

# Európa növényvédőszer- függősége

Hogyan teszi tönkre  
környezetünket  
az iparszerű  
mezőgazdaság?

Tudományos jelentés

2016. május

**GREENPEACE**

# Tartalom

<b>01. Összefoglaló</b>	<b>3</b>		
<b>02. Bevezetés</b>	<b>17</b>		
• A növényvédő szerek használata Európában	<b>20</b>		
• A növényvédő szerek engedélyezése	<b>24</b>		
- A regisztrációs folyamat hibája			
- Az endokrin rendszer károsítását nem veszik számításba			
- Az együttes hatásokat nem veszik figyelembe			
- A viselkedésmód megváltozásából adódó populációs hatásokat nem veszik figyelembe			
• Hibás vizsgálatok	<b>25</b>		
- Az EU növényvédőszer-vizsgálatainak hiányosságai			
- A növényvédő szerek hatóanyagainak vizsgálata nem tudja feltárni a készítmények hatásait			
- Hiányosak a kitétség forgatókönyvei			
- A számítások tévednek: a becsült környezeti koncentráció számított értékei túl alacsonyak			
- Hiányos a növényvédő szerek bomlástermékeinek szabályozása			
- A méheket érintő kockázatok felmérése elégtelen			
- Az engedélyezési eljárás hiányosságainak összefüggése az emberi egészséggel			
• Mennyi bizonyítékra van szükség ahhoz, hogy egy növényvédő szer használatát szigorítsák vagy betiltsák?	<b>31</b>		
- A szakirodalmat figyelembe kell venni – de ezt egyelőre csak papíron tartják be			
- A kulcsfontosságú toxicitási eredmények nem elég érzékenyek			
• A kockázatelemzés és a növényvédő szerek ismert hatásai drasztikusan megváltozhatnak	<b>33</b>		
• Nem az új növényvédő szerek jelentik a megoldást	<b>34</b>		
- A nyilvánosan hozzáférhető, független szakirodalomban nincsenek még vizsgálatok az új növényvédő szerekkel kapcsolatban			
• Több növényvédő szer, több kockázat	<b>35</b>		
- Együttes hatások			
- A kockázatelemzés bizonytalanságai			
<b>03. Növényvédő szerek a környezetben</b>	<b>37</b>		
• A növényvédő szerek környezetbe jutása és további útja	<b>37</b>		
• Növényvédő szerek a környezetben	<b>39</b>		
• A növényvédő szerek megváltoznak a környezetben	<b>40</b>		
• A növényvédő szerek kockázatai az állatokra és a növényekre	<b>40</b>		
• A növényvédő szerek hatásai az ökoszisztéma szintjén	<b>41</b>		
- A növényvédő szerek hatása az életközösségekre			
- A növényvédő szerek hatása a populációkra/kolóniákra			
- A növényvédő szerek egyedi hatásai			
• A növényvédő szerek koktéltartalma	<b>47</b>		
• A kritikus környezeti határértékek túllépése	<b>48</b>		
- Az előrejelzett környezeti koncentráció/hatás nélküli koncentráció túllépése			
- Egyéb környezeti határértékek			
<b>04. A növényvédő szerek és a madarak</b>	<b>51</b>		
<b>05. A növényvédő szerek és a vízi élőlények</b>	<b>57</b>		
<b>06. A növényvédő szerek és a hasznos élőlények</b>	<b>65</b>		
• Amikor a növényvédő szerek használata a kártevőket segíti	<b>68</b>		
<b>07. A növényvédő szerek és a növények</b>	<b>71</b>		
<b>08. A növényvédő szerek használata és a kockázatok csökkentése</b>	<b>75</b>		
• Az elsőként megteendő legfontosabb intézkedések	<b>76</b>		
• A növényvédőszer-használat csökkentése a gazdaságok szintjén	<b>76</b>		
• Váltás az ökológiai mezőgazdaságra	<b>76</b>		
• Talajápolás – fenntartható alapot kell létrehozni	<b>76</b>		
• Vetésforgó	<b>77</b>		
• Monokultúrák helyett kettős vagy többes termesztés	<b>77</b>		
• A monokultúrákkal való szakítás előnyei	<b>78</b>		
• Talajmegmunkálás	<b>78</b>		
• Fogadjuk el és növeljük a biológiai sokféleséget	<b>79</b>		
• Ellenálló fajták	<b>79</b>		
• Irányelvi szint	<b>80</b>		
- A közös agrárpolitika nem éri el céljait			
• Nemzeti szint	<b>81</b>		
- Adózás			
- Oktatás			
• A növényvédő szerek engedélyezési rendszerének hatékonyabbá tétele	<b>82</b>		
<b>09. Javaslatok</b>	<b>85</b>		
<b>10. Függelék: A környezeti toxicitás indikátorai és határértékei</b>	<b>87</b>		
<b>11. Irodalomjegyzék</b>	<b>89</b>		
<b>Ábralista</b>	<b>99</b>		

# 01

## Összefoglaló



### Itt az ideje, hogy kitörjünk a növényvédőszer-használat ördögi köréből

Az utóbbi csaknem fél évszázadban a mezőgazdaság az egész világon sok millió tonna és több száz fajta növényvédő szert használt annak érdekében, hogy csökkentse a termésveszteséget. A legtöbb gazdálkodó haszonnövényeit ma is rutinszerűen kezeli többféle növényvédő szerrel ahelyett, hogy a vegyszereket utolsó lehetőségként, csak ritkán előforduló erős fertőzöttség esetén vetné be. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a tenyésztés során egy-egy haszonnövényt többször is kezelnek vegyszerrel. Mivel a növényvédő szerek széles körben elterjedtek, lassan bomlanak le és a környezetben hosszú távon fennmaradnak, a Föld szinte minden ökoszisztémáját károsították már.

*"Európa növényvédőszer-függősége - Hogyan teszi tönkre a környezetünket az iparszerű mezőgazdaság?"* című kiadványunk a növényvédő szerek európai használatát és az általuk okozott széleskörű környezeti hatásokat vizsgálja, többek között azt, hogy milyen romboló hatással vannak ezek a vegyszerek egyes nélkülözhetetlen ökoszisztéma-szolgáltatásokra. A környezeti hatások mellett a növényvédő szerek használatára vonatkozó rendelkezésekkel is foglalkozik, vizsgálva, hogy szükséges-e, és ha igen, mennyire sürgető a szabályozások szigorítása.

A növényvédő vegyszerek előállítása, kereskedelme és alkalmazása több milliárd eurós iparággá vált, melyet néhány agrokémiai vállalat ural. 2011-ben három európai vállalat, a Syngenta (Svájc), a Bayer CropScience és a BASF (Németország) ellenőrizte a világ növényvédőszer-piacának 52,5%-át. Három amerikai (USA) vállalattal – ezek a Dow AgroSciences, a Dow és a DuPont – kiegészülve övék a növényvédő szerek világkereskedelmének 76%-a<sup>1</sup>.

A növényvédő szerek piaca Ázsiában és Dél-Amerikában bővül a leggyorsabban, mert Kína, India, Argentína és Brazília<sup>2</sup> felhasználása nagymértékben növekszik. Mindemellett az előrejelzések szerint a fejlettebb európai piacon is nőni fog a használat, különösen a kontinens keleti felében tapasztalható emelkedés miatt, illetve azért, mert Európa-szerte egyre többször kezelik

---

egy adott szezonban a haszonnövényeket. Néhány országban be is vezették a „kezelési gyakoriság indexét”, amely megmutatja, hogy egy bizonyos haszonnövényt hány alkalommal vegyszereznek az adott tenyészidőszakban. Ennek alapján vészjósló kép rajzolódik ki. Németországban a szántóföldi növények (pl. a repce, a gabonafélék és a cukorrépa), valamint egyes gyümölcsök (pl. az alma és a szőlő) esetében ez az index 2001 óta folyamatosan nő. 2012-ben az almáskertekben átlagosan 32 teljes adagú vegyszeres kezelést alkalmaztak egyetlen tenyészidőszak leforgása alatt<sup>3</sup>. A növényvédő szerek ilyen intenzív használata felveti a kérdést, hogy milyen hatással vannak ezek a vegyszerek az egyes fajokra, a teljes ökoszisztémára, a biológiai sokféleségre, valamint hogyan engedélyezik és vizsgálják őket az Európai Unióban.

## Amikor a növényvédő szerek célt tévesztenek

**A növényvédő szerek kémiai összetevői és hatóanyagai egyaránt hathatnak minden élőlényre, illetve az élőhelyükként szolgáló környezetre, amelytől függenek. Ennek potenciálisan súlyos ökológiai következményei vannak.** Régóta ismert, hogy a mezőgazdaságban használt vegyszerek veszélyeztetik az élővilágot és a természeti környezetet, valamint különösen nagy szerepük van a biológiai sokféleség csökkenésében. Az EU-ban majdnem minden negyedik sérülékeny vagy veszélyeztetett fajt (24,5%) fenyegetik a mezőgazdasági szennyvizek, amelyek pl. növényvédő szereket, valamint nitrát- és foszfáttartalmú műtrágyákat tartalmaznak<sup>4</sup>. Európai adatok alapján a vadon élő élővilág sokszínűségének csökkenése az összes vizsgált élőlénycsoportnál jelentős. Például a vizsgált emlős populációk 27%-ában tapasztalható csökkenés Európában, de előfordulhat, hogy ez a szám egy még ennél is riasztóbb trendet takar, mivel az emlősfajok 33%-ának nem is ismerjük a helyzetét.<sup>5</sup> Azt viszont tudjuk, hogy az olyan rendkívül sérülékeny élőlénycsoportok, mint pl. a kétéltűek és a szitakötők, még rosszabb helyzetben vannak. Annak ellenére, hogy egyre több bizonyíték van rá, hogy a növényvédő szerek súlyos problémákat okoznak, a környezeti hatások mérséklésére semmilyen jelentős irányelvi változtatás nem történt. Ezt egész Európa kudarcának tekinthetjük.

### **A növényvédő szerek hatásai: egyedekre, populációkra és ökoszisztémákra gyakorolt akut, szubletális (nem halálos) és közvetett hatások**

A növényvédő szerek hirtelen fellépő mérgezést okozhatnak mind a célszervezetekben, mind a nem megcélzott élőlényekben, melyen belül a közvetlen, akut halálos mérgezéseket mutatják ki és jegyzik fel a leggyakrabban. Néhány esetben azonban a másodlagos hatások is bizonyítottan jelentősek, például a rágcsálóirtó szerekkel megmérgezett kisemlősökkel vagy rovarirtó szerekkel kezelt rovarokkal táplálkozó ragadozó madarak esetében. A növényvédő szerek ezektől a viszonylag egyértelmű mérgezési „végpontoktól” eltekintve is sokféle apró és összetett, néha képleltetett hatást fejthetnek ki. Ezeknek két, többé-kevésbé jól ismert példája az immunrendszer és az endokrin rendszer (belső elválasztású mirigyek szervrendszere) károsítása, mely esetben az élőlények fogékonyabbá válnak a betegségekre, valamint romlanak szaporodási, illetve egyéb képességeik.

Ezeket az egyedi és időnként apró hatásokat a populációk és teljes ökoszisztémák szintjén igen nehéz kimutatni és számszerűsíteni, s néha csak hosszabb idő elteltével észlelhetőek. A hatások kimutatását tovább nehezíti az ökoszisztémák természetes összetettsége és az egyes ökoszisztémák egymásra gyakorolt hatása. Az egyik viszonylag egyértelmű hatás a táplálékforrások beszűkülése. Mivel érintettek a tápláléklánc alapelemei, így érintettek azok élősködői

Ezek a vegyszerek nem képesek különbséget tenni barát és ellenség között

és ragadozói is, valamint további élőlények, amelyek ezekkel táplálkoznak. Mindez az érintett táplálékhálózatok részleges összeomlását okozhatja. A növényvédő szerek összetett hatását jól példázza, hogy az európai szántóföldi madárfajok száma az utóbbi három évtizedben folyamatosan csökken. Pusztulásukban szerepet játszik a madarak közvetlen mérgezése, de táplálékforrásaik beszűkülése is. A rovarevő madarakat leginkább a zsákmányul szolgáló ízeltlábúak állományainak csökkenése érintette, de más madárfajokra a gyomirtók is hatással lehetnek, mert csökkentik a táplálékként szolgáló magok mennyiségét. A növényvilág változatosságának, valamint a kedvező élőhelyek számának csökkenése ugyancsak hozzájárult a szántóföldi madárfajok megfogyatkozásához.<sup>6</sup>

**Végző soron olyan alapvető ökoszisztéma-szolgáltatások kerültek veszélybe, mint amilyen például a beporzás, a természetes növényvédelem, az ivóvíz tisztulása, a tápanyagok körforgása és a talaj termékenysége, melyeket csak egy működő és működőképes ökoszisztéma nyújt.** A megzavart ökológiai rendszereknek éghajlati és időjárási szélsőségekkel szembeni ellenálló képessége is csökken. Általános szabály, hogy minél változatosabb egy ökoszisztéma, annál jobban ellenáll az ilyen hatásoknak. Az „*Európa növényvédőszer-függősége – Hogyan teszi tönkre környezetünket az iparszerű mezőgazdaság?*” című kiadvány az ökoszisztéma-szolgáltatásoknak és azok hatalmas gazdasági jelentőségének csak némelyikét vizsgálja. Mindenesetre azt is be kell látnunk, hogy az ökoszisztéma-szolgáltatások bármely pénzbeli értékelését felülírja a tény, hogy gyakorlatilag nem helyettesíthetők semmivel, s ha egyszer elvesznek, az értékük pillanatok alatt felbecsülhetetlenné válik.



Végző soron a legkülönfélébb ökoszisztéma-szolgáltatásokat veszélyeztetjük, mint amilyen például a beporzás, a természetes növényvédelem, az ivóvíz tisztulása, a tápanyagok körforgása és a talaj termékenysége, melyeket egy működő és működőképes ökoszisztéma nyújt

---

## Nincs menekvés a növényvédő szerek hatásai előtt

Növényvédő szerek a környezetben sokfelé jelen vannak, és felhasználásuk eredeti helyétől a levegővel, a közlekedési eszközökkel, a vízzel, az élő szervezetek szövetével nagy távolságokra juthatnak el.

Ellenőrző vizsgálatok során talaj- és felszíni vízmintákban rendszeresen mutatnak ki növényvédőszer-szennyeződést. Egy, a közelmúltban végzett öt éves németországi felmérés szerint a növényvédő szerek vagy bomlástermékeik a vizsgált 2280 mintavételi pont 60%-ánál elérték a talajvizet<sup>7</sup>. 2013-ban holland felszíni vizekből vett mintákban a mintavételi állomások 65%-ánál 30 vagy annál több rovarirtó szert találtak<sup>8</sup>. A felszíni vizekben ennél is kiterjedtebb növényvédőszer-szennyeződést mutattak ki annak ellenére, hogy a vegyszereknek csak egy szűk körét, például az EU Víz Keretirányelvében felsoroltakat vizsgálták<sup>9</sup>. Az EU-szabályozás hiányosságainak az is következménye, hogy az ellenőrző vizsgálatok általában jelentős lemaradásban vannak az új növényvédő szerek bevezetéséhez képest, így a problémás eseteket nem lehet idejében feltárni. Ráadásul az ellenőrzések alkalmával legtöbbször konkrét hatóanyagokat keresnek, miközben a növényvédő szerek nem önmagukban, hanem keverékeként vannak jelen a környezetben, más vegyszerekkel, hatóanyagokkal és azok bomlástermékeivel együtt<sup>10</sup>. Az ilyen vegyületkeverékek, -kockázatok viselkedését toxikológiai szempontból a múltban sem vizsgálták, s most sem vizsgálják behatóan.

## Európában nem hatékony a növényvédő szerek szabályozása

A használt növényvédő szerek élővilágra gyakorolt potenciális veszélyei miatt a használat engedélyezése előtt minden növényvédő szernek engedélyezési eljárás kell átesnie. A folyamat része egy hatásvizsgálat, amely toxicitási vizsgálatokon alapszik, valamint egy kitétségi felmérés, amelyet különböző forgatókönyvek modellezésével végeznek. Matematikai modelleket használnak, mivel a vizsgálathoz terepadatok általában nem állnak rendelkezésre. Többször előfordult már, hogy egyes növényvédő szerek kockázatelemzése és engedélyezése elégtelennek bizonyult valami miatt, s egyes esetekben visszamenőleges kiigazításokra, a döntések felülbírálatára volt szükség. Az EU egyik friss szigorítása néhány, a neonikotinoidok családjába tartozó, felszívódó rovarirtó szert érint.

2013. december elsejével három neonikotinoid rovarirtó, a tiametoxám (Syngenta-termék), az imidakloprid és a klotianidin (a Bayer termékei) többféle felhasználási módját tiltotta be az EU, miután egyre több bizonyíték utalt arra, hogy ezeknek a felszívódó rovarirtó szereknek a negatív vizsgálati eredményei nem helytállóak. Az említett vegyszerek nagyon komoly károsító hatással vannak a mézelő méhekre és más beporzókra.

Egy másik esetben a gyomirtószerként használt glifozát nevű hatóanyag újraengedélyezése körül alakult ki vita, melyben a különböző intézmények véleménye nagyon eltérő. Az ENSZ Egészségügyi Világszervezetének Rákkutatási Ügynöksége a glifozátot a „nagy valószínűséggel rákkeltő” anyagok csoportjába sorolja, miközben más hatóságok zöld jelzést adtak ugyanennek a vegyszernek. Ez nemcsak arra hívja fel a figyelmet, hogy milyen nehéz akár egyetlen vegyi anyag hatásainak alapos vizsgálata, de arra is, hogy még ha egy vegyületet nagyon alaposan meg is vizsgáltak, később újabb bizonyítékok derülhetnek ki, amelyek miatt újra át kell gondolni az engedélyezést.



© Greenpeace / Angel Garcia

Mivel a növényvédőszer-készítmények sokkal mérgezőbbek lehetnek, mint a hatóanyaguk önmagában, s a növényvédőszer-maradványok általában nem önállóan, hanem különféle kombinációkban fordulnak elő, aggasztó, hogy ezeket az EU még mindig nem szabályozza

**Miközben az EU növényvédőszer-engedélyeztetési eljárásának megújítása már jó ideje folyamatban van, továbbra is alapvető hiányosságok találhatók az előzetes hatásvizsgálatokban, az engedélyezésben és az azt követő ellenőrző vizsgálatokban.** Jelenleg majdnem 500 növényvédőszer-hatóanyag van használati engedélye az EU-ban. A kereskedelmi forgalomban elérhető növényvédőszer-készítmények száma a gyakorlatban ennél sokkal nagyobb, hiszen ezek különféleképp összeállított keverékek. A növényvédőszer-készítmények általában nem csak a hatóanyagot tartalmazzák, hanem adalékanyagokat is, például oldószereket, felületaktív anyagokat és emulgeáló szereket, amelyek növelik a hatékonyságot (pl. segítik a sejtfalon való átjutást). Engedélyük az európai uniós szabályozás alapján csak a hatóanyagoknak van, s nem a teljes készítménynek. (A készítmények engedélyezése tagállami szabályozás alapján történik, ezeket az EU még mindig nem szabályozza – a szerk. megj.)

Mivel a növényvédőszer-készítmények sokkal mérgezőbbek lehetnek, mint a hatóanyaguk önmagában, s a növényvédőszer-maradványok általában nem önállóan, hanem különféle kombinációkban fordulnak elő, aggasztó, hogy ezeket az EU még mindig nem szabályozza. Noha a szakirodalomban a növényvédő szerek összeadódó és egymást felerősítő hatásai is le vannak írva, ezeket pillanatnyilag nem veszik figyelembe a kockázatelemzési eljárások során. Annak ellenére, hogy már régóta zajlanak viták a keverékek felmérésének szabványosított módszereiről, eddig semmilyen megállapodás nem született.

Ráadásul nem csak a növényvédőszer-keverékekkel, hanem ezek egyes jellemzőivel sem foglalkoznak kellő súllyal az uniós szabályok. Például az emberi endokrin rendszert károsító tulajdonságok az EU-ban már 2009 óta olyan tényezőknak számítanak, melyek alapján ki kellene zárni az ilyen vegyületeket az engedélyeztetésből. **Eddig azonban egyetlen engedélyt sem vontak vissza emiatt, hiába jelentenek súlyos veszélyt az emberi egészségre. Az ilyen jellemzők mérésének szabványosított módszereiről még mindig csak vitatkoznak.** Ezt a súlyos hiányosságot annak fényében kell nézni, hogy ha az engedélyeztetési eljárás során figyelembe vennék az endokrin rendszert károsító tulajdonságokat, akkor valószínűleg számos anyagot vissza kellene hívni a piacról, és ez megnehezítené az újabb hatóanyagok engedélyhez jutását is.



Úgy tűnik, hogy továbbra is súlyos hiányosságok tapasztalhatóak az előzetes vizsgálatok, az engedélyeztetés és az ellenőrzés területén



---

Félretéve a keverékekkel és egyéb mérgezési módokkal kapcsolatos új keletű aggodalmakat, még az engedélyezési eljárásokban régóta használt és elfogadott módszereknek is rengeteg bizonyítható hiányosságuk van. A hatásokat általában csak néhány „sztenderd” kísérleti élőlényrel kapcsolatban vizsgálják. Ezek az élőlények többnyire nem túl érzékenyek, így felmerül a kérdés, hogy vizsgálatuk milyen mértékben jelzi a más élőlényekre és a valódi ökoszisztémákra várhatóan kifejtett hatásokat. Az élőlények egyes csoportjait – például a kétéltűeket – semmi sem képviseli a vizsgálatok során. Ezen túlmenően igencsak megkérdőjelezhető, hogy a halálos és halált nem okozó mérgező hatások vizsgálata, melyek a kísérletek végpontjai, egyáltalán képesek-e az összes lehetséges hatást kimutatni. Néhány ismert és potenciálisan mérgező végpontot pedig egyáltalán nem is vizsgálnak.

Az engedélyezési folyamat hiányosságait súlyos összeférhetlenség is gyarapíthatja, hiszen magának a kérelmezőnek (általában az agrokémiai vállalatnak) kell végrehajtania a sztenderdizált vizsgálatokat, majd beszámolnia az eredményekről. Ezen túlmenően a vizsgálatoknak csak az összefoglalását szokták nyilvánosságra hozni, s nem az összes eredményt. Azokat sokszor külön kell kikérni, mindez pedig lehetetlenné teszi az eredmények érdemi megvitatását és a vizsgálatok független megismétlését.

Sok anyagról, kivált azokról, amelyek már régóta piacon vannak, a nyilvános szakirodalomban is találhatóak tudományos adatok. Ezen kutatások célja sokszor nagymértékben eltér az előírt vizsgálatokétól. A szakértők ilyenkor más hatásokra és kimenetelekre vagy összetettebb kérdésekre keresnek válaszokat egy-egy vegyszer szubletális és krónikus hatásaival kapcsolatban. Emellett kevésbé mesterséges körülmények között végezhetik el a vizsgálatokat. Az EU irányelveinek értelmében ezeket a kutatásokat is figyelembe kell venni az engedélyeztetési eljárások során, de a gyakorlatban erre ritkán kerül sor, mivel az ilyen kutatásokat általában sem a kérelmezők, sem a szabályozó hatóságok nem tekintik mérvadónak.

Az is igaz, hogy a növényvédő szerek szélesebb környezeti hatásait valamivel nehezebb felmérni, mint az „egyszerű” toxikológiai hatásokat. Sok esetben – a „valós” adatok helyett – a felmérések olyan sztenderd eljárást használnak, melyben matematikai modellekkel jelzik előre a várható környezeti koncentrációkat és azok hatásait. A kutatások azonban azt mutatják, hogy a földeken mért valódi koncentrációk akár 78%-kal is meghaladhatják a számítottakat. Ilyen körülmények között tehát a modellek alkalmazásával sokszor jelentősen alábecsülik a növényvédő szerek ökoszisztémákat fenyegető valós veszélyeit. Ezen felül egyes növényvédő szerek váratlan módon viselkednek a természetben. Például a talajban „mozdíthatatlannak” hitt vegyületeket mutatnak ki vízmintákban, pedig a vizeket az előzetes becslések alapján nem lett volna szabad elérniük. Végezetül az EU-ban az ellenőrzések terén is súlyos hiányosságok vannak. Nagyon kevés növényvédő szert vizsgálnak, s úgy tűnik, hogy leginkább az EU-szabályozásban, nevesítve csak a Víz Keretirányelvben felsoroltakra összpontosítanak. Rengeteg hatóanyagot, különösen az olyan újabb növényvédő szereket, mint amilyenek a neonikotinoidok, nem vizsgálják meg olyan alaposan, mint ahogyan azt a széleskörű használatuk indokolná. Ez azt jelenti, hogy a növényvédő szerek szabályozása jelenleg nem teszi lehetővé a növényvédő szerek környezetre gyakorolt valódi, teljes hatásának komoly felmérését<sup>11</sup>.

Ezek a példák nem csak az EU növényvédőszer-engedélyezési folyamatának nyilvánvaló kudarcát jelzik, hanem az EU környezetvédelmi előírásai egyik alapelveinek, az „elővigyázatosság elvének” be nem tartását is. Amint azt az 1992-es Riói Nyilatkozat a Környezetről és Fejlődésről meghatározza, az elővigyázatosság elvének értelmében azokban az esetekben, amelyekben súlyos vagy visszafordíthatatlan károk veszélye áll fenn, „**a teljes tudományos bizonyosság hiánya nem használható föl indoklásként a környezetromlást megakadályozó, hatékony intézkedések elhalasztására**”. Másként megfogalmazva: mindig óvintézkedéseket kell tenni, ha kockázatok merülnek fel, még akkor is, ha azokról nincs teljes tudományos bizonyosság. A növényvédő szerekkel kapcsolatban számos kockázatot már egyértelműen bizonyítottak, tehát az elővigyázatosság elvének szigorú alkalmazása még inkább indokolt lenne.

## Kilépés a növényvédő szerek ördögi köréből: váltás az ökológiai mezőgazdaságra

A vegyszerektől, különösen a növényvédő szerektől való túlzott függőség sokféle károsodást okozhat az ökoszisztémákban, hiszen úgy alkotják meg ezeket a szereket, hogy többféle élőlényre is mérgezőek legyenek. A növényvédő szerek használata még a szabályok betartása mellett sem csak egyes fajokat veszélyeztet, hanem végső soron nélkülözhetetlen ökoszisztéma-szolgáltatásokat tehet kockára. Paradox módon ebbe a természetes növényvédelem folyamatai is beletartoznak.

A jelenlegi mezőgazdasági gyakorlat mellett a kártevők vegyszeres irtása bizonyos fókig önmagát erősítő folyamat. A viszonylag kevés faj és fajta gyakorlatilag monokultúrában való termesztése növeli fogékonyságukat a gombás betegségek, a rovar- és gyomfertőződés iránt. A minden szintre (fajok, fajták, vetésforgó) jellemző kis változatosság elősegíti mindenféle kártevő megjelenését és folyamatos kártételét, melyek ellen jelenleg növényvédő szerekkel védekeznek.

**Annak érdekében, hogy a növényvédő szerektől való függőség okozta gondokat orvosolni lehessen, a jelenlegi mezőgazdasági paradigmát radikálisan meg kell változtatni, s életképes, vegyszermentes, ökológiai módszerek irányába kell lépni.** Ezek a módszerek az ökoszisztéma-szolgáltatások használatán alapulnak, beleértve a természetes növényvédelmet is. A betegségeknek ellenálló fajták szelekciója és nemesítése segít csökkenteni vagy akár ki is küszöbölni a rovar- és gombakártevőket. A gondosan megtervezett vetésforgó, a mezőgazdasági rendszerek változatossá tétele, valamint a két vagy több haszonnövény együtt termesztése



© Alex Kirchner / Greenpeace

A vegyszerektől, különösen a növényvédő szerektől való túlzott függőség sokféle károsodást okozhat az ökoszisztémákban, hiszen úgy alkotják meg ezeket a szereket, hogy többféle élőlényre is mérgezőek legyenek



Az intenzív vegyszerhasználaton alapuló mezőgazdasági rendszerről az ökológiai gazdálkodási modellre történő átálláshoz jelentős politikai és pénzügyi támogatásra van szükség

jelentősen növelheti a terméshozamokat és véd a súlyos kártevőfertőzésektől. A talajok védelme és szervesanyag-tartalmuk növelése – tehát a termékenység fokozása – szintén alapvető szerepet játszik a kártevők elleni küzdelemben és a növények ellenálló képességének biztosításában. Végezetül: a szintetikus növényvédő szereket már most is hatékonyan helyettesítik biológiai védekezéssel, amely a kártevőket természetes ellenségeik segítségével tartja féken.

**Az intenzív vegyszerhasználaton alapuló mezőgazdasági rendszerről az ökológiai gazdálkodási modellre történő átálláshoz jelentős politikai és pénzügyi támogatásra van szükség.** Csak a rendszeres, jól átgondolt támogatási mechanizmusok teszik lehetővé, hogy a gazdálkodók többsége bátrabban átálljon az ökológiai mezőgazdasági módszerekre. A legtöbb gazda jelenleg egy olyan rendszer része, amelyben a mezőgazdasági birtokok egyre iparszerűbbé és specializáltabbá válnak, sokszor figyelmen kívül hagyva azokat a komoly gazdasági és környezeti hatásokat, melyek a vidéki közösségek hosszú távú fejlődését gátolják. Az ökológiai gazdálkodás irányába történő paradigmaváltáshoz megfelelő gazdasági ösztönzőkre van szükség. Az adófizetők euró milliárdjait nem a fenntarthatatlan hagyományos mezőgazdasági rendszerekre, valamint agrokémiai kutatásokra és fejlesztésekre kellene költeni, hanem az ökológiai gazdálkodási módszerek gyors fejlesztésére és gyakorlattá válására, amelyek nemcsak a környezet, hanem a fogyasztók, a termelők és a közösségek számára is egyértelműen hasznot hajtanak.

# A LEGFONTOSABB MEGÁLLAPÍTÁSOK:

- Az iparszerű mezőgazdaság jelenlegi pusztító modellje nagy mennyiségű vegyszer, különösen növényvédő szer használatától függ.
- Az adatok azt mutatják, hogy az EU-ban a növényvédőszer-használat továbbra is növekszik.
- A növényvédő szereket a környezetben mindenütt megtalálni, sokféle módon terjednek s alkalmazási helyüktől távol is árthatnak az élőlényeknek.
- A növényvédőszer-szennyezettség ritkán jelenti egyetlen anyag jelenlétét. A környezetből vett mintákban legtöbbször növényvédő szerek keverékeit találják.
- Leggyakrabban a növényvédő szerek okozta akut mérgezés a legnyilvánvalóbb veszély, de apró, szubletális hatások szintén lehetnek, melyek károsíthatják az immun- és endokrin rendszert, befolyásolhatják a fejlődést, a tájékozódási- és a szaporodási képességeket vagy a táplálkozási viselkedést.
- A növényvédő szerek gyakran célt tévesztenek. Nem egyetlen kártevő rovarot megcélzó precíz eszközök, hanem súlyosan károsíthatnak más, sokszor hasznos élőlényeket is.
- A növényvédő szerek a biológiai sokféleség csökkenését okozzák, csökkentve a mezőgazdasági ökoszisztémák különféle élőlényeinek populációját még a táplálkozási lánc magasabb szintjein is, például a ragadozó madarak esetében.
- A növényvédő szerek ökoszisztémára gyakorolt közvetett hatásai is súlyosak. A táplálékláncok és az élőhelyek tönkretétele már most is összefüggésbe hozható a szántóföldi madarak és a sok más élőlény táplálékául szolgáló ízeltlábú populációk csökkenésével.
- A növényvédő szerek jelentősen kihathatnak az olyan alapvető ökoszisztéma-szolgáltatásokra is, mint például a beporzás, a természetes növényvédelem, az ivóvizek természetes tisztulása, a tápanyagkörforgás és a talaj termékenysége.
- Az EU kudarcot vallott a növényvédő szerek ellenőrzésében:
  - A növényvédő szerek keverékeinek „kockázatát” nem vizsgálják rutinszerűen;
  - Túl sokszor hagyják figyelmen kívül a káros hatásokat, különösen a szubletálisakat, még az olyan fontos beporzók esetében is, mint amilyenek a mézelő méhek;
  - Csak a növényvédő szerek hatóanyagait vizsgálják, nem a gyakorlatban használt készítményeket;
  - Az endokrin rendszert károsító hatásokat nem vizsgálják megfelelően, annak ellenére, hogy 2009 óta a károsító hatás megléte kizáró ok a növényvédő szerek engedélyezésékor;
  - A szubletális hatások felmérése elégtelen;
  - Az engedélyezési eljárás nem átlátható, valamint javarészt iparági információkon alapul, különösen a tájékozódásul használt kutatások vonatkozásában;
  - A sztetend kísérletekben használt élőlények gyakorta igen szívósak, tehát nem jól reprezentálják a természetben előforduló élőlényeket;
  - A független kutatásokat általában nem veszik figyelembe, noha azok gyakran mutatnak ki egyes fajokra vagy a tágabb környezetre gyakorolt, kevésbé nyilvánvaló káros hatásokat;
  - A környezet növényvédőszer-szennyeződésének modellezése alulbecsüli a szennyeződés mértékét a valós koncentrációkhoz képest, ennek ellenére mégis ez az engedélyezési eljárás egyik alapja;
  - Sok növényvédő szer esetében a környezeti nyomon követés jelenleg nem megoldott.
- A jelenlegi pusztító, intenzív vegyszerhasználaton alapuló, iparszerű mezőgazdasági rendszerből az ökológiai gazdálkodás irányába történő elmozduláshoz sürgősen erőteljes politikai és pénzügyi támogatásra van szükség.

# Javaslatok

**Ma már számos, empirikus vizsgálatokkal alátámasztott tudományos kutatás bizonyítja megcáfolhatatlanul a növényvédő szerek környezeti hatásait,** ami ismételten rámutat arra, hogy sürgősen el kell távolodnunk a vegyszerfüggő, iparszerű mezőgazdaságtól. Az, hogy a növényvédőszer-maradványok – a jelenlétük ismert és pillanatnyilag még ismeretlen következményeivel együtt – szinte mindenütt jelen vannak az ökoszisztémákban, egyértelművé teszi, hogy az általuk okozott kockázatokat és veszélyeket csak úgy lehet kiküszöbölni, ha megszüntetjük használatukat. Jelenleg is rendelkezésre állnak vegyszermentes növényvédelmi módszerek a gazdák számára, de ahhoz, hogy ez váljék a főszórá, politikai és pénzügyi támogatás kell. **Csak a növényvédőszer-használat csökkentésével, valamint a mezőgazdasági rendszerek ökológiai gazdálkodási módszerekre történő átállásával válik lehetségessé azon ökológiai és gazdasági problémák kezelése, melyekkel a mezőgazdaság napjainkban szembesül.**

A szükséges változások létrejöttéhez elsőként az alábbi intézkedéseket kell megtenni:

- **Ki kell törni a növényvédőszer-használat ördögi köréből.** Kulcsfontosságú, hogy a gazdaságok az agro-biodiverzitásra összpontosítsanak. A növényvédő szerek mezőgazdasági használata a helyi viszonyokhoz jól alkalmazkodott, ellenálló fajták választásával, átgondolt vetésforgó kialakításával, a mezőgazdasági rendszerek szántóföldi és tájegységi szinten való változatossá tételével, a talajápolási módszerek javításával és a kártevők biológiai irtásával helyettesíthető.
- **Biztosítani kell a növényvédő szerek fenntartható használatáról szóló irányelv helyes alkalmazását.** Amint azt az EU-jogszabályok előírják, a tagállamoknak olyan kézzelfogható intézkedéseket kell tenniük és olyan célokat kell kijelölniük, melyek a növényvédő szerek használatának jelentős csökkenéséhez vezetnek.
- **Alaposan felül kell vizsgálni a növényvédő szerek kockázatelemzésének szabályozását.** Kiemelten kell vizsgálni és nyomon követni a vegyszerek koktéjlainak hatását az emberi egészségre és a környezetre. Az egyes hatóanyagok helyett sokkal inkább a szántóföldeken használt növényvédő szereket – amelyek már különböző anyagok

keverékei – kell a kísérletek és az alapos tudományos vizsgálatok tárgyává tenni. Emellett minden független szakirodalmat figyelembe kell venni a kockázatelemzésekben, s az ezek során használt összes tanulmányt és adatot nyilvánossá kell tenni.

- **Az ökológiai mezőgazdaságra történő átálláshoz politikai és pénzügyi támogatásra van szükség.** Az állam által finanszírozott kutatásokat az ökológiai gazdálkodási módszerekre kell összpontosítani, ahogyan a növénynevelésnek is az ökológiai gazdálkodók igényeit kell kiszolgálnia. A gazdák bevonásával életerős és az adott helyhez jól alkalmazkodó fajtákat kell előállítani.
- **El kell törölni az iparszerű mezőgazdasági módszereket fenntartó és fejlesztő támogatásokat.** Ma az adófizetők euró milliárdjai ömlenek egy olyan félresiklott rendszerbe, amelynek továbbra is súlyos környezeti és gazdasági hatásai vannak. Az állami támogatásokat ehelyett a környezetbarát gazdálkodási módszerek bevezetésére kell a gazdáknak odaadni. Ez az EU Közös Agrárpolitikájának gyökeres átalakítását jelentené, ami a környezetromboló módszerek támogatásának kivezetése mellett azzal is együtt járna, hogy a vidékfejlesztési támogatásokat az ökológiai gazdálkodási módszerek fejlesztéséhez és bevezetéséhez kötnék.
- **A különösen veszélyes tulajdonságokkal rendelkező vegyületeket előre sorolva, fokozatosan ki kell vonni a növényvédő vegyszereket a piacról.** Ez a méhekre veszélyes, rákkeltő, mutagén és a szaporodást gátló vagy az endokrin rendszerre ható növényvédő szerek, illetve az idegmérgek betiltását jelentené.
- **Olyan pénzügyi intézkedéseket kell hozni, melyek a növényvédő szerek használata ellen hatnak és bátorítják az ökológiai gazdálkodási módszereket.**

# A biológiai sokféleség csökkenésének egyik fő okozója a mezőgazdaság





# 02

## Bevezetés



A biológiai sokféleség – a minket körülvevő ökoszisztémák, fajok és gének különleges változatossága – nemcsak önmagáért fontos, hanem a nélkülözhetetlen ökoszisztéma-szolgáltatások széles körét is biztosítja számunkra, például az élelmiszert, az édesvizet, a beporzást, az árvizek elleni védelmet stb.

Ennek ellenére a biológiai sokféleség válságos helyzetben van. Európában mostanra a vadon élő fajok majdnem egynegyedét kipusztulás fenyegeti, s az ökoszisztémák többsége olyan szinten leromlott, hogy többé már nem képes biztosítani értékes szolgáltatásait. Ez pedig az EU számára hatalmas társadalmi és gazdasági veszteséget jelent.

