

A növényvédő szerek hatásai az emberi egészségre

2015. június

GREENPEACE KUTATÓLABORATÓRIUM

GREENPEACE

Tartalom

Összefoglalás	3
Különösen veszélyeztetett vagy sérülékeny csoportok	4
Egészségügyi hatások	4
A megoldás: az ökológiai gazdálkodás	5
1. Bevezetés	6
1.1. Növényvédő szerek a mezőgazdaságban	6
1.2. Hogyan vagyunk kitéve a növényvédő szerek hatásainak?	9
1.3. Különösen veszélyeztetett vagy sérülékeny csoportok	15
2. A növényvédő szereknek való kitétség egészségügyi következményei	18
2.1. A kitétség hatása a születés előtt (magzati korban) és kisgyerekkorban	18
2.2. Növényvédő szerek és a felnőttkori daganatos betegségek	26
2.3. Növényvédő szerek és az idegrendszer károsodásai	30
2.4. Immunrendszeri hatások	33
2.5. Hormonrendszeri hatások	33
2.6. Növényvédőszer-mérgezés	34
3. Az ipari mezőgazdaság hatásai a természetes élőhelyekre	36
4. Következtetések	38
5. A megoldás	40
6. Hivatkozások	44

Összefoglalás

A világ népessége 1950 óta megkétszereződött, az emberek élelmezése céljából megművelt szántóföldek nagysága azonban csupán 10%-kal növekedett. Egyre nagyobb tehát a nyomás, hogy minél több és lehetőleg minél olcsóbb élelmiszert állítsunk elő. Eközben a termőföldek a talaj tápanyagtartalmának kizsákmányolása és a nem megfelelő használat miatt egyre jobban tönkremennek. A nagyüzemi, árutermelő, intenzív módszerekkel dolgozó mezőgazdaság rövid távú megoldásként továbbra is a kívülről bevitt, nem természetes erőforrásokra – műtrágyákra és szintetikus növényvédő szerekre – hagyatkozik.

A szintetikus növényvédő szerek az 1950-es években terjedtek el világszerte, és széleskörű és folyamatos alkalmazásuk miatt legtöbbjük mára szinte mindenütt megtalálható környezetünkben. Némelyik vegyi anyagnak ráadásul rendkívül hosszú a lebomlási ideje, így nagymértékben felhalmozódnak. A mai napig rendszeresen mutatnak ki akár évtizedekkel ezelőtt betiltott szereket a talajból, sőt szervezetünkben is, köztük például a DDT-t és bomlástermékeit.

Az elmúlt 30 évben jelentősen nőtt a növényvédő szerek következményeit vizsgáló kutatások száma felhalmozódásuk, illetve az élővilágot veszélyeztető hatásuk miatt (Köhler és Triebkorn, 2013). Mára nyilvánvalóvá vált, hogy ezek a hatások nagyon kiterjedtek és rendkívül sokfélék. Ezzel párhuzamosan a növényvédő szereknek az emberi egészségre gyakorolt hatásairól és ezek mechanizmusairól is kiteljesedtek tudományos ismereteink. A kutatások kimutatták, hogy a növényvédő szereknek való kitétség és a fejlődési rendellenességek, ideg- és immunrendszeri megbetegedések, valamint néhány daganatos betegség előfordulásának nagyobb valószínűsége között egyértelmű, statisztikai összefüggés van.

Ennek ellenére igen nehéz minden kétséget kizáróan bizonyítani, hogy egy adott növényvédő szer milyen betegséget vagy rendellenességet okoz az emberekben. Ez azért van, mert ma sajnos nincs az emberiségnek olyan része, amelyik egyáltalán ne érintkezne növényvédő szerekkel, így kontrollcsoportként használható lenne. A legtöbb betegségnek pedig összetett okai vannak, ezért a közegészségügyi felmérések nagyon nehézé és bonyolulttá váltak (Meyer-Baron és mtsai, 2015). Az emberek többsége mindennapi tevékenysége során nem csak növényvédő szereknek van kitéve, hanem állandóan változó, különböző összetételű vegyszerek tömegének. A növényvédő szerek csak tovább növelik ezek mérgező hatását.

Különösen veszélyeztetett vagy sérülékeny csoportok

Mi, emberek nap mint nap ki vagyunk téve a táplálékunkban található növényvédő szerek bonyolult koktélljának. Az ilyen szintetikus szerekkel kezelt mezőgazdasági területeken ezek a vegyületek sodródhatnak a széllel, szennyezhetik a talajt és a vizeket, és sokszor nemcsak a kezelt növényekre hatnak, hanem más élőlényekre, az úgynevezett „nem célszervezetekre” is. Városokban az üdülő övezetek permetezése szintén vegyszerek sokaságának teszi ki a közelben élőket, de az otthonainkban, kertjeinkben megszokottá vált háztartási rovarirtó szerek mindennapos használata is komoly vegyszerterhelést jelent szervezetünk számára.

A különösen érintett vagy sérülékeny népességcsoportok közé tartoznak:

- A **gazdálkodók**, illetve a növényvédő szerek kijuttatásával foglalkozók, akik munkájuk során nagy dózisban vannak kitéve ezeknek az anyagoknak, például az üvegházak dolgozói. Ezt egyértelműen bizonyították a dolgozók vér- és hajmintáiban talált káros anyagok.
- A **magzatok és a kisgyerekek**. Ha az anyák terhességük alatt növényvédő szereknek vannak kitéve, egyes vegyszerek közvetlenül a méhben fejlődő magzatba juthatnak, amely alakulása során különösen érzékeny ezek mérgező hatásaira. A kisgyerekeknek ez nagyobb veszélyt jelent, mint a felnőtteknek, hiszen a csúszó-mászó vagy totyogó kicsik nagyobb valószínűséggel érintik meg az otthoni felületeket és veszik szájukba a kezüket. Ráadásul a gyerekek teste sokkal kisebb a felnőttekéénél, ezért szervezetük kevésbé képes a mérgeanyagok lebontására.

Egészségügyi hatások

A méhen belül nagy mennyiségű növényvédő szerek kitett magzatok egészségkárosodásai közt beszámoltak a szellemi fejlődés lelassulásáról, a magatartási zavarok és a születési rendellenességek nagyobb arányú előfordulásáról. E szerek és a gyerekkori leukémia kialakulása között is szoros összefüggést mutattak ki a vizsgálatok.

Egyes kutatások a növényvédő szereknek való kitettség növekedése és egyes daganatos betegségek (prostatata-, tüdő- és más rákfajták), valamint idegrendszeri megbetegedések, például az Alzheimer- vagy a Parkinson-kór gyakoribb előfordulása között tártak fel kapcsolatot. Az is bizonyított, hogy bizonyos növényvédő szerek a szervezet hormonháztartását és az immunrendszer működését is felboríthatják. Noha ezek a hatásmechanizmusok még nem tisztázottak, az egyértelmű, hogy esetenként az enzimek és fontos sejtközi jelző mechanizmusok is sérülnek. DNS-alapú kutatások is utalnak rá, hogy bizonyos vegyszerek meggátolhatják egyes gének működését, kifejeződését, ami a növényvédő szereknek ki nem tett további generációkban is fennmaradhat az ún. epigenetikus öröklődés által. Ez azt jelenti, hogy a növényvédő szerek használatából eredő káros hatások nagyon hosszú ideig fennmaradhatnak akkor is, ha a vegyületet már betiltották.

Ez a tanulmány a növényvédő szerek már feltárt és feltételezett egészségi hatásait vizsgáló, egyre kiterjedtebb kutatási eredményeket mutatja be. Miközben a tanulmány nem hallgatja el a szükségszerű bizonytalanságokat, fehér foltokat és akár ellentmondásos eredményeket, illetve ismertet még folyamatban lévő kutatásokat is, az itt összegyűjtött és elemzett adatok világosan bizonyítják, hogyan ássa alá a gazdálkodók és családjaik, valamint az egész lakosság egészségét az ipari mezőgazdaság és ezen belül különösen a szintetikus növényvédő szerek használata. A sok, nagy valószínűség szerint egészségkárosító hatóanyag között két organofoszfát is található, a klórpírifosz és a malation. Klórpírifoszt rendszeresen mutatnak ki élelmiszereinkben és az anyatejben is. Közegészségügyi vizsgálatok alapján meggyőző bizonyítékok vannak arra, hogy ez a vegyület összefüggésbe hozható számtalan daganatos betegséggel, gyerekek fejlődési rendellenességeivel, az idegrendszer működési zavaraiival, a Parkinson-kórral és túlérzékenységi reakciókat okoz, például allergiát.

A megoldás: az ökológiai gazdálkodás

Az egyetlen biztos módszer mindezen hatások elkerülésére az, hogy csökkentjük a mérgező növényvédő szereket környezetünkben, azaz az élelmiszer-termelésben hosszú távon is fenntartható, új irányba indulunk el. Ehhez jogilag kötelező érvényű nemzeti és nemzetközi szabályozásra van szükség, hogy azonnal megkezdődjön az olyan növényvédő szerek betiltása, amelyekről bizonyított, hogy nem csak a célszervezetekre mérgezők. Mezőgazdasági termelésünkben paradigmaváltásra van szükség, melynek célja, hogy a nagymértékű vegyszerhasználaton alapuló, ipari mezőgazdaságtól az ökológiai gazdálkodás általánossá tétele felé mozduljunk el. Ez az egyetlen járható módszer, amellyel táplálni tudjuk a Föld népességét és megóvhatjuk a túlélésünkhöz szükséges ökoszisztémákat. Az ökológiai gazdálkodás a gazdálkodásnak olyan korszerű és hatékony módja, amely nem használ mérgező vegyszereket, mégis egészséges és biztonságos élelmiszert képes termelni.



Ökológiai termesztésből származó lóbab Görögországban.
© Greenpeace/Panos Mitsios

1. Bevezetés



Védőruházatként mindössze papír szájmaszkot viselő munkás zöldségeket permetez egy spanyolországi üvegházban. © Greenpeace / Ángel García

1.1. Növényvédő szerek a mezőgazdaságban

A szintetikus növényvédő szerek mezőgazdasági használata az 1950-es években kezdődött világszerte, bár az alkalmazott vegyszerek fajtáiban és számában időközben sok változás történt. Akkoriban vezették be a világpiacra a szervesklór-, szervesfoszforsavészter-, karbamát- és piretroidalapú növényvédő szereket, amellyel kezdetét vette az ipari mezőgazdasági termelés, az úgynevezett „zöld forradalom”. Az azóta eltelt évtizedekben más fajtájú növényvédő szerek is elterjedtek a piacon (pl. a neonikotinoidok), az ipari mezőgazdaság pedig egyre inkább függővé vált a szintetikus növényvédő szerektől. Így próbálja megóvni a haszonnövényeket a kártevőktől és betegségektől, illetve ezzel kívánja elérni a terméshozamok biztosítását és növelését.

A napjainkban felhasznált különféle növényvédő szerek fő csoportjairól nyújt áttekintést az 1. szövegdoboz.

A növényvédő szerek néhány fő csoportja.

Mik azok a növényvédő szerek?

1. szövegdoboz

A szintetikus növényvédő vegyszerek – peszticidek – olyan hatóanyagok vagy hatóanyag-keverékek, amelyek kártevőket, köztük rovarokat, gombákat, penészeket 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

E csoportok igen nagyszámú hatóanyagot, sokféle összetételű és márkanevű anyagot fednek le. A növényvédő szereket kémiai szerkezetük alapján is szokás osztályozni, ilyen például a szerves foszforsavészterek (OP növényvédő szerek), a klórozott szénhidrogének (OC növényvédő szerek), a karbamátok vagy a neonikotinoidok csoportja.

1.1.1. A növényvédő szerek osztályai

• KLÓROZOTT SZÉNHYDROGÉN TÍPUSÚ NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK

1950 óta vannak jelen, mezőgazdasági és közegészségügyi célokra használják őket. Néhányuk használatát azonban mára szigorúan korlátozták, illetve teljesen be is tiltották, mivel kiderült, hogy nemcsak a célfajokra, hanem többek közt az emberre is mérgezőek. A klórozott szénhidrogének közül sok igen stabil vegyület, ezért, ellenállva a természetes lebontó folyamatoknak, nagyon sokáig megmarad a környezetben. Emiatt a 2001-es Stockholmi Egyezményben a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyező anyagnak minősített hatóanyagok között sok klórozott szénhidrogén is megtalálható. Bár némelyikük jelenléte mára csökkent a környezetben, sokuk még mindig szennyezi az ökoszisztémát, a talajt, a folyami és tengerparti üledéket, még olyan távoli helyeken is, mint a mélytengerek vagy a sarkvidékek (Willett és mtsai, 1998).

A legfontosabb klórozott szénhidrogének közé tartozik a szén-tetraklorid, a klordán, a DDT, a DDE, a dieldrin, a heptaklór, a β -HCH és a γ -HCH. (Jelenleg ezek egyike sem engedélyezett az EU-ban.)

• SZERVES FOSZFORSAVÉSZTEREK

Katonai ideggázok kutatása közben jöttek rá, hogy bizonyos szerves foszforsavésztereknek (röviden: szerves foszfátoknak) rovarölő tulajdonsága is van, így a második világháború óta számos ilyen növényvédő szer került forgalomba mezőgazdasági célból.

A szerves foszforsavészterekhez igen sokféle kémiai szerkezetű anyag tartozik. Toxicitásuk módja teszi őket hatékony rovarirtó szerré, mivel a központi és a környéki idegrendszer egy kulcsfontosságú enzimjét, az acetilkolin-észterázt gátolják. Épp e tulajdonságuk miatt mérgezők egyes, nem célzott fajokra is.

A legfontosabb szerves foszforsavészterek közé tartozik az acefát, a klórpírifosz, a kumafosz, a diazinon, a diklórfosz, a fonofosz, a paration, a malation, a metil-paration és a foszmet. A klórpírifosz

és a malation jelenleg engedélyezett szerek az EU-ban, az Egyesült Államokban azonban tilos a háztartási felhasználásuk.

• KARBAMÁTOK

Általában idegmérgek, és szintén az acetilkolin-észteráz nevű enzimet gátolják. Néhányat közülük a csecsemőket és gyerekeket is sújtó fejlődési rendellenességek kialakulásával is összefüggésbe hozták (Morais és mtsai, 2012).

A legfontosabb karbamátok közé tartozik az aldikarb, a karbaril, a metiokarb, a pirimikarb, a maneb és a mankozeb (mindkettő ditiokarbamát), valamint az EPTC (S-etil-N, N – dipropil-tiokarbamát). A metiokarb, a pirimikarb, a maneb és a mankozeb használata jelenleg engedélyezett az EU-ban.

• SZINTETIKUS PIRETROIDOK

Ezek a sejt szinten zajló, úgynevezett szignalizációs folyamatokba avatkoznak be (ioncsatornák). Némelyiküket férfiak termékenységi problémáival hozták összefüggésbe, és feltételezhetően károsítják az endokrin rendszert (károsítják szervezetünk hormonfunkcióit) (Koureas és mtsai, 2012).

A legfontosabb piretroidok közé tartozik a cihalotrin, a cipermetrin, a deltametrin és a permetrin. A cipermetrin és a deltametrin használata jelenleg engedélyezett az EU-ban.

• NEONIKOTINOIDOK

A növényvédő szerek egy újabb keletű csoportja, az imidaklopridok például először 1985-ben kerültek kereskedelmi forgalomba. E hatóanyagok, melyeknek szerkezete nagyon hasonlít a nikotinéra, bizonyos sejt szignalizációs csatornákat blokkolnak. Az idegrendszer fejlődésére szintén károsan hatnak (Kuroda és mtsai, 2012). Mivel feltételezhető, hogy a házi méhekre is mérgezők, az Európai Bizottság megkötéseket vezetett be használatukkal kapcsolatban.

A legfontosabb neonikotinoidok közé tartozik a klotianidin, az acetamiprid, az imidakloprid és a tiametoxám.

- **KLÓRACETAMIDOK**

Fejlődési rendellenességeket okozhatnak, jelenleg már sem az alaklór, sem a metolaklór használatát nem engedélyezi az EU.

- **PARAKVÁT (PARAQUAT)**

A fotoszintézist gátló idegméreg. Már nem engedélyezi az EU.

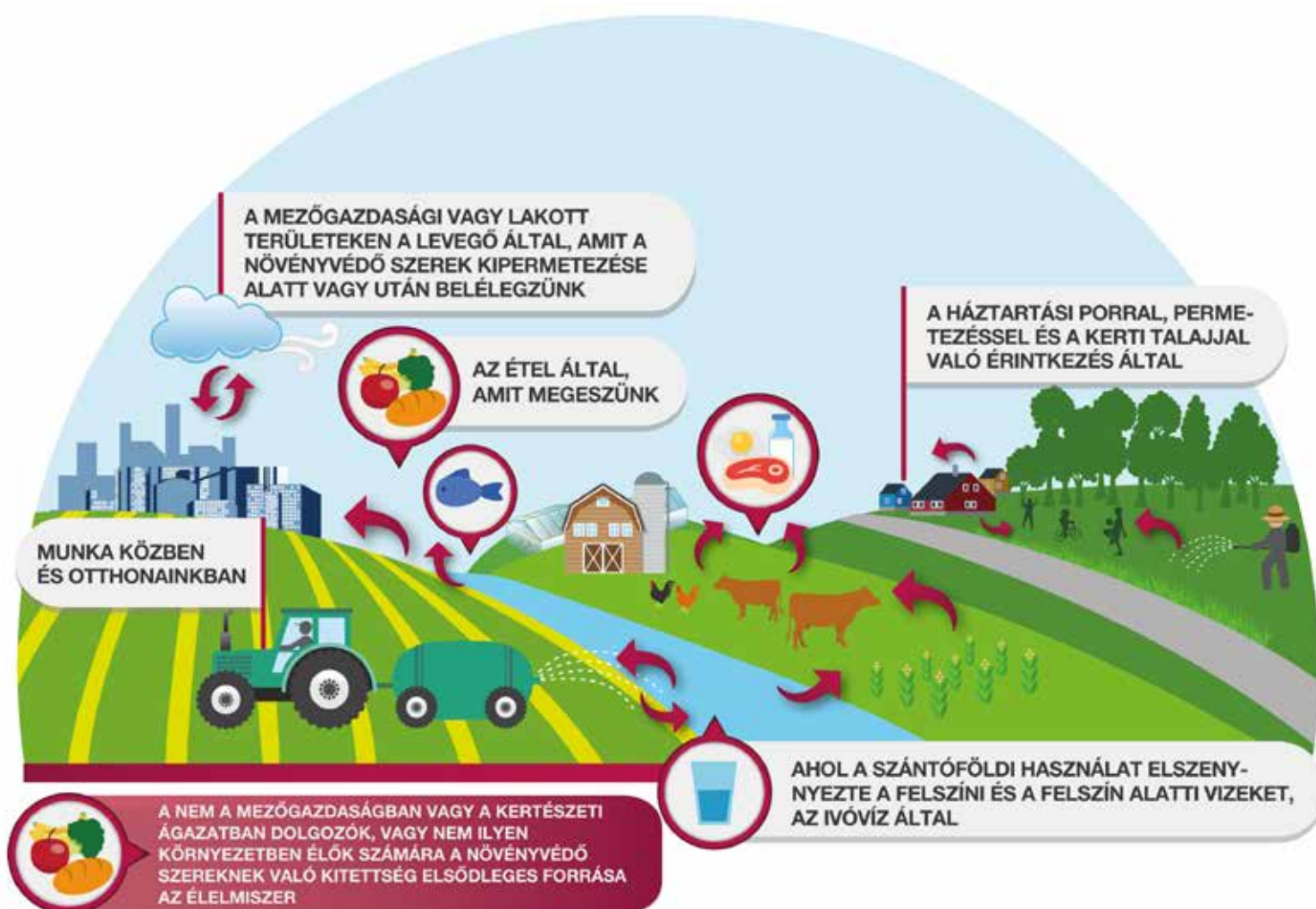
- **GLIFOZÁT**

A Roundup nevű totális gyomirtó szer hatóanyaga egy bizonyos enzim gátlásával fejt ki hatását a növényekben. Egészségügyi hatásai vitatottak, de a rendelkezésre álló adatok alapján a Nemzetközi Rákkutató Ügynökség (IARC) nemrég a 2A, azaz az „emberben feltehetőleg rákkeltő” kategóriába sorolta a glifozátot (Guyton és mtsai, 2015). A besorolás alapja a viszonylag korlátozott számú, emberekkel kapcsolatos vizsgálati eredmény volt (elsősorban a non-Hodgkin limfómához köthetően), ám annál több állatkísérleti bizonyíték áll ma már rendelkezésünkre, amelyek szintén ezt a hatást bizonyítják. Feltehetőleg az ember endokrin rendszerét is károsítja, és szaporodásbiológiai hatásai is vannak (Gasnier és mtsai, 2009; Casault-Meyer és mtsai, 2014). A glifozátot világszerte széles körben használják, és hatóanyaga több mint 750 mezőgazdasági, erdészeti, városi és háztartási készítménynek. Felhasználása az úgynevezett Roundup Ready GMO haszonnövények megjelenésével nagymértékben megnövekedett. Ezeket a GMO növényeket géntechnológiailag eljárással tették ellenállóvá a totális gyomirtó glifozáttal szemben.

