

I. ÖKOTOXIKOLÓGIAI KONFERENCIA
előadás és poszter kötete

**IV. GÉNTECHNOLÓGIA – NÖVÉNY- ÉS KÖRNYEZETVÉDELMI
SZIMPÓZIUM**

I. KÖRNYEZETANALITIKAI ÉS ÖKOTOXIKOLÓGIAI SZIMPÓZIUM

A konferencia helye
Fodor József előadóterem, Országos Kémiai Biztonsági Intézet
1097 Budapest, Nagyvárad tér 2

Időpontja
2011. november 18. (péntek) 9:00-18:00

A konferencia szervezői
Darvas Béla, Simon Gergely és Major Jenő



A konferenciakötet szerkesztője
Darvas Béla

A konferenciakötet szerkesztő bizottságának tagjai
Heltai György, Major Jenő, Márialigeti Károly és Zárny Gyula

ISBN 978-963-89452-0-4

Kiadó
Magyar Ökotoxikológiai Társaság

Budapest
2011

TARTALOMJEGYZÉK

Szerkesztői előszó _____	4
Andrási Nóra, Helenkár András, Zsigrainé Vasanits Anikó, Záray Gyula és Perlné Molnár Ibolya – Szteroidvegyületek elemzése környezeti vízmintákban trimetilszilil-(oxim) éterekként gázkromatográfia-tandem tömegspektrometria felhasználásával _____	5
Bakonyi Gábor és Kassai Katalin – DAS-59122 jelű Bt-kukorica vonal dekompozíciója szántóföldi körülmények között _____	6
Balázs Mária, Törökné Kozma Andrea, Pándics Tamás és Palade Elena Alina – Vasoxid nanorészecskékkel végzett ökotoxikológiai vizsgálatok _____	7
Bánáti Hajnalka, Darvas Béla, Juracsek Judit, Szécsi Árpád, Tóth Szilvia, Lustyik György, Takács Eszter és Székács András – Cry-toxint termelő kukoricák (MON 810 és DAS-59122) és <i>Fusarium</i> -fajok mikotoxin-termelése _____	8
Biró Anna, Fodor Zoltán és Tompa Anna – Az immuntoxikológiai monitor tapasztalatai munkahelyi környezeti expozíciókban _____	10
Darvas Béla, Bánáti Hajnalka, Takács Eszter, Vajda Boldizsár, Neszlényi Kálmán és Székács András – Kukorica fajtahibrid-képződés – GM x nem-GM fajta [N° 2] _	11
Dura Gyula, Rudnai Péter és Páldy Anna – Az egészségkockázat értékelésének szempontjai a vörösiszap katasztrófában érintett területen _____	13
Jakab Mátyás, Major Jenő, Magyar Judit Éva, Besenyi Krisztina és Tompa Anna – A többvégpontos géntoxikológiai monitor alkalmazása a munkahelyi kockázatbecslésre _____	14
Kukolya József, Krifaton Csilla, Cserhádi Mátyás, Háhn Judit, Harkai Péter, Sebők Flóra, Dobolyi Csaba, Szoboszlav Sándor, Kovács Balázs, Bakos Katalin, Urbányi Béla és Kriszt Balázs – Biomonitoring rendszerek alkalmazása mikotoxin-biodetoxifikációra képes mikrobák szelekciójára _____	16
Major Jenő és Bordás Imre – A kolontári vörösiszap-katasztrófa kémiai biztonsági kockázatbecslése és kockázatelemzése _____	17
Mörtl Mária, Fejes Ágnes, Bokán Katalin, Darvas Béla és Székács András – A hazai növényvédő szer eredetű vízszennyezők és előfordulásaik környezeti mintákban _	19
Murányi Attila, Takács Eszter, Bánáti Hajnalka, Székács András és Darvas Béla – A MON 810-es kukorica hatása a rizoszféra talajra és együtt termesztett növényekre [N° 1] _____	20
Németh Gyöngyi és Székács András – Az Európai Unió növényvédő szerekre és vegyi anyagokra vonatkozó rendeleteinek összevetése (Poszter) _____	21
Simon Gergely és Pál János – Hormonmoduláns anyagok a környezetünkben _____	23
Székács András, Fejes Ágnes, Mörtl Mária, Bokán Katalin, Bánáti Hajnalka, Fekete Gábor és Darvas Béla – A <i>glyphosate</i> környezet-egészségügyi hatásai _____	24

<i>Szigeti Tamás</i> – A genetikai módosítások információelméleti következményei (Poszter) _	26
<i>Takács Eszter, Juracsek Judit, Gabriele Weiss, David Quist, Angelika Hilbeck, Darvas Béla és Székács András</i> – Összehasonlító vizsgálat a <i>MON 810</i> -es kukorica Cry1Ab-toxintartalmának mennyiségi meghatározására immunanalitikai módszerrel (Poszter) _____	28
<i>Takács Eszter, Murányi Attila, Darvas Béla, Ködöböcz László, Juracsek Judit és Székács András</i> – A műtrágyázás hatása a <i>MON 810</i> -es kukorica Cry1Ab-toxintermelésére _____	29
<i>Vehovszky Ágnes, Kovács W. Attila, Szabó Henriette, Győri János és Farkas Anna</i> – Balatoni kékalgá-izolátumok neurotoxikus hatásainak jellemzése gerinctelen modellrendszereken (Poszter) _____	31
Index _____	33



SZERKESZTŐI ELŐSZÓ

A Fővárosi Bíróság 2011. június 17-én 14452 sorszámmal jegyezte be a **Magyar Ökotoxikológiai Társaságot** (MÖTT) és egyben közhasznú szervezetté is minősítette.