## Az EU biodiverzitás-stratégiája 2020-ig

A fontos ökoszisztéma-szolgáltatások többségében negatív tendenciák láthatók (1. ábra). 1990 óta több mint 30 ökoszisztéma-szolgáltatás minősége romlott (Európai Környezetvédelmi Ügynökség – EU 2015a). Néhány ökoszisztémában – például a gyepterületeken vagy a tavakban és folyókban – szinte az összes szolgáltatás leromlott.

1. ábra: Az európai ökoszisztéma-szolgáltatásokban tapasztalható folyamatok (EU 2015a)

Ökoszisztéma-szolgáltatások	Mezőgazdasági ökoszisztémák	Erdők	Gyepek	Sztyepek és cserjések	Vizes élőhelyek	Tavak és folyók
Ellátás						
Termények/faanyag	↓	↑			=	
Haszonállatok	↓	=	=	=	↓	
Vadon termő élelmiszerek	=	↓	↓		=	
Tűzifa		=		=		
Természetes vízi halászat					=	=
Akvakultúra					↓	↓
Genetika	=		↓	=		
Édesvíz		↓			↑	↑
Szabályozás						
Beporzás	↑	↓	=			
Éghajlat-szabályozás		↑			=	=
Növényvédelem	↑		=			
Erőzívédelem		=	=	=		
Vízszabályozás		=		↑	↑	=
Víz tisztítás						=
Természeti csapások						=
Kulturális						
Pihenés	↑	=	↓	↑	↑	=
Estztétika	↑	=	=	=	↑	=

Az 1990-től napjainkig tartó időszak helyzete

■ Leromlott   
 ■ Vegyes   
 ■ Javult   
 ■ Ismeretlen   
  Nem értelmezhető

Tendencia az időszakok között

↑ Pozitív változás az 1950-1990 közötti időszakhoz képest az 1990-től napjainkig tartó időszakban   
 ↓ Negatív változás az 1950-1990 közötti időszakhoz képest az 1990-től napjainkig tartó időszakban   
 = Nincs változás a két időszak között

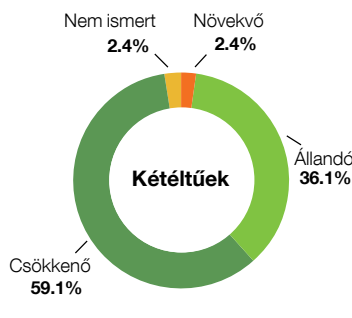
A biológiai sokféleség nélkülözhetetlen az ökoszisztéma-szolgáltatásokhoz (CBD 2000). Ezek olyan alapvető „szolgáltatások”, melyek elengedhetetlenek az emberi létezéshez, például a haszonnövények beporzása vagy a víz tisztítása. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség szerint (EU 2010) Európában a vadon élő fajok „folyamatosan és nagymértékben” fogyatkoznak. A vadon élő fajok európai felmérése 2010-ben kimutatta, hogy a tengeri emlősök 25%-át, a szárazföldi emlősök 15%-át, a kétélűek 22%-át, a hüllők 21%-át, a szitakötők 16%-át, a madarak 12%-át és a lepkék 7%-át a kipusztulás fenyegeti (EU 2015a). A kétélűek és a hüllők állományváltozási folyamatainak elemzése kimutatta, hogy a kétélű fajok közel 60%-a és a hüllőfajok 42%-a fogyatkozóban van (2. ábra). [Az emlősöknél sem sokkal jobb a helyzet, hiszen a fajok legkevesebb 27%-ának csökken az állománya úgy, hogy az emlősfajok egyharmadánál nem is ismerjük az állományváltozás folyamatait (2. ábra).]

Az Európai Bizottság 2010-ben leszögezte, hogy a biológiai sokféleség csökkenésének jelenlegi üteme az EU és a világ jövőendő polgárainak jólétét veszélyezteti (EU 2015b).

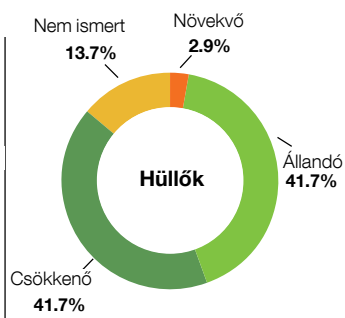
A biológiai sokféleség csökkenésének egyik fő felelőse az iparszerű mezőgazdaság, amely a megváltozott földhasználat révén jelentős hatást gyakorol a környezetre, még úgy is, hogy a káros hatások mérséklésére már hoztak különböző intézkedéseket, és emellett folyamatosan terjed a biogazdálkodás (EU2010).

## 2. ábra: Az állományváltozás folyamatai

Kétéltűek és hüllők Európában (EU 2015a)



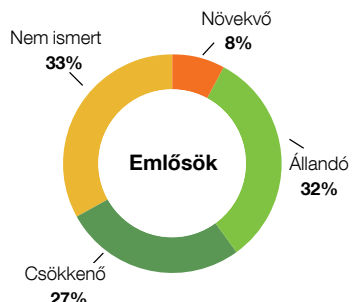
(85 faj, köztük egy nem EU-27 tagországból)



(151 faj, köztük 10 nem EU-27 tagországból)

## 3. ábra: Az állományváltozás folyamatai

Európai emlősök (EU 2015a)



(260 faj, köztük 40 nem EU-27 tagországból)

Az iparszerű mezőgazdaság hatásai közé tartozik:

- Az élőhelyek csökkenése, széttöredezése vagy megszűnése, illetve eutrofizációja;
- A gyepek használatának intenzívebbé válása;
- A hagyományos és extenzív földhasználati módok elhagyása;
- A földek kihasználása (szántók, a gyepek kaszálókként, legelőkként);
- Vetésforgó (azaz a vetésforgó korlátok közé szorítása);
- Invazív fajok terjedése;
- Nehézgépek bevetése és gyakoribb használata;
- A vadon élő fajok számára elérhető táplálék csökkenése vagy eltűnése a növényvédelmi beavatkozások következtében.

A fenti hatások létrejöttében a növényvédő szereknek sok esetben meghatározó szerepe van. Az EU-ban majdnem minden negyedik sérülékeny vagy veszélyeztetett fajt fenyegetnek a mezőgazdasági szennyvizek, ideértve a növényvédő szereket és a műtrágyákat, például a nitrátokat és foszfátokat is (IUCN 2015). A növényvédő szerek növekvő használata miatt eltűnnek és leromlanak az élőhelyek, ez pedig a beporzó rovarok gyakoriságát és változatosságát csökkenti (EASAC 2009). Előfordulhat, hogy létezik a beporzó fajok esetében egy olyan küszöbérték, amely alatt a megporzás már elégtelenné vagy bizonytalanává válik. Egy ilyen fordulat akkor következhet be, ha az intenzív földhasználat és a táj változatosságának csökkenése miatt a beporzó rovarok élőhelye annyira tönkremegy, hogy egyszerre több beporzó faj populációja is összeomlik (EU 2015a).

Ebben a tanulmányban a Greenpeace összefoglalja és példákkal mutatja be a sokféle veszélyt, amelyet a növényvédő szerek jelentenek a környezetre. Azt is vizsgáljuk, hogy milyen ma a növényvédőszer-használat, és felmérjük az engedélyezés során alkalmazott környezeti kockázatbecslési módszerek minőségét. Beszámolónk végén határozott ajánlásokat teszünk arra, hogy milyen – irányelvi és gazdálkodási szinten is bevezetendő – lehetőségek vannak a konvencionális mezőgazdasági növényvédőszer-használat kiváltására.

## A növényvédő szerek használata Európában

A gazdák által alkalmazott növényvédőszeres kezelések száma és gyakorisága sok mindentől függ.<sup>12</sup> A kezelések száma (melyet a kezelési gyakorisági indexszel számszerűsítünk)<sup>13</sup> ugyanabban az országban, ugyanazon haszonnövény esetében is tízszeres eltérést mutathat (Roßberg, 2013).

Néhány EU-tagország – többek között az Egyesült Királyság és Németország – már több éve bevezette a növényvédőszer-használat felmérését, de csak Szlovákiában és a Cseh Köztársaságban működtetnek olyan speciális bejelentési rendszert, amelyben a gazdálkodóknak (egy bizonyos birtokméret felett) törvényi kötelezettségük minden egyes növényvédő szeres kezelést bejelenteni a hatóságoknak. A legtöbb ország a növényvédőszer-használatot az eladott növényvédő szerek mennyisége alapján méri fel. Az Európai Bizottság 1185/2009-es, a növényvédőszer-használatot érintő rendelete előírja, hogy a tagországok a legfontosabb haszonnövények esetében öt évente mérik fel a növényvédőszer-használatot. Az első felmérések eredményei 2015 végén készültek el.

Éppen ezért az elmúlt 10 évben történt változásokat nehéz elemezni. A forgalmazott mennyiségek megfigyelésének a felhasználási mód szerint csoportosítva (pl. értékesített gyomirtók) kevés hasznát lehet venni, hiszen a természeti terület vagy a növényvédő szer hatékonyságának változásai (nagy dózisu szerek helyettesítése kis dózisu szerekkel vagy fordítva) mindíg torzítani fogják az összesített forgalmi adatokat.

Megbízhatóbb adatokhoz jutunk, ha az egyes haszonnövényeken alkalmazott kezelések számát nézzük a 4. ábrán. Ilyen adatok azonban csak néhány EU-tagországból érhetőek el, s ott is csak korlátozott számú évre. A 4. ábrában lévő kezelési gyakorisági indexek (Treatment Frequency Index, TFI) jól reprezentálják az adott haszonnövények vegyszerezését, míg a felhasznált növényvédő szer fajtája a különböző éghajlati és területi különbségek szerint változhat.

A 4. ábra grafikonjai (A, B, C) azt mutatják, hogy Németországban a kezelési gyakoriság indexe 2001 óta jelentősen növekedett a szántóföldi növények, az alma és a szőlő esetében (JKI, 2015; Roßberg, 2013). Ugyanezt a tendenciát lehetett Dániában is megfigyelni (Dán Kormány, 2013).

A növényvédőszer-használat folyamatait azonban úgy lehet a legjobban elemezni, ha a 4. ábrán (A, B, C) bemutatott adatokat párosítjuk a növény-specifikus toxicitási indexszel. Dániában a növényvédő szerek toxicitását és környezetbeli sorsát – azaz, hogy mi történik vele, miután kijut a környezetbe (elbomlik vagy megmarad) – most már részévé tették a növényvédő szerek használatát érintő felméréseknek. Az új mérőszámot növényvédőszer-terhelésnek nevezik. A 4. ábra (D) bemutatja Dánia különböző haszonnövényeinek hektáronkénti növényvédőszer-terhelését (Miljøstyrelsen, 2014).

## Mik a növényvédő szerek?

**Növényvédő szerek:** A szintetikus növényvédő vegyszerek olyan hatóanyagok vagy hatóanyag-keverékek, melyekkel a kártevőket, köztük rovarokat, gombákat, penészgombákat és gyomnövényfajokat pusztítanak el. Sokszor a megcélzott kártevő típusa alapján osztályozzák őket, például:

**Rovarirtó szerek (inszekticidek)** – rovarkártevők ellen

**Gyomirtó szerek (herbicidek)** – gyomnövények ellen

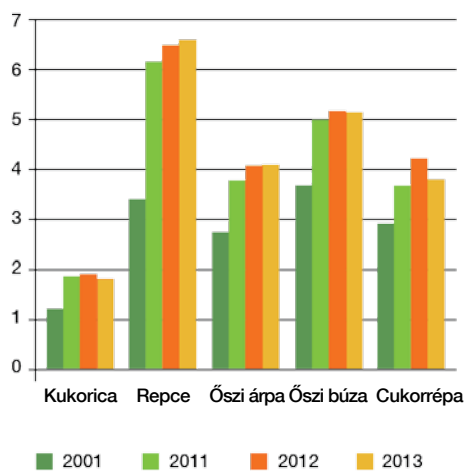
**Gombaölő szerek (fungicidek)** – gombakártevők ellen

Összességükben ezek a csoportok igen nagyszámú hatóanyagot, összetételt és márkanevet ölelnek fel. A növényvédő szereket kémiai szerkezetük alapján és hatásmechanizmusuk szerint is szokás osztályozni – például szerves foszforsav-észterek (OP növényvédő szerek), szerves klórszámazékok (OC növényvédő szerek), karbamátok, neonikotinoidok stb.

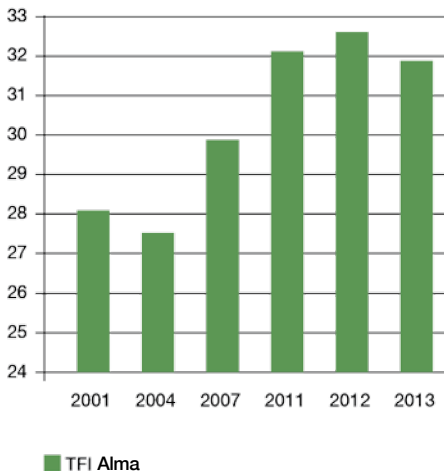
#### 4. ábra: A kezelési gyakoriság indexe (TFI)

A kezelési gyakoriság indexe Németországban (A, B, C grafikon) és növényvédőszer-terhelés (toxicitás és sors x eladott mennyiség) hektáronként Dániában, 2013-ban. A TFI a teljes, ajánlott adagban elvégzett kezelések számát mutatja. A magasabb TFI intenzívebb növényvédőszer-használatot jelez.

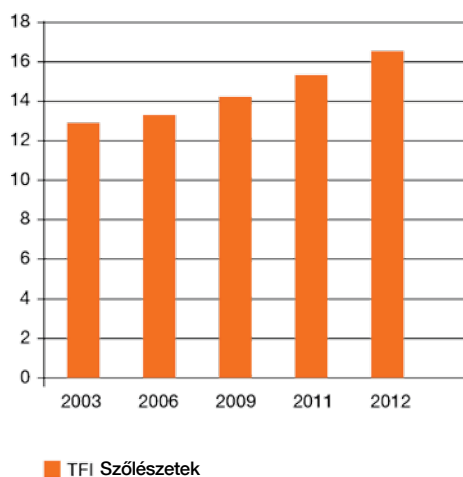
**A grafikon**



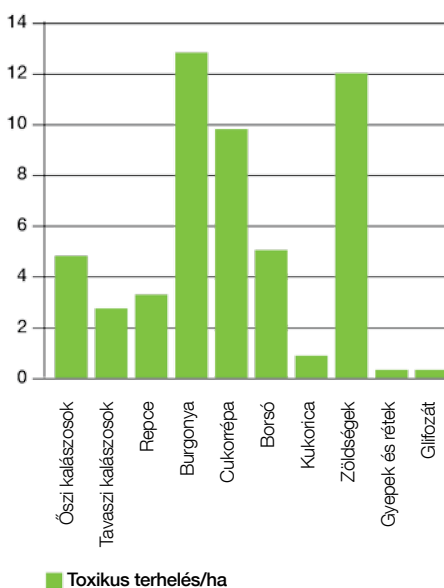
**B grafikon**



**C grafikon**



**D grafikon**



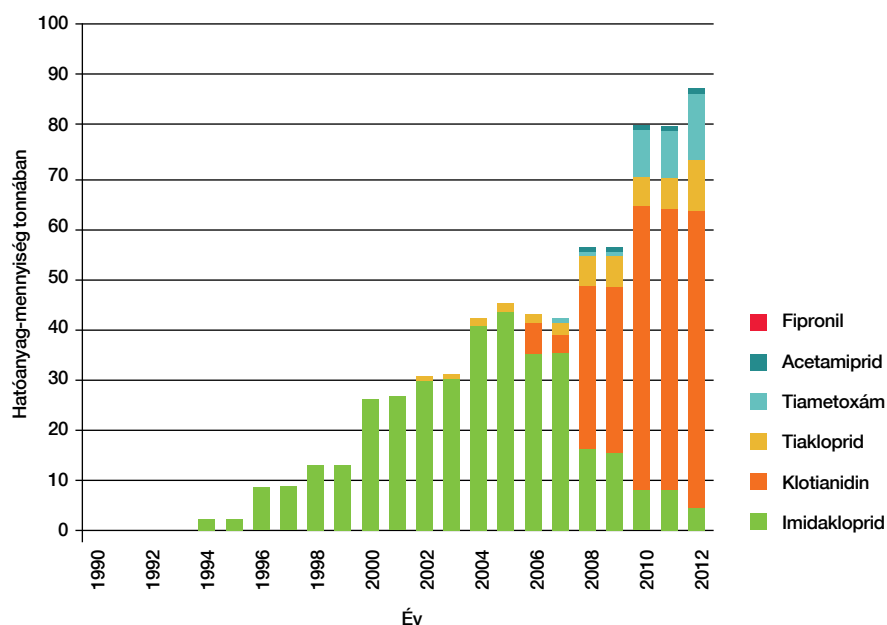
- 
1. Az 1991-ben kezdődött újraengedélyeztetési eljárásnak köszönhetően az EU-ban elérhető növényvédőszer-hatóanyagok száma 2001 óta 50%-kal csökkent. Jelenleg hozzávetőleg 500 engedélyezett hatóanyag van az EU-ban, szemben a 2004-es körülbelül 650-nel (Neumeister, 2014).
  2. Sok növényvédő szert, melyek madarakban és emlősökben számos esetben akut mérgezést okoztak, s melyekre gyakori a rezisztencia (pl. szerves foszforsav-észterek, karbamátok), más növényvédő szerekkel helyettesítettek, legtöbbször neonikotinoidokkal (5. ábra).
  3. Munka- és üzemanyag-megtakarítás érdekében sok gazdálkodó kezdett talajkímélő természetstechnológiai és szántás nélküli módszereket alkalmazni. Mindemellett a mezőgazdasági vegyszerekre való általános hagyatkozás és az ökológiai gazdálkodás egyéb elemeinek hiánya miatt úgy tűnik, a gazdák növekvő mértékű növényvédő szeres kezelésekre támaszkodtak.
  4. A glifozát – mely egy totális, felszívódó gyomirtószer – szabadalma az EU-ban 2000-ben lejárt, s így olcsóbbá vált. A szántás nélküli talajmegmunkálás részarányának növekedésével, amelynél a gyomirtásban a szántást a glifozát helyettesíti, mennyiségi tekintetben ez lett a legtöbbet használt növényvédő szer a világon.
  5. Megkezdődött a génmódosított haszonnövények bevezetése, de az ilyen növényeket – alapvetően a társadalmi ellenállás miatt – nem termesztik széles körben.
  6. Miközben egyes országokban a biotermesztésből származó élelmiszerek iránt jelentősen megnőtt a kereslet, ez még nem jelent nagy eltolódást a fogyasztásban. A biogazdálkodásba bevont területek aránya továbbra is kicsi (az EU-ban 5,7%)<sup>14</sup>, és egyes térségekben az anyagi támogatás hiánya miatt a biogazdálkodók kénytelenek voltak visszatérni a konvencionális termesztéshez.

Többféle változás történt a nemzeti szabályozás terén is. Egyes országok folytatták (Dánia), elkezdték (Franciaország, Egyesült Királyság) és elhagyták, majd újakezdték (Németország) a növényvédő szerek használatát csökkentő programjaikat. Az új EU-tagországokban hosszú átalakulás zajlott, amely a mezőgazdaságot és a növényvédő szerek használatát is érintette. A növényvédő szerek fenntartható használatáról szóló keretirányelv értelmében, a Nemzeti Cselekvési Tervek<sup>15</sup> keretein belül terveznek néhány programot.

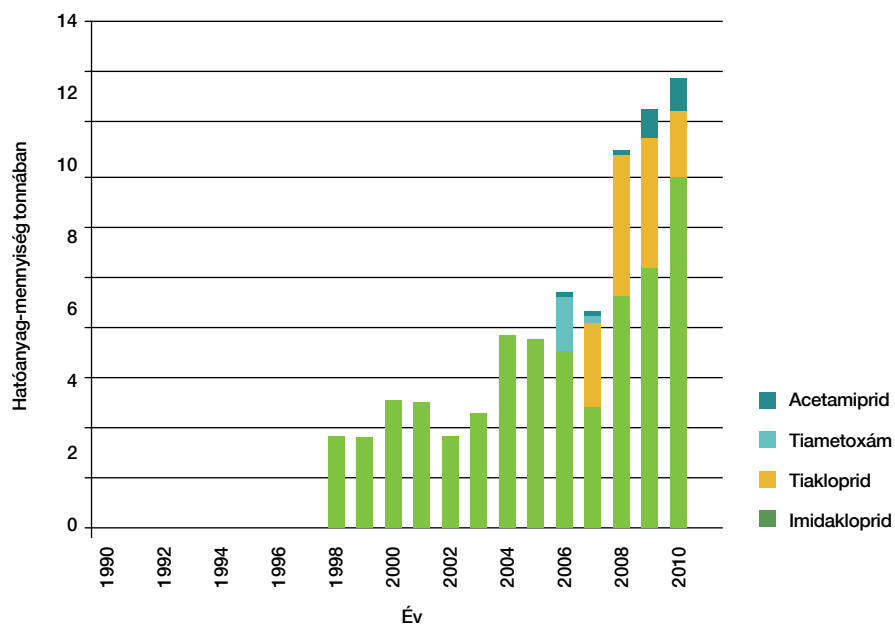
### 5. ábra: A neonikotinoidok és a fipronil

A neonikotinoidok és a fipronil használatának növekedése Nagy-Britanniában (A grafikon) és Svédországban (B grafikon), Simon-Delso és mtsai (2015). A neonikotinoidok nagyrészt átvették más növényvédő szerek, különösen a karbamátok és a szerves foszforsav-észterek helyét.

**A grafikon**



**B grafikon**



---

## A növényvédő szerek engedélyezése

### A regisztrációs folyamat hibája

A növényvédő szerek engedélyezése az EU-ban az Európai Bizottság 1107/2009/EK számú rendelete alapján történik, amely előírja, hogy a növényvédő szerek „nem károsíthatják az emberi egészséget, beleértve a sérülékeny csoportokat is, az állatok egészségét vagy a felszín alatti vizeket”. A regisztrációs folyamat része egy hatáselemzés, ami toxicitási vizsgálatokon, valamint a vegyszernek való kitettség felmérésén alapul. A kitettséget azonban csak matematikai modellezéssel tudják megjósolni, mert általában nem állnak rendelkezésre szántóföldi adatok.

A regisztrációs folyamatban komoly korlátokat jelentenek a tudományos ismeretek hiányosságai és magának az eljárásrendszernek a gyengeségei.

### Az endokrin rendszer károsítását nem veszik számításba

Mnif és munkatársainak (2011) beszámolója szerint ma már elegendő bizonyíték áll rendelkezésre azokról az endokrin rendszerre ható növényvédő szerekről, melyek befolyásolják a gerinctelenek, hüllők, halak, madarak és az emlősök hormontermelését. Annak ellenére, hogy az endokrin rendszert károsító vegyszerekkel kapcsolatban már évtizedekkel ezelőtt megkongatták a vészharangot, az EU növényvédőszer-engedélyezési eljárásában még most sem vizsgálják az endokrin rendszert károsító tulajdonságokat.

Noha a növényvédő szerek engedélyezését szabályozó 1107/2009/EK rendelet értelmében az endokrin rendszert károsító hatás kizáró ok, ezen hatások felmérésének irányelvei a mai napig csupán ideiglenesek és valószínűleg hiányosak. Az összehangolt, szabványosított vizsgálati módszerekről még zajlanak a megbeszélések, és valószínűleg a belátható jövőben nem is érnek véget.<sup>16</sup>

### Az együttes hatásokat nem veszik figyelembe

A növényvédő szerek összeadódó és egymást erősítő hatásait számos szerző leírta (pl. Zhou és mtsai, 2011; Laetz és mtsai, 2009; Phyu és mtsai, 2011) és egy, a Greenpeace németországi szervezetének megbízásából készült tanulmány<sup>17</sup> is áttekintette azt. Európában már évek óta zajlik a kutatás és a vita arról, hogy hogyan lehet ezeket a hatásokat felderíteni, megmérni és beilleszteni a kockázatelemzésbe<sup>18</sup>. Mivel pillanatnyilag még nincsenek szabványosított vizsgálati módszerek, a növényvédő szerek engedélyezése során ezeket a tulajdonságokat nem lehet figyelembe venni.



---

## A viselkedésmód megváltozásából adódó populációs hatásokat nem veszik figyelembe

Számos tanulmány számol be a növényvédő szerek rovarok viselkedésére gyakorolt hatásairól. Többségük a mézelő méhekre összpontosít.

Blacquiere (2012) áttekintette, hogy a következő növényvédő szerek kis dózisban a méheknek mely képességeit befolyásolják:

- imidaklopid: tanulás, középtávú memória, később érkeznek vissza az etetőhelyre, helyváltoztató mozgás<sup>19</sup>;
- acetamiprid: hosszú távú memória és helyváltoztató mozgás;
- tiametoxám: tájékozódás.

Mindazonáltal a felsorolt hatásoknak nem mindegyikét tudták megerősíteni a (részben) szántóföldi kísérletek<sup>20</sup> során. Ennek az lehet az egyik oka, hogy a méhek megváltoztatják viselkedésüket, amikor érzékelik a növényvédő szer jelenlétét: például visszautasítják a szennyezett cukoroldatot. Így jelentősen visszesik a táplálékszerző aktivitásuk, ami pedig hozzájárul a méhek általános állóképességének 6-20%-os csökkenéséhez (Cresswell, 2011).

Tudományos kutatások egyéb hatásokról is beszámoltak: a növényvédő szerek szubletális dózisban befolyásolják bizonyos gerinctelenek mozgékonyosságát, tájékozódási képességeit, táplálkozását, peterakását vagy a tanulási képességeit (Desneux és mtsai, 2007).

Ezekről a viselkedésre gyakorolt hatásokról a szabadon hozzáférhető szakirodalom számolt be, a jelenlegi engedélyezési eljárás előírt vizsgálatai azonban nem mutatják ki őket.

## Hibás vizsgálatok

Az 1107/2009/EK rendelet értelmében kiterjedt vizsgálatoknak a növényvédő szer hatóanyagát vetik alá. A gyakorlatban azonban ezt a hatóanyagot mindig valamilyen készítményben alkalmazzák, mely úgynevezett „közömbös” összetevőket is tartalmaz. Ezek lehetnek oldószer, felületaktív anyagok, emulgeálószer, melyeknek többféle feladatuk van, például megakadályozzák a csomósodást vagy a habzást, meghosszabbítják a termék eltarthatóságát, lehetővé teszik, hogy a növényvédő szerek átjárják a növényeket; összességében fenntartják vagy növelik a hatóanyag hatását. Tehát a növényvédő szereket mindig vegyszerek keverékeként alkalmazzák, s a hatásvizsgálatok során is így kellene kezelni őket. A 284/2013EU irányelv előírásait követve az EU-tagországok bármely készítményt jóváhagyhatnak. Az irányelv szerint a készítményeket nem kell olyan behatóan vizsgálni, mint magát a hatóanyagot.

---

## Az EU növényvédőszer-vizsgálatainak hiányosságai

Általánosságban a **készítményekkel** kapcsolatban csak akkor kell kísérleti eredményeket bemutatni, „ha toxicitása nem jelezhető előre a hatóanyagról rendelkezésre álló adatok alapján. Elégséges lehet a növényvédő terméket egy élőlénycsoport azon faján vizsgálni, mely magára a hatóanyagra a legérzékenyebb volt.” (A Bizottság 284/2013/EU rendelete)

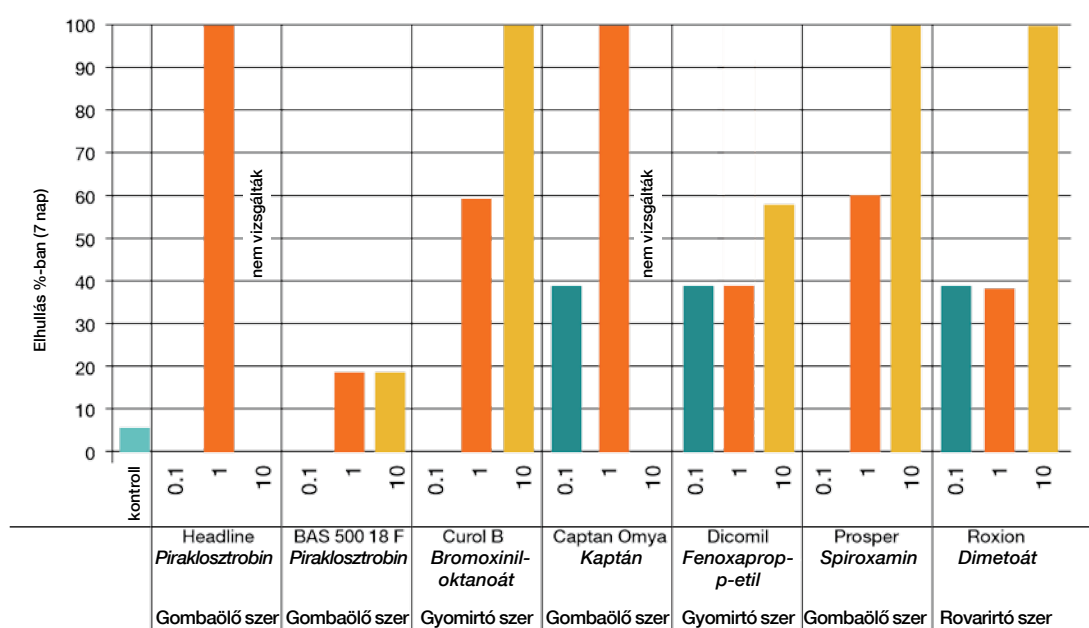
- **Madarak esetében a fürjeknek csak egy fajtát** vizsgálják, s ezért növényvédő szerre való érzékenységben a fajok közötti eltéréseket alábecsülhetik (Gibbons és mtsai, 2015).
- **Madarak, emlősök és halak esetében csak akkor kell hosszabb távú vizsgálatokat végezni, ha az akut vizsgálatok magasabb akut toxicitást** (halaknál: 10-szerest) **mutatnak ki egy készítménynél, mint amilyen** a hatóanyagé volt – tehát a hosszabb idő alatt megjelenő hatások vélhetően elsikkadnak.
- Vízi gerinctelenek közül a nagy vízibolhát (*Daphnia magna*) és egy másik, szabadon választható gerinctelen fajt kell vizsgálni; a vízibolha egyes növényvédő szerek esetében (pl. neonicotinoidok) nem a legérzékenyebb (Morissey és mtsai, 2015).
- Más élőlények esetében **hosszabb távú vizsgálatokat** (beleértve a szaporodást, a viselkedést és az ivadékokat) **csak házi méhekkal, két ízeltlábú fajjal** (egy atkával és egy levéltetűvel) és a **földigilisztával** kell végezni, a más fajokban hosszabb távon jelentkező hatások így figyelmen kívül maradhatnak.
- Egyéb rovarokat csak akkor vizsgálnak, ha az indikátor ízeltlábú fajokkal végzett vizsgálatok kockázatokat jeleztek, tehát **a bogarakat, az egyéb rovarokat és a pókokat nem vizsgálják.**
- **A kétéltűeket, mint például a békákat nem vizsgálják rendszeresen,** csak a nemzeti hatóságokkal való egyeztetések után.
- **A növényvédő szerek endokrin rendszerre gyakorolt hatásait egyáltalán nem vizsgálják.**

## A növényvédő szerek hatóanyagainak vizsgálata nem tudja feltárni a készítmények hatásait

A növényvédő szerek úgynevezett „közömbös” összetevői akár maguk is mérgezőek lehetnek. Például a nonil-fenol-polietoxilátok súlyosan károsítják az endokrin rendszert; az oldószerként használt N-metil-2-pirrolidon az emberre szaporodásbiológiai szempontból<sup>21</sup> káros, a méhlárvákra pedig kimondottan mérgező (Zhu és mtsai, 2014). A nedvesítőszerek (szerves szilikonok) a mézelő méhek tanulási képességeit károsítják (Cjarlo és mtsai, 2012). A készítményekben lévő segédanyagoknak – olyan szerek, melyek más anyagok hatásait módosítják –, mint például az oldószereknek, felületaktív anyagoknak és emulgeáló szereknek szintén fontos szerepük lehet a keverékek hatásának felmérésekor. Ezek is elősegítik például a hatóanyag sejthártyán való átjutását, ahogyan azt a felületaktív anyagok teszik. Előfordulhat tehát, hogy a készítmények toxicitása nagyobb, mint a bennük lévő hatóanyagé, ahogyan azt Mullin és munkatársai (2015), Clair és munkatársai (2012), Demetrio és munkatársai (2014), valamint Coalova és munkatársai (2014) kimutatták. Egyes készítmények az emberi sejtvonalakban akár 1000-szer toxikusabbak voltak, mint maga a hatóanyag (Mesnage és mtsai, 2014).

## 6. ábra: Békák mortalitása

Gyepi béka (*Rana temporaria*) ivadékok halálzási aránya hét nappal azután, hogy hét különböző növényvédő szerrel permetezték őket. A permetszer töménysége a címke szerinti adagoláshoz képest 0,1x-es, 1x-es és 10x-es volt (készítmény neve, hatóanyaga és osztálya megadva). (Bühl és mtsai, 2013)



Brühl és munkatársai (2013) a közelmúltban kimutatták, hogy a javasolt dózisú gombaölő készítménnyel lepermetezett békaivadékok meglepően nagy számban pusztultak el. A kereskedelmi forgalomban Headline néven kapható termék (piraklosztrobin és 67% benzines oldószer) javasolt dózisa 100%-os elhullást okozott már egyetlen óra alatt. Az alacsonyabb benzintartalmú készítmény (<25%) 20%-os elhullást okozott az előírt adagban. Más termékek már az adagolási javaslat 10%-ával is 40%-os elhullást okoztak.

Korábbi vizsgálatok is megerősítik a békák nagy pusztulását néhány strobilurin gombaölő szer hatására (Hooser és mtsai, 2012; Belden és mtsai, 2010). Mindkét tanulmány kimutatja a „Headline” készítmény kiemelkedő toxicitását.

A növényvédő szerek toxicitásáról nyilvánosan elérhető információk általánosságban néhány akut hatásra korlátozódnak. A növényvédő készítmények közömbös összetevőiről a vállalati titoktartás miatt nyilvánosan nem érhető el információ. Az EU-ban csak az 1272/2008EK rendelet<sup>22</sup> szerint veszélyes összetevőket kell pontosan meghatározni, például a készítmény biztonsági adatlapján.

---

## Hiányosak a kitétség forgatókönyvei

2008-ban a növényvédő szerek engedélyezési eljárásának hatalmas hiányosságára derült fény. A klotianidinnek való kitétség felmérésekor a rovarok kitétségének egy különleges forgatókönyvét figyelmen kívül hagyták. Noha a ledörzsölődés már ismert jelenség volt (Greatti és mtsai, 2006), vetéskor a környezetbe a klotianidinnel csávázott (bevont) kukoricaszemekről ledörzsölődő részecskék kerültek, sok ezer méhet pusztítva el Dél-Németországban.<sup>23</sup> Ennek következményeként Németországban visszavonták 8 növényvédelmi készítmény engedélyét. Korábban ezeket a termékeket a „méhekre veszélytelen” kategóriába sorolták. Ez a példa világosan rámutat arra, hogy a jelenlegi vizsgálati rendszer hibás és veszélyes. Rávilágít, hogy miért kell a vizsgálatokat több fajjal és hosszabb időtávon elvégezni a növényvédelmi termékek hatásainak a 284/2013EU rendelet szerinti felmérésekor.

## A számítások tévednek: a becsült környezeti koncentráció számított értékei túl alacsonyak

A növényvédő szerek környezeti kockázatbecslése során két értéket hasonlítanak össze: a toxicitási vizsgálatokból levezetett, jogszabályban rögzített elfogadható koncentrációt (regulatory acceptable concentration; RAC) és a számításon alapuló, becsült környezeti koncentrációt (predicted environmental concentration; PEC). A PEC-értékeket a felszíni vizek és az üledékek esetén az EU Közös Kutatóközpontjának úgynevezett FOCUS (a növényvédő szerek sorsának modelljeit összehangoló fórum, FOrum for the CO-ordination of pesticide fate models and their USE)<sup>24</sup> kitétségi modellje alapján számítják, négylépcsős megközelítést használva. Knäbel és munkatársai (2012) a FOCUS modellel számított PEC-értékeket összehasonlították a felszíni vizekben talált 122 rovarirtó szer koncentrációjával, és arra az eredményre jutottak, hogy a terepen mért rovarirtó koncentrációk akár 78%-kal is meghaladták a FOCUS által számítottakat. A szerzők következtetése: a FOCUS modell nem biztosít védelmet a rovarirtó szerek esetében.<sup>25</sup> Knäbel és munkatársai megismételték ezt a vizsgálatot gombaölő szerekkel is: a becsült PEC-értékek 43%-át meghaladták a terepen mért koncentrációk.

Azok a dózis-reakció modellek, amelyek a növényvédő szer mérgező képessége és az érzékeny makrogerinctelenek előfordulása közti összefüggést modellezik, nagyon különböző eredményeket mutattak, mint amit a kutatók a valóságban mértek a referencia-helyszíneken a nagy vízibolha (D. magna) EC50 1/1000-e és 1/10000-e esetében. Nagyjából az érzékeny fajok 50%-a nem fordult már elő a nagy vízibolha EC50-es koncentrációjának 1/100-ánál. Ez azt jelenti, hogy a mérgező hatás már jóval a nagy vízibolha EC50-es küszöbértékének (az EU egységes növényvédőszer-regisztrációs elveiben foglalt) 1/100-a alatt jelentkezik, s hogy ez a határérték nem nyújt védelmet a többféle veszélynek, növényvédőszer-keverékeknek vagy ismétlődő hatásoknak kitett szabadföldi életközösségek számára. (Schäfer és mtsai, 2012)

## Hiányos a növényvédő szerek bomlás-termékeinek szabályozása

Az engedélyezési eljárás során a bomlástermékeket lényegesként, illetve lényegtelenként azonosítják és osztályozzák. Az EU engedélyezési irányelvének előírása:

*„Egy bomlástermék akkor tekinthető lényegesnek, ha feltételezhető, hogy olyan tulajdonságai vannak, melyek összemérhetőek a kiindulási termék biológiai aktivitásával, vagy ha nagyobb vagy összemérhető kockázatot jelent az élőlényekre a kiindulási anyagénál, vagy ha olyan mérgező tulajdonságai vannak, melyek elfogadhatatlanok.”*

Mennyi bizonyítékra van szükség ahhoz, hogy egy növényvédő szer használatát szigorítsák vagy betiltsák?



---

Az EU-s és tagállami vízügyi szabályozásban a növényvédő szerek lényegtelen bomlástermékeit vagy nem szabályozzák külön, vagy különféle határértékeket alkalmaznak (Laabs és mtsai, 2015). Az ivóvíztisztaság szempontjából azonban ezeket a vízben gyakran igen jól oldódó bomlástermékeket az „ivóvíz szempontjából lényegesnek” kellene tekinteni (Dieter, 2010), mivel az oxidatív ivóvíztisztítási módszerek során – mint például a klórozás vagy az ionizáció – váratlan, mérgező bomlástermékek jelenhetnek meg (Schmidt és Brauch, 2008). Ha az ivóvízben „nem lényeges bomlástermékeket” találnak, a teendők (bejelentés, intézkedések) nincsenek meghatározva, noha elvárás a „nem lényeges bomlástermékek” közös európai szabályozása (UBA 2015; Laabs és mtsai, 2015).