- **EGYÉB, VÁLTOZÓ KÉMIAI ÖSSZETÉTELŰ NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK**

Egyéb, az Európai Unióban engedélyezett (de másutt is alkalmazott) növényvédő szerek közé tartozik az abamektin (avermektin néven is ismert), az azoxisztrobin, a boszkalid, a kaptán, a ciprodinil, a dikamba, a dinitrol, a fipronil, a pendimetalin és a pirimetanil. Az EU-ban nem engedélyezett (de a világ más részén esetleg engedéllyel rendelkező, vagy felhasznált) vegyszerek közé tartozik a benomil, a szén-diszulfid, az etilén-dibromid (1,2 – dibrom-metán), az imazetapir és a trifluralin. A rovarriasztóként és egyes növényvédő szerek (köztük a karbamátok) szinergista hatóanyagaként használt dietil-toluamidot (DEET) az EU nem szabályozza.

1.2. Hogyan vagyunk kitéve a növényvédő szerek hatásainak?



1.2.1. Kitétség az élelmiszereken keresztül

Az intenzív, ipari mezőgazdaságban előállított élelmiszerekben gyakorta találhatók növényvédőszer-maradványok. A vizsgálatok azt mutatják, hogy az élelmiszerek sokszor többféle szermaradványt is tartalmaznak, azaz a növényvédő szerek egész keverékét vagy koktéliját kapjuk (Fenik és mtsai, 2011). A szerek keveredéséből származó toxicitásról egyelőre kifejezetten kevés információnk van, de az már ma is tudható, hogy egyes hatóanyagok szinergikus kölcsönhatásba léphetnek egymással, s ennek következtében a keverék együttes hatása felülmúlja az önálló alkotórészekét (Reffstrup és mtsai, 2010). A növényvédőszer-maradványok keverékeinek toxicitását a lehetséges kombinációk és kölcsönhatások száma miatt nagyon összetett feladat felmérni.

Sutton és munkatársai (2011) vizsgálataik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy az Egyesült Államokra jellemző étkezési szokások miatt az élelmiszerekben található növényvédőszer-maradványok nagyon nagy mértékben felhalmozódhatnak a népességben. Ez valószínűleg más országokra is igaz, és – tekintve, hogy mennyire széleskörűen elterjedt ezeknek a növényvédő szereknek a rendszeres fogyasztása – komoly aggodalomra adhat okot. Különösen veszélyes ez a zsírban oldódó, zsírokhoz kapcsolódó szerek esetében, amelyek idővel nagymértékben felgyűlhetnek a szervezetben.

NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK A GYÜMÖLCSÖKBEN ÉS A ZÖLDSÉGEKBEN

A gyümölcs- és zöldségtermesztő gazdaságokban nagyon elterjedt a növényvédő szerek alkalmazása, és a felhasznált szerek maradványai még akkor is ott lehetnek a növények szöveteiben vagy felszínén, amikor azok már a piacon várják vevőiket. Az évek során a tudósok sokféle módszert kidolgoztak az élelmiszerekben lévő növényvédő szerek mérésére. Az eredmények alapján folyamatos ellenőrzésre van szükség, mert csak ezzel lehet biztosítani, hogy a piacra kerülő termékekben megtalálható szermaradványok mennyisége ne haladja meg az egészségünkre már veszélyt jelentő határértékeket (Wilkowska és Biziuk, 2011; Li és mtsai, 2014). A legtöbb országban minden egyes hatóanyagra meg van határozva egy – nemzeti vagy regionális szinten érvényes – maximális határérték, mely felett az élelmiszer emberi fogyasztásra már nem alkalmas. Az Európai Unió az egész térségre érvényes határértékeket rögzít.

Különböző, 2007 és 2014 között publikált kutatási eredmények arra engednek következtetni, hogy a hüvelyes növények, a levélzöldségek, illetve bizonyos gyümölcsök, mint például az alma vagy a szőlő tartalmazzák a legtöbb növényvédőszer-maradványt (Bempah és mtsai, 2012; Jardim és mtsai, 2012; Fan és mtsai, 2013; Yuan és mtsai, 2014). Egyértelmű bizonyítékok vannak arra, hogy ezek rendszeresen többféle szermaradvány keverékének formájában vannak jelen, ráadásul sok országban sokszor a határérték feletti mennyiségben (Latifah és mtsai, 2011; Jardim és mtsai, 2012). Több más növényvédő szer mellett cipermetrint, klórpifoszt, iprodiont, boszkalidot, ditiokarbamátokat és acefátot mutatnak ki rendszeresen élelmiszereinkben (Claeys és mtsai, 2011; Lozowicka és mtsai, 2012; Yuan és mtsai, 2014). Noha a kiterjedt kutatások arra engednek következtetni, hogy a zöldségek mosása és főzése csökkenti a növények felszínén lévő egyes szermaradványok mennyiségét, bizonyos esetekben azonban ez sem segít, sőt, az élelmiszerek előkészítése során ezek akár még koncentráltabbá is válhatnak (Keikothaile és mtsai, 2010).

NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK A HALAKBAN

A szerves ónvegyületeket az 1970-es évek óta széles körben használják gombaölő, valamint rovarirtó és -riasztó szerként a mezőgazdaságban. A szerves ónt (elsősorban tributil-ónt vagy TBT-t) tartalmazó anyagok régebben csónakok és hajók lerakódásgátló fenékfestékeként is elterjedtek voltak, mely gyakorlat miatt sokfelé elszennyeződtek a partközeli vizek. A Nemzetközi Tengerészeti Szervezet ezért 2001-ben egy, a hajókon alkalmazott káros lerakódásgátló anyagok tilalmáról és korlátozásáról szóló nemzetközi egyezményben véget vetett ezek használatának (ez az AFS egyezmény, mely 2008-ban lépett hatályba).

Egy kutatás a világ tengeri élőhelyeinek szerves ón szennyezését vizsgálva megállapította, hogy a trifenil-ón (TPT), melyet a szárazföldön növényvédő szerként használnak, a tengeri üledékekben is gyakori szennyező anyag (Yi és mtsai, 2012). A fenil-ón vegyületeket a tengeri élőlények nehezen dolgozzák fel, ezért szervezetükben felhalmozódnak, és ahogy a tengeri táplálékláncban magasabb fejlettségű élőlénybe jutnak, potenciálisan egyre nagyobb mennyiségben fordulnak elő (biomagnifikálódhatnak). A szerves ónvegyületek koncentrációja a tengeri élelmiszereket rendszeresen fogyasztók vérében különösen magas, ezért javasolták e vegyületek szintjének rendszeres ellenőrzését közegészségügyi célokból (Yi és mtsai, 2012).

NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK AZ ÁLLATI EREDETŰ TERMÉKEKBEN

Növényvédő szerek a takarmányok szennyezettsége és az állatorvosi célú kártevőirtó-használat következtében a haszonállatokban is akkumulálódhatnak. Noha ezek az anyagok elsősorban az állatok izomzatában és testzsírában raktározódnak, néhányat az agyban, a májban, a tüdőben vagy egyéb belsősegekben is megtalálni (LeDoux, 2011).

Rovar- és atkaölő szereket gyakorta használnak a baromfitenyésztésben és a tojástermelésben olyan külső élősködők ellen, mint például a madártetűatka (tyúkatka), következésképp e vegyszerek egy



Növényvédő szer permetezése Németországban, egy Hamburg közeli almaültetvényen
© Greenpeace/Christian Kaiser

része felhalmozódik az izomzatban, a zsírszövetben és a májban. Ezek a kemikáliák a tojásban még jóval azután is kimutathatók, hogy az egyéb szövetekből már kiürültek (Schenck és Donoghue, 2000).

Mivel ezek a hatóanyagok felhalmozódnak az állatok szervezetében és elraktározódnak zsírszövetekben, a tej és a tejtermékek szintén többfélét tartalmaznak belőlük. Ez azért különösen aggasztó, mert a tehéntej gyakran az emberi étrend alapvető összetevője, és kifejezetten sok gyerek fogyasztja.

A BIOGAZDÁLKODÁSBÓL ÉS AZ IPARI MEZŐGAZDASÁGBÓL SZÁRMAZÓ ÉLELMISZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Kutatások kimutatták, hogy a gyerekek elsősorban étrendjükön keresztül kitéttek a növényvédő szereknek. Azon gyerekek a vizelete, akiket biogazdálkodásból származó élelmiszerekkel táplálnak, várhatóan kevesebb növényvédőszer-maradványt tartalmaz, mint azoké, akik főként hagyományos mezőgazdasági termelésből származó ételeket esznek (Forman és mtsai, 2012).

Lu és munkatársai (Seattle, USA, 2006) a szervesfoszforsavészter-alapú növényvédő szerek bomlástermékeit vizsgálták 3–11 éves gyerekek vizeletében. A gyerekeknek 5 napig hagyományos ételeket adtak, melyet bioétrend követett 5 napon át. A vizsgálat megállapította, hogy a malation és klórpirifosz szintje gyorsan a kimutatható érték alá esett a második 5 napban, amint a gyerekek a bioételeket ették. Amikor visszaváltottak a hagyományos étrendre, a szerves foszforsavészterek bomlástermékeinek szintje ismét megemelkedett a vizeletükben.

Ebben a kutatásban a gyerekek étrendjének biogazdálkodásból származó összetevőit friss, illetve feldolgozott gyümölcsök és zöldségek – például ivólevelek –, valamint búza- és kukoricaalapú készítmények adták. A térség ipari mezőgazdaságában előállított élelmiszerek szerves foszforsavészter tartalmát rendszeresen jelezték az illetékes hatóságoknak, és arra a következtetésre jutottak, hogy a gyerekek kizárólag az étrendjük útján leginkább a malationnak és a klórpirifosznak vannak kitéve (Lu és mtsai, 2006).

1.2.2. Kitétség a mezőgazdasági és lakott területeken végzett permetezések miatt

A mezőgazdasági földeken és a lakott területeken kipermetezett növényvédő szerek a levegőbe kerülnek, ott lebegnek, és nagy távolságokra sodródhatnak a légárammal. Az Egyesült Államokban egy kutatás például bebizonyította, hogy számos növényvédő szer a mezőgazdasági felhasználás helyétől jóval messzebb is kimutatható. Az alkalmazás helyétől 10 és 150 méter közötti távolságban egyes növényvédő szerek, például a diazinon és a klórpirifosz szintje még mindig meghaladta a biztonsági határértékeket (Sutton és mtsai, 2011). A sodródó permet belélegzése következtében tehát a mezőgazdasági területeken élő emberek nagy mennyiségű növényvédő szernek lehetnek kitéve. De ugyanígy veszélyeztetettek lehetnek azok is, akik a parkokban, lakott területeken vagy otthon használt növényvédő szerek által szennyezett levegőnek vannak kitéve.

1.2.3. Kitétség a háztartási por, permetezés és kerti föld miatt

A háztartási porban sokféle vegyszerszennyezést találtak, többek között néhány növényvédő szert is, különösen ott, ahol ezt gyakran használták a házi kártevők irtására (Naehler és mtsai, 2010). A háztartási kártevőirtás legfontosabb hatóanyagai a piretroidok közé tartozó permetrin és ciflutrin, illetve néhány esetben a klórpirifosz. Ha szennyezett por érintkezik a bőrünkkel, illetve lenyeljük vagy belélegezzük, az folytatólagos és sokféle növényvédőszer-kitétséget eredményezhet (Morgan és mtsai, 2007, 2014; Starr és mtsai, 2008). Kimutatták, hogy a mezőgazdasági területeken, különösen a növényvédő szerekkel permetezett földek közelében lévő otthonok szennyezettebbek (Harnly és mtsai, 2009). Mindemellett, a szennyezett por a városi környezetben is potenciális problémát jelent, itt a szermaradványok a háztartási felhasználás miatt vannak jelen (Naehler és mtsai, 2010; Muñoz-Quezada és mtsai, 2012).



Káposzta permetezése
Hebei-ben (Kína)

© Greenpeace / LiGang



Egy almatermesztő
a fát permetezi Indiában

© Greenpeace / Peter Caton



Többé-kevésbé mindannyian ki vagyunk téve valamilyen szinten a növényvédő szereknek, még akkor is, ha igyekszünk elkerülni őket. Mindemellett egyes emberek helyzetük és/vagy fizikai tulajdonságaik miatt várhatóan különösen nagymértékben ki vannak téve a növényvédő szereknek, vagy kifejezetten érzékenyek azok káros hatásaira. Néhány példa a képen látható.

1.3. Különösen veszélyeztetett vagy sérülékeny csoportok

1.3.1. Mezőgazdasági munkások

A mezőgazdasági munkások és családjaik növényvédő szereknek való kitettsége nagyobb lehet, mint az általános népességé. A leginkább veszélyeztetettek a növényvédő szerek kipermetezését végző munkások, de az üvegházakban dolgozók is nagymértékben kitéttek lehetnek.

Egy európai kutatás a mezőgazdasági munkások hajában található szermaradványokat vizsgálta, és 33 különféle anyagot, köztük gyomirtó és gombaölő szereket is talált. A leggyakoribb közülük a pirimetanil, a ciprodinil és az azoxisztróbin volt, melyek előfordulása összefüggött a művelésmóddal és a felhasznált szerekkel. A – már nem használatos – p,p'-DDE és γ -HCH



Védőruházatként mindössze papír szájmaszkot viselő munkás zöldségeket permetez egy spanyolországi üvegházban
© Greenpeace / Ángel Garcia

szintje minden vizsgált személynél megegyezett, függetlenül a gazdaságban meglévő elfoglaltságuktól: ez a háttérben meglévő, a környezetben nagyon sokáig megmaradó klórozott szénhidrogéneknek való hosszan tartó kitétséget jelzi (Schummer és mtsai, 2012). Az eredmények arra utalnak, hogy még a biztonsági előírások betartása mellett is nagyobb mennyiségű vegyszer bekerül a felhasználók szervezetébe, amely testszöveteikből ki is mutatható. Némelyik még mindig használatban lévő növényvédő szerről nem tudjuk pontosan, hogy mekkora az élettartama a szervezetben, bár rendszeres használat mellett a kiürülésükhöz szükséges idő valószínűleg kevésbé lényeges, ha a kitétség amúgy is folyamatosan fennáll.

A mezőgazdasági területeken nemcsak a gazdálkodóknak, de családtagjaiknak is valamivel magasabb lehet a kitétsége. Ennek részben az az oka, hogy az otthonaik közelében lévő földekre kipermetezett növényvédő szerek a levegővel sodródhatnak, részben pedig az, hogy a munkások ruházatán és a cipőjén keresztül a szennyezés otthonaikba is bekerül. Ez különösen aggasztó az újszülöttek és gyerekek szempontjából, mert ők a felnőtteknél sokkal érzékenyebbek lehetnek egyes növényvédő szerek mérgező hatásaira (Arcury és mtsai, 2007).

1.3.2. Gyerekek, újszülöttek és méhen belüli magzatok kitétsége

Ha várandós vagy szoptatós anyák növényvédő szereknek vannak kitéve, gyerekeik szintén veszélyeztetettek lehetnek. Egyes növényvédő szerek a méhlepényen keresztül a méhen belül fejlődő magzatba, illetve az anyatejvel a szopós gyerek szervezetébe jutnak. A fejlődés korai szakaszában a kisgyerekek szervei még alakulnak és növekednek, és nagyon érzékenyek lehetnek a mérgező vegyszerek hatásaira. Egy gyerek fejlődőben lévő agya például sokkal fogékonyabb az idegmérgekre, ráadásul kisebb testméretük miatt a növényvédő szerek testtömegre vetített mértéke esetükben nagyobb is lehet, mint a felnőtteknél (Weiss, 2000). Emellett a növényvédő szerek aktív hatóanyagainak méregtelenítését végző bizonyos enzimek szintje és aktivitása a gyerekek esetében kisebb (Holland és mtsai, 2006).

AZ ANYATEJ SZENNYEZŐDÉSE

Elválasztás előtt a csecsemők legjobb tápláléka az anyatej, amely különösen azért fontos, mert a betegségek elleni védekezés legfontosabb anyagai így jutnak át az anyából a gyerekebe. Mivel a szoptatás a fiatal gyerek fejlődésének egyik legérzékenyebb időszakában történik, életbevágó, hogy az anyatej vegyszerekkel való szennyeződését minimálisra csökkentsük, illetve amennyire csak lehetséges, elkerüljük. Különböző országok anyatejvizsgálatainak eredményei azonban továbbra is azt mutatják, hogy a növényvédő szerekkel való szennyezettség még mindig probléma.

Különösen a klórozottszénhidrogén-tartalmú növényvédő szerekről ismert, hogy a rendszeres napi fogyasztás következtében felhalmozódnak a testszírban és az anyatejben, s mivel a környezetben hosszan fennmaradnak, naponta szennyezik szervezetünket. Epidemiológiai kutatások feltárták e vegyszerek statisztikai összefüggését az emberi fejlődés rendellenességeivel. Egy 2000-2001-es tajvani vizsgálat klórozott szénhidrogéneket mutatott ki az anyatejmintákból (Chloa és mtsai, 2006). Az anyatejben legtöbbször talált növényvédő szerek a következők voltak: p,p'-DDE, p,p'-DDT, α -klórdán, heptaklór-epoxid, heptaklór, β -HCH és γ -HCH. Hasonló eredményeket hoztak a világ más részein, többek között Kolumbiában, Koreában és Németországban végzett vizsgálatok is (Lee és mtsai, 2013a; Raab és mtsai, 2013; Rojas-Sequella és mtsai, 2013). A kutatások arra utalnak, hogy azokban az országokban, ahol már egy ideje betiltották ezeket a klórozott szénhidrogéneket, mára csökkenőben van a szintjük (Ulaszewska és mtsai, 2011). A kitétség szabályozásában az étrend szerepe a legfontosabb, különösen ott, ahol nagy a halfogyasztás (Solomon és Weiss, 2002).