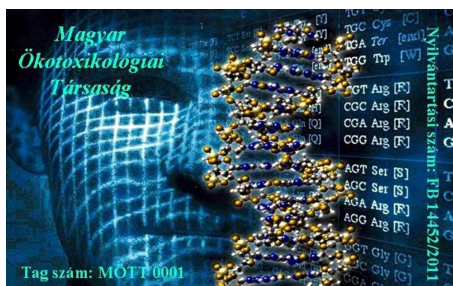
A MÖTT alakuló Közgyűlésére 2011. március 11-én az *Ökotárs Alapítvány* tárgyalójában került sor. A huszonkét alapító tag megvitatta, majd elfogadta az Alapszabályt, majd a szükséges dokumentumokkal együtt a Fővárosi Bíróságnak (FB) benyújtotta. Az FB néhány kiegészítést kért, ezért a második Közgyűlésen (május 20-án) az alapító tagok elkészítették az Alapszabály végleges verzióját.¹ A MÖTT alapító tagjai a következők:

Ács Sándorné, Bakonyi Gábor DSc, Báskay Imre, Bozsik András CSc, Darvas Béla DSc, Dura Gyula CSc, Fekete Gábor PhD, Hartman Máttyás, Heltai György DSc, Kukolya József PhD, Major Jenő PhD, Márialigeti Károly DSc, Móra Veronika, Murányi Attila DSc, Nagy Péter István PhD, Roszák Péter, Simon Gergely, Székács András DSc, Szoboszlai Sándor PhD, Törökné, Kozma Andrea PhD, Varga L. György PhD és Záray Gyula DSc.

Négy évre (2011-2014) a MÖTT elnökének Darvas Bélát, az elnökség tagjainak Major Jenőt és Simon Gergelyt; a Felügyelő Bizottság elnökének, Murányi Attilát, tagjainak Székács Andrást és Szoboszlai Sándort választották meg.

A MÖTT feladata a kémiai és biológiai ágensek bioszférára gyakorolt következményeinek vizsgálata. A MÖTT célja, hogy feltárja az ökoszisztémára gyakorolt hatásokat és elősegítse azok mérséklését. A MÖTT minden év novemberének második felében egynapos tudományos konferenciát szervez, kémiai és biológiai/genetikai biztonság témakörökben. Hamarosan megjelenő önálló honlapján folyamatos tájékoztatást nyújt majd a működéséről és szakmai állásfoglalásairól. A *Biokontroll* tudományos folyóirat ökotoxikológia rovata lesz a MÖTT egyik szakmai fóruma. Terveink között szerepel az *Ökotoxikológia* nevű tudományos lap alapítása.

A MÖTT tudományos konferenciájának részei a **Géntechnológia – növény- és környezetvédelmi** szimpózium, amelyből az első három (2003, 2006, 2010) a *Növényvédelmi Tudományos Napok* keretében, mint szatellit szimpózium került megrendezésre,² valamint a **Környezetanalitikai és ökotoxikológiai szimpózium**, amelynek előzménye a *Kémiai és Genetikai biztonság a mezőgazdaságban* (Budapest, 2004. szeptember 16) című konferencia volt,³ amelyen Papp László akadémikus ötlete nyomán a MÖTT megalapításának gondolata először megtárgyalásra került.



¹ <http://bdarvas.hu/download/pdf/MOTTFin.pdf>

² <http://www.bdarvas.hu/gmo> Tudományos rendezvények fül

³ <http://www.kia.hu/konyvtar/tartalom/t76.htm>

SZTEROIDVEGYÜLETEK ELEMZÉSE KÖRNYEZETI VÍZMINTÁKBAN TRIMETILSZILIL-(OXIM) ÉTEREKKÉNT GÁZKROMATOGRÁFIA- TANDEM TÖMEGSPEKTROMETRIA FELHASZNÁLÁSÁVAL

Andrási Nóra,^{a,b,c} Helenkár András,^{a,b} Zsigrainé Vasánits Anikó,^{a,b} Záray Gyula^{a,b}
és Perlné Molnár Ibolya^{a,b}

^aELTE Környezettudományi Kooperációs Kutató Központ; ^bELTE Kémiai Intézet Analitikai Kémiai Tanszék;
^cSemmelweis Egyetem Gyógyszerésztudományok Doktori Iskola

A szteroidvegyületek analízise a gázkromatográfia tömegszelektív elemzés (GC-MS) alkalmazásával jelenleg is kihívás az analitikai kémikusok számára. Ezek a vegyületek azonosítása és mennyiségi meghatározása kiemelkedő fontosságú a különböző klinikai rendellenességek diagnosztikájában, a sportteljesítmény növeléséhez használt illegális szerekkel történő visszaélések felismerésében, az étel-miszer-analitikában, és legfőképpen a különböző környezeti vízminták szennyezőinek meghatározásában. A szteroidvegyületek élővilágra gyakorolt, alapvetően kedvezőtlen, káros hatásait esettanulmányok igazolják.

Munkánk célja az volt, hogy a környezeti vizek szennyezőire kidolgozott sok összetevőjű elemző rendszerünket,^{4,5,6,7} természetes és szintetikus szteroidvegyületek egyidejű analízisével bővítsük.^{8,9} A vizsgált húsz szteroidvegyület a természetes androgének (androszteron, transz-dehidroandroszteron, transz-androszteron, dihidrotesztozteron, tesztoszteron, 4-androsztén-3,17-dion), a természetes ösztrogének (β -ösztadiol, ösztriol), a szintetikus ösztrogének (mesztranol, etinilösztadiol), a természetes progesztogén (progeszteron), a szintetikus progesztogének (noretiszteron, gesztoden, levonorgesztrél, etonogesztrél, medroxiprogesteron-acetát), a fekális szterolok (koleszterin, koprosztanol) és a fitoszterolok (stigmaszterol, β -szitoszterol) csoportjaiba tartoznak.

Kutatásaink első lépéseként a ketoszteroidok csak szililezett termékeinek válaszjelét mértük, majd a korábban ketocsoportú vegyületek esetében bevált, kétlépéses (1. oximálás, 2. szililezés) származékképző módszerünket optimaltunk. Kísérleteink során a reakcióidő (15-120 perc), a hőfok (50-90°C), valamint, a szililező szerek hexametildiszilazán és trifluoecetsav keveréke (HMDS/TFA), N-metil-N-(trimetilszilil)-trifluoroacetamid (MSTFA), bisz-(trimetilszilil)-trifluoroacetamid (BSTFA) és N-metil-N-terc.-butildimetilszilil-trifluoroacetamid (MTBSTFA) hatását tanulmányoztuk.

A szteroid származékképzés optimális körülményei ismeretében, trimetilszilil-oxim-éter vegyületeik származék-készítési tanulmányát és szelektív

⁴ Sebők, Á., Vasánits-Zsigrai, A., Záray, Gy. & Molnár-Perl, I. (2008) *Talanta* **76**, 642-650.