## A méheket érintő kockázatok felmérése elégtelen

Az európai mézelő méhek állományának utóbbi években tapasztalt jelentős csökkenése még nyilvánvalóbbá teszi, hogy hiányos a növényvédő szerek méheket érintő kockázatainak felmérése. Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) 2012-ben megerősítette, hogy a neonikotinoidok a szántóföldeken mért mennyiségekben hatással vannak a mézelő méh- és poszméhkolóniák stabilitására. Ezeket a kutatási eredményeket korábban már jó néhány szabadon elérhető szakirodalomban publikálták a téma szakértői, miután számos méhkárosító hatóanyagot és a mézelő méhektől eltérő fajokat is megvizsgáltak.<sup>26</sup> Ennek következményeként a méheket érintő kockázatok felmérésére 2013 júliusában az EFSA kiadott egy útmutatót. Az ezt alátámasztó EFSA-kutatásban összevetették a mézelő méhek és 18 más méhfaj érzékenysége közti különbségeket, és arra a következtetésre jutottak, hogy a vizsgált fajok 95%-a akár tízszer érzékenyebb lehet, mint a mézelő méhek. Az esetek 5%-ában még sokkal nagyobb az eltérés: van, hogy egy adott faj akár 2000-szer érzékenyebb a növényvédő szerekre, mint a mézelő méhek. (Arena és Scolastra, 2013)

A méhekre és a méhlárvákra kifejtett krónikus hatások vizsgálata jelenleg már kötelező, s egy 10-szeres biztonsági szorzót vezettek be a mézelő méheken végzett vizsgálatokból más méhfajokra való extrapolációhoz. Emellett sok tanulmány számol be arról, hogy a méhek viselkedése is megváltozott a növényvédő szerek hatására (6. fejezet). Friss iránymutatásai során az EFSA-nak figyelembe kell vennie ezeket a tanulmányokat.

2013 decemberében az Európai Bizottság néhány virágos haszonnövény esetében két évre korlátozta a neonikotinoidok vetőmagvakon és talajfertőtlenítésre történő használatát. Abban lehetett reménykedni, hogy a korlátozás eredményeképpen a mezőgazdasági területek poszméhkolóniái idővel magukhoz térnek, és ahogy a neonikotinoid szermaradványok csökkenni kezdenek, javul majd a méhek teljesítőképessége. Szerencsétlen módon azonban semmilyen rendszeres ellenőrző vizsgálat nincs, amely ezeket az előnyöket kimutathatná (Goulson, 2015a).

Legutóbb az EFSA azt is megerősítette, hogy a neonikotinoidok levélpermetként is veszélyeztetik a méheket (a növényekre permetezik, s nem csávázószerként vagy talajfertőtlenítőként használják). Épp ezért a szervezet meg fogja vizsgálni a permetezésre használt anyagot, majd javaslatokat fog tenni a kockázatelemzés módjának átalakítására (EFSA, 2015).

---

## Az engedélyezési eljárás hiányosságainak összefüggése az emberi egészséggel

A növényekben és állatokban lévő növényvédő szerek az emberi egészségre is hatással vannak, hiszen sokat közülük élelmiszerként fogyasztunk. Az élelmiszerek gyakran többféle növényvédő szer bomlástermékét is tartalmazzák (Fenik és mtsai, 2011). Ezeknek a keverékeknek a mérgező hatásait még nem nagyon ismerjük, de azt tudjuk, hogy bizonyos hatóanyagok additívan léphetnek kölcsönhatásba ( $1+1=2$ ), sőt akár szinergikusan is (vagyis együttes hatásuk még additív hatásukat is meghaladja ( $1+1=3$  vagy több)); (Reffstrup és mtsai, 2010)).

A növényvédő szerek engedélyezésében sok az olyan hiányosság, amely kimondottan az emberi egészséggel kapcsolatos kockázatbecslésre vonatkozik. Az endokrin rendszerre gyakorolt, illetve az együttes hatásokat például egyáltalán nem vizsgálják, a készítményeket és a bomlástermékeket pedig ritkán. Sőt, vannak olyan toxikológiai eshetőségek is, melyeket még egyáltalán nem vizsgálnak: például ha az ember korai életszakaszban van kitéve a növényvédő szereknek, akkor az hogyan hat az idegrendszer és az immunrendszer fejlődésére, lehetnek-e súlyos következményei a későbbi életszakaszban (pl. növekedéskor vagy a pubertásban) (Bjørin-Poulsen és mtsai, 2008, illetve Dieter, 2014).

Guillette és mtsai (1998) arról számoltak be, hogy a növényvédő szereknek kitett gyerekek rajzkészsége romlik. Egy friss Greenpeace-tanulmány, „A növényvédő szerek hatásai az emberi egészségre” (Greenpeace, 2015a) részletesen áttekintette a növényvédő szerek emberi egészségre gyakorolt hatásait.<sup>27</sup>

## Mennyi bizonyítékra van szükség ahhoz, hogy egy növényvédő szer használatát szigorítsák vagy betiltsák?

A gyomirtó glifozát jelenleg a világon leggyakrabban használt növényvédő szerek egyike. Az ENSZ Egészségügyi Világszervezetének Rákkutatási Ügynöksége (IARC) a glifozátot 2015 májusában „valószínűleg rákkeltő” osztályba sorolta (2a osztály) (Gluyton és mtsai, 2015). Ezzel szöges ellentétben Németország mint a glifozát európai újraértékelésének egyik referens tagállama azt állítja, hogy a glifozát „kevésbé valószínű, hogy rák kockázatát jelentené emberekben”.<sup>28</sup> Független szakértők komolyan bírálták a Németország által készített kockázatelemzési beszámolót. Szerintük a dokumentum figyelmen kívül hagy számos fontos tanulmányt, és a fennmaradó, javarészt kiadatlan tanulmányok értékelése is gyakran megkérdőjelezhető.<sup>29 30</sup> Az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) jelenleg a német beszámolót szakmai ellenőrzésnek veti alá. Az EFSA véleménye lesz majd az alapja a glifozát lehetséges újraengedélyezésének. Ez a példa a növényvédőszer-engedélyezés több fontos kérdését is megvilágítja. Mennyi bizonyítékra van szükség, mielőtt egy növényvédő szer használatát szigorítanák vagy betiltanák? Hogyan alkalmazzák az EU elővigyázatossági elvét? A német Szövetségi Kockázatelemzési Intézet (BfR) szerint, amely a glifozáthoz kapcsolható egészségi kockázatok felméréseért felelős: „A kockázatelemzés része, hogy a különböző testületek egyes kérdéseket különféleképpen mérnek fel az információk és a kísérleti adatok elemzésének különbözősége miatt.”<sup>31</sup> Ez egy újabb fontos engedélyezési kérdésre mutat rá: milyen feltételekkel és ki képes az adatokat értelmezni?

---

## A szakirodalmat figyelembe kell venni – de ezt egyelőre csak papíron tartják be

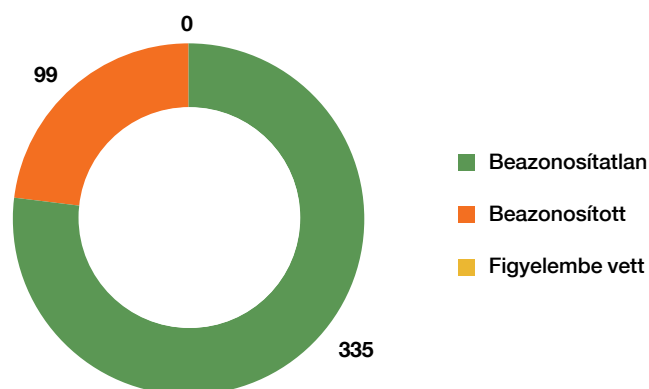
Egy növényvédő szer engedélyezési folyamatához a kérelmezőnek – a legtöbb esetben ez a gyártó – kell a növényvédő szer emberi egészségre és környezetre gyakorolt hatásairól sztemender kísérleti módszerekkel vizsgált eredményeket bemutatnia. Pillanatnyilag ezeket a vizsgálatokat általában a kérelmező folytatja, illetve folytatattja le. A vizsgálatoktól – melyek nem nyilvánosak, s melyeknek az eredményeihez csak igénylés után lehet hozzájutni – függ az engedélyező hatóság határozata, és ez alapján döntenek el, hogy milyen kiegészítő kutatásokra van még szükség.

Sok növényvédő szerrel, még az újraengedélyezési eljárásban lévőkről is rendelkezésre állnak tudományos adatok a „nyilvános” szakirodalomban (a vizsgálati iránymutatásokat nem követő, független vizsgálatok, amelyek nyilvánosan hozzáférhető folyóiratokban és adatbázisokban megtalálhatóak). Ezeknek a vizsgálatoknak gyakorta eltérő a látókörük, más eredményt adnak, más hatásokat mutatnak ki, mint a kérelmező vizsgálatai. Az 1107/2009EK rendelet szerint az engedélyezés során a nyilvános szakirodalmat is figyelembe kell venni, ám a valóságban ezek közül a tanulmányok közül sokat nem ismer el, és leginkább nem fogad el a kérelmező, illetve a hatóságok. Az egyik leggyakoribb kifogás, hogy nem felelnek meg a „jó laboratóriumi gyakorlat” követelményeinek. Az 1107/2009EK rendelet szerint engedélyezett hét növényvédő szer kockázatbecslésének elemzésekor Tweedale (2014) felfedezte, hogy egy kérelmező a 434, tudósok által végzett toxicitási vizsgálat közül csak 99-et (23%) ismertetett. Ebből a 99-ből egyetlen egyet sem tekintett elég lényegesnek vagy megbízhatónak ahhoz, hogy használja, általában azért, mert nem az OECD vizsgálati protokollja szerint készültek (beleértve a jó laboratóriumi gyakorlatokat is). Tweedale (2014) azt is feltárta, hogy a kritikus mennyiségek a nyilvános szakirodalomban fellelhető tanulmányokban akár 1500-szor (!) alacsonyabbak voltak, mint az EU növényvédőszer-értékelési jelentésében felállított „biztonságos” dózis.

---

### 7. ábra: Szakirodalom a kockázatelemzésben

A nyilvánosság számára hozzáférhető szakirodalom 434 tanulmányát hét növényvédőszer esetében az alábbiak szerint azonosította és vette figyelembe a kérelmező (Tweedale, 2014).





---

A tanulmányokat még csak el sem olvasták, csupán azt vizsgálták, megfelelnek-e az OECD-irányelveknek. A jó laboratóriumi gyakorlatok kritériumait Klimischnek és munkatársainak, a BASF alkalmazottainak egy tanulmányára (1997) alapozzák. Ennek ellenére egyetlen, a kérelmező vizsgálati adatainak elemzéséért felelős EU-tagállam sem követelte meg minden tanulmány figyelembe vételét az értékelő jelentésben (Tweeddale, 2014).

## A kulcsfontosságú toxicitási eredmények nem elég érzékenyek

A növényvédő szerekkel végzett, a jó laboratóriumi gyakorlatok szabványait és az OECD vizsgálati irányelveit<sup>32</sup> követő kulcsfontosságú vizsgálatok olyan határértéket igyekeznek felállítani, amelynek már nincs hatása. Általában ezek a kutatások hosszú távú vizsgálatokon alapulnak. Mivel a krónikus hatások vizsgálatát a fenti előírások szerint kell elvégezni, sok esetben nem tudják kimutatni a károsító hatás alsó szintjét, amint arról Buonsante és munkatársai beszámoltak (2014). Ennek egyik oka az, hogy a kísérleti állatokat csak korlátozott ideig tartják életben, ezért a hosszú távú hatásokat nem lehet kimutatni. Másrészt nem használnak megfelelő negatív és pozitív kontrollt. Ezen túlmenően sok bírálat éri a vizsgálati módszereket amiatt is, hogy korszerűtlenül fénymikroszkópokat használnak a szöveti károsodások kimutatására.<sup>33</sup>

A jelenlegi kockázatelemzés szabványa szerint a magas vagy közepes dózis toxicitási eredményeiből biztonsági tényező<sup>34</sup> használatával extrapolálják a hatás nélküli (alacsony) dózist, valamint a dózis és a hatás lineáris összefüggését feltételezik. Azonban ezt a „biztonságos” dózist ritkán tesztelik – egyedül azon a feltételezésen alapul, hogy a dózisok és az azokra adott reakciók között monoton kapcsolat áll fenn, s így semmilyen káros hatás nem léphet fel a károsító hatás alsó szintje alatt. Sok példa azonban nem lineáris kapcsolatot mutat a dózis és az arra adott reakció között, például a hormonrendszer károsító vegyszerek esetében: a biszfenol-A-ról szóló szakirodalomban 20-30%-ban nem lineáris lefutású összefüggésről számolnak be a szakértők (Vandenberg, 2014). Ez azt jelenti, hogy felléphetnek hatások a „biztonságos” dózis alatt is.

## A kockázatelemzés és a növényvédő szerek ismert hatásai drasztikusan megváltozhatnak

Az olyan, szerves klór alapú növényvédő szereket, mint amilyen például a DDT, világszerte használták, mielőtt fény derült volna arra, hogy nem bomlanak le, hanem felhalmozódnak a környezetben és rombolják az ökoszisztéma működését. Ezt követően a legtöbb országban betiltották őket.

A szerves foszforsav-észtereket azért lehetett széles körben kivonni a forgalomból, mert bár megkésve, de a vegyipar és a kormányzatok felismerték, hogy ezek a vegyszerek hatalmas kockázatot jelentenek az ember és a vadon élő élővilág egészségére (Van der Sluis és mtsai, 2015).

Az endokrin rendszert károsító hatások felfedezése csak 50 évvel később hozott változást az engedélyeztetést szabályozó 1107/2009EK rendeletben, holott már az 1960-as években beszámoltak ilyen hatásokról.

A glifozát rákkeltő minősítése körüli jelenlegi vita jól mutatja, hogy még a kockázatelemző szakemberek értékelései is rendkívül ellentmondásosak lehetnek. Nagyon érdekes lesz megfigyelni, hogy vajon figyelembe veszik-e az elővigyázatosság elvét a glifozát engedélyének meghosszabbítása során.

---

**Az elmúlt évtizedekben már voltak olyan esetek, amikor növényvédő szerek engedélyét visszavonták amiatt, hogy tudományosan bebizonyosodott azok környezetkárosító hatása.**

2010-ben a trifluralin nevű gyomirtó engedélyét szüntették meg, mert „nagyértékben veszélyezteti a vízi élőlényeket, különösen a halakat, bomlástermékei mérgezőek az üledékben élő szervezetekre, fennáll a lehetősége annak, hogy a fogyasztókhöz is eljut, ha nem gabonafélékben alkalmazzák, hosszan fennmarad a talajban, nagy a felhalmozódás valószínűsége, valamint levegővel nagy távolságokra eljut.” (EB 2010)

Azt követően, hogy az atrazint gyakran kimutatták a talajvízben (Graymore és mtsai, 2001), az Európai Bizottság 2004-ben visszavonta az engedélyét (EB 2004b).

2012-ben az új kutatási eredmények arra engedtek következtetni, hogy a neonikotinoid klotianidin, tiametoxám és imidakloprid, illetve a fipronil nagymértékben veszélyeztetik a méheket. 2013-ban az Európai Bizottság korlátozta ezek használatát (EB 2013a; EB 2013b).

## **Nem az új növényvédő szerek jelentik a megoldást**

A neonikotinoidok viszonylag új növényvédő szerek, melyeket 1991-ben kezdtek bevezetni a piacra (Tomizawa és Casida, 2011). Előzetesen azt várták, hogy kevésbé lesznek mérgezőek az emlősökre, madarakra és halakra, mivel ezekre a hatóanyagokra a gerincesek nikotinos receptorai kevésbé fogékonyak, mint a rovarokéi (Tomizawa és Casida, 2005). A következő két évtizedben az öt kémiai osztály közül ezek a felszívódó növényvédő szerek, valamint a fipronil lettek a világpiac legszélesebb körben használt rovarirtó szerei (Jeschke és mtsai, 2011). Ma már számos beszámoló fellelhető, melyek bizonyítják, hogy a nem lebomló, felszívódó növényvédő szerek kis koncentrációi nemkívánatos környezeti károkkal fenyegetnek (Simon-Delso és mtsai, 2005; Van der Suis és mtsai; 2015; EASAC 2015). Számos szerző tart korlátozó intézkedéseket szükségesnek (Pisa és mtsai 2015; Van der Sluis és mtsai, 2015) és nyomatékosítja, hogy léteznek alternatív mező- és erdőgazdasági módszerek (Furlan és Kreutzweiser, 2014).

Noha az endokrin rendszert károsító hatás az 1107/2009/EK rendelet szerint új kritérium az engedélyezési eljárásban, egyetlen növényvédő szer engedélyét sem vonták még vissza ezzel az indokkal. Épp ellenkezőleg, már az 1107/2009/EK rendelet hatályba lépését követően, 2011-ben<sup>35</sup> kapott engedélyt a profoxidim, amely az endokrin rendszert károsító 1. kategóriájába tartozik az EU-ban<sup>36</sup>. Egy másik, széles körben használt, 1. kategóriás endokrin rendszert károsító anyag, a deltametrin szintén rendelkezik még engedéllyel (EK 2007).

---

## A nyilvánosan hozzáférhető, független szakirodalomban nincsenek még vizsgálatok az új növényvédő szerekkel kapcsolatban

Az új növényvédő szerek esetében nagyon kevés az olyan adat, mely nem a kérelmezőtől/gyártótól származik. Például négy új, az EU által 2014-ben engedélyezett növényvédő szerrel (benzovindiflupir, rezskalúra, mandesztrobin és flupiradifuron) kapcsolatban a PubMed-en, a világ egyik legnagyobb internetes orvosi biológiai adatbázisában összesen négy találat volt.<sup>37</sup> Azaz ezekről az anyagokról (vagy termékekről) bármilyen adat csak az értékelő jelentés tervezetében lelhető fel, amely javarészt a gyártó vizsgálatain alapszik.

## Több növényvédő szer, több kockázat Együttes hatások

Az Európai Unióban 477 engedélyezett növényvédőszer-hatóanyag van. Elképzelni is nehéz, hogy ezek a hatóanyagok elméletileg milyen mértékben kombinálódhatnak egymással, és lehetetlen ennek a rengeteg kombinációnak a hatásait felbecsülni. Ennek ellenére az Európai Bizottság 2006-ban egy stratégiát és új módszereket kezdett el kidolgozni a növényvédő szerek együttes hatásának való kitétség felmérésére.<sup>38</sup> Mindeközben új növényvédő szerek kapnak engedélyt s kerülnek a környezetbe, melyek hatása hozzáadódik a már engedélyezett szerek hatásaihoz, valamint azokéhoz, amelyeket már nem használnak, de még mindig fellelhetőek a környezetben, mert nem bomlottak el.

## A kockázatelemzés bizonytalanságai

Az EFSA épp most akarja felmérni azokat a hatásokat, melyeket a növényvédő szerek kockázatbecslése során a tudományos bizonytalanságok okoznak. Egy irányelv-tervezetben a hatóság mennyiségi és minőségi módszerekből álló eszközkészletet ajánl. Ezekkel az eszközökkel a döntéshozók számára szeretnék világosabbá tenni a felméréseket befolyásoló tudományos bizonytalanságokat, és ahol lehetséges, számszerűsíteni is azt, hogy hogyan hatnak a bizonytalanságok a következtetésekre, melyeket a döntéshozóknak kockázatkezelőként meg kell hozniuk. Az EFSA társadalmi vitát is indított a tudományos felmérések bizonytalanságainak kezeléséről, amely 2015 szeptemberében ért véget. Ennek tanulságait felhasználva – egy tesztdőszakot követően – a hatóság minden tudományos vizsgálatát új irányelvek szerint végzi majd.<sup>39</sup> Az csak később derül ki, hogy a bizonytalanságok kezeléséhez milyen intézkedéseket fognak javasolni. Azoknak a kiegészítő biztonsági tényezőknek (pl. a vízben vagy a környezetben fellelhető maximális szermaradvány-mennyiségek esetében), melyek a tudományos bizonytalanságokat tükrözik, európai uniós szinten az elővigyázatosság elvének kellene megfelelniük.

# A növényvédő szerek az összes élőlényre és közösségeikre hatással lehetnek



# 03

## Növényvédő szerek a környezetben



### A növényvédő szerek környezetbe jutása és további útja

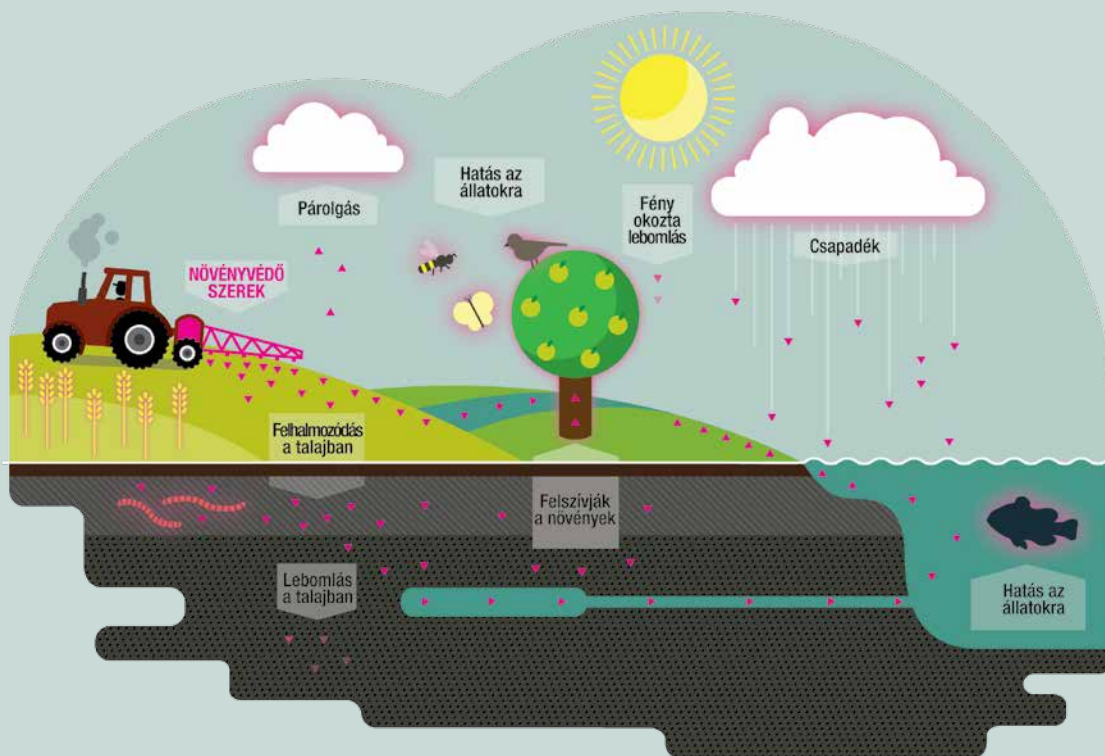
Természeti környezetünkbe különféle növényvédő szerek jutnak be, majd ott szét is terjednek. Azok, amelyek nem bomlanak le, még első alkalmazásuk helyétől több ezer kilométerre lévő szervezetekben is megtalálhatóak, mint például a DDT a jegesmedvékben (Dietz, 2013).

Amikor a növényvédő szereket a növényeken vagy a talajon alkalmazzák, akkor az a permetszer, amely nem a növényt találja el, a környezetbe kerül. Sőt éppúgy bekerülhet porként is, hiszen a növényeken a permetszer megszárad, majd por formájában a szél segítségével tovább terjed. A növényvédő szerek akkor is bekerülhetnek a levegőbe vagy az esővízbe, ha az oldatot elpárologtatják. Tíz EU-tagország 28 tanulmányának áttekintése alapján Dubus és munkatársai (2000) arról számoltak be, hogy a 99 kémiaileg elemzett növényvédőszer-hatóanyag (beleértve izomereiket és bomlástermékeiket is) 50%-a megtalálható az esővízben.

Ha esik az eső, akkor a növényvédő szerek a növényekről a talajra, illetve a talajba mosódhatnak. Bach és munkatársai (2005) Németországban a szántóföldi növények kezelésére alkalmazott 59 hatóanyag elfolyó mennyiségét 14,9 tonnára, a teljes mennyiség 0,11%-ára (14,053 t) becsülték 2000-ben. A bemosódás következtében kivételes esetekben 1 és 5% közötti mennyiség szivároghat függőlegesen és oldalirányból a talajvízbe (Carter, 2000).

A csávázott magvak vetésekor is bekerülhet a növényvédő szer pora a levegőbe, az elvetett maggal pedig a talajba. A talajból azután a növényvédő szereket – oldhatóságuktól és az anyag tapadási képességétől függően – a talajnedvesség elszállíthatja. A talajnedvességből vagy szennyezett tócsákból a növényvédő szerek a felszíni és felszín alatti vizekbe kerülhetnek, onnan a patakokba, folyókba és azok üledékébe, majd tartósságuk és vízdékonyságuk függvényében végül az óceánokba.

8. ábra: **A növényvédő szerek környezetbe jutása és további útja környezetünkben (áttekintés)**



---

**Riasztó módon a környezetbe jutó növényvédő szerek mennyiségéről nagyon kevés adat áll rendelkezésre.** A kezelt növényekben mért növényvédőszer-hatóanyagok koncentrációjának akár 10%-a is kimutatható a szomszédos kezeletlen növényekben (Bajor Környezetvédelmi Ügynökség, 2008). Az önkormányzati szennyvíztisztító telepek is hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a növényvédőszer-terhelésnek akár 65-95%-a is bekerül a kisebb folyóvizekbe (Schulte-Oehlmann és mtsai, 2011).

Az állatok szervezetébe sokféle módon bekerülhetnek a növényvédő szerek: a növényvédő szer közvetlen elfogyasztásával, a kezelt növény egy részének elfogyasztásával, a növényi nedvek szívogatásával, a növényvédő szerekkel szennyezett tócsákból, patakokból való ivással; bőrükön, illetve a rovar páncélján keresztül pl. permetezéskor, az üledékből, illetve közvetlenül belelegezve. A táplálkozási lánc a növényvédő szerek egy másik nagyon fontos útvonala. Fizikokémiai tulajdonságaiktól függően a növényvédő szerek felhalmozódhatnak a tápláléklánc magasabb szintjén lévő állatokban (pl. ragadozó madarakban), melyek nagyobb koncentrációban nyelnek le vagy szívnak fel növényvédő szereket. Mivel az ember van a tápláléklánc csúcsán, az állati eredetű élelmiszerekkel, például hallal, tejjel vagy hússal mi szintén elfogyasztunk nem lebomló és zsírsavban oldódó növényvédő szereket. Példaként az anyatej is tartalmaz vegyszerekkel, melyben jelen van a jól ismert, nem lebomló növényvédő szer, a DDT, de a kevésbé ismert, lebomló klórpirifosz vagy permetrin is (Weldon és mtsai, 2011).

## Növényvédő szerek a környezetben

Németország Baden-Württemberg tartományában a felszíni és felszín alatti vizek 2006-os elemzésekor 100 különböző anyagot azonosítottak (növényvédőszer-hatóanyagokat és -bomlástermékeket). Ezekből 43% volt engedélyezett (a 91/414/EGK irányelv szerint), 50% tiltott hatóanyag, a bomlástermékek – a növényvédőszer-hatóanyagok lebomlásának termékei – pedig 7%-ot tettek ki. Az ivóvízre vonatkozó 0,1 µg/l-es referenciaértéket a pozitív minták 82%-a meghaladta (Sturm és mtsai, 2007).

2009 és 2013 között 23 növényvédő szerrel kapcsolatban 2280 német talajvíz-mintavételi pontot vizsgáltak meg. A növényvédő szerek hatóanyagait vagy azok bomlástermékeit a mintavételi pontok több mint 60%-ánál megtalálták, azok az egyes küszöbértékeket és egészségügyi határértékeket 154 mintavételi pontnál lépték túl (GW-DB, 2013).

A kutatók elemezték 29, felszíni vizet vizsgáló tanulmányt, amelyet kilenc országból gyűjtöttek össze. Kimutatták, hogy a neonikotinoidoknak való kitettség gyakori, hosszú távú és olyan nagy mértékű (mértani átlag = 0,13 µg/l (átlagok) és 0,63 µg/l (maximumok)), hogy gyakran több létező vízminőségi irányelvet is meghalad. A neonikotinoidok vízbéli koncentrációjának ökológiai határértéke 0,2 µg/l (rövid távú – akut) vagy 0,035 µg/l (hosszú távú – krónikus). Az egyes maximum, illetve átlag neonikotinoid-koncentrációkról beszámoló tanulmányokban 81, illetve 71% még a biztonsági tényezők alkalmazása nélkül is meghaladta ezeket a határértékeket (Morissey és mtsai, 2015).

Az európai almáskertekben található növényvédő szerek elemzése során, mely egy, a virágzás-kori „pillanatfelvételt” jelentett, a talajból, tócsákból és patakokból vett 85 mintában összesen 53 különböző növényvédő szert találtak, leggyakrabban a boszkalidot és a klórtraniliprolt (a minták több mint 20%-ában) (Greenpeace, 2015b).

A német vízszolgáltatók 2002 és 2007 között a következő növényvédő szereket, illetve bomlástermékeiket mutatták ki az ivóvízben: atrazint, dezetilatraxint, diuront, szimazint, izoproteront és a diklobenil bomlástermékét, a 2,6-diklór-benzamidot. A nyílt vízi szennyeződések leginkább olyan hatóanyagokból származtak, amelyek az EU növényvédőszer-szabályozása értelmében már nem engedélyezettek. A folyóvizekben (erekben, patakokban és folyókban) a leggyakrabban kimutatott, továbbra is engedélyezett növényvédő szerek a bentazon, a diuron, a gliofozát, az izoproteron, az MCPA, a mekoprop, a metamitron, a pendimetalin és a tebukonazol voltak (Schulte-Oehlmann és mtsai, 2011).

---

## A növényvédő szerek megváltoznak a környezetben

A növényvédő szerek az alábbi mechanizmusok következtében bomolhatnak le a környezetben (Fenner és mtsai, 2013):

- a napsütés következtében, mint a karbofuránok (közvetlen hasadás) vagy az atrazin (hidroxilációval);
- a víz által, mint például a paration és a trifluralin hidrolízise;
- élőlények által, mint amilyen például a glifozát vagy a szerves foszfátok mikrobiális átalakítása.

Egyetlen növényvédő szerből számos bomlástermék keletkezhet. Az olyan szerves vegyületekké váló teljes lebomlás, mint amilyenek a sók vagy a CO<sub>2</sub>, néhány órától kezdve hosszú évekig is eltarthat. A DDT-nek a talajban például 6200 nap a felezési ideje.<sup>40</sup>

A bomlástermékeknek sok esetben kisebb lehet a hatásuk, de az is előfordul, hogy additív hatásuk van (Choung, 2011). Továbbmenve, egy bomlásterméknek akár a kiindulási anyaggal is lehet additív hatása, melyet egy másik metabolit elősegíthet (Pesce és mtsai, 2010).

Egyéb mérgező vegyületek is létrejöhetnek a bomlás során: a piretroidok vagy az ariloxi-fenoxi-propionát növényvédő szerek fenolos bomlástermékei ösztrogén receptorokként működhetnek, a kiindulási anyagnál erősebben (Jin, 2010).

Mivel a bomlástermékek általában kisebbek és hidrofilebbek (jobban elegyednek vízzel), nagyobb az esélye, hogy szétterjedjenek a környezetben a talaj-, illetve a felszíni vizekig (Huntscha és mtsai, 2008; a metaklór ESA metabolitjáról).

A lebomlás egy másik vetülete a víztisztítás során tapasztalható váratlan viselkedés: az ivóvíz ózonnal való kezelése során a tolilfluanidnak és diklofluanidnak rákkeltő mikrobiális bomlásterméke keletkezett (Schmidt és Brauch, 2008).

Végezetül fontos megjegyeznünk, hogy néha a piaci bevezetés után évtizedekig is eltarthat a toxikológiailag lényeges bomlástermékek azonosítása, mely az analitikai módszerek fejlődésétől is függhet (Buttiglieri és mtsai, 2009).

## A növényvédő szerek kockázatai az állatokra és a növényekre

A növényvédő szerek előállításának az a célja, hogy elpusztítsanak bizonyos, a gazdáknak gondot okozó élőlényeket. Ennek a célnak az elérése néha egy bizonyos hatásmechanizmussal, például meghatározott veszélyes fajok feromonos vonzásával eredményes. Más szerek hatásmechanizmusai azonban más, nem célzott fajokra is hatással lehetnek, mint például a szerves foszforsavészter alapú rovarirtó szerek, melyeket széles körben használnak sokféle élőhelyen.

A közvetett hatások közé tartoznak:

- Ragadozó-zsákmány viszony, pl. a pókok és rovarok előfordulásának csökkenése kihat a rovarevő madarakra.
- Beporzás, pl. a beporzóképeség csökkenése az egész méhcsaládot fenyegeti.
- Élősködő-gazdaállat egymásra hatása, pl. az immunotoxikus növényvédő szerek legyengíthetik egyes élőlények immunrendszerét, s így a parazitás fertőződés esélye megnő.

Az egyéb szervezetek főbb csoportjait érő közvetlen hatásokat a 4-7. fejezet részletesen tárgyalja.



---

## A növényvédő szerek hatásai az ökoszisztéma szintjén

Goulson (2015a) egy tanulmánya arra enged következtetni, hogy a neonikotinoidok egyre nagyobb mértékű használata szerepet játszhat a fajok fogyatkozásában. A felhalmozódott mennyiség koncentrációja a talajban (1-től több mint 100 ppb), a vizekben (gyakran 1 ppb felett, néha egészen 200 ppb-ig), a mezsgyék növényzetében (1-9 ppb) és a virágos növények nektárjában, illetve virágorában (1-50 ppb) meghaladja azt a mennyiséget, amely a növényi szövetekben a rovarkártévk pusztításához szükséges (5-10 ppb), és megegyezik számos nem megcélzott rovarfaj LD50 értékével. Úgy tűnik, ez képes lenne közvetlenül elpusztítani a nem megcélzott fajok érzékenyebbjeit, s nem végzetes, krónikus hatásokat okozni sok másiban. A legnagyobb veszélyben lévő csoportok közé tartoznak a talajlakó rovarok, az üledéklakó vízi rovarok, a magevő gerincesek és a beporzók. A mezsgyék és sövények növényeit fogyasztó növényevő rovarok szintén veszélyeztetettek.

Van der Sluijs és munkatársai (2015) arra a következtetésre jutottak, hogy a neonikotinoid- és fipronilszennyezés mai mértéke, melyet a növényvédő szerek engedélyezett használata okoz, számos nem megcélzott faj esetében gyakran meghaladja a legalacsonyabb károsító koncentrációt, ezért valószínűleg széles körű biológiai és ökológiai károkat okoz. Az, hogy a növényvédő szereket sokszor megelőzésre használják, valamint a lassú lebomlás, a mobilitás, a felszívódás képessége és az idült toxicitás együttesen várhatóan jelentős hatással lesz a biológiai sokféleségre és az ökoszisztéma működésére.

A nagy-britanniai fajok változatosságának csökkenésében fontos szerepet játszanak a növényvédő szerek (Firbank és mtsai, 2008). A szántóföldi, városi és különösen a fás térségekben legnagyobb mértékben a lepkék fajgazdagsága csökkent (Van Dyck és mtsai, 2009).

Beketov és munkatársai (2013) azt vizsgálták, hogyan hatnak a növényvédő szerek a patakok gerinctelen fajainak sokféleségére Németországban és Franciaországban. Arra jutottak, hogy a növényvédő szerek statisztikailag szignifikáns hatással voltak a fajgazdagságra, a növényvédő szer koncentrációjától függően akár 42%-os fogyatkozást okozva. Ezeket a hatásokat olyan töménység mellett mutatták ki, melyet „a jelenlegi szabályozás környezetbarátnak tart”. A szerzők így fejezik be: **„Tehát a növényvédő szerek jelenlegi kockázatbecslése nem képes megóvni a biológiai sokféleséget, és új megközelítésekre van szükség az ökológia és az ökotoxikológia kapcsolatában.”**

## A növényvédő szerek hatása az életközösségekre

A növényvédő szerek az élőlények teljes közösségeire hatással lehetnek. A hatásokat például az olyan ökoszisztéma-szolgáltatásokkal lehet mérni, mint az avar lebontása, melyet különböző élőlények közössége végez (például baktériumok, földigiliszták és bogarak). A szakirodalom áttekintése során Peters és munkatársai (2013) azt találták, hogy a megfigyelt esetek több mint egyharmadában, amelyekben a növényvédő szerek csökkentették az ökoszisztéma-szolgáltatásokat, ez a csökkenés olyan koncentrációnál történt, amelyet a szabályozás még biztonságosnak tart. Káros hatásokat észleltek vízibolha és édesvízi alga fajoknál a 0,01-os, illetve 0,1-es<sup>41</sup> egységnyi toxicitás egy ezredrészét kitevő koncentrációnál. Ezek az egységnyi toxicitási értékek jelentik a vegyszerek kockázatelemzésekor általában használt biztonsági tényezőket. Tehát a hatásokat a „biztonságosnak” feltételezett koncentrációk akár ezredrészénél is tapasztalták.

Lo és munkatársai (2010) a talajlakó mikroorganizmusok közösségeiben számoltak be változásokról. Míg egyes növényvédő szerek serkentették a mikroorganizmusok növekedését, addig mások elnyomták azt.

---

A felszívódó növényvédő szereket a növény felveszi, majd elszállítja minden szövetébe (levelek, virágok, gyökerek, szár, virágpór és nektár). Ennek széleskörű és jelentős hatása van az ökoszisztéma-szolgáltatásokra. Chagnon és munkatársai (2015) számos példával bizonyították a felszívódó rovarirtók komposztálódásra, tápanyagkörforgásra, talajlégzésre és a gerinctelenekre kifejtett káros hatásait. A gerinctelenek, különösen a talaj folyamataiban fontos szerepet betöltő földigiliszták, a növénytermesztés számára fontos házi és vadon élő beporzó rovarok, valamint számos édesvízi faj, melyek a vízi tápanyagkörforgásban játszanak szerepet, kifejezetten érzékenyek a környezetükben jellemző koncentrációban megjelenő neonikotinoidokra és/vagy fipronilra, azok végzetes és nem végzetes (szubletális) hatásaira.

Laboratóriumi mikrokozmoszokban<sup>42</sup> kezelt juharfák imidakloprid szermaradványt tartalmazó levelei közvetlenül nem voltak mérgezők a földigilisztákra, de visszafogták a táplálkozásukat, ami jelentősen csökkentette az avar lebomlását (Kreutzweiser és mtsai, 2008, 2009). Az imidakloprid szabadföldi vagy ahhoz közelítő szintjeinél megfigyelték továbbá, hogy megváltozik a talaj életközössége és lassulnak a lebontási folyamatok (Cycon és mtsai, 2013). Yao és munkatársai (2006) az acetamipriddel kapcsolatban a talajlégzés csökkenéséről számoltak be.

