásd nanogramm

NIH • *U. S. National Institutes of Health, Bethesda* – az USA Nemzeti Egészségügyi Intézete.

NISZ • Növényvédőszer-ipari Szakmai Szövetség.

nitifikáció • Nitrogén tartalmú vegyületek megkötése baktériumok által.

nitrozoszarmazék • Nitrogén két vegyértékkel oxigénhez való kapcsolódásakor ke-

letkező atomcsoport, amely szén (például dialkil) vagy nitrogén atomokhoz kapcsolódik (további egy vegyértékkel oxigénhez való csatlakozása nitrítet, két vegyértékkel nitrátot eredményez); a nitrogén négy vegyérték lekötése után fennmaradó egy pozitív töltés nitrozoszarmazékok esetében többnyire mutagén és karcinogén.

non-Hodgkin lymphoma • A nyirokrendszer B-sejt eredetű, immunhiányos állapotot előidéző, rosszindulatú *lymphoma*-s betegségei, amelyek nem mutatják azt a mikroszkopikus képet, amit a *Hodgkin*-kór.

nukleotid • A nukleinsav (DNS, RNS) egy foszforsav-, egy cukor- és egy szervesbázis-molekulából épülő alapegysége.

OECD • *Organization for Economic Cooperation and Development* – az iparilag fejlett országok gazdasági szövetsége.

OEK • Országos Epidemiológiai Központ (az OKK szervezésekor az OKI egy része idekerült).

OÉTI • Országos Élelmezés- és Táplálkozástudományi Intézet (ma Országos Élelmezés- és Táplálkozás-egészségügyi Intézet az OKK-ban).

OKBI • Országos Kémiai Biztonsági Intézet (az OKK szervezésekor az OMÜI egy részéből bővült).

OKI • Országos Közegészségügyi Intézet (ma az Országos Környezet-egészségügyi Intézet része az OKK-ban).

OKK • Országos Közegészségügyi Központ (részei: OÉTI, OKBI, OKI, OMFI stb.).

OMFB • Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság.

OMFI • Országos Munkahigiénés és Foglalkozás-egészségügyi Intézet.

omnipotens • Fejlődésbiológiai értelemben a lehetőségeihez mérten korlátlan képességű, bármilyen irányban differenciálódásra képes.

OMÜI • Országos Munka- és Üzemegészségügyi Intézet (ma OMFI néven az OKK része).

onkogen • A proto-onkogén *ép* gének – amelyek a sejtosztódás szabályozásáért vagy ellenőrzéséért felelősek – „funkcionyeréses” (domináns) mutáns változatai, amelyek kontrollálatlan sejtosztódást indukálnak. Sejtről sejtre öröklődnek. A tumor szupresszor gének funkcióvesztéses (recesszív) mutáció ettől eltérően generációról generációra is öröklődnek.

organic farming • Biotermesztés.

organogenezis • A szövetek differenciálódása és a szervek kialakulása.

OTH • Országos Tisztiorvosi Hivatal (hozzá tartozik a Fodor József OKK és a Johan Béla OEK).

ozmózis • Részecskék áramlása a kisebb koncentráció felé, folyadékban és félig átteresztő hátyán keresztül.

ökológia • Az egyedfeletti (szupraindividuális) szerveződési szintekkel foglalkozó szünbiológiai tudományág.

ökoszisztéma • Egy populáció vagy populációkollektívum ökológiai tanulmányozására létrehozott, absztrakción alapuló rendszermodell.

ösztrogének • Gerinces nőtényekben a peték érését szabályozó szteroidhormon.

PAN • *Pesticide Action Network* – „Növényvédő szer Ostroló Hálózat”, növényvédő szerek másodlagos hatásaival foglalkozó környezetvédelmi civil szervezet.

PANA • A *PAN* észak-amerikai szervezete (székhelye San Francisco).

parasporális • A spórával szemben lévő, attól elkülönülő.

parazita • **i.** Gazdakímélő külső (*exo*-) vagy belső (*endo*-) élősködő, amely a kifejlődésének végén nem pusztítja el a gazdáját. **ii.** Élősködő patogén.

parazitoid • Parazitaszerű; gazdapusztító külső (*exo*-) vagy belső (*endo*-) állati élősködő, amely kifejlődésének végén elpusztítja a gazdáját.

patogén • Kórokozó.

PCB • Poliklórozott bifenil – közel 200, hasonló kémiai szerkezetű, nehezen elválasztható vegyület, amely általában ipari eredetű melléktermékként keletkezik.

PDV • *Phocine Distemper Virus*.

peptid • Kéves aminosav kapcsolódásából keletkező, fehérjeszerű vegyület.

peptidkötés • Kovalens kötés két aminosav között.

perzisztencia • A környezetben változatlan formában, hosszú ideig tartó megmaradó képesség.

peszticid • Kártevő irtószer.

peszticidrezisztencia • Növényvédőszer-el lenállóképesség – általában szelekciós mechanizmusok során kiválasztott né pességek, detoxifikációs-kapacitás eltérésen alapuló jelentős érzékenységsökkenése. Enyhébb formája a tűróképes ség-fokozódás (tolerancia).

petagramm • 10^{15} gramm; jele: Pg.