⁵ Sebők, Á., Sezer, K., Vasánits-Zsigrai, A., Helenkár, A., Záray, Gy. & Molnár-Perl, I. (2008) *J. Chromatogr. A* **1211**, 104-112

⁶ Sebők, Á., Vasánits-Zsigrai, A., Helenkár, A., Záray, Gy. & Molnár-Perl, I. (2009) *J. Chromatogr. A* **1216**, 2288-2301.

⁷ Helenkár, A., Sebők, Á., Záray, Gy., Molnár-Perl, I. & Vasánits-Zsigrai, A. (2010) *Talanta* **82**, 600-607.

⁸ Andrási, N., Helenkár, A., Záray, Gy., Vasánits-Zsigrai, A. & Molnár-Perl, I. (2011) *J. Chromatogr. A* **1218**, 1878-1890.

⁹ Andrási, N., Helenkár, A., Vasánits-Zsigrai, A., Záray, Gy. & Molnár-Perl, I. (2011) *J. Chromatogr. A* **1218**, 8264-8272.

fragmentációját elsőként írtuk le. Előzetes tapasztalataink alapján, a pásztázó (*FS*) adatgyűjtési mód mellé, kidolgoztuk a szelektív ion monitoring (*SIM*) és a tandem tömegspektrometriás (*MS/MS*) eljárásokat is.

Szennyvízmintákban androszteron-izomereket, β -ösztradiolt, etinilösztradiolt, ösztriolt, koproszتانolt, koleszterint, stigmaszterolt és β -szitoszterolt azonosítottunk és mértünk. A három adatgyűjtési technikát (pásztázó üzemmód – *FS*, *SIM*, *MS/MS*) az irodalomban elsőként hasonlítottuk össze ugyanazon vízminták elemzése során. Összehasonlításunk során igazoltuk az *MS/MS* módszer szelektivitását még a *SIM* adatgyűjtési technikával összehasonlításban is, a *SIM* eljárás kizárólagos használata ugyanis a vízminták β -ösztadiol- és etinilösztadiol-tartalmának többszörös (156-1325%-os) túlbecsléséhez vezethet.

Kulcsszavak: Andrási Nóra; androgének; fekális szterolok; fitoszterolok; *GC-MS*; Helenkár András; környezeti vizek; ösztrogének; Perlné Molnár Ibolya; progesztogének; szteroidvegyületek; Záray Gyula; Zsigrainé Vasanits Anikó

*

DAS-59122 JELŰ BT-KUKORICA VONAL DEKOMPOZÍCIÓJA SZÁNTÓFÖLDI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

Bakonyi Gábor és Kassai Katalin

Szent István Egyetem Állattani és Állatökológiai Tanszék, Gödöllő

Az Európai Parlament 2001/18/EC sz. direktívája kiemeli a dekompozíciós vizsgálatok fontosságát a GM-növények környezeti hatásvizsgálata során.¹⁰

Kukoricabogár elleni toxint termelő kukorica vonalak dekompozíciójára vonatkozóan igen kevés irodalmi adatot lehet találni. A korábbi kutatási eredmények azt mutatják, hogy a genetikailag módosított vonalak dekompozíciója szántóföldön nem különbözik szignifikánsan a megfelelő izogénes vonalétól. Lehman és mtsai¹¹ Cry3Bb1-toxin tartalmazó vonalak lebontását vizsgálták 22 hónapon keresztül. A lebontási ráták igen hasonlóak voltak mind a négy vizsgált vonal esetében (~ - 0,25/nap). A *MON 88017*-es jelű, Cry3Bb1-toxint tartalmazó vonal leveleivel (és közel izogénes párjával) végeztek szabadföldi vizsgálatokat Zurbrügg és mtsai,¹² akiknek eredményei szerint a két vonal leveleinek dekompozíciója nem különbözött egymástól.

Saját szántóföldi dekompozíciós vizsgálatainkat *DAS-59122* eseményszámú kukoricával és izogénes párjával végeztük. Vizsgáltuk a levél, szár és gyökér lebontásának dinamikáját Eisenbeis-féle minikonténer teszttel.¹³ A megfelelő növényi részek összehasonlítása során nem kaptunk különbségeket a *DAS-59122* jelű vonal és izogénes párja között, de a különböző növényi részek lebontásának

¹⁰ EP (2001) *Commission Declaration*. OJ L 106, 17.4. p. 1-39.

¹¹ Lehman, M. R., Osborne, S. L. & Rosentrater, K. A. (2008) *Agronomy J.* **100**, 163-168.

¹² Zurbrügg, C., Hönemann, L., Meissle, M., Romeis, J. & Nentwig, W. (2010) *Transgenic Research* **19**, 257-267.

¹³ Eisenbeis, G. (1998) *Praxis der Naturwissenschaften Biologie* **47** (4), 22-29.

eltérő dinamikája volt. A lebontás sebességében a legkisebb különbséget (11%) a levelek lebontásában kaptuk. A DAS-59122 jelű vonal szárának lebontásának sebessége 71%-al, a gyökere 46%-al múlta fölül az izogénes párját.

A DAS-59122 jelű vonal és közel izogénes párja nyersrost frakciói szignifikánsan nem különböztek egymástól. Ennek ellenére három ugróvillás fajjal (*Folsomia candida*, *F. fimetaria*, *Heteromurus nitidus*) elvégzett táplálkozási teszt eredményei arra utalnak, hogy a DAS-59122 jelű vonal preferált táplálékforrás a közel izogénes vonalhoz képest. Ez magyarázható azzal, hogy a nyersrost komponensek (hemicellulóz, cellulóz, lignin), ha nem is szignifikánsan, de magasabbak voltak a közel izogénes vonalban. Ugyanakkor az érdes pinceászka (*Porcellio scaber*) preferenciát nem mutatott. A közönséges televényféreg (*Enchytraeus albidus*) mortalitása és szaporodása sem különbözött a két vonalat fogyasztva. Mindezek az eredmények azt jelzik, hogy a különböző talajállat fajok/csoportok reakciója eltérő lehet.