A világ számos mezőgazdasági területén még elterjedten használt klórozottszénhidrogén-tartalmú növényvédő szerek közé tartozik a lindán és az endoszulfán. Egy 2003-ban megjelent indiai tanulmány az endoszulfán magas szintjét mutatta ki bhopáli nők anyatejmintáiban (Sanghi és mtsai, 2003). ADI-értéknek (Acceptable Daily Intake, azaz elfogadható napi bevitel) hívják azokat a határértékeket, amelyeket az Egészségügyi Világszervezet (WHO) az anyatej növényvédőszer-tartalmára felállított. Sanghi és

munkatársai (2003) a WHO ADI-értékét 8,6-szorosan meghaladó endoszulfánszintről számoltak be, és lindánt is kimutattak az általuk vizsgált indiai nők anyatejében.

A szervesfoszforsavészter-alapú növényvédő szerekről és szintetikus piretroidokról úgy tartják, hogy nem maradnak fenn a környezetben, ezért az anyatejben mérhető szintjüket kevésbé tanulmányozták. Ennek ellenére néhány tanulmány világosan kimutatta, hogy ezek a növényvédő szerek igenis szennyeznek az anyatejet, s miközben a klórozott szénhidrogének szintje csökkenőben lehet, addig a szerves foszforsavészterek és szintetikus piretroidok szintje kimutathatóan emelkedik az anyatejben, mivel ezek az anyagok léptek a szigorúbban szabályozott növényvédő szerek helyébe (Sharma és mtsai, 2014). Sanghi és munkatársai (2003) bhopáli anyatej-kutatásában a szerves foszforsavészterekhez tartozó klórpirifosz 4,1-szeresen haladta meg a WHO ADI-értékét, és a malation magas szintjét is észlelték. Egy frissebb kísérleti tanulmány az Egyesült Államokban is kimutatta az anyatejben klórpirifoszt, klórpirifosz-metilt, valamint a karbamát növényvédő szerekhez tartozó propoxurt (Weldon és mtsai, 2011).

Sharma és munkatársai (2014) arról számoltak be az anyatej szennyező anyagait Indiában vizsgáló kutatásukban, hogy a szintetikus piretroidokhoz tartozó ciflutrin a leggyakrabban kimutatott növényvédő szer. Ez a tanulmány olyan szintekről számolt be, melyek egészségügyi kockázatot jelentenek a szoptató anyák számára. Ezen kívül Spanyolországban, Braziliában és Kolumbiában most már városi és mezőgazdasági környezetben gyűjtött anyatejmintákban is kimutattak szintetikus piretroidokat (Corcellas és mtsai, 2012). Ezekből az eredményekből vagy az következik, hogy ezek a növényvédő szerek felhalmozódhatnak a szervezetben, ellentétben azzal a feltételezéssel, hogy gyorsan lebontódnak, vagy pedig az, hogy a szennyező anyagok mennyiségét az ismételt kitettség tartja szinten.

A SOKSZOROS KITETTSÉG ÚTJAI

A kisgyerekek és a totyogók a lakásban a padlón vagy annak közelében, a szabadban pedig a talajon vagy annak közelében töltik idejük nagy részét. Rendszeresen kapcsolatba kerülnek a porral és a földdel, és ahogy a kezüket, játékaikat vagy más tárgyakat folyton a szájukba veszik, nagy valószínűséggel le is nyelik az ezekben lévő vegyszereket. A háztartásokban található szennyező anyagokat vizsgáló kutatásokból, valamint a gyerekek vizeletének közvetlen elemzéséből világos, hogy a gyerekek, különösen a totyogók, nagy eséllyel többféle úton is ki vannak téve mindenféle hatóanyagoknak, például a talaj és a házi por lenyelésével és belélegzésével, valamint étrendjük által (Naeher és mtsai, 2010; Muñoz-Quezada és mtsai, 2012; Morgan és mtsai, 2014). Valószínűleg vannak földrajzi és évszakos eltérések – a kitettség módját és mértékét a tudósok jelenleg próbálják felmérni –, de az biztos, hogy a gyerekek sokféle anyagnak vannak állandóan és változatosan kitéve. Az összetett keverékek folyamatos és együttes hatása még az egyes anyagok alacsony szintje esetén is aggasztó. Morgan és munkatársai (2014) azt vizsgálták az Egyesült Államokban, hogy mekkora az óvodások kitettsége a többféle úton, például környezeti forrásokból (otthoni, illetve óvodai por és levegő), testápoló termékkel (törlőkendők) és az étrenddel érkező különféle növényvédő szereknek. A vegyszerek felszívódási aránya anyagonként és módzatonként változott. A gyerekek otthoni és óvodai környezetében az α -klórdán, a γ -klórdán, a heptaklór, a klórpirifosz, a diazinon és a permetrin növényvédő szerek voltak gyakran megtalálhatók, a klórpirifosz- és a permetrinkitettségnek azonban az étrend volt a legfontosabb útja.

2. A növényvédő szereknek való kitettség egészségügyi következményei



Fejlődő zöldségek növényvédő szeres permetezése egy spanyolországi üvegházban
© Greenpeace / Ángel Garcia

2.1. A kitettség hatása a születés előtt (magzati korban) és kisgyerekkorban

Az emberi fejlődés különösen érzékeny a mérgező vegyszerek, beleértve a növényvédő szerek hatásaira (2. szövegdoboz). A várandós anyák és bizonyos esetekben a fiatal gyerekek növényvédő szereknek való kitettségét a gyerekek egészségére káros következményekkel hozták összefüggésbe, többek között:

1. a születés kori testsúly, illetve testhossz csökkenésével és rendellenességek előfordulásával,
2. alacsonyabb intelligenciával,
3. megváltozott viselkedéssel,
4. leukémia és más daganatos megbetegedések gyakoribb előfordulásával,
5. a vetélés nagyobb kockázatával.

A fent felsorolt, a kicsik egészségét károsító hatásokat olyan anyák gyermekeiben mutatták ki, akik terhességük alatt növényvédő szerekkel dolgoztak, de ezeknek az aggasztó hatásoknak sajnos nem csak ezek az asszonyok, hanem a mezőgazdasági és városi térségekben élő lakosság is ki van téve.

Hogyan veszélyeztetik a mérgező növényvédő szerek a legkisebbeket?

A méhben fejlődő magzatok és az egészen kicsi gyerekek különösen védtelenek a mérgező növényvédő szerek kártékony hatásaival szemben. **A magzatot különösen veszélyeztetik ezek a anyagok, hiszen ez a fejlődés rendkívül bonyolult, kritikus szakasza, amikor a növekedés is nagyon gyors.**

A fejlődő idegrendszerre különösen az idegméreg hatású növényvédő szerek veszélyesek. Az idegrendszert mérgező növényvédő szerek közé a szerves foszforsavészterek, a karbamát, a piretroid és egyes neonikotinoid növényvédők tartoznak. Sok ilyen növényvédő szerről ismert, hogy képesek a méhlepényen átjutni. Szerves foszforsavésztereket kimutattak már a magzatvízben is, és ezek az agy gyors fejlődésének szakaszában veszélyeztetik a gyermeket (Rauh és mtsai, 2011).

A magzat és a kisgyerek még fejletlen immunrendszerét a mérgező vegyszerek szintén károsíthatják. Az újszülöttekben és a kisgyerekekben a méregtelenítő enzimek szintje sokkal alacsonyabb, mint a felnőttekben. Az újszülöttek felnőttekéhez képest alacsony PON1-es enzimszintje arra enged következtetni, hogy az újszülöttek különösen érzékenyek lehetnek a szervesfoszforsavészter-alapú növényvédő szerekre, mivel lassabban bontják le és méregtelenítik ezeket a vegyszereket (Huen és mtsai, 2012).

A szopós korú gyerekeket a növényvédő szereket tartalmazó anyatej is veszélyezteti, hiszen ez az egyetlen táplálékforrásuk, és mint tudjuk, lebontó folyamataik még nem elég fejlettek ahhoz, hogy semlegesítsék a szennyeződések (Corcellas és mtsai, 2012). Emellett mind **a szopós korúakat, mind a kisgyerekeket jobban veszélyezteti a növényvédőszer-mérgezés, mint a felnőtteket,** mivel testük kis mérete miatt nagyobb a mérgeg testtömegre számolt mennyisége (Bouchard és mtsai, 2011).

Ám ezek a gyerekek nemcsak növényvédő szereknek vannak kitéve fejlődésük során, hanem – csakúgy, mint más gyerekek – egyéb káros vegyszereknek is. Az ilyen összetett hatások veszélyességét általánosságban elismerik, de sajnos továbbra is csak kevésbé kutatják.

2.1.1. Születési rendellenességek

A köldökzsinórvérből vett mintákban (New York, USA) mért növényvédő szerek – például a szerves foszforsavészter klórpifosz – mennyisége arra utal, hogy a méhen belüli nagyobb növényvédőszer-előfordulás visszavetheti a magzat fejlődését (Whyatt és mtsai, 2004). Barr és munkatársai (2010) hasonló eredményekről számoltak be a metolaklórral kapcsolatban, és szintén azt feltételezték, hogy a növényvédőszer-terhelés összefüggésben lehet a terhesség negatív kimenetelével, habár az ok-okozati összefüggést a kutatás adatai nem bizonyítják.

Az Egyesült Államokban azok a nők, akik rendszeresen használtak növényvédő szereket, kétszer olyan gyakorisággal hoztak világra olyan újszülötteket, akiknek gerinczáródási rendellenességeik voltak, mint az ilyen szerekkel nem érintkező anyák. (Brender és mtsai, 2010). A növényvédő szerek nagyobb mennyiségének folyamatosan kitett anyák újszülöttjeinek egyéb rendellenességei közé keringési, légzési, húgyivarszervi és csontozatbeli rendellenességek is tartoztak (Garry és mtsai, 1996). Az Egyesült Államokban arról is beszámoltak, hogy azoknak az anyáknak, akik viszonylag közel (<500m) laknak legalább 2,4 hektáros vagy nagyobb kukoricaföldekhez, nagyobb valószínűséggel születik végtag- rendellenességgel gyereke (Ochoa-Acuña és Carbajo, 2009). Mindemellett ez az összefüggés nem volt egyértelmű azoknál, akik szójaföldekhez laktak hasonló közelségben, és nem teljesen világos, hogy ez kapcsolat a kukoricatermesztésben alkalmazott specifikus vegyszerek, kijuttatási módok, illetve mennyiségek, vagy pedig a fertőzött kukoricában jelen lévő mikotoxinok következménye-e.

2.1.2. Neurotoxicitás

Egyre több bizonyíték utal arra, hogy a magzatkori növényvédőszer-kitettségnek tartós kihatása lehet a gyerekek viselkedésére és intelligenciájára. Ebben különösen nagy szerepe van a szervesfoszforsavészter-alapú növényvédő szereknek. Egy tanulmányban, amely 27 publikált kutatást foglal össze olyan kisgyerekekről, akik étrendjükön keresztül, illetve otthonukban növényvédő szereknek voltak kitéve, egy kivételével az összes kutatás azt mutatta ki, hogy a szerves

foszforsavészterek valamilyen káros hatást fejtenek ki a gyereki agy fejlődésére (Muños-Quezada és mtsai, 2013). A fejlődésre gyakorolt hatások elsősorban a megismerő képességüket és a magatartásukat befolyásolták, figyelemzavar és a motoros képességek rendellenességeinek formájában jelentkeztek.

CSÖKKENŐ INTELLEKTUÁLIS FEJLŐDÉS

A mezőgazdasági területeken az anyák és gyerekeik növényvédő szereknek való kitettsége nagy valószínűséggel az étrend és a levegőben szálló, az otthonokhoz közeli földeken kipermetezett vegyszerek kombinációjából fakad. A kaliforniai Salinas völgy egy mezőgazdasági térségében lefolytatott kutatás a várandós anyák vizeletében kimutatott szervesfoszforsavészter-alapú növényvédő szerek szintje alapján igazolta a születés előtti kitettséget (Bouchard és mtsai, 2011). Ezeknek a növényvédő szereknek az anyák vizeletében talált magas szintje statisztikailag is bizonyított összefüggést mutatott azzal, hogy gyerekeiknél 7 éves korukban gyengébb intellektuális fejlettséget mértek. A leginkább kitett anyák gyerekeinek átlagosan 7 IQ pont lemaradása volt a legkevésbé kitétek gyerekeivel szemben. Ezek a megismerést, gondolkodást befolyásoló (kognitív), negatív hatások azoknál a gyerekeknél fordultak elő, akiknél az anyjuk vizeletében a szervesfoszforsavészter-alapú növényvédő szerek szintje az Egyesült Államok lakosságánál tipikusan tapasztalt tartomány felső határa közelében volt.

Városi térségekben még mindig használnak szerves foszforsavésztereket kártevőirtásra. 2001-ig a szerves foszforsavészter klórpifosz alkalmazása különösen gyakori volt a városokban. Rauh és munkatársai (2011) a New York-i várandós anyák klórpifoszhoz való kitettségét és ennek gyerekeikre gyakorolt várható hatásait írták le. A köldökzsinórvérből születéskor vett minták azt mutatták, hogy a méhen belüli klórpifosz kitettség statisztikailag összefüggött a gyerekek 7 éves korra elért gyengébb intellektuális fejlettségével. A méhen belüli nagyobb klórpifosz-kitettség kapcsolatba volt hozható a munkamemória-index és az IQ 7 éves korban tapasztalt hiányosságaival. Ezek az eredmények egybevágóak a Salinas völgybeli kutatásokéival, a méhen belüli szerves foszforsavésztereknek kitétt gyerekek munkamemóriája és IQ-ja szintén hiányosságokat

mutatott. Ezek a hatások valószínűsíthetően hosszú távú problémákat okoznak ezeknek a gyerekeknek, mivel a munkamemória hiányosságai vélhetően rontják a szövegértést, a tanulást és az iskolai előmenetelt, illetve hosszabb távon számottevő gazdasági hatásokkal járhatnak (Rauh és mtsai, 2011).

Ezek a megállapítások egy olyan kutatás eredményeivel is egybevágóak, mely a New York-i gyerekek agyfelépítését vizsgálta (Rauh és mtsai, 2012). A kutatók a fejlődő emberi agyban szerkezeti elváltozásokat találtak, amelyek statisztikai összefüggésben voltak a születés előtti klórpírifosz-kitettséggel. 40 – 6 és 11 év közötti – gyerekek agyfelépítését vizsgálták mágneses rezonancia vizsgálattal (MRI). Azoknak a gyerekeknek az agyában, akik nagyobb mennyiségű klórpírifoszhoz voltak kitéve, több rendellenesség mutatkozott azokon a területeken, amelyek bizonyos megfigyelési és magatartási folyamatokért felelősek. Az agyfelépítés elváltozásai az agy teljes felszínén egyes területek rendellenes megvastagodásában, másoknak pedig elvékonyodásában voltak láthatók. A születés előtti klórpírifosz-kitettségnél, az agy megváltozott szerkezetének és a kognitív fejlődés hiányosságainak összefüggései arra utalnak, hogy ezek a neurotoxikus hatások hosszú távúak, a gyerekkorra is kiterjednek. Sőt ezek a megállapítások az azon ellenőrzött laboratóriumi kísérletek eredményeivel is megegyeznek, melyek azt bizonyították, hogy állatokban ezek az elváltozások visszafordíthatatlanok (Rauh és mtsai, 2012).

Ezeknek a vegyszereknek tehát egyértelmű közegészségügyi következményei vannak. A gyerekeket érő kitettségek szintjei, amelyekről a Rauh és munkatársai (2012) kutatása beszámolt, ugyanabba a tartományba esnek, mint az általános népességéi. Éppen ezért nagyon aggasztó, hogy a szervesfoszforsavészter-alapú növényvédő szereket, köztük a klórpírifoszt még mindig világszerte használja kártevőirtásra a mezőgazdaság. Noha a klórpírifosz háztartási használatára korlátozásokat



Génkezelt szója permetezése Argentínában
© Greenpeace/Gustavo Gilbert

vezettek be, s közterületi alkalmazását (pl. a védőzónákban) is szabályozzák, a termék még mindig megjelenik közterületi rovarirtóként, például golfpályákon és parkokban.

VISELKEDÉSI RENDELLENESSÉGEK

A gyerek viselkedésében tapasztalható rendellenességeket (leginkább figyelemzavarokat) mind a kaliforniai Salinas-völgy mezőgazdasági térségében, mind New York városában kapcsolatba hozták a születés előtti szerves foszforsavészter-kitettséggel (Marks és mtsai, 2010; Muñoz-Quezada és mtsai, 2013).

A figyelemzavaros hiperaktivitás (ADHD) összetett rendellenesség, melynek pontos oka ismeretlen. Az Egyesült Államokban az iskoláskorú gyerekek 8-9%-a szenved vélhetően ADHD-ban (Pastor és Reuben, 2008). A gyerekek ilyen feltűnő figyelemzavara köztudottan akadályozza a tanulást és a szociális fejlődést (Marks és mtsai, 2010).

Bouchard és munkatársai (2010) 8–15 évesek – elsősorban az étrendből származó – szerves foszforsavészter kitettségét vizsgálták az Egyesült Államokban. Arról számoltak be, hogy azoknál a gyerekeknél, akiknek a vizeletében magasabb volt a szerves foszforsavészter bomlástermékek szintje, nagyobb valószínűséggel diagnosztizáltak figyelemzavaros hiperaktivitást.

A tanulmány arra a következtetésre jutott, hogy az Egyesült Államokra jellemző szintű szerves foszforsavésztereknek való kitettség hozzájárulhat a figyelemzavaros hiperaktív gyerekek számának növekedéséhez (Bouchard és mtsai, 2012). Ezeket a megállapításokat Jurewicz és Hanke (2008) is alátámasztották a születés előtti és gyerekkori növényvédőszer-kitettséget és az idegrendszeri fejlődést áttekintő munkájukban. Noha egyes kutatások következtetéseikben különböznek, összességükben úgy találták, hogy a gyerekek növényvédő szereknek való kitettsége károsítja az idegrendszeri fejlődést.

A NEUROTOXICITÁS EGYÉB BIZONYÍTÉKAI

Egyes jelek arra utalnak, hogy a szervesfoszforsavészter-alapú növényvédő szereknek való születés előtti kitettség hátrányosan befolyásolja a motorikus tulajdonságokat (az izommozgások irányítását) is. Ecuador északi részén igen intenzív az üvegházi virágkertészet, s gyakorta használnak szerves foszforsavésztereket. Egy kutatás olyan (6–8 éves) gyerekeket vizsgált, akiknek anyjuk a terhesség alatt üvegházban dolgozott, s a motorikus sebesség és koordináció, valamint az általános szellemi képességek csökkenését állapította meg azokkal a gyerekekkel összehasonlítva, akiknek anyjuk munkája során nem volt kitéve növényvédő szereknek (London és mtsai, 2012). Ezek a hatások 1,5-2 éves fejlődési lemaradással voltak egyenértékűek a gyerekeknél még a kitettség olyan szintjén is, mely az anyákban nem okozott akut egészségkárosodást.

A MEZŐGAZDASÁGBAN FOGLALKOZTATOTT GYEREKEK KÜLÖNÖSEN VESZÉLYEZTETETTEK LEHETNEK

A mezőgazdasági munkákban maguk is foglalkoztatott, növényvédő szerek használó gyerekek különösen károsodhatnak a mérgező hatású növényvédő szerektől. Egy egyiptomi kutatás olyan (9–15 éves) gyerekeket és (16–19 éves) serdülőket vizsgált, akiket növényvédőszer-permetezésre alkalmaztak a gyapottermesztésben (Rasoul és mtsai, 2008) és gyakorta használták szervesfoszforsavészter-alapú növényvédő szereket. A kutatás mindkét korcsoportban kimutatta, hogy azok, akik nagyobb mértékben voltak kitéve a szerves foszforsavésztereknek, szignifikánsan rosszabbul teljesítettek az idegrendszeri teszteken, mint azok, akik nem dolgoztak növényvédő szerekkel. Arról is beszámolt a kutatás, hogy minél hosszabb ideig foglalkoztak a gyerekek növényvédő szer-permetezésével, annál nagyobbak voltak kognitív hiányosságai.