Pg • *lásd* petagramm

pg • *lásd* pikogramm

PIC • Az *UNEP* és *FAO* közös *prior informed consent* („előzetes fekete”) listája, amely több állam betiltási javaslata alapján felhívja a figyelmet egy-egy növényvédő szer alapvető problémáira.

pikogramm • 10^{-12} gramm; jele: pg.

piretrum • A *Chrysanthemum cinerariaefolium* virágporából nyert természetes eredetű rovarölő szer.

plazmid • *Eubacterium*-okban gyakori, kromoszómán kívüli, önálló replikációra képes DNS-gyűrű, amely konjugációkor átadható; nem-szelekciós körülmények között nem szükséges a túléléshez (ilyen hordozza például az antibiotikum-rezisztenciát, a *Bt*-toxint kódoló géneket stb.).

polifenizmus • Eltérő megjelenésű (fenotípusú), de azonos genetikai alapú (genotípusú) egyedekből álló populációk.

poligenizmus • Azonos megjelenésű (fenotípusú), de eltérő genetikai alapú (genotípusú) egyedekből álló populációk.

polimeráz • **I.** Polimerizációt végző enzim.
II. Nukleotidák polimerizációját, nukleinsavak szintézisét végző enzim.

polimerizáció • Azonos vagy nagyon hasonló típusú molekula egységek egymás után építése, amely új, speciális tulajdonságú óriásmolekulát hoz létre.

polipeptid • Aminosavakból peptidkötéssel felépülő vegyület.

poliploidia • A kromoszómaszám egész számú többszöröződése.

populáció • Meghatározott területen, egy időben élő, szaporodási közösséget alkotó (közös génállományú), azonos fajba tartozó egyedek csoportja; az élővilág egyedfeletti szerveződésének szerkezeti és működési alapegysége.

populációgenetika • A populációk genetikai összetételét és annak változását vizsgáló tudomány.

POP-vegyületek • *Persistent organic pollutants* (megmaradó képes szerves szennyezők) – Az UNEP által minősített, igen lassú bomlású, ezért jelentős távolságokat bejáró, lipidgazdag szövetekben bioakkumulációra, táplálékláncokban biomagnifikációra képes vegyületcsoport, amely gerincesekben daganatkeltő, májenzim-induktor, A-vitamin egyensúly-megbontó, *porphyria*-t okozó, immunmoduláns és reprodukciógátló (ösztrogén-agonista) hatásairól ismert. Legnagyobb részük a klórozott szénhidrogének (*DDT*, *HCH*, *campechlor*, *aldrin*, *dieldrin*, *endrin*, *chlordane*, *heptachlor*, *mirex*, *PCB*, *PBB* – polibrominált bifenilek) közül kerül ki, kisebb hányaduk tartozik a hajóimpregnáló szerként ismert, gombaölő hatású anyagok, így a cink-tartalmú *organotin*-ek (*TBTO* – bisz-tributil-cinkoxid stb.)

közé. Egyesek ide sorolják az előzőeknél kevésbé perzisztens *atrazine*, *chlorpyrifos*, *chlorothalonil*, *methoxychlor*, *metolachlor*, *terbufos* és *trifluralin* hatóanyagú növényvédő szereket, valamint a *PCP* – pentaklór-fenol és a *TCP* – tetraklór-fenol hatóanyagú gombaölő hatású faimpregnáló szereket is.

porfirin • A hemoglobin alkotóelemét képező, szénatomok által összekapcsolt négy pirollgyűrűből álló vérfesték.

porphyria • A porfirin anyagcsere zavara.

ppb • 10^{-9} résznyi (*parts per billion* – milliárd résznyi) koncentráció, például $\mu\text{g/kg}$.

ppm • 10^{-6} résznyi (*parts per million* – millió résznyi) koncentráció, például mg/kg .

ppt • 10^{-12} résznyi (*parts per trillion* – trillió résznyi) koncentráció, például pg/kg .

prion • Fehérjetermészetű, nukleinsavat nem tartalmazó infektív ágens (idetartozó betegségek: Creutzfeldt-Jakob kór, *BSE* stb.).

Procaryota • Sejtmag nélküli élőlények; nincs sejthártyával elkülönített sejtmagvuk; örökítőrendszerük közvetlen leolvasású.

progeszteron • A sárgatest (*corpus luteum*) által termelt, emlősnél a terhesség fenntartásában közreműködő szteroid-hormon.

progesztogén • A progeszteron hatását kiváltó vegyületek.

promóció • Beindítás – a daganatképződés folyamatában két esemény különíthető el: **I.** a sejtiniciáció, amelynek során nyugvó állapotú daganatsejt jön létre; **II.** a promóció, amikor a nyugvó daganatsejt aktivizálására (proliferációt serkentő és citotoxikus ágensek váltják ki) kerül sor – ilyen hatású vegyületek a tumor-promoterek.

promoter • A DNS olyan fontos szakasza, amely a gén kifejeződését (expresszióját) szabályozza, ahová – egyebek mellett – az RNS-polimeráz kapcsolódik hogy elkezdje a transzkripciót.

proteid • Összetett fehérje (protein és nem-fehérje részek kapcsolódásával keletkezik).

protein • Egyszerű fehérje.

proteolitikus • Fehérjebontó.