A *Folsomia candida* ugróvillás faj táplálékpreferenciája a lebontás különböző fázisában lévő levelek iránt megváltozott. A lebontás kezdetén még a DAS-59122 jelű vonalat preferálta. Később azonban a preferencia megszűnt, reflektálva arra, hogy a dekompozíció során a könnyen felvehető és emészthető anyagok gyorsan lebomlanak.

Kulcsszavak: Bakonyi Gábor; Cry3Bb1; Cry34Ab1; Cry35Ab1; DAS-59122; dekompozíció; *Enchytraeus albidus*; *Folsomia candida*; *Folsomia fimetaria*; *Heteromurus nitidus*; Kassai Katalin; MON 88017; *Porcellio scaber*; tarlómaradvány lebontás

*

VASOXID NANORÉSZECSEKKEKEL VÉGZETT ÖKOTOXIKOLÓGIAI VIZSGÁLATOK

Balázs Mária,^a Törökné Kozma Andrea,^a Pándics Tamás^a és Palade Elena Alina^b

^aOrszágos Környezetegészségügyi Intézet Vízbilológiai és Ökotoxikológiai Osztály;

^bSzent István Egyetem Körbonctani és Igazságügyi Allatorvostani Tanszék, Budapest

A nanotechnológiai eljárások során előállított nanoméretű anyagformák előnyös és technológiai szempontból kedvező tulajdonságai mellett számos, nagyobb méret esetében nem tapasztalt, kedvezőtlen környezetre és emberi egészségre gyakorolt hatásával is számolni kell. A nanoanyagok kedvezőtlen tulajdonságainak rendszerbe foglalását és a pontos kockázatbecslési számítások elvégzését az adathiány nagymértékben nehezíti, ezért különösen fontos a nanoméretű anyagokkal kapcsolatos, jelenleg rendelkezésre álló környezeti és egészségkockázatra vonatkozó adatok összegzése, illetve a hiányzó vizsgálatok elvégzése.

Vizsgálataink tárgyát a vasoxid nanorészecskék képezték. Akut és krónikus tesztekben ökotoxikológiai vizsgálatokat végeztünk vízibolha (*Daphnia magna*) és az amerikai kontinensen őshonos planktonikus édesvízi rák (*Thamnocephalus platyurus*) szervezeteken. A *D. magna* tesztek a laboratóriumunkban fenntartott beltenyésztet egyedein, a *T. platyurus* tesztet pedig a kereskedelmi forgalomban

kapható Thamnotoxkit F segítségével végeztük el. A vasoxid (II, III), 29 nm-es átlagos szemcseméretű (25-40 nm), különböző koncentrációjú (0,01; 0,1; 1; 10 és 100 mg/L) vizes közegű vasoxid nanodiszperziójával kezeltük a tesztszervezeteket.

Az akut tesztek során a *D. magna* gyakoribb vedlését tapasztaltuk, majd mindkét tesztszervezet esetében megfigyelhető volt, hogy a csápokra lerakódott vasoxid megnehezítette a mozgásukat. A *D. magna*-n végzett akut vizsgálatok nem mutattak mérgező hatást. A kontroll csoport egyedeivel összehasonlítva azonban a béltraktusokban felhalmozódó vasoxid igen jelentős volt, és egyértelmű volt a felhalmozódott vasoxid mennyiségének koncentrációfüggése is.

A 48 órás akut *D. magna* tesztek végén az állatokat szövettani elemzéseknek vetettük alá. A TEM (transzmissziós elektronmikroszkóp) vizsgálat során a bél peritrofikus membránjában *vacuolaris* degenerációt találtuk. A vasoxid nanorészecskéi képesek átjutni a membránon és kóros elváltozásokat okoznak.

A *T. platyurus*-on végzett 24 órás akut vizsgálatokban sem tapasztaltunk pusztulást, bár ebben az esetben is észleltük a béltraktusokban felhalmozódó vasoxidot.

A szövettani eredmények hatására a vasoxidot hosszabb expozíciós idejű és érzékenyebb végpontú tesztekben vizsgáltuk. *D. magna* reprodukciós vizsgálat (OECD Guideline 211) kerestük a választ arra, hogy a kültakarón, a béltraktusban és a belső szervekben is lerakódott nanorészecskék befolyásolják-e az állatok életét: mozgásukat, táplálkozásukat és szaporodóképességüket.

A krónikus *D. magna* tesztet 1, 10 és 100 mg/L vizes közegű vasoxid nanodiszperzióval végeztük el. Az első két koncentrációban még nem mutatkozott más hatás, mint amit már az akut tesztek során tapasztaltunk. A legmagasabb – 100 mg/L-es – koncentrációban azonban már 20%-os anyaállat-pusztulást, és szignifikáns ~90%-os szaporulatsökkenést kaptunk a kontrollhoz képest, valamint az életben maradt egyedek is kisebbek voltak. A szignifikáns hatást mutató koncentrációban egy kezelt kontroll vizsgálatot is végeztünk normál méretű vasoxiddal, ami egyáltalán nem mutatott hatást.

Kulcsszavak: Balázs Mária; *Daphnia magna*; nanotechnológia; Palade Elena Alina; Pándics Tamás; *Thamnocephalus platyurus*; Thamnotoxkit F; Törökné Kozma Andrea; transzmissziós elektronmikroszkóp; vasoxid

*

CRY-TOXINT TERMELŐ KUKORICÁK (MON 810 ÉS DAS-59122) ÉS FUSARIUM-FAJOK MIKOTOXIN-TERMELÉSE

Bánáti Hajnalka,^{a,b} Darvas Béla,^{a,b,d} Juracsek Judit,^a Szécsi Árpád,^a Tóth Szilvia,^c
Lustyik György,^c Takács Eszter^{a,d} és Székács András^{a,d}

^aMTA Növényvédelmi Kutatóintézet; ^bELTE Környezettudományi Doktori Iskola; ^cSoft Flow Hungary Kft., Pécs;

^dSzent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllő

A rovarölő hatású GM-növények valamennyi szövete termeli az adott Crytoxint, amely a cél rovarcsoportot mérgező lektinfehérje. A különböző *Fusarium*-fajok által termelt mikotoxinprofil eltérő. A kukoricacsövön előforduló *Fusarium*-

fajok közül hazánkban a *Fusarium verticillioides* (mikotoxinok: fumonisin B1, T2) és a *F. graminearum* (mikotoxinok: fumonisin B1, T2, deoxinivalenol = DON, zearalenon) emelhetők ki. E gombák terjedésének egyik összetevője a csövön károsító lárvák (nálunk *Helicoverpa armigera* és *Ostrinia nubilalis*) által okozott sebzések valamint e lárvák ürüléke, mivel a mikrospórák túlélnek a tápcsatornai emésztést.¹⁴

Az eddig közölt eredmények (23-ból 19 esetben) szerint a *MON 810*-es kukoricafajtákon a *Fusarium*-fajok által termelt fumonisin B1, DON és zearalenon mennyisége csökken.¹⁵ Egy terület fertőzött töveinek számától függő (csökken a rovarok által terjesztett csőfuzariózis) átlagos tendencia azonban nem azonos jelzés az egyéni *Fusarium*-telepek válaszával.

