

**Növényvédőszer-maradványok élelmiszerbiztonsági
kockázatai és környezeti hatásai**

Jurecska Laura, Turcsán Edit
környezettudomány, III. évfolyam

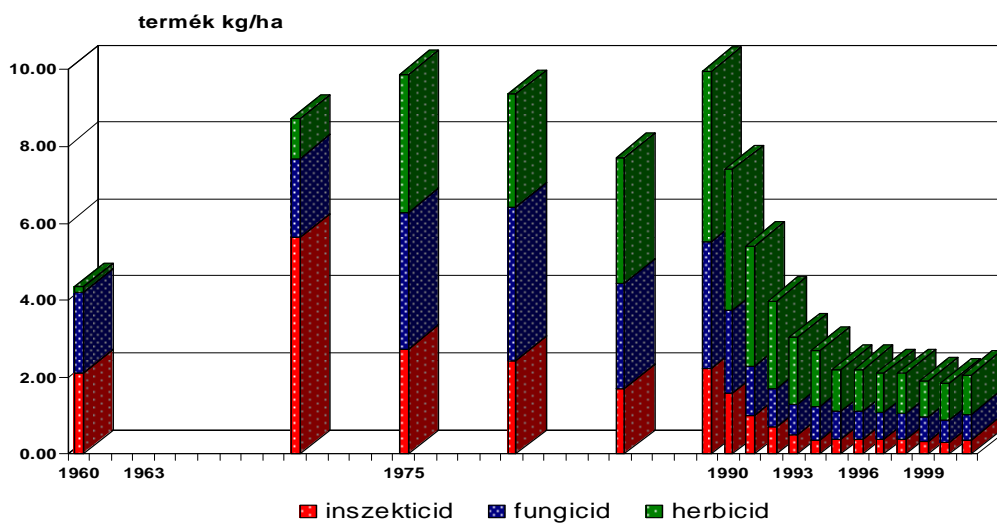
I.) Növényvédőszer

1.) A növényvédőszerekről általában

Növényvédőszereknek (peszticideknek) nevezzük azokat a biológiailag aktív anyagokat, amelyekkel a termesztett növények terméshezamára, valamint a háziállatok és az ember egészségére káros állatokat, továbbá a művelt növények kórokozóit és a gyomnövényeket sikeresen el lehet pusztítani. A peszticidek használatával elért terméstöbblet anyagai értéke 3-4-szerese a növényvédelemre fordított költségeknek. A forgalomba hozott növényvédőszer az aktív hatóanyagon kívül felületaktív anyagot, hordozót, oldószert és kísérőanyagokat tartalmaz.

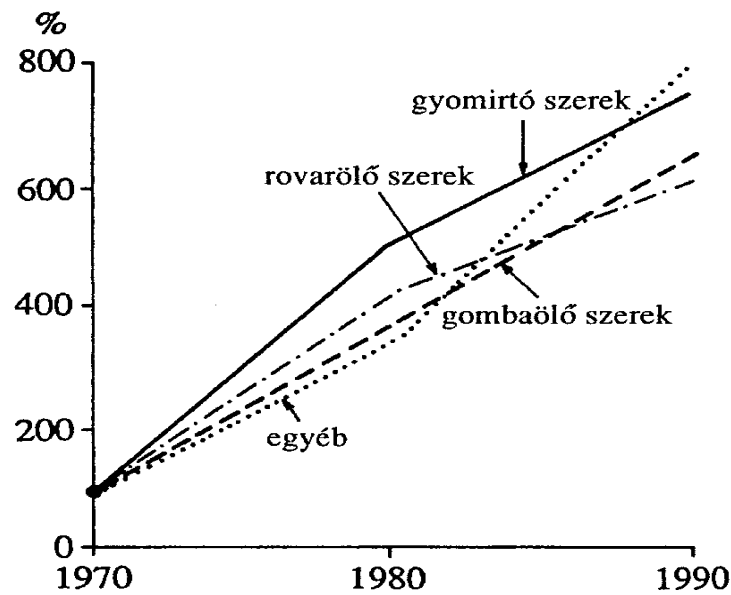
A növényvédőszer alkalmazása több száz éves múltra tekint vissza: a nikotint, mint dohányextraktumot már a XVIII. században alkalmazták rovaölőszerként, a XIX. században a kőszénkátrány az arzén- és ciántartalma miatt bizonyult hatékony alapanyagának. A múlt század közepén kezdték a foszfoészterek és a hírhedt DDT alkalmazását, az 1970-es években fedezték fel a piretroidokat.

Hazánkban sokáig csak a vetőmagok csávázására korlátozódott a vegyszeres növényvédelem, ám a burgonyabogár megjelenése már átfogó, országosan szervezett vegyszeres növényvédelem bevezetését tette szükségessé. Később a kapásnövények termesztésénél is szükségessé vált a herbicidek alkalmazása, majd a nagyarányú szőlő- és gyümölcsös-telepítések sem nélkülözheték a vegyszeres növényvédelem által nyújtott termébiztonságot.



1. ábra A peszticid-felhasználás megoszlása Magyarországon (forrás: Pálmai, 2005)

A növényvédőszer alkalmazása világszerte gyors ütemben nőtt az elmúlt 20 évben.