PVC • Polivinil-klorid, gyakori műanyag, amely vinil-klorid molekulák polimerizációjával keletkezik.

QSAR-analízis • *Quantitative Structure-Activity Relationship* (Szerkezet-Hatás Összefüggés Analízis) – egy vegyület kvantumkémiai tulajdonsága és biológiai hatása között összefüggést kereső, hatástani szempontból molekulaoptimalizálásra használt matematikai eljárás.

RD • *Reference dose* – az EPA szerinti elfogadható maximális napi felvétel (lásd még *ADI* és *MADI*).

receptor • Jelfogó; a sejtek felszínén vagy belsejében elhelyezkedő fehérje molekulák, amelyek jelek felfogására és továbbítására képesek.

recesszív • Lappangó; olyan allél, amely fenotipikus hatása csak homozigóta állapotban fejeződik ki.

receptens • Befogadó.

redukció • Hidrogén beépítéssel együtt járó folyamat.

rekombináns • Olyan DNS, amely különböző eredetű DNS-szakaszokból áll.

repellens • Gázfázisú riasztóanyag, amely érintkezés nélkül, érzékszervi úton (olfaktorikus receptorok) váltja ki a hatását.

retina • A szem ideghártyája.

retinoid • Retinaeredetű.

RNS • *RNA*, ribonukleinsav.

sarcoma • Nem-bőrszöveti eredetű, *mesothel* daganatos betegségek összefoglaló neve. Két csoportjuk a lágyszarkóma és csontszarkóma (*osteosarcoma*) tartozik ide.

SCE • *Sister chromatid exchange* – testvérkromatid-kicserélődés; a megkettőző-

dött kromoszómák közötti szegmentscseré.

sejtiniciáció • A mutagén hatás nyugvó (*dormant*) állapotú daganatsejtet hoz létre.

Sertoli sejtek • A herében található dajkasejtek.

speciáció • Fajkeletkezés.

spermatozoa • Spermium, érett hímivarsejt.

spermiogenezis • Spermatogenezis, ondósejtképződés.

spóra • **I.** Nemi jelleg nélküli egysejtű csírmag. **II.** Öregedő baktériumtenyészetekben megjelenő, nagy ellenálló-képességgű kitarótkeplet.

sporuláció • Spóráképződés.

sustainable agriculture • Fenntartható mezőgazdasági állapot/fejlődés.

szaprofita • Elhalt szervesanyagon élők.

szelekciós gén • A transzformált sejtek szelektálására alkalmas nyújtó gén (gyakran egyúttal marker gén).

szenzitizáció • Szenzibilizáció; antigénnek a szervezetbe juttatásával kiváltott immunológiai memória.

szeptikémia • Szepszis; a szervezet valamely helyén lévő baktériumos gócból a testfolyadékba jutó baktériumok az egész élőlényt elárasztják (például vérmérgezés).

szermaradék • Egy adott időpontban a kezelt termékben mérhető szermennyiséget jelenti.

szerológia • Az immunitástannak az antigén-ellenanyag reakciók tanulmányozásával foglalkozó ága.

szerotípus • Mikroorganizmusoknál szerológiai módszerekkel elválasztott faj alatti egység.

sexferomonok • A rovarpárok egymásra találásában szerepet játszó illékony anyagok, amelyet az egyik ivar bocsát ki.

sexkromoszóma • Az ivart meghatározó kromoszómák (embernél az X és az Y).

szinergista hatás • Alapesete szerint két vegyület együttes alkalmazásakor az össze-