KÖVETKEZTETÉSEK A FEJLŐDÉSI NEUROTOXICITÁS KAPCSÁN

A különféle vizsgálatok összesítése arra utal, hogy a mezőgazdaságban foglalkoztatottak helyzete érthetően sokkal súlyosabb, de a fejlődő agyat és idegrendszert érő hatás valamilyen szintje a szélesebb népesség körében is kimutatható lehet, a szervesfoszfor-savészter-tartalmú növényvédő szereknek való kisebb kitettség következtében. Az emberen és állaton végzett kutatások bizonyítékainak nagy része meggyőző, s a területen dolgozó kutatók komoly aggályokat fogalmaztak meg. Mivel az idegrendszer fejlődési rendellenességeinek társadalmi hatása jelentős, és mindinkább egyértelmű, hogy ezek a rendellenességek szoros kapcsolatban állnak a növényvédő szerekkel, nagyon fontos, hogy ezt a hatást minimalizálni lehessen vagy lehetőség szerint megelőzni. Ehhez olyan hatékony intézkedésekre van szükség, melyek nagymértékben korlátozzák és végül megtiltják az ilyen veszélyes növényvédő szerek használatát.

A meglévő kutatásokra alapozva sok más elterjedten használt növényvédő szert az idegrendszer fejlődésére méregként ható anyagnak kell tekintenünk, köztük a karbamátokat (különösen az aldikarbot és a metomilt), a legtöbb piretroidot (pl. a permetrint), az etilén-bisz-ditiokarbamátokat (pl. a manebet és a mankozebet) és a klórfenoxi növényvédő szereket (2,4-D) (Ragouc-Sengler és mtsai, 2000; Bjørling-Poulsen és mtsai, 2008; Sonderlund, 2012; van Thriel, 2012). Sejttenyészetekben és laboratóriumi állatokon végzett vizsgálatok alapján egyre több bizonyíték van arra is, hogy a neonikotinoid növényvédő szerek (különösen az imidakloprid) nagy valószínűséggel megzavarják az emberi agy normális fejlődését és az ingerületátviteli folyamatokat (Kimura-Kuroda és mtsai, 2012; Vale és mtsai, 2012). Éppen ezért elengedhetetlen a mezőgazdasági területeken élők és dolgozók védelme, kitettségük megelőzése.

2.1.3. Gyerekkori leukémia és más daganatos megbetegedések

A friss bizonyítékok áttekintése arra utal, hogy nagyobb a gyerekkori leukémia kockázata, ha az anyák növényvédő szereknek voltak kitéve terhességük során, akár azért, mert a mezőgazdaságban dolgoztak, akár mert otthonukban vagy kertjükben növényvédő szereket használtak (Alavanja és mtsai, 2013). A korai életszakaszban egyes anyagoknak való kitétség gyaníthatóan jelentős kiegészítő kockázat többféle gyerekkori leukémia kialakulásában. Mivel bizonyos gyerekkori daganatok gyakorisága az 1970-es évek óta növekszik, az az eshetőség, hogy a kockázat a növényvédő szereknek való kitétség miatt növekszik, nyilvánvalóan igencsak nyugtalanító.

NÖVÉNYVÉDŐ SZEREKNEK VALÓ KITETTSÉG A MUNKA SORÁN

Van Maele-Fabry és munkatársai (2010) tíz olyan kutatás eredményeit elemezték, mely a nők terhesség előtti, alatti és utáni, munkával összefüggő növényvédőszer-kitétségét, valamint gyerekeik egészségi állapotát vizsgálta. Az anyák foglalkozásukkal kapcsolatos növényvédőszer-kitétsége összefüggésbe volt hozható azzal, hogy gyerekeiknél nagyobb kockázata van a leukémia kialakulásának. Náluk a leukémia kialakulásának kockázata 1,6-szor nagyobb volt, mint azoknál a gyerekeknél, akiknek anyja nem volt kitéve munkája során növényvédő szereknek.

Az apa és anya munkával kapcsolatos növényvédőszer-kitétségét és a gyerekkori leukémia összefüggését tárgyaló irodalom egy metaanalízise a növényvédő szerek nagyobb csoportjaik szerint vizsgálta (mint rovarirtók, gyomirtók stb.) (Wigle és mtsai, 2009). Ez az elemzés arra jutott, hogy a gyerekkori leukémia minden kutatásban összefügg az anyák kitétségével a gyerek világrajövele előtt, az apák kitétségével való kapcsolat azonban kevésbé volt erőteljes és következetes. Annak esélye, hogy gyerekekben kifejlődő leukémia kockázata az anya munkával kapcsolatos rovarirtószer-kitétsége miatt növekedni fog, 2,7-szerese volt a ki nem tett gyerekekhez képest. A gyomirtóknak kitétteknél ez az esély 3,6-szeresre nőtt.

NÖVÉNYVÉDŐ SZEREKNEK VALÓ KITETTSÉG A HÁZTARTÁSBAN ÉS A KERTBEN

Turner és munkatársai (2010) tizenöt kutatás eredményeit elemezték, melyek meg nem nevezett rovarirtók és gyomirtók háztartási és kertbeli felhasználása és a gyerekkori leukémia kapcsolatát vizsgálták. Mindent egybevetve ezek a kutatások arra utaltak, hogy ha az anyák terhességük során ki voltak téve ezeknek az anyagoknak, akkor nőtt annak kockázata, hogy gyerekük leukémiás lesz. Annak valószínűsége például, hogy egy gyerekben leukémia fejlődik ki az anya rovarirtószer-kitétsége következtében, kétszeres volt ahhoz a gyerekekhez képest, akiknek az anyja nem használt otthon növényvédő szereket.

EGYÉB DAGANATOS BETEGSÉGEK

Néhány bizonyíték arra utal, hogy a várandós anya növényvédőszer-kitétsége növelheti a gyerek agy- és csontdaganatának kockázatát (Wigle és mtsai, 2009). Az apák munkájuk során vagy otthonukban bekövetkező növényvédőszer-kitétsége (egy metaanalízis általános csoportosításában) szintén kapcsolatba volt hozható a gyerekek agydaganatának növekvő kockázatával, valószínűsíthetően amiatt, hogy a növényvédő szerek genetikai kárt tettek a spermát termelő apai csírasejtekben, vagy amiatt, hogy az apa munkaruházatán hazavitt növényvédő szer beszennyezte a háztartást (Vinson és mtsai, 2011). Vinson és munkatársai (2011) 40 tanulmány metaanalízise után azt is megjegyzi, hogy a növényvédő szereknek való kitétség kapcsolatba hozható a gyerekkori leukémia és nyirokcsomó-daganat (limfóma) növekvő kockázatával is.

Flower és munkatársai (2004) 50 gyerekkori daganatos betegséget azonosítottak (összesen 17 357 gyerek vizsgálata alapján), és arra a következtetésre jutottak, hogy az apák munkahelyi növényvédőszer-kitétsége összefügg minden daganatos betegség, többek közt a limfómák, pl. a Hogkin-limfóma előfordulásának gyakoriságával. Meghatározott 16 növényvédő szer közül, melyeket az apák a születés előtt használtak, az aldrinról, a diklórfoszról és az etil-dipropil-tiokarbamátról gondolták, hogy növeli a gyerekkori rák esélyét, de az eredmények kisméretű mintákon alapultak.

2.1.4. Vetelés és koraszülés

Számos kutatás utal arra, hogy a terhesség alatti munkahelyi növényvédőszer-kitettség veteléshez vezethet, de a bizonyítékok egyelőre ellentmondásosak. A kutatások arra engednek következtetni, hogy a klórozott szénhidrogének lipofil tulajdonsága (hajlama a zsírokhoz való kapcsolódásra) megzavarja a normális ösztrogén-progeszteron egyensúlyt, mely a terhesség fenntartásában különösen fontos (Sharma és mtsai, 2012). Pathak és munkatársai (2009) arról számoltak be, hogy a köldökzsinórvér magas β -HCH-szintje összefügg a koraszüléssel, és szintén Pathak és munkatársai (2010) jutottak arra az eredményre, hogy a magas γ -HCH szintek a vetelés nagyobb kockázatával hozhatóak kapcsolatba.

Bretveld és munkatársai (2008) olyan nőket vizsgáltak Hollandiában, akik virágtermesztő üvegházakban dolgoztak, melyekben rendszeresen nagy mennyiségű növényvédő szert használtak, például abamektint, imidaklopridot, metiokarbot, deltametrint és pirimikarbot. Az EU jelenleg ezen anyagok mindegyikének használatát engedélyezi. Kutatásukban arról számoltak be, hogy a vetelés kockázata az érintett nők körében 4-szeresre emelkedett.

3. szövegdoz

A növényvédő szerek a gének kifejeződésén keresztül kihatnak a jövő generációira is

Kísérletek azt mutatják, hogy egyes anyagok az epigenetikus, generációkon átívelő öröklődéssel átörökíthetnek betegségeket. Az epigenetika a gének kifejeződésének olyan öröklött változásait (gének ki/bekapcsolása) kutatja, amelyek a DNS-szekvencia megváltozása nélkül fordulnak elő.

Ha egy terhes nő ki van téve olyan anyagoknak, mint a permetrin vagy a DEET, akkor nemcsak önmaga megbetegedésének nagyobb a valószínűsége, hanem ezt a nagyobb kockázatot az unokáira is átörökítheti, még akkor is, ha ők soha nincsenek kitéve ezeknek a mérgeknek. Ezt állatkísérletekben figyelték meg, s valószínűleg bizonyos gének ki- és bekapcsolásához van köze (Mannikam és mtsai, 2012). Anway és Skinner (2006) arról számoltak be, hogy a patkányok vinklozolinnak (egy androgéngátló gombaölő szer) való kitettsége komoly kárt tud okozni a következő négy generációban. Ez embereknél szintén lehetséges, és számos tanulmány megjegyzi, hogy a növényvédő szerek befolyásolják a génkifejeződés mintázatát (Collota és mtsai, 2013). Ezért meglehetősen, hogy ez az egyik mechanizmusa annak, ahogy a növényvédő szerek kihatnak az ember egészségére.

2.2. Növényvédő szerek és a felnőttkori daganatos betegségek

1993-ban Iowában és Észak-Karolinában (USA) egy nagyszabású mezőgazdasági egészségügyi vizsgálat keretében próbálták feltérképezni a növényvédő szerek gazdálkodókra, kipermetezőkre és családjaikra gyakorolt hatásait (Alavanja és mtsai, 1996), mely vizsgálat AHS (Agricultural Health Study) néven vált híressé. Mind a daganatos, mind a nem daganatos egészségügyi kockázatokat éveken át nyomon követték nagyjából 75 000 embernél, akiknek 77%-a bejegyzett növényvédőszer-használó volt. Az AHS-t több tudós is bírálta, amiért nem képes mennyiségileg pontosan meghatározni a kitétség intenzitását és egyéb olyan tényezőket, mint az életmód vagy az anyagok keveréke, melyeknek ezek a munkások ki voltak téve. A daganatos megbetegedések előfordulásának száma gyakorta olyan kicsi volt a vizsgált mintában, hogy a vizsgálatok tudományos megalapozottságát is megkérdőjelezték. Mindenesetre az AHS-szel összefüggésben közreadott kutatások bizonyítékainak értékelése arra jutott, hogy 12 növényvédő szernél a munkavégzéssel kapcsolatos kitétség összefügg minden rákbetegségfajta kialakulásának növekvő kockázatával (Weichenthal és mtsai, 2010). Az állatokon végzett toxicitásvizsgálatok is alátámasztják több növényvédő szer esetében a rákkeltő hatást, többek közt az alaklórinnál, a karbarilinnál, a mezolaklórinnál, a pendimetallinnál, a permetrinnél és a trifluralinnál (Weichenthal és mtsai, 2010).

Nagyon nehéz bizonyítani, hogy egy adott növényvédő szer növeli egy adott rákbetegség kockázatát, mivel nagyon sokféle együttesen ható tényező lehet bármely kísérletben vagy lakossági vizsgálatban. Mindenesetre Alavanja és munkatársai (2013) leszögezik, hogy mivel az AHS-szel kapcsolatos tanulmányokban és általában a növényvédő szerek alapvető szakirodalmában egyaránt vannak bizonyítékok a növényvédő szerek és a rák összefüggésére, a növényvédő szerek használata komoly közegészségügyi problémát jelent. Arra is van továbbá bizonyíték, hogy a daganatos megbetegedések kialakulásának kockázata nemcsak a növényvédő szerek felhasználói esetében növekszik, hanem az általános lakosság körében is, ha olyan területeken él, ahol a környezet növényvédőszerterhelése magas (Parrón és mtsai, 2013).

Noha a növényvédő szereknek való kitétség és a rák közvetlen bizonyítékai valamelyest ellentmondásosak, egyes növényvédő szerek és számos daganatos betegség kapcsolatának mintázata mégis kirajzolódik (1. táblázat). Ezeket az anyagokat különféle olyan WHO besorolásokkal minősítik, melyek az „elhanyagolható kockázattól” a „rendkívül kockázatosig” terjednek. Egyiket sem minősítik azonban egyértelműen rákkeltő tulajdonságúnak. Ebből látszik, milyen nehéz minden kétséget kizáró bizonyítékokat találni az irányelveket megváltoztatására, így ezek közül a hatóanyagok közül sokat továbbra is használnak a mezőgazdaságban.

1. táblázat Gazdálkodók és növényvédőszer-felhasználók bizonyos daganatos betegségeivel szignifikáns kapcsolatot mutató növényvédő szerek a szakirodalomban. Az Agricultural Health Society [Mezőgazdasági Egészségügyi Társaság] (Weichenthal és mtsai, 2010) közreadott eredményei és a WHO osztályozása az IUPAC növényvédő szer adatbázisa alapján.* A WHO osztályozás rövidítései: U = valószínűleg nem károsít, O = forgalomból kivonva, SH = kissé kockázatos, MH = közepesen kockázatos, EH = rendkívül kockázatos. Az európai korlátozás adatai az Európai Bizottság EU-s növényvédőszer-adatbázisa szerint.**

Növényvédő szer	Osztály	Daganatos megbetegedés típusa	WHO osztály	Európai korlátozás
Alaklór***	szerves klórvegyület	nyirok, vér és csontvelő****	MH	van
Aldikarb***	karbamát	vastagbél	EH	van
Karbaril	karbamát	melanóma	MH	van
Diazinon***	szerves foszforsavészter	nyirok és csontvelő, tüdő, leukémia	MH	van
Dikamba***	benzoesav	tüdő, vastagbél	MH	nincs
Dieldrin	klórozott szénhidrogén	tüdő	O	van
Klórdán	szerves klórvegyület	végbél, leukémia	MH	van
Klórpirifosz***	szerves foszforsavészter	nyirok és csontvelő, tüdő, végbél, agy	MH	nincs
EPTC*** (S-etil-dipropiltiokarbamát)	tiokarbamát	leukémia, vastagbél, hasnyálmirigy	MH	van
Fonofosz	szerves foszforsavészter	leukémia, prosztata (családi kórelőzmény esetén)	O	van
Imazetapir***	imidazolinon	vastagbél, húgyhólyag	U	van
Metolaklór***	klóracetamid	tüdő	SH	van
Pendimetalin***	dinitroanalin	tüdő, végbél, hasnyálmirigy	MH	nincs
Permetrin***	szintetikus piretroid	mielóma multiplex	MH	van
Trifluralin***	dinitroanalin	vastagbél	U	van

* <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>

** http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/?event=homepage&language=EN

*** A karcinogenitást az USA Környezetvédelmi Ügynöksége 2009 márciusában nevesítette, ha a növényvédő szerek szignifikáns összefüggést mutattak kitettség esetén legalább egy daganatos betegséggel.

**** Beletartozik minden limfóma, leukémia és mielóma multiplex.

2.2.1. Prosztatarák

Számos tanulmány, többek között mezőgazdasági munkásokon végzett vizsgálatok utalnak arra, hogy a növényvédő szerek, különösen a klórozott szénhidrogének használatával összefüggésben növekedhet a prosztatarák kockázata (Band és mtsai, 2010). A klórozott szénhidrogéneknek kitettek között azoknál volt magasabb a prosztatarák kockázata, akiknek a családjában már előfordult a betegség (Alavanja és mtsai, 2003; Alavanja és Bonner, 2012; Mills és Shah, 2014).

2.2.2. Tüdőrák

Mivel a legtöbb tüdőrák összefügg a dohányzással, különösen nehéz más anyagok hatását vizsgálni. Ezért a kutatásoknak a dohányzás hatásával kell korrigálniuk az eredményeket, hogy megállapítható legyen más vegyi anyagok hozzáadódása. Noha azt feltételezik, hogy a mezőgazdasági dolgozók – minthogy szabadban élnek, fizikai munkát végeznek – a többi lakossági csoportnál kevesebbet dohányoznak, az egyes növényvédő szereknek (pl. klórpirifosz) való tartós kitettség esetén általában mégis van némi bizonyíték arra, hogy ezek a munkások nagyobb számban fognak tüdőrákot kapni (Lee és mtsai, 2004a; Lee és mtsai, 2004b; Alavanja és Bonner, 2012).

2.2.3. Ritka daganatos betegségek

Bizonyos ritkábban diagnosztizált daganatos betegségek esetében vannak bizonyítékok arra, hogy összefügghetnek különféle munkahelyi egészségi ártalmakkal. Sok más anyag mellett a növényvédő szereknek való hosszú távú munkahelyi kitettség vélhetően összefügg a mielóma multiplex, a csontszarkóma, valamint a csontokban és az azokat környező szövetekben kialakuló Ewing-szarkóma növekvő kockázatával (Merletti és mtsai, 2006; Perrota és mtsai, 2008; Vinson és mtsai, 2011; Pahwa és mtsai, 2012; Charbotel és mtsai, 2014). A Hodgkin-kór (egy nyirokrákfajta) bizonyos esetei szintén összefügghetnek a növényvédő szereknek, különösen a klórpirifoszhoz való kitettséggel (Khuder és mtsai, 1999; Orsi és mtsai, 2009; Karunayake és mtsai, 2012).

A leukémia (vérrák) különböző formái a daganatos betegségek változatos csoportját alkotják, s arról ugyan kevés ismeret áll rendelkezésünkre, hogy mely típusú növényvédő szerek a betegség melyik formájával hozhatók kapcsolatba, úgy tartják, hogy általában lehet összefüggés a munkahelyi növényvédőszer-kitettség és az akut mieoloid leukémia között (Van Maele-Fabry és mtsai, 2007; Alavanja és mtsai, 2013). Ez a fajta leukémia ugyan ritka, de a felnőtt megbetegedések között ez a leggyakoribb. Vélhetően egy másik ritka betegség, a hajas sejtes leukémia nagyobb kockázata is összefügg a klórozott szénhidrogéneknek és szerves foszforsavésztereknek való munkahelyi kitettséggel (Orsi és mtsai, 2009).

2.2.4. Genetikai hajlam

A növényvédő szerek számtalan módon okozhatnak daganatot. A DNS közvetlen károsodása (genotoxicitás) valószínűleg az olyan a mezőgazdasági munkásoknál következik be, akik szerves foszforsavészterekkel, karbamátokkal, piretroidokkal és összetett növényvédőszer-keverékekkel érintkeznek, bár más tényezőknek is szerepe lehet (Bolognesi, 2003; Bolognesi és mtsai, 2011). A lakosságon belül egyes emberek, eltérő genetikai jellemzőik miatt, veszélyeztetettebbek lehetnek, mint mások. Számos génről tudjuk, hogy növényvédő szereket méregtelenítő enzimeket kódol, mások pedig a DNS javításában vesznek részt. Egyes emberek ezeknek a géneknek olyan variánsait hordozzák, melyek kevésbé hatékony enzimeket kódolnak, következésképpen az ő szervezetük kitétség esetén kevésbé képes megbirkózni ezekkel a vegyszerekkel. Vélhetően ez is része annak a mechanizmusnak, mely közrejátszik abban, hogy egyeseknél nagyobb valószínűséggel alakul ki rák, mint másoknál, bár ezen a területen továbbra is nagy a bizonytalanság.