Van Dijk és munkatársainak (2013) hosszú távú és kiterjedt szabadföldi vizsgálatainak adatai szintén kimutatták az imidakloprid gerinctelenekre kifejtett káros hatásait. A szerzők a mért káros koncentrációkat hasonlították össze az imidaklopridra vonatkozó vízminőségi normával Hollandiában, s megállapították, hogy azokból kettő nem biztonságos.

Mivel a neonikotinoidok évekig megmaradhatnak a talajban, ezek az anyagok hosszú távon veszélyeztethetik a talaj ökoszisztéma-szolgáltatásait (Bonmatin és mtsai, 2014; Chagnon és mtsai, 2015).

Az imidakloprid és a fipronil táplálkozási láncra kifejtett hatását is kimutatták vizes élőhelyeken: mindkettő évi kétszeri alkalmazása csökkentette az ízeltlábú zsákmányállatok számát, amely visszafogta a medaka halak (*Oryzias latipes*) növekedését (Hayasaka és mtsai, 2012). A rovarvő madarakra is hatással lehet a vizek alacsony neonikotinoid-koncentrációja (Hallmann és mtsai, 2014). A szerzők következtetése: „A jövőbeni szabályozásnak figyelembe kellene vennie a neonikotinoidok ökoszisztémákra gyakorolt lépcsőzetes hatásait.” Talán az egyik legfontosabb ökoszisztéma-szolgáltatás a biológiai növényvédelem, melyet a ragadozók a gerinctelen kártevők pusztításával visznek véghez, s noha a növényvédő szerek csak a kártevő fajokat célozzák, mind a kártevőkre, mind a ragadozókra hatással lehetnek (Chagnon és mtsai, 2015). További példák találhatóak Desneux és munkatársainak (2007) áttekintésében. Hopwood és munkatársai (2013) 40 különféle, a biológiai növényvédelemben fontos fajon végzett toxicitási vizsgálat alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a neonikotinoidok széleskörű használata káros a ragadozó és élősködő fajokra, melyek segítenének a kártevők elleni biológiai védekezésben.

A beporzás egy másik kiemelkedően fontos ökoszisztéma-szolgáltatás, amely elengedhetetlen az olyan mezőgazdasági termények termeléséhez, mint a gyümölcsök, a zöldségek, a diófélék, a gyapot és a vetőmagok (Kremen és mtsai, 2007; Vanbergen, 2013). A házi- és vadméhfajokon kívül legyek, lepkék, darazsak, molyok, bogarak és más gerinctelenek, illetve néhány esetben gerincesek (denevérek, mókusok, madarak és néhány főemlős) szintén közreműködnek a vad- és haszonnövények beporzásában. Csak Európában több mint 2500 beporzó méhfajt ismerünk (Vaissiere és mtsai, 2005). A beporzott haszonnövényeken kívül, melyek a világ virágos növényeinek kevesebb mint 0,1%-át teszik ki, a vadon élő virágos növények 60-85%-ának van szüksége állatok általi megporzásra (Ashman és mtsai, 2004).

A beporzó fajok elvesztése más hálózatokra is kihathat, azaz az ökoszisztéma egészének működését károsíthatja (Chagnon és mtsai, 2015).

A közvetlenül emberi fogyasztásra használt 124 legfontosabb árunövény közül 87-nek (70%) van szüksége beporzásra a megfelelő mag, gyümölcs vagy zöldség megtermeléséhez (Klein és mtsai, 2007).

---

Az ökoszisztéma-szolgáltatások éves gazdasági értéke 57 milliárd USA dollár (Losey és Vaughan, 2006). A beporzás és a biológiai növényvédelem becsült globális értéke 2005-ben nagyjából 215 milliárd USA dollár volt (Vanbergen, 2013).

## A növényvédő szerek hatása a populációkra/kolóniákra

Az első, 2006-ban bekövetkezett váratlanul magas méhkolónia-pusztulás óta az egyik legtöbbet tárgyalt ok a neonicotinoid rovarirtók használata. A CCD (Colony Collapse Disorder) azt a jelenséget írja le, amikor a kifejlett dolgozó méhek hirtelen elhagyják kaptáraikat, hátrahagyva a táplálékot, a méhanyát és a fiasítást. A mézelő méhek szociális rovarok, tehát a viselkedésnek fontos szerepe van a kolónia túlélésében. Fairbrother (2014) és Thompson (2003) növényvédő szereknek, elsősorban rovarirtóknak való kitétséget követően a méhek viselkedésének sokirányú megváltozásáról számolt be.

Számos laboratóriumi vizsgálat ír le a neonicotinoidok által a táplálkozási viselkedésre, a méhek tanulási képességére és memóriájára kifejtett végzetes és nem végzetes hatásokat, de nem tapasztaltak hatásokat a szántóföldi dózisoknak megfelelő terepkísérletek során (Blacquiére, 2012).

A legelő méhek neonicotinoidoknak és formamidineknek való hosszú távú kitétsége a szántóföldeken és a kaptárakban megzavarhatja az idegi jelátvitelt, amely rontja a szaglószeri tanulásukat és memóriájukat, s így a legelő méhek nem térnek vissza kaptáraikba (Farooqui, 2013).

A méhállományok téli pusztulása Németországban nem hozható összefüggésbe a növényvédő szerekkel, de a szerzők szerint kétségtelenül szükség lenne további vizsgálatokra és javított módszertanú, ellenőrzött kísérletekre, mivel számos tanulmány bizonyította a növényvédő szerek méhekre gyakorolt káros hatásait (Genersch és mtsai, 2010).

A klotianidin három koncentrációját vizsgálták a kaptárelhagyás-szindrómával kapcsolatban: a gyakorlatban használt koncentrációnak 1/10 (nagy konc.), 1/50 (közepes konc.) és 1/100 (kis konc.) részével. Mindegyik, növényvédő szerrel kezelt méhcsalád 84 napon belül teljesen összeomlott, miután produkálták a kaptárelhagyás-szindróma tüneteit. A nagy koncentrációjú növényvédő szerek akut mérgezést, a kis és közepes koncentrációjúak pedig krónikusakat okoztak (Yamada és mtsai, 2012).

Azoknak a poszméheknek, melyek a sövénysorokban és a szántóföldek mellett vagy ahhoz közeli fás térségekben vadon élnek, valószínűleg jelentősen károsodik a növekedési és a méhanya-nevelő képessége. Azok a kolóniák, melyek véletlenül a nagyobb mennyiségű neonicotinoiddal szennyezett virágokon táplálkoztak, kis eséllyel tudtak sok anyát nevelni (Goulson 2015a), és ez a következő évben nagy valószínűséggel dominóhatással lesz az állomány nagyságra.

Bizonyíték van rá, hogy a neonicotinoidok megzavarják a biogén aminok (ingerületátvivő anyagok) működését, s ennek következtében szaglási rendellenességeket okoznak, befolyásolják a táplálkozási viselkedést, a tanulást és a memóriát, az azonban még nem világos, hogy a méhközösségek képesek-e ellensúlyozni az egyedi hatásokat a szántóföldi dózisok mellett (Koehler és Triebkorn, 2013). Két friss tanulmány úgy találta, hogy a szántóföldi koncentrációban imidaklopridnak kitett poszméheknek romlik a táplálkozása, fiasításuk fejlődése és kolóniájuk növekedése, valamint kevésbé sikeresek az anyanevelésben, különösen, ha ezzel párhuzamosan a piretroidok közé tartozó l-cihalotrinnak is ki vannak téve (Gill és mtsai, 2012; Whitehorn és mtsai, 2012). A mézelő méheknél a tiametoxám a dolgozók nagyarányú pusztulásához vezetett, mivel egyszerűen nem találtak haza, de a kaptárelhagyás-szindróma okai, kockázatai továbbra is ellenmondásosak (Henry és mtsai, 2012).

Menzel (2014) legfrissebb kutatásai azt mutatták, hogy a neonicotinoidok szubletális adagjai megváltoztatják a viselkedést, szelektíven hatnak a hazaút megjegyzésére, így csökkentik

---

az esélyét annak, hogy a méhek sikeresen visszatérjenek a kaptárba. A neonikotinoidok közé tartozó tiakloprid LD50<sup>43</sup> értékének egy ötvenede a táplálkozóhely vonzerejét és a gyűjtés mértékét csökkenti, valamint jelentős változásokat okoz a táncos kommunikációban, a gyűjtőgetési aktivitásban és a tájékozódásban.

Egyéb gerinctelenekről csak néhány tanulmány érhető el. Egy közelmúltban megjelent beszámolóban Pisa és munkatársai (2015) áttekintették a szárazföldi és vízi gerinctelenekkel (lepkék, legyek, hártvászárnyúak, pókok, földigiliszták és rákfélék) kapcsolatos szakirodalmat. Arra a következtetésre jutottak, hogy a neonikotinoid rovarirtók nagyon mérgezőek a gerinctelenek, különösen a rovarok széles körére, s a szántóföldi dózisoknak való kitettség nagy valószínűséggel vezet végzetes, illetve sokféle nem végzetes hatáshoz. A jelentős ismeretbeli hiányosságok és bizonytalanságok ellenére elég tudás van a birtokukban, amely azt mutatja, hogy a jelenlegi, engedélyezett használatból adódó neonikotinoid- és fipronilszennyezettség gyakran meghaladja a legalacsonyabb károsító koncentrációt, s ezért valószínű, hogy széleskörű és nagyarányú biológiai és ökológiai károkat okoz a szárazföldi, vízi, tengeri és fenéklakó gerinctelenek nem megcélzott fajainak körében.

Hallmann és munkatársai (2014) kimutatták, hogy a hollandiai helyi madárpopulációk trendjei jelentősen rosszabbak voltak azokon a területeken, ahol a felszíni vizek imidakloprid-koncentrációja magasabb volt. A literenkénti 20 nanogrammnál magasabb koncentráció esetén a madárállományok évente átlagosan 3,5%-kal csökkentek. További elemzés felfedte, hogy a fogyasztásnak ez a térbeli mintázata csak azután jelent meg, hogy 1990-es évek közepén bevezették az imidaklopridot.

## A növényvédő szerek egyedi hatásai

Általánosságban a növényvédő szerek hasonlóan hatnak az emberre, mint a vadon élő élővilágra: felléphetnek akut mérgezések, hosszú távú hatások, fejlődési rendellenességek, az endokrin rendszerre kifejtett hatások, valamint rákkeltő és idegrendszeri hatások. Ezekről az állatokra és növényekre gyakorolt egyedi hatásokról számos beszámoló létezik. Jelen tanulmányunkban az elsődleges és másodlagos tudományos beszámolókat tekintjük át az elmúlt évtizedből, az élőlények többféle csoportját érintően (lásd a 4-7. fejezetben).

A növényvédő szereknek van egy általános, kevésbé ismert, de fontos hatása a vadon élő élővilágra, ez az immunotoxicitás. Számos növényvédő szerről bizonyosodott be, hogy kihat az immunrendszerre, s néhány esetben az általuk okozott immunszuppressziót (az immunrendszer gátlása) kapcsolatba hozták az élőlények fertőzések és élősködők által okozott betegségekre való nagyobb fogékonyságával (Koehler és Triebkorn, 2013). Immunszuppressziót a szerves klórszármazékok, a szerves foszforsav-észterek, a karbamátok, az atrazin és a 2,4-D váltanak ki.

### **Példák arra, hogy milyen veszélyek fenyegetik az élővilágot az immunrendszert károsító hatások miatt:**

- Paraoxon és a nyúlpestis (tularémia) a mezei nyulaknál (Bandouchova és mtsai, 2011).
- Szerves klórszármazékok és a szopornyica vírus fókáknál (Kendall és mtsai, 1992).
- Atrazin, malation és eszfenvalerát a környezetben életszerű koncentrációban és métegek által közvetített végtagtorzulások az ebihalaknál (Kiesecker, 2011) vagy a glifozát (Kopivnikar és mtsai, 2012).
- Növényvédő szerek egy keveréke<sup>44</sup> és a tüdőférges elszaporodása a leopárd békában (Gendron és mtsai, 2003).
- Az atrazin és az iridovirózis túlélése a hosszú ujjú szalamandrán (Forson és Storfer, 2006).
- Az atrazin és szerves foszfátok: trematodák (métegek) a leopárd békában (Rohr és mtsai, 2008).



Az ökoszisztémákat  
általában nem egyetlen  
növényvédő szer  
szennyezi, hanem  
növényvédő szerek  
keveréke

---

Az atrazin figyelemre méltó példája annak, hogyan zavarja meg egy növényvédő szer az ökoszisztéma egyensúlyát: az atrazin elpusztítja a fitoplanktonokat -> a fény áthatol a vízszlopon és tápanyagok szabadulnak fel -> élőbevonat (perifiton) növekszik -> több táplálék jut a növényevőknek -> több csiga lesz, ami a trematodák köztgazdája -> nagyobb számban lesznek trematodák a vízi ökoszisztémában -> a leopárd békák nagyobb arányban fertőződnek (Rohr és mtsai, 2008).

Élősködők általában nem fordulnak elő a laboratóriumokban, ezért ilyen körülmények között nem lehet kimutatni, hogy milyen másodlagos hatással vannak azokra az élőlényekre, amelyeknek a növényvédő szerek legyengítették az immunrendszerét.

James és Xu (2012) beszámolójukban több immunotoxikus hatást is szemléltetnek: a szerves foszforsav-észterek és néhány növényi eredetű anyag befolyásolja a vérsejtek számát, differenciálódását és ezáltal a fagocitózist (idegen vagy feleslegessé vált részecskék, pl. elhalt sejtek bekebelezését). A fenoxidáz-lépcsőről és a melanizációról is kiderült, hogy számos rovarirtó hat rájuk. Sok szintetikus rovarirtó növeli az oxidatív stresszt, melynek komoly hatása lehet egyes antimikrobiális fehérjék termelésére a rovarokban, de a tényleges hatások meghatározásához még további kutatásokra van szükség. A növényvédő szerek befolyásolhatják a rovarok tisztálkodási viselkedését is, fogékonyabbá téve őket a betegségekre. Noha vannak a növényvédő szerek és az élősködők egymásra hatását leíró laboratóriumi adatok, populációs szinten kevés terepadat áll rendelkezésre.

A csökkent biológiai változatosság és az emberi fertőző betegségek szoros kapcsolatát LoGuidice és munkatársai (2003) mutatták ki a Lyme-kór kórokozójával kapcsolatban: egyes állatok, jelen esetben az észak-amerikai fehér lábú egerek hatékonyabban juttatják az élősködőket a kullancsokba. A kullancsok gazdaállatai közül messze az egerek a legelterjedtebbek és leggyakoribbak, jelen vannak még a fajokban szegény gerinces közösségekben is, ezért az ilyen területeken a kullancsfertőzöttség nagyobb, ami növeli az emberi fertőzés veszélyét. Hasonló eseteket írtak le az opozsumokról és a protozoákról (Travi és mtsai, 1994), valamint a juhokban élősködő kullancsokban lévő baktériumokról is (Ogden és mtsai, 1998).

A neonikotinoidok<sup>45</sup> csoportjába tartozó felszívódó növényvédő szerek ökológiai hatásai különösen pusztítóak voltak a rovarokra nézve. 2015 elején a „Felszívódó növényvédő szerek munkacsoportja” (Task Force on Systemic Pesticides; TFSP<sup>46</sup>) a rovarok számának Európában tapasztalható katasztrofális csökkenését vizsgálva arra a következtetésre jutott, hogy „a növényvédő szerek 1990-es évek elején bevezetett új generációja, a nehezen lebomló, felszívódó és idegméreg neonikotinoidok és a fipronil jó eséllyel legalább részben felelősek ezért a pusztulásért”. 1990 és 2000 között hirtelen csökkenést tapasztaltak a rovarpopulációkban, melyet rovarrevő és egyéb madárfajok fogyatkozása követett. Ez az időszak pont egybeesett a nem lebomló, felszívódó és idegméreg növényvédő szerek, a neonikotinoidok és a fipronil bevezetésével és növekvő használatával. A kutatócsoport az „Appeal of Notre Dame de Londres” című kiáltványában megkongatta a vészharangot, és követelte, hogy „sokkal szigorúbban tartsák be az elővigyázatosság elvét, amint az az Európai Bizottság 91/414-es direktívájában szerepel, és ahogyan azt az UNESCO 2005-ben meghatározta” (TFSP 2015).

---

## A növényvédő szerek koktélhatása

Az ökoszisztémákat általában nem csak egyetlen növényvédő szer szennyezi, hanem növényvédő szerek és más xenobiotikumok (vegyületek, melyek a természetben nem keletkeznek) keveréke.

Az európai almáskertek növényvédőszer-elemzése, melyet feljebb közöltünk (Greenpeace, 2015b) megmutatta, hogy a talaj- és vízminták több mint fele (56%) legalább két növényvédő szer nyomait tartalmazta, s öt mintában 10 vagy annál több növényvédő szert találtak. A vízmintákban talált 38 növényvédő szer közül nyolc nagyon mérgező volt a vízi élőlényekre.<sup>47</sup> A talajmintákban talált egyik növényvédő szer a földgilisztákra volt kifejezetten mérgező, az összes mintában fellelt növényvédő szerek közül nyolc pedig a méhekre volt nagyon toxikus. A kimutatott növényvédő szerek közül 20 meglehetősen hosszan megmarad a környezetben, míg a talajmintákban találtak közül ötnek nagyon magas a kimosódási hajlama. Ezek a környezetvédelmi szempontból kritikus tulajdonságok növelik a mérgező növényvédő szerek kockázatát (Greenpeace, 2015b).

Úgy találták, hogy a poszméhek a szántóföldeken mind a virággal, mind a nektárral ki vannak téve a klotianidin és tiametoxám koktéljának (Goulson, 2015a).

Laetz és munkatársai (2007) azt vizsgálták, hogy hogyan hat a szerves foszforsav-észterek és a karbamát keveréke a csendes-óceáni lazacokra. A vegyszerek között addíciót és szinergiát figyeltek meg; ott, ahol nagyobb volt a koncentráció, erősebb szinergiával. A szerves foszforsav-észterek számos kombinációja bizonyult halálosnak olyan koncentráció mellett, mely az egyetlen növényvédő szerrel végzett kísérletek során nem volt végzetes.

Jelentős szinergikus hatást tapasztaltak 21, növényvédő szereket is tartalmazó, algásodást gátló keverék közül kilencben, amikor növényeken és algákon tesztelték őket (Cedergreen, 2014). A 23 hármas keverékből, illetve tíz négyes algagátló keverékből négyben antagonisztikus hatást találtak (azaz az összehatás kisebb volt az összeadódónál), kilencnél összeadódtak a hatások, a fennmaradó 20 viszont szinergikus volt. A tanulmány olyan szinergikus kémiai kombinációkat is felfedezett, amelyeknél a mechanizmusok ismeretlenek. Ezek többnyire a növényvédő szerek más növényvédő szerekkel, fémekkel, azoltartalmú gombaölőkkel, az algagátlókban fémekkel és szerves fémvegyületekkel, vagy egyszerűen csak fémek és szerves növényvédő szerek keverékeivel együttesen kifejtett kölcsönhatásai voltak.

## A kritikus környezeti határértékek túllépése

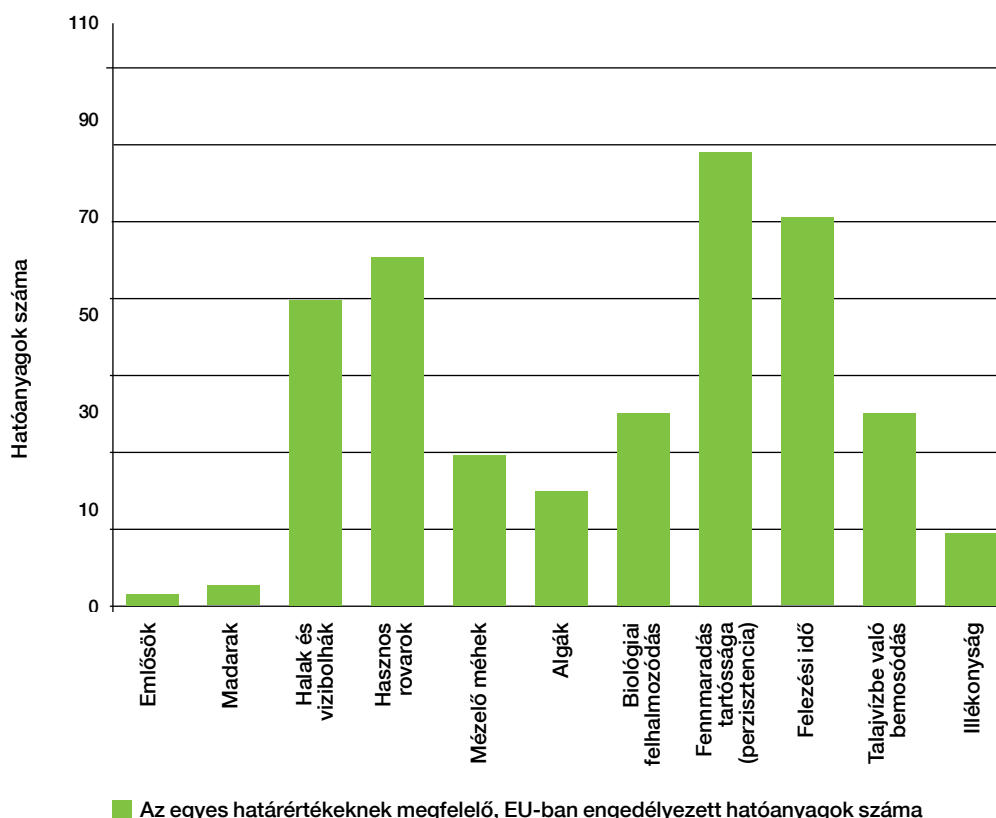
### Az előre jelzett környezeti koncentráció/hatás nélküli koncentráció túllépése

Ha az előre jelzett környezeti koncentráció (predicted environmental concentration; PEC) meghaladja az előre jelzett hatás nélküli koncentrációt (predicted no effect concentration; PNEC), akkor a környezeti kockázatokat nem lehet kizárni.

Az Európai Unió talajvízeinek vizsgálata azt mutatta ki, hogy a terepen mért növényvédőszer-koncentrációk közül szinte mindegyik (99,7%) meghaladta a számított koncentrációkat<sup>48</sup>, az esetek 36,7%-ában több mint 100-zal (Pereira és mtsai, 2014).

Ohe és munkatársai (2011) 500 szerves anyag környezeti kockázatait elemezték, hogy a kockázatelemzésekhez egy használható prioritásstratégiát hozhassanak létre. Négy európai folyó, az Elba, a Scheldt, a Duna és a Llobregat medrében talált anyagokat vizsgálták. A 10-nél nagyobb kockázati tényezőjű<sup>49</sup> 44 anyag közül 31 növényvédő szer volt. Másként fogalmazva: azoknak az anyagoknak a háromnegyede, amelyek olyan koncentrációban voltak jelen, hogy az már negatív hatást gyakorol a környezetre, növényvédő szer volt.

9. ábra: Az Európai Bizottság által engedélyezett, a kritikus környezeti határértékeket meghaladó növényvédő szerek száma





---

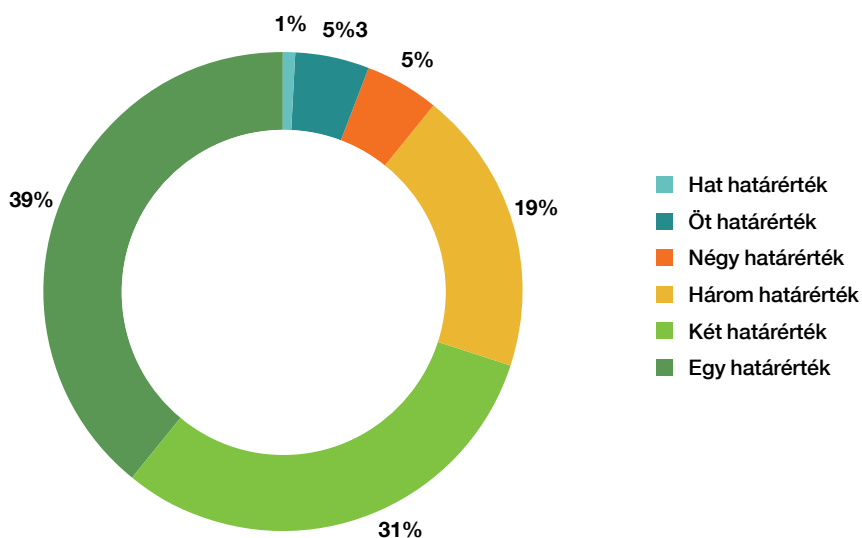
## Egyéb környezeti határértékek

Ha összehasonlítjuk a környezeti toxicitás általános jellemzőit és határértékeit – pl. terjedés (illékonyság, bemosódási hajlam) és élettartam (felezési idő a talajban, felezési idő a növényekben)<sup>50</sup> tekintetében – a növényvédő szerek hatóanyagainak egyes tulajdonságaival, akkor jól látszik, hogy a növényvédő szerek nagy számban elérik vagy meghaladják ezeket a határértékeket. Ha a talajban és a vízben való fennmaradásukat vizsgáljuk, az EU-ban engedélyezett<sup>51</sup> 471 hatóanyagnak az egynegyede (118) meghaladja a kritikus határértéket. Ezek közül a növényvédőszer-hatóanyagok közül 90 meghaladja a hasznos rovarokra és 79 a vízi élőlényekre vonatkozó kritikus határértéket is (9. ábra).

Az EU-ban engedélyezett növényvédő szerek 61%-a egynél több határértéket is túllép; 1%-uk hatot, 5%-uk ötöt és további 5%-uk négyet (10. ábra).

---

10. ábra: **Az egynél több kritikus környezeti határértéket meghaladó, Európai Bizottság által engedélyezett növényvédő szerek százalékos aránya**





Úgy tűnik, a táplálékforrások beszűkülése komoly hatással van a madárállományokra

# 04

## A növényvédő szerek és a madarak



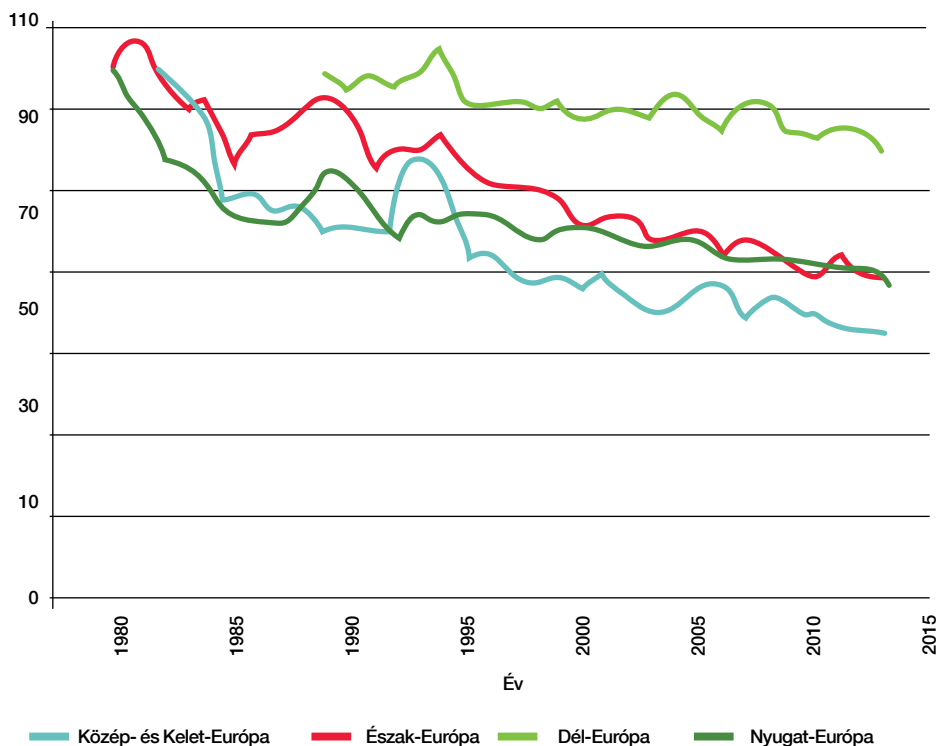
A madarak fontos szerepet töltenek be a természetes és mezőgazdasági ökoszisztémákban. Nagymértékben csökkenteni tudják a kártevők számát, továbbá távoli vidékekre juttathatják el a vadon élő növények magvait, mellyel biztosítják a nagyobb genetikai változatosságot, valamint a változatos élőhelyeket. Bizonyos esetekben a magoknak (pl. vadcseresznye [*Prunus avium*]) át is kell haladniuk a madarak emésztőrendszerén ahhoz, hogy csírázni tudjanak.

Az elmúlt néhány évtizedben egyes madárfajok állománya jelentősen csökkent. Míg némely populációk azóta regenerálódtak, mások tovább fogyatkoztak. Az utóbbi három évtizedben a gyakori szántóföldi madárfajok egyedszáma Európa-szerte rohamosan csökkent (11. ábra). Ehhez hozzájárult a parlagterületek újbóli művelésbe vonása, a rétek szántóföldekké vagy intenzív gyepekké való alakítása, a hagyományos földhasználati módok megváltozása, a természetes vagy félig természetes tájlemek tönkretétele, a betakarítás gépeinek és időpontjainak megváltoztatása, valamint a műtrágyák és a növényvédő szerek használata.

Régebben nehéz volt megállapítani, hogy a fajok csökkenésében mekkora szerepe volt a növényvédő szereknek, és mekkora más tényezőknek. Friss európai (Geiger és mtsai, 2010), egyesült államokbeli (Mineau és Whiteside, 2013) és kanadai (Gibbs és mtsai, 2009) kutatások azonban tisztábbá tették a képet. Geiger és munkatársai Európában (Svédország, Észtország, Lengyelország, Hollandia, Németország, Franciaország, Spanyolország és Írország) a növényvédő szerek madarakra és egyéb fajcsoportokra gyakorolt hatásait vizsgálták. A talajon fészkelő madarak fajgazdagságára a mezőgazdaság intenzívebbé válásának 13 különböző összetevője közül leginkább egyértelműen a növényvédő szereknek, különösen a rovarirtóknak és gombaölőknek volt káros hatásuk. Gibbs és munkatársai (2009) Kanadában lineáris összefüggést tártak fel a fajok csökkenése (madarak és más fajok), valamint a gyomirtók használata között. Franciaországban a gyomirtó szerek használata a speciális élőhelyekre vagy étrendre szakosodott fajok (különösen a növényevő fajok) számának csökkenésével függött össze (Chiron és mtsai, 2014).

### 11. ábra: A szántóföldek madarainak indexe térségeként

(Az adatokat (2015) a Pán-európai Gyakori Madár Monitoring Rendszer (Pan-European Common Bird Monitoring Scheme - PECBMS) szolgáltatta.)



A növényvédő szerek különböző módokon hathatnak a madarak egyedeire és populációira. Közvetlenül (véletlenül vagy szándékosan) mérgezhetik őket, csökkenthetik a táplálékforrásaikat (rovarok [Boatman és mtsai, 2004; Hart és mtsai, 2006; Tennekes 2010; Goulson 2014], magvakat biztosító gyomok [Gibbons és mtsai, 2006; Marshall és mtsai, 2003; Newton, 2004]), a gyomirtók pedig tönkreteszhetik az élőhelyeiket. Az intenzíven művelt gazdaságokban a szántóföldeken fészkelő madarak rendszeresen és közvetlenül is ki vannak téve a növényvédő szereknek. Egy közelmúltban, Franciaországban végzett kiterjedt (6500 ha területen folytatott) kutatás kimutatta, hogy a foglyok (*Perdix perdix*) 71,4%-a legalább egy növényvédő szernek (hatóanyag) ki van téve. A kitétség általában a tojásképződés időszakára esik, s a szerzők szerint ez potenciálisan károsítja a szaporodást (Bro és mtsai, 2015). Egy további elemzés felmérte, hogy mennyi foglyos pusztul el a potenciális kitétséget követő 10 napon belül. Az eredmények azt mutatták, hogy öt növényvédőszer-hatóanyag összefüggésbe hozható a 10%-nál magasabb 10 napon belüli elhullással. Egy (a tiakloprid) kifejezetten mérgező ezekre a viszonylag nagy testű madarakra. A kumulatív toxicitást nem vizsgálták. A vizsgált fogolytetemek nagyjából 40%-ában egy vagy több növényvédő szert is kimutattak (Millot és mtsai, 2015).

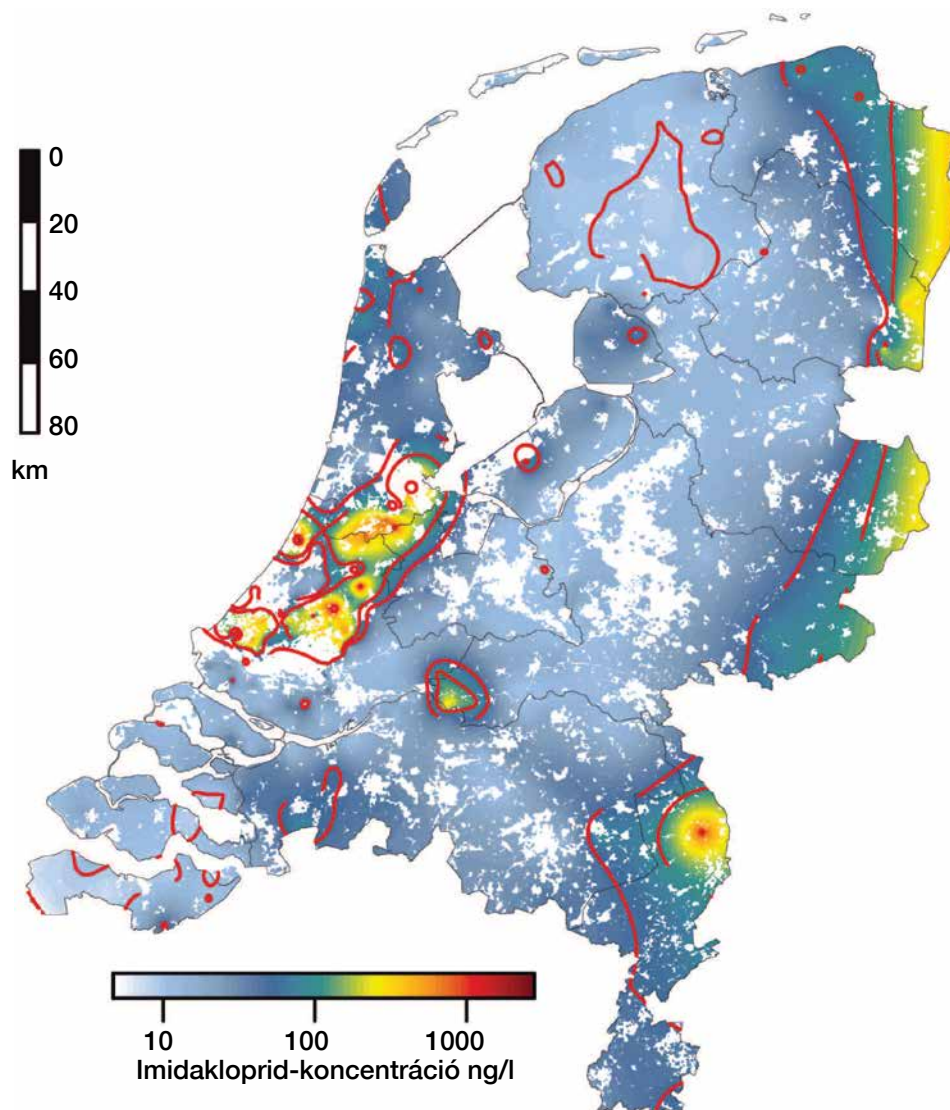
Úgy tűnik, hogy a táplálékforrások beszűkülése jelentősen kihat a madárállományokra. Éppen most figyelhető meg az ízeltlábú populációk összeomlása Európa-szerte, amely egybeesik a különféle rovar-evő fajok, mint például a fecskék és a seregélyek állományainak nagyarányú csökkenésével. Rovarokkal és madarakkal foglalkozó tudósok egy nemzetközi csoportja arra következtet, hogy valószínűleg – legalább részben – a neonicotinoidok felelősek az állomány csökkenéséért (van Lexmond és mtsai, 2015).

Az imidakloprid és más neonicotinoidok miatt megcsappant táplálékforrások, valamint a több madárfaj egyedszámának fogyatkozása közötti összefüggést elsőként a Tennekes által végzett átfogó kutatás mutatta ki (2010).

Hallman és munkatársai (2014) megerősítették Tennekes (2010) eredményeit, s egy adott neonikotinoid rovarirtó (imidakloprid) vízben mért koncentrációjához viszonyították a madarak fogyasztását (12. ábra). A térbeli elemzés kimutatta, hogy az imidakloprid 20 nanogrammm/literes vagy afölötti koncentrációja a madarak populációjának évi 3,5%-os csökkenéséhez vezet. A további elemzésből kiderült, hogy ez a fajta fogyasztás csak az imidakloprid hollandiai bevezetését követően jelent meg.

**12. ábra: Az imidakloprid interpolált (univerzális krigelés) átlagos logaritmikus koncentrációja Hollandiában (2003-2009)**

(A Macmillan Publishers Ltd. engedélyével: Nature (Hallmann és mtsai, 2014) Copyright ©2014)



---

Az utóbbi 15-20 évben ijesztően megnőtt a glifozát alapú, totális gyomirtók használata, így nem meglepő, hogy ezek most a világ legnagyobb forgalmú növényvédő szereit. A túlzott használat következtében azonban egyre több növény vált ellenállóvá a glifozáttal szemben, ezért a gazdák most még több glifozát-ammónium tartalmú terméket használnak. Mind a glifozát, mind a glifozát-ammónium totális hatású, felszívódó gyomirtó, mely képes elpusztítani majdnem minden (nem ellenálló) növényt. Az ilyen hatékony gyomirtóknak a madarak táplálékforrásaira kifejtett káros hatásait Gibbons és munkatársai mutatták ki 2006-ban. A kutatók 17, elsősorban növényevő madár étrendjét és a növényvédő szerek permetezésének a maghozamra gyakorolt hatását vizsgálták. Különböző gyomirtási stratégiákat vettek górcső alá, melyek egyike egy olyan (GM) haszonnövény termesztése volt, amelyet genetikai módosítással tettek ellenállóvá a totális gyomirtókkal szemben. A cukorrépa és a tavaszi repcében szignifikánsan kevesebb volt azoknak a gyommagvaknak a száma, melyeket mind a 17 vizsgált magevő madárfaj szívesen fogyasztott. A kutatók emellett a magtartalékok évi 7%-os csökkenését vetítették előre arra az esetre, ha a GM haszonnövényeket az általában alkalmazott vetésváltásba integrálnák.