- tevők összegzett hatását messze meghaladó effektus. Gyakori eset, amikor egy toxikus vegyület detoxifikálásában közreműködő enzimet gátló anyag annak szinergistájává válik, mert akadályozza a toxikus vegyület lebontását.
- szomaklonális** • Testi sejtből klónozott.
- szomatikus** • Testi.
- szterán** • A természetes policiklusos szénvegyületek egy csoportjának alapvegyülete.
- szteroid** • Szteránvázas vegyületek egy csoportja.
- tautomer átrendeződés** • A bázisok ritkán és csak rövid ideig tartó átrendeződése (*). A T* G-vel, a C* A-vel, az A* C-vel, a G* T-vel párosodik. A replikáció pillanatában bekövetkező tautomer átrendeződés nyomán bázispár szubsztitúcióval járó pontmutációk jönnek létre.
- TC₅₀** • Koncentráció, amely a kísérleti állatok felében tumort okoz.
- TCDD** • Tetraklór-dibenzo-dioxin.
- TD₅₀** • Dózis, amely a kísérleti állatok felében tumort okoz.
- technikai tisztaság** • A hatóanyag nagyüzemi gyártás utáni tisztasági fokát jelenti. Ez peszticideknél minimálisan 98%.
- technológia transzfer** • Az új tudományos eredmények átterelése a kutatólaboratóriumokból a gyártásba.
- TEF** • *Toxic equivalency factor* – mutatószám, amely a TCDD-hez mért toxicitást (ami 1) fejezi ki.
- TEQ** • *Toxic equivalent* – TCDD-ben kifejezett relatív mennyiség.
- teragramm** • 10¹² gramm; jele: Tg.
- teratogén hatás** • Az állatok utódaiban megjelenő, az embrió fejlődési zavarait okozó effektus.
- testicularis** • A heréhez tartozó.
- testis** • *Testiculus*, here.
- testvérkromatid-kicserélődés** • SCE; a megkettőződött kromoszómák közötti szegmensek cseréje testi sejtekben.
- Tg** • lásd teragramm
- TGO** • *Transgenic organism* – transzgenikus élőlény: genomjában idegen eredetű DNS-t is tartalmazó élőlény.
- thymus** • Csecsemőmirigy, ahol a T-*lymphocyta*-k érése zajlik.
- tiroxin** • Anyagcsere-szabályzó pajzsmirigyhormon.
- TMV** • *Tobacco Mosaic Virus*; dohánymozaik-vírus.
- toxicitás** • Mérgezőképesség.
- transzformáció** • **i.** Olyan folyamat, amely során a környezetből idegen DNS jut a sejtekbe és válik a kromoszómák részévé. **ii.** Olyan események sorozata, amelyek révén ép sejt tumoros típusúvá alakul.
- transzgén** • Idegen (*donor*) fajból származó gén.
- transzgenikus** • Fajidegen örökítőanyagot tartalmazó (*recipens*) élőlény.
- transzkripció** • RNS molekula szintézise a DNS minta alapján.
- transzláció** • Fehérje molekula szintézis mRNS molekula alapján.
- transzlokáció** • **i.** A kromoszómamutáció egyik típusa; olyan kromoszómaszerkezeti változás, amely eredményeként egy kromoszómaszegmens egy másik kromoszóma részévé válik. A reciprok transzlokációk esetében a kromoszómarészek cseréje kölcsönös. **ii.** Áthelyeződési képesség.
- transzponábilis** • Transzpozon eredetű.
- transzpozon** • Ugráló gén; inverz vagy direkt repetitív szekvenciákkal határolt olyan DNS-szakasz, amely képes helyét változtatni a genomban.
- tranzíció** • A génmutáció típusa. Olyan bázispár szubsztitúció, amelyben az egyik purin bázis helyét a másik purin (például A-T helyett G-C) vagy az egyik pirimidin bázisét a másik pirimidin bázis veszi át.
- tranzverzió** • A génmutáció típusa. Olyan bázispár szubsztitúció, amelyben az egyik purin bázis helyét egy pirimidin (pél-

dául A-T helyett T-A vagy C-G), vagy az egyik pirimidin bázisát egy purin veszi át.

tripszin • Fehérjebontó enzim, amely a fehérjéket a bázikus arginin és lizin mellett hasítja (emlősök hasnyálmirigye termeli).

ULV • *Ultra low volume* – rendkívül alacsony permetlémenységgel (többnyire olajokkal) dolgozó kijuttatástechnika.

UN • *United Nations* – Egyesült Nemzetek (ENSZ).

UNEP • *United Nations Environment Programme* – az Egyesült Nemzetek Környezetvédelmi Programja (központja Nairo-biban, kémiai részlege Genévaban található).

USDA • *U. S. Department of Agriculture* – az USA Mezőgazdasági Minisztériuma.

UV • *Ultraviolet* – ultraibolya sugárzás. A láthatatlan színek tartományba eső sugárzás, amelynek jelentős biológiai hatása van. A napfényben – különösen sérült ózonpajzs mellett – az UV-A (315–400 nm) – szerepet játszik leburnulásunkban), az UV-B (280–315 nm) és UV-C (200–280 nm) előfordulása jelentős. A szem és bőr különösen érzékeny rájuk. Az UV-B a timidin-kötéseken keresztül mutagén hatású, így bizonyos bőrráktípusok kialakulásában szerepet játszik.

vakcina • Az immunrendszer stimuláló oltóanyag – a fertőző, legyengített organizmus vagy a tumoros szövet antigénjének egy részét tartalmazza.

vektor • **i.** Génátvitelre használt virális, bakteriális, plazmid stb. eredetű DNS-hordozó, amely a gazdasejtbe való bejutásra és integrálódásra képes. **ii.** Betegségek hordozója, átvivője.

virion • Köpeny nélküli vírus.

vírus • Nem sejtes élőlény, amely örökítőanyagból és fehérjeköpenyből áll; szaporodásához gazdasejt szükséges (sejtparazita).

vírus rekombináció • Eltérő tulajdonságú vírusok örökítőanyag-részeinek cseréjéből származó új tulajdonságú vírus.