Jelen vizsgálatainkban arra voltunk kíváncsiak, hogy a csőben jelen lévő Cry1Ab- (*MON 810*) és Cry34Ab1 + Cry35Ab1-toxinok (*DAS-59122*) milyen hatással vannak a mikotoxinok (itt fuzarotoxinok) mennyiségére. Vajon gátolják-e ezek termelődését, mint egy mikrobiális szempontból aktív hatású vegyülettől várható, vagy éppen indukálja ezek termelődését, amint egy allelokemikália típusú vegyületről – mint védekezési reakció – megjósolható. Vizsgálatunkban feltételeztük hogy a módosított és a közel izogenikus fajta (amelyből előállították) beltartalma „lényegileg azonos”.

Vizsgálatainkban GM-fajtákról és közel izogenikus párjukról a korai viaszérés (R4) fenológiai fázisában csöveket gyűjtöttünk, majd azokból 2,5 cm-es vastag keresztirányú korongokat vágunk, amelyeket *Fusarium*-spóraszuszpenzióban megfürdettünk. A korongokat zárt edényben inkubáltuk addig, amíg legalább a felszín 80%-án nem jelent meg a micélium. Ezt követő válogatás (a ritkán előforduló vegyes fertőzések kizárása) után hagytuk az egy kórokozót tartalmazó korongokon a *Fusarium*-telepeket előregedni, majd mintáztuk a felszíni micéliumréteget.

A mikotoxintartalmakat áramlási citometriás (Fungiplex, Soft Flow Hungary Kft.) módszerrel mértük. Valamennyi esetben 4-6 független biológiai minta mérésére került sor. Az eredményeket *Statistica* programmal (ANOVA, Tukey-teszt) értékeltük.

Eredményeinkben mindkét vizsgált *Fusarium*-faj esetében a fumonisin B1 mennyiségi előfordulása volt a legjelentősebb. A *DAS-59122* izogenikus vonalában a *F. verticillioides* szignifikánsan több (közel kétszer akkora) fumonisin B1-mennyiséget termelt, mint a *DAS-59122* csőkorongjain. Ugyanezt nem lehetett kimutatni *F. graminearum* esetében. A vizsgált kombinációkban a T2 termelésben különbséget nem találtunk. A *F. graminearum* a *MON 810*-es csőkorongokon szignifikánsan több (közel négyszeres) DON-mennyiséget termelt, mint az izogenikuson. A zearalenonprodukción mindkét GM-fajtacsoporton (*MON 810* és *DAS-59122*) enyhén emelkedett, azonban nagy biztonsággal statisztikailag ezek a hatások nem voltak elválaszthatók.

Méréseink szerint a hipotézisünk mindhárom iránya valószínű (gátol, változatlanul vagy indukál).

¹⁴ Darvas, B., Bánáti, H., Takács, E., Lauber, É., Szécsi, Á. & Székács, A. (2011) *Insects* 2, 1-11.

¹⁵ Ostry, V., Ovesna, J., Skarkova, J., Pouchova, V. & Ruprich, J. (2010) *Mycotoxin Res.* 26, 141-145.

Kulcsszavak: áramlási citometria; Bánáti Hajnalka; Cry1Ab; Cry34Ab1; Cry35Ab1; Darvas Béla; DAS-59122; DON; fumonisin B1; Fungiplex; *Fusarium graminearum*; *Fusarium verticillioides*; Juracsek Judit; Lustyik György; *MON 810*; Szécsi Árpád; Székács András; T2; Takács Eszter; Tóth Szilvia; zearalenon

*

AZ IMMUNTOXIKOLÓGIAI MONITOR TAPASZTALATAI MUNKAHELYI KÖRNYEZETI EXPOZÍCIÓKBAN

Biró Anna,^a Fodor Zoltán^a és Tompa Anna^{a,b}

^aOrszágos Kémiai Biztonsági Intézet; ^bSemmelweis Egyetem Népegészségtani Intézet

Az immuntoxikológiai monitor humán perifériás leukociták fenotípusának és egyes funkcióinak meghatározásával alkot képet az immunkompetens sejtek állapotáról. Ezen paraméterek környezeti- (munkahelyi-) eredetű expozíciók miatt bekövetkezett változásai befolyásolják az immunrendszer működését, és ezen keresztül mind a fertőző betegségek iránti fogékonyságot, mind a krónikus nem-fertőző megbetegedések kialakulásának kockázatát.

Három, különböző munkahelyi ártalomnak kitett csoport monitorozását¹⁶ végeztük el, kőolajipari munkások,¹⁷ aszfaltút-építők,¹⁸ illetve citosztatikummal exponált^{19,20} kórházi dolgozók körében. Az adatokat korban, nemben egyeztetett, nem exponált kontroll csoportokhoz viszonyítottuk. A vizsgálatok a Helsinki deklarációban²¹ foglaltaknak megfelelően történtek, a résztvevőket tájékoztattuk a vizsgálatok menetéről, és abban önként vettek részt. Immuntoxikológiai vizsgálatainkat perifériás fehérvérsejteken végeztük: immunfenotipizálással meghatároztuk a limfociták alcsoportjait és aktiváltságát, illetve a leukociták oxigénfüggő öllképességét jellemeztük az aktiváció során termelődő reaktív oxigén intermedierek mennyiségének mérésével. Vizsgálataink elvégzését megelőzte egy részletes, demográfiai adatokat, dohányzási és alkoholfogyasztási szokásokat, gyógyszeres kezeléseket, egészségi állapotot feltáró anamnézis felvétele. Részletesen felmértük a donorok munkakörülményeit, a munkavégzés során általuk használt vegyi anyagokat és azt, hogy milyen munkavédelmi felszerelések állnak rendelkezésükre, illetve azokat milyen mértékben használják. A dolgozók egészségi állapotának felmérését komplex klinikai laboratóriumi vizsgálatok elvégzése is elősegítette.