Mindenesetre minden olyan nagyon hatékony gyomirtó módszer, amely meggátolja a gyomnövények reprodukcióját, hatással van a magevő madarakra. Newton (2004) szerint a magtartalékok kimerüléséhez (lásd a 7. fejezetben is) vezető növényvédőszer-használat az egyik legfőbb oka a magevő szántóföldi madarak megfogyatkozásának.

A növényvédő szerek hagyományos kockázatbecslési eljárása jelenleg nem fedi le a nagyon hatékony gyom- és rovarirtó vegyszerek azon hatásait, amelyeket azok a szárazföldi populációk táplálékforrásaira gyakorolnak. A vízi ökoszisztémák esetében a vízi gerinctelenek és a halak lehetséges kitérségét és annak hatásait modellezik. Még ha ennek a modellezésnek vannak is komoly korlátai és hiányosságai (lásd az 5. fejezetet), a növényvédő szerek szárazföldi ökoszisztémákra kifejtett hatásait is fel kell mérni kockázatbecsléssel, és a döntéshozóknak kezelniük kell ezeket a hatásokat. A kockázatelemzéseknek a tápláléklánc minden szintjét vizsgáló, ökoszisztéma-szintű megközelítést kell alkalmaznia.

A táplálékláncban magasabb szinten lévő madarakat (ragadozók, baglyok) nagyon súlyosan érintik a növényvédő szerek egész Európában. Ölyvek, baglyok, sasok, keselyűk és más ragadozók ezrei pusztulnak el évente – a tényleges számok nem ismertek. A legfőbb oknak a véralvadást gátló hatású rágcsálóirtó szerek legális és illegális használatát tartják, amely városokban és mezőgazdasági területeken egyaránt elterjedt. Franciaországban a mezei pockok egyetlen irtása 28 vörös kánya és 16 egerészölyv pusztulását okozta 2011 telén (Coeurdassier és mtsai, 2014).

A mérgezett rágcsálókra vadászó ragadozók „járulékos pusztulását” másodlagos mérgezésnek hívjuk, és nem csak madarakat, hanem emlős ragadozókat is érint (lásd Guitart és mtsai, 2010). A madarak másodlagos mérgezésének legfőbb oka, hogy a jelenleg használt véralvadást gátló hatású szerek lassan hatnak és hosszú a lebomlási idejük. Használtak ugyan korábban gyors hatású, lebomló véralvadást gátló rágcsálóirtókat, de a túlzott használat oda vezetett, hogy a rágcsálók alkalmazkodtak hozzá és rezisztensek lettek a méregre. A jelenlegi helyettesítő

---

termékek viszont minden ragadozóra veszélyesek. A megmérgezett rágcsálók viszonylag lassan pusztulnak el, a rovarirtó szer pedig hosszú ideig megmarad a májukban (felezési idejük akár 1 év is lehet [DPR 2013]), ami azt jelenti, hogy bármely, őket fogyasztó ragadozót szintén megmérgeznek. A nagy irtószeraadagoknak való kitétség biztosan elpusztítja a madarakat, de a nem halálos mennyiség is csökkentheti az erőnlétet, a növekvő élőködőterhelés miatt növelheti a fertőzésekre való fogékonyságot, illetve csökkentheti a szaporodás eredményességét, valamint a populáció fiatalodását, mivel a fiatal állatok érzékenyebbek lehetnek a mérrege (Christensen és mtsai, 2012).

Európában nem ismerjük a növényvédőszer-mérgezések madarakra és egyéb állatokra kifejtett teljes hatását. Csak néhány európai országban létezik olyan jelentési rendszer, amellyel a vadon élő állatok mérgezéseit regisztrálják, de ott sem minden esetet észlelnek vagy jelentenek. Mindenesetre az alábbi példák jól illusztrálják a szennyezettség nagyságrendjét szerte Európában.

**Dániában** 430 madártetemet vizsgáltak meg véralvadásgátló rovarölő szereket keresve, s ezeket az egyedek 84-100%-ában ki is tudták mutatni, a madarak 73%-ában pedig több szer maradványát is megtalálták. A máj magas szermaradvány-koncentrációja (a nedves tömegben 100 ng/g-nál nagyobb mértékben), amelyet a rágcsálóirtó-mérgezéssel és a nagyarányú elhullással hoztak kapcsolatba, hat alapvető fajból ötben nagyon gyakori volt (12,9-37,4%). Különösen aggasztó, hogy a súlyosan veszélyeztetett kuvikokban (*Athene noctua*) is igen gyakran és magas koncentrációban fordult elő a mérreg (Christensen és mtsai, 2012).

**Norvégiában** négyféle véralvadásgátló rágcsálóirtót mutattak ki szirti sasok (*Aquila chryseatos*) és uhuk (*Bubo bubo*) májában. Hozzávetőleg a szirti sasok 70 és az uhuk 50%-ában voltak mérgek. A szirti sasok és uhuk vizsgált szerveinek harminc százaléka több mint 100 ng/g-os koncentrációt tartalmazott a nedves tömegben (Langford és mtsai, 2013).

**Spanyolországban** hét, széles körben használt véralvadásgátló rágcsálóirtó koncentrációját mérték meg hat ragadozómadár-fajban. 104 májmintát vizsgáltak, amelyek egerészölyvtől (*Buteo buteo*), karvalytól (*Accipiter nisus*), sivatagi sólyomtól (*Falco pelegrinoides*), vörös vércsétől (*Falco tinnunculus*), erdei fülesbagolytól (*Asio otus*) és gyöngybagolytól (*Tyto alba*) származtak. Legalább egy szer maradványát a felsorolt madárfajok májmintáinak 61%-ában megtalálták. A leggyakrabban kimutatott véralvadásgátló rágcsálóirtó a bromadiolon volt, ami a pozitív esetek 60,3%-át tette ki. A karvalyok, a gyöngybaglyok és az erdei fülesbaglyok egyedeinek több mint 75%-ában kimutatható volt a májban a rágcsálóirtószer-maradvány. A koncentrációk nagyjából 35%-a meghaladta a mérgezés határértékét (Ruiz-Suárez és mtsai, 2014).

**Skóciában** a megvizsgált vörös kányák (*Milvus milvus*) 70%-ában volt jelen véralvadásgátló rágcsálóirtó, és 10%-uk pusztult el a mérreg elfogyasztása miatt. A karvalyoknak, melyek szinte kizárólag más madarakra vadásznak, a rágcsálókra vadászó fajokhoz hasonló volt a kitétsége (Hughes és mtsai, 2013).

Számtalan növényvédő  
szer található a vizekben a  
határértékeket meghaladó  
koncentrációban



# 05

## A növényvédő szerek és a vízi élőlények



A növényvédő szerek sokféleképpen juthatnak a felszíni vizekbe. Lemosódhatnak a földről, elsodródhatnak a széllel vagy elpárologhatnak, a talajszemcsékkel pedig bemosódhatnak a csatornába, folyókba és árkokba. Növényvédő szerek kerülnek a környezetbe olyankor is, amikor a felhasználók belemossák a folyókba a permetezőfelszerelésüket vagy nem tartják be a szükséges biztonsági távolságokat.

Sok növényvédő szer rendkívül mérgező a vízi élőlényekre és kifejezetten mobilis (kimosódási határértékek) (13. ábra), bár a növényvédő szerek mobilitása sok változó függvénye. Például a vizekben több olyan növényvédő szer is megtalálható az engedélyezett határértékeket meghaladó koncentrációban (Stehle és Schulz, 2015; Pesticide Atlas Netherlands [Hollandia növényvédőszer-atlasza]),<sup>52</sup> amelyeknél a hatóanyagok némelyike elvileg „immobilis”. Akár a rossz mezőgazdasági gyakorlatból, akár a mobilitás alábecsléséből ered a jelenlétük, meg kell határozni az okát. Egy másik lehetséges magyarázat az ún. semleges összetevők hatása (lásd a 2.2. fejezetben). A kereskedelmi készítmények ugyanis Bonmantin és munkatársai (2015) szerint olyan adalékanyagokat (inert anyagokat) tartalmaznak, melyek megnövelik a hatóanyag oldhatóságát. Egy kutatócsoport rendszeresen azt találta, hogy a kereskedelmi forgalomban lévő növényvédő készítmények hajlamosabbak a kimosódásra, mint csak maga a hatóanyag (lásd *uo.*, valamint Krogh és mtsai, 2003).

A növényvédő szerek okozta vízszennyezés valós méreteit Európában nem ismerjük. Annak ellenére, hogy az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) az 1965-2012-es időszakban gyűjtött ellenőrzési adatokat a tagországokból, amikor elemezték ezeket, kiderült, hogy a nemzeti adatok egyáltalán nem kiegyensúlyozottak, ami pedig komoly hiányosságokra utal. A nyilvános és letölthető adatbázisból<sup>53</sup> jól látható, hogy 2012-ben csak 3434 folyami mérőállomáson vizsgálták a mezőgazdasági növényvédő szereket, s a mérések legtöbbje (68%) mindössze három országból érkezett: Franciaországból, Nagy-Britanniából és Olaszországból.

A vizsgált növényvédő szerek körében ugyancsak alapvető hiányosságok vannak, példának álljon itt az EFSA következtetése az imidaklopridról:

**„Áttekintve az eddigi eredményeket az adatok azt mutatják, hogy nagy a kockázata annak, hogy a gyümölcsösökben és a paradicsomföldéken használt imidakloprid veszélyezteti a vízi élőlényeket. Ezért hatékony megelőző intézkedéseket kell hozni, hogy minél kevesebb permetet vigyen el a szél, illetve minél kevesebbet moshasson le az eső.”**

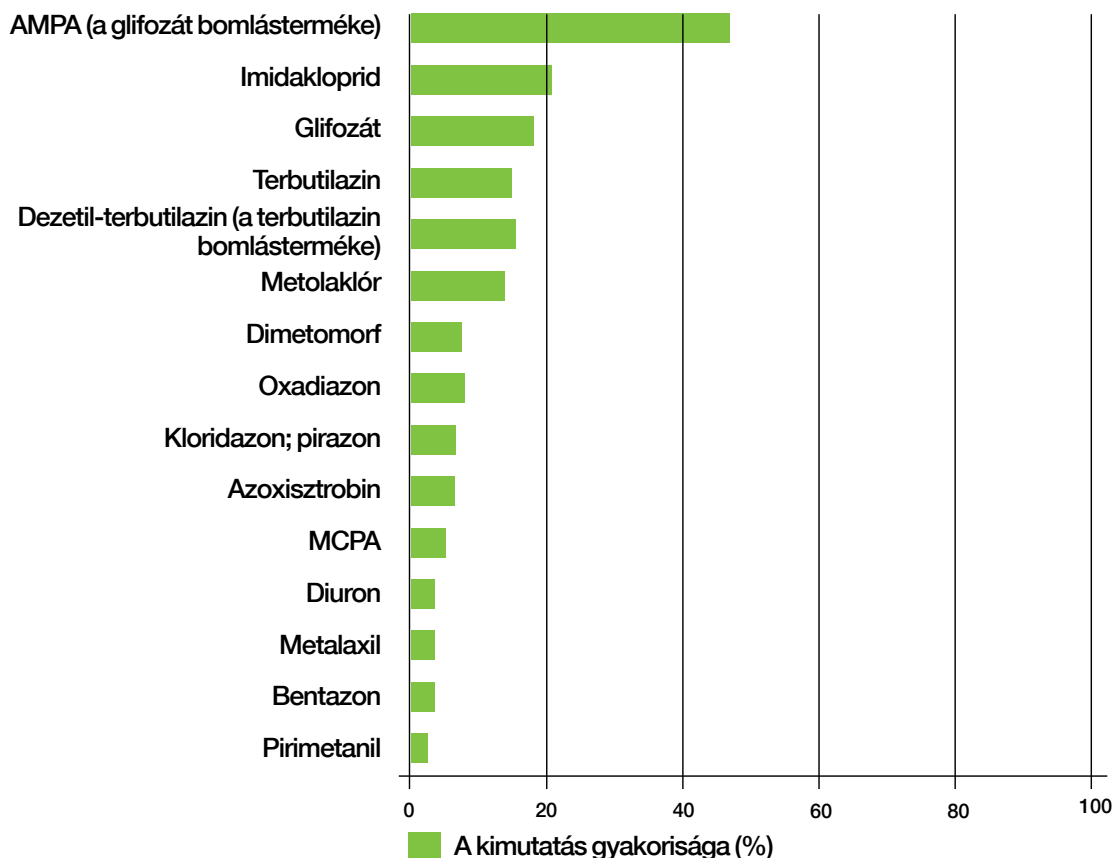
– Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (EFSA) (2008)

A fenti figyelmeztetés ellenére az imidaklopridot<sup>54</sup> csak három ország összesen 179 mérőállomásán mérték, közülük is legtöbbször Olaszországban (167 alkalommal, ami a mérések 93%-a). A bifentrint, egy másik nagyon problémás rovarirtó szert (lásd Stehle és Schulz, 2015) egyedül Olaszország 19 mérőállomásán mérték. Jó lett volna, ha több vizsgálat készül nemzeti és térségi szinten, de ha voltak is ilyen vizsgálatok, azokat nem juttatták el az EEA-hoz. Általánosságban úgy tűnik, hogy amióta az elmúlt években a vizsgálatokat az EU Víz Keretirányelvében szereplő, prioritást élvező hatóanyagokra összpontosítják, elhanyagolják a lehetséges „új” veszélyeket.

Az olasz Környezetvédelmi Ügynökség nemrégiben megjelent beszámolója azt mutatja, hogy a két legjobban fogyó növényvédő szer (a glifozát és az imidakloprid) egyúttal a felszíni vizekből a leggyakrabban kimutatható növényvédő szer. Az AMPA, amely a glifozát bomlásterméke, az elemzett minták 46%-ában jelen volt, az imidakloprid pedig a minták 21%-ában (lásd a 16. ábrát). Az AMPA ráadásul az ellenőrző állomások 56,6%-ánál meghaladta a határértékeket (ISPRA 2014).

A németországi Rajna-Pfalz tartomány egyik vizsgálata valóságghűbb képet fest arról, milyen is lehet egy bortermő vidék szennyezési forgatókönyve. 2010-ben kilenc állomáson vettek rendszeresen mintákat, s azokban 184 növényvédő szert vizsgáltak. A minták elemzéséből kiderült, hogy 116 növényvédő szer (63%) mennyisége a kimutathatósági határ felett volt (55 gyomirtó, 40 gombaölő és 16 rovarirtó szer) (LUWG 2012).

13. ábra: Gyakoriság és kimutathatóság az olaszországi felszíni vizekben (ISPRA 2014)



14. ábra: **Növényvédő szerek, melyek a leggyakrabban okoznak vízminőségi szabálysértést Hollandiában, 2013.**

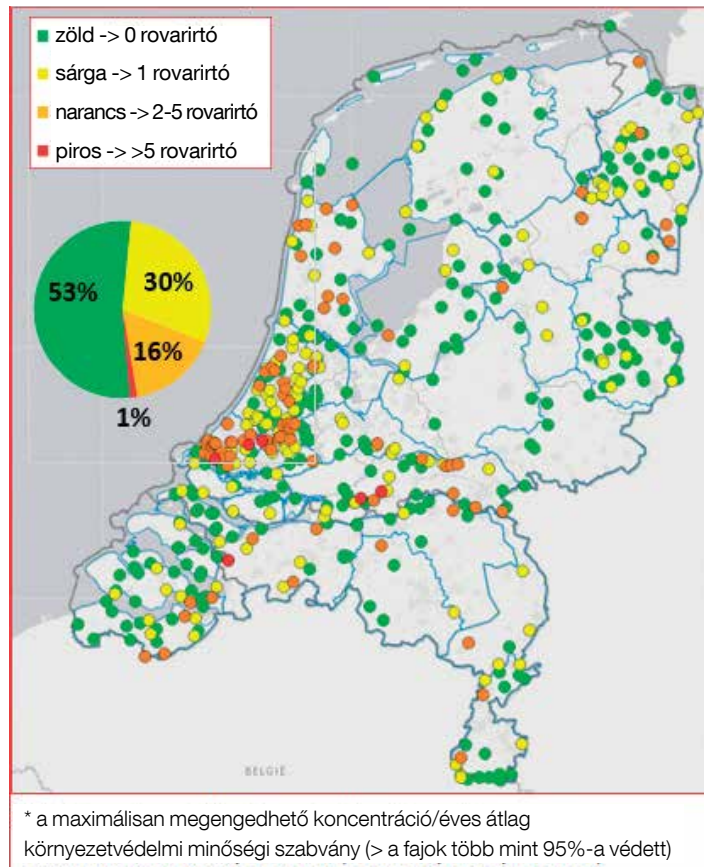
	Elsőbbségi növényvédő szerek minősül-e a 2013/39/EU irányelv szerint	Kémiai csoport (neurotoxikus működési mechanizmus)
ETU (Etilén-bisz-tiokarbamat gombaölők [Mankozeb, Maneb, Metiram] bomlásterméke	Nem	
Azoxystrobin	Nem	
Bifenox	<b>Igen</b>	
Karbendazim	Nem	
Cihalotrin, lambda-	Nem	Piretroid
Cipermetrin-alpha	<b>Igen (Cipermetrin)</b>	Piretroid
DDT, 24	Nem	Szerves klórszármazék
Deltametrin	Nem	Piretroid
Diklórfosz; DDVP	<b>Igen</b>	Szerves foszforsav-észter
Dinoterb	Nem	
Eszfenvalerát	Nem	Piretroid
Imidaklopid	Nem	Neonikotinoid
Metiokarb	Nem	N-metilkarbamát
Permetrin, transz-	Nem	Piretroid
Pirimikarb	Nem	N-metilkarbamát
Pirimifosz-metil	Nem	Szerves foszforsav-észter
Spinozád	Nem	Spinozoid
Teflubenzuron	Nem	
Terbutilazin, dezetil- (a terbutilazin bomlásterméke)	Nem	
Tiaklopid	Nem	Neonikotinoid
Tifenzulfuron-metil	Nem	

Forrás: A tíz legproblémásabb hatóanyag, Leideni Egyetem (CML), Rijkswaterstaat-WVL, [www.pesticidesatlas.nl/08.09.2015](http://www.pesticidesatlas.nl/08.09.2015), egybevetve a 2013/39/EU irányelv szerinti elsőbbségi növényvédő szerekkel. A kémiai csoportok a szerző adatbázisa szerint vannak feltüntetve.

Az EU-ban Hollandiának van a legkövetkezetesebb országos adatbázisa a vízben fellelhető növényvédő szerekről ([pesticidesatlas.nl](http://pesticidesatlas.nl)), de ezeket az adatokat nem tartalmazza az EEA növényvédőszer-adatbázisa.

A 14. ábra azt a 21 növényvédő szert vagy bomlásterméket sorolja fel, amelyek 2013-ban a legtöbb vízminőségi problémát okozták Hollandiában. Ezek közül sok kifejezetten mérgező a vízi szervezetekre. Ha közülük csak két vagy több anyag hatása is összeadódik, azaz additív, akkor az együttes hatásuk megegyezik az egyedi hatások összegével. Ilyen összeadódó hatást a piretroidok, neonikotinoidok, szerves foszforsav-észterek és az N-metilkarbamátok csoportjában lehet feltételezni. Pavlaki és munkatársai (2011) az összeadódónál nagyobb, szinergikus hatást regisztráltak, amikor nem halálos dózisu imidaklopid-tiaklopid keveréknek tettek ki vízibolhákat. Az etilén-tiokarbamid (ETU) az endokrin rendszert rombolja (Maranghi és mtsai, 2013). A 14. ábrán felsoroltak közül a 2013/39/EU irányelv szerint csak három számít elsőbbségi növényvédő szernek.

15. ábra: **Rovarirtó szerek, melyek koncentrációja a holland mintavételi pontokon meghaladja a környezetvédelmi minőségi szabvány szerint maximálisan megengedhető koncentrációt\***



Forrás: Leideni Egyetem (CML) és a Holland Környezetvédelmi Minisztérium végrehajtó szerve (Rijkswaterstraat WWL), <http://www.pesticidesatlas.nl/> 15.10. 2015

---

A növényvédő szerek a környezetben rendszeresen más szennyező anyagokkal együtt találhatóak meg. Általában egy szennyeződésben növényvédő szerek, biocidok, gyógyszerek, illegális kábítószeres, édesítőszeres, háztartási tisztítószeres és ipari szennyező anyagok vannak (az olaszországi helyzethez lásd Meffe és Bustamente, 2014). 2014-ben például Hollandia mintavételi pontjainak 47%-ánál találtak egy vagy több növényvédő szert olyan mennyiségben, amely már krónikus hatásokat okozhat a vízi szervezetekben (15. ábra).

A növényvédőszer-szennyezettség, különösen az imidaklopriddal való szennyezettség Hollandiában már olyan súlyos, hogy a kutatók azt feltételezik: a szennyezés miatt csökkennek a madárpopulációk (lásd a 4. fejezetet). Hollandia különleges eset lehet, mert sok a vizes élőhely és egyúttal nagyon intenzív a mezőgazdasági termelés.

Mindenesetre nemcsak Olaszországban és Hollandiában fordul elő, hogy a minőségi szabványokat meghaladó növényvédőszer-mennyiséget mutatnak ki a felszíni vizekből. A franciaországi mintavételi adatok azt mutatták, hogy 2011-ben a folyóvizek 37%-ában a növényvédő szerek koncentrációja nem felelt meg az Európai Víz Keretirányelv ivóvízre vonatkozó minőségi előírásainak (0,5 µg/l összes növényvédő szer) (Hossard és mtsai, 2014).

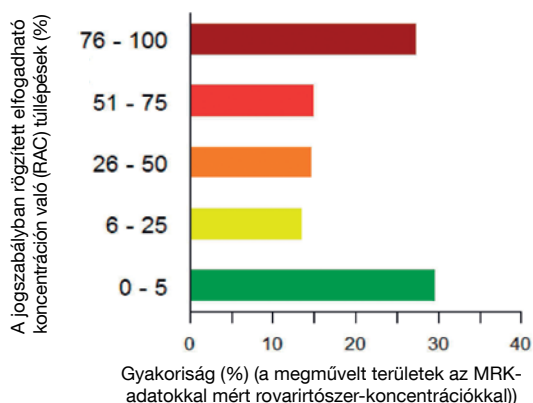
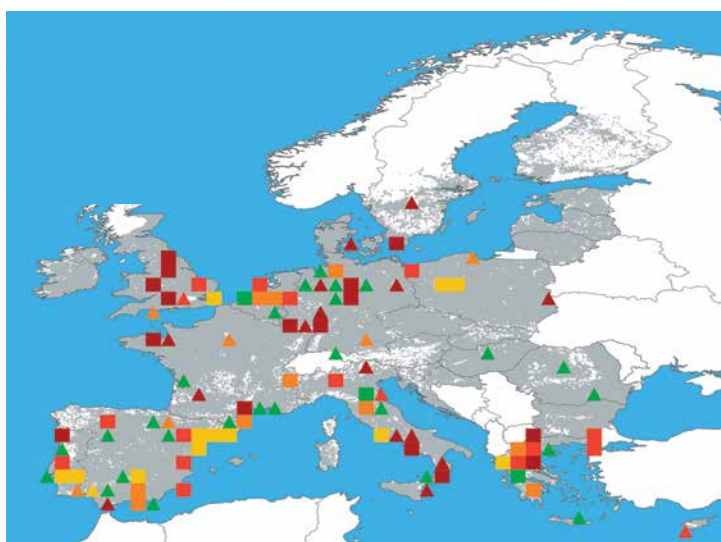
Stehle és Schulz (2015) 165 olyan lektorált tanulmányt tekintett át, melyek a felszíni vizekben található rovarirtószerek-koncentrációkkal foglalkoztak. Az általuk végzett metaanalízis 1566, Európa-szerte mért adatot elemzett. Az elemzés kimutatta, hogy az esetek 47%-ában a mért koncentráció meghaladta a szabályozás szerint még elfogadható mértéket. A szerzők következtetése:

**„Az EU-ban a növényvédő szerek jelenlegi szabályozása nem védi meg a vízi környezetet a szennyeződéstől, és ezek a rovarirtó szerek veszélyeztetik a vizes élőhelyek biológiai sokféleségét.”** Sőt, az eredmények azt mutatják, hogy a növényvédő szerek újraengedélyezési folyamata és számos növényvédő szer 91/414/EK rendelet szerinti betiltása után (lásd a 8. fejezetben) sem csökkent a felszíni vizekre a rovarirtó szerek miatt leselkedő veszély (uo.).

A kitétség felmérésének jelenlegi módja, különösen az a modell, amelyik az előre jelzett környezeti koncentrációt számítja, nem elég pontos, és alábecsüli a vízi ökoszisztémák kitétségét (Stehle és Schulz, 2015).

A megelőző évben is hasonló kritika látott napvilágot, amikor a rovarirtó (Knäbel és mtsai, 2012) és gombaölő (Knäbel és mtsai, 2014) szerek valós mérési adatait hasonlították össze kitétségi modellekkel, méghozzá olyan modellekkel, amelyeket egy tudósokból álló fórum (a növényvédő szerek sorsának modelljeit összehangoló fórum, FORum for the CO-ordination of pesticide fate models and their USE (FOCUS)) alkotott. A szerzők arra következtettek, hogy a kockázatbecslésnél általában használt modellek alábecsülik a kitétséget, ezért sürgősen újra kell őket gondolni (uo.).

## 16. ábra **Növényvédő szerek koncentrációja Európában**



Megművelt területek az MRK-adatok nélkül

A megművelt területek (szürke) és azon rovarirtó-koncentrációk eloszlása, amelyeknél a lejelölt mért koncentrációk (MRK,  $n = 1,471$ ) meghaladták a jogszabályban rögzített elfogadható mértéket, 1°-onkénti cellákba halmozva. A téglalapok azokat a területalosztályokat jelölik, ahol 5 vagy annál több ilyen szer van, a háromszögek az 5-nél kevesebbet. Megjegyzendő, hogy 95 mért rovarirtó-koncentrációt a tanulmányokban szereplő pontatlan helyszínadatok miatt nem lehetett egy adott cellába besorolni. A jelmagyarázat vízszintes sávjai azt mutatják meg, hogy az európai megművelt területeken hogyan oszlanak el az adott rovarirtó osztályoknak a megengedhető koncentrációt meghaladó mennyiségei, s ezzel információt szolgáltatnak a rovarirtószer-kitettségről. (A Springer Science+Business Media szíves engedélyével, utánközlés, Stehle és Schulz (2015), S1 ábra, 8. oldal. © Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2015)

A növényvédő szerek koncentrációinak potenciális hatásait Hallmann és munkatársai (lásd a 4. fejezetben), valamint Beketov és munkatársai (2014) illusztrálják. Beketov és munkatársai (2014) németországi, franciaországi és ausztráliai kis patakok növényvédőszer-koncentrációját mérték a feltételezhető kitétség időszakában. Emellett mintákat is vettek a vízi élőlényekből (makrogerinctelenekből), hogy felmérjék a fajok változatosságát. Az eredmények bizonyítják, hogy a növényvédő szerek mérhetően károsítják a kis patakokban élő gerinctelenek biológiai sokféleségét. Továbbá arra a következtetésre jutottak, hogy a jelenlegi kockázatbecslés referenciája (a nagy vízbolha (*Daphnia magna*)) nem elég érzékeny ahhoz, hogy egyéb fajokra is mérvadó eredményt szolgáltatson. Ezeket a megállapításokat Morrissey és munkatársai (2015) is megerősítették. Ők úgy számoltak, hogy a vízbolhák 2-3 nagyságrenddel kevésbé érzékenyek, mint bármely más vizsgált gerinctelen.

---

A Beketov és munkatársai (2014) által megfigyelt hatásokat nem lehet egyetlen növényvédő szerhez kötni, feltételezhetően növényvédő szerek keveréke okozta a fajok változatosságának csökkenését.

Régóta jól ismert, hogy a növényvédő szerek hathatnak additívan ( $1+1=2$ ), de akár szinergikus módon is ( $1+1=3$  vagy több). Megegyező hatásmechanizmusú növényvédő szerek egy adott fajra minimum additívan hatnak (14. ábra). A szinergia és az antagonizmus ( $1+1=0$ ) ritkább (a szinergia elemzésére lásd: Cedergreen, 2014), de szintén előfordulhat a keverékekben. Laetz és munkatársai (2009) három szerves foszforsav-észter és két N-metilkarbamát keverékeinek fiatal lazacokra gyakorolt hatását vizsgálta. Az összes vizsgált növényvédő szer idegméreg, és ugyanazt az enzimet (kolineszteráz) gátolja. Mind addíciót, mind szinergiát megfigyeltek. A szinergia aránya a nagyobb koncentrációjú kitétségek esetén magasabb volt. Szinergia az egymással nem rokon vegyszerek keverékeinél is létrejöhethet. Kretschmann és munkatársai (2015) kimutatták például, hogy ha vízibólhátat rövid ideig piretroid rovarirtóknak, majd gombaölőknek teszünk ki, akkor a vegyszerek között szinergia lép fel, a szinergikus hatások pedig napokkal az első kitétség után a legerősebbek. Egy hal- és egy rákfajon (a tűzcsellén (*Pimephales promelas*) és a mexikói bolharákon (*Hyaella azteca*)) Lateigne és munkatársai (2015) szintén megfigyeltek szinergikus hatásokat, miután egy ciflutrint és imidaklopridot tartalmazó keveréknek tették ki a kísérleti példányokat. Különösen aggasztó volna, ha ezt a szinergiát tükröző eredményt a piretroidokra (mint a ciflutrin) és a neonikotinoidokra (mint az imidakloprid) általánosan ki lehetne terjeszteni, mivel gyakran vannak egyidejűleg jelen a vízi környezetben.

Mindazonáltal a gyógyszerkeverékek kockázatának felmérésében az lenne a legfontosabb és a leginkább elfogadható megközelítés, ha azt feltételeznék, hogy az egyszerre jelen lévő kemikáliák koncentrációja – az összes létező szennyező anyagot figyelembe véve – összeadódik, azaz a sokkal ritkább szinergikus hatások helyett a kumulatív hatásokat kezelnék (Cedergreen, 2014). Általában a gyomirtó szerek igen széles köre található meg vízi környezetben viszonylag nagy koncentrációban, s valószínűleg még több van, amelyet nem mutatnak ki. Az EU ellenőrzései egy szűk körre összpontosítanak, általában az elégtelen szabályozás követelményeire alapozva. Mivel a gyomirtókat növények elpusztítására tervezik, a vízi közösségekben elsődlegesen a vízi növényekre kellene hatniuk. A gyomirtók befolyásolhatják az algák növekedését és fiziológiáját, valamint közösségi szerkezetüket, de a növényvédőszer-szennyeződésre adott válasz a hatóanyagoktól, kombinálódásuktól, koncentrációjuktól és az érintett fajoktól/törzsektől függően nagymértékben változik (Morin és mtsai, 2009).

A különböző algafajok eltérő mértékben érzékenyek a növényvédő szerekre. Az eutróf és kisméretű fajok sokszor ellenállóak a növényvédő szerekkel szemben, ezáltal a vegyszerek megváltoztathatják a vizek fajösszetételét (Debenest és mtsai, 2010; Morin és mtsai, 2009), ami kihat az ökoszisztémákon belüli kiegyensúlyozott kapcsolatokra, zavart kelt bennük. Noha az algákra gyakorolt hatást a természetben nagyon nehéz felmérni, a növényvédő szerek koncentrációjának mérései és az algatelepeken végzett megfigyelések megmutatták, hogy a növényvédő szerek megváltoztathatják a helyi algatelepek szerkezetét (Morin és mtsai, 2009). Dorigo és munkatársai (2004) „memóriahatást” figyeltek meg mind a növényvédő szerekkel szembeni érzékenység, mind az algatelepek szerkezetének tekintetében, amely fennmaradt a szennyezési csúcsok elmúltával is.



A nehezen lebomló, felszívódó és nagyon mérgező rovarirtó szerek a táplálékhálózat (térségi) összeomlását okozhatják



# 06

## A növényvédő szerek és a hasznos élőlények



Mezőgazdasági értelemben a hasznos fajok többek között azok a fajok, melyek a mezőgazdasági kártevők féken tartásában vesznek részt – például a katicabogarak levéltetvekkel táplálkozó lárvái. Más hasznos élőlények, a mikroorganizmusok, a bogarak és a pókok szintén kulcsszerepet játszanak az ökoszisztémának és szolgáltatásainak megalapozásában.

A hasznos élőlények közé sokféle emlős, madár, kétéltű, bogár, méh, darázs, pók, földigiliszta és talaj-mikroorganizmus tartozik. A rovarok a legfőbb beporzók; a talajlakó élőlények és a földigiliszták a szerves anyag lebontásával és a talaj lazításával növelik a talaj termékenységét. A rókák és a ragadozó madarak egerekre és mezei pockokra vadásznak; a denevérek, a cickányok és a pókok rovarokra vadásznak; a rovarok pedig más rovarokra vadásznak vagy azokon élőködnek. A talajban a ragadozó fonálférgék megeszik a csigák petéit vagy más fonálférgekre vadásznak. A hasznos élőlények hihetetlenül sokszínűek és fontosak a mezőgazdasági ökoszisztéma működésében.

Mivel a növényvédő szerek hasznos élőlényekre gyakorolt hatásának felmérése igen terjedelmes téma, ez a fejezet csak néhány általánosabb kérdésre összpontosít és példákat mutat be. A 4. fejezetben külön foglalkozunk a növényvédő szerek madarakra kifejtett hatásával, s a Greenpeace nemrégiben szintén kiadott egy beszámolót a növényvédő szerek beporzókra, különösen a méhekre kifejtett hatásáról.<sup>55</sup>

A növényvédő szerek sokféleképpen hatással lehetnek a hasznos élőlényekre. Közvetlenül mérgezhetik őket pusztulásukat vagy szubletális hatásokat okozva, illetve közvetve is hathatnak rájuk.

---

A leggyakrabban mért **közvetlen hatás (végzetes)** az akut, rövid távú mortalitás. Ezt úgy mérik, hogy természetes ellenség fajokat laboratóriumi körülmények között egy adott növényvédő szernek tesznek ki, s 1-3 nap elteltével megszámlálják a túlélőket. Az ilyen vizsgálatok eredményeit arra használják, hogy felmérjék, mennyire mérgező egy adott növényvédő szer a természetes ellenségekre. Ennek a módszernek azonban komoly hiányosságai vannak. Nem foglalkozik az olyan fontos kérdésekkel, mint például a késleltetett toxicitás, a szubletális vagy a közvetett hatások (lásd lejjebb). Emellett az egyik fajból nyert eredmények nem irányadóak egy másikra – még ugyanazon faj eltérő életszakaszban lévő vagy eltérő ivarú egyedei sem ugyanúgy reagálnak. Ráadásul a laboratóriumban nem tudnak mindig a szabadföldihez hasonló körülményeket teremteni, ahol az élőlényeket nagyon sokféle stressz éri.

A 17. ábra kilenc növényvédő szer négy élősködő darázfajra (kifejlett egyedekre) kifejtett toxicitását hasonlítja össze. A szerves foszforsav-észterekhez tartozó klórpírifosz a legmérgezőbb minden fajra, ezt a piretroid bifentrin követi. A rovarok növekedését szabályozó (IGR), szelektív hatású anyagok a kifejlett darazsakra kevésbé mérgezőek. A kiválasztott fajokra a piretroidok közül a fenpropatrin mutatja a legkisebb akut toxicitást.

A növényvédő szerekre (kivéve a ciflutrinra) az *Aphytis melinus* (egy fémfürkész faj) a legérzékenyebb. Két faj esetében az acetamiprid kevésbé mérgező, mint a hasonló tiametoxám, de a *Gonatocerus ashmeadira* tízszer mérgezőbb a tiametoxámnál.

Az újabb rovarirtó szerek (spinozád, emamektin-benzoát, dinotefurán, nitenpirám, tolfenpirád) akut toxicitása nem szükségszerűen kisebb. Ohta és Takeda (2015) 95%-os és magasabb elhullást mutatott ki egy élősködő darázfajnál, az *Aphidius gifuensis*-nél, amikor a darazsak kapcsolatba kerültek ezeknek a növényvédő szereknek a maradványaival.

Pekár (2012) a növényvédő szerek pókokra való toxicitásának metaanalízisét végezte el. Majdnem 50 pókfaj és 130 növényvédő szer (12 atkairtó, 34 gombaölő, 19 gyomirtó, 61 rovarirtó) kísérleti eredményeit elemezte. Nagyjából a tanulmányok fele a közvetlen elhullásra összpontosított. Az elemzés kimutatta, hogy az atkairtó és rovarölő szerek, különösen a szerves foszforsav-észterek és a piretroidok<sup>56</sup> jelentősen nagyobb elhullást okoztak, mint a gombaölők vagy a gyomirtók. A hatás nagymértékben függ az adott fajtól, s nagyobb az elhullás a hímeknél, mint a nőstény vagy a fiatal egyedeknél.

Pekár és Beneš (2008) kimutatták, hogy a különböző pókfajok esetében az elhullás 0 és 90% között változik, ha növényvédőszer-permetmaradványoknak vannak kitéve. Egy faj esetében az elhullás fokozatosan csökkent a szermaradvány 10 napos koráig, majd ismét növekedni kezdett, s a 20 napos szermaradvány már majdnem ugyanolyan mértékű elhullást okozott, mint a friss.

A hasznos élőlények nagy változatossága, az eltérő életszakaszok és a nagyszámú növényvédő szer miatt módfelett nehéz a szerek akut toxicitását általánosságban felmérni. Mindenesetre a szelektív növényvédő szerek (pl. rovar-patogének, rovarok növekedését szabályozó anyagok, feromonok) a nem megcélzott élőlényekre – beleértve a természetes ellenségeket is – általában akután kevésbé mérgezőek, mint a széles hatásspektrumú növényvédő szerek.

A ragadózókra és élősködőkre leselkedő legnagyobb közvetett hatás talán a táplálékforrás csökkenése, hiszen egy „kártevő” egy másik állat alapvető tápláléka lehet. Ezért azok a nagyon hatékony kártevőirtó módszerek, melyek egy táplálékosztály hálózat nélkülözhetetlen elemeit felszámolják, közvetve az összes érintett fajra hatni fognak. **Ha nem tesznek ellene semmit, akkor a nehezen lebomló, felszívódó és nagyon mérgező rovarirtó szerek a táplálékhálózat (társági) összeomlását okozhatják.**

17. ábra: Nyolc rovarirtó szer akut toxicitása (LC50) négy élősködő darázsfajra

	LC50 (mikrogramm h. a. /ml)								
	Felszívódó (neonikotinoidok)			Nem felszívódó (szerves foszforsav-észterek, piretroidok)				Rovarok növekedését szabályozó anyagok	
Élősködő faj	Acetamiprid	Imidakloprid	Imidakloprid	Klórpirifosz	Bifentrin	Ciflutrin	Fenpropatrin	Buprofezin	Piriproxifen
	48 h	48 h	24 h	24 h	48 h	48 h	48 h	96 h	96 h
Eretmocerus eremicus	108,27	1,01	1,93	0,012	0,011	0,096	111,42	120,41	95,56
Encarsia formosa	12,02	0,397	0,98	0,017	0,015	0,063	120,48	98,15	60,51
Gonatocerus ashmeadi	0,134	1,44	2,63	0,006	0,01	0,067	166,88	315,52	132,53
Aphytis melinus	0,005	0,105 (24 h)	0,246	0,0008	0,001	0,007	0,01	0,764	0,421

Forrás: Prabhaker és mtsai, 2007; Prabhaker és mtsai, 2011.