WHO • *World Health Organization* – az ENSZ alá tartozó Világ Egészségügyi Szervezete (székhelye Genf).

WRI • *World Resource Institute* – a Világörökség Intézet.

WWF • *World Wide Found for Nature* – régebben *World Wildlife Found* – a „Természetvédelmi Világ Alap”.

xenobiotikum • A szervezetben keletkező vagy kívülről bejutó, az élőlény számára idegen anyag.

xenogén • Heterológ.

zigóta • A gaméták (ivarsejtek) fúziója nyomán képződő diploid élőlény.

zoocid • Állatirtó szer.

3. Képletek jegyzéke

1,2-diklór-propán 168
1,3-diklór-propén 168
2,4-*D* 92, 137
2,4,5-*T* 137
2,4,5-triklór-fenol 239

adenin 201
aldicarb 186, 207
aldrin 154
amitraz 179
atrazine 92, 195
azadirachtin *A* 331

benomyl 201
bromoxynil 229

camphechlor 163
captafol 203
captan 203
carbaryl 207
carbendazim 201
carbofuran 186, 211
carbosulfan 211
chlordan 173, 219
chlordanimeform 179
chlorfluazuron 328
chlorothalonil 182
chlorpyrifos 186
chlortal-dimethyl 182
cyanazine 195
cypermethrin 93
cyromazine 328

DBCP 168
DDE 132
DDT 132
DES 49
diazinon 92, 186
dichlorprop 92, 137
dichlorvos 212
dicofol 132
dicyclanil 328

dieldrin 154
dienestrol 49
diflubenzuron 328
dimethoate 217
diquat 149
disulfiram 226

EDB 168
endosulfan 173, 219
ethynilestradiol 49
ETU 226

fenoxy carb 330
folpet 203
fuberidazole 201

glyphosate 64
guanin 201
HCB 182
HCH (α) 144
HCH (β) 144
HCH (γ) – lindane 144
heptachlor 173, 219
hexaflumuron 329

imazethapyr 64
imidacloprid 64
ioxynil 229

klorinol 137

malathion 222
maneb 226
MCPA 92, 137
MCPB 137
mecoprop 137
methoprene 330
methoxychlor 132
methoxyfenozide 330
metil-bromid 168
metil-izotiocianát 168, 207

metolachlor 64

norethisteron 49
norethynodrel 49

omethoate 217
oxamyl 186

ösztradiol 49

paraquat 149
parathion 158
parathion-methyl 158
PCB 239
PCP 182
phorate 92, 186
picloram 182
prometryn 92, 195
propineb 226
PTU 226
pyriproxyfen 330

quintozene 182

simazine 195

TCDD 239
TCDF 239
teflubenzuron 329
terbufos 186
terbutylazine 195
terbutryn 92, 195
thalidomide 203
thiabendazol 201
thiram 226
trichlorfon 212
triflumuron 329
triklór-fenol 137