2. ábra Növényvédőszer forgalmazásának növekedése
(forrás: Kerényi, 2001)

A növényvédőszeret **biológiai hatás szerint** a következőképpen csoportosíthatjuk:

- rovarölőszer (inszekticid)
 - atkaölők (akaricid)
 - levéltetvek ellen (aficid)
 - lárvaölők (larvicid)
 - tojásölők (obicid)
 - tojás- és lárvaölők (ovo larvicid)
 - fonalféreg ellen (nematicid)
 - riasztószer (reperensek)
 - csalogatószerek (atraktánsok)
- gyomirtószer (herbicid)
 - algák ellen (algicid)
 - fákra (arbovicid)
 - lombtalanító szer (defolions)
 - fűfélékre (gramicid)
 - szárítószerek (deszicansok)
 - növekedésbénítók (regulatorok)
- kórokozók elleni szer

- baktériumok elleni szerek (baktericidok)
- vírusok elleni szerek (virocicidok)
- gombák elleni szerek (fungicidok)
- sterilizálószer (sterilánsok)
- csigairtó (limacidok vagy molluszekticidok)
- rágcsálók elleni szerek (rodenticidok)

Az **alkalmazás módja szerint** a következő csoportosítás lehetséges:

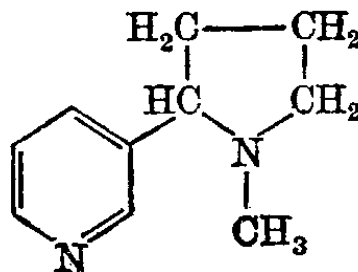
- permetezőszerek (oldatok, emulziók, szuszpenziók)
- porozószer (ásványi anyag finom pora és a por felületére rávitt hatóanyag)
- csávázószer (porok, oldatok, szuszpenziók vetőmagvak gombamentesítésére)
- aeroszolok
- csalétkék és hatóanyagok keverékei (főképpen rágcsálók elpusztítására)

2.) Rovarölő szerek

A rovarölő szerek kémiai összetétel szempontjából sokfélék lehetnek. A **szervetlen vegyületek** közül leginkább az arzén vegyületei voltak a legelterjedtebbek; ezek erős gyomormérgek. Csak vízben rosszul oldódó vegyületeket alkalmaznak, mivel a vízoldhatóak a növényekre is károsak lennének.

A **növényi eredetű anyagok** közül a piretrum-készítmények voltak az elsők, amelyek a krizantémok virágaiból készültek, ezekből főleg háztartási rovarirtó szereket gyártottak.

A nikotint dohányból állítják elő extrakció útján. Kontakt- és légzőszervi mérgező, melyet levéltetű és pajzstetű ellen használnak, de emberre is veszélyes.



3. ábra A nikotin szerkezeti képlete
(forrás: Gerecs, 1995)

A **természetes eredetű szénhidrogének** közül az olajemulziókat téli permetezőszerekként használják.

A **szintetikus szerves rovarölő szerek** hatóanyagai a következő vegyületcsoportok közül kerülnek ki: klórozott szénhidrogének, foszforsavészterek, szerves tiocianátok, dinitrofenolok.

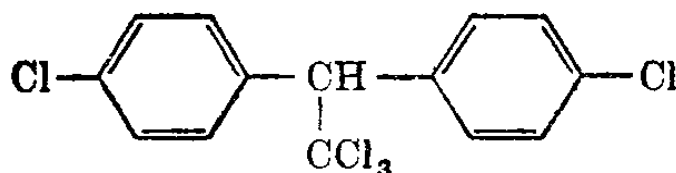
A klórozott szénhidrogének közé tartozik az általánosan ismert rovarölőszer, a **DDT** (diklór-difenil-triklór-etán). Kontakt- és gyomorméreg. 1941 óta gyártják, azóta több, mint 18 millió tonnát használtak fel belőle (ennek 80%-át a mezőgazdaságban). Kifejlesztéséért Nobel-díjat adtak. Az Egyesült Államokban a termelés 1961-ben érte el a csúcát, évi 72 ezer tonnával. A hatóanyag gyártása Kínában is jelentős volt. Alkalmazása kapcsán súlyos környezeti és ökotoxikológiai hatásokra derült fény, a hatóanyag forgalmának korlátozásához mégsem ez, hanem a kártevők körében megjelent rezisztencia vezetett.

Idegi működést gátló hatását a sejtmembránon keresztül zajló ionvándorlást szabályozó Na^+ -ionpumpa működésének akadályozásán keresztül fejti ki. Legfőbb környezeti hatása azonban nem ebből adódik, hanem a molekula lipofil jellegének köszönhető, mely révén a szövetekbe bediffundál, és onnan a későbbiekben nehezen oldódik ki.

Embereknél hosszú távon immunrendszeri zavarokat okoz, daganatkeltő hatása van.

Rachel Carson 1962-es *Néma tavasz* című könyve hívta fel a figyelmet a veszélyekre, ennek következtében betiltották a fejlett országokban (elsőként Magyarországon, 1968-ban). 1995-ig negyvenkilenc országban tiltották be, és további hatban visszavonták az engedélykérelmet.

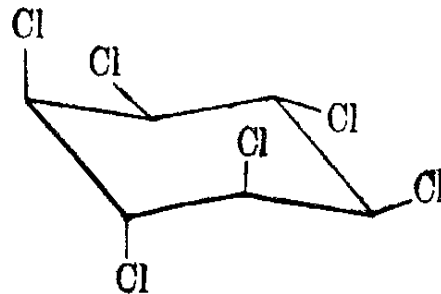
A DDT kimutatott vízszennyező óceánokban és tengerekben az Egyesült Államokban, Kanadában, Németországban, Hollandiában, Lengyelországban, Horvátországban, Oroszországban, Törökországban, Kínában, Indiában, Egyiptomban, Brazíliában. Talajszennyező az Egyesült Államokban, Kanadában, Németországban, Spanyolországban, Oroszországban, Japánban, Indiában, Egyiptomban, Zambiában, Brazíliában. Tengermenti üledékszennyező Japánban, Kínában és Vietnamban, levegőszennyező az Egyesült Államokban, Európaszerte, Oroszországban, Indiában, sőt még az Antarktison is.