(Megjegyzés: Prabhaker és mtsai (2011) eredeti kiadványában mértékegységhiba van, mivel a toxicitás mértékének az „LC50 (mg h.a./ml)”-t használja, de a szöveg mindig mikrogrammra (µg) utal: „Az LC50 értékek mikrogrammban kifejezve”.)

A populációkra kifejtett ilyen hatást (lásd Stark és Bank áttekintését, 2003) a jelenlegi kockázat-felmérés nem veszi számításba. Stark és munkatársai (2007) szerint ezért a természetes ellenségek állományának növekedését kellene kockázati mutatóként használni a növényvédő szerek engedélyezésekor.

Egy másik közvetett hatást a gyomirtók váltanak ki. A gyomok védelmet és élőhelyet nyújtanak a természetes ellenségek számára. Olyan mikroklimát hoznak létre, amely segíti a ragadozókat, a hálókészítő pókok számára pedig a gyomok biztosítják a támasztékot hálójukhoz. Haughton és munkatársai (1999) a gyomirtó glifozát alkalmazása után azt észlelték, hogy egy adott, hálót szövő pókfaj előfordulása a növényzet sűrűségének megváltozása miatt 50%-kal csökkent.

Rengeteg tünet sorolható a növényvédő szerek **szubletális** hatásai közé. A végzetes koncentrációt el nem érő növényvédő szernek való kitettség befolyásolhatja a mozgást, a fejlődést, a tájékozódást, a párázást/ivararányt, a táplálékszerző viselkedést és az immunrendszert (az ízeltlábúakra vonatkozó áttekintéshez lásd Desneux és mtsai, 2007; kimondottan a pókokhoz pedig Pekár (2012) munkáját). Pekár és Beneš (2008) kimutatták például, hogy a pókok igyekeznek elkerülni az olyan területeket, melyeket néhány általánosan használt növényvédő szerrel kezeltek; ez oda vezethet, hogy a lepermetezett területek csak később népesednek be újra.

---

Kunkel és munkatársai (2001) kimutatták, hogy a futóbogarak imidaklopridnak való kitétsége nagy gyakorisággal váltott ki szubletális neurotoxikus hatásokat, köztük bénulást, járásromlást és eltúlzott tisztálkodást. A laboratóriumban a mérgezett bogarak néhány napon belül helyre jöttek ugyan, ám a természetben többségük a hangyák zsákmányaivá vált.

## Amikor a növényvédő szerek használata a kártevőket segíti

Amikor a kártevők populációja növekedésnek indul, a természetes ellenségek állománya általában mögöttük kullog. A ragadozók és élősködők populációi a táplálék hozzáférhetőségével növekszenek. Az ökológusok ezt zsákmány-ragadozó oszcillációnak nevezik, amely egymással szinkronban működik.

Ha a kártevők ellen növényvédő szert használnak, akkor az komolyan felboríthatja az összhangot. A legrosszabb esetben a növényvédő szer hatására egy egyöntetű kártevő-korstruktúra alakul ki, mivel az érzékeny korcsoportokat rendszeresen kiirtják. A természetes kártevőirtásban fontos szerepet játszó élősködőknek sokszor egy-egy adott életszakaszban lévő kártevőre van szükségük, s ha ez nincs jelen, a kártevő háborítatlanul szaporodhat tovább. Ha felborul az összhang a kártevők és természetes ellenségeik között, akkor katasztrófális kártevőrajzások fordulhatnak elő (lásd pl. Dutcher, 2007).

Egyes kártevők, gyomok vagy betegségek azért élnek túl a növényvédő szereket, mert rezisztensek. A rezisztencia kialakulása evolúciós folyamat, és sem előre jelezni, sem pedig megelőzni nem lehet, amíg a vegyszeres védekezés az uralkodó. Az ellenálló képesség kialakulásának esélye a hasonló növényvédő szerek gyakoribb használatával növekszik. A növényvédő szerekre rezisztens kártevők és gyomok nagyon gyakoriak, komoly kihívást jelentenek a mezőgazdaság számára. Egy görögországi vizsgálat kimutatta, hogy a gyapottok-bagolylepke teljes populációi egy éven belül ellenállóvá váltak három növényvédőszer-csoporttal szemben (szerves foszforsavészterek, karbamátok és piretroidok) (Mironidis és mtsai, 2013). Tudósok már évtizedek óta követelik (Hoy, 1998), hogy a növényvédő szereket tartalékolják azokra a helyzetekre, amikor valóban szükség van rájuk – egy váratlan kártevőpopuláció-robbanás megfékezésére.

Egyes esetekben úgy tűnik, hogy a szubletális adagú növényvédő szernek való kitétség bizonyos kártevőknek kimondottan kedvez. Cutler és munkatársai (2009) kimutatták, hogy az imidakloprid és az azadirachtin szubletális adagja serkenti a zöld őszibarack-levéltetvek (*Myzus persicae*) szaporodását. Barati és Hejazi (2015) pedig megerősítik más kutatók eredményeit (pl. James és Price, 2002; Castagnoli és mtsai, 2005; Zeng és Wang, 2010; Smith és mtsai, 2013), amelyek azt mutatták, hogy a neonikotinoid rovarirtók növelik egy jelentős kártevő, a takácsatka (*Tetranychus* spp.) szaporodási rátáját.

A ragadozók és élősködők  
populációi a táplálék  
gyarapodásával növekszenek



Egy gyommentes szántóföldnek káros hatásai lehetnek a hasznos élőlényekre és a madarakra is

# 07

## A növényvédő szerek és a növények



A növények biztosítják az alapot a legtöbb földi életforma számára. A fotoszintézis révén oxigént termelnek és tápanyagokat szolgáltatnak, amitől a táplálkozási lánc szinte összes többi szintje függ. A növényvédő szereket kezdetben azért fejlesztették ki, hogy bizonyos növényeket megvédjenek a kártevőktől és a betegségektől. A gyomirtók, melyeket növények elpusztítására, a gyomok jelentette konkurencia visszaszorítására terveztek, viszonylag új keletűek (1940-es évek). Noha „növényvédelmi” termékeknek nevezik őket, a növényvédő szerek a növényekre mind közvetlenül, mind közvetve károsan hathatnak.

Azzal például, hogy a rovarirtók befolyásolják a beporzást, amely a növények szaporodásához elengedhetetlen, közvetetten hatással vannak a magvak, termések és gyümölcsök mennyiségére. A szántóföldekről lemosódó vagy a széllel elszálló gyomirtó szerek pedig a nem célzott növényeket is károsíthatják.

A növényekre a legnagyobb hatást valószínűleg közvetlenül a szántóföldön fejtik ki. A gyomirtókat a nemkívánatos gyomok elpusztítására tervezték, s folyamatos használatuk megváltoztatja a termőföldek faji összetételét. A nem szelektíven ható és felszívódó gyomirtó szerek, mint például a glifozát és a glifozinát, az összes (nem rezisztens) növényt teljesen kiirtják. Az elmúlt években bevett gyakorlattá vált a szántóföldi növénytermesztésben, hogy a vetésváltások között totális (nem szelektíven ható), felszívódó gyomirtókat használnak. A haszonnövények csírázását követően számos szelektív gyomirtót használnak. Az EU-ban engedélyezett összes növényvédőszer-hatóanyag mintegy egynegyede gyomirtó (az EU növényvédőszer-adatbázisa, 2015).

Egy gyommentes szántóföldnek a hasznos élőlényekre és a madarakra is (lásd a 4. fejezetben) káros hatásai lehetnek. Franciaországban például egy vizsgálat kimutatta, hogy a mézelő méhek azokban az időszakokban, amikor a haszonnövények (ebben az esetben a napraforgó és a repce) már elvirágoztak, főleg a virágzó gyomnövényeken táplálkoztak (Requier és mtsai, 2015). A virágzó gyomok változatosabbá tehetik a beporzók haszonnövényeken alapuló, potenciálisan egészségtelen, monoton étrendjét (Goulson és mtsai, 2014).

18. ábra: **A növények sokfélesége a mezőgazdasági területeken a múltban és jelenleg**

				Fajok átlagos száma	
Vizsgálat kezdete	Vizsgálat vége	Ország	Növények	A múltban	Jelenleg
1968	2006	Franciaország	Mind	16.5	9.3
1960	2011	Németország	Mind	24	13
1949	2006	Szlovákia	Mind	14.7	17.7
1976	2005	Csehország	Mind	32.86	17.71

Forrás: Richner és mtsai (2015)

A gyomflórát sokféle tényező befolyásolja: a haszonnövény megválasztása, a vetésforgó típusa, a talajművelés típusa, a tápanyag-visszapótlás, az invazív fajok megjelenése és a géppark. Nyilvánvaló, hogy a gyomok faji összetétele az utóbbi évtizedekben megváltozott, de azokról a szántóföldi növényekről, melyek nem haszonnövények, nincs egész Európát felölelő kimutatás, ezért nem ismerjük az előfordulásukat és az állományváltozásukat.

Egy közelmúltban elvégzett metaanalízis azonban kimutatta, hogy a szántóföldi növényfajok száma egész Európában csökken, miközben egyre több helyen figyelhető meg a tápanyagban gazdag helyeket kedvelő neofita (Európában nem őshonos) és egyszikű fajok (fűfélék) (Richner és mtsai, 2015). A metaanalízisben persze vannak hiányosságok: kevés a Dél-Európára vonatkozó adat és hiányoznak a frissebb adatok, ezért nehéz a teljes metaanalízist értelmezni. A 18. ábra összehasonlítja a földeken talált növényfajok átlagos számát egy kutatás kezdetén és 40-50 év múlva. A négy esetből háromban csökkent a fajok száma. Szlovákiában növekedett ugyan, de valójában a ritkább fajok ott is fogyatkoztak, miközben a nitrofil és/vagy invazív fajokból egyre több lett (Májeková és mtsai, 2010).

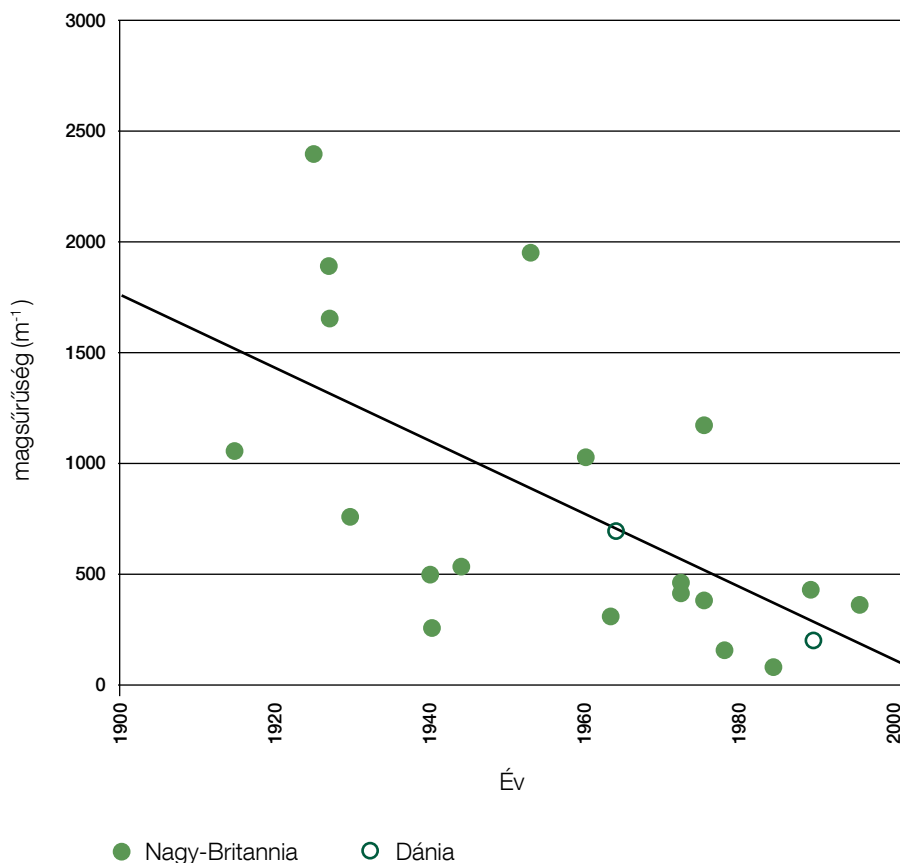
A tápanyagokban gazdag helyeket kedvelő növényfajok, a neofiták és az egyszikűek (fűfélék) száma 1980 óta általában növekedett, míg a szántóföldi gyomflóra jellegzetes vagy veszélyeztetett fajainak száma tovább csökkent.

Richner és munkatársai (2015), illetve Májeková és munkatársai (2010) nem vizsgálják a gyomirtók szerepét a fajok számának csökkenésében, bár utóbbiak megemlítik, hogy nőtt a gyomirtóknak ellenálló fajok száma. A gyomok sokféleségét szintén nem tárgyalják. Robinson és Sutherland (2002) kimutatták, hogy Angliában és Dániában csökkent a talajokban található magok mennyisége (19. ábra), ez azonban régebbi adat. A mezőgazdaság új keletű változásai, mint például a talajkímélő termesztéstechnológia, a nem szelektív, felszívódó gyomirtók intenzívebb használata, a megnövekedett gyomirtószer-rezisztencia és az invazív fajok megnehezítik a trendek felmérését.



19. ábra: **A magtartalékok nagyságának változása az idők során Nagy-Britanniában (teli körök) és Dániában (üres körök)**

(Robinson és Sutherland, 2002. John Wiley and Sons engedélyével, Copyright ©2002)



Alapvetően ellentétes erők feszülnek egymásnak: a hagyományos gazdálkodást folytató gazdák évente 1-3 alkalommal használnak gyomirtó szereket, de egyes növények genetikailag alkalmazkodnak, ellenállóvá válnak. Moss (2004) már 2004-ben 55, gyomirtóknak ellenálló növényfajt számolt össze 21 európai országban. Világszinten nagyjából 220 gyom vált (helyileg) rezisztenssé az irtószerekkel szemben (Heap, 2014). Korunk intenzív vegyszerhasználaton alapuló mezőgazdasági rendszerében az a jellemző megoldás, hogy növelik a permetezések intenzitását és gyakoriságát, s egy-egy tartályba 3-4 hatóanyagot kevernek. Nem vegyszeres megoldást jelentene például a szántás és a változatos vetésforgó kialakítása.

A jelenlegi mezőgazdasági irányelvek és ellenőrzési szabályok eddig nem tudták kezelni a növényvédőszer okozta problémákat

# 08

## A növényvédő szerek használata és a kockázatok csökkentése



Ez a tanulmány világosan bemutatja, hogy környezetünk még mindig ki van téve a növényvédő vegyszerek okozta kockázatoknak, mivel ezek a szintetikus anyagok több olyan ökoszisztéma-szolgáltatást is tönkretesznek, melyek létfontosságúak a környezet egészségének fenntartásához. A jelenlegi mezőgazdasági irányelvek és ellenőrzési szabályok eddig nem tudták kiküszöbölni a növényvédő szerek káros hatásait.

Sürgős változtatásokra van szükség ahhoz, hogy megfékezhessük a biológiai sokféleség gyorsuló ütemű csökkenését. Támogatni kell az ökológiai mezőgazdaság elterjedését, hogy az a jelenlegi pusztító hatású, intenzív vegyszerhasználaton alapuló élelmiszertermelés helyébe léphessen. A cselekvés hiánya nem csak a biológiai sokféleséget rombolja tovább, hanem a mezőgazdasági termelést is, mivel olyan ökoszisztéma-szolgáltatásokat számol fel, mint a beporzás vagy a természetes növényvédelem.

### Az elsőként megteendő legfontosabb intézkedések:

1. Hatékony irányelvi mechanizmusokat kell átültetni a gyakorlatba mind uniós, mind nemzeti szinten, melyek a növényvédőszer-használat csökkentésére ösztönzik a gazdákat.
2. Szigorúan kell alkalmazni a fenntartható növényvédőszer-használatról szóló irányelvet.
3. Javítani kell az EU növényvédőszer-engedélyezési folyamatát azáltal, hogy megerősítik a kockázatbecslési rendszert, s a jogszabályokat a kockázatok csökkentésére összpontosítják (pl. az engedélyezett felhasználási területek számának korlátozásával és/vagy a felhasználás feltételeinek szigorításával, például kellőképpen széles pufferrónák megkövetelésével; vissza kell utasítani a különösen veszélyes vegyszerek engedélyezését).
4. A jelenlegi, környezetkárosító mezőgazdasági támogatásokat tápláló közpénzeket inkább az ökológiai mezőgazdaság népszerűsítésére kell költeni.

---

## A növényvédőszer-használat csökkentése a gazdaságok szintjén

Sokféle módon el lehet kerülni a kártevők, betegségek és gyomok kártételét a gazdaságokban. Legtöbbjük jól ismert, hatékony és valaha bevett módszer volt (pl. vetésforgó). A legtöbb esetben azonban a jelenlegi közgazdasági viszonyok között ezek a módszerek a hagyományos mezőgazdaságban nem versenyképesek.

A környezetbarát növényvédelemnek bőséges irodalma van (lásd pl. Hajek, 2004; Jervis, 2004, van Driesche és Bellows, 1996; Howse és mtsai, 1998; Wood és mtsai, 1970), ezért csak néhány kulcsfontosságú intézkedést mutatunk be, amelyek segítenek megelőzni a kártevők okozta gondokat. Az olyan különleges technikákat, mint például a biokontroll szervezetek szabadba engedése, kisebb kockázatú növényvédő szerek, a biológiai fertőtlenítés vagy a szolarizáció stb., nem tárgyaljuk.

## Váltás az ökológiai mezőgazdaságra

A szintetikus növényvédő vegyszerek használata az európai biogazdálkodásokban nem megengedett (Lechenet és mtsai, 2014). Ugyanakkor bizonyos növényeket (pl. burgonyát, repcét) lehet a biogazdálkodásban engedélyezett szerekkel, például spinozáddal vagy morzsikakivonattal kezelni. A rézsók és a kén is fontos gombaölők maradnak, főleg a szőlőkben, néhány gyümölcsnél és a krumplinál, de még fontosabbak a gombák mikrobiális ellenségei, illetve az ezekkel készült oldatok. A gombabetegségeknek ellenálló fajták nemesítéséhez és a fogyasztókkal való elfogadtatásához idő kell. Egy lehetséges módszer a különleges fajták megkedveltetéséhez a közvetlen értékesítés és az élelmiszer-feldolgozás.

Piacgazdaságban a biogazdálkodás ugyanazoktól a piaci folyamatoktól függ, de a káros mellékhatások kevésbé súlyosak (Lechenet és mtsai, 2014; Gomiero és mtsai, 2001; Reganold, 2001), és amint azt egy nemrégiben kiadott metaanalízis (Crowder és Reganold, 2015) kimutatta, még nyereségesebb is a hagyományos mezőgazdaságnál. Miközben a területegységre vetített hozamok a növénytől függően azonosak vagy nem sokkal kisebbek (lásd még Seufert és mtsai, 2012; Reganold, 2001), a termesztés során felhasználandó anyagok költsége kisebb. Az esetlegesen kisebb termésmennyiséget pedig bőven ellensúlyozzák a magasabb árak.

Változókényebb időjárási viszonyok között a biogazdálkodás pl. azért biztonságosabb, mert a biorendszerek talajai több vizet fogadnak be és tartanak vissza (Gomiero és mtsai, 2001).

## Talajápolás – fenntartható alapot kell létrehozni

A fenntartható gazdálkodás a hatékony talajápoláson és a talaj minőségének folytonos javításán alapszik. A magas szervesanyag-tartalmú, keveset bolygatott és működő talajérettel rendelkező talajokban a betegségeket és gyomokat elnyomó baktériumok gazdag közössége fejlődik (Kremer és Li, 2003; Peter és mtsai, 2003). Az ilyen talajok termékenyek, és az itt termelt növények kevesebb növényevő rovarral találkoznak (Altieri és Nicholls, 2003). Számos fontos technika létezik az egészséges talajok megteremtésére és fenntartására: vetésváltás, kettő vagy több növény együtt történő termesztése zöld- és szervestrágyázással (komposzt), kevesebb szántás. Ennek ellenére néha szükség lehet a betegségek és a gyomok okozta problémák csökkentésére vagy megelőzésére.

---

## Vetésforgó

A vetésforgó a talajban és annak felszínén is növeli a biológiai sokféleséget. Az ártalmas betegségek, kártevők és gyomok lassabban szaporodnak el, mert a haszonnövények, gyomok és kártevők közötti különleges kapcsolatok évről évre megszakadnak. Emellett a növényi maradványok sokszor adnak otthont a kórokozóknak és a kártevők áttelelő alakjainak, az alternatív növények viszont meggátolják a felszaporodásukat és a gazdanövény megfertőződését. Bizonyos növényeknél, például a burgonyánál és a repcénél segít a betegségek megelőzésében és a talaj regenerálódásában, ha a termelést egyazon területen 3-4 évig szüneteltetik (Carter és mtsai, 2009; Walters (szerk.), 2009). Egyes növények képesek betegségeket és gyomokat elnyomni. Mások, például a pillangósok, növelik a talaj nitrogéntartalmát és baktériumainak aktivitását, ezáltal javítják a hozamot (Zou és mtsai, 2015). A vetésforgó betegségek és kártevők megfékezésében jelentkező előnyei általában nagyobbak, ha botanikailag nem rokon fajokról van szó. Egyes betegségek a talajban sokáig fennmaradhatnak, sok gazdanövényük lehet, ezért minden vetésforgót a helyi adottságokhoz kell igazítani (Walters (szerk.) 2009). A vetésváltás legnagyobb korlátait a piaci igények és a támogatások jelentik – a mezőgazdasági vállalkozások sokszor a legjövődelmesebb haszonnövényekre szűkítik a termesztést.

## Monokultúrák helyett kettős vagy többes termesztés

A hibrid vetőmagokkal termesztett és növényvédő szerekkel kezelt, kis genetikai változatossággal és csökkent biológiai sokféleséggel rendelkező modern monokultúrák fogékonyak a kártevőkre és a betegségekre. Egy Letornou és munkatársai által (2011) elvégzett metaanalízis a változatos termesztési rendszerekben (lásd: „Fogadjuk el és növeljük a biológiai sokféleséget”) a kártevők megfékezésének és a természetes ellenségek támogatásának elsöprő fölényét mutatta ki.

A monokultúra megtörésének legegyszerűbb módszere, ha ugyanannak a haszonnövénynek többféle fajtaváltozatát keverik a termesztésben. Ez könnyen megvalósítható és segíthet a betegségek elnyomásában. A kettős kultúrák egyik leggyakoribb változata, amikor a főnövény alatt takarónövényt – leggyakrabban lóherét – használnak. A fejlettebb formák különböző növényeket kevernek (Fernández-Apricio és mtsai, 2010).

Noha a köztivetésnek sok előnye van, a hagyományos takarónövények használatán kívül a gazdáknak nem könnyű elsajátítani ezt a fajta tudást. Ennek vannak technikai okai (betakarítási módszerek), és komoly ok a tudásátadás hiánya is.

## A monokultúrákkal való szakítás előnyei

Általánosságban: egyazon területen egynél több fajtaváltozat vagy növényféléseleg termesztésének számos előnyös hatása van a betegségek, a kártevők és a gyomterhelés megfékezésére.

1. Hígító hatás – a fogékony növények közötti nagyobb távolság lelassítja a fertőzés terjedését (Castro, 2007; Sapoukhina és mtsai, 2010).
2. Korlátozó hatás – több, a betegségnek ellenálló növény jelenléte a gombaspórák terjedésének fizikai korlátot állít.
3. Indukált rezisztencia – amikor a növényeket kártevők vagy betegségek támadják meg, biokémiai anyagokat bocsátanak ki, és a környező növények megerősítik védekező mechanizmusukat. A fogékonyabb és kevésbé fogékony növények jelenléte egyazon földön segíti ezt a folyamatot.
4. A mikroklíma módosítása – a különböző alkatú (pl. magasságú, levélhelyzetű) változatok vagy fajták egyidejű jelenléte a betegségek számára kedvezőtlenebbé teheti a mikroklímát (Castro, 2007; Fernández-Apricio és mtsai, 2010).
5. Árnyékoló és/vagy versengő hatás – a gyomokat el lehet nyomni, ha a haszonnövények vagy más hasznos növények (pl. lóhere) a térben kiszorítják őket vagy zárják a lombzatukat.
6. Riasztó hatás – egyes növények a szomszédos növényekről elriasztják a ízeltlábú kártevőket.
7. Élőhely biztosítása – különböző keverékek köztivetése táplálékot és menedéket biztosíthat azoknak az élőlényeknek, melyek a főnövény ízeltlábú kártevőinek természetes ellenségei (Smith és Liburd, 2015; Parolin és mtsai, 2012, Iverson és mtsai, 2015; Sunderland és Samu, 2000).

## Talajmegtisztítás

A nem megfelelő szakértelemmel végzett – talajmegtisztítás nélküli vagy csak csekély talajmegtisztítást alkalmazó – művelés gyakran vezet a fertőző szervezetek felhalmozódásához a növényi maradványokban és a gyommagvak felhalmozódásához a talajban. Monokultúrákkal kombinálva (nincs vetésváltás) a talajkímélő termesztéstechnológia vegyszeres kártevő- és gyomirtást tesz szükségessé. A talajmegtisztítás, különösen a szántás, eltemeti a gyommagvakat és a növényi maradványokon élő kártevőket, fertőző szervezeteket, mellyel „immobilizálja” azokat. A szántóföldi biogazdálkodásban a szántás az egyik legfontosabb növényegészségügyi intézkedés. Ennek ellenére a szántásnak sok hátránya is van, ezért kutatások folynak, hogyan lehetne a szántást a biogazdálkodásban a hozamok visszaesése nélkül csökkenteni (FIBL 2014). A hagyományos gazdálkodásban, ha integrált növényvédelmet alkalmaznak, a (sekély) szántás óvatos használatát kellene számításba venni, szemben a növényvédő szerek agrárökológiai hátrányaival.

---

## Fogadjuk el és növeljük a biológiai sokféleséget

A természetes növényvédelem egy nagy értékű és ingyenes ökoszisztéma-szolgáltatás (Cardinale és mtsai, 2003). Az USA-ban ezeket a szolgáltatásokat évi 13,6 milliárd dollárra (több mint 3800 milliárd forint) árazták be (Losey és Vaughan, 2006). A növényvédőszer-használat egyre nagyobb mértékben rombolja ezt a szolgáltatást, ezért a gazdaságok szintjén óvintézkedésekre van szükség. Növényvédő szereket csak akkor lenne szabad használni, ha elfogadhatatlan mértékű gazdasági kárra lehet számítani, s ilyenkor a többi élőlényre legkevésbé veszélyes növényvédő szert kell alkalmazni (pl. szelektív biológiai készítmények, feromoncsapdák).

A permetezetlen, csökkentett mennyiségű műtrágyával kezelt sávok az általános biológiai sokszínűség hasznára válnak, s a természetes ellenségek számára is értékes menedékek (Nash és mtsai, 2008; Sunderland és Samu, 2000). Különösen fontosak a nagy kiterjedésű földeken.

Nagyméretű, kevésbé összetett gazdaságokban (egybefüggő, nagy táblák) új tájlelemeket és élőhelyeket kell létrehozni (pl. sövény sorokat, vadvirágos területeket, virágos sávokat) (Fiedler és mtsai, 2008; Schmidt-Entling és Döbeli, 2009; Langelotte és Denno, 2004). Azt, amikor egy gazdaságon belül tudatosan segítik a biológiai változatosság kialakulását, hogy erősítsék vele a természetes növényvédelmet, „természetvédelmi növényvédelemnek” nevezik, és ebben a témában már számtalan gyakorlati útmutató és kereskedelmi megoldás (hasznos rovarokat vonzó vetőmagkeverékek) érhető el (Philips és mtsai, 2014; Landis és mtsai, 2000). Svájci kutatás alapján például az egynyári virágsávok nagyon hatékonyan segítik a növényvédelmet: a vetésfehérítő bogár szintjét a gazdasági küszöbérték alá szorítják. A szerzők arra a következtetésre jutottak, hogy a virágos sávok a gabonafélékben életképes alternatívái lehetnek a rovarirtók használatának (Tschumi és mtsai, 2015).

A gyümölcsösökben és egyéb vetésekben a madarak jelentős szerepet játszanak a rovarok elleni védekezésben (Molls és Visser, 2002). A gyöngybaglyok számára biztosított élettér, fészkelőhelyek, ültőrudak és etetőhelyek például hatékonyan megoldhatják a rágcsálóirtást. A denevérek az éjjeli molyokra (pl. almamoly) vadásznak, s bár nincsenek még tapasztalatok a növényvédelmi célú megtelepítésükről, védeni és támogatni kell őket (Boyles és mtsai, 2011).

## Ellenálló fajták

A többéves termesztési rendszerekben, különösen a szőlőskertekben és a gyümölcsösökben a vetésváltás és az egészségügyi talajművelés nem megoldható. A betegségek megelőzésének kulcsa ilyenkor a fajtaválasztás. Sok új és régi fajtaváltozat van, melyek ellenállnak a betegségeknek. A fogyasztók és/vagy kereskedők tartózkodását közvetlen értékesítéssel és kommunikációval lehet legyőzni.

---

## Irányelvi szint

### A közös agrárpolitika nem éri el céljait

Az EU közös agrárpolitikája (KAP) valószínűleg az európai történelem legnagyobb folyamatos támogatási programja. A KAP kiadásai 1991 és 2013 között átlagosan 50-60 milliárd eurót tettek ki évente<sup>57</sup>, valamint további 312,7 milliárd euró kiadást terveznek 2014 és 2020 között. A második világháború után az élelmezésbiztonság biztosítására és az európai piac védelmére létrehozott KAP pillanatok alatt túlermeléshez és káros mellékhatásokhoz vezetett. Számos reformra került sor azóta<sup>58</sup>, de sem a társadalmi-gazdasági célokat, sem a környezetvédelmi célkitűzéseket nem sikerült elérni. Tulajdonképpen a mezőgazdasági üzemek száma drámaian csökkent, miközben a nagygazdaságok még nagyobbakká lettek, a szántóföldi madarak eltűnése pedig folytatódott.

A jelenlegi rendszer a nagyüzemeknek, a nagy ráfordításigényű mezőgazdasági termelésnek látszik kedvezni, ami a növényvédőszer-használat növekedéséhez vezetett (lásd a 2. fejezetet a növényvédőszer-használatról).

Minden EU-s és nemzeti támogatást ellenőrizni kellene abból a szempontból is, hogy milyen hatásai lehetnek a környezetre. Azokat, amelyeknek nagy környezeti és társadalmi költségei vannak, vissza kellene vonni a mezőgazdasági rendszerekből. Az Egyesült Királyságban 1996-ra csak az ivóvízszennyezés költségét 120 millió fontra (162,37 millió euró), az Egyesült Királyság mezőgazdaságának teljes évi környezeti és egészségügyi externális költségét pedig 2,34 milliárd fontra (3,17 milliárd euró) becsülték (1990-1996 között 1,15 és 3,9 milliárd font között változott (1,55-5,29 milliárd euró)) (Pretty és mtsai, 2000). Nagyon fontos például, hogy a gazdákat a vetéscsergő elkerülésére/visszafogására közvetve vagy közvetlenül ösztönző támogatásokat visszaszorítsák. Nem elégséges a jelenlegi szabályozás, amely értelmében a 10 hektárnál nagyobb gazdaságokban legalább 3 növényt kell termesztetni. Olyan térségekben, ahol nagy gazdaságok vannak, ahol több ezer hektáron uralják a tájat, egy ilyen követelmény nem éri el a célját, mivel a monokultúrás termesztés továbbra is hatalmas területeken marad lehetséges. A mezőgazdasági változatosság növelését célzó támogatásoknak a tájra kell összpontosítaniuk, nem csak a gazdaság szintjére, s valódi környezeti előnyökkel járó módszerek kidolgozását kell ösztönözniük. Ez azt jelentené, hogy elsőbbséget élveznének a nagy strukturális változatosságú, megnövelt biológiai sokféleségű gazdaságok és térségek támogatásai, melyek biztosítják a megfelelő talaj- és vízgazdálkodást, elősegítik a természetes növényvédelmet, miközben csökkenteni kellene például a kis biológiai sokféleségű, nagy monokultúrák és a korlátozott vetésváltások támogatását.

A KAP részét képező agrár-környezetvédelmi programoknak nagyobb támogatást kellene kapniuk, s teljesen koherensnek kellene lenniük az EU biodiverzitás-stratégiájával, például olyan ökoszisztéma-szolgáltatások helyreállításával kapcsolatban, mint amelyet a biológiai szabályozó szervezetek végeznek. Elsőbbséget kell élvezniük az olyan intézkedéseknek, amelyek a biogazdálkodási módszereket támogatják vagy más módon célozzák a növényvédőszer-használat csökkentését (lásd a 2. fejezetet). A hagyományos gazdálkodásról a biogazdálkodásra való áttérés költséges folyamat, amelyhez sok egyéni tanulásra is szükség van. Több pénzügyi támogatás kellene a biogazdálkodási szaktanácsadási szolgálathoz és ahhoz, hogy kompenzálni lehessen a gazdákat az átmeneti időszakban elszenvedett anyagi veszteségeikért.



---

## Nemzeti szint

### Adózás

A növényvédőszer-használat kapcsolatba hozható a biológiai sokféleség csökkenésével, a romló ökoszisztéma-szolgáltatásokkal (biológiai növényvédelem, beporzás, ökoturizmus), a talajvizek szennyeződésével és az élelmiszerekben található szermaradványokkal. Közgazdasági szempontból ezek a káros hatások piaci kudarcnak tekinthetők, melyeket internalizálni kell. Jelenleg az externális költségek internalizálására legjobb megoldás az adók kivetése. Az adó mértékét minden egyes növényvédő szer toxicitásához és illékonyságához kell kötni – a nagyon mérgező és/vagy nagyon illékony növényvédő szereket kell a legjobban megadóztatni. Dánia<sup>59</sup> és Norvégia<sup>60</sup> már be is vezette ezt a megoldást. Egy ilyen adó célja egyrészt az, hogy visszatartsa a gazdálkodókat a nagyon mérgező növényvédő szerek használatától, másrészt bevételt biztosít a szükséges tennivalók végrehajtására, például a növényvédő szerek ellenőrzésére, a biogazdálkodásra átálló gazdák kompenzálására a váltás alatti anyagi veszteségeikért, valamint a gazdák képzésére (lásd lent).

### Oktatás

Léteznek nem vegyszeres megoldások, s egyre többet használják őket a gazdaságok szintjén. Ennek ellenére a meglévő tudás sokszor nem jut el a gazdákhöz. Olyan jelentős tudományos lapok, mint a „Biological Control”, az „Applied Ecology” vagy a „Journal of Integrated Pest Management” egyre több kutatási eredményről számolnak be a növényvédő szerek alternatíváival kapcsolatban, de ennek a tudásnak elérhetőbbnek kell lennie a gazdák számára. Független szaktanácsadó szolgálatokra van szükség, akik kapocsként működnek a tudomány és a gazdák közt, „lefordítva” a tudományos ismereteket a gazdálkodók számára. Az állami szaktanácsadó szolgálatokra több erőforrást kell biztosítani és munkatársaikat folyamatos tanulásra ösztönözni. A szaktanácsadó szolgálatok fejlesztését a növényvédő szerek megadóztatásából lehetne finanszírozni, s így a gazdák közvetlen haszonra tennének szert (lásd fent).

---

# A növényvédő szerek engedélyezési rendszerének hatékonyabbá tétele

Az EU szabályai szerint EU-s szinten a növényvédő szerek hatóanyagait engedélyezik. Az 1107/2009(EK) rendelet állította fel az engedélyezési eljárást, két jelentős újítást bevezetve:

- 1. Kizáró körülmények:** a hatóanyagok engedélyezését meg lehet tagadni lehetséges veszélyeik és/vagy belső tulajdonságaik miatt;
- 2. Összehasonlító kockázatelemzés** a helyettesítés elvének figyelembe vételével – a másokhoz képest veszélyesebb hatóanyagok rövidebb időtartamra kapnak engedélyt.

**Ezek a kikötések jó irányba mutatnak, de nem elégségesek a növényvédő szerek és használatuk miatt keletkezett környezetvédelmi gondok orvoslására. Sürgősen tenni kell azért, hogy javítsunk a négy legaggasztóbb területen:**

1. A kockázatbecslés jelenlegi folyamata nem veszi figyelembe a növényvédő szerek által a teljes ökoszisztémára gyakorolt hatásokat. A táplálékhálózat megzavarásának populációs hatásait nem tükrözi. A szubletális hatásokat általánosságban alábecsüli.
2. Annak ellenére, hogy az ökoszisztémákat rendszeresen nem egyetlen növényvédő szernek, hanem a növényvédő szerek koktéjainak teszik ki, az ilyen kitettség miatt jelentkező kumulatív hatásokat a kockázatelemzés rendszere nem veszi figyelembe.
3. A biztonsági vizsgálatokat gyakran a növényvédőszer-kitettségre nem érzékeny fajokon végzik, s ezért a kockázatértékelés nem biztosítja a növényvédő szerekre érzékeny fajokra kifejtett hatások felmérését.
4. A lehetséges környezeti kitettség számításához használt modellek nem megfelelően jelzik előre a szabadföldi hatásokat, s ezért rossz kockázatértékelési döntésekhez vezetnek (lásd Stehle S. és Schulz, 2015; Knäbel és mtsai, 2014; Knäbel és mtsai, 2012).

**Tisztán tudományos nézőpontból e problémák némelyikére választ lehet adni:**

1. Az 1107/2009(EK) rendelet által tárgyalt kizáró körülményeket további feltételekkel kell kiegészíteni, melyek tükrözik az ökoszisztémákra és állományokra gyakorolt hatásokat. A felszívódó, totális (nem szelektív) rovar- és gyomirtókat EU-szinten ki kell zárni az engedélyezésből és az engedélyezési eljárásból. Veszélyt jelentenek nem megcélzott élőlények teljes populációira pusztán azzal, ahogyan hatnak (felszívódó, nem szelektív).
2. Már most is sok növényvédő szer és növényvédőszer-csoport kumulatív hatásait ismerjük. A szerves foszforsav-észter rovarirtóknak (kolineszteráz-gátlók) az összes neonikotinoidnak és az összes piretroidnak a csoportján belül azonos a hatásmechanizmusuk (lásd a 4. táblázatot), és additív hatást fejtenek ki az ízeltlábúakra, emlősökre, madarakra és halakra. A kockázatelemzés során általánosságban figyelembe kell venni a többszörös kitettséget és a koncentrációk összeadódását. A kumulatív hatások felmérésének módszerei ismertek és elérhetőek (pl. kockázati index, együtthatáson alapuló kockázati index, relatív hatás tényező (RPFs); reakció/koncentráció addíció stb. (Lökke és mtsai, szerk. 2010; MacDonell és mtsai, 2013)), melyeket az engedélyezési folyamat részévé kell tenni.

