



Darvas Béla – Székács András

# A glyphosate

Harmadik rész

## Viták az újraengedélyezés körül

**H**áromrészes cikksorozatunk befejező részéhez érkeztünk. A sorozat első része [1] a címszereplő gyomirtószerek-hatóanyagokkal kapcsolatos alkalmazástechnológiai és környezetanalitikai eredményeket, második része [2] a biológiai hatásokat igyekezett közérthetően összefoglalni.

Toxikológiai/ökotoxikológiai tudásunk bővülése a növényvédő szerek között is szükségessé tette, hogy a múlt század közepén kifejlesztett és máig a gyakorlatban lévő, időközben generikussá vált hatóanyagok dossziéit az Európai Unióban az Európai Élelmiszerbiztonsági Hatóság (*European Food Safety Authority, EFSA*) átvizsgálja. Ezen a ponton sajnos két igen kínos engedélyezési megosztottság is fennáll. Az egyik az EU hivatalai között feszül, ugyanis önálló döntés születik a növényvédelem, az állatgyógyászat és az egészségügyi irtószerek vonalán, miközben sokszor azonos hatóanyagokról van szó [3]. Így fordulhatott elő a szabályozás rég- és közelmúltjában, hogy a klórozottszenhidrogén-származékok az állatgyógyászatban ektoparazitikumként hosszan túlélték azt, ahogya vegyülettípus kiszorult a növényvédelemből; hogy a *dichlorvos* eltérő elbírálás alá esett mezőgazdasági rovarirtó szerként vagy szúnyogállomány-gyérítő biocidként; hogy a növényvédelem gyakorlatából kiltott *fipronilt* az állatgyógyászat tovább használhatta (ennek következménye volt a tavalyi európai tojásbotrány); vagy hogy miközben a *permethrin* nem használható a növényvédelemben, háztartási rovarölő szerként engedélyezett maradt, pedig onnan is a környezetbe juthat és vízszennyezést okozhat. A másik ügykezelési anomália pedig az, hogy a növényvédő szerek engedélyezése az Európai Unióban – történeti és üzleti okokból – kettős: a hatóanyagokat EU-szinten, a készítményeket tagállami szinten engedélyezik. Állatgyógyászati szerek esetében az engedélyezés a kisserelt készítményekre vonatko-

zik, így lényegesen kevesebb toxikológiai ellentmondás merül fel, mint növényvédő szerek esetén [4], illetve utóbbiaknál ez vezetett oda, hogy a formázószereket – tévesen – *inertnek* feltételezve egyes készítményeket csupán a hatóanyagok toxicitásprofilja alapján ítélték meg.

Az Európai Unióban a növényvédelemben használt hatóanyagokra többlépcsős újraengedélyezési (re-regisztrációs) program indult. A *glyphosate* felülvizsgálata például eredetileg 2011-re volt ütemezve, de végül 2013-ban kezdődött. A re-regisztráció során több mint száz hatóanyag nem alkalmazható már a tagországokban, pontosabban nem kerültek az ún. pozitív listára, amelyen azok a hatóanyagok szerepelnek, amelyeket a tagországokban növényvédelmi célra engedélyezett készítmények tartalmazhatnak. A visszavonással együtt megszűnik az adott hatóanyagra vonatkozó korábbi elfogadható szermaradék-határértékek (*Maximum Residue Level, MRL*) hatálya is, vagyis a hatósági határérték az analitikai kimutathatóság szintjére süllyed. Ez az importélelmiszerek esetében okoz sokféle konfliktust, hiszen az EU-ból kivont hatóanyagot élelmiszer-előállításra továbbra is használó országok EU-piacon való megjelenésének nem marad esélye. Ez már az Egyesült Államok és az Európai Unió között is feszültséget képes generálni, nem is véletlenül volt ez az egyik neurálgikus pontja a *Transzatlanti Kereskedelmi és Beruházási Partnerség (Transatlantic Trade and Investment Partnership, TTIP)* tárgyalásainak. A növényvédőszer-gyártók és -forgalmazók jövedelmét mélyen érintő változás kiélezte a területi érdekellentéteket. Nincs vita ott, ahol a nemzetközi vállalatok már eltávolodtak a hatóanyag forgalmazásától, és helyüket ázsiai és dél-amerikai gyártók vették át. Jó példa erre, hogy az *IARC (International Agency for Research on Cancer)* a *glyphosate* hatóanyaggal kapcsolatos rákkeltési gyanú-

ját megfogalmazó kötetében [5] egyidejűleg hasonló minősítést adott a *diazinon*, a *malathion*, a *parathion* és a *tetrachlorvinphos* hatóanyagokra is, de ezeket a minősítéseket a növényvédőszer-gyártók komolyabb vita nélkül „elfogadták”. A *glyphosate* esetében azonban – amely több nemzetközi vállalat vezető terméke (lásd *glyphosate*-tűrő GM-növények fajtacsoportjai), bár a hatóanyagot kínai vegyigyárak állítják elő – kíméletlen érdekháború kezdődött, amely elsősorban Séralini professzor kutatócsoportját és a tőle független *IARC* stábját vette célba, akik eredményikkel súlyosan „megterhelték” az európai újraengedélyezést.

Ezt a rész az éppen megjelent, terjedelmes angol nyelvű szakcikkünk [6] alapján írtuk, de ehelyütt természetesen sem akkora terjedelemben, sem olyan szakirodalmi alátámasztással nem élhettünk, mint ott. A részletek iránt érdeklődőknek ajánljuk ezt az írásunkat és a korábbi könyvrészletünket a témában, ami a *glyphosate* első negyven évének történéseit foglalta össze [7]. A magyar vonatkozások viszont ebben a sorozatban kapnak jelentősebb hangsúlyt.