4. ábra A DDT szerkezeti képlete
(forrás: Gerecs, 1995)

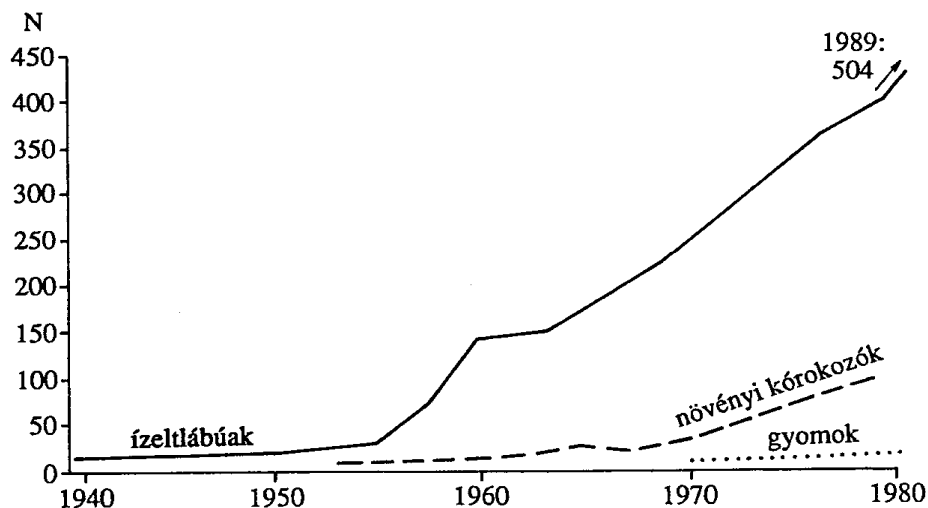
A DDT-hez hasonló hatású a γ -HCH (γ -hexaklór-ciklohexán, lindán). Toxikusabb a DDT-nél, de a zsírszövetekből előbb kiürül. Jelen van a zsírszövetekben (Japán és India), indiai

tejmintákban, esővízben (Egyesült államok), mérhető mennyiségben jelent meg apró rákokban (krillekben), a fókákban, sarki rókákban (Grönland, Antarktisz). Emberre való hatása: immunrendszert károsítja, légzőszervi, emésztőszervi betegségek, vetélés, koraszülés. 1990-től használatát korlátozzák.



5. ábra A γ -HCH szerkezeti képlete
(forrás: Gerecs, 1995)

Bár a klórozott szénhidrogének igen hatásos rovarölő szerek, de felhasználásuknak komoly veszélyei vannak. Biológiai körülmények között nem, vagy rendkívül lassan bomlanak le, felhalmozódnak az állati szervezetben, főképp májbántalmakat okozhatnak. További probléma, hogy akadhatnak rezisztens fajok és fajon belül is gyorsan megjelennek az ellenálló rasszok. Az 1950-es évek felétől ugrásszerűen növekszik a növényvédő szereknek ellenálló ízeltlábú fajok száma. Ennek következtében egyre többféle vegyületet kényszerülünk peszticidként alkalmazni.



6. ábra A növényvédőszereknek ellenálló, kártevő ízeltlábú fajok számának (N) növekedése
(forrás: Lean – Hinrichstein - Markham, 1990)

Év	Készítmény	Hatóanyag
1960	50	-
1966	238	-
1973	250	-
1974	256	99
1975	300	-
1978	334	173
1982	400	202
1984	425	216
1985	488	227
1989	550	-
1990	613	278
1991	620	285

**1. Táblázat Növényvédőszer-készítmények és hatóanyagok száma Magyarországon
(forrás: Thyll, 1996)**

A foszforsavészterek kontakt-, gyomor- és légzőszervi mérgek. Amellett, hogy hatékony rovarölő szerek, a melegvérűekre is veszélyesek, viszont a klórozott szénhidrogénnel ellentétben lebomlanak az állati szervezetben. Jelentőségük megnőtt a klórozott szénhidrogének használatának korlátozása óta.

3.) Gyomirtó szerek

A gyomirtók lehetnek általános hatásúak (minden növényzetet elpusztítanak) vagy szelektívek (csak a gyomot károsítják, a kultúrnövényt nem). Az előbbieket utak, vasúti pályák, rakodóterületek gyommentesítésére alkalmazhatók, míg az utóbbiakat a mezőgazdaság használja.

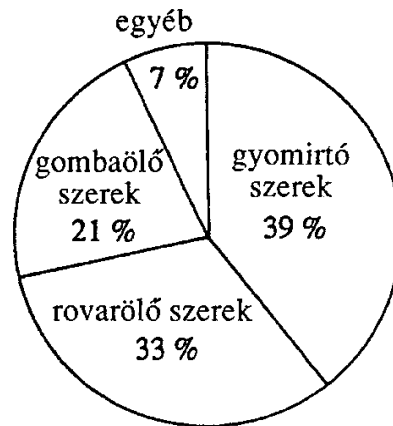
Ma már kizárólag szerves anyagokkal végeznek gyomirtást: olajemulziókat, klór-fenolokat, nitro-fenolokat alkalmaznak. Egyes szerek a növények felületén fejtik ki hatásukat, míg mások felszívódnak.

4.) Gombaölő szerek

A szerves anyagok közül a réz- és higanyvegyületeket használják, illetve az elemi kenet használják gombaölő szerként. A rézvegyületek a hatóanyagai a „bordói lé”-nek, amit szőlőperonoszpóra ellen használnak. (Réz-szulfát vizes oldatából és mészből készítik.) Hasonló készítmény a „burgundi lé”, ami réz-szulfátból és szódából áll. A higanyvegyületek

közül a higany(I)- és higany(II)-kloridot alkalmazzák. Az elemi kén porozószerként vagy permetezőszerként használatos.