A benzol exponáltaknál és az aszfaltipari munkásoknál megfigyelhető, hogy az aktivált T- és B-limfociták aránya emelkedett a kontroll csoporthoz viszonyítva. A citosztatikumokkal exponáltak körében a B-sejtek aránya nőtt, és az előző

¹⁶ Biró A., Fodor Z. és Tompa A. (2011) *Népegészségügy* **89**, 179-188.

¹⁷ Biró, A., Pállinger, É., Major, J., Jakab, M. G., Klupp, T., Falus, A. & Tompa, A. (2002) *Immunol. Lett.* **81**, 133-140.

¹⁸ Tompa, A., Jakab, M. G., Biró, A., Magyar, B. & Major, J. (2007) *J. Occup. Environ. Hyg.* **4**, 154-162.

¹⁹ Biró, A., Fodor, Z., Major, J. & Tompa, A. (2011) *Pathol. Oncol. Res.* **17**, 301-308.

²⁰ Tompa, A., Jakab, M., Biró, A., Magyar, B., Fodor, Z., Klupp, T. & Major, J. (2006) *Ann. N.Y. Acad. Sci.* **1076**, 635-648.

²¹ <http://www.wma.net/en/20activities/10ethics/10helsinki/>

csoporthoz képest. Egyértelműen igazolható volt a munkakörülmények/munkavédelem összefüggése a sejtek aktivációjával, illetve a kromoszóma aberráció (CA) gyakoriságok csoportátlagának változásával. Azokon a kórházi osztályokon, ahol a munkavédelmi előírásokat betartották, a CA gyakoriság és a sejtek aktivációja is kontroll szintű volt. A leukociták reaktív oxigén intermedier termelése nőtt a vizsgált exponált csoportokban. A dohányzás önmagában is képes a limfocita arányokat és a sejtek aktiváltságát befolyásolni, ezért, mint befolyásoló tényezőt, figyelembe kell venni az adatok értelmezése során.

Eredményeink jól igazolják, hogy az alkalmazott immunológiai végpontok (limfocita immunfenotípus, leukocita ölöképesség) mérése alkalmas az immuntoxikus környezeti/munkahelyi expozíciók kimutatására, a kockázatbecslésben hasznosan egészítik ki az OKBI-ban több évtizede működő többvégpontos genotoxikológiai monitort.

Kulcsszavak: aszfaltút-építők; benzol; Biró Anna; citosztatikummal exponált; Fodor Zoltán; immuntoxikológia; kőolajipari munkások; leukocita ölöképesség; limfocita immunfenotípus; Tompa Anna; többvégpontos genotoxikológiai monitor

*

KUKORICA FAJTAHIBRID-KÉPZŐDÉS – GM X NEM-GM FAJTA [N^o 2]

Darvas Béla,^{a,b,c} *Bánáti Hajnalka,*^{a,b} *Takács Eszter,*^{a,c} *Vajda Boldizsár,*^d
Neszleányi Kálmán^d *és Székács András*^{a,c}

^aMTA Növényvédelmi Kutatóintézet; ^bELTE Környezettudományi Doktori Iskola;

^cSzent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllő;

^dMezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal, Budapest

Szabadelvirágzási körülmények között (2009) – ami az árukukorica-termesztés jellemzője –, amikor a pollenforrásunk csekély terjedelmű volt (*Kék főzsnivaló* kukorica) és minden oldalról legalább hat szegélysor takarta, akkor a 40-120 méterre lévő sárga (*S*_♀) töveken már nem tudunk (*K*_♂) 1% fölötti kék (vagy annak mozaikja) hibridszem-képződést kimutatni.²² Viszont a színnel érzékelhető idegen szemek előfordulása a szélső sorokban 0,1-0,25%-os értékben általános volt. Mindez természetesen független volt attól, hogy az *S*_♀ GM (pl. *MON 810*, *DAS-59122* stb.) vagy hagyományos fajtacsoporthoz tartozott. A szomszédok elemzésekor a szélnyomásos oldalon az első érintkező töven (25 cm) 80%, a másodikon 30%, a harmadikon 20%, a negyediken 12%, az ötödiken 10%, míg a hatodikon 2% kék/mozaik (*Sk*, *sK*, *Fk*, *fK*) magot találtunk. A szélvédett oldalon ezek a számok: 75%, 14%, 12%, 10%, 5% és 2%. A hat szegélysor mindkét oldalon engedélyezett pollenkilépést a területről.

²² Fónagy A., Muthukalingan, K., Bánáti H., Lauber É., Takács E., Székács A., Nyiri A., Herman G., Kugler N. és Darvas B. (2010) *Abs. Növényvédelmi Tudományos Napok* 53. old. – http://www.fvm.gov.hu/doc/upload/201002/ntn_2010_kiadvany_a.pdf

Pollenkompetíció nélküli (címezés vagy hímsterilitás) viszonyoknál – ami a hibrid vetőmagkukorica-termesztésre jellemző – évenként eltérő eredményekhez jutottunk. Alacsony pollen-termőképesség (~50 kg/ha) mellett a *S* szemszín ~10%-ban jelent meg a 200 méterre lévő címezett fehér ♀ (*F*; recesszíven öröklődő) jelzőkukoricában (2002), viszont ettől 800 méterre már nem észleltünk idegen színű szemeket (értsd a csövek szemhelyeinek >99%-a üresen maradt). Bő pollen-termőképességű (~200 kg/ha) barna (*B*) színű díszkukorica szemszíné viszont >1% értékkel jelent meg (2003) az 500 méterre elhelyezkedő címezett ♀ *F* színű jelzőkukoricában.²³

2010-ben egy közel 150 m²-es folton a *Mindszenti fehér* (♀) szemszínétől eltérő *S* szemek számát állapítottuk meg. Bár a 20-110 méterre lévő sárga ♂ fajtáinkból (*DAS-59122* és izogenikus vonala) való pollenkilépést hat címezett szegélysor védte, a mintegy 4000 m²-es nagyságú sárga kukorica folt (pollenforrás) alacsony megtermékenyülés (18-25%) mellett jelentős arányú, >90% *S* színű fajtahibridet eredményezett.