### A *glyphosate*-gyártás magyar szála

A *glyphosate* korai szabadalmainak történetét a Monsanto kutatója, Sikorski foglalta össze [8]. A *glyphosate* piacbővülése 1971-es bevezetése óta folyamatos, és 1996-ban a *glyphosate*-tűrő GM-fajtacsoportok megjelenésekor még inkább fellendült. A készítmények az egyesült államokbeli bevezetéshez képest pár év késéssel, 1977-ben hazánkban is megjelentek [9]. Hamarosan – a térségben akkor még érvényes eljárászabadoalmak alapján [10, 11] – hazai gyártására is sor került: a Tiszavasvári Alkaloida gyártotta Gialka termékneven. 1982-ben az Alkaloida 800 tonna *glypho-*



sate hatóanyagot szállított a szovjet piacra – olvashatjuk a korabeli hírekben –, ahol a formázását végezték, mely később a 3000-4000 tonna/év forgalmat is elérte. Az eredetileg gyógyszergyártásra berendezkedett telepen azonban egyes gyógyszerekben igen alacsony mértékben ugyan, de megjelent a *glyphosate*, mint keresztszennyező. Ezt követően lehetetlenné vált, hogy a gyógyszer- és növényvédőszer-gyártás egy telephelyen maradjon. 1992-ig gyártottak hatóanyagot – amely 1991-ben vált generikussá – az Alkaloidában, amit 1996-ig formáztak még. Ekkor vásárolta ki az egész üzletágot a Monsanto, és a Glialka márkánév is hozzá került. A *glyphosate*-tartalmú készítmények gyártása ma a Chinoín „utódjánál”, egy 1977-es szabadalomra visszavezethetően [12] az Agro-Chemie Kft.-nél található. A Fozát 480 (IPA-só) készítménynek 2020-ig van érvényes engedélye és egyben ez a *glyphosate*-ügy egyetlen magyar érdekeltségű ipari szála.

## Az US EPA változó álláspontja

Az Egyesült Államok Környezetvédelmi Ügynöksége (*United States Environmental Protection Agency, US EPA*) meglehetősen különös döntési sort tudhat magáénak. 1985-ben a *glyphosate* az *US EPA*-tól még C minősítést (lehetséges humán karcinogén) kapott. 1991-ben azonban az ügynökség ezt a minősítést különösebb indoklás nélkül visszavonta, és a hatóanyagot E csoportba (bizonyítottan nem humánkarcinogén) sorolta át. A „bizonyítékok” azonban ki tudja, hol vannak. Az *IARC* besorolása után viszont az Egyesült Államok természet- és környezetvédelemre legszigorúbb állama, Kalifornia (*California Office of Environmental Health Hazard Assessment, OEHHA*) 2017-ben átvette az *IARC* minősítését, amiért a Monsanto, az Egyesült Államok Búzatermesztőinek Szövetsége és egyéb termesztői csoportok koalíciója beperelte. A per jelenleg is folyamatban van.

Az *US EPA* után az európai *EFSA*, majd *ECHA* (*European Chemicals Agency*) ügynökségek is hasonló véleményüknek adtak hangot, vagyis azt állították, hogy a *glyphosate* hatóanyaggal kapcsolatos rákkeltési veszély bekövetkezte nem valószínű. A véleményük tehát kockázati alapú megközelítésen alapult, amihez tudnunk kell, hogy az elfogadható szermaradék-határértéket (*MRL*) időközben folyamatosan emelték, és az Egyesült Államokban a felszíni vizekben eltűrhető *glyphosate* mennyisége ma 7000-szer magasabb, mint az Európai

Unióban. Az eltérés olyan mértékű, hogy a vele való szembesülés nem halasztható tovább. Ugyanez állítható az egészségügyi kockázatok nélkül fogyasztható szermaradékok (*Acceptable Daily Intake, ADI*) értékről is, hiszen ezek az értékek jelentősen eltérhetnek a fogyasztói kosárban való tényleges megjelenéssel [1], amely a fogyasztás szerkezete miatt jelentős nemzeti karakterrel is bír.

## Gilles-Éric Séralini szakkikének kiadói visszavonása és újraközlése

2012-ben igen sokan kritizálták Gilles-Éric Séralini akkor megjelent szakkikét (**1. ábra**), amely szerint *glyphosate*-ot tartalmazó vízzel itatott patkányokkal végzett, egész élettartamra szóló kísérletben, idős



1. ábra. Gilles-Éric Séralini az állatházban (fotó: Japan Times)

korban terjedelmes méretű emlődagاناتok alakultak ki. A kontrolltápot fogyasztók között is volt daganatos állat, bár a kezeltékben több. Nem volt felismerhető összefüggés a kezelések koncentrációja és a daganatos állatok száma között. Már a legalacsonyabb koncentrációjú kezelésekből is ugyanaz a hatás fordul elő. Vajon nem úgy van, hogy annak, aki hajlamos a betegségekre, már csekély mennyiség is elegendő a hatáshoz, míg a többiek tűrőképessége magas? A megjelent cikket az Elsevier Kiadó folyóirata, a *Food and Chemical Toxicology* visszavonta, de csekély szerzői átdolgozás után mégis megjelent a Springer Kiadó lapjában, az *Environmental Sciences Europe* hasábjain [13].

A nemzetközi vizsgálatok szerint nem egyszerűen csak a hatóanyag gyanús, hanem a formázására használt segédanyag, a *POEA* (polietoxilált faggyúamin-származék) is [6], amely Séralinik és mások korábbi eredményei, köztük saját vizsgálataink szerint is sokszorozza a hormonmodulációs hatást [2]. Ekkor viszont – zavart hormonális milióban – esélye van a hormonfüggő daganatok kifejlődésének. Ilyen például az emlőrák is.

## Az IARC rákkeltési gyanúja

Az 1971 óta működő *WHO* (*World Health Organization*) égisze alatt működő Nemzetközi Rákkutatási Ügynökség (*IARC*) szakbizottságaiban többnyire toxikológusok, rákbiológusok és rákepidemiológusok dolgoznak. Veszélyalapú megítélés tartozik rájuk, vagyis a kockázatalapú mérlegelés náluk nem hangsúlyos.