A szerves fémsók közül a higany vegyületei emelhetők ki (pl. fenil-higany-acetát). Ezek jó vetőmagcsávázók.



7. ábra A forgalmazott növényvédőszeresek százalékos megoszlása
(forrás: Kerényi, 2001)

II.) A növényvédőszer-maradványok környezetterhelése

A környezetterhelés mértékének megítélése szempontjából fontos az egységnyi területre juttatott növényvédőszer-hatóanyag mennyisége. Az egységnyi területre elhasznált kisebb mennyiségű növényvédő szer azonban nem jelent automatikusan kisebb mértékű terhelést. A növényvédőszer-hatóanyagok ugyanis nemcsak kémiai szerkezetüket és hatásuk módját tekintve különböznek igen nagymértékben, hanem a környezetre is különbözőképpen hatnak a felhasználás helyétől, technikájától és idejétől függően. Jelenlétük és megmaradásuk (perzisztenciájuk), átalakulásuk (metabolizmusuk és degradációjuk) az élő szervezetekben különböző biológiai reakciót, egyúttal különböző mértékű környezetterhelést jelent. A perzisztens növényvédőszer-hatóanyag-maradékok talajban való megmaradása igen sok tényezőtől függ. (A DDT általában 3-5 évig marad meg változatlanul, de bomlástermékei, a DDD és a DDE 15-25 évig is kimutathatók ppb-s mennyiségben.) A talajba kerülő peszticid-hatóanyag az eltérő szemcseméret, a más permetezés technika, valamint az egyes talajok szerkezeti különbségei miatt igen egyenlőtlenül oszlanak el a felszínen és a mélyebb rétegekben. A talajvíz szennyeződésének mértéke attól függ, hogy a talajvíz szintjéig történő

leemosódás ideje alatt a hatóanyagból mekkora hányad marad aktív állapotban. A talajvíz szennyeződését a talajvízszint mélysége, a csapadék mennyisége, a hatóanyag és metabolitjainak vízdoldhatósága és illékonysága befolyásolja.

A növényvédőszer talajban való lebomlása függ a vegyület típusától: a rovarirtók közé tartozó klórozott szénhidrogének 2-5 évig is kimutathatók, a foszforsavészterek 1-10 hét alatt degradálódnak. A fenoxiecetsav bomlása 1-5 hónapot vesz igénybe. A klórfenoxiecetsav típusú vegyületek egyik bomlásterméke a klórfenol, az ortomonoklórfenol ízkeszöbértéke például 1 µg/L 30 °C –on, így már a csekély mértékben szennyezett víz íze is kellemetlen. Emiatt ezen vegyületeket nem ajánlott vízgyűjtő területeken belül használni.

Hazánkban is végeztek vizsgálatokat a talajokban fellelhető növényvédőszer-maradványokra vonatkozóan. Az ellenőrzés a következő vegyületcsoportokra terjedt ki: klórozott szénhidrogének, triazin származékok, fenoxiecetsav származékok. 1200 pontból történt reprezentatív mintavétel, a mintáknak csak 4,6%-ában volt növényvédő szer maradvány, 5 mintában mértek határérték feletti értéket, ez az összes vizsgálat mindössze 0,07%-a.

III.) Növényvédőszer-maradványok élelmiszerbiztonsági kockázatai

1.) Miért fontos a zöldségek és gyümölcsök fogyasztása?

Ósidők óta táplálkozásunk fontos részét képezik a zöldségek, gyümölcsök. Már az ősember is evett különböző magvakat, növényeket; de ez az általunk fogyasztott széles zöldség-gyümölcs választékhoz képest elhanyagolható. Manapság már rengetegféle zöldséget, gyümölcsöt megvásárolhatunk a boltokban vagy a piacon. Bár a választék rendkívül nagy, nem csak a csábító külső a mérvadó, hanem az is fontos, mennyi vitamint tartalmaz az adott zöldség vagy gyümölcs.

A zöldségek és gyümölcsök egyértelműen legértékesebb tulajdonsága a magas vitamintartalmuk. A vitaminok olyan összetett szerves anyagok, melyek létfontosságúak a szervezet számára, és ezért nap, mint nap hozzájuk kell jutnia. Egyes vitaminokat a szervezet saját mechanizmusai segítségével elő tudja állítani, ám a vitaminok többségét kívülről kell bejuttatni.

A vitaminok két csoportra bontatók, így megkülönböztetünk vízben és zsírban oldódó vitaminokat. A vízben oldódóak gyorsan felszívódnak, ebből következően gyorsan ki is ürülnek a szervezetből, ezért folyamatos pótlásuk igen fontos. A zsírban oldódó vitaminok

emésztőcsatornából való könnyű felszívódásához zsírokra és különböző ásványi anyagokra van szükség. A szervezet ezeket a vitaminokat sokkal hosszabb ideig tárolja, mint a vízben oldódókat, ezért a helyes vitaminszint könnyebben fenntartható.

A vitaminokat nem csak oldékonyságuk szerint különböztetjük meg, hanem eredetük alapján is. Bár kémiailag a mesterséges vitaminok ugyanolyanok, mint a természetesek, mégis kevésbé hatékonyak. A természetes vitaminok rengeteg egyéb, hatásukat erősítő anyaggal együtt vannak jelen a természetes vitaminforrásokban, legyenek azok akár állati, akár növényi eredetűek. Ezek az egyéb vitaminok, nyomelemek egymás hatását erősítik (akár többszörösére is), ahhoz viszonyítva, mintha csak egy vitamint szednénk be egymagában pl. tablettá formájában). A zöldségek és gyümölcsök olyan széles skáláját lefedik a vitaminoknak és nyomelemeknek, amelynek a legkiválóbb tablettá is csak az utánzata lehet.