Alavanja és munkatársai (2013) megjegyzik, hogy a növényvédő szerek rákkeltő (karcinogén) tulajdonságaira való genetikai fogékonyság fontos tényező a betegség kialakulásában. Az ilyen genetikai hajlamú egyének azonban annyira gyakoriak a jelenlegi emberi népességben, hogy azonosításuk és kitétségük a megszüntetése nem kivitelezhető a gyakorlatban.

4. szövegdoz

Egyes gazdálkodók nagyobb fogékonysága a DNS-károsodásra

Egyebek közt egy tajvani gyümölcstermelőket vizsgáló kutatás számol be arról, hogy egyes emberek fokozottabban érzékenyek a növényvédő szerekre (Liu és mtsai, 2006). Ezek a munkások majdnem 30-féle növényvédő szernek voltak kitéve napi munkájuk során. A kutatás azt vizsgálta, vajon van-e összefüggés a gazdálkodók növényvédőszer-kitétsége és a DNS-károsodás észlelt mértéke között, s vajon vannak-e eltérő génváltozatuk következtében erre hajlamosabb gazdálkodók.

Tudvalevő, hogy a géneknek van egy csoportja, a GST gének, melyek szerves vegyületeket – beleértve többféle növényvédő szert – méregtelenítő enzimeket kódolnak. Liu és munkatársai (2006) gazdálkodókon végzett vizsgálatai arra utalnak, hogy **azok az egyének, akik a GST-gén egy bizonyos változatát hordozták (GSTP1 Ille-Ille), a DNS-károsodás nagyobb veszélyének voltak kitéve**, különösen, ha a leginkább kitétt csoporthoz tartoztak.

2.3. Növényvédő szerek és az idegrendszer károsodásai

Sok növényvédő szert, különösen rovarirtókat úgy fejlesztenek ki, hogy a kártevők idegrendszerét támadják. Ezek az anyagok ezért idegméregként hathatnak a nem célzott állatokra is, sőt (néhány esetben) emberekre és más emlősökre is (Björling-Poulsen és mtsai, 2008). A jelentős növényvédőszer-kitettség gyerekek idegrendszeri fejlődésére gyakorolt hatásai alaposan feltártak, az egyes felnőttkori idegrendszeri megbetegedésekkel való kapcsolat azonban kevésbé ismert, bár úgy tartják, hogy kialakulásukat a környezeti tényezők és a genetikai felépítés együttesen okozhatják. Noha mindenképpen az öregedés a legnagyobb kockázati tényező, a növényvédő szerek kis adagjainak való tartós kitettséget ugyancsak kiváltó okként jelölik meg. Az e környezeti tényezők és a genetikai alapok közötti összjáték hátterében megbúvó mechanizmusok feltárása a jövőbeli kutatások fontos terepe kell hogy legyen (Baltazar és mtsai, 2014).

2.3.1. Parkinson-kór

A Parkinson-kór gyakori idegrendszeri elváltozás, melyet a középagyú idegsejtvesztés jellemez. Az agynak ezen a részén lévő mozgásszabályozó sejtek megbénulnak, minek következtében a beteg remegéstől és lassuló mozgástól, egyensúlyi zavaroktól és néha magatartásának megváltozásától szenved (Chillar és mtsai, 2013). A Parkinson-kór, melynek kiváltó okai összetettek, kapcsolatban áll az öregedéssel, a nemmel és genetikai tényezőkkel is, melyekhez hozzáadódnak a környezeti tényezők, például a növényvédő szereknek való kitettség (Wang és mtsai, 2014).

Számos kutatás kimutatta, hogy a mezőgazdasági dolgozók és a növényvédő szereket permetező munkások növényvédő szereknek való kitettsége statisztikailag összefügg a Parkinson-kór kialakulásának nagyobb kockázatával (Van Maele-Fabry és mtsai, 2012). Van der Mark és munkatársai (2012) 46 olyan kutatást tekintettek át, mely a Parkinson-kór és a növényvédő szerek összefüggéseit vizsgálta. Konklúziójuk: a kockázatok becslése erőteljesen arra utal, hogy a Parkinson-kór kifejlődésének valószínűségét növeli a növényvédő szereknek, különösen a gyomirtóknak és/vagy a rovarirtóknak való kitettség.

A klórpírifosznak és a klórozott szénhidrogéneknek nagyobb befolyásuk lehet a Parkinson-kór kialakulására, bár, ahogyan a rák és a kitettség esetében, nehéz határozott ok-okozati összefüggést felállítani (Elbaz és mtsai, 2009; Freire és Koifman, 2012). Egy Észak-Indiában élő népcsoport vérében az átlagosnál nagyobb mennyiségű β -HCH-t és dieldrint találtak, s náluk a Parkinson-kór kialakulásának is nagyobb volt a kockázata (Chillar és mtsai, 2013).

Egy kaliforniai mezőgazdasági térségben végzett kutatás szintén arról számolt be, hogy azoknál, akik azon a területen élnek vagy dolgoznak, s emiatt vannak kitéve szerves foszforsavésztereknek, összefüggés található a Parkinson-kór kialakulásának nagyobb kockázatával (Wang és mtsai, 2014). Az ebben a kutatásban vizsgált 26 szerves foszforsavészter mind kapcsolatba volt hozható a betegség kialakulásának nagyobb valószínűségével. Pezzoli és Cereda (2013) arra jutott, hogy a parakvát nevű gyomirtónak való munkahelyi kitettség szintén 2-szeresére növeli a Parkinson-kór kialakulásának kockázatát. Ez a hatóanyag még a világ számos országában engedélyezett, de az USA-ban és Európában már betiltották.

GENETIKAI HAJLAM ÉS PARKINSON-KÓR

Népességszintű vizsgálatok kimutatták, hogy – miként a rák esetében – azok az emberek, akik a növényvédő szerek vegyületeinek szervezeten belüli lebontásában szerepet játszó gének adott változatait hordozzák, fogékonyabbak arra, hogy a növényvédő szereknek való kitettség után nagyobb valószínűséggel fejlődik náluk ki a Parkinson-kór. Ezek a génváltozatok elterjedtek az emberi populációban.

Fong és mtsai (2007) arról számoltak be, hogy Tajvan délnyugati részén két konkrét gén (MnSOD és NQO1) egyik változatát hordozó gazdálkodók között az általános népességben tapasztaltnál nagyobb valószínűséggel alakul ki a Parkinson-kór. Azokban, akik a génnek ezzel a változatával rendelkeznek, hibás enzimek termelődnek, ami növelheti a Parkinson-kór kialakulásának nagyobb kockázatához vezető agyszöveti károsodás veszélyét. Ezeknél az embereknél a Parkinson-kór kialakulásának kockázata 2,4-szerese a normál génváltozattal rendelkezőkéhez képest. Azoknál a gazdálkodóknál, akik mindkét génnek a szóban forgó változatával rendelkeztek, a Parkinson-kór kialakulásának veszélye négyeszeres volt.

Egy másik enzim, a paroxináz 1, melyet a PON1 gén kódol, kulcsfontosságú szerepet tölt be a szervesfoszforsavészter-tartalmú növényvédő szerek szervezeten belüli semlegesítésében (Mantripragada és mtsai, 2010). Az általános népességben gyakori a PON1 gén egy bizonyos változata. Ezek az emberek kevésbé hatékonyan méregtelenítik a szerves foszforsavésztereket. Ebben az esetben is azoknál volt a legnagyobb a kockázata a Parkinson-kór kialakulásának, akik Kalifornia egyik mezőgazdasági térségében élnek és dolgoznak, és a génnek egy adott változatát hordozzák (2,8-3,5-szer nagyobb, mint azoké, akiknek normális génjei vannak, és a térségen kívül élnek, nem kitéve növényvédő szerek ártalmainak) (Lee és mtsai, 2013b).

A GSTP gének egyes változatai (különösen a GSTO-1) olyan fehérjéket termelhetnek, melyek ahelyett, hogy egy adott növényvédő szert méregtelenítenének, tulajdonképpen még növelhetik is a vegyület toxicitását, mert egy még mérgezőbb bomlásterméket állítanak elő, mely az agyat tovább károsíthatja. Ezekben az esetekben, azok, akik egy bizonyos GSTP-1 változattal rendelkeznek, hajlamosabbak a Parkinson-kórra (Menegon és mtsai, 1998).

OTTHONI NÖVÉNYVÉDŐ SZEREK ÉS A PARKINSON-KÓR

Ahogy a növényvédő szerek munkahelyi használói, úgy az azokat a házban és ház körül használók is hajlamosabbak lehetnek a Parkinson-kórra kitettségük következtében. Narayan és munkatársai (2013) úgy találták, hogy az USA társadalmában a növényvédő szerek, különösen a szerves foszforsavészterek használata 70–100%-kal növelte a Parkinson-kór kialakulásának esélyét. A szervesfoszforsavészter-alapú növényvédő szerek gyakori otthoni felhasználói közül azoknak, akik a PON1 gén egy adott változatát hordozták, megint csak 2,6-3,7-szer nagyobb esélyük volt a Parkinson-kór kialakulására.

2.3.2. A demencia és az Alzheimer-kór

Az Alzheimer-kór az időskori elbutulás (demencia) egyik leggyakoribb formája. Kialakulásáért 70%-ban genetikai tényezők felelősek, emellett kockázatot jelent az elhízás, a dohányzás, a mozgásszegény életmód, a magas vérnyomás és a cukorbetegség is (Ballard és mtsai, 2011). Ezekben a jól ismert tényezőknél túl egyre több bizonyíték utal arra, hogy az egyes növényvédő szereknek, különösen a szerves foszforsavésztereknek való tartós kitettség is hozzájárulhat a betegség kialakulásához (Zaganas és mtsai, 2013). Néhány kutatás például kimutatta, hogy kapcsolat van a hosszú távú kitettség és a kognitív, viselkedési és pszichomotorikus működési zavarok növekedése között (Costa és mtsai, 2008). Az éréredetű (vaszkuláris) demencia, amely az időskori elbutulás egy másik gyakori formája, szintén összefüggésben lehet a növényvédő szereknek való kitettséggel. Úgy tűnik, ezeknél a demenciatípusoknál, ahogyan más degeneratív betegségeknél is, kapcsolat van a genetikai hajlam és a növényvédő szereknek való kitettség között, legvalószínűbben a méregtelenítő enzimek és az azokat kódoló, meghatározott gének szerepe miatt (Zaganas és mtsai, 2013).

2.3.3. Egyéb idegrendszeri hatások

AMIOTRÓFIÁS LATERÁLSZKLERÓZIS (ALS)

A 100 000-ból 1-2 embert érintő ALS az akaratlagosan mozgatható izmokat beidegző agyi és gerincvelői mozgató idegsejtek pusztulásával járó, ritka, gyors lefolyású, végzetes neurodegeneratív betegség, melynél az agy és a gerincvelő motoros idegsejtjei sérülnek. Az esetek nagyjából 10%-ának van családi előzménye, de az olyan környezeti hatásokról, mint amilyen az oldószereknek, a fémeknek és a szerves foszforsavésztereknek való kitettség, azt tartják, hogy növelik a betegség kialakulásának kockázatát (Kamel és mtsai, 2012). Az akut szervesfoszforsavésztermérgezés is összefüggésben lehet az ALS kialakulásával. További kutatásokra van szükség, hogy az emberek különböző növényvédőszer-típusoknak való kitettségét, és betegség kialakulásával való korreláció erősségét vizsgálni lehessen (Baltazar és mtsai, 2014).

AZ IDEGRENDSZERI FUNKCIÓK ÁLTALÁNOS KÁROSODÁSA

A növényvédő szerek kipermetezését végző mezőgazdasági munkásokat időnként érhet olyan baleset, melyben véletlenül nagy mennyiségű növényvédő szernek vannak kitéve. Ilyesmi viszonylag gyakori lehet a növényvédő szerek kijuttatóinak körében, és bekövetkezhet a felszerelés meghibásodásából vagy a növényvédő szerek helytelen bekeverési, töltési és felhasználási gyakorlatából (Starks és mtsai, 2012a). Az USA mezőgazdasági egészségügyi vizsgálata szerint azoknál az embereknél, akiknek az életében ilyen esemény bekövetkezett, átlagosnál lassabb reakciókat mutattak ki a térbeli látást vizsgáló, kétféle idegrendszeri teszten. Starks és munkatársai (2012a) arra következtettek, hogy az ilyen eseményeknek hosszú távú káros idegrendszeri hatásai lehetnek.

Azok a mezőgazdasági dolgozók és növényvédőszer-felhasználók, akik hosszabb ideje folytatták már a foglalkozásukat, alacsony szintű, ám tartós növényvédőszer-terhelésnek lehetnek kitéve. Ez, illetve különösen a szerves foszforsavésztereknek való kitettség károsíthatja mind a központi (az agy és a gerincvelő), mind a környéki (a szerveket és a végtagokat az aggyal és a gerincvelővel összekötő idegek) idegrendszert. Ismail és munkatársai (2012) 17 olyan megjelent tanulmányt vizsgáltak, melyek együttesen arra utalnak, hogy a szerves foszforsavészterek kis mennyiségeinek való krónikus kitettség károsan hat azokra az agyi funkciókra, melybe beletartozik a figyelem, a beszéd, a látás, az emlékezet és az érzelmek megváltozása (beleértve az olyan kórképek előfordulását is, mint például a depresszió).

Starks és munkatársai (2012b) arról számoltak be, hogy tíz különböző szerves foszforsavészternek való kitettség kapcsolatba hozható a környéki idegrendszernek bizonyos orvosi tesztekkel kimutatható gyengébb működésével. Különösen a nagylábujj önérzékelése (annak a képességnek a hiánya, hogy becsukott szemmel érzékeljük: a nagylábujjunktat felfelé vagy lefelé mozdítják-e) függött össze a klórpírifosz, a kumafosz, a diklórfosz, a fonofosz, a foszmet és a tetraklórvinfosz használatával.

Ezek az eredmények egybevágnak 14 másik kutatás metaanalízisével (1600 résztvevő), melyek mindegyikét következetesen úgy tervezték meg, hogy az alacsony szintű szervesfoszforsavészter-terhelés és az idegrendszeri funkciók károsodása közötti összefüggéseket vizsgálják statisztikailag (Mackenzie Ross és mtsai, 2013). Az elemzés megállapította, hogy ezek a kutatások a kis mennyiségű, de tartós szervesfoszforsavészter-terhelésnek a kicsitől a közepesig terjedő, szignifikáns hatását tárták fel a kognitív funkciókra (különösen a pszichomotoros sebesség, a memória és a tér-vizuális képességek esetében). Mackenzie Ross és munkatársai (2010) azon juhtenyésztők idegrendszeri funkcióiban is jelentős hiányosságokat tártak fel, akik a szokásos parazitaellenes kezelések során alacsony szintű szervesfoszforsavészter-terhelésnek voltak kitéve. Ezen anyagok hatását, különösen kis mennyiség esetén, eddig alábecsülték, aminek súlyos következményei vannak más iparágakban dolgozóakra is. A légi közlekedésben például a repülőgépek üzemanyagához kevernek többféle szerves foszforsavészter kenőanyagot is.

2.4. Immunrendszeri hatások

A növényvédő szerek immunotoxicitását vizsgáló kutatások eredményei összetett képet rajzolnak ki. Az eltérő kísérleti módszerek, a megfelelő (nem terhelt) kontrollcsoportok megtalálása és a növényvédő szereknek való kitétség pontos számszerűsítésének nehézségei problémássá teszik a következetes ok-okozati összefüggések feltárását. Mindesetre az állatokon végzett vizsgálatok arra utalnak, hogy a növényvédő szerek hatásának az immunrendszer is célpontja lehet, olyan mechanizmusokon keresztül, melyek emberekben is működnek. Ezek vagy valamelyik vegyszer iránti túlérzékenységhez (immunstimuláció), vagy bizonyos esetekben, különösen gyerekekben, az immunrendszer elnyomásához vezetnek (immunszuppresszió) (Corsini és mtsai, 2013).

Vannak bizonyítékok, amelyekből arra lehet következtetni, hogy a többféle növényvédő szernek való munkahelyi kitétség egyaránt közrejátszhat az allergiás asztma és az allergiás orrfolyás

kialakulásában, bár a kutatási eredmények kevéssé meggyőzőek (Corsini és mtsai, 2013). Azoknál a gazdálkodóknál például, akiket érintett az USA mezőgazdasági egészségügyi vizsgálata, a felmérés szerint kétszeres esély volt az asztma kialakulására, és ez talán összefüggött számos növényvédő szernek, köztük a kumafosznak, a heptaklórnak, a parationnak, az etilén-bromidnak, és a szén-tetrakloridból illetve szén-diszulfidból álló keverékeknek való kitétségükkel (Hoppin és mtsai, 2010). Emellett Slager és munkatársai (2010) arról számoltak be, hogy a glifozát, a diazinon, a klórpírifosz, a diklórfosz, a malation, a karbaril, a permetrin és a kaptán használata hozzájárulhat a gazdálkodók ismétlődő allergiás orrfolyásának kialakulásához. Bizonyos növényvédő szerek (pendimetalin és aldikarb) használata felerősíthetik a már ismert asztmások tüneteit (Hennenberger és mtsai, 2014).

A kritikus kort (klimax) átlépett nők otthoni és munkahelyi növényvédőszer-kitétséghez köthető autoimmun betegségei közé többek között a reumás ízületi gyulladás (reumatoid arthritis) és a szisztémás lupusz eritematózus tartoznak (Parks és mtsai, 2011).

2.5. Hormonrendszeri hatások

2.5.1. Pajzsmirigy-betegség

Kísérletek tanúsága szerint sok növényvédő szer rombolja az endokrin rendszert, s ezzel az egész testben megzavarhatják számos hormon funkcióját (Mnif és mtsai, 2011; Mandrich és mtsai, 2014). A pajzsmirigyhormonok termelődését az olyan anyagok gátolják, mint az amitrol, a cihalotrin, a fipronil és a pirimetanil. A pajzsmirigyhormonok szintje megváltozott azoknál a virágkertészeknél, akik különböző szerves foszforsavésztereknek voltak kitéve (Lacasaña és mtsai, 2010).

Más növényvédő szerek is megváltoztathatják a pajzsmirigyhormonok szintjét, és potenciálisan pajzsmirigy betegséget okozhatnak. Az USA mezőgazdasági egészségi vizsgálatában a mezőgazdasági területen lakó vagy dolgozó,

növényvédő szerek kijuttatását végző férfiak feleségeinél az általános népességhez képest megnőtt a pajzsmirigy-megbetegedések száma (Goldner és mstai, 2010). Az ezeknél az asszonyoknál nagyobb arányban tapasztalható pajzsmirigybetegségeket különböző szerves klór tartalmú rovarirtóknak és a benomil, illetve maneb/mankozeb (karbamátok) nevű gombaölőnek való kitétséggükkel hozták összefüggésbe.

Brazília egyik térségéről kimutatták, hogy súlyosan szennyezett szerves klórszármazékokkal. Freie és munkatársai (2013) egy 608 főből álló populációt (303 férfi, 305 nő) vizsgálva az átlagosnál magasabb arányú pajzsmirigy-tútelengést találtak. Nemek szerint is voltak különbségek: a nőkben a pajzsmirigyhormonok magasabb szintje volt mérhető, a férfiakban pedig az általános népességben megfigyeltnél kisebb volt ez az érték.