2015. március 20-án az *IARC* bejelentette (11 ország 17 szakértője vett részt a munkában) öt növényvédőszer-hatóanyagra vonatkozó karcinogén minősítéseit. A *glyphosate* gyomirtót a **2A** kategóriába sorolta, a valószínű humánrákkeltők közé. A felülvizsgálatkor az *IARC* külön kezelte a permetezőmestereken végzett epidemiológiai vizsgálatokat. Itt mindig készítményről volt szó. Esettanulmányokat vetett össze, ami főként vércépzőszervi betegségekre (nem Hodgkin limfóma, kóros plazmasejt-szaporodás, leukémia) vonatkozott. A tanulmány külön értékelte az állatkísérleteket. Elemzéséből kihagyta Séralini és munkatársainak eredményeit [13], érzékelve azt, hogy mennyire a kritikák kereszttüzében áll, és sejtvonalakon végzett kiterjedt munkájukból is keveset használt fel. Elfogadta viszont az egerbőrön kimutatott tumorpromóter szerepet. Elemezték a *glyphosate* felvételét és sorsát az emberben, valamint hatásmechanizmusát. Értékelésük szerint csak korlátozott bizonyíték fűződik a *glyphosate* emberen való rákkeltő hatásához, állatkísérletben viszont elégségesek az adatok a rákkeltő minősítéshez. Ebben döntő szerephez jutottak a készítmények mutagenitási adatai [5], amelyek kromoszómaabberációkról és testvérkromatida-kicserélődőről (*SCE*) számoltak be.

Felmérések szerint a nem Hodgkin limfóma előfordulásának kockázata növekszik a növényvédőszeret felhasználók körében. Az Egyesült Államok kukoricaövezetében *glyphosate*-tartalmú készítményekre fókuszálva a legtöbb rosszindulatú betegségekre elvégezve az elemzést, csak a kóros plazmasejt-szaporodás (*myeloma multiplex*) előfordulási gyakoriságának enyhe növekedését tapasztalták. A mielóma a rosszindulatú hematológiai betegségek mintegy 10%-át teszi ki. Pár éve azt találták, hogy a *glyphosate* hatóanyagnak a hormonfüggő mellrák eseteihez is köze lehet. A *glyphosate* hatása a szójában annak fitoösztrogén-tartalmával együtt még hangsúlyozottabbá válhat.



**Az EFSA eltérő megközelítése**

Az élelmiszerbiztonságra specializálódott EFSA nem erősítette meg az IARC állásfoglalását. Pontosabban kockázatalapú megítélés alapján a veszély bekövetkeztének valószínűségét alacsonyra értékelte (szemben az IARC veszélyalapú megítélésével), de döntését talán nem kellő világossággal kommunikálta a médiában, ami így azt a következtetést vonta le, hogy az EFSA ellenkező álláspontra jutott, mint az IARC, miközben e két világszervezet nagyon eltérő megközelítést használt. Ráadásul az EFSA csak a hatóanyagra vonatkozó eredményeket vette figyelembe, míg az IARC figyelme kiterjedt a készítményekre is, ami sokkal gyakorlatközelibb értékelés, hiszen nem a hatóanyagot önmagában alkalmazzuk. Ezen túlmenően az EFSA esetében számos eljárás furcsaság is felmerült. Bizonyos tanácsadóinak függetlenségét illetően nem tudta meggyőzően bizonyítani, hogy az általa használt tanulmányok szerzői, valamint az agrokémiai ipar között nincs összefonódás. Az Európai Bizottság döntéselőkészítője (az ún. referens tagállam) Németország, azon belül a kockázatelemző intézmény a BfR (*Bundesinstitut für Risikobewertung*) volt, amely az EGTF-től (*European Glyphosate Task Force*) kapta meg a minősítés alapdokumentációját [14, 15]. Az EGTF a glyphosate-tartalmú készítmények forgalmazóinak erre a célra szerveződött közössége, amely a tudományos nyilvánosság előtt nem megméretett, belső, ipari dokumentációk adatait dolgozta fel. Ez könnyen beláthatóan nem termékfüggetlen értékelés, hiszen a piaci szereplők véleményei érdekvezéreltek lehetnek. Az IARC véleményével szemben álló két állásfoglalás tehát nem áll kritikán felül. Az egyik ellenlábasa a súlyos önelentmondásba keveredett US EPA (ahol a kaliforniai OEHHHA másként látja a helyzetet), míg az EFSA esetében a terméktulajdonosokkal való véleménycserre került fel [16]. Mindezt Portier és 22 országból származó 96 munkatársa írásában érhetjük legvilágosabban tetten [17]. Hozzátehetjük, hogy bizonytalan esetekben az európai elővigyázatossági elv alapján kellett volna eljárni, mint például a neonikotinoid csávázószerek esetében (vö. csávázási moratórium) az EFSA több mint öt éven át tette.

A civilszervezetek (pl. *Greenpeace*), látva az EFSA döntés-előkészítését és a tagállami zavart (házánk végig a glyphosate meghosszabbítása mellett szavazott, bár a hazai kutatástól erre nem kapott bizta-

tást), aláírásokat gyűjtöttek (1,3 millió aláírás gyűlt a glyphosate újraengedélyezése ellen), és több nagyvárosban utcára vitték a tömeget. A tiltakozásban kulcsszerepet játszott, hogy a véráramban, vizeletben és az anyatejben is kimutatták a glyphosate hatóanyagot, és az eljárás kapcsán a Monsanto ismételt gazdasági közbeavatkozását sejtették. Mindez történeti szempontból (pl. *Agent Orange*-ügy) nem tűnt hihetlenségnek (2. ábra).