Régóta ismert tény, hogy a szív és érrendszeri betegségek, valamint az egyes daganatos megbetegedések kialakulásának kockázata csökkenthető zöldségek és gyümölcsök fogyasztásával. Ezt vizsgálták a Harvard Egyetem Közegészségtani Kutató Intézetének kutatói, így 40 000 egészségügyi dolgozó zöldség- és gyümölcsfogyasztása, valamint a rákos megbetegedések közötti összefüggéseket kutatták.

„Azoknál a férfiaknál, akik a legtöbb paradicsom tartalmú ételt (például párolt paradicsom, paradicsomszósz, piros szószos pizza) fogyasztották, 35%-kal kisebb volt a prosztatarák kialakulásának veszélye, mint azoknál, akik a legkevesebb ilyen ették”. A karotinoidok (a sötétzöld és narancsszínű zöldségek színét adó pigmentek) segítenek megóvni a sejteket, az egészségügyi problémákat (rák, szívbetegség, hályog) okozó sérülésektől.

Egy másik – 120 000 férfit és nőt vizsgáló – kutatás keretében a Harvard tudósai kimutatták, hogy „a zöldségben és gyümölcsben gazdag étrend csökkentheti az agyvérzés kockázatát is”, továbbá, hogy „30%-kal alacsonyabb volt a vérellátás csökkenése miatt bekövetkező szöveti oxigénhiányos állapot (isémia) által okozott agyvérzés veszélye azoknál, akik naponta legalább öt adag zöldséget, illetve gyümölcsöt fogyasztanak. A legjótékonyabb hatással a következők bírnak: a keresztes virágú zöldségek (pl. brokkoli); a zöld, leveles zöldségek (pl. spenót); valamint a citrusfélék gyümölcsei és levelei. Az isémia a leggyakoribb kiváltó oka az agyvérzésnek, és a szívkoszorúér-megbetegedésekhez hasonlóan ezt a betegséget, az erek elzáródása okozza.”

2.) Növényvédőszer az élelmiszerekben

Az élelmiszer-biztonságot befolyásoló fő veszélyforrások közül a társadalmi tudatban előkelő helyen szerepelnek a peszticid-maradványok. A növekvő világnépszerűség táplálásához szükséges növényi eredetű élelmiszerek előállításához a következő 20-30 évben biztosan szükség lesz termésfokozók és növényvédőszer alkalmazására. A peszticidek veszélyessége abban nyilvánul meg, hogy veszélyeztetik az ökológiai rendszerek egyensúlyát és rontják azok önszabályozó képességét.

A peszticidek döntő hányada veszélyes anyagnak minősül, a helyes mezőgazdasági gyakorlat egyik alapvető követelménye, hogy a termelés során és a termények tárolásakor csak a minimálisan szükséges szer mennyiséget használják fel. Az engedélyező hatóság ezt a az alkalmazható maximális dózis, a várakozási idő és az engedélyezett maximális szermaradék koncentráció meghatározásával biztosítja.

A növényvédőszer veszélyességét fogyasztói szempontból a következő paraméterekkel szokás jellemezni:

- MRL (megengedett növényvédőszer-maradék): az a maximális mennyisége a hatóanyag ill. aktív bomlástermékei maradékának, amely a táplálékban (annak felületén vagy belsejében) jogilag szabályozottan megengedett
- NOAEL: megfigyelhető ártalmas hatást nem okozó szint
- ADI érték: érzékelhető káros egészségügyi hatás nélkül a szervezetbe juttatható átlagos napi felvétel
- ARfD (akut referenciadózis): egy étkezés alatt vagy rövid időn belül elfogyasztott élelmiszerekkel szervezetbe kerülhető maximális szermaradék-érték

A nem engedélyezett növényvédőszer-maradékát, illetve a határértéket meghaladó szermaradékot tartalmazó tételről egy úgynevezett RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) gyorsriasztási rendszeren keresztül értesül minden EU-tagállam. Ez a „forródrót” azért fontos, mert az EU-ban alapvető a termékek szabad áramlása. Korábban a határon csak olyan szállítmány juthatott át, amit élelmiszerbiztonsági szempontból is átvizsgáltak. Ma már, az uniós tagállamból érkező szállítmány akadálytalanul érkezik hozzánk. Csak feltételezésekbe bocsátkozhatunk, hogy a közös jogszabályok alapján a nem Uniós országból érkező árut már előírászerűen megvizsgálták, amikor először a tagállamok területére jutott.

A Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Növényvédelmi Hatósága által végzett vizsgálatok alapján a külföldi mintákban határérték feletti vegyszermaradékot, 4,6 százalékban sikerült kimutatni a laboratóriumokban, míg itthon jóval kisebb arányban 1,6

százaléknyi minta esetében mértek határérték feletti értékeket. Az importból származó citrom, csemegeszőlő, grépfrút, körte, mandarin, narancs, paprika, paradicsom vizsgálatánál a szermaradékot kimutatható mennyiségben tartalmazó minták száma, az összes mintaszámhoz képest igen magas.