zineb 226
ziram 226

4. Táblázatok és grafikonok

1. tábl.: Engedélyezési procedúra (EPA) 70
2. tábl.: Magyarországról többféle okkal kivonásra javasolt peszticidek 87
2. á.: Peszticid hatóanyagok korösszetétele és toxikológiai problémáinak összefüggései (Magyarország, 1998) 55
3. á.: Biocid minősítésű anyagok felhasználása az USA-ban (1996–1997) 61
4. á.: Peszticidfelhasználás a kilencvenes években 62
5. á.: Globális peszticidpiac fontosabb tételei 1996-ban 62
6. á.: Értékesített peszticidek az USA-ban 63
7. á.: Globális peszticidpiac hatóanyag-csoportonként, 1996-ban 64
9. á.: 1996-ban, az USA-ban értékesített legjelentősebb peszticidek 65
10. á.: Jelentős értékesítési trendek az USA-ban 66
11. á.: A magyar peszticidpiac 1997–1999 között 67
12. á.: Peszticidgyártó cégek kifogásolható termelése 73
13. á.: Magyarország legnagyobb peszticid-szállítóinak hatóanyagai és toxikológiai megítélésük (1998) 77
14. á.: A Magyarországon alkalmazott peszticidek környezeti sajátosságai (1998) 84
15. á.: Magyarországon alkalmazott peszticidek akut mérgezősége (1998) 85
16. á.: A Magyarországon engedélyezett 403 peszticid krónikus mérgezősége (1998) 86
17. á.: Magyarországon engedélyezett peszticidek toxikológiai minősítése (1998) 86
18. á.: Herbicidek előfordulása ohioi csapvizekben 91
21. á.: Peszticid szermaradékok rutin vizsgálatokban. FDA, USA, 1993 98
22. á.: Peszticid szermaradékok rutin vizsgálatokban. FDA, USA, 1996 99
23. á.: Peszticid szermaradékok célzott vizsgálatokban. FDA, USA, 1996 100
24. á.: Peszticid hatóanyagok táplálékainkban. FDA, USA, 1993 100
25. á.: Peszticid hatóanyagok a gyerekek táplálékaiban. FDA, USA, 1991–95 101
26. á.: Peszticid hatóanyagok a gyerekek táplálékaiban. FDA, USA, 1996 102
27. á.: Az élelmiszerekben gyakori hatóanyagok átlaga és maximuma 103
28. á.: Szermaradékok primőr zöldségfélékben Magyarországon 104
29. á.: Fejessalátában mért kiemelkedő szermaradék mennyiségek 104
30. á.: Néhány peszticid akut mérgezősége 108
33. á.: A Vietnami Háborúban felhasznált gyomirtók 138
35. á.: HCH-k megjelenése táplálékokban 147
37. á.: Öngyilkosságok néhány európai országban 151
58. á.: TCDD-ekvivalens (TEF) értékek 241
59. á.: A TCDD toxikus hatása 241
60. á.: Környezetünk jelentősebb dibenzodioxin-forrásai 242
61. á.: Táplálékainkból származó dibenzodioxin-terhelés 243
62. á.: A TCDD szubletális hatása 245
63. á.: A TCDD krónikus hatása 246
64. á.: Gyomirtószer-toleráns és Bt-toxintermelő növények termesztése a világon 269
65. á.: Transzgenikus növények terméseredményei 274
66. á.: Inszekticid vagy herbicid kezelések száma 275
67. á.: Összefüggés a *Culex quinquefasciatus* (F₂₅–F₂₈) rezisztenciája és a *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* toxinok száma között 285
68. á.: Magyarország peszticidértékesítési statisztikája 1990–1999 között 323
69. á.: „Inszekticidek” akut mérgezősége patkányon 328

5. Jelentősebb vegyészeti gyárak és történetük

Monsanto (USA, 1901)	←Monsanto ↑ Dekalb ¹⁴ ←AHP	←Monsanto ↑ Asgrow ¹⁴ ↑ Am. Cyanamid ←AHP ¹⁰	←Monsanto ↑ Calgene ¹³ ←Am. Cyanamid ↑ Shell Intern. ⁷	←Monsanto ⁹ ↑ Swann ⁷ ↑ Searle
Aventis (Francia- Német-USA, 1999)	←AgrEvo ↑ Croplan Genetics ¹³ ←Rhône Poulenc ⁷	←NOR-AM ←Hoetch-Roussel ←Rhône Poulenc ⁷ ↑ Union Carbide ⁶	←NOR-AM ↑ BPC ←Hoetch ¹ ↑ Roussel Uclaf ¹⁰ ←Rhône Poulenc ⁷ ↑ Mobil ↑ Rhodia ←Union Carbide ⁵ ↑ Amchem ⁹	←Shering ←Morton ←Boots Hercules ⁹ ↑ Fisons ←Rhône Poulenc ⁷ ↑ May & Baker ⁹
Novartis (Svájc-USA, 1995)	←Novartis ←Merck CP	←Ciba-Geigy ←Sandoz CP ¹²	←Ciba-Geigy ↑ Maag ←Zoëcon CP ←Velsicol ⁷	←Ciba/Geigy ↑ Esso ←Zoëcon ↑ Hooker ⁷ ↑ Occidental ¹¹
Astra/Zeneca (UK-USA- Japán-Svéd, 1993)	←Zeneca ³ ←Astra ←ISK Bioscience ¹³	←ICI ² ←Stauffer ←Ishihara ←Fermenta ¹³	←ICI ↑ Atlas ←Stauffer ↑ Victor ←Fermenta ↑ SDS ¹³	←ICI ↑ Chipman ←Diamond Shamr. ⁹ ↑ Showa
Du Pont (USA, 1802)	←Du Pont ↑ Pioneer ¹⁴	←Du Pont ⁸ ↑ Shell Development ⁷		
Bayer⁴ (Német, 1863)	←Bayer ↑ Miles	←Bayer ↑ Mobay	←Baychem	←Chemagro ↑ Geary
Dow AS (USA, 1897)	←Dow-Elanco ←Sanachem	←Dow ⁹ ←Elanco	←Dow ↑ Wacker ←Eli Lilly	←Dow ↑ Murphy

Források: [33, 567, 643–644], 1999. www.css.orst.edu/herbgnl/tree.htm

A nyilak a vásárlások és fúziók irányát mutatják.