Pontosan kell látnunk azt, hogy az onkológusok közül a glyphosate rákkeltő képességét utólag sem vitatja senki. Ők továbbra is megalapozottnak látják az IARC



2. ábra. Glyphosate-ellenes felvonulás Párizsban (fotó: Bernard Menigault/Corbi)

gyanúsítását. A kockázatelemzési körök csak azt vitatják, hogy a jelenlegi környezeti szennyezés szintje eléri-e azt, amikor járványszerű közegészségügyi problémát váltana ki. A hazai hatósági megítélés is a FAO/WHO közös állásfoglalása mellé állt, mely szerint a veszély valószínűsége alacsony. Csakhogy a nevezett állásfoglalás elnöke Alan Boobis volt, aki társelnöke az *International Life Science Institute (ILSI)* európai szervezetének, amelyet a nemzetközi cégek közreműködése jellemez. Sőt, a

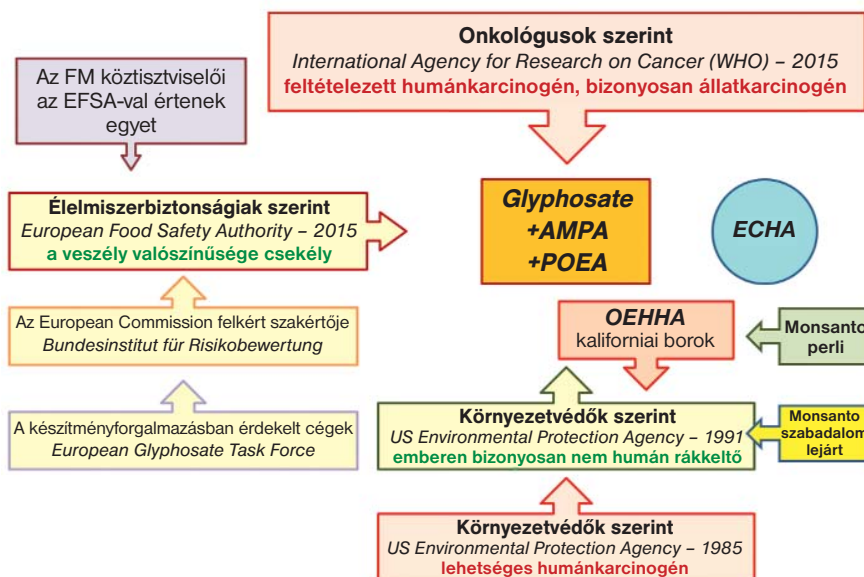
jelentés elkészítésében részt vett Angelo Moretto is, aki szintén kötődik az ILSI-hez és persze az EFSA-hoz. Az ilyen és hasonló fennálló érdekonfliktusokat felismerve az EFSA 2017-ben jelentősen szigorította a szakértői függetlenségre hozott szabályait. Az IARC adatkezelését és elemzését is vannak, akik támadják, és néhol hibás interpretálásról beszélnek. Az érdekvezérelt döntéshozásra utaló gyanúsítások tehát kölcsönösek.

**Az IARC és az EFSA vitája – veszély- vs. kockázatalapú értékelés**

A glyphosate kapcsán az IARC és az EFSA vitája (3. ábra) a veszélyalapú és a kockázatalapú megítélés tipikus ütközése, ami csak nem szakembereknek meglepő. Mit is jelent a kockázati alapú megközelítés. A modell alapja itt is a veszély, vagyis annak megállapítása, hogy milyen dózis elszennvedése nem jár egészségügyi kockázatokkal. Vagyis ide tartoznak a naponta egészségügyi kockázatok nélkül elfogyasztható mennyiség (ADI), illetve az ebből levezethető elfogadható maximális szermaradék-határérték (MRL). A kiszámolt adatok általában használható eredménnyel szolgálhatnak. A kérdés csupán az, hogy érzékenység szempontjából a legszélsőbb ponton lévő személyekről, mikor állítjuk azt, hogy az ő egészségügyi státuszukat már nem vesszük figyelembe, hiszen felnőtteket tekintve 1 millióból egy, gyerekeket tekintve 10 millióból egy károsodása figyelmen kívül hagyható.

A kockázatelemzés azt vizsgálja, adott anyag veszélye ténylegesen bekövetkezik-e,

3. ábra. A glyphosate rákkeltő hatásáról szóló vita főszereplői





vagyis találkozik-e adott szervezet a veszélyt kifejtő anyaggal. Nem tagadja tehát a veszély létét, de nem tekinti a veszélyes anyagot kockázatosnak adott szervezetre, ha az nincsen kitéve az illető anyagnak. A kitévés értékelésére becslést alkalmaz, melyben tekintetbe veszi, hogy az élő szervezet normál élettevékenysége során milyen mértékbe találkozik a veszélyes anyaggal tápláléka, ivóvíze és minden környezeti mátrix révén, amellyel érintkezik. Az ember kitévése esetében a becslésbe beletartozik döntően minden élelmiszer és az ivóvíz lehetséges (MRL által szabályozott) szennyezőtartalma, s emellett a járulékos kitévések, a például levegőből belélegezve vagy a felszíni vízből bőrön át felszívódva.

Nem mintha pusztán a veszély megítélésében összhang lenne a világban. Kiváltképpen fokozta a hangulatot, hogy az Egyesült Államok hivatalai (ADI: 1,75 mg/testtömeg kg) közel hatszor annyi *glyphosate*-maradékot tartanak veszélytelennek a fogyasztást illetően, mint az Európai Unió (ADI: 0,3 mg/testtömeg kg). Mindez a lakosság felé nehezen kommunikálható, hiszen könnyen belátható, hogy valamelyik hatóság súlyosan tévedhet.

A kockázatalapú megítélésnek van egy rendkívül fontos problémája, mégpedig az, hogy megállapításai időfüggőek. A jelenlegi víz- és élelmiszer-szennyezéssel kalkulálnak (ez Európában még alacsony szintű) [1], miközben tudjuk, hogy a mezőgazdasági felhasználás időben nagyon is gyorsan változik, és ennek nyomán a számításokhoz használt alapadatok is. Az *US EPA*, *EFSA* és *ECHA* értékelésének folyamatos felülvizsgálata környezetanalitikai monitorozás alapján nagyon is elvárható lenne. Van-e azonban ilyen tagállami monitorozás?