Vizsgált zöldség és gyümölcs	Összes mintaszám (db)	Kifogásolt minták száma (db)	%-ban kifejezve
Citrom	140	121	86,4
Csemegeszőlő	158	140	88,6
Grépfrút	84	82	97,6
Körte	54	41	75,9
Mandarin	99	88	88,9
Narancs	108	97	89,8
Paprika	151	106	70,2
Paradicsom	150	97	64,7

2. Táblázat Importból származó, kifogásolt zöldség-gyümölcs minták száma (forrás: Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Növényvédelmi Hatósága, 2006)

Vizsgált zöldség és gyümölcs	Kifogásolt tételek (az összes vizsgálatból)	
	Hazai, piaci	Import
Alma	53,7	86,8
Csemegeszőlő	65,4	88,6
Körte	29,4	75,9
Paprika	41,2	70,2
Paradicsom	57,0	64,7

3. Táblázat Hazai és import áruk vizsgálatának összehasonlítása (forrás: Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Növényvédelmi Hatósága, 2006)

Hatóanyag	Vizsgált táplálékok							
	olajtökmag		tökmag		burgonya		szamóca	
	Esetszám db	Mért érték mg/kg	Esetszám db	Mért érték mg/kg	Esetszám db	Mért érték mg/kg	Esetszám db	Mért érték mg/kg
Aldrin+dieldrin	28	0,005-0,2	3	0,005-0,2				
DDT izomerek	16	0,001-0,01			6	0,007-0,011		
Lindán	32	0,001-0,012	6	0,001-0,005	3	0,002-0,009	5	0,004
HCH izomerek	38	0,001-0,008	6	0,003-0,007				
Toxafén (klórkamfén)	1	0,32						

4. Táblázat 1985-2001 közötti szermaradék vizsgálat eredményei (forrás: Növény- és Talajvédelmi Központi szolgálat, 2003)

Az EU tagságunk óta a zöldségek és gyümölcsök termesztésénél engedélyezett növényvédő szerek felhasználhatósága változott. A határértékek csökkentek, melyeket a szakemberek úgy állapítottak meg, hogy az egészségre még ártalmatlanok legyenek. Azt nem szabad elfelejtenünk, hogy ezek a számok az adott zöldségre vagy gyümölcsre vonatkoznak, de még rengeteg mást fogyasztunk, amiben ugyanolyan kémiai anyagok vannak. Sajnos még nincsenek olyan vizsgálatok, ami azzal foglalkozna, ezek a „határértékek” hogyan adódnak össze, ha mondjuk egy meghatározott ideig ilyen „határértékes” gyümölcsöket és zöldségeket fogyasztunk, amikben rejlenek szervezetünk számára a nélkülözhetetlen vitaminok. Ennek a kutatásnak a bonyolultsága és kiszámíthatatlansága miatt nem születtek még elemzések arról sem, hogy milyen határértékeket lehetne alkalmazni a gyerekeknél. A gyerekeknél azért ilyen bonyolult a helyzet, ugyanis különböző életkorokra, testsúlyokra kell gondolnunk, de kockázatbecslés ma már rájuk vonatkozóan is folyik.

IV.) Növényvédőszer-maradványok környezeti hatásai

- A táplálékláncokon keresztül a csúcsragadozók felé haladva fokozatosan feldúsulhatnak az élőlények szervezetében. Például az Ontario-tó fitoplanktonjai a víz poliklórozott-bifeniljeit (PCB) 250-szeresre dúsítják, a rájuk épülő tápláléklánc végén elhelyezkedő halfogyasztó sirályokban a PCB-koncentráció mértéke 25 milliószoros.
- Feldúsulnak zsírgazdag szövetekben (pl. zsírszövet, emlőmirigy, herék, petefészek, csontvelő), ahonnan fogyáskor vagy tejelési szakaszban mobilizálódnak.
- A felhasznált vegyszereknek kb. a fele jut a célzott helyre, a többi élőlényeket veszélyeztet, bemosódik a talajba, pl. az Északi-tenger halai nyirokszervi daganatokban szenvednek, sok a torz fejlődésű ivadék is.
- Levegőszennyezést okozhatnak. A növényvédelemben használt metil-bromid 50-szer hatékonyabban rombolja az ózonréteget, mint a freon. A párolgó növényvédőszer megjelent a csapadékban.

V.) A zöldségek és gyümölcsök nagy távolságra történő szállítása által okozott környezetterhelés

A globalizált gazdaságban az áru már nem ismer határokat. A kínai fokhagymától a dél afrikai körtéig a világ minden szegletéből találunk termékeket a magyar szupermarketekben. A választék bővülése egyrészt örömdet, másrészt viszont problémákat okoz, mind a környezeti és társadalmi hatások tekintetében. Az élelmiszerek nagy távolságra történő szállítása jelentős környezeti terhelést jelent.

A szállítás módja	Légi	Közút	Vízi	Vasút
Üvegházhatású gáz kibocsátás Gramm/tonna-kilométer	1101,1	269,9	130,3	21,2

Forrás: Environment Canada

Zöldség/gyümölcs	Származási hely	Távolság (km)	Egy kg gyümölcsre vagy zöldségre jutó üvegház-hatású gáz kibocsátás (kg)
Banán	Costa Rica	10150	1,74
Grapefruit	Dél-Afrika	8300	1,50
Szőlő	Dél-Afrika	8300	1,50
Foghagyma	Kína	7350	1,38
Paradicsom	Spanyolország	2550	0,69
Saláta	Spanyolország	2550	0,69
Brokkoli	Spanyolország	2550	0,69
Paprika	Marokkó	2700	0,49
Eper	Marokkó	2700	0,49
Foghagyma	Egyiptom	2200	0,43
Vöröshagyma	Hollandia	1400	0,38
Sárgarépa	Hollandia	1400	0,38
Cikória	Hollandia	1400	0,38
Kaliforniai paprika	Hollandia	1400	0,38
Padlizsán	Hollandia	1400	0,38
Cukkíni	Hollandia	1400	0,38
Sárgarépa	Belgium	1400	0,38
Citrom	Törökország	1350	0,36
Körte	Olaszország	1250	0,34
Karfiol	Olaszország	1250	0,34
Alma	Lengyelország	500	0,13

Megjegyzés: A távolságok becsléséhez a különböző zöldségek és gyümölcsök származási helyének fővárosa és Budapest távolsága az alap, majd erre a távolságra vetítettük a különböző szállítási módokhoz köthető üvegház-hatású gáz kibocsátást. Az európai országok esetében valószínűsítettük a közúti szállítást, a többi ország esetében a vízi és a közúti szállítás kombinációjával számoltunk.