2.5.2. A növényvédő szerek és a nemi hormonok

Az in vitro (kémcsőben vagy sejttenyészetben) lefolytatott kísérletek is alátámasztják azokat a megfigyeléseket, melyek szerint a nemi hormonok széteshetnek bizonyos növényvédő szerek hatására (Kjelsden és mtsai, 2013). Andersen és munkatársai (2008) arról számoltak be, hogy azoknak a nőknek a fiai lassabban fejlődnek, akik terhességük során üvegházban végzett munkájuk során növényvédő szereknek voltak kitéve. Dániában viszont az olyan nők lányainak, akik terhességük első harmadában üvegházban dolgoztak, hamarabb fejlődött ki a melle, mint más lakossági csoportokban, noha az iskoláskort elérve hormonszintjük kortársaikéhoz hasonló volt (Wohlfahrt-Veje és mtsai, 2012).

Arra is van bizonyíték, hogy a férfiak és nők termékenysége egyaránt csökkenhet nagyobb növényvédőszer-kitétség hatására (Abell és mtsai, 2000; Oliva és mtsai, 2001). Ez különösen azoknak jelenthet gondot, akiknek amúgy is korlátozott a termékenysége valamilyen fennálló genetikai vagy egészségügyi ok miatt.

2.6. Növényvédőszer-mérgezés

A rendelkezésünkre álló adatok túlságosan korlátozottak ahhoz, hogy teljes elemzést lehessen készíteni a növényvédő szereknek való krónikus kitétségről, noha rengeteg bizonyíték van komoly hatásokra. Ennek ellenére 2002-ben a szándékos növényvédő szeres önmérgezések egyes feltételezések szerint 186 000 halálesetet eredményeztek, bár más becslések ezt a számot 258 000-re tették (Plus-Ustun és mtsai, 2011). 2002-ben az összes öngyilkosság egyharmadát követték el növényvédő szerrel, 2004-ben pedig a véletlen mérgezések 71%-át gondolták megelőzhetőnek a kémiai biztonsági módszerek javításával (WHO, 2008; Gunnell és mtsai, 2008). A véletlen növényvédőszer-mérgezésekben a leginkább veszélyeztetett csoport a gyerekeké, különösen a 0–4 éves korosztály (Perry és mtsai, 2014). A halálos kimenetelű növényvédőszer-mérgezések közül a legtöbbet a szerves foszforsavészterek okozták. A súlyos szervesfoszforsavészter-mérgezések úgynevezett „kolinerg szindrómában” öltenek testet, melynél különféle idegrendszeri hatások jelentkeznek, például homályos látás, fejfájás, összefolyó beszéd, kóma, görcsök és a légzőrendszer blokkja. Néhány esetben a mérgezés késleltetett neuropátiát okozhat, melynél az idegsejtek idővel degenerálódnak, bár lezajlásának folyamatát nem ismerjük (Björning-Poulsen és mtsai, 2008). Ennek értelmében erőteljesen bizonyítottnak látszik, hogy egy súlyos szervesfoszforsavészter-mérgezés túlélőinek az idegrendszere hosszú távú károsodást szenvedhet.



Növényvédő szerek
permetezése Yunnanban (Kína)
© Greenpeace / Simon Lim

3. Az ipari mezőgazdaság hatásai a természetes élőhelyekre



Nagyábrás szántóföldi művelés
Franciaországban
© Greenpeace / Emile Loreaux

E jelentés elsősorban a növényvédő szerek közvetlen használatával, és közvetett hatásaival járó egészségügyi kockázatokat kívánja bemutatni.

Abból, hogy túlzottan hagyatkozunk a növényvédő szerekre, továbbá abból, hogy az ezekkel a vegyszerekkel kivitelezett ipari mezőgazdaság fenntarthatatlan rendszerben működik, semmiképpen sem ez a fenyegetés jelenti persze az egyetlen problémát.

A környezetbe kijuttatott növényvédő szerekről régóta ismert, hogy környezetünkben számos fajcsoportra károsan hatnak. A szerves klórvegyület alapú növényvédő szerek széleskörű használata az 1960-as és 1970-es években a vadon élő állatok számának drámai csökkenéséhez vezetett a világ számos pontján, mely jelenségnek talán a ragadozó madarak pusztulása a legérzékenyebb példája (Köhler és mtsai, 2013). A DDT-t, a dieldrint és egyéb mérgező szerves klór származékokon alapuló növényvédő szereket, melyek a madarak és egyéb vadon élő fajok pusztulását okozták akkoriban, később betiltották a mezőgazdaságban. Azóta azonban egyes madarak és vadméhek számának csökkenésében, valamint a vízi életközösségekben tapasztalt változásokban (Beketov és mtsai, 2013; Kennedy és mtsai, 2013; Hallmann és mtsai, 2014) is összefüggéseket fedeztek fel a korábbiak pótlására bevezetett újabb generációjú növényvédő szerek széleskörű és ismétlődő felhasználásával. A növényvédő szerek a Föld minden élőhelyén jelen vannak, és tengeri és szárazföldi emlősökben egyaránt rendszeresen kimutatják őket (Carpenter és mtsai, 2014; Law, 2014).

Amikor Európa mezőgazdasági területein elterjedt az iparszerű gazdálkodás, a növényvédő szerek ipari léptékű felhasználása miatt és számos egyéb okból visszaszorultak a természetes élőhelyek. Az ipari gazdálkodásra jellemző nagyobb méretű szántók kialakítása érdekében felszámolták a sövény sorokat, erdőket és mezsgyéket, melyek egykor számos fajnak biztosítottak fészkelő- és táplálékkereső helyet. Ezen élőhelyek elvesztése hozzájárult számos faj egyedszámának csökkenéséhez, beleértve a méheket, egyéb beporzókat, ragadozó gerincteleneket és a kertek, szántók közelében fészkelő madarakat (Kennedy és mtsai, 2013; Goulson, 2014; Hallmann és mtsai, 2014; Allsopp és mtsai, 2014).

A rovarirtó szerek nemcsak a célszervezetet jelentő kártevőfajt ölhetik meg, hanem más gerinctelen fajok képviselőit is, melyek a madarak táplálékául szolgálnának. Ezen túl a gyomfajok ellen bevetett gyomirtók számos olyan, jótékony hatású növényfajt is elpusztítanak a földeken, a szántóterületeken és azok peremén, melyek menedéket és élelmet biztosítanak a madaraknak és más vadon élő állatfajoknak.

Jelenleg a kétélűek a leginkább veszélyeztetett és leggyorsabban csökkenő népségű fajcsoport bolygónkon, és világszerte visszaszorulóban vannak minden élőhelyről. Brühl és munkatársai kutatási eredményei (2013) szerint, a békák a jelenleg a mezőgazdaságban használt koncentráció mellett már rendkívül érzékenyek a növényvédő szerek mérgező hatásaira.

Christin és munkatársai (2013) mintákat vettek Észak-Amerika legelterjedtebb békafajcsoportjából, az északi leopárdbékából, és azt találták, hogy a mezőgazdasági művelés (többnyire intenzíven termesztett kukorica és szója) területein élő békák kisebbek, és az immunrendszerük elváltozásokat mutat, ami potenciálisan sebezhetőbbé teszi őket a betegségekre és a fertőzésekre.

Mindez csupán néhány szemléltető példa a növényvédőszer-szennyeződések vadon élő állatokra és az ökoszisztémákra gyakorolt hatásáról, ezeket a témákat más tanulmányainkban részletesebben tárgyaljuk. Nyilvánvaló azonban, hogy bár az emberek megvédése a növényvédő szereknek való kitettségtől már önmagában is kényszerítő ok arra, hogy elmozduljunk az ökológiai mezőgazdaság által kínált, fenntartható rendszer felé, semmiképpen sem ez az egyetlen érv egy ilyen irányú változtatás mellett, és nem ez az egyetlen előny, amely ebből származna.

4. Következtetések



Egy spárgasalátaföldön összegyűjtött növényvédőszer-csomagolások (Hebei, Kína)
© Greenpeace / LiGang

A mezőgazdasági területeken használt és esetenként az asztalunkra kerülő élelmiszerben is megtalálható növényvédő szerek veszélyeztetik a mezőgazdasági dolgozók és a teljes lakosság, különösen a gyerekek egészségét.

Széleskörű tényanyag támasztja alá, hogy egyes növényvédő szerek szignifikáns kockázati tényezőt jelentenek számos idült betegség, például a különböző daganatos megbetegedések, neurodegeneratív megbetegedések (pl. Parkinson- és Alzheimer-kór) és az újszülötteket érintő betegségek tekintetében. Közvetett bizonyítékok mutatnak továbbá arra, hogy a növényvédő szereknek való kitettség összefüggésbe hozható az immunrendszer működésének megzavarásával és a hormonháztartás egyensúlyának felborulásával. Bár szükségszerűen nehéz lenne kivitelezni azokat a nagyléptékű kísérleteket, melyeknek célja ezen humán egészségügyi problémák oksági tényezőinek közvetlen bizonyítása, az egyes növényvédő szereknek való kitettség és az egyes betegségek előfordulása közötti statisztikai kapcsolat olyan mértékű, hogy lehetetlen figyelmen kívül hagyni. Még nem értjük teljesen, hogy ezek a vegyszerek milyen mechanizmusok révén okoznak betegséget, bár a kutatási eredmények azt sugallják, hogy a méregtelenítő enzimek működésének károsítása, valamint a szervezet különböző részein található ioncsatornák és receptorok által közvetített hatások is meghatározó szerepet játszhatnak a folyamatban (Mostafalou és Abdollahi, 2013).

A népesség egyes tagjai továbbá genetikailag fogékonyak a növényvédőszer-kitettség egészségügyi következményeire, és emiatt valószínűleg nagyobb veszélyben vannak, mint mások. Amíg azonban a növényvédő szerek rutinszerű alkalmazására hagyatkozunk, addig megoldhatatlan feladat az ehhez hasonló különbségek felmérése és egy mindenki számára magas szintű védelmet adó szabályozás kialakítása.

Ráadásul az epigenetikus transzgenerációs generációkon átívelő öröklődés révén a növényvédő szereknek még ki nem tett jövő nemzedékek is veszélybe kerülnek.

Számos, a mezőgazdaságban használt szintetikus növényvédő szer nem bomlik le, ezért széles körben megtalálható a környezetben, így az ételeinken és környezetünkön keresztül vegyszerek egész koktélljának vagyunk kitéve.

A bizonyítható tények arra mutatnak, hogy ez a kitettség nagyrészt olyan vegyszerek többszörösen összetett keverékeként jelentkezik, melynek mérgező hatása, különösen hosszabb időtávot tekintve, ismeretlen (Reffstrup és mtársai, 2010). Egyes esetekben ezen anyagok úgy léphetnek egymással kapcsolatba, hogy keverékeik megjósolhatatlan mértékben, olykor az egyes összetevők külön-külön gyakorolt hatásánál is erősebben mérgezők. Bár történtek már próbálkozások az ilyen kapcsolódások mérgező hatásának leírására, nem állnak rendelkezésünkre nemzetközileg elfogadott irányelvek ezeknek a kockázatoknak a becsléséhez. A növényvédő szerek ráadásul természetesen nem az egyedüli veszélyes vegyszerek, melyeknek szervezetünk napról napra ki van téve.

A fentiek fényében elkerülhetetlen és sürgős feladat csökkenteni, illetve ahol lehetséges, megszüntetni az emberek veszélyes vegyszereknek való kitettségét.

A mezőgazdaságban használt vegyszerek esetében ehhez alapjában kell újragondolnunk és megváltoztatnunk a mezőgazdasági művelési módokat, annak érdekében, hogy csökkentsük a szintetikus növényvédő szereknek való kitettségünket, és megvédjük az olyan különösen érintett és/vagy sérülékeny csoportok, mint a mezőgazdasági munkavállalók és a gyerekek, valamint a teljes népesség és az élővilág egészségét.

5. A megoldás



Zöldségek egy magyarországi biogazdaságban
© Greenpeace / Járdány Bence

Annyiféle, az egészségre és általánosságban az élővilágra káros növényvédő szer van forgalomban, hogy az egyes kiválasztott növényvédő szerek használatának csökkentését célzó stratégiák nem képesek megvédeni az emberek egészségét. E kockázatok elkerülése szempontjából döntő jelentőségűek a szintetikus növényvédő szerek használatának teljes megszüntetése és az ökológiai gazdálkodás elterjesztésének irányába tett lépések.

A növényvédelemnek többszintű megközelítésben kell működnie, melyben a táj sokszínűségét fokozva beporzó rovaroknak és természetes növényvédelmet biztosító fajoknak teremtünk élőhelyet. Ez a fajta funkcionális természeti sokféleség tovább növelhető a növényzet célirányos kezelésével. A természetett fajok és fajták sokfélesége, a vetésforgó és az ugaroltatás növelik a talaj termékenységét és a kártevőkkel szembeni ellenálló képességet. A természetes növényvédelem eszközeit, mint például a jótékony baktériumokat, vírusokat, rovarokat és fonálférgeket máris sikeresen használják a növényvédelem céljaira (Forster és mtsai, 2013).

JAVASLATAINK NEMZETI ÉS NEMZETKÖZI STRATÉGIÁK KIDOLGOZÁSÁHOZ

1. A szintetikus vegyi növényvédő szerek mezőgazdasági felhasználásának kivezetése. (Előresorolva a rákkeltő, mutagén vagy a szaporítószerveket károsító [I. és II. kategóriás CMR-ek], valamint a hormonrendszer működését megzavaró növényvédő szereket [EDC-k] és az idegméregként ható vegyszereket.)
2. A fenntartható használat irányelv megfelelő alkalmazásának biztosítása. (Azaz konkrét nemzeti szintű intézkedések és célkitűzések, amelyek a mezőgazdaságban alkalmazott növényvédő vegyszerek használatának jelentős csökkenését célozzák.)
3. Az EU növényvédő szerekre vonatkozó kockázatbecslési eljárásának javítása. (A biztonságosság vizsgálatokor figyelembe kell venni a vegyszerkeverékeknek való kitettség minden közvetlen és közvetett, közép- és hosszú távú egészségügyi és környezeti hatását.)
4. Több kutatási forrás biztosítása olyan programokra, amelyek a gazdálkodókat segítik az ökológiai gazdálkodás gyakorlatainak elsajátításában. (A kártevők elleni védelemben a jelenlegi szintetikus vegyi anyagoktól való függőség helyett elmozdulás a biodiverzitás- alapú gyakorlatok felé a termőföld és az ökoszisztéma egészségének megőrzése érdekében.)



1. Bioalmák egy németországi piacon © Greenpeace/Sabine Viemo
2. Különböző fajtájú bioburgonyák egy frieslandi (holland) bioboltban © Greenpeace/Ben Deiman
3. Bio lóbab, Görögország © Greenpeace/Panos Mitsios
4. Bio sütőtök, Magyarország © Greenpeace/Nagy Szabolcs

Ökológiai gazdálkodás

Az ökológiai mezőgazdaság az egyetlen hatékony és működőképes megoldás az emberi egészség és a környezet megvédésére. Ezt a gazdálkodást már most sikeresen gyakorolják a világ számos területén, és a világ szakértői mind egyetértenek abban, hogy a mezőgazdaságnak fenntarthatóbbá kell válnia. Az ökológiai gazdálkodás utóbbi időben megfigyelhető európai térnyerése is mutatja, hogy a növényvédő szerek nélküli gazdálkodás teljességgel megvalósítható, kis és nagy léptékben egyaránt működik, gazdaságilag jövedelmező és környezetileg biztonságos. Az ökológiai művelés alatt álló terület a 2002. évi 5,7 millió hektárról 2011-re 9,6 millió hektárra nőtt, a szántóföldi kultúráktól a gyümölcsstermesztésen át az állattartásig számos ágazatban jelen van (Európai Bizottság, 2013)

Az ökológiai gazdálkodás keretében termelt élelmiszer biztonságos egészségünk szempontjából. A biogazdálkodók nem használnak szintetikus növényvédő vegyszereket, a fenntartható művelési módok élénkítik a növények és állatok (funkcionális) természetes sokféleségét a mezőgazdasági művelésű területeken.

Az ökológiai gazdálkodás alkalmazása egy mérgeanyagoktól mentes jövő és gyerekeink számára biztonságos környezet távlatát nyitja meg. Az ökológiai gazdálkodás elterjedése világszerte lehetővé teszi majd a közösségi élelmiszer-önellátást, és mindenki számára biztosítja az egészséges gazdálkodás és egészséges élelmiszer lehetőségét.

A Greenpeace hét alapelve az ökológiai gazdálkodás tekintetében:

1. ÉLELMISZER-ÖNRENDELKEZÉS
2. A VIDÉKI NÉPESSÉG MEGÉLHETÉSÉNEK VÉDELME
3. TUDÁSINTENZÍV TERMELÉS ÉS HOZAMOK
4. TERMÉSZETI SOKFÉLESÉG
5. FENNTARTHATÓ TALAJEGÉSZSÉG
6. ÖKOLÓGIAI NÖVÉNYVÉDELEM
7. ELLENÁLLÓ ÉLELMISZERRENDSZEREK



Zöldségek egy magyarországi
biogazdaságban

© Greenpeace / Nagy Szabolcs

6. Hivatkozások

- Abell, A., Juul, S., Bonde, J.P. (2000). Time to pregnancy among female greenhouse workers. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health* 26: 131–136.
- Alavanja, M.C., Sandler, D.P., McMaster, S.B., Zahm, S.H., McDonnell, C.J., Lynch, C. F., Pennybacker, M., Rothman, N., Dosemeci, M., Bond, A.E., Blair, F.A. (1996). The Agricultural Health Study. *Environmental Health Perspectives* 104: 362.
- Alavanja, M.C., Samanic, C., Dosemeci, M., Lubin, J., Tarone, R., Lynch, C., Knott, C., Thomas, K., Hoppin, J.A., Barker, J., Coble, J., Sandler, D., Blair, A. (2003). Use of agricultural pesticides and prostate cancer risk in the agricultural health study cohort. *American Journal of Epidemiology* 157: 800-814.
- Alavanja, M.C., Bonner, M.R. (2012). Occupational pesticide exposures and cancer risk: a review. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 15: 238-263.
- Alavanja, M.C.R., Ross, M.K., Bonner, M.R. (2013). Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 63: 120-142.
- Allsopp, M., Tirado, R., Johnston, P., Santillo, D., Lemmens, P. (2014). Plan Bee – Living without pesticides: Moving towards ecological farming. Greenpeace Research Laboratories Technical Report (Review) 01-2014, publ. Greenpeace International: 80 pp.
- Andersen, H.R., Schmidt, I.M., Granjean, P., Jensen, T.K., Budtz-Jorgensen, E., Kjaerstad, M.B., Baelum, J., Nielsen, J.B., Skakkebaek, N.E., Main, K.M. (2008). Impaired reproductive development in sons of women occupationally exposed to pesticides during pregnancy. *Environmental Health Perspectives* 116: 566–572.
- Anway, M.D., Skinner, M.K. (2006). Epigenetic transgenerational actions of endocrine disruptors. *Endocrinology* 147 (Supplement): S43-S49.
- Arcury, T.A., Grzywacz, J.G., Barr, D.B., Tapia, J., Chen, H., Quandt, S. A. (2007). Pesticide urinary metabolite levels of children in eastern North Carolina farmworker households. *Environmental Health Perspectives* 115: 1254-1260.
- Band, P.R., Abanto, Z., Bert, J., Lang, B., Fang, R., Gallagher, R.P., Le, N.D. (2011). Prostate cancer risk and exposure to pesticides in British Columbia farmers. *The Prostate* 71: 168-183.
- Ballard, C., Gauthier, S., Corbett, A., Brayne, C., Aarsland, D., Jones, E. (2011). Alzheimer's disease. *Lancet* 377: 1019–1031.
- Baltazar, M.T., Dinis-Oliveira, R.J., de Lourdes Bastos, M., Tsatsakis, A.M., Duarte, J.A., Carvalho, F. (2014). Pesticides exposure as etiological factors of Parkinson's disease and other neurodegenerative diseases—A mechanistic approach. *Toxicology Letters* 230: 85-103.
- Barr, D.B., Ananth, C.V., Yan, X., Lashley, S., Smulian, J.C., Ledoux, T.A., Hore, P., Robson, M.G. (2010). Pesticide concentrations in maternal and umbilical cord sera and their relation to birth outcomes in a population of pregnant women and newborns in New Jersey. *Science of the Total Environment* 408: 790-795.