Nézzük mindezt a *glyphosate* esetében. A 0,3 mg/testtömeg kg/nap érték (mostanában javasolták 0,5 mg/testtömeg kg/nap értékre emelni) nem számol a hormonmoduláns és a krónikus kitévés hatásával. Vajon az *EFSA* – a jelenlegi jogszabályi előírások szerinti – kockázatértékelése súlyos, valamennyinket érintő egészségügyi hatásokat figyelmen kívül hagyott? A mérlegelendő hatások közül ugyanis a rákkeltő hatás csupán az egyik [2], vagyis az újbóli engedélyezés érdemi vitája nem korlátozódhatna csupán a rákkeltéssel kapcsolatos megítélésre. A megítélés összetett voltát tovább bonyolítja, hogy a kockázatalapú értékelés csak a monoton dóziszfüggést mutató hatásokra vonatkozik; azon esetekben, ahol a hatáserősség nem szük-

séggéppen csökken a koncentráció vagy a kitévés csökkenésével, ott a veszélyalapú elemzés marad érvényben. Ilyen például a hormonmoduláns hatások megítélése, ami az európai engedélyezés egyik jelenlegi neurotikus pontja. Ez a *glyphosate*-vita esetében is a jövőben lényegi szerepet kaphat.

A kémiai rákkeltők feltűnően eltérő besorolása nagyban erodálja a minősítő szervezetek megítélését, amelyek közül csak az *IARC* minősítői onkológusok, míg az *US EPA* elvileg környezettudományi szakemberekből áll [18]. Az **1. táblázatban** az tűnhet fel, hogy az *US EPA* gyorsan minősít, bár minősítéseit esetleg később megváltoztatja. Sőt, minősítési rendszere is változott (ma az 1986-os és 2005-ös minősítések ismertebbek), ami némi zavart okoz. Az *IARC* ezzel szemben lassan és nehézké-

sen minősít. Itt is előfordul, hogy változtatnak a minősítésen – ennek tipikus példája egy másik gyomirtó, az *atrazine*, amit az *IARC* először rákkeltőnek ítélt, majd később törölte ezt a besorolását. Ma viszont már tudjuk, hogy az egyik legpotensebb hormonmoduláns kétélűek esetében [19, 20]. Igen kevés az olyan növényvédőszerhatóanyag, amit az *IARC* és a *US EPA* egyaránt minősített, azonban ezeknél a minősítések közötti ellentmondások nyilvánvalók (lásd *2,4-D*, *chlorothalonil*, *lindane*). 2000-ben kísérletet tettek arra, hogy a két szervezet mutagenitási és rákkeltési adatbázisát összefésüljék. Ekkor született meg a *GAP2000* program [21], amely utóbb sajnos elég gyorsan eltűnt a nyilvánosság elől; naprakész gondozása senkinek sem képezte az érdekét. Ezen túlmenően a *GHS*

MINŐSÍTÉS	CÉL	ÉV	LARC	EPA	
<b>Rákkeltő emberen (GHS-1A)</b>					
	1,2-dichloropropane	fumigáns	1956	1	B
	<i>lindane</i> (gamma-HCH)	rovarölő	1942	1	sC
<b>Feltételezett rákkeltő emberen (GHS-1B)</b>					
	<i>captan</i>	gombaölő	1952		B
	<i>daminozide</i>	regulátor	1962		B
	<i>epoxiconazole</i>	gombaölő	1990		1B
	<i>fenoxycarb</i>	rovarölő	1981		1B
	<i>glyphosate</i>	gyomirtó	1971	2A	E
	<i>haloxyfop-M</i>	gyomirtó	1992		B
	<i>imazail</i>	gombaölő	1973		1B
	<i>iprodione</i>	gombaölő	1974		1B
	<i>iprovalicarb</i>	gombaölő	1998		1B
	<i>mancozeb</i>	gombaölő	1961		B
	<i>metam-Na</i>	talajfertőtlenítő	1951		1B
	<i>metiram</i>	gombaölő	1958		B
	<i>oxyfluorfen</i>	gyomirtó	1975		1B
	<i>pirimicarb</i>	levéltetűölő	1969		1B
	<i>propineb</i>	gombaölő	1963		1B
	<i>thiacloprid</i>	rovarölő	1991		1B
	<i>thiophanate-M</i>	gombaölő	1970		1B
<b>Rákkeltéssel gyanúsított emberen (GHS-2)</b>					
	<i>2,4-D</i>	gyomirtó	1942	2B	D
	<i>amitraz</i>	atkaölő	1971		sC
	<i>boscalid</i>	gombaölő	2003		sC
	<i>bromoxynil</i>	gyomirtó	1963		C
	<i>chlorothalonil</i>	gombaölő	1964	2B	1B
	<i>difenoconazole</i>	gombaölő	1988		C
	<i>dimethenamid</i>	gyomirtó	1991		C
	<i>dimethoate</i>	rovarölő	1951		C
	<i>dithianon</i>	gombaölő	1963		sC
	<i>flonicamid</i>	levéltetűölő	1996		sC
	<i>fluazinam</i>	gombaölő	1992		sC
	<i>hexythiazox</i>	atkaölő	1984		sC
	<i>linuron</i>	gyomirtó	1962		C
	<i>mecoprop-P</i>	gyomirtó	1953		sC
	<i>PBO</i>	szinergista	1947		C
	<i>pendimethalin</i>	gyomirtó	1974		C
	<i>phosmet</i>	rovarölő	1961		C
	<i>prochloraz</i>	gombaölő	1977		C
	<i>propiconazole</i>	gombaölő	1979		C
	<i>tebuconazole</i>	gombaölő	1986		C
	<i>tebufenpyrad</i>	atkaölő	1993		sC

**1. táblázat. Az IARC és US EPA növényvédőszerhatóanyagok rákkeltésére vonatkozó minősítései**

Megjegyzések: *IARC*: 1 - humánkarcinogén, 2A - valószínű humánkarcinogén, 2B - lehetséges humánkarcinogén, 3 - nem sorolható be humánkarcinogénnak, 4 - valószínűleg nem humánkarcinogén; *US EPA*, 1986: A - humánkarcinogén, B1 - valószínű humánkarcinogén, emberen korlátozott bizonyítékokkal, B2 - valószínű humánkarcinogén, emberen elégtelen bizonyítékokkal, C - lehetséges humánkarcinogén, állatokon korlátozott bizonyítékokkal, D - nem osztályozható humánkarcinogénként, E - bizonyítottan nem humánkarcinogén; *US EPA*, 2005: I - „likely to be” és s - „suggestive evidence” a betűk előtt.