VI.) Törvényi szabályozás

Magyarországon közel 800 db engedélyköteles növényvédő szert használnak, ezek használata pontos szakértelmet és folyamatos ellenőrzést igényel. Forgalmazásukat törvény szabályozza, ezért a különböző kategóriákba sorolt szerek nagyobb hányadához csak megfelelő képesítés birtokában lehet hozzájutni.

A növényvédő szerek engedélyezése a szerek felhasználásával alakult ki, majd a használatukkal fejlődött tovább. Nagy figyelmet fordítottak a környezeti és egészségügyi veszélyek lehetőség szerinti minimalizálására, ennek következtében, az engedélyezések

követelményei szigorodtak a forgalomba került termékek növényvédő szer mennyiségének függvényében.

A régen használat szervesetlen vegyületeket (pl.: arzén, higany) a szerves hatóanyag tartalmú készítmények váltották fel. A klórozott szénhidrogének, szerves foszforsav-észterek, a karbamátok, ditiokarbamátok, triazinok, klóracetanilid, majd a későbbi piretroid és triazol típusú hatóanyagokat újabb vegyület típusok követték, a ma legújabbnak számító szulfonil-karbamid és piridil származékokig. A vegyszerek használata az egyre gyarapodó kártevők miatt rohamosan növekedett, bár használatának csúcspontját csak a hetvenes évek környékén érte el. Elsősorban a cél a termésnövekedés volt; jó terméshozamok születtek, így növekedett a termésátlag is. Ennek nélkülözhetetlen feltétele az egyre növekedő eszköz és energia-bevitel, ami az energia árrobbanás után komoly gondot okozott. A helyenként már mértéktelenné tűnő vegyszer felhasználás környezeti hatásai is egyre nagyobb figyelmet kaptak, így különböző szervezetek, intézmények egyre aktívabban léptek fel a környezetet is károsító túlzott szerfelhasználás ellen. Mindezek következtében a növényvédő szerengedélyezésre vonatkozóan még szigorúbb és kifinomultabb szabályozás vált lehetővé.

Az ötvenes-hatvanas évek elején az engedélyezés intézményi háttere gyenge volt; a lehetséges veszélyek és ezek kivédési módja nem tudatosult igazán, a tudományos felmérések, a tapasztalatok feldolgozása kezdeti stádiumban volt, az ehhez kapcsolódó fejlett intézményrendszer is csak a következő évtizedekben fejlődött ki.

A magyar növényvédelmi szabályozás a nemzetközihez hasonlóan rögzös utat járt be, jogi intézménye 100 éves múlttal tekint vissza. A földművelésügyi miniszter 1876. évi rendelet már tartalmaz előírást a növényvédelmi feladatok elvégzésére, ám még nem foglalja magában a növényvédő szerek engedélyezésére vonatkozó előírásokat. Az általános mezőgazdasági jogszabályoktól elkülönült speciális növény növényvédelmi jogi szabályozás az utóbbi fél évszázadban alakult ki. Az 1957-es FM-rendelet már elkülönítetten említi a „növényvédő anyagok és eszközök előállításának, felhasználásának és forgalomba hozatalának” engedélyezését, bár részleteiben ennek feltételeire nem tér ki. 1954-ben a helyzet már változott, ekkor megjelent az átfogó növényvédelmi kódex, mely a korábbi külön-külön rendeletekkel történő szabályozást egységbe foglalta, és későbbi kiegészítéseivel nemzetközileg is korszerű rendelkezéseket foglalt magában. Az 1968-ban újrafogalmazott jogszabályokban az engedélyezéssel kapcsolatos növekvő elvárások csak részben tükröződnek, a benyújtandó adatok köre újabb követelményekkel egészült ki, így például a hasznos élő szervezetek védelme érdekében szükséges tennivalók is előtérbe kerülnek. Az 1968. évi törvényerejű rendelet 1988-ig maradt érvényben. Majd kiadták az 1988. évi 2. sz.

törvényerejű rendelet, illetve ennek végrehajtási rendeletét, amelyek előtérben tartják a nemzetközi követelményekhez igazodó, korszerű szabályozásokat is. Egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a tovább lépés iránya a rendszer belső elemeinek és az engedélyezés intézményrendszerének továbbfejlesztése lehet. Az Európai-uniós jogrendet átvevő hatályos jogszabályainkban, a növényvédelemről szóló 2000. évi XXXV. törvényében, illetve a hozzá kapcsolódó végrehajtási rendeletben is ez valósul meg.

VII.) Néhány példa az elmúlt évekből, a sajtó növényvédőszer-maradványokkal kapcsolatos híreiből