-
-
- Beketov, M.A., Kefford, B.J., Schäfer, R.B., Liess, M. (2013). Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 110: 11039-11043.
 - Bempah, C.K., Buah-Kwofie, A., Enimil, E., Blewu, B., Agyei-Martey, G. (2012). Residues of organochlorine pesticides in vegetables marketed in Greater Accra Region of Ghana. *Food Control* 25: 537-542.
 - Bjørling – Poulsen, M., Andersen, H.R., Grandjean, P. (2008). Potential developmental neurotoxicity of pesticides used in Europe. *Environmental Health* 7: 50.
 - Bidleman, T. F., Leone, A. D. (2004). Soil–air exchange of organochlorine pesticides in the Southern United States. *Environmental Pollution* 128: 49-57.
 - Bolognesi, C. (2003). Genotoxicity of pesticides: a review of human biomonitoring studies. *Mutation Research/ Reviews in Mutation Research* 543: 251-272.
 - Bolognesi, C., Creus, A., Ostrosky-Wegman, P., Marcos, R. (2011). Micronuclei and pesticide exposure. *Mutagenesis* 26: 19–26.
 - Boobis, A.R., Ossendorp, B.C., Banasiak, U., Hamey, P.Y., Sebestyen, I., Moretto, A. (2008). Cumulative risk assessment of pesticide residues in food. *Toxicology Letters* 180: 137-150.
 - Bouchard, M.F., Bellinger, D.C., Wright, R.O., Weisskopf, M.G. (2010). Attention-deficit/hyperactivity disorder and urinary metabolites of organophosphate pesticides. *Pediatrics*, 125: e1270-e1277.
 - Bouchard, M.F., Chevrier, J., Harley, K.G., Kogurt, K., Vedar, M., Calderon, N., Trujillo, C., Johnson, C., Bradman, A., Barr, D.B., Eskenazi, B. (2011). Prenatal exposure to organophosphate pesticides and IQ in 7-year-old children. *Environmental Health Perspectives* 119: 1189-1195.
 - Brender, J.E., Felkner, M.N., Suarez, L., Canfield, M.A., Henry, J.P. (2010). Maternal pesticide exposure and neural tube defects in Mexican Americans. *Annals of Epidemiology* 20: 16-22.
 - Bretveld, R.W., Hooiveld, M., Zielhuis, G.A., Pellegrino, A., van Rooij, A., Roeleveld, N. (2008). Reproductive disorders among male and female greenhouse workers. *Reproductive Toxicology* 25: 107-114.
 - Brühl, C.A., Schmidl T., Pieper, S., Alscher, A. (2013). Terrestrial pesticide exposure of amphibians: An underestimated cause of global decline? *Scientific Reports* 3: doi: 10.1038/srep01135
 - Carpenter, S.K., Mateus-Pinilla, N.E., Singh, K., Lehner, A., Satterthwaite-Phillips, D., Bluett, R.D., Rivera, N.A., Novakofski, J.E. (2014). River otters as biomonitors for organochlorine pesticides, PCBs, and PBDEs in Illinois. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 100: 99-102.
 - Cassault-Meyer, E., Gress, S., Séralini, G., Galeraud-Denis, I. (2014). An acute exposure to glyphosate-based herbicide alters aromatase levels in testis and sperm nuclear quality. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 38: 131-140.
 - Chagnon, M., Kreutzweiser, D., Mitchell, E.A., Morrissey, C.A., Noome, D.A., Van der Sluijs, J.P. (2014). Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. *Environmental Science and Pollution Research*: 1-16.
 - Charbotel, B., Fervers, B., Droz, J.P. (2014). Occupational exposures in rare cancers: A critical review of the literature. *Critical Reviews in Oncology/Hematology* 90: 99-134.
 - Chao H-R., Wang S-L., Lin, T-C., Chung, X-H.(2006). Levels of organochlorine pesticides in human milk from central Taiwan. *Chemosphere* 62: 1774-1785.

-
-
- Chien W-C., Chung, C-H., Jaakkola, J.J.K., Chu, C-M., Kao, S., Su, S-L., Lai, C-H. (2012). Risk and prognosis of inpatient mortality associated with unintentional insecticide and herbicide poisonings: a retrospective cohort study. PLoS ONE 7: e45627.
 - Chhillar, N., Singh, N, K., Banerjee, B.D., Bala, K., Mustafa, M., Sharma, D. & Chhillar, M. (2013). Organochlorine pesticide levels and risk of Parkinson's disease in North Indian population. ISRN Neurology Volume 2013, Article ID 371034.
 - Christin, M.S., Ménard, L., Giroux, I., Marcogliese, D.J., Ruby, S., Cyr, D., Fournier, M., Brousseau, P. (2013). Effects of agricultural pesticides on the health of *Rana pipiens* frogs sampled from the field. Environmental Science and Pollution Research 20: 601-611.
 - Claeys, W.L., Schmit, J-F., Bragard, C., Maghuin-Rogister, G., Pussemier, L., Schiffers, B. (2011). Exposure of several Belgian consumer groups to pesticide residues through fresh fruit and vegetable consumption. Food Control 22: 508-516.
 - Collota, M., Bertazzi, P.A., Bollati, V. (2013). Epigenetics and pesticides. Toxicology 307: 35-41.
 - Corcellas, C., Feo, M.L., Torres, J. P., Malm, O., Ocampo-Duque W., Eljarrat, E., Barcelo. D. (2012). Pyrethroids in human breast milk: occurrence and nursing daily intake estimation. Environment International 47: 17-22.
 - Corsini, E., Sokooti, M., Galli, C.L., Moretto, A. & Colosio, C. (2013). Pesticide induced immunotoxicity in human: a comprehensive review of the existing evidence. Toxicology 307: 123-135.
 - Costa, L., Giordano, G., Guizzetti, M., Vitalone, A. (2008). Neurotoxicity of pesticides: A brief review. Frontiers in Bioscience 13: 1240–1249.
 - European Commission (2013). Facts and figures on organic agriculture in the European Union. http://ec.europa.eu/agriculture/markets-and-prices/more-reports/pdf/organic-013_en.pdf
 - Elbaz, A., Clavel, J., Rathouz, P.J., Moisan, F., Galanaud, J-P., Delemotte, B., Alperovitch A. & Tzourio, C. (2009). Professional exposure to pesticides and Parkinson disease. Annals of Neurology 66: 494-504.
 - Fan, S., Zhang, F., Deng, K., Yu, C., Liu, S.M., Zhao, P., Pan, C. (2013). Spinach or Amaranth contains highest residue of metalaxyl, fluazifop-p-butyl, chlorfyrifos, and lamda-cyhalothrin on six leaf vegetables upon open field application. Journal of Agricultural and Food Chemistry 61: 2039-2044.
 - 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
 - Flower, K.B., Hoppin, J.A., Lynch, C.F., Blair, A., Knott, C., Shore, D.L., Sandler, D. P. (2004). Cancer risk and parental pesticide application in children of Agricultural Health Study participants. Environmental Health Perspectives 112: 631.
 - Freire, C., Koifman, S. (2012). Pesticide exposure and Parkinson's disease: Epidemiological evidence if association. Neurotoxicology 33: 947-971.
 - Freire, C., Koifman, R., Sarcinelli, P., Simões Rosa, A., Clapauch, R., Koifman, S. (2013). Long-term exposure to organochlorine pesticides and thyroid status in adults in a heavily contaminated area in Brazil. Environmental Research 127: 7-15.
 - Fong C-S., Wu, R-M., Shieh, J-C., Chao, Y-T., Fu, Y-P., Kuao, C-L., Cheng, C-W. (2007). Pesticide exposure on southwestern Taiwanese with MnSOD and NQO1 polymorphisms is associated with increased risk of Parkinson's disease. Clinica Chimica Acta 378: 136-141.

-
-
- Forman, J., Silverstein, J., Bhatia, J.J., Abrams, S.A., Corkins, M.R., de Ferranti, S.D., Wright, R.O. (2012). Organic foods: health and environmental advantages and disadvantages. *Pediatrics* 130: e1406-e1415.
 - Forster, D., Adamtey, N., Messmer, M.M., Pfiffner, L., Baker, B., Huber, B., Niggli, U. (2013). Organic agriculture – driving innovations in crop research. In: *Agricultural Sustainability: Progress and Prospects in Crop Research*. G.S. Bhuller and N.K. Bhuller (eds.). Elsevier Inc., Oxford, UK. ISBN 978-0-12-404560-6.
 - Garry, V.F., Schreinemachers, D.M., Harkins, E., Griffith, J. (1996). Pesticide applicators, biocides, and birth defects in rural Minnesota. *Environmental Health Perspectives* 104: 394-399.
 - Gasnier, C., Dumont, C., Benachour, N., Clair, E., Chagnon, M-C., Séralini G-E (2009). Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology* 262: 184-191.
 - Goldner, W.S., Sandler, D.P., Yu, F., Hoppin, J.A., Kamel, F., LeVan, T.D. (2010). Pesticide use and thyroid disease among women in the Agricultural Health Study. *American Journal of Epidemiology* 171: 455-464.
 - Goulson, D. (2014). Ecology: Pesticides linked to bird declines. *Nature*: doi: 10.1038/nature13642
 - Gunnell D., Eddleston M., Phillips M.R., Konradsen F. (2007). The global distribution of fatal pesticide self-poisoning: systematic review. *BMC Public Health* 7: 357–371.
 - Guyton K., Loomis D., Grosse Y., El Ghissassi F., Brenbrahim-Tallaa L., Guha, N., Scoccianti C., Mattock H., Straif K. (2015). Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *Lancet Oncology*. Published online, March 20. [http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)70134-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045(15)70134-8)
 - Hallman, C.A., Foppen, R.P.D., van Turnhouse C.A.M., de Kroon, H., Jongejans, E. (2014). Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature*: doi: 10.1038/nature13531
 - Harnley, M.E., Bradman, A., Nishioka, M., McKone, T.E., Smith, D., Mclaughlin, R., Kavanagh-Baird G., Castorina, R., Eskenazi, B. (2009). Pesticides in dust from homes in agricultural area. *Environmental Science and Technology*, 43: 8767-8774.
 - Henneberger, P.K., Liang, X., London, S.J., Umbach, D.M., Sandler, D.P., Hoppin, J.A. (2014): Exacerbation of symptoms in agricultural pesticide applicators with asthma. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 87: 423-432.
 - Holland N, Furlong C, Bastaki M, Richter R, Bradman A, Huen K, et al. (2006). Paraoxonase polymorphisms, haplotypes, and enzyme activity in Latino mothers and newborns. *Environmental Health Perspectives* 114: 985-991.
 - Hoppin, J.A., Umbach, D.M., London, S.J., Henneberger, P.K., Kullman, G.J., Coble, J., Alavanja, M.C., Bean Freeman L.E., Sandler, D.P. (2009). Pesticide use and adult-onset asthma among male farmers in the Agricultural Health Study. *European Respiratory Journal* 34: 1296–1303.
 - Hsu, C. F., Tsai, M. J., Chen, K. C., Wu, R. C., Hu, S. C. (2013). Can mortality from agricultural pesticide poisoning be predicted in the emergency department? Findings from a hospital-based study in eastern Taiwan. *Tzu Chi Medical Journal*, 25: 32-38.
 - Huen, K., Bradman, A., Harley, K., Yousefi, P., Barr, D.B., Eskenazi, B. (2012). Organophosphate pesticide levels in blood and urine of women and newborns living in an agricultural community. *Environmental Research* 117: 8-16.
 - Ismail, A.A., Bodner, T.E., Rohlman, D.S. (2012). Neurobehavioral performance among agricultural workers and pesticide applicators: a meta-analytic study. *Occupational Environmental Medicine* 69: 457-464.
 - Jardim, A.N.O., Caldas, E.D. (2012). Brazilian monitoring programs for pesticide residues in food – results from 2001 to 2010. *Food Control* 25: 607-616.

-
-
- Jurewicz, J., Hanke, W. (2008). Prenatal and childhood exposure to pesticides and neurobehavioural development: Review of epidemiological studies. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 21: 121-132.
 - Kamel, F., Umbach, D.M., Bedlack, R.S., Richards, M., Watson, M., Alavanja, M.C., Blair, A., Hoppin, J.A., Schmidt, S., Sandler, D.P. (2012). Pesticide exposure and amyotrophic lateral sclerosis. *Neurotoxicology* 33: 457-462.
 - Karunanayake, C.P., Spinelli, J.J., McLaughlin, J.R., Dosman, J.A., Pahwa, P., McDuffie, H.H. (2012). Hodgkin lymphoma and pesticides exposure in men: a Canadian case-control study. *Journal of Agromedicine* 17:30-9.
 - Keikotlhaile, B.M., Spanoghe, P., Steurbaut, W. (2010). Effects of food processing on pesticide residues in fruits and vegetables: A meta-analysis approach. *Food and Chemical Toxicology* 48: 1-6.
 - Kennedy, C. M., Lonsdorf, E., Neel, M. C., Williams, N. M., Ricketts, T. H., Winfree, R. et al. (2013). A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology Letters* 16: 584-599.
 - Khuder, S.A., Mutgi, A.B., Schaub, E.A., Tano, B.D. (1999). Meta-analysis of Hodgkin's disease among farmers. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health* 25: 436-441.
 - Kimura-Kuroda J., Komuta, Y., Kuroda, Y., Hayashi, M., Kawano, H. (2012). Nicotine-like effects of the neonicotinoid insecticides acetamiprid and imidacloprid on cellular neurons from neonatal rats. *PLoS ONE* 7: e32432
 - Kjeldsen, L.S., Ghisari, M., Bonefeld-Jørgensen, E.C. (2013). Currently used pesticides and their mixtures affect the function of sex hormone receptors and aromatase enzyme activity. *Toxicology and Applied Pharmacology* 272: 453-464.
 - Köhler, H. R., Triebkorn, R. (2013). Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond? *Science* 341: 759-765.
 - Koureas, M., Tsakalof, A., Tsatsakis, A. & Hadjichritodoulou, C. (2012). Systematic review of biomonitoring studies to determine the association between exposure to organophosphorus and pyrethroid insecticides and human health outcomes. *Toxicology Letters* 201: 155-168.
 - Lacasaña M., López-Flores, I., Rodríguez-Barranco, M., Aguilar-Garduño C., Blanco-Muñoz J., Pérez-Méndez, O., Gamboa, R., Bassol, S. & Cebrian, M.E. (2010). Association between organophosphate pesticides exposure and thyroid hormones in floriculture workers. *Toxicology and Applied Pharmacology* 243: 19-26.
 - Latifah, Y., Sherazi, S.T.F., Bhangar, M.I. (2011). Assessment of pesticide residues in commonly used vegetables in Hyderabad, Pakistan. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 74: 2299-2303.
 - Law, R.J. (2014). An overview of time trends in organic contaminant concentrations in marine mammals: Going up or down? *Marine Pollution Bulletin* 82: 7-10.
 - LeDoux, M. (2011). Analytical methods applied to the determination of pesticide residues in foods of animal origin: A review of the past two decades. *Journal of Chromatography A* 1218:1021-1036.
 - Lee, W., Blair, A., Hoppin, J., Lubin, J., Rusiecki, J., Sandler, D., Dosemeci, M., Alavanja, M. (2004a). Cancer incidence among pesticide applicators exposed to chlorpyrifos in the Agricultural Health Study. *Journal of the National Cancer Institute* 96: 1781-1789.

-
-
- Lee, W.J., Hoppin, J.A., Blair, A., Lubin, J.H., Dosemeci, M., Sandler, D.P., Alavanja, M.C. (2004b). Cancer incidence among pesticide applicators exposed to alachlor in the Agricultural Health Study. *American Journal of Epidemiology* 159: 373-380.
 - Lee, C.-C., Wang, T., Hsieh, C.-Y., Tien, C.J. (2005). Organotin contamination in fishes with different living patterns and its implications for human health risk in Taiwan. *Environmental Pollution* 137: 198-208.
 - Lee, H.I., Lin, H.J., Yeh, S.T., Chi, C.H., Guo, H.R (2008). Presentations of patients of poisoning and predictors of poisoning-related fatality: findings from a hospital-based prospective study. *BMC Public Health* 8: 7.
 - Lee, S., Kim, S., Lee, H.K., Lee, I.S., Park, J., Kim, H.J. et al. (2013a). Contamination of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in breast milk in Korea: Time-course variation, influencing factors, and exposure assessment. *Chemosphere* 93: 1578-1585.
 - Lee, P.-C., Rhodes, S.L., Sinsheimer, J.S., Bronstein, J. and Ritz, B. (2013b). Functional paraoxonase 1 variants modify the risk of Parkinson's disease due to organophosphate exposure. *Environment International* 56: 42-47.
 - Li, W., Tai, L., Liu, J., Gai, G., Ding, G. (2014). Monitoring of pesticide residues levels in fresh vegetable from Heibei Province, North China. *Environmental Monitoring Assessment*: doi: 10.1007/s10661-014-3858-7
 - Liu, Y.-J., Huang P.-L., Chang Y.-F., Chen, Y.-H., Chiou, Y.-H., Xu, Z.-L., Wong, R.-H. (2006). GSTP1 genetic polymorphism is associated with a higher risk of DNA damage in pesticide-exposed fruit growers. *Cancer Epidemiological Biomarkers Preview* 15: 659-66.
 - Lu, C., Toepel, K., Irish, R., Fenske, R.A., Barr, D. B., Bravo, R. (2006). Organic diets significantly lower children's dietary exposure to organophosphorus pesticides: *Environmental Health Perspectives* 114: 260-263.
 - London, L., Beseler, C., Bouchard, M. F., Bellinger, D. C., Colosio, C., Grandjean, P. et al. (2012). Neurobehavioral and neurodevelopmental effects of pesticide exposures. *Neurotoxicology* 33: 887-896.
 - Lozowicka, B., Jankowska, M., Kaczyński, P. (2012). Pesticide residues in Brassica vegetables and exposure assessment of consumers. *Food Control* 25: 561-575.
 - Mackenzie Ross S., Brewin C., Curran H., Furlong C., Abraham-Smith K., Harrison V. (2010). Neuropsychological and psychiatric functioning in sheep farmers exposed to low levels of organophosphate pesticides. *Neurotoxicology and Teratology* 32: 452-459.
 - Mackenzie Ross S., McManus I., Harrison V., Mason O. (2013). Neurobehavioural problems following low-level exposure to organophosphate pesticides: a systematic and meta-analytic review. *Critical Reviews in Toxicology* 43: 21-44.
 - Manthripragada AD, Costello S, Cockburn MG, Bronstein JM, Ritz B. (2010). Paraoxonase 1, agricultural organophosphate exposure, and Parkinson disease. *Epidemiology* 21:87-94.
 - Mandrich, L. (2014). Endocrine disrupters: The hazards for human health. *Cloning & Transgenesis* 3: 1.
 - Manikkam, M., Tracey, R., Guerrero-Bosagna, C., Skinner, M. K. (2012). Pesticide and insect repellent mixture (permethrin and DEET) induces epigenetic transgenerational inheritance of disease and sperm epimutations. *Reproductive Toxicology* 34: 708-719.
 - Marks, A.R., Harley, K., Bradman, A., Kogut, K., Barr, D.B., Johnson, C., Calderon, N., Eskenazi, B. (2010). Organophosphate pesticide exposure and attention in young Mexican-American children: The CHAMACOS Study. *Environmental Health Perspectives* 118: 1768-1774.