(Globally Harmonized System) rendszerében tettek próbát a kétféle minősítés összehibekítésére.

### Az Európai Unió újraengedélyezési döntése

Az EFSA a *glyphosate* engedélyezésének meghosszabbítását javasolta. A tagországok szavazataiban a szükséges minősített többség sem a nem, sem az igen felé nem gyűlt össze hosszú ideig, így 2016-ban először csak 1,5-éves hosszabbításra került sor. 2017-ben a német szavazat sokakat meglepően és később politikai hullámokat vetve (hiszen az ellenző környezetvédelmi tárca nem másította meg a döntését) igenre váltott, s ezzel a *glyphosate* engedélyezését öt évre (2017-2022) meghosszabbították. Több EU-tagország (Hollandia tiltását hamarosan Franciaország követheti, s mindent abszurd módon Németország új kormánya is fontolgatja) önálló tiltást vezethet be még 2022 előtt, amikor már a Bayer szupercég lehet a tárgyalópartner, hiszen ebbe az Európai Bizottság és az Egyesült Államok is beleszólt. Az Egyesült Államok a feltétellel támogatja ezt a fúziót, ha a Bayer leadja a vetőmagágazatát, ami elég elgondolkodtató fejlemény. Az ötéves engedélyhosszabbítás járulékos nehézsége, hogy a rövid időtartam miatt a következő újraengedélyezési körhöz az új kockázatelemzést máris meg kell indítani, amihez – az előzmények és a német *BfR*-t ért bírálatok nyomán – nem lesz könnyű referens tagállamot találni.

Az ügy másik oldalán álló nagyüzemi gazdálkodók a *glyphosate*-tal egy viszonylag olcsó hatóanyagot veszítettek volna el, ezért érdekvédelmi szervezeteik őket is tiltakozásra biztatták (4. ábra). Ennél sokkal kínosabb az EU takarmányozásában a növényifehérje-igény fedezetének ügye. Ez főként *glyphosate*-tűrő szójára (néhol *glyphosate*-tűrő kukoricára is) vonatkozik. A legtöbb európai országhoz hasonlóan ha-

4. ábra. Francia gazdák tiltakozása Párizsban a *glyphosate* betiltása ellen (fotó: Reuters/Philippe Wojazer)



Alapengedély	Klónengedély	Párhuzamosimport-engedély
Glyphogan 480 SL <sup>A</sup>	Gladiator 480 SL Hardflex 480 SL	Glyfogan
Taifun 360 <sup>A</sup>		
Dominator <sup>D</sup>		
Nasa <sup>Ag</sup>		
Glyfos <sup>C</sup>		
Glialka 480 Plus <sup>M</sup>	Figaro	Agria Glypho Glifostar 480 SL Roundup Classic Sherif 480 SL Uyuni
Roundup Classic <sup>M</sup>	Glyphogan Classic Vesuvius	
Roundup Classic Plus <sup>M</sup>	Rodeo	
Roundup Forte <sup>M</sup>		
Clinic 480 SL <sup>N</sup>	Amega	
Nufozát <sup>N</sup>		

2. táblázat. A POEA segédanyaggal formázott *glyphosate*-tartalmú készítmények

A NÉBIH nyomán: <sup>A</sup> – Adama; <sup>Ag</sup> – Agria; <sup>C</sup> – Cheminova; <sup>D</sup> – Dow; <sup>M</sup> – Monsanto; <sup>N</sup> – Nufarm

zánk takarmányozása (baromfi és sertés) is megoldhatatlan jelenleg dél-amerikai *glyphosate*-tűrő szója nélkül. A *glyphosate* betiltása törölte volna a takarmányokban viszonylag magas elfogadható szermaradék-határértéket (MRL), s a helyére lépő kimutathatósági határ lehetlenné tette volna ezeknek a genetikailag módosított takarmánynövényeknek az EU-ba való beszállítását. Mindez az EU állattenyésztésének részleges összeomlásával végződött volna. A példa szerint az EU növényi fehérje vonatkozásában kiszolgáltató az Egyesült Államoknak és gazdasági befolyási körének.

### A POEA-tartalmú *glyphosate*-készítmények magyarországi kivonása

A *glyphosate* újraengedélyezése során irányult a figyelem a formázóanyagokra, és akadt fenn ezen a POEA nevű, polietoxilált faggyúaminokból álló vegyület. Az Európai Bizottság ennek az adalékanyagának a visszavonását javasolta a *glyphosate*-tartalmú készítményekből 2016-ban, s most úgy tűnik, az EU-tagországok – akik a növényvédőszer-készítményeket engedélyezik – ezen az adalékon gyakorolnak szigorot, miközben a *glyphosate* további használatát menthetőnek gondolják.

2017-ig több mint ötven *glyphosate* hatóanyagú készítményt használhattunk hazánkban. A formázóanyagok tekintetében örömteli módon nagyon gyors hatósági intézkedést tapasztaltunk nálunk is. A POEA-val formázott *glyphosate*-tartalmú készítmények 2017. május 31-ig voltak hazánkban forgalmazhatók, a készletek felhasználhatósága 2017. november 30-ig terjedt ki. A 2. táblázat alapján érzékelhető, hogy az alapengedély tulajdonosától, hogyan származnak klónengedélyek és párhuzamos-

import-engedélyek. A POEA problémája nem lepte meg a cégeket, hiszen a formázásra specializálódó vállalatok, már régóta dolgoztak faggyúaminokat helyettesítő megoldásokon.