A fajtahibrid-képződés fontos összetevői között az alábbiakat sorolhatjuk fel: a fajta pollen-termőképessége, a pollenfolt nagysága és alakja, a széláramlás és turbulencia, a fajta virágzási ritmusa (pollenszórás és bibenyúlás), a pollenszóráskor uralkodó időjárási viszonyok (csapadék, uralkodó szélirány és UV-sugárzás). Mindez évenként változó eredményekben mutatkozhat meg. A kukorica szélbeporzású növény, azonban a kukoricabogár (*Diabrotica* spp.) imágók mivel érési táplálkozásuk során előbb a címereken, később a bibéken táplálkoznak úgyszintén képesek beporozni.

2009-2011 között bibeizolálással és reggeli megporzással fajtahibrid-magokat is előállítottunk. Ellenőriztük a keletkező szemek színét, az egyes utódszem-csoportok (*S*, *Sk*, *Ks*, *K*) Cry-toxin tartalmát (*ELISA*), és *cry*-gén tartalmát (*RT-PCR*). 2011-ben vizsgáltuk a 2010-ben termelt szemszín-csoportokban az önmagukkal (értsd *S* x *S*, *kS* x *kS*, *Ks* x *Ks*, *K* x *K*) való beporzás után keletkező szemszín-öröklődését (hasadás) és párhuzamosan a *cry*-gén öröklődését és működését. A Cry1Ab-toxin (*MON 810* x *Kék főznivaló*) megjelenése a különböző szemszínekben szignifikánsan eltérő volt: *S* > *kS* = *Ks* > *K*. A begyűjtött minták további feldolgozása (*ELISA*, *RT-PCR*) folyamatban van.

Vizsgálataink jelenlegi szakaszában is megállapítható, hogy a Monsanto által Romániában, 2008-ban termesztett kukoricavetőmag-tétel (*DKC 3511*) ~0,1%-os fajtaidegen szennyezettsége²⁴ törvényszerű következménye az ott alkalmazott 200 méteres izolációs távolságnak, ami ha árutermesztésnél igen, de vetőmagtermesztésnél – azonos időtartamban virágzó fajták esetében – nem zárhatja ki a fajtahibridek képződését.

Kulcsszavak: Bánáti Hajnalka; Cry1Ab; *cry*-gén; Darvas Béla; *DAS-59122*; *Diabrotica* spp.; *DKC 3511*; *ELISA*; fajtahibrid; Kék főznivaló; kukorica; magszín; Mindszenti fehér; *MON 810*; Neszlényi Kálmán; pollenkompetíció; *RT-PCR*; Székács András; Takács Eszter; Vajda Boldizsár; virágzási időtartam

²³ Darvas B. (2005) *Magyar Tudomány* **166**: 1292-1294. – <http://www.matud.iif.hu/05okt/18.html>

²⁴ Darvas B.; Vajda B. (2011) *Abs. 23 GMO-Keresztesztal* **23**: 5-6; 9. – <http://bdarvas.hu/main/idn6030>

*

AZ EGÉSZSÉGGKOCKÁZAT ÉRTÉKELÉSÉNEK SZEMPONTJAI A VÖRÖSISZAP KATASZTRÓFÁBAN ÉRINTETT TERÜLETEN

Dura Gyula, Rudnai Péter és Páldy Anna
Országos Környezetegészségügyi Intézet

A Kolontáron 2010. október 4.-én bekövetkezett gátszakadás okozta vörösiszap katasztrófa első időszakában a közegészségügyi intézkedések, mindenek előtt a mentési és kárelhárítási munkákban résztvevők, valamint a lakosság expozíciójának minimálisra csökkentését (védőeszközök használatát), a levegőminőség és az ivóvíz fokozott monitorozását és a vörösiszap pontosabb kémiai jellemzését célozták. A kárenyhítést követően a közegészségügy figyelme a környezet-egészségügyi kockázatok elemzésére irányult. Látható volt, hogy a kockázatbecslési paradigmát jelentősen módosítja a probléma kiterjedtsége (másfél millió m³ vörösiszap több mint 1000 hektárnyi területet árasztott el). A veszélyesség-elemzés a szervesetlen anyagok sokfélesége és különböző kémiai formáinak előfordulása miatt a kockázat jelentős bizonytalanságára utalt.

A levegő szállópor és a talaj fém-szennyezettsége a környezetminőségi határértékekhez való viszonyítás alapján fokozott veszélyeztetettséget nem mutatott. Az érintett területen élő emberek szervezetébe – kis mennyiségű talaj lenyelésével, a szállópor belélegzésével – feltételezhetően bejutó arzén, kadmium, kobalt, króm, nikkel, ólom, stroncium, mangán és vanádium szennyezettség és ezek egészségkárosodás nélkül elviselhető dózisainak aránya, azaz a kockázati mutató 0,32-nek, a megengedhető tartományon belülnek adódott.

Vizsgáltuk az érintett települések gyermek és felnőtt lakossága körében az egyes légúti megbetegedések (felső légúti hurut, *bronchitis*, asztma, *pneumonia*) heti gyakorisága és a szállópor (PM₁₀) koncentráció változása közötti kapcsolatot. A gyermekek körében összefüggést találtunk a felső légúti hurut és az azonos heti PM₁₀ koncentrációnövekedés között Devecseren és Kolontáron, és a kontroll városnak tekintett Ajkán az asztmás rohamok és a PM₁₀ előző heti koncentrációja között.²⁵ A felnőttek körében Ajkán és Somlóvásárhelyen a bronchitisz és a pneumónia megbetegedések gyakorisága függött szignifikáns mértékben a heti szállópor szennyezettségtől, míg Devecseren és Apácatorán a felső légúti betegségeket befolyásolta a heti PM₁₀ koncentráció. A légúti megbetegedések vizsgálata arra is felhívta a figyelmet, hogy a téli időszakban a fűtési eredetű szállópor koncentráció növekedése nem elhanyagolható egészségkockázatot jelent mind a gyermek, mind a felnőtt lakosság számára.