- Az Európai Unió 2004-ben bírálta Ausztriát a növényvédőszer-maradványok ellenőrzésének hiányosságai miatt. Az eljárás során 41 növényvédőszer hatóanyagot vizsgáltak, vizsgált mintáknak mindössze 35 százaléka volt vegyszer-mentes, 8,4%-ban a törvényben megengedett felső határ felett volt a peszticid-maradvány.
- Növényvédőszer-maradványokat találtak az Indiában forgalmazott üdítőitalokban. Az indiai Centre for Science and Environment (CSE) 2003-as tanulmányában közölte, hogy a megengedettnél nagyobb mennyiségben talált vegyszereket az üdítőkben.
- Németországban nem megfelelő a környezetre veszélyes metilbromid növényvédőszer használatának ellenőrzése. Az Európai Bizottság állásfoglalása szerint évente 1000 tonnát lehet felhasználni az ózonkárosító vegyületből és évente jelentést kell készíteni a használatáról. Németországon kívül figyelmeztetésben részesült még Belgium, Franciaország, Görögország, Olaszország, Írország, Portugália, Spanyolország és Nagy-Britannia is.
- Egy multinacionális növényvédőszer-gyártó vállalat évtizedekkel ezelőtt több ezer tonnányi környezetre és egészségre veszélyes hulladékot szállított egy még kiépítetlen dél-walesi hulladéklerakóba. Az angol Környezetvédelmi Ügynökség szerint a legszennyezettebb területek megtisztítása mintegy 100 millió fontba kerülne. Az illegális lerakóból 67 toxikus anyag jelenlétét mutatták ki, melyek között megtalálható a dioxin is. Az föld alá temetett anyagok kiszivároghat mind a levegőt, mind a talajvizet szennyezik.



8. ábra

- A növényvédőszer miatt kisebb csecsemők születnek. New York szegényebb negyedeiben már sikerült kimutatni az összefüggést az újszülöttek magassága és tömege, valamint két világszerte elterjedt növényvédőszer (Chlorpyrifos és Diazinon) használata között. Azok az anyák, akiknek vérében vagy a köldökzsinórjuk vérében ki lehetett mutatni a növényvédőszer nyomainak lényegesen kisebb gyermeknek adtak életet. A különbség egy kilogramm és egy centiméter volt átlagosan.
- A német Nemzeti Egészségügyi és Környezetvédelmi Kutatóközpont (GSF) vizsgálatot indított a bébiételekben megtalálható vegyi anyagok hatásainak megállapítására. Bizonyíték van arra, hogy a kadmium és a növényvédőszer befolyásolja az ösztrogén-receptorokat, a dioxinok pedig káros oxidációs folyamatokat indíthatnak el a sejtekben. Ráadásul a kisbabák eleve nehezebben szabadulnak meg a toxikus anyagoktól, mivel idegrendszerük, légző- és nemi szerveik még nem fejlődtek ki teljesen.

VIII.) Mi lehet a megoldás? Bio- és ökotermékek

Magyarország lakóinak jelentős részét nem igazán foglalkoztatja, hogy mi kerül nap, mint nap az asztalra. Manapság gyakran halljuk a „bio” illetve az „öko” jelzõt, amelyeket az élelmiszerektõl a napi használati tárgyakon, vegyipari cikkeken át a szórakoztató elektronika eszközeihez kapcsolva alkalmaznak azok készítõi, forgalmazói azért, hogy termékeiket jobban el tudják adni. Sajnos gyakran ez a két szó csak reklámfogás, csupán csak üzenet a

fogyasztónak, hiszen, ahol a „bio” és az „öko” jelölés feltételei nem szabályozottak, a termékek pozitív tulajdonságai viszonylagosak, vagyis egészen mást takarhatnak, mint amit a fogyasztó mögéjük képzel.

Más a helyzet a mezőgazdasági alapanyagok és az élelmiszerek esetében, hiszen az EU-ban, így Magyarországon is jogszabály írja elő, hogy milyen követelmények betartása esetén lehet a termék „bio” illetve „öko” jelentésű.

A „bio” megjelölés a legismertebb Magyarországon, bár a hazai jogszabályok az „ökológiai” szó használatát írják elő. Az EU országokban saját nyelvükön ugyancsak ezeket a kifejezéseket és rövidítéseket alkalmazzák az „organic” mellett.

Az ökotermék előállításának szinte teljes folyamatára vonatkoznak előírások. A jogszabályok alapján kidolgozott feltételrendszer előírásainak teljesítését kizárólag a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium által elismert szervezet ellenőrizheti. A hazai ökológiai területeket, az ökoterméket előállító feldolgozókat, és forgalmazókat a Magyar Biokultúra Szövetség tulajdonában álló Biokontroll Hungária Kht. ellenőrzi. A Kht. minden évben jelentést készít előző évi tevékenységéről, melyben megtalálhatók a hazai ökológiai gazdálkodás legfontosabb adatai (területnagyság, vállalkozások száma).

Hazánkban biogazdálkodást folytató üzem:

Még a 80-as évek tudatos fogyasztóiból kinőtt baráti társaság összefogásából jött létre a mára elkészült nagyobb ökotermék. A projekt központi része az ökofalu, amit 300 hektáros ökológiai gazdaság vesz körül egy oktatási központtal. A mezőgazdaságon kívül a helyi gazdasághoz tartozó teljes körű élelmiszer-feldolgozás, az oktatás és turizmus.

A biotermékek nagy része a 90-es években exportra ment, ez a 2001-es évvel bezárólag megszűnt, így ma is csak hazai piacon történik az árusítás. Sajnos Magyarországon nem eléggé elterjedt ezen ökofalu eszméje, bár ez azzal is magyarázható, hogy a köztudatban nem mélyült el kellően a vegyszermentes gazdálkodás hosszú távú előnyei.

Irodalom:

- Kerényi Attila: Általános környezetvédelem (Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 2001)
- Gerecs Árpád: Bevezetés a kémiai technológiába (Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1995)
- Pálmai Ottó: Hazánk talajainak környezeti állapota (Fejér Megyei Növény- és Talajvédelmi Szolgálat, Velence, 2005)
- Thyll Szilárd: Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban (Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1996)
- A szerves kémiai ipar alapanyagai és közbenső termékei (www.kemtech.net)
- www.greenfo.hu
- EUfókusz – Európai Unió információs hírlevél, 2007. december
- Darvas Béla: A Peponen esete a POP-vegyületekkel (Élet és Tudomány, 2004./16.)