Tiltási döntésével hazánk is elismerte, hogy a *glyphosate*-tartalmú készítményekkel súlyos baj volt, bár azt sugallja, hogy a hatásokért a POEA nevű formázóanyag és nem a *glyphosate* hatóanyag tehető felelőssé. Mindezt sejttoxikológiai vizsgálatok – köztük saját vizsgálatunk is [4, 22-24] – alátámasztják, ám a kérdéskör közérthető kommunikációja máig nem történt meg, s a lakosság egy jelentős része nálunk is úgy gondolhatja, hogy az egészségünkért dolgozó IARC valamiféle hóbortos, veszt jósló civilszervezet, holott valójában genetikusokból, onkológusokból és szakbiológusokból álló közösség, amelynek munkája megfontolt és adekvát.

### Következtetések

A *glyphosate* engedélyének meghosszabbítása az európai takarmányipiac jelenlegi összetétele miatt gazdasági szempontokból minden valószínűség szerint elkerülhetetlen volt. A hatalmas mértékű kibocsátás és a fokozódó környezeti-toxicológiai aggályok nyomán azonban nem maradhat minden úgy, ahogy eddig volt. A *glyphosate*-tal kapcsolatos sokféle gyanú tisztázásra szorul, melyekre a hatóanyagból komoly hasznót húzó vállalatoktól a nyilvános adatokon alapuló válaszokat meg kell követelni. Az európai országok tervezett önálló lépései már most előre vetítik, hogy többen egyéni megoldásokra készülnek, ami az EU számára közösségi szinten nem előnyös. A lehetséges lépések a *glyphosate*-terhelés csökkentésére és a veszélyek azonosítására a következők:



- az EU-nak fokozni kell a mellékhatásvizsgálatokkal foglalkozó kutatási témák támogatását;
- az EU-nak más növényi fehérjeforrást kell találni, s arra alapozni a tagországok takarmányozását – ezt illetően nálunk is fehérjeprogram indult, illetve elindult a módosításmentes szója termesztésének kiemelt támogatása (például a nemzetközi Donau Soja Association tevékenységéhez kapcsolódóan is);
- az EU-nak tiltani kell a *POEA* formázóanyag használatát, amelyek a *glyphosate*-tartalmú szerek toxikológiai megítélését erősen rontják – hazánk ebben az EU-tagországokon belül az elsők között lépett, ugyanakkor kérdés marad, a *POEA* használatát vajon miért kizárólag a *glyphosate*-tartalmú készítményekben kell csak tiltani, más növényvédők szerekben és más ipari területeken miért nem?;
- Magyarországon tiltani kell a *glyphosate* állományszáritásra való használatát, ami az érintett terményekben (az *EFSA* szerint: napraforgó, lencse, borsó, mustár, len, szója, árpa, búza, zab és rozs) szermaradékok előfordulását eredményezi [25] – a részleges tiltás nem elégséges megoldás;
- Magyarországon meg kell változtatni a *glyphosate*-tartalmú készítmények III. kategóriás besorolását, amely alapján ez a környezetünkre veszélyes, felszíni vizekben kimutatható hatóanyag szakértelem nélkül vásárolható és felhasználható – át kell valamennyi *glyphosate*-tartalmú készítményt sorolni az I. kategóriás növényvédők szerek közé, amelyek felhasználása növényvédők mérnöki/növényorvosi végzettséghez kötött;
- az EU-ban tiltani kell a *glyphosate* közterületeken való felhasználását – ez hazánkban megtörtént;
- az EU-ban biztosítani kell, hogy a *glyphosate* repülőgépes kijuttatásának tiltása eseti/szükséghelyzeti engedéllyel se sérülhessen, amely az elsodródás és céltévesztés miatt szükséges (az állományszáritásnak és a *glyphosate*-tűrő növények egyesült államokbeli kijuttatásának ez a módja) – ez a hazánkban védett kételtű fajok miatt nagyon fontos lépés;
- az EU-ban tiltani kell a *glyphosate* élővizek, vízgyűjtő területek körzetében való alkalmazását – a vízbázisok tisztaságát hazánkban minden módon óvni kell;

- az EU-ban fokozni kell az ivóvíz, italok és élelmiszerek folyamatos monitorozását *glyphosate* hatóanyagra – ezt az eddig mért környezetanalitikai eredmények indokolják.

A körülmények szigorítás az EU elővízgyátottsági rendszabályaiból is következik, hiszen a környezetünkben, az italainkban és az élelmiszereinkben való előfordulás bizonyított, mint a keringési rendszerünkbe való bekerülés és a vizelettel való ürülés is. A rákkeltő hatás csupán egy a lehetséges gyanúk közül. A fogyasztókat egyik döntés felé sem győzheti meg az, ha két világszervezet egymással ellentétes állítást tesz, és nem a megoldásokról vitatkozik. Ezen túlmenően azonban a *glyphosate* hormon- és immunmoduláns hatásainak, szerepére a hepatorenális toxicitásában (pl. halált okozó krónikus vesebetegség, a máj *NAFLD*-típusú betegsége stb. [26]) megnyugtató tisztázása nélkül nem állítható az, hogy e tekintetben mindent megtettünk az élelmiszerbiztonságért. A *glyphosate* magyarországi használatában a szigorú ellenőrzés szabályait javasoljuk bevezetni, és már most el kell kezdeni azokat a technológiai fejlesztési vizsgálatokat, amelyek a 2022-es lehetséges kivonás miatt szükségessé válnak. Ebben a hazai egészségügy messze serényebb és szakszerűbb aktivitása várható el.