Kolontár, Devecser és Ajka településeken havonként véletlenszerűen kiválasztott 10-10 gyermek frissen gyűjtött vizeletéből kadmium, nikkel, arzén, kobalt, vanádium és króm meghatározása is történt (ICP-MS). Nem volt különbség a vizsgált fémek ürített koncentrációiban az exponált és a kontroll területen élő

²⁵ Páldy A., Rudnai P., Varró M. J., Bobvos J., Rudnai T., Nagy A. és Dura Gy. (2011) *Népegészségügy* **89**, 220-229.

gyermekek között, és nem volt kumulatív hatást jelző emelkedő időbeli trend sem.²⁶ A mért eredmények nagyon hasonlóak a specifikus expozícióktól mentes környezetben mért irodalmi adatokhoz.

Kulcsszavak: Ajka; Apácatorna; asztma; *bronchitis*; Devecser; Dura Gyula; felső légúti hurut; *ICP-MS*; kockázati mutató; Kolontár; Páldy Anna; *pneumonia*; Rudnai Péter; Somlóvásárhely; szállópor; vörösiszap

*

A TÖBBVÉGPONTOS GÉNTOXIKOLÓGIAI MONITOR ALKALMAZÁSA A MUNKAHELYI KOCKÁZATBECSLÉSRE

Jakab Máttyás,^a Major Jenő,^a Magyar Judit Éva,^a Besenyei Krisztina^a
és Tompa Anna^{a,b}

^aOrszágos Kémiai Biztonsági Intézet; ^bSemmelweis Egyetem Népegészségügyi Intézet

A rosszindulatú daganatos betegségek kialakulásáért 8-12%-ban a munkahelyi, környezeti kémiai rákkeltők felelősek. A környezeti, munkahelyi rákkeltő anyagok DNS-károsodásokat, kromoszóma rendellenességeket és mutációkat okozhatnak, amelyek előre jelzik a daganatok kialakulásának veszélyét. A kijavíthatlan DNS-károsodás megváltoztatja a sejt alapvető funkcióit, így a sejtciklus szabályozását, a programozott sejthalált és egyéb funkciókat. A sérült javító kapacitás a szomatikus mutációk felszaporodásához, majd tumorok kialakulásához vezethet. A rákprevenció leghatásosabb módszere az ún. primer prevenció, melynek eszköze a betegségek kialakulásában szerepet játszó DNS-t károsító faktorok kimutatása, és az eredmények ismeretében azok eliminálása a munkahelyi környezetből. Erre a célra, a rákkockázat becslésére alkalmazunk az Országos Kémiai Biztonsági Intézetben a rákkeltő anyagok által okozott DNS-károsodások kimutatása szolgáló többvégpontos géntoxikológiai monitort.

Olajipari dolgozók három csoportját vizsgáltuk:²⁷ 27 benzolgyártót, 14 elsősorban PAH exponált kocszgyártót és 14 bitumen gyártót. Eredményeinket 87 ipari kontroll, az olajiparban dolgozó, ismert géntoxikus ágensekkel nem exponált adminisztratív dolgozók eredményeivel hasonlítottuk össze. Az apoptózis és sejtproliferáció áramlási citometriás méréseivel kiegészített géntoxikológiai vizsgálatainkban 138 citosztatikumokkal exponált egészségügyi dolgozó két csoportját (védőeszközök nélkül, illetve megfelelő védőeszközökkel),^{28, 29, 30} valamint 36 citosztatikumokat gyártó gyógyszeripari dolgozót, 58 altatógázokkal (30 halotánnal, 28 szexofluránnal és izofluránnal) exponált aneszteziológust, 21 formaldehiddel exponált patológiai dolgozót,³¹ 22 nehézfémekkel exponált

²⁶ Rudnai P., Náráy M., Rudnai T., Tóth E. és Kanizsai J. (2011) *Népegészségügy* **89**, 230-236.

²⁷ Tompa, A., Jakab, M. G. & Major, J. (2005) *Int. J. Hygiene Environ. Health* **208**, 509-516.

²⁸ Jakab, M. G., Major, J. & Tompa, A. (2001) *J. Toxicol. Environ. Health, Part A*. **62**, 307-318.

²⁹ Major, J., Jakab, M. G. & Tompa, A. (2002) *Central Eur. J. Occupat. Environ. Med.* **7**, 195-208.

³⁰ Tompa A., Magyar B., Tóth F., Biró A., Fodor Z., Jakab M. és Major J. (2006) *Magyar Onkol.* **50**, 153-61.

³¹ Jakab, M. G., Klupp, T., Besenyei, K., Biró, A., Major, J. & Tompa, A. (2010) *Mutation Res.* **698**, 11-17.

fémipari dolgozót vizsgáltunk.³² Eredményeiket 57, az egészségügy és a fémipar, ismert munkahelyi géntoxikus anyagokkal nem exponált, adminisztratív dolgozóiból álló kontroll csoportjával hasonlítottuk össze. A vizsgálatokat minden esetben megelőzte egy részletes, demográfiai adatokat, dohányzási és alkoholfogyasztási szokásokat, gyógyszeres kezeléseket, illetve a jelen és múltbéli egészségi állapotot, a donorok munkakörülményeit, a munkavégzés során használt vegyi anyagokat és munkavédelmi felszereléseket, illetve azok használatát feltáró anamnézis felvétele. A donoroktól éhgyomri vérvétel keretében, steril körülmények között ülő pozícióban, könyökhajlatból alvadásgátolt vérmintát vettünk. A vérmintákat kódszámmal jelöltük, az adatok értékelését vak módon végeztük. A perifériás limfocitákon végzett vizsgálataink végpontjai a következők voltak: UV indukált DNS-*repair* szintézis (*UDS*), kromoszóma aberrációk (*CA*) és a testvér kromatid kicserélődés (*SCE*) gyakoriságok meghatározása, az apoptózis és sejtproliferáció áramlási citometriás mérése.

A benzol, *PAH*, citosztatikum, halotán és formaldehid exponáltknál a *CA* gyakoriságok emelkedtek, mely ezekben a csoportokban egyértelműen a géntoxikus stressz meglétére utal. Az *UDS* csökkent, míg a *CA* gyakoriság emelkedett a benzol és *PAH* exponáltak csoportjában. Az olajipari dolgozókhoz