-
-
- Meyer-Baron, M., Knapp, G., Schäper, M., van Thriel, C. (2015). Meta-analysis on occupational exposure to pesticides–Neurobehavioral impact and dose–response relationships. *Environmental Research* 136: 234-245.
 - Menegon, A., Board, P. G., Blackburn, A. C., Mellick, G. D., Le Couteur, D. G. (1998). Parkinson's disease, pesticides, and glutathione transferase polymorphisms. *The Lancet* 352: 1344-1346.
 - Merletti, F., Richiardi, L., Bertoni, F., Ahrens, W., Buemi, A., Costa-Santos, C., et al. (2006). Occupational factors and risk of adult bone sarcomas: A multicentric case-control study in Europe. *International Journal of Cancer* 118: 721-727.
 - Mills, P.K., Shah, P. (2014). Cancer incidence in California farm workers, 1988–2010. *American Journal of Industrial Medicine* 57: 737-747.
 - Mnif, W., Hassine, A., Bouaziz, A., Bartegi, A., Thomas, O., Roig, B. (2011). Effect of endocrine disruptor pesticides: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 8: 2265-2303.
 - Morais, S., Dias, E., Pereira, M.L. (2012). Carbamates: human exposure and health effects. M. Jokanovic (ed.), *The Impact of Pesticides*, WY Academy Press, Cheyenne, pp. 21–38.
 - Morgan, M.K., Sheldon, L., Croghan, C., Jones, P., Chuang, J., Wilson, N. (2007). An observational study of 127 preschool children at their homes and daycare centers in Ohio: environmental pathways to cis-and trans-permethrin exposure. *Environmental Research* 104: 266-74.
 - Morgan, M.K., Wilson, N.K., Chuang, J.C. (2014). Exposures of 129 Preschool Children to Organochlorines, Organophosphates, Pyrethroids, and Acid Herbicides at Their Homes and Daycares in North Carolina. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11: 3743-3764.
 - Mostafalou, S., Abdollahi, M. (2013). Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology* 268: 157-177.
 - Muñoz-Quezada, M.T., Iglesias, V., Lucero, B., Steenland, K., Barr, D.B., Levy, K., Ryan, P., Alvarado, S., Concha, C. (2012). Predictors of exposure to organophosphate pesticides in schoolchildren in the Province of Talca, Chile. *Environment International* 47: 28-36.
 - Muñoz-Quezada, M.T., Lucero, B.A., Barr, D.B., Steenland, K., Levy, K., Ryan, P.B., Iglesias, V., Alvarado, S., Concha, C., Rojas, E., Vega, C. (2013). Neurodevelopmental effects in children associated with exposure to organophosphate pesticides: a systematic review. *Neurotoxicology* 39: 158-168.
 - Naeher, L.P., Tolve, N.S., Egeghy, P.P., Barr, D.B., Adetona, O., Fortmann, R.C., Needham, L., Bozeman, E., Hilliard, A., Sheldon, L. S. (2010). Organophosphorus and pyrethroid insecticide urinary metabolite concentrations in young children living in a southeastern United States city. *Science of the Total Environment* 408:1145-1153.
 - Narayan, S., Liew, Z., Paul, K., Lee, P-C., Sinsheimer, J.S., Bronstein, J.M., Ritz, B. (2013): Household organophosphorous pesticide use and Parkinson's disease. *International Journal of Epidemiology* 42: 1476-1485.
 - Ochoa-Acuña, H., Carbajo, C. (2009). Risk of limb birth defects and mother's home proximity to cornfields. *Science of the Total Environment* 407: 4447-4451.
 - Oliva, A., Spira, A., Multigner, A. (2001). Contribution of environmental factors to the risk of male infertility. *Human Reproduction* 16: 1768–1776.
 - Ollerton J., Winfree, R., Tarrant, S., (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120: 321-326.

-
-
- Orsi, L., Delabre, L., Monnereau, A., et al. (2009). Occupational exposure to pesticides and lymphoid neoplasms among men: results of a French case-control study. *Occupational Environmental Medicine* 66: 291–8.
 - PAN (2008). Which pesticides are banned in Europe. Updated April 2008. Pesticide Action Network. http://www.pan-europe.info/Resources/Links/Banned_in_the_EU.pdf
 - Pahwa P., Karunanayake C.P., Dosman J.A., Spinelli J.J., McDuffie H.H., McLaughlin J.R. (2012). Multiple myeloma and exposure to pesticides: A Canadian case-control study. *Journal of Agromedicine* 17:40–50.
 - Parks, C.G., Wallit, B.T., Pettinger, M., Chen, J.C., de Roos, A.G., Hunt, J., Sarto, G., Howard, B.V. (2011). Insecticide use and risk of rheumatoid arthritis and systemic lupus erythematosus in the Women’s Health Initiative Observational Study. *Arthritis Care Research (Hoboken)* 63: 184–194.
 - Pathak, R., Ahmed, R.S., Tripathi, A.K., Guleria, K., Sharma, C.S., Makhijani, S.D., Banerjee. (2009). Maternal and cord blood levels of organochlorine pesticides: association with preterm labour. *Clinical Biochemistry* 42: 746–749
 - Pathak, R., Mustafa, M., Ahmed, R.S., Tripathi, A.K., Guleria, K., Banerjee, B.D. (2010). Association between recurrent miscarriages and organochlorine pesticide levels. *Clinical Biochemistry* 43: 131–135.
 - Parrón, T., Requena, M., Hernández, A.F., Alarcón, R. (2013). Environmental exposure to pesticides and cancer risk in multiple human organ systems. *Toxicology Letters* 230: 157-165.
 - Pastor, P. and Reuben, C. (2008). Diagnosed attention deficit hyperactivity disorder and learning disability: United States, 2004–2006. *Vital and Health Statistics. Series 10, Data from the National Health Survey* 237: 1-14.
 - Perrotta C., Staines A., Cocco P. (2008). Multiple myeloma and farming. Asystematic review of 30 years of research. Where next? *Journal Occupational Medicine and Toxicology* 2008; 3:27.
 - Perry, L., Adams, R.D., Bennett, A.R., Lupton, D.J., Jackson, G., Good, A.M., Thomas, S.H., Vale, J.A., Thompson, J.P., Bateman, D.N., Eddleston, M. (2014). National toxicovigilance for pesticide exposures resulting in health care contact – An example from the UK’s National Poisons Information Service. *Clinical Toxicology* 52: 549-555.
 - Pezzoli, G., Cereda, E. (2013). Exposure to pesticides or solvents and risk of Parkinson disease. *Neurology* 80: 2035-2041.
 - Pruss-Ustun, A., Vickers, C., Haefliger, P., Bertollini, R. (2011). Knowns and unknowns on burden of disease due to chemicals: a systematic review. *Environmental Health* 10: 9–24.
 - Raab, U., Albrecht, M., Preiss, U., Völkel, W., Schwegler, U., Fromme, H. (2013). Organochlorine compounds, nitro musks and perfluorinated substances in breast milk—Results from Bavarian Monitoring of Breast Milk 2007/8. *Chemosphere* 93: 461-467.
 - Ragouc-Sengler, C., Tracqui, A., Chavonnet, A., Daijardin, J.B., Simonetti, M., Kintz, P., Pileire, B. (2000). Aldicarb poisoning. *Human & Experimental Toxicology* 19: 657-662.
 - Rasoul, G.M.A., Salem, M.E.A., Mechael, A.A., Hendy, O.M., Rohlman, D.S., Ismail, A.A. (2008). Effects of occupational pesticide exposure on children applying pesticides. *Neurotoxicology* 29: 833-838.
 - Rauh, V., Arunajadadai, S., Horton, M., Perera, F., Hoepner, L., Barr, D.B., Whatt, R. (2011). Seven-year neurodevelopment scores and prenatal exposure to chlorpyrifos, a common agricultural pesticide. *Environmental Health Perspectives* 119: 1196-1201.

-
-
- Rauh, V.A., Perera, F.P., Horton, M.K., Whyatt, R.M., Bansal, R., Hao, X., Liu, J., Barr, D.B., Slotkin, T.A., Peterson B.S. (2012). Brain anomalies in children exposed prenatally to a common organophosphate pesticide. *Proceedings of the National Academy of Sciences (US)* 109: 7871-7876.
 - Ray, D.E., Richards, P.G. (2001). The potential for toxic effects of chronic, low-dose exposure to organophosphates. *Toxicology Letters* 120: 343-351.
 - 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.
 - Rojas-Squella, X., Santos, L., Baumann, W., Landaeta, D., Jaimes, A., Correa, J. C. et al. (2013). Presence of organochlorine pesticides in breast milk samples from Colombian women. *Chemosphere* 96: 733-739.
 - Sanghi, R., Pillai, M.K.K., Jaylekshmi, Nair, A. (2003). Organochlorine and organophosphorus pesticide residues in breast milk from Bhopal, Madhya Pradesh, India. *Human & Experimental Toxicology* 22: 73-76.
 - Schenck, F.J., Donoghue, D.J. (2000). Determination of organochlorine and organophosphorus pesticide residues in eggs using a solid phase extraction cleanup. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 6412-6415.
 - Schummer, C., Salquère, G., Briand, O., Millet, M., Appenzeller, B.M. (2012). Determination of farm workers' exposure to pesticides by hair analysis. *Toxicology Letters* 210: 203-210.
 - Sharma, E., Mustafa, M., Pathak, R., Guleria, K., Ahmed, R.S., Vaid, N.B., Banerjee, B. D. (2012). A case control study of gene environmental interaction in fetal growth restriction with special reference to organochlorine pesticides. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 161: 163-169.
 - Sharma, A., Gill, J.P.S., Bedi, J.S., Pooni, P.A. (2014). Monitoring of Pesticide Residues in Human Breast Milk from Punjab, India and Its Correlation with Health Associated Parameters. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 93: 465-471.
 - Shim, W.J., Hong, S.H.m Kim, N.S., Yim, U.H., Li, D., Oh, J.R. (2005). Assessment of butyl- and phenyltin pollution in the coastal environment of Korea using mussels and oysters. *Marine Pollution Bulletin* 51: 922-931.
 - Slager, R.E., Simpson, S.L., Levan, T.D., Poole, J.A., Sandler, D.P., Hoppin, J.A. (2010). Rhinitis associated with pesticide use among private pesticide applicators in the agricultural health study. *Journal of Toxicology and Environmental Health A* 73: 1382–1393.
 - Soderlund, D.M. (2012). Molecular mechanisms of pyrethroid insecticide neurotoxicity: recent advances. *Archives of Toxicology* 86: 165-181.
 - Solomon, G. M., Weiss, P. M. (2002). Chemical contaminants in breast milk: time trends and regional variability. *Environmental Health Perspectives* 110: A339.
 - Starks, S.E., Gerr, F., Kamel, F., Lynch, C.F., Jones, M.P., Alavanja, M.C., Sandler, D.P., Gerr, F., Hoppin, J.A (2012a). High pesticide exposure events and central nervous system function among pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 85: 505-515.
 - Starks, S.E., Hoppin, J.A., Kamel, F., Lynch, C.F., Jones, M.P., Alavanja, M.C., Sandler, D.P., Gerr, F. (2012b). Peripheral nervous system function and organophosphate pesticide use among licensed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Environmental Health Perspectives* 120: 515-520.
 - Starr, J., Graham, S., Stout, I. (2008) Pyrethroid pesticides and their metabolites in vacuum cleaner dust collected from homes and day-care centers. *Environmental Research* 108:271-9.

-
-
- Sutton P., Perron J., Giudice, L.C., Woodruff, T.J. (2011). Pesticides Matter. A primer for reproductive health physicians. University of California, San Francisco, Program on Reproductive Health and the Environment.
 - Tolosa, J.M., Bayona, J., Albaiges, L., Merlini, N., de Bertrand, M. (1992). Occurrence and fate of tributyl- and triphenyltin compounds in western Mediterranean coastal enclosures. *Environmental Toxicological Chemistry* 11: 145.
 - Tsai, W-T. (2010). Current status and regulatory aspects of pesticides considered to be persistent organic pollutants (POPs) in Taiwan. *Journal of Environmental Research Public Health* 7: 3615-3627.
 - Turner, M.C., Wigle, D.T., Krewski, D., (2010). Residential pesticides and childhood leukemia: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives* 118: 33-41.
 - Ulaszewska, M, Zuccato, E., Davoli, E. (2011). PCDD/Fs and dioxin-like PCBs in human milk and estimation of infants' daily intake: a review. *Chemosphere* 83: 774-782.
 - Vale, J.A., Bradberry, S., Proudfoot, A.T. (2012). Clinical toxicology of insecticides. In *Mammalian Toxicology of Insecticides*, ed. by Marrs TC. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, pp. 312–347.
 - van der Mark M, Brouwer M, Kromhout H, Nijssen P, Huss A, Vermeulen R. (2012) Is pesticide use related to Parkinson disease? Some clues to heterogeneity in study results. *Environmental Health Perspectives* 120: 340–7.
 - van Thriel, C., Hengstler, J.G., Marchan, R. (2012). Pyrethroid insecticide neurotoxicity. *Archives of Toxicology* 86: 341-342.
 - Van Maele-Fabry G., Duhayon S., Lison D. (2007). A systematic review of myeloid leukemias and occupational pesticide exposure. *Cancer Causes Control* 18:457–78.
 - Van Maele-Fabry, G., Lantin, A-C., Hoet, P., Lison, D. (2010). Childhood leukaemia and parental occupational exposure to pesticides: a synthetic review and meta-analysis. *Cancer Causes Control* 21: 787-809.
 - Van Maele-Fabry, G., Hoet, P., Vilain, F., Lison, D. (2012). Occupational exposure to pesticides and Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Environment International* 46: 30-43.
 - Vinson, F., Merhi, M., Baldi, I., Raynal, H., Gamet-Payraastre, L. (2011). Exposure to pesticides and risk of childhood cancer: a meta-analysis of recent epidemiological studies. *Occupational and Environmental Medicine* 68: 694-702.
 - Wang, C.H., Lui, C. (2000). Dissipation of organochlorine insecticide residues in the environment of Taiwan, 1973-1999. *Journal of Food and Drug Analysis* 8: 149-158.
 - Wang, A., Cockburn, M., Ly, T., Bronstein J.M., Ritz, B. (2014). The association between ambient exposure to organophosphates and Parkinson's disease risk. *Occupational Environmental Medicine* 71: 275-281.
 - Weichenthal S., Moase, C., Chan, P. (2012). A review of pesticide exposure and cancer incidence in the agricultural health study cohort. *Environmental Health Perspectives* 118: 1117-1125.
 - Weiss B. (2000). Vulnerability of children and the developing brain to neurotoxic hazards. *Environmental Health Perspectives* 108:375-381.
 - Weldon, R.H., Barr, D.B., Trujillo, C., Bradman A., Holland, N. Eskenazi, B. (2011). A pilot study of pesticides and PCBs in the breast milk of women residing in urban and agricultural communities of California. *The Royal Society of Chemistry* DOI: 10.1039/c1em10469a.

-
-
- Whyatt, R.M., Rauh, V., Barr, D.B., et al. (2004). Prenatal insecticide exposures and birth weight and length among an urban minority cohort. *Environmental Health Perspectives* 112:1125–1132.
 - Wigle, D.T., Turner, M.C., Krewski, D. (2009). A systematic review and meta-analysis of childhood leukemia and parental occupational pesticide exposure. *Environmental Health Perspectives* 117: 1505-1513.
 - Wilkowska, A., Biziuk, M. (2011). Determination of pesticide residues in food matrices using the QuEChERS methodology. *Food Chemistry* 125: 803-812.
 - Willet, K.L., Ulrich, E.M., Hites, A. (1998). Differential toxicity and environmental fates of hexachlorocyclohexane isomers. *Environmental Science and Technology* 32: 2197-2207.
 - Wohlfahrt-Veje, C., Andersen, H.R., Schmidt, I.M., Aksglaede, L., Sørensen, K., Juul, A., Jensen, T., Grandjean, P., Sakkebæk, N., Main, K.M. (2012). Early breast development in girls after prenatal exposure to non-persistent pesticides. *International Journal of Andrology* 35: 273-282.
 - World Health Organisation. (2008). *The global burden of disease: 2004 update*. Geneva, 2008.
 - Yi, A. X., Leung, K. M., Lam, M. H., Lee, J. S., Giesy, J. P. (2012). Review of measured concentrations of triphenyltin compounds in marine ecosystems and meta-analysis of their risks to humans and the environment. *Chemosphere* 89: 1015-1025.
 - Yuan, Y., Chen, C., Zheng, C., Wang, X., Yang, G., Wang, Q., Zhang, Z. (2014). Residue of chlorpyrifos and cypermethrin in vegetables and probabilistic exposure assessment for consumers in Zhejiang Province, China. *Food Control* 36: 63-68.
 - Zaganas, I., Kapetanaki, S., Mastorodemos, V., Kanavouras, K., Colosio, C., Wilks, M., Tsatsakis, A. (2013). Linking pesticide exposure and dementia: What is the evidence? *Toxicology* 307: 3-11.

GREENPEACE

A Greenpeace független, energikus és konfrontációra kész környezetvédő szervezet, mely a világ több mint 45 országában kész arra, hogy fellépjen a Föld értékeinek védelmében. Radikális, de teljes mértékben erőszakmentes; a legjobb tudományos kutatóintézetekkel működik együtt, tárgyal és lobbizik; ha kell, autópályákat, kormányépületeket zár le. Egyik kezével tiltakozik, a másikkal az alternatív megoldásokat mutatja fel. Minden "NEM!" mellé mond egy "IGEN!"-t is. Függetlenségét és szabadságát az biztosítja, hogy kizárólag magánszemélyek támogatásából végzi munkáját.

Írta: Allsop, M; Huxdorff, C; Johnston, P; Santillo, D; Thompson, K

Szerkesztette: Hevesi Flóra, Simon Gergely, Dr. Rodics Katalin

Fordítás: Equality Bt. www.equality.hu

Nyelvi lektor: Zsolt Angéla

Tördelés: Zmeskál Zoltán

Infografikák: Juliana Devis

Borítókép: Növényvédő szer permetezése egy franciaországi almaültetvényen

© Greenpeace/Chris Petts

Kiadja a Greenpeace Research Laboratories „Pesticides and our Health – A Growing Concern” című kiadványa nyomán a

Greenpeace Magyarország Egyesület

1143 Budapest

Zászlós utca 54.

www.greenpeace.hu

Felelős kiadó: Szegfalvi Zsolt

Budapest, 2015. június

ISBN 978-963-89680-8-1

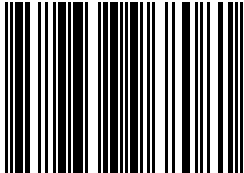
További információ:

info.hu@greenpeace.org

A kiadvány a Folprint zöld nyomdában, Cyclus ofszet 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, újratemelődő növényolaj-alapú, környezetbarát nyomdafestéket használtak. A nyomda Process-free thermal CTP és Alcohol-free Printing technológiát alkalmaz.



ISBN 978-963-89680-8-1



9 789638 968081

GREENPEACE