## IRODALOM

- [1] Darvas B., Székács A.: A *glyphosate* – No1. Alkalmazás és környezetanalitika. Magyar Kémikusok Lapja (2018) 73, 186–190.
- [2] Darvas B., Székács A.: A *glyphosate* – No2. Toxikológia és ökotoxikológia. Magyar Kémikusok Lapja (2018) 73, 244–248.
- [3] Németh, Gy., Székács, A.: Comparison of the legal regulations of pesticides and hazardous chemicals in the European Union with emphasis on genotoxic and endocrine disrupting effects. Acta Phytopathol. Entomol. Hung. (2012) 47 (2), 251–274.
- [4] Klátyik, Sz., Bohus, P., Darvas, B., Székács, A.: Authorization and toxicity of veterinary drugs and plant protection products: residues of the active ingredients in food and feed and toxicity problems related to adjuvants. Front. Vet. Sci. (2017) 4, 146.
- [5] IARC. *Glyphosate*. In: Some Organophosphate Insecticides and Herbicides. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol. 112. 321–412. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/mono112.pdf>
- [6] Székács, A., Darvas B.: Re-registration challenges of *glyphosate* in the European Union. Frontiers Environ. Sci. (2018) 6, 78. doi: 10.3389/fenvs.2018.00078
- [7] Székács, A., Darvas B.: Forty years with *glyphosate*. In: Abd El-Ghany Hasaneen, M.N. (Ed.), *Herbicides – Properties, Synthesis and Control of Weeds*. InTech, Rijeka, 2012. 247–284. <https://www.intechopen.com/books/herbicides-properties-synthesis-and-control-of-weeds/forty-years-with-glyphosate>
- [8] Sikorski, J. A.: *Herbicide glyphosate*. In: Progress in Heterocyclic Chemistry. (Gribble G.W., Gilchrist, S. L. Eds) ISHC, Pergamon, 1997. 17–42.
- [9] Gyurcsó G., Darvas B.: Magyarországon felhasznált növényvédőszer-hatóanyagok – III. Gyomirtó szerek. *bioKontroll* (2015) 6 (1), 15–29.
- [10] Brendel Lné, Gulyás I., Gyökér I., Zsupán K., Biró

- Pné, Csorvási I., Fodor I., Répási J., Salamon Z., Somogyi G., Szentkirályi I., Timár T.: Eljárás N-(foszfonometil)-glicin előállítására. 184.601 sz. magyar szabadalom, 4.486.359 sz. USA szabadalom, 1979.
- [11] Barton, D. H. R., Jászberényi, J. Cs., Timár T., Tompa J., Kövér J.: Hatékony eljárás N-Foszfonometil-glicin előállítására. 214.906 sz. magyar szabadalom, 1994.
- [12] Pfliegel T., Seres J., Gajáry A., Daróczyné Csuka, K., T. Nagy L.: Eljárás N-phosphonometil-glycine előállítására. 13.027 sz. magyar szabadalom. Chinoin Gyógyszergyár, 1977.
- [13] Seralini, G.-É., Clair, E., Mesnage, R., Gress, S., De-farge, N., Malatesta, M., Hennequin, D., de Vendôme, J. P.: Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environ. Sci. Eur.* (2014) 26 (1), 14.
- [14] German Federal Institute for Risk Assessment: Renewal Assessment Report (RAR) on the active substance *glyphosate* prepared by the rapporteur Member State Germany in the framework of Regulation (EU) No 1141/2010, 2013.
- [15] German Federal Institute for Risk Assessment: Final addendum to the Renewal Assessment Report. Risk assessment provided by the rapporteur Member State Germany and co-rapporteur Member State Slovakia for the active substance *glyphosate* according to the procedure for the renewal of the inclusion of a second group of active substances in Annex I to Council Directive 91/414/EEC laid down in Commission Regulation (EU) No. 1141/2010, 2015.
- [16] European Food Safety Authority: Peer Review Report on *Glyphosate*. EFSA, Parma, 2015. [https://corporate.europe.org/sites/default/files/attachments/4302\\_prr\\_public.pdf](https://corporate.europe.org/sites/default/files/attachments/4302_prr_public.pdf)
- [17] Portier, C. J. et al.: Differences in the carcinogenic evaluation of *glyphosate* between the International Agency for Research on Cancer and the European Food Safety Authority. *J. Epid. Com. Health* (2016) 70 (8), 741–745.
- [18] United States Environmental Protection Agency: Evaluation of the Carcinogenic Potential of *Glyphosate*. Washington DC, 2015.
- [19] Hayes, T. B., Collins, A., Lee, M., Mendoza, M., Noriega, N., Stuart, A. A., Vonk, A.: Hermaphroditic, demasculinized frogs after exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses. *PNAS* (2002) 99, 5476–5480.
- [20] Hayes, T. B., Khoury, V., Narayan, A., Nazir, M., Park, A., Brown, T., Adame, L., Chan, E., Buchholz, D., Stueve, T., Gallipeau, S.: Atrazine induces complete feminization and chemical castration in male African clawed frogs (*Xenopus laevis*). *PNAS* (2010) 107, 4612–4617.
- [21] Waters, M., Stack, E., Jackson, M., Lohman, P., Lohman, W., Rice, J.: Genetic activity profiles of short-term tests with data from the US EPA and the IARC Monographs. GAP2000 programme, 2000.
- [22] Székács, I., Fejes, Á., Klátyik, Sz., Takács, E., Patkó, D., Pomóthy, J., Mörtil, M., Horváth, R., Madarász, E., Darvas, B., Székács, A.: Environmental and toxicological impacts of *glyphosate* with its formulating adjuvant. *Intl. J. Biol. Biomol. Agric. Food Biotech. Engineer.* (2014) 8 (3), 219–224.
- [23] Defarge, N., Takács, E., Lozano, V., Mesnage, R., Spirooux de Vendôme, J., Seralini, G. E., Székács, A.: Co-formulants in *glyphosate*-based herbicides disrupt aromatase activity in human cells below toxic levels. *Int. J. Environ. Res. Pub. Health* (2016) 13, 264.
- [24] Farkas, E., Szekacs, A., Kovacs, B., Olah, M., Horvath, R., Szekacs, I.: Label-free optical biosensor for real-time monitoring the cytotoxicity of xenobiotics: a proof of principle study on *glyphosate*. *J. Hazard. Mater.* (2018) 351, 80–89.
- [25] European Food Safety Authority: The 2015 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA J.* (2017) 15 (4), 4791.
- [26] Mesnage, R., Rennie, G., Seralini, G.-É., Ward, M., Antoniou, M.N.: Multiomics reveal non-alcoholic fatty liver disease in rats following chronic exposure to an ultra-low dose of Roundup herbicide. *Sci. Reports* (2017) 7, 39328.