3. A kockázatelemzésben használt, a vegyszereket jól tűró (nem érzékeny) fajok kérdését (lásd Mineau és mtsai, 2013; Morrissey és mtsai, 2015) vagy új és/vagy nagyobb bizonytalansági tényezők bevezetésével, vagy fajspecifikus kockázati hányadosok figyelembe vételével kellene kezelni (lásd Mineau és mtsai, 2013).
4. Minden növényvédőszer-hatóanyagot, különösen az újonnan engedélyezetteket a gyártó költségére ötéves környezeti megfigyelésnek kell alávetni (engedélyezés utáni megfigyelés). Ez az egyetlen módja, hogy felfedhessük a kockázatelemzés során használt kitettségi modellek hibáit.

**20. ábra: Példák az EU-ban engedélyezett neurotoxikus rovarirtókra, melyek kumulatív hatásúak**

A GABAvezérelte klorcsatornát blokkolók	Kolinészteráz-gátlók	Nátriumcsatorna-blokkolók
Neonikotinoidok	Kolinészteráz-gátlók	Piretroidok
Acetamidrid	Szerves foszforsav-észterek	Akinatrin
Klotianidin	Klórpiprifosz	Bifentrin
Imidaklopid	Klórpiprifosz-metil	Ciflutrin, béta-
Tiametoxám	Dimetoát	Cipermetrin
Tiaklopid	Etoprofosz	Alfa-cipermetrin
	Fenamifosz	Deltametrin
	Malation	Gamma-cihalotrin
	Foszmet	Lambda-cihalotrin
	N-metilkarbamátok	Zéta-cipermetrin
	Formetanát	
	Metiokarb	
	Metomil	
	Oxamil	
	Pirimikarb	



# Ki kell törni a növényvédőszer- használat ördögi köréből

# 09

## Javaslatok



**Számos, empirikus vizsgálatokkal alátámasztott tudományos kutatás máris megcáfolhatatlanul bizonyítja a növényvédő szerek környezeti hatásait.** Ez ismételten rámutat, hogy sürgősen el kell távolodni az iparszerű mezőgazdaság vegyszerfüggőségétől. A növényvédőszer-maradványok kiterjedt jelenléte az ökoszisztémákban ismert és pillanatnyilag még ismeretlen következményeikkel együtt egyértelművé teszik, hogy csak úgy küszöbölhetjük ki kockázataikat és veszélyeiket, ha megszüntetjük a használatukat. A gazdák számára jelenleg is rendelkezésre állnak vegyszermentes növényvédelmi alternatívák, de ahhoz, hogy ez váljék a főszórá, politikai és pénzügyi támogatás kell. **Csak a növényvédőszer-használat csökkentésével és a mezőgazdasági rendszerek ökológiai gazdálkodási módszerekre történő átállásával válik lehetségessé azon ökológiai és gazdasági problémák kezelése, melyekkel a mezőgazdaság jelenleg szembesül.**

A szükséges változások megvalósításához az alábbi lépéseket kell elsőként megtenni:

- **Ki kell törni a növényvédőszer-használat ördögi köréből.** Kulcsfontosságú az agro-biodiverzitásra való összpontosítás. A helyi viszonyokhoz alkalmazkodott, ellenálló fajták választásával, átgondolt vetésciklus kialakításával, a mezőgazdasági rendszerek szántóföldi és tájegységi szinten való változtatossá tételével, a talajápolás módszereinek javításával és a kártevők biológiai irtásával helyettesíthető a növényvédő szerek mezőgazdasági használata.
- **Biztosítani kell a növényvédő szerek fenntartható használatáról szóló irányelv helyes alkalmazását.** Amint azt az EU-jogszabályok előírják, a tagállamoknak olyan kézzelfogható intézkedéseket kell tenniük és olyan célokat kell kijelölniük, melyek a növényvédő szerek használatának jelentős csökkenéséhez vezetnek.

- 
- **Alaposan meg kell vizsgálni a növényvédő szerek kockázatelemzésének szabályozását.** Különösen a vegyszerek koktéjlainak való kitettség emberi egészségre és környezetre gyakorolt hatásait kell vizsgálni és nyomon követni. A növényvédő szerek hatóanyagai esetében a szántóföldeken használt egyes kémiai készítményeket kísérleteknek és alapos tudományos vizsgálatoknak kell alávetni. Emellett minden független szakirodalmat figyelembe kell venni a kockázatelemzésben, s az elemzés során használt összes tanulmányt és adatot nyilvánossá kell tenni.
  - **Az ökológiai gazdálkodásra történő átálláshoz politikai és pénzügyi támogatásra van szükség.** Az állami kutatásokat az ökológiai gazdálkodási módszerekre kell összpontosítani, ahogyan a növény-nemesítésnek is az ökológiai gazdálkodók igényeit kell kiszolgálnia, erőteljes és az adott helyhez jól alkalmazkodott fajták előállításával, a gazdák bevonásával.
  - **El kell törölni az iparszerű mezőgazdasági módszereket fenntartó és fejlesztő támogatásokat.** Adófizetők euró milliárdjai ömlenek egy olyan elrontott rendszerbe, amelynek továbbra is súlyos környezeti és gazdasági hatásai vannak. Az állami támogatásokat ehelyett a környezetbarát gazdálkodási módszerek bevezetésére kell a gazdáknak odaadni. Ez az EU Közös Agrárpolitikájának gyökeres átalakítását jelentené a környezetromboló módszerek támogatásának kivezetésével és a vidékfejlesztési támogatásoknak ökológiai gazdálkodási módszerek fejlesztéséhez és bevezetéséhez való kötésével.
  - **A különösen veszélyes tulajdonságokkal rendelkező vegyületeket tartalmazó növényvédő szereket előre sorolva kell kivonni a piacról.** Ez a méhekre veszélyes, rákkeltő, mutagén és a reprodukciót gátló vagy a hormonrendszerre ható (az endokrin rendszert romboló) növényvédő szerek, illetve az idegmérgek betiltását jelentené.
  - **Olyan pénzügyi intézkedéseket kell hozni, melyek a növényvédő szerek használata ellen hatnak és ösztönzik az ökológiai gazdálkodási módszereket.**

# 10

## Függelék: A környezeti toxicitás indikátorai és határértékei

Indikátor	Határérték
Emlősökre nagyon mérgező (LD50 akut, mg/ttkg*)	≤ 5 (szilárd, folyékony) ≤ 100 (gázok) ≤ 0,5 (pára) ≤ 0,05 (por/permet)
Madarakra nagyon mérgező (LD50 mg/ttkg szájon át)	≤ 10
Halakra vagy vízibolhákra nagyon mérgező (LC50/EC50 akut mg/l [ppm]). (Legérzékenyebb csoport.)	≤ 0,1
Mézelő méhekre ( <i>Apis mellifera</i> ) nagyon mérgező (LD50 µg/méh)	< 2
Fogékony hasznos élőlényekre káros (Letális ráta 50% g/ha vagy százalékos hatás [elhullás, hasznos kapacitás])	< 5 (LR) > 79 (%) „Káros”
Algákra nagyon mérgező (EC50 [növekedés] mg/l [ppm])	≤ 0,01
Bioakkumulációs potenciál (Biokoncentrációs faktor (BKF) vagy LogP KOW)	> 500 (BKF) > 5 (LogP Kow)
Hosszú felezési idő (talaj, üledék, víz [nap])	> 90 (talaj, üledék) > 50 (víz)
Hosszú felezési idő a növényeken (nap)	> 3,8
Nagyfokú illékonyság (párányomás [mmHg] 20-25 °C-on)	> 0,01
Nagyfokú kimosódási potenciál (GUS kioldhatósági index – a talajbeli felezési idő és a talajhoz való kötődés funkciója)	> 2,8

\* testtömeg (kilogramm)

Az ökológiai mezőgazdaságra történő átálláshoz politikai és pénzügyi támogatásra van szükség





# 11

## Irodalomjegyzék



© Axel Kirchof/ Greenpeace

- Arena and Scolastra (2013): Arena M, Sgolastra F. A meta-analysis comparing the sensitivity of bees to pesticides. *Ecotoxicology*. 2014 Apr;23(3):324-34.
- Altieri MA & Nicholls CI J (2003): Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems in Soil Agroecosystems: Impacts of Management on Soil Health and Crop Diseases. *Soil and Tillage Research* 72(2):203-211.
- Ashman T-L, Knight TM, Steets JA, Amarasekare P, Burd M, Campbell DR, Dudash MR, Johnston MO, Mazer SJ, Mitchell RJ, Morgan MT, Wilson WG. Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology*. 2004;85:2408-2421.
- Bach M, Röpke B, Frede HG (2005) Pesticides in rivers - assessment of source apportionment in the context of WFD. *Eur Water Manage Online* 2:1-14.
- Bandouchova H, Pohanka M, Kral J, Ondracek K, Osickova J, Damkova V, Vitula F, Tremli F, Pikula J. Effects of sublethal exposure of European brown hares to paraoxon on the course of tularemia. *Neuro Endocrinol Lett*. 2011;32 Suppl 1:77-83.
- Barati R & Hejazi MJ (2015): Reproductive parameters of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) affected by neonicotinoid insecticides. *Experimental and Applied Acarology* 66 (4):481-489.
- Bavarian Environment Agency 2008: Bavarian Environment Agency (2008): Pflanzenschutzmittel in der Umwelt. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, 12 pp.
- Beketov MA, Kefford BJ, Schäfer RB, Liess M. Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2013 Jul 2;110(27):11039-43.
- Rey Benayas JM, Newton AC, Diaz A, Bullock JM: Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science*. 2009 Aug 28; 325(5944):1121-4.
- Björling-Poulsen, M., Andersen, H.R., Grandjean, P. (2008). Potential developmental neurotoxicity of pesticides used in Europe. *Environmental Health* 7:50.
- Blacquièrre 2012: Blacquièrre T, Smagghe G, van Gestel CA, Mommaerts V. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. *Ecotoxicology*. 2012 May;21(4):973-92.
- Boatman, ND, Brickle NW, Hart JD, Milsom TP, Morris AJ, Murray AWA, Murray KA & Robertson PA. (2004): Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis*, 146: 131-143. doi: 10.1111/j.1474-919X.2004.00347.x
- Bonmatin J-M, Giorio C, Girolami V, Goulson D, Kreuzweiser D, Krupke C, Liess M, Long E, Marzaro M, Mitchell E, Noome D, Simon-Delso N, Tapparo A (2014) Environmental fate and exposure: neonicotinoids and fipronil. *Environ Sci Pollut Res*. doi:10.1007/s11356-014-3332-7.
- Boyles JG, Cryan, PM, McCracken GF & Kunz TH (2011): Economic Importance of Bats in Agriculture. *Science* 332.
- Bro E, Millot F, Decors A & Devillers J (2015): Quantification of potential exposure of gray partridge (*Perdix perdix*) to pesticide active substances in farmlands. *Sci Total Environ* 521-522:315-25. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.03.073.
- Brühl CA, Schmidt T, Pieper S, Alscher A. Terrestrial pesticide exposure of amphibians: an underestimated cause of global decline? *Sci Rep*. 2013;3:1135.
- Vito A. Buonsante, Hans Muilerman, Tatiana Santos, Claire Robinson, Anthony C. Tweedale: Risk assessment's in sensitive toxicity testing may cause it to fail; *Environmental Research* 135(2014)139-147.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., Almond, R.E.A., Baillie, J.E.M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E., Genevieve, M.C., Chanson, J., Chenery, A.M., Csirke, J., Davidson, N.C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J.N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.-F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M.A., McRae, L., Minasyan, A., Hernandez Morcillo, M., Oldfield, T.E.E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J.R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S.N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T.D., Vie, J.-C. & Watson, R. (2010) Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science*, 328, 1164-1168.
- Buttiglieri G, Peschka M, Frömel T, Müller J, Malpei F, Seel P, Knepper TP. Environmental occurrence and degradation of the herbicide n-chloridazon. *Water Res*. 2009 Jun;43(11):2865-73.
- Cardinale BJ, Harvey CT, Gross K & Ives AR (2003): Biodiversity and biocontrol: emergent impacts of a multi-enemy assemblage on pest suppression and crop yield in an agroecosystem. *Ecology Letters* 6: 857-865.

- Carter 2000: Carter A (2000) How pesticides get into water – and proposed reduction measures. *Pest Outlook* 11:149-156.
- Carter MR, Noronha C, Peters RD & Kimpinski J (2009): Influence of conservation tillage and crop rotation on the resilience of an intensive long-term potato cropping system: Restoration of soil biological properties after the potato phase. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133:32-39.
- Castagnoli M, Liguori M, Simoni S & Duso C (2005): Toxicity of some insecticides to *Tetranychus urticae*, *Neoseiulus californicus* and *Tydeus californicus*. *BioControl* 50:611-622.
- Castro A (2007) Cultivar Mixtures. Dept. of Crop and Soil Sciences, Oregon State University (USA) and Dept. de Produccion Vegetal, Facultad de Agronomia, Universidad de la Republica, Uruguay: <http://www.apsnet.org/edcenter/advanced/topics/cultivarmixes/Pages/default.aspx>; accessed 5.10.2015.
- CBD 2000: Convention biological diversity: Sustaining Life on Earth - How the Convention on Biological Diversity promotes nature and human well-being. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. CBD, 2000.
- Cedergreen 2014: Cedergreen N. Quantifying synergy: a systematic review of mixture toxicity studies within environmental toxicology. *PLoS One*. 2014 May 2;9(5).
- Chagnon M, Kreutzweiser D, Mitchell EA, Morrissey CA, Noome DA, Van der Sluijs JP. Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2015 Jan;22(1):119-34.
- Chiron F, Chargé R, Juilliard R, Jiguet F & Muratet A (2014): Pesticide doses, landscape structure and their relative effects on farmland birds. *Agr Ecosyst Environ* 185:153-160
- Choung 2011: Choung CB, Hyne RV, Stevens MM, Hose GC. Toxicity of the insecticide terbufos, its oxidation metabolites, and the herbicide atrazine in binary mixtures to *Ceriodaphnia cf dubia*. *Arch Environ Contam Toxicol*. 2011 Apr;60(3):417-25.
- Christensen TK, Lassen P & Elmeros M (2012): High exposure rates of anticoagulant rodenticides in predatory bird species in intensively managed landscapes in Denmark. *Arch Environ Contam Toxicol*. 63(3):437-44. doi: 10.1007/s00244-012-9771-6.
- Ciarlo TJ, Mullin CA, Frazier JL, Schmehl DR. Learning impairment in honey bees caused by agricultural spray adjuvants. *PLoS One*. 2012;7(7):e40848.
- Clair E, Linn L, Travert C, Amiel C, Séralini GE, Panoff JM. Effects of Roundup® and glyphosate on three food microorganisms: *Geotrichum candidum*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. *Curr Microbiol*. 2012 May;64(5):486-91.
- Claver MA, Ravichandran B, Khan MM, Ambrose DP. 2003. Impact of cypermethrin on the functional response, predatory and mating behaviour of a non-target potential biological control agent *Acanthaspis pedestris* (Stal) (Het., Reduviidae). *J. Appl. Entomol*. 127:18–22.
- Coalova I, Ríos de Molina Mdel C, Chauhan G. Influence of the spray adjuvant on the toxicity effects of a glyphosate formulation. *Toxicol In Vitro*. 2014 Oct;28(7):1306-11.
- Coeurdassier M, Riols R, Decors A, Mionnet A, David F, Quintaine T, Truchetet D, Scheiffer R & Giraudoux P (2014): Unintentional wildlife poisoning and proposals for sustainable management of rodents. *Conservation Biology* 28(2):315-21. doi: 10.1111/cobi.12230.
- Cresswell 2011: Cresswell JE: A meta-analysis of experiments testing the effects of a neonicotinoid insecticide (imidacloprid) on honey bees. *Ecotoxicology*. 2011 Jan; 20(1):149-57.
- Crowder DW & Reganold JP (2015): Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale. *PNAS* 112-24:7611–7616 doi: 10.1073/pnas.1423674112.
- Cutler C, Ramanaidu K, Astatkie T & Isman MB (2009): Green peach aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), reproduction during exposure to sublethal concentrations of imidacloprid and azadirachtin. *Pest Management Science* 65(2):205-9. doi: 10.1002/ps.1669.
- Cycon M, Markowicz A, Borymski S, Wojcik M, Piotrowska-Seget Z. Imidacloprid induces changes in the structure, genetic diversity and catabolic activity of soil microbial communities. *J Environ Manag*. 2013;131:55–65.
- Debenest T, Silvestre J, Coste M & Pinelli E (2010): Effects of pesticides on freshwater diatoms. *Rev Environ Contam Toxicol*. 203:87-103. doi: 10.1007/978-1-4419-1352-4\_2.
- Demetrio PM, Bonetto C, Ronco AE. The effect of cypermethrin, chlorpyrifos, and glyphosate active ingredients and formulations on *Daphnia magna* (Straus). *Bull Environ Contam Toxicol*. 2014 Sep;93(3):268-73.
- Nicolas Desneux, Axel Decourtye, and Jean-Marie Delpuech: The Sublethal Effects of Pesticides on Beneficial Arthropods; *Annu. Rev. Entomol*. 2007. 52:81-106.
- Dieter 2010: Dieter HH. The relevance of "non-relevant metabolites" from plant protection products (PPPs) for drinking water: the German view. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2010 Mar;56(2):121-5.
- Dietert 2014: Rodney R. Dietert, Developmental Immunotoxicity, Perinatal Programming, and Noncommunicable Diseases: Focus on Human Studies; *Advances in Medicine*, vol. 2014, Article ID 867805, 18 pages, 2014.
- Dietz 2013: Dietz R, Rigét FF, Sonne C, Born EW, Bechshøft T, McKinney MA, Letcher RJ. Three decades (1983-2010) of contaminant trends in East Greenland polar bears (*Ursus maritimus*). Part 1: legacy organochlorine contaminants. *Environ Int*. 2013 Sep;59:485-93.
- Dorigo U, Bourrain X, Bérard A & Le Boulanger C (2004): Seasonal changes in the sensitivity of river microalgae to atrazine and isotopuron along a contamination gradient. *Sci Total Environ*. 318(1-3):101-14.
- Dubus IG, Hollis JM, Brown CD (2000) Pesticides in rainfall in Europe. *Environ Pollut* 110:331–344.
- Dutcher 2007: A Review of Resurgence and Replacement Causing Pest Outbreaks in IPM. In: *General Concepts in Integrated Pest and Disease Management*, pp. 27-43.
- EASAC 2009: European Academies Science Advisory Council, EASAC policy report 09, February 2009: <http://www.easac.eu/environment/reports-and-statements/detail-view/article/ecosystems-s.html>; accessed 1.9.2015.
- EASAC 2015: Ecosystem services, agriculture and neonicotinoids. European Academies Science Advisory Council, EASAC policy report 26, April 2015: [http://www.easac.eu/fileadmin/Reports/Easac\\_15\\_ES\\_web\\_complete\\_01.pdf](http://www.easac.eu/fileadmin/Reports/Easac_15_ES_web_complete_01.pdf)
- EC 2004a: Commission Decision 2004/248/EC of 10 March 2004 concerning the non-inclusion of atrazine in Annex I to Council Directive 91/414/EEC and the withdrawal of authorisations for plant protection products containing this active substance.
- EC 2004b: Commission Decision 2004/141/EC of 12 February 2004 concerning the non-inclusion of amitraz in Annex I to Council Directive 91/414/EEC and the withdrawal of authorisations for plant protection products containing this active substance.
- EC 2007: Commission Staff Working Document on the implementation of the „Community Strategy for Endocrine

- Disruptors – a range of substances suspected of interfering with the hormone systems of humans and wildlife" (COM (1999) 706), (COM (2001) 262) and (SEC (2004) 1372), (SEC(2007)1635). European Commission (EC), Brussels, 30.11.2007.
- EC 2010: Commission Decision 2010/355/EU of 25 June 2010 concerning the non-inclusion of trifluralin in Annex I to Council Directive 91/414/EEC.
- EC 2013a: Commission Implementing Regulation (EU) No 485/2013 of 24 May 2013 amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011, as regards the conditions of approval of the active substances clothianidin, thiamethoxam and imidacloprid, and prohibiting the use and sale of seeds treated with plant protection products containing those active substances.
- EC 2013b: Commission Implementing Regulation (EU) No 781/2013 of 24 May 2013 amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011, as regards the conditions of approval of the active substance fipronil and prohibiting the use and sale of seeds treated with plant protection products containing this active substance.
- EFSA (2008) Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance imidacloprid. EFSA Sci Report 148:1-120.
- EU 2010: EU 2010 Biodiversity Baseline, European Environment Agency, Copenhagen: [http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/2010\\_bap.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/2010_bap.pdf); accessed 1.9.2015.
- EFSA 2015: Neonicotinoids: foliar spray uses confirmed as a risk to bees; News 26 August 2015; <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/150826>; accessed 4.9.2015.
- EU 2015a: EU 2010 biodiversity baseline - adapted to the MAES typology (2015). European Environment Agency, Copenhagen: [www.eea.europa.eu/publications/eu-2010-biodiversity-baseline-revision/download](http://www.eea.europa.eu/publications/eu-2010-biodiversity-baseline-revision/download); accessed 1.9.2015.
- EU 2015b: European biodiversity baseline - Where does Europe stand in 2010? Biodiversity baseline flyer, European Environment Agency, Copenhagen. Under <http://www.eea.europa.eu/publications/eu-2010-biodiversity-baseline/>; Access on 06. Oct. 2015
- EU Pesticide Database (2015): <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>. Advanced query 08.09.2015 for "Approved" & "Herbicides".
- Fairbrother 2014: Fairbrother A, Purdy J, Anderson T, Fell R. Risks of neonicotinoid insecticides to honeybees. *Environ Toxicol Chem.* 2014 Apr;33(4):719-31.
- Farooqui 2013: Farooqui T. A potential link among biogenic amines-based pesticides, learning and memory, and colony collapse disorder: a unique hypothesis. *Neurochem Int.* 2013 Jan;62(1):122-36.
- Fenik, J., Tankiewicz, M., Biziuk, M. (2011). Properties and determination of pesticides in fruits and vegetables. *Trends in Analytical Chemistry* 30: doi:10.1016/j.trac.2011.02.008.
- Fenner K, Canonica S, Wackett LP, Elsner M (2013): Evaluating pesticide degradation in the environment: blind spots and emerging opportunities. *Science* 341(6147):752-8
- Fernández-Aparicio M, Amri M, Kharrat M & Rubiales D (2010): Intercropping reduces *Mycosphaerella pinodes* severity and delays upward progress on the pea plant. *Crop Protection* 29 (7):744-750.
- FIBL (2014): Reduzierte Bodenbearbeitung. Umsetzung im biologischen Landbau by Hegglin D, Clerc M, Dierauer H. Forschungsinstitut für biologischen Landbau: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1652-bodenbearbeitung.pdf>
- Fiedler AK, Landis DA, Wratten SD (2008): Maximizing ecosystem services from conservation biological control: The role of habitat management. *Biological Control* 45:254–271.
- Firbank (2008): Firbank LG, Petit S, Smart S, Blain A, Fuller RJ. Assessing the impacts of agricultural intensification on biodiversity: a British perspective. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2008 Feb 27;363(1492):777-87.
- Forson and Storfer 2006: Forson D, Storfer A. Effects of atrazine and iridovirus infection on survival and life-history traits of the long-toed salamander (*Ambystoma macrodactylum*). *Environ Toxicol Chem.* 2006 Jan;25(1):168-73.
- Furlan and Kreutzweiser 2014: Furlan L, Kreutzweiser D. Alternatives to neonicotinoid insecticides for pest control: case studies in agriculture and forestry. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2015 Jan;22(1):135-47.
- Geiger F., et al, 2010. Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology* 11(2): 97-105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2009.12.001>.
- Gendron AD, Marcogliese DJ, Barbeau S, Christin MS, Brousseau P, Ruby S, Cyr D, Fournier M. Exposure of leopard frogs to a pesticide mixture affects life history characteristics of the lungworm *Rhabdias ranae*. *Oecologia.* 2003 May;135(3): 469-76.
- Elke Genersch, Werner von der Ohe, Hannes Kaatz, Annette Schroeder, Christoph Otten, Ralph Buchler, Stefan Berg, Wolfgang Ritter, Werner Mühlen, Sebastian Gisder, Marina Meixner, Gerhard Liebig Peter Rosenkranz: The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies; *Apidologie* 41 (2010) 332-352.
- Gibbons DW, Bohan DA, Rothery P, Stuart RC, Houghton AJ, Scott RJ, Wilson JD, Perry JN, Clark SJ, Dawson RJ & Firbank LG (2006): Weed seed resources for birds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273(1596):1921-1928. doi:10.1098/rspb.2006.3522.273(1596):1921-8.
- Gibbons D, Morrissey C, Mineau P (2015): A review of the direct and indirect effects of neonicotinoids and fipronil on vertebrate wildlife. *Environmental Science and Pollution Research International* 22:103-118.
- Gibbs KE, Mackey RL & Currie DJ (2009): Human land use, agriculture, pesticides and losses of imperiled species. *Diversity and Distribution* 15:242-253.
- Gill RJ, Ramos-Rodriguez O, Raine NE. Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. *Nature.* 2012 Nov 1;491(7422): 105-8.
- Godfray HC, Blacquière T, Field LM, Hails RS, Petrokofsky G, Potts SG, Raine NE, Vanbergen AJ, McLean AR. A restatement of the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators. *Proc Biol Sci.* 2014 Jul 7;281(1786).
- Gomiero T, Pimentel D & Paoletti MG (2001): Environmental Impact of Different Agricultural Management Practices: Conventional vs. Organic Agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences* 30:1-2. DOI: 10.1080/07352689.2011.554355.
- Goulson (2014): Ecology: Pesticides linked to bird declines. *Nature.* 2014 Jul 17;511(7509): 295-6.
- Goulson 2015a: Goulson D: Neonicotinoids impact bumblebee colony fitness in the field; a reanalysis of the UK's Food & Environment Research Agency 2012 experiment; *PeerJ.* 2015; 3: e854.

- Goulson 2015b: Goulson D, Nicholls E, Botias C & Rotheray EL (2015): Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science* 347(6229):1255957. doi: 10.1126/science.1255957.
- Graymore M, Stagnitti F, Allinson G. Impacts of atrazine in aquatic ecosystems. *Environ Int.* 2001 Jun;26(7-8):483-95.
- Greatti et al. 2006: Presence of the a.i. imidacloprid on vegetation near corn fields sown with Gaucho® dressed seeds; *Bulletin of Insectology* 59 (2): 99-103, 2006.
- Greenpeace 2015a: Pesticides and our Health, May 12, 2015: <http://www.greenpeace.org/eu-unit/en/Publications/2015/Pesticides-and-our-health---Greenpeace-report/>
- Greenpeace 2015b: The Bitter Taste of Europe's Apple Production and how Ecological Solutions can Bloom; Published in June 2015 by: Greenpeace Research Laboratories, School of Biosciences, Innovation Centre Phase 2, Rennes Drive, University of Exeter, Exeter EX4 4RN United Kingdom.
- Guillette EA, Meza MM, Aquilar MG, Soto AD, Garcia IE. An anthropological approach to the evaluation of preschool children exposed to pesticides in Mexico. *Environ Health Perspect.* 1998 Jun;106(6):347-53.
- Guitar R, Sachana M, Caloni F, Croubels S, Vandenbroucke Vv & Berry P (2010): Animal poisoning in Europe. Part 3: Wildlife. *The Veterinary Journal* 183(3):260-5. doi: 10.1016/j.tvjl.2009.03.033. Epub 2009 May 6.
- Guyton KZ, Loomis D, Grosse Y, El Ghissassi F, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Scoccianti C, Mattock H, Straif K; International Agency for Research on Cancer; Monograph Working Group, IARC, Lyon, France. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *Lancet Oncol.* 2015 May;16(5):490-1.
- GW-DB 2013: Grundwasserdatenbank Wasserversorgung, 22. Jahresbericht, Ergebnisse der Beprobung 2013, Zusammenfassung; [www.grundwasserdatenbank.de](http://www.grundwasserdatenbank.de); accessed 10.8.2015.
- Hajek 2004: *Natural Enemies. An Introduction to Biological Control.* Cambridge.
- Hallmann CA, Foppen RP, van Turnhout CA, de Kroon H, Jongejans E. Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature.* 2014 Jul 17;511(7509):341-3.
- Hart JD, Millsom TP, Fisher G, Wilkins V, Moreby SJ, Murray AWA & Robertson PA (2006): The relationship between yellowhammer breeding performance, arthropod abundance and insecticide applications on arable farmland. *Journal of Applied Ecology*, 43: 81-91. doi: 10.1111/j.1365-2664.2005.01103.x.
- Haughton, A.J., Bell, J.R., Boatman, N.D., & Wilcox, A. (1999). The effects of different rates of the herbicide glyphosate on spiders in arable field margins. *Journal of Arachnology*, 27: 249-254.
- Hayasaka D, Korenaga T, Suzuki K, Saito F, Sánchez-Bayo F, Goka K: Cumulative ecological impacts of two successive annual treatments of imidacloprid and fipronil on aquatic communities of paddy mesocosms. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2012 Jun: 355-62.
- Heap I (2014): Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Manag Sci.* 70(9):1306-15. doi: 10.1002/ps.3696.
- Henry M, Béguin M, Requier F, Rollin O, Odoux JF, Aupinel P, Aptel J, Tchamitchian S, Decourtye A. A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. *Science.* 2012 Apr 20;336(6079):348-50.
- Hernández M & Margalida A (2009): Poison-related mortality effects in the endangered Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*) population in Spain: conservation measures. *European Journal of Wildlife Research* 55(4):415-423. DOI: 10.1007/s10344-009-0255-6.
- Hopwood et al (2013): Hopwood J, Vaughan M, Shepherd M, Biddinger D, Mader E, Black S H, Mazzacano C: Are Neonicotinoids killing bees? The Xerxes Society for Invertebrate Conservation under <http://www.xerxes.org/neonicotinoids-and-bees/>, Access on 09. Oct. 2015
- Hossard L, Philibert A, Bertrand M, Colhenne-David C, Debaeke P, Munier-Jolain N, Jeuffroy MH, Richard G & Makowski D (2014): Effects of halving pesticide use on wheat production. *Sci Rep.* 4:4405. doi: 10.1038/srep04405.
- Howse et al. 1998: *Insect Pheromones and their Use in Pest Management.* Springer.
- Hoy MA (1998): Myths, models and mitigation of resistance to pesticides. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*,353(1376), 1787–1795.
- HSE (2015): WIS Quarterly Reports. Health and Safety Executive. Government of the United Kingdom: <http://www.pesticides.gov.uk/guidance/industries/pesticides/topics/reducing-environmental-impact/wildlife/WIS-Quarterly-Reports>
- Huber 1998: Belastung der Oberflächengewässer mit Pflanzenschutzmitteln in Deutschland - Modellierung der diffusen Einträge. Universität Gießen, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung, 261 pp. ISBN-10: 3931789241.
- Hughes J, Sharp E, Taylor KJ, Melton L & Hartley G (2013): Monitoring agricultural rodenticide use and secondary exposure of raptors in Scotland. *Ecotoxicology*, 22:974–984 <http://dx.doi.org/10.1007/s10646-013-1074-9>
- Huntscha S, Singer H, Canonica S, Schwarzenbach RP, Fennert K. Input dynamics and fate in surface water of the herbicide metolachlor and of its highly mobile transformation product metolachlor. *Environ Sci Technol.* 2008 Aug 1;42(15):5507-13.
- ISPRA (2014): Rapporto nazionale pesticidi nelle acque. Dati 2011-2012 - Edizione 2014. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale-National Institute for Protection and Environmental Research (ISPRA): [http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/Rapporto\\_208\\_2014.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/rapporti/Rapporto_208_2014.pdf)
- IUCN 2015: database-search on 9th of october 2015 (<http://www.iucnredlist.org/search/link/56178c5c-dbe482f8>)
- Iverson AL, Marín LE, Katherine KE, Gonther DJ, Connor-Barrie BT, Remfert JL, Cardinale BJ & Perfecto I (2014): Do polycultures promote win-wins or trade-offs in agricultural ecosystem services? A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 51, 1593-1602.
- James and Xu 2012: James RR, Xu J. Mechanisms by which pesticides affect insect immunity. *J. Invertebr Pathol.* 2012 Feb;109(2):175-82.
- James DG & Price TS (2002): Fecundity in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) is increased by direct and systemic exposure to imidacloprid. *J Econ Entomol* 95:729-732
- Jervis 2005: *Insects as Natural Enemies. A practical Perspective.* Springer.
- Jeschke P, Nauen R, Schindler M, Elbert A: Overview of the status and global strategy for neonicotinoids. *J Agric Food Chem.* 2011 Apr 13; 59(7):2897-908.
- Jin 2010: Jin M, Li L, Xu C, Wen Y, Zhao M. Estrogenic activities of two synthetic pyrethroids and their metabolites. *J Environ Sci (China).* 2010;22(2):290-6.
- JKI (2015): PAPA – Statistische Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis von Website of the Julius Kühn Institut (JKI): <http://papa.jki.bund.de/index.php?menuid=41>
- Jurado A, Vázquez-Suñé E, Carrera J, López de Alda M, Pujades E, Barceló D. Emerging organic contaminants in groundwater in Spain: a review of sources, recent occurrence and fate in a European context. *Sci Total Environ.* 2012 Dec 1;440:82-94.

- Kendall MD, Safieh B, Harwood J, Pomeroy PP. Plasma thymulin concentrations, the thymus and organochlorine contaminant levels in seals infected with phocine distemper virus. *Sci Total Environ.* 1992 Apr 20;115(1-2):133-44.
- Kiesecker 2011: Global stressors and the global decline of amphibians: tipping the stress immunocompetency axis. *Ecol Res* (2011) 26: 897–908.
- Klein A-M, Vaissière BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tscharrntke T (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society*, 274:303–13.
- Klimisch HJ, Andreae M, Tillmann U. A systematic approach for evaluating the quality of experimental toxicological and ecotoxicological data. *Regul Toxicol Pharmacol.* 1997 Feb;25(1):1-5.
- Knäbel A, Meyer K, Rapp J & Schulz R (2014) Fungicide field concentrations exceed FOCUS surface water predictions: urgent need of model improvement. *Environ Sci Technol* 48:455-463.
- Knäbel A, Stehle S, Schäfer RB & Schulz R (2012) Regulatory FOCUS surface water models fail to predict insecticide concentrations in the field. *Environ Sci Technol* 46:8397–8404.
- Koehler and Triebkorn 2013: Heinz-R. Köhler and Rita Triebkorn: *Wildlife Ecotoxicology of Pesticides: Can We Track Effects to the Population Level and Beyond?* *Science* 341, 759 (2013).
- Koprivnikar J, Redfern JC. Agricultural effects on amphibian parasitism: importance of general habitat perturbations and parasite life cycles. *J Wildl Dis.* 2012 Oct;48(4):925-36.
- Kremen C, Williams NM, Aizen MA, Gemmill-Herren B, LeBuhn G, Minckley R, Packer L, Potts SG, Roulston T, Steffan-Dewenter I, Vázquez DP, Winfree R, Adams L, Crone EE, Greenleaf SS, Keitt TH, Klein AM, Regetz J, Ricketts TH: Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecol Lett.* 2007 Apr; 10(4):299-314.
- Kremer RK & Li J (2003): Developing weed-suppressive soils through improved soil quality management in Soil Agroecosystems: Impacts of Management on Soil Health and Crop Diseases. *Soil and Tillage Research* 72(2):193-202.
- Kretschmann A, Gottardi M, Dalhoff K, Cedergreen N (2015): The synergistic potential of the azole fungicides prochloraz and propiconazole toward a short  $\alpha$ -cypermethrin pulse increases over time in *Daphnia magna*. *Aquat Toxicol.* 2015 May; 162:94-101. doi: 10.1016/j.aquatox.2015.02.011. Epub 2015 Mar 5.
- Kreutzweiser DP, Good KP, Chartrand DT, Scarr TA, Thompson DG: Are leaves that fall from imidacloprid-treated maple trees to control Asian longhorned beetles toxic to non-target decomposer organisms? *J Environ Qual.* 2008 Mar-Apr; 37(2):639-46.
- Kreutzweiser DP, Thompson DG, Scarr TA: Imidacloprid in leaves from systemically treated trees may inhibit litter breakdown by non-target invertebrates. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2009 May; 72(4):1053-7.
- Krogh KA, Halling-Sørensen B, Mogensen BB & Vejrup KV (2003): Environmental properties and effects of nonionic surfactant adjuvants in pesticides: a review. *Chemosphere* 50 (7):871–901.
- Laabs V, Leake C, Botham P, Melching-Kollmuss S. Regulation of non-relevant metabolites of plant protection products in drinking and groundwater in the EU: Current status and way forward. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2015 Jul 17. pii: S0273-2300(15)30003-9.
- Laetz CA, Baldwin DH, Collier TK, Hebert V, Stark JD, Scholz NL. The synergistic toxicity of pesticide mixtures: implications for risk assessment and the conservation of endangered Pacific salmon. *Environ Health Perspect.* 2009 Mar;117(3):348-53. Epub 2008 Nov 14.
- Landis DA, Wratten SD & Gurr GM (2000): Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology.* 45: 175-201.
- Langelotto GA & Denno RF (2004): Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: a meta-analytical synthesis. *Oecologia* 139: 1-10.
- Langford KH, Reid M & Thomas KV (2013): The occurrence of second generation anticoagulant rodenticides in non-target raptor species in Norway. *Sci Total Environ.* 450-451:205-8. doi: 10.1016/j.scitotenv.2013.01.100.
- Lanteigne M, Whiting SA & Lydy MJ (2015): Mixture toxicity of imidacloprid and cyfluthrin to two non-target species, the fathead minnow *Pimephales promelas* and the amphipod *Hyalella azteca*. *Arch Environ Contam Toxicol.* 68(2):354-61. doi: 10.1007/s00244-014-0086-7.
- Lechenet M, Bretagnolle V, Bockstaller C, Boissinot F, Petit M-S & Munier-Jolain NM (2014) Reconciling Pesticide Reduction with Economic and Environmental Sustainability in Arable Farming. *PLoS ONE* 9(6): e97922. doi:10.1371/journal.pone.0097922.
- Letourneau DK, Armbrrecht I, Rivera BS, Lerma JM, Carmona EJ, Daza MC, Escobar S, Galindo V, Gutierrez C & Lopez SD (2011): Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications* 21: 9-21.
- LoGiudice K, Ostfeld RS, Schmidt KA, Keesing F. The ecology of infectious disease: effects of host diversity and community composition on Lyme disease risk. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2003 Jan 21;100(2):567-71.
- Løkke H, Ragas A, Schüürmann G, Spurgeon D & Sørensen PB (editors) (2010): *Cumulative Stressors - Risk assessment of mixtures of chemicals and combinations of chemicals and natural stressors.* *Science of The Total Environment* 408-18:3719-3964.
- Lo et al. 2010: Lo CC. Effect of pesticides on soil microbial community. *J Environ Sci Health B.* 2010 Jul;45(5):348-59.
- Losey and Vaughan 2006: Losey JE, Vaughan M. The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience.* 2006;56:311-323.
- Losey JE & Vaughan M (2006): The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience* 56, 311-323.
- LUWG (2012): *Pflanzenschutzmittel- und Arzneimittelwirkstoffe in rheinland-pfälzischen Fließgewässern 2010. Zusammenfassende Betrachtung der Wirkstoffgruppen.* Rheinland-Pfälzisches Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG): <http://www.luwg.rlp.de/Service/Downloads/Wasserwirtschaft/Ueberwachung-der-Fluessgewaesser/>
- MacDonell MM, Haroun LA, Teuschler LK, Rice GE, Hertzberg RC, Butler JP, Chang Y-S, Clark SL, Johns AP, Perry CS, Garcia SS, Jacobo JH & Scofield MA (2013): *Cumulative Risk Assessment Toolbox: Methods and Approaches for the Practitioner.* *Journal of Toxicology Article ID 310904* doi:10.1155/2013/310904.
- Májeková J, Zaliberová M, Šibík J & Klimová K (2010): Changes in segetal vegetation in the Borská nížina lowland (Slovakia) over 50 years. *Biologia* 65, 465-478.
- Maranghi F, De Angelis S, Tassinari R, Chiarotti F, Lorenzetti S, Moracci G, Marcocchia D, Gilardi E, Di Virgilio A, Eusepi A, Mantovani A & Olivieri A (2013): Reproductive toxicity and thyroid effects in Sprague Dawley rats exposed to low doses of ethylenethiourea. *Food Chem Toxicol* 9:261-71. doi: 10.1016/j.fct.2013.05.048. Epub 2013 Jun 15.
- Marshall EJP, Brown VK, Boatman ND, Lutman PJW, Squire GR & Ward LK (2003): The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Research* 43 (2)7 - 89.