¹ Legfőbb részvényese kuvaiti, piaca USA, DDT – Quimica Hoechst, Brazília. • ² Technológiatranszfer: DDT – ICI Ltd, Brazília. • ³ Paraquat gyár Kínában. • ⁴ Állományának 1/3-a Németországban, forgalmának 80%-a külföldön. • ⁵ Az atombomba egyik fejlesztője. • ⁶ Bhopali katasztrófa. • ⁷ Klórozott szénhidrogén-gyártás. • ⁸ Robbanószer- és műanyag-gyártás. • ⁹ Vietnami háború – AGENT ORANGE. • ¹⁰ Ösztrogénszármazékok gyártása. • ¹¹ DBCP per. • ¹² Rajnai tragédia. • ¹³ Biotechnológiai vállalat. • ¹⁴ Vetőmagtermelő vállalat.

6. Magyarországon 1998 és 2000 között engedélyezett kifogásolható peszticidek

- Hatóanyag: a *Pesticide Manual*-ban található ISO helyesírás szerinti aktív hatóanyagok vannak felsorolva.
- Akut extrém: a *Pesticide Manual*-ban és egyéb forrásokban található, extrémításra utaló adatok az alábbi szerint vannak feltüntetve: • D (mint vízi ízeltlábúak), ha a *Pesticide Manual*-ban a *Daphnia sp.*-re vonatkozó minősítés kifejezetten veszélyes; • E (mint emlősökön), ha a patkány $LD_{50} < 10$ mg/testsúly kg; • G (mint gilisztafélék), ha az IOBC besorolásában a *Tubifex* $LC_{50}/PIEC < 1$; • H (mint halak), ha a különböző halakra vonatkozó LC_{50} érték $< 0,01$ mg/l; • I (mint méhek), ha James (1996) szerint a házi méhre vonatkozó minősítés kifejezetten veszélyes; • M (mint madár), ha a különböző madarakra vonatkozó LD_{50} érték < 10 mg/testsúly kg.
- **WHO/EPA:** kereszt (+), amennyiben ezen a listán mint balesetveszélyes anyagok szerepelnek.
- Perzisztens: két kereszt (++), amennyiben a perzisztencia talajban $DT_{50} > 365$ nap; egy kereszt (+), amennyiben DT_{50} 90–365 nap.
- Vízszennyező: kereszt (+), amennyiben felületi és talajvizekben való előfordulása jól ismert.
- Vörös Lista: kereszt (+), amennyiben szerepel a *Red List* hatóanyagai között.
- **PAN P12:** kereszt (+), amennyiben a *Pesticide Action Network* „Piszkos tizenkettő” hatóanyagai között szerepel.
- **UNEP** lista: • T jelzés, amennyiben tiltó; • S, amennyiben felhasználást szigorító javaslat van.
- **UNEP PIC:** kereszt (+), amennyiben az *UNEP/FAO Prior Informed Consent* listáján megtalálható.
- **EPA Prop. 65:** kereszt (+), amennyiben a *Proposition 65* listán fel van tüntetve.
- **EPA** Karcinogén: állatkísérletben karcinogén vegyületeknél bejegyzés: • **B2**, ha az **EPA** szerint emberen valószínű rákkeltő; • **C**, ha az **EPA** szerint emberen esetleges rákkeltő.
- **IARC** Karcinogén: állatkísérletben karcinogén vegyületeknél bejegyzés: • **2B**, ha az **IARC** szerint emberen esetleges rákkeltő; • **3**, ha az **IARC** szerint emberre vonatkozó konzekvenciák még bizonytalanok.
- Mutagén: kereszt (+), amennyiben Ishidate *et al.* (1988) és/vagy Zeiger (1997) kritikai listái jegyzik; két kereszt (++), ha a mutagenitás tényét többféle organizmusban kimutatták.
- Teratogén: kereszt (+), amennyiben Sax-Lewis (1989) és/vagy Schardein (1993) kritikai listáin megtalálható; két kereszt (++), ha a teratogenitás tényét többféle állaton kimutatták.
- **WRI** Immunmoduláns: kereszt (+), amennyiben Repeto és Baliga (1996) kritikai listáján megtalálható; két kereszt (++), amennyiben az élőlény védetségét többféle „betolakodóval” szemben csökkenti.
- **WWF EED:** kereszt (+), amennyiben a **WWF** (1997) ösztrogén-agonista listáján megtalálható.

WWF EED	+				+	+	?		+		+					?								
WRI Immunmoduláns	+					+			+	+							+	++	++	?	?	?		
Teratogén	++											++					++	++	+	+	+		+	
Mutagén	++	+	+	+	+			+	+			+					++	++	+	+	+	+	+	
IARC Karcinogén	?								3															
EPA Karcinogén		C	?	B2	B2		C	C	C		C		C			C	B2							
EPA Prop. 65			+	+	+						+					+	+							
UNEP PIC (FAO)																								
UNEP lista																T				S				
PAN P12						+																		
Vörös Lista									+	+														
Vízszennyező	+				+	+			+	+		+								+			+	
Perzisztens									+		+		+						+			+		
WHO/EPA veszélyes						+										+			+	+				
Akut extrém						E, G D				E I				H, D D E, M				I		E				
Hatóanyag	2,4D	acephate	acetochlor	acifluorfen	alachlor	aldicarb	amitraz	asulam	atrazine	azinphos-methyl	bendiocarb	benomyl	bentazon	bifentrin	bioresmethrin	brodifacoum	bromoxynil	captan	carbaryl	carbendazim	carbofuran	carbosulfan	chlorbromuron	chloridazon