- Marussich 2007: Marussich WA, Machado CA.: Host-specificity and coevolution among pollinating and non-pollinating New World fig wasps. *Mol Ecol.* 2007 May;16(9):1925-46.
- Meffe R, de Bustamante I. Emerging organic contaminants in surface water and groundwater: a first overview of the situation in Italy. *Sci Total Environ.* 2014 May 15;481:280-95.
- Menzel 2014: Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 43 »Soziale Insekten in einer sich wandelnden Welt«, S. 75-83; 2014.
- Mesnage R, Defarge N, Spiroux de Vendômois J, Séralini GE. Major pesticides are more toxic to human cells than their declared active principles. *Biomed Res Int.* 2014;2014:179691.
- Miljøstyrelsen (2014): Bekæmpelsesmiddelstatistik 2013. Behandlingshyppighed og pesticidbelastning, baseret på salgsstatistik og sprøjtejournaldata. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 6, 2014: <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2014/12/978-87-93283-33-6.pdf>
- Millot F, Berny P, Decors A, Bro E (2015): Little field evidence of direct acute and short-term effects of current pesticides on the grey partridge. *Ecotoxicol Environ Saf.* 117:41-61. doi: 10.1016/j.ecoenv.2015.03.017.
- Mineau P & Whiteside M (2013): Pesticide acute toxicity is a better correlate of U.S. grassland bird declines than agricultural intensification. *PLoS ONE.* 2013;8:e57457.
- Mironidis GK, Kapantaidaki D, Bentila M, Morou E, Savopoulou-Soultani M, Vontas J (2013): Resurgence of the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* in northern Greece associated with insecticide resistance. *Insect Science* 20(4):505-12. doi: 10.1111/j.1744-7917.2012.01528.x.
- Wisse M, Aziza Ibn Hadj Hassine, Aicha Bouaziz, Aghleb Bartegi, Olivier Thomas, and Benoit Roig: Effect of Endocrine Disruptor Pesticides: A Review; *Int J Environ Res Public Health.* 2011 Jun; 8(6): 2265-2303.
- Mols CMM & Visser ME (2002): Great tits can reduce caterpillar damage in apple orchards. *Journal of Applied Ecology.* 39: 888-899. doi: 10.1046/j.1365-2664.2002.00761.x
- Morin S, Bottin M, Mazzella N, Macary F, Delmas F, Winterton P & Coste M (2009): Linking diatom community structure to pesticide input as evaluated through a spatial contamination potential (Phytopixal): a case study in the Neste river system (south-west France). *Aquatic Toxicology* 94(1):28-39. doi: 10.1016/j.aquatx.2009.05.012.
- Morrissey CA, Mineau P, Devries JH, Sanchez-Bayo F, Liess M, Cavallaro MC & Liber K (2015): Neonicotinoid contamination of global surface waters and associated risk to aquatic invertebrates: a review. *Environment International* 74:291-303.
- Moss SR (2004): Herbicide-resistant weeds in Europe: the wider implications. *Commun Agric Appl Biol Sci.*69(3):3-11.
- Mullin CA, Chen J, Fine JD, Frazier MT, Frazier JL. The formulation makes the honey bee poison. *Pestic Biochem Physiol.* 2015 May;120:27-35.
- Naeem and Li 1997: Naeem S, Li S. Biodiversity enhances ecosystem reliability. *Nature.* 1997;390:507-509.
- Nash MA, Thomson LJ, Hoffmann AA (2008): Effect of remnant vegetation, pesticides, and farm management on abundance of the beneficial predator *Notoxenus gravis* (Coleoptera: Carabidae). *Biological Control* 46:83-93.
- Nentwig 2012: Nentwig W., Bacher S., Brandl R.: Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Arten, in: *Ökologie kompakt*, Spektrum Akademischer Verlag, 2012.
- Neumeister (2014): Corporate science fiction - A critical assessment of a Bayer and Syngenta funded HFFA report on neonicotinoid pesticides. Greenpeace Germany: <http://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/20131028-corporate-science-fiction.pdf>
- Newton I (2004): The recent declines of farmland bird populations in Britain: an appraisal of causal factors and conservation action. *Ibis.* 2004; 146:579-600. 10.1111/j.1474-919X.2004.00375.x
- Ogden, N.H., Bowan, K., Horrocks, B.K., Woldehiwet, Z., and Bennett, M. Granulocytic ehrlichia infection in ixodid ticks and mammals in woodlands and uplands of the U.K. *Med. Vet. Entomol.* (1998) 12: 423-429.
- Ohe 2011: von der Ohe PC, Dulio V, Slobodnik J, De Deckere E, Kühne R, Ebert RU, Ginebreda A, De Cooman W, Schüürmann G, Brack W.: A new risk assessment approach for the prioritization of 500 classical and emerging organic microcontaminants as potential river basin specific pollutants under the European Water Framework Directive. *Sci Total Environ.* 2011 May 1;409(11):2064-77.
- Ohta I & Takeda M (2015): Acute toxicities of 42 pesticides used for green peppers to an aphid parasitoid, *Aphidius gifuensis* (Hymenoptera: Braconidae), in adult and mummy stages. *Applied Entomology and Zoology* 50 (2):207-212.
- PAC BMS (2015): Pan-European Common Bird Monitoring Scheme & European Breeding Bird Atlas. Czech Society for Ornithology: <http://www.ebcc.info/pecbm.html> - Farm Bird Index Data submitted by e-mail 4th of September 2015.
- PAN Europe (2014): The European Commission misses deadline to increased use of alternatives for pest and disease control. Press Release 27th November 2014. Pesticide Action Network Europe: <http://www.pan-europe.info/News/PR/141126.html>
- Parolin P, Bresch C, Desneux N, Brun R, Bout A, Boll R & Poncet C (2012) Secondary plants used in biological control: A review. *International Journal of Pest Management* 58 (2): 91-100.
- Pekár S & Beneš J (2008): Aged pesticide residues are detrimental to agrobiont spiders (Araneae). *Journal of Applied Entomology* 132 (8):614-622 DOI: 10.1111/j.1439-0418.2008.01294.x
- Pekár S (2012): Spiders (Araneae) in the pesticide world: an ecotoxicological review. *Pest Management Science* 68(11):1438-46. doi: 10.1002/ps.3397. Epub 2012 Sep 4.
- Pereira AS, Cerejeira MJ, Daam MA. Comparing ecotoxicological standards of plant protection products potentially toxic to groundwater life with their measured and modelled concentrations. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2014 Apr;102:152-9.
- Pesce S, Lissalde S, Lavieille D, Margoum C, Mazzella N, Roubex V, Montuelle B. Evaluation of single and joint toxic effects of diuron and its main metabolites on natural phototrophic biofilms using a pollution-induced community tolerance (P ICT) approach. *Aquat Toxicol.* 2010 Sep 15;99(4):492-9.
- Peters K, Bundschuh M, Schäfer RB. Review on the effects of toxicants on freshwater ecosystem functions. *Environ Pollut.* 2013 Sep;180:324-9.
- Peters RD, Sturz AV, Carter MR & Sanderson JB (2003): Developing disease-suppressive soils through crop rotation and tillage management practices. in agroecosystems in *Soil Agroecosystems: Impacts of Management on Soil Health and Crop Diseases.* Soil and Tillage Research 72(2):18-192.
- Philips CR, Rogers MA & Kuhar TP (2014): Understanding Farmscapes and Their Potential for Improving IPM Programs. *Journal of Integrated Pest Management* 5(3): DOI: <http://dx.doi.org/10.1603/IPM13018>.

- Phyu YL, Palmer CG, Warne MS, Hose GC, Chapman JC, Lim RP. A comparison of mixture toxicity assessment: examining the chronic toxicity of atrazine, permethrin and chlorothalonil in mixtures to *Ceriodaphnia cf. dubia*. *Chemosphere*. 2011 Nov;85(10):1568-73.
- Pimentel 2012: Pimentel D. Silent Spring, the 50th anniversary of Rachel Carson's book. *BMC Ecol*. 2012 Sep 27;12:20.
- Pisa et al. 2015: Pisa LW, Amaral-Rogers V, Belzunces LP, et al. Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environmental Science and Pollution Research International*. 2015;22:68-102.
- Prabhaker N, Castle SJ, Naranjo SE, Toscano NC & Morse JG (2011): Compatibility of two systemic neonicotinoids, imidacloprid and thiamethoxam, with various natural enemies of agricultural pests. *J Econ Entomol* 104:773-781.
- Prabhaker N, Morse JG, Castle SJ, Naranjo SE, Henneberry TJ & Toscano NC (2007): Toxicity of seven foliar insecticides to four insect parasitoids attacking citrus and cotton pests. *J Econ Entomol* 100:1053–1061.
- J.N. Pretty, C. Brett, D. Gee, R.E. Hine, C.F. Mason, J.I.L. Morison, H. Raven, M.D. Rayment, G. van der Bijl. An assessment of the total external costs of UK agriculture. *Agricultural Systems* 65 (2), 73-136.
- Rabotnov 1992: Rabotnov TAR: Phytozoologie. Struktur und Dynamik natürlicher Ökosysteme. Ulmer, Stuttgart.
- Reffstrup, T.K., Larsen, J.L., Meyer, O. (2010). Risk assessment of mixtures of pesticides: Current approaches and future strategies. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 56: 174-192.
- Reganold JP, Glover JD, Andrews PK & Hinman HR (2001): Sustainability of three apple production systems. *Nature* 19-410(6831):926-30.
- Requier F, Odoux J-F, Tamic T, Moreau N, Henry M, Decourtye A, & Bretagnolle V (2015) Honey bee diet in intensive farmland habitats reveals an unexpectedly high flower richness and a major role of weeds. *Ecological Applications* 25:881–890: <http://dx.doi.org/10.1890/14-1011.1>
- Reuter 2012: Mehrfachbelastungen durch Pestizide auf Mensch und Umwelt; Studie im Auftrag von Greenpeace Deutschland, Freiburg, Hamburg 2012.
- Revollo-Fernández D (2015): Does Money Fly? The Economic Value of Migratory Birdwatching in Xochimilco, Mexico. *Modern Economy*, 6, 643-663. doi: 10.4236/me.2015.66061.
- Richner N, Holderegger R, Linder HP & Walter T (2015): Reviewing change in the arable flora of Europe: a meta-analysis. *Weed Research* 55, 1–13.
- Robinson RA & Sutherland WJ (2002): Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology* 39, 157–176.
- Rohr JR, Schotthoefer AM, Raffel TR, Carrick HJ, Halstead N, Hoverman JT, Johnson CM, Johnson LB, Lieske C, Pivoni MD, Schoff PK, Beasley VR. Agrochemicals increase trematode infections in a declining amphibian species. *Nature*. 2008 Oct 30;455(7217):1235-9.
- Roßberg D (2013): Erhebungen zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Praxis im Jahr 2011. Survey on application of chemical pesticides in Germany. *Journal für Kulturpflanzen*, 65 (4): 141–151 ISSN 1867-0911, DOI: 10.5073/JFK.2013.04.02 Verlag Eugen Ulmer KG, Stuttgart.
- Ruiz-Suárez N, Henríquez-Hernández LA, Valerón PF, Boada LD, Zumbado M, Camacho M, Almeida-González M & Luzardo OP (2014): Assessment of anticoagulant rodenticide exposure in six raptor species from the Canary Islands (Spain). *Sci Total Environ* 485-486:371-6. doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.03.094. Epub 2014 Apr 16.
- Sapoukhina N, Tyutyunov Y, Sache I & Arditi R (2010): Spatially mixed crops to control the stratified dispersal of airborne fungal diseases. *Ecological Modelling* 221: 2793–2800
- Schäfer 2012: Schäfer RB, von der Ohe PC, Rasmussen J, Kefford BJ, Beketov MA, Schulz R, Liess M. Thresholds for the effects of pesticides on invertebrate communities and leaf breakdown in stream ecosystems. *Environ Sci Technol*. 2012 May 1;46(9):5134-42.
- Schmidt and Brauch 2008: Schmidt CK, Brauch HJ. N,N-dimethylsulfamide as precursor for N-nitrosodimethylamine (NDMA) formation upon ozonation and its fate during drinking water treatment. *Environ Sci Technol*. 2008 Sep 1;42(17):6340-6.
- Schmidt-Entling MH & Döbeli J (2009): Sown wildflower areas to enhance spiders in arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133:19–22.
- Schulte-Oehlmann U, Oehlmann J, Keil F. Before the curtain falls: Endocrine-active pesticides - a German contamination legacy. *Rev Environ Contam Toxicol*. 2011;213:137-59.
- Seufert V, Ramankutty N & Foley JA (2012): Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature* 485(7397):229-32. doi: 10.1038/nature11069.
- Smith HA & Liburd OE (2015): Intercropping, Crop Diversity and Pest Management. University of Florida. IFAS Extension: <https://edis.ifas.ufl.edu/in922>
- Smith JF, Catchot AL, Musser FR & Gore J (2013): Effects of aldicarb and neonicotinoid seed treatments on twospotted spider mite on cotton. *J Econ Entomol* 106:807–815.
- Stark JD & Banks JE (2003): Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annu Rev Entomol*. 48:505-19.
- Staveley 2014: Staveley JP, Law SA, Fairbrother A, Menzie CA: A Causal Analysis of Observed Declines in Managed Honey Bees. *Hum Ecol Risk Assess*. 2014 Feb; 20(2):566-591.
- Stehle S & Schulz R (2015): Pesticide authorization in the EU - environment unprotected? *Environ Sci Pollut Res DOI* 10.1007/s11356-015-5148-5.
- Stuart M, Lapworth D, Crane E, Hart A. Review of risk from potential emerging contaminants in UK groundwater. *Sci Total Environ*. 2012 Feb 1;416:1-21.
- Sturm S, Kiefer J, Eichhorn E (2007) Befunde von Pflanzenschutzmitteln in Grund- und Oberflächenwässern und deren Eintragungspfade. Bedeutung für die Wasserwirtschaft und das Zulassungsverfahren. In: DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW) Karlsruhe (ed) Pflanzenschutzmittel in Böden, Grund- und Oberflächenwasser - Vorkommen, Abbau und Zulassung, vol 31. Publication of the Water Technology Center Karlsruhe, Karlsruhe, pp 185–311.
- Sunderland K & Samu F (2000): Effects of agricultural diversification on the abundance, distribution, and pest control potential of spiders: a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 95: 1-13, 2000.
- Tennekes H (2010): The Systemic Insecticides: a Disaster in the Making? (ETS Nederland BV) e-book (€9.95): <http://www.disasterinthemaking.com/>

- TFSP 2015: Worldwide Integrated Assessment Of The Impacts Of Systemic Pesticides On Biodiversity And Ecosystems; The Task Force on Systemic Pesticides, Notre Dame de Londres, 9 January 2015.
- The Danish Government (2012): Protect water, nature and human health – Pesticides strategy 2013-2015: <http://www.endure-network.eu/de/content/download/6880/49316/file/Denmark%20Pesticide%20Strategy%202013-15.pdf>
- Thompson 2003: Thompson HM. Behavioural effects of pesticides in bees--their potential for use in risk assessment. *Ecotoxicology*. 2003 Feb-Aug;12(1-4):317-30.
- Tomizawa and Casida 2005: Tomizawa M, Casida JE. Neonicotinoid insecticide toxicology: mechanisms of selective action. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*. 2005;45:247-68.
- Tomizawa and Casida 2011: Tomizawa M, Casida JE: Neonicotinoid insecticides: highlights of a symposium on strategic molecular designs. *J Agric Food Chem*. 2011 Apr 13; 59(7):2883-6.
- Travi BL, Osorio Y, Guarín H, and Cadena H, 1998. *Leishmania* (*Leishmania*) *chagasi*: clinical and parasitological observations in experimentally infected *Didelphis marsupialis*, reservoir of New World visceral leishmaniasis. *Exp. Parasitol*. 88: 73–75.
- Tschumi M, Albrecht M, Entling MH, Jacot K (2015): High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. *Proc. R. Soc. B* 2015 282 20151369; DOI: 10.1098/rspb.2015.1369. Published 26 August 2015
- Tuulos A, Turakainen M, Jaakkola S, Kleemola J & Makeelä PSA (2015): Forage and seed yield of winter turnip rape established as a mixed crop with cereals. *The Journal of Agricultural Science* 153: 222-235. doi:10.1017/S002185961400015X.
- Tweeddale 2014: Missed & Dismissed - Pesticide Regulators Ignore The Legal Obligation To Use Independent Science For Deriving Safe Exposure Levels; Report for PAN Europe, Brussels:<http://www.pan-europe.info/Resources/Reports/PANE%20-%202014%20-%20Missed%20and%20dismissed.pdf>
- UBA 2015: Bericht des Bundesministeriums für Gesundheit und des Umweltbundesamtes an die Verbraucherinnen und Verbraucher über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser) in Deutschland; Berichtszeitraum: 1. Jan. 2011 bis 31. Dez. 2013; Dessau-Rosslau, February 2015.
- UN 1993: United Nations "Convention on Biological Diversity", Rio 1993: <https://www.cbd.int/convention/text/>
- Vaissiere et al. (2005): Vaissiere B, Morison N, Carre G (2005) Abeilles, pollinisation et biodiversité. *Abeilles Cie* 3:10–14
- Van der Sluijs JP, Amaral-Rogers V, Belzunces LP, Bijleveld van Lexmond MF, Bonmatin JM, Chagnon M, Downs CA, Furlan L, Gibbons DW, Giorio C, Girolami V, Goulson D, Kreuzweiser DP, Krupke C, Liess M, Long E, McField M, Mineau P, Mitchell EA, Morrissey CA, Noome DA, Pisa L, Settele J, Simon-Delso N, Stark JD, Tapparo A, Van Dyck H, van Praagh J, Whitehorn PR, Wiemers M. Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2015. Jan;22(1):148-54.
- Van Dijk TC, Van Staalduinen MA, Van der Sluijs JP: Macro-invertebrate decline in surface water polluted with imidacloprid. *PLoS One*. 2013; 8(5):e62374.
- Van Driesche and Bellows, 1996: *Biological Control*. Springer.
- Van Dyck H, Van Strien AJ, Maes D, Van Swaay CA. Declines in common, widespread butterflies in a landscape under intense human use. *Conserv Biol*. 2009 Aug;23(4):957-65.
- Van Lexmond MB, Bonmatin JM, Goulson D & Noome DA (2014). Worldwide integrated assessment on systemic pesticides. Global collapse of the entomofauna: exploring the role of systemic insecticides. *Environmental Science and Pollution Research International*. 2015/01/01 00:00; 221-4
- Vanbergen 2013: Vanbergen AJ, the Insect Pollinator Initiative, Threats to an ecosystem service: pressures on pollinators. *Front Ecol Environ*. 2013;11:251–259.
- Vandenberg 2014: Laura N. Vandenberg: Non-monotonic dose responses in studies of endocrine disrupting chemicals: bisphenol a as a case study; *Dose-Response*, 12:259–276, 2014.
- Walters D (ed.) (2009). *Disease Control in Crops: Biological and Environmentally-Friendly Approaches*. Blackwell Publishing Ltd.
- Weldon RH, Barr DB, Trujillo C, Bradman A, Holland N, Eskenazi B. A pilot study of pesticides and PCBs in the breast milk of women residing in urban and agricultural communities of California. *J Environ Monit*. 2011 Nov;13(11):3136-44.
- Whitehorn PR, O'Connor S, Wackers FL, Goulson D. Neonicotinoid pesticide reduces bumble bee colony growth and queen production. *Science*. 2012 Apr 20;336(6079):351-2.
- Wood et al. 1970: *Control of Insect Behaviour by Natural Products*. Elsevier.
- Yachi and Loreau 1999: Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: the insurance hypothesis. *Yachi S, Loreau M; Proc Natl Acad Sci U S A*. 1999 Feb 16; 96(4):1463-8.
- Yamada T, Yamada K, Wada N. Influence of dinotefuran and clothianidin on a bee colony. *Japan J Clin Ecol*. 2012;21:10–23.
- Yao X, Min H, Lu Z, Yuan H. Influence of acetamiprid on soil enzymatic activities and respiration. *Eur J Soil Biol*. 2006;42:120–126.
- Yu S, Weir SM, Cobb GP, Maul JD. The effects of pesticide exposure on ultraviolet-B radiation avoidance behavior in tadpoles. *Sci Total Environ*. 2014 May 15;481:75-80.
- Zeng CX & Wang JJ (2010): Influence of Exposure to Imidacloprid on Survivorship, Reproduction and Vitellin Content of the Carmine Spider Mite *Tetranychus cinnabarinus*. *Journal of Insect Science*, 10, 20. doi:10.1673/031.010.2001
- Zhou S, Duan C, Michelle WH, Yang F, Wang X. Individual and combined toxic effects of cypermethrin and chlorpyrifos on earthworm. *J Environ Sci (China)*. 2011;23(4):676-80.
- Zhu W, Schmeidl DR, Mullin CA, Frazier JL. Four common pesticides, their mixtures and a formulation solvent in the hive environment have high oral toxicity to honey bee larvae. *PLoS One*. 2014 Jan 8;9(1):e77547.
- Zou L, Yli-Halla M, Stoddard FL, Mäkelä PSA (2015) Effects of Break Crops on Yield and Grain Protein Concentration of Barley in a Boreal Climate. *PLoS ONE* 10(6): e0130765. doi:10.1371/journal.pone.0130765



# Hivatkozások

- 1 "Putting the Cartel before the Horse: Who Will Control Agricultural Inputs, 2013?" - ETC Group, 2013. szeptember, p.10. <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/CartelBeforeHorse11Sep2013.pdf>; hozzáférés: 2015. 09. 23.
- 2 Global Pesticides Industry 2012-2017: Trend, Profit, and Forecast Analysis, 2012. április, Lucintel. [http://www.lucintel.com/reports/chemical\\_composites/pesticides\\_market\\_2017.aspx](http://www.lucintel.com/reports/chemical_composites/pesticides_market_2017.aspx); hozzáférés: 2015. 09. 23.
- 3 2. fejezet: A növényvédők szerek használata Európában
- 4 IUCN 2015: keresés az adatbázisban: 2015. október 15-én (<http://www.iucnredlist.org/search/link/56178c5c-dbe482f8>)
- 5 2. fejezet, 3. ábra: Az állományváltozás folyamatai, Európai emlősök (EU 2015a)
- 6 4. fejezet, A növényvédők szerek és a madarak
- 7 3. fejezet, Növényvédők szerek a környezetben
- 8 <http://www.pesticidesatlas.nl/>; hozzáférés: 2015. 08. 09.
- 9 5. fejezet, A növényvédők szerek és a vízi élőlények
- 10 3. fejezet, Növényvédők szerek a környezetben
- 11 5. fejezet, A növényvédők szerek és a vízi élőlények
- 12 <http://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/20131028-corporate-science-fiction.pdf>
- 13 A kezelési gyakorisági index (Treatment Frequency Index (TFI)) a javasolt teljes adagú kezeléseket számszerűsíti, s a tartályban lévő keverékeket külön-külön veszi figyelembe. Ha például a tartályban lévő keverék két növényvédő szer teljes adagját tartalmazza, akkor a kezelési gyakorisági index értéke 2 lesz.
- 14 <http://www.fibl.org/en/themes/organic-farmingstatistics.html>
- 15 lásd Endure Project: <http://www.endure-network.eu/>
- 16 [http://ec.europa.eu/dgs/health\\_food-safety/dgs\\_consultations/food/consultation\\_20150116\\_endocrine-disruptors\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/health_food-safety/dgs_consultations/food/consultation_20150116_endocrine-disruptors_en.htm); hozzáférés: 2015. 06. 30.
- 17 Reuter (2012).
- 18 [http://ec.europa.eu/environment/chemicals/effects/effects\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/chemicals/effects/effects_en.htm); hozzáférés: 2015. 08. 09.
- 19 aktív mozgás
- 20 Az ilyen kísérleteket zárt környezetben (pl. alagútban, mely ideális esetben a természetes ökoszisztémában van), a szántóföldi kísérleteket pedig természetes (mezőgazdasági) ökoszisztémákban folytatják le.
- 21 1b kategória: káros az emberi reprodukcióra és GHS H360D: veszélyeztetheti a magzatot.
- 22 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1440580650249&uri=CELEX:32008R1272>; hozzáférés: 2015. 08. 26.
- 23 A német Fogyasztóvédelmi és Mezőgazdasági Hatóság (BVL) sajtóközleménye: [http://www.bvl.bund.de/EN/08\\_PressInfothek\\_engl/01\\_Presse\\_und\\_Hintergrundinformationen/2008\\_07\\_15\\_hi-Bienensterben\\_en.html?nn=1414138](http://www.bvl.bund.de/EN/08_PressInfothek_engl/01_Presse_und_Hintergrundinformationen/2008_07_15_hi-Bienensterben_en.html?nn=1414138); hozzáférés: 2015. 10. 05.
- 24 <http://focus.jrc.ec.europa.eu/sw/index.html>; hozzáférés: 2015. 06. 19.
- 25 A 3. lépcsős standard PEC-értékek 23%-át és a 4. lépcsős (azaz kifinomultabb) standard PEC-értékek 31%-át haladták meg a felszíni vizekben mért koncentrációk. Amikor valóságghú paramétereket használtak, akkor a 3. lépcsős szimulációk a felszíni vizek és üledékek koncentrációját 43, illetve 78%-kal becsülték alá, ami azt jelenti, hogy a valósághoz való nagyobb közelítés még csökkentette is a modell eredményeinek védő hatását.
- 26 <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2752.htm>; hozzáférés: 2015. 06. 19.
- 27 Greenpeace 2015: A növényvédők szerek hatásai az emberi egészségre, 2015. június 16.: <http://www.greenpeace.org/hungary/hu/hirek/publikaciok/A-novenyved-szerek-hatasai-az-emberi-egeszsegre/>
- 28 Renewal Assessment Report, 2013. december 18.
- 29 Clausing, Peter (2015) The Glyphosate Renewal Assessment Report. An Analysis of Gaps and Deficiencies
- 30 Prof. Greiser, Prof. Rusyn és Prof. Portier véleménye a német szövetségi parlament közmeghallgatásán 2015. szeptember 28-án [http://www.bundestag.de/bundestag/ausschuesse18/a10/anhoerungen/anhoerung\\_glyphosat\\_28\\_09\\_2015/386986](http://www.bundestag.de/bundestag/ausschuesse18/a10/anhoerungen/anhoerung_glyphosat_28_09_2015/386986)
- 31 Does glyphosate cause cancer? BfR Communication No 007/2015, 23 March 2015, <http://www.bfr.bund.de/cm/349/does-glyphosate-cause-cancer.pdf>
- 32 Az OECD vizsgálati irányelveit követve, a "jó laboratóriumi gyakorlatok" szabványa szerint.

- 33 ugyanott
- 34 A biztonsági tényezőket az egyedi és a fajok közötti különbségek figyelembe vételéhez használják.
- 35 Az EU 1999-ben kezdte meg a nem lebomló, endokrin rendszert károsító anyagok osztályozását. Az 1. kategória (3-ból) a legkritikusabb osztály, mivel az ilyen hatóanyagok bizonyítottan hormonhatásúak az élőlényekben.
- 36 Az EU növényvédőszer-adatbázisa szerint: <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=EN>; hozzáférés: 2015. 08. 10.
- 37 Az USA Orvosi Könyvtára és Nemzeti Egészségügyi Intézete által üzemeltetett PubMed az orvosi biológiai szakirodalom egyik legnagyobb internetes adatbázisa: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- 38 <http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/pesticides>; hozzáférés: 2015. 08. 10.
- 39 Az EFSA „bizonytalansági eszköztárát” javasol tudományos vizsgálataihoz (sajtóközlemény, 2015.06.18.): [http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/150618c?utm\\_content=hl&utm\\_source=EFSA+Newsletters&utm\\_campaign=3dab29ae88-HL\\_20150818&utm\\_medium=email&utm\\_term=0\\_7ea646dd1d-3dab29ae88-59442481](http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/150618c?utm_content=hl&utm_source=EFSA+Newsletters&utm_campaign=3dab29ae88-HL_20150818&utm_medium=email&utm_term=0_7ea646dd1d-3dab29ae88-59442481)
- 40 A Nemzetközi Elméleti és Alkalmazott Kémiai Szövetség adatbázisa a növényvédő szerek tulajdonságairól: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/Reports/204.htm>
- 41 Egységnyi toxicitás: az anyag koncentrációjának egy mérgező határértékhez viszonyított aránya, mely megmutatja, hogy az anyag koncentrációja mennyire közelíti meg az érintett mérgező hatást.
- 42 A környezet egy kis részének laboratóriumi szimulációja.
- 43 LD50: az a koncentráció, amely rövid idő alatt a kísérleti faj egyedeinek 50%-os pusztulását okozza.
- 44 Atrazin, metribuzin, aldikarb, endoszulfán, lindán és dieldrin.
- 45 A neonikotinoidok fiziko-kémiai jellemzői lehetővé teszik bejutásukat a növényi szövetekbe, majd szétterjedésüket azok minden részében, így mérgezővé téve az egész növényt az azon táplálkozó rovarok (s potenciálisan más élőlények) számára (is). Ez megvédi a növényt a növényevő (leggyakrabban növényi nedveket szívogató) rovarok közvetlen kártételétől, s közvetten a vírusfertőzésekétől, melyeket a rovarok terjesztenek (TFSP 2015).
- 46 Független tudósok csoportja, akik a Természetvédelmi Világszövetség (IUCN) két bizottságának adnak tanácsot, az Ökoszisztéma Bizottságnak és a Faj Túlélési Bizottságnak; <http://www.tfsp.info/>
- 47 A mérgeanyag-indikátorok adatbázisa szerint: <http://pestizidexperte.de/tli.php>; hozzáférés: 2015. 10. 05.
- 48 Mért környezeti koncentráció / talajvíz számított küszöbértéke a PELMO és a SCI-GROW modell szerint.
- 49 Maximális környezeti koncentráció / előre jelzett hatás nélküli koncentráció.
- 50 Pl. nagy akut mérgezési határértékek, mint  $\leq 10$  mg/ttkg szájon át madaraknak; Bioakkumuláció  $>500$ ; felezési idő talajban  $>90$  nap; részletek az 1. függelékben.
- 51 Az EK-engedély státusza megtalálható; <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>; hozzáférés: 2015. július
- 52 Universiteit Leiden (CML) en Rijkswaterstaat-WWL: <http://www.pesticidesatlas.nl/>
- 53 Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) vízbázis; <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/waterbase-rivers-10#tab-metadata>; hozzáférés: 2015. 09. 30.
- 54 Az imidakloprid kémiai nevén szerepel az adatbázisban: 1-[(6-klór-3-piridinil)-metil]-N-nitro-2-imidazolidinimin
- 55 Greenpeace-kiadvány: Méhpusztulás. Az európai beporzó rovarokat és a mezőgazdaságot fenyegető veszélyek. [http://www.greenpeace.org/hungary/PageFiles/511501/Mehpusztulas\\_Greenpeace\\_osszefoglalo\\_20130408.pdf](http://www.greenpeace.org/hungary/PageFiles/511501/Mehpusztulas_Greenpeace_osszefoglalo_20130408.pdf)
- 56 A neonikotinoidokról túl kevés tanulmány állt rendelkezésre a csoport megfelelő felmérésének elvégzéséhez.
- 57 A KAP kiadása az évek során az EU-költségvetésben elfoglalt arány szerint: [http://ec.europa.eu/agriculture/cap-post-2013/graphs/graph1\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/cap-post-2013/graphs/graph1_en.pdf); hozzáférés: 2015. 10. 05.
- 58 A KAP története: [http://ec.europa.eu/agriculture/cap-history/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/cap-history/index_en.htm)
- 59 Dánia növényvédőszer-adója: [http://www.endure-network.eu/de/about\\_endure/all\\_the\\_news/denmark\\_load\\_index\\_now\\_guides\\_pesticide\\_tax](http://www.endure-network.eu/de/about_endure/all_the_news/denmark_load_index_now_guides_pesticide_tax); hozzáférés: 2015. 10. 05.
- 60 Spikkerud és mtsai (2005): Guidelines for a Banded Pesticide Tax Scheme, Differentiated According to Human Health and Environmental Risks. Norwegian Food Safety Authority.

# Ábralista:

---

<b>1. ábra:</b> Az európai ökoszisztéma-szolgáltatásokban tapasztalható folyamatok (EU 2015a)	<b>18</b>
<b>2. ábra:</b> Az állományváltozás folyamatai – Kételtűek és hullók Európában (EU 2015a)	<b>19</b>
<b>3. ábra:</b> Az állományváltozás folyamatai – Európai emlősök (EU 2015a)	<b>19</b>
<b>4. ábra:</b> A kezelési gyakoriság indexe (TFI)	<b>21</b>
<b>5. ábra:</b> A neonikotinoidok és a fipronil	<b>23</b>
<b>6. ábra:</b> Békák mortalitása	<b>27</b>
<b>7. ábra:</b> Szakirodalom a kockázatelemzésben	<b>32</b>
<b>8. ábra:</b> A növényvédő szerek környezetbe jutása és további útja környezetünkben (áttekintés)	<b>38</b>
<b>9. ábra:</b> Az Európai Bizottság által engedélyezett, a kritikus környezeti határértékeket meghaladó növényvédő szerek száma	<b>48</b>
<b>10. ábra:</b> Az egynél több kritikus környezeti határértéket meghaladó, Európai Bizottság által engedélyezett növényvédő szerek százalékos aránya	<b>49</b>
<b>11. ábra:</b> A szántóföldek madarainak indexe térségenként	<b>52</b>
<b>12. ábra:</b> Az imidaklopid interpolált (univerzális krigelés) átlagos logaritmikus koncentrációja Hollandiában (2003-2009)	<b>53</b>
<b>13. ábra:</b> Gyakoriság és kimutathatóság az olaszországi felszíni vizekben (ISPRA 2014)	<b>58</b>
<b>14. ábra:</b> Növényvédő szerek, melyek a leggyakrabban okoznak vízminőségi szabálysértést Hollandiában, 2013.	<b>59</b>
<b>15. ábra:</b> Rovarirtó szerek, melyek koncentrációja a holland mintavételi pontokon meghaladja a környezetvédelmi minőségi szabvány szerint maximálisan megengedhető koncentrációt	<b>60</b>
<b>16. ábra:</b> Növényvédő szerek koncentrációja Európában	<b>62</b>
<b>17. ábra:</b> Nyolc rovarirtó szer akut toxicitása (LC50) négy élősködő darázsfajra	<b>67</b>
<b>18. ábra:</b> A növények sokfélesége a mezőgazdasági területeken a múltban és jelenleg	<b>72</b>
<b>19. ábra:</b> A magtartalékok nagyságának változása az idők során Nagy-Britanniában (teli körök) és Dániában (üres körök)	<b>73</b>
<b>20. ábra:</b> Példák az EU-ban engedélyezett neurotoxikus rovarirtókra, melyek kumulatív hatásúak	<b>83</b>

# GREENPEACE

A Greenpeace független nemzetközi környezetvédő szervezet, mely kitartóan, látványosan, bátran és mindig erőszakmentesen hívja fel a figyelmet a globális környezeti problémákra – és azok megoldásaira. Aktívan cselekszik a pozitív változások kivívásáért, egy élhető és békés jövő érdekében.

## Írta:

Wolfgang Reuter, ForCare  
Lars Neumeister

## Összefoglaló:

Dirk Zimmermann

## Szerkesztette:

Martin Baker

**A magyar kiadást szerkesztette:** Rodics Katalin, Tömöri Balázs, Antonovits Bence, Márta Krisztina

**Fordítás:** Equality Bt. [www.equality.hu](http://www.equality.hu)

**Nyelvi lektor:** Babai-Mező Borbála

**Tördelés:** Mogyoró Krisztina

**Művészeti munka, tervezés és infografikák:** Atomo Design

**Borítókép:** © Ángel Garcia /Greenpeace

## Kiadja a Greenpeace International

„Europe's Pesticide Addiction - How Industrial Agriculture Damages our Environment”

című kiadványa nyomán a

Greenpeace Magyarország Egyesület

1143 Budapest  
Zászlós utca 54.  
[www.greenpeace.hu](http://www.greenpeace.hu)  
Felelős kiadó: Szegfalvi Zsolt

Budapest, 2016. május

A magyar nyelvű kiadás a fenti kiadvány javított változata.

ISBN 978-615-80465-0-3

**További információ:** [info.hu@greenpeace.org](mailto:info.hu@greenpeace.org)

*A kiadvány a Folprint zöld nyomdában, Cyclus ofset típusú papírból készült, melyet teljes egészében újrahasznosított hulladékpapírból, klórszármazékok és optikai fehérítők felhasználása nélkül állítanak elő. A kiadvány nyomtatásához Michael Huber München RESISTA típusú, ásványolajmentes, újratermelődő növényolaj-alapú, környezetbarát nyomdafestéket használtak. A nyomda Process-free thermal CTP és Alcohol-free Printing technológiát alkalmaz.*

ISBN 978-615-80465-0-3



9 786158 046503 >