[illegible]

WWF EED	?			?	+	+		?		?	?	+			+	?								
WRI Immunmoduláns	+		+	+	+	+			+		+		+			+								
Teratogén	++	+	+									+		+										
Mutagén	+		+	+	+	+			+		+	+		+	+	+	+							
IARC Karcinogén																?								
EPA Karcinogén	C														B2	C	C							
EPA Prop. 65		+												+		+								
UNEP PIC (FAO)						+										+								
UNEP lista																								
PAN P12																+								
Vörös Lista						+			+							+								
Vízszennyező				+		+		+	+		+	+				+								
Perzisztens				+				++		+			+		+									
WHO/EPA veszélyes					+	+																		
Akut extrém	I				G	H, I	H, D	H	I		H			I	H		D							
Hatóanyag	dimethoate	dinocap	diquat	diuron	DNOC	endosulfan	esfenvalerate	ethafluralin	fenarimol	fentrothion	fenpiclonil	fenpropathrin	fenpropimorph	fentin	fenthion	fenvalerate	flucycloxuron	folpet	fomesafen	fösetyl	gamma-HCH	glyphosate	hexaflumuron	hexathiazox

<i>WWF EED</i>				?			?	+		+	+						+	?		+	?	?		
<i>WRI</i> Immunmoduláns									+	+	+													
Teratogén								+	++	+	+			+						+				
Mutagén	+	+				+	+	++	+	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>IARC</i> Karcinogén														?										
<i>EPA</i> Karcinogén	C						C			B2	B2						C		C	B2	C			
<i>EPA Prop. 65</i>			+						+	+	+							+		+				
<i>UNEP PIC (FAO)</i>									+							+								
<i>UNEP</i> lista																								
<i>PAN P12</i>																								
Vörös Lista									+															
Vízszennyező	+					+	+	+				+	+	+	+	+	+			+				
Perzisztens	+	+	+	+	+	+									+									
<i>WHO/EPA</i> veszélyes																	+	+	+	+				
Akut extrém									G									I	E	H				
Hatóanyag	<i>hexazinone</i>	<i>imazapyr</i>	<i>imidacloprid</i>	<i>iprodion</i>	<i>isopropalin</i>	<i>isoproturon</i>	<i>isoxaben</i>	<i>linuron</i>	<i>malathion</i>	<i>maleic hydrazide</i>	<i>mancozeb</i>	<i>maneb</i>	<i>MCPA</i>	<i>MCPB</i>	<i>mecoprop</i>	<i>metalaxyl</i>	<i>metamitron</i>	<i>methamidophos</i>	<i>methomyl</i>	<i>methyl bromide</i>	<i>metidathion</i>	<i>metiram</i>	<i>metolachlor</i>	<i>metribuzin</i>

<i>WWF EED</i>										?	?	?			?	+		+	+		
<i>WRI</i> Immunmoduláns										+								+	+		
Teratogén		++								++	+							+	++		
Mutagén							+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	++		
<i>IARC</i> Karcinogén																					
<i>EPA</i> Karcinogén	C							C		C		C	C			C		B2			
<i>EPA Prop. 65</i>		+																+			
<i>UNEP PIC (FAO)</i>																					
<i>UNEP</i> lista																					
<i>PAN P12</i>																					
Vörös Lista	+															+					
Vízszennyező	+						+									+					
Perzisztens				++					+		++	++			+	+					
<i>WHO/EPA</i> veszélyes			+			+															
Akut extrém			E		H, D	E, H			M					M				M			
Hatóanyag	<i>simazine</i>	<i>streptomycin</i>	<i>sulfotep</i>	<i>tebuconazole</i>	<i>tefluthrin</i>	<i>terbufos</i>	<i>terbutylazine</i>	<i>terbutryn</i>	<i>thiocyclam</i>	<i>thiophanate-methyl</i>	<i>thiram</i>	<i>triadimefon</i>	<i>triadimenol</i>	<i>triazophos</i>	<i>tridemorph</i>	<i>triflumuron</i>	<i>trifluralin</i>	<i>vinclozolin</i>	<i>zinc phosphide</i>	<i>zineb</i>	<i>ziram</i>

L'Harmattan France
7 rue de l'Ecole-Polytechnique, 75005 Paris
tele: 33.1.40467920

L'Harmattan Italia SRL
Via Bava, 37, 10124 Torino-Italia
Tel./fax: 011.817.13.88

L'Harmattan Könyvkiadó, Budapest
♦
A nyomdai előkészítés az Amacron Bt. munkája
Tördelés és grafika Péter Gábor
Nyomta és kötötte a Books in Print Bt.

♦
ISBN 963 00 4741 1
ISSN 1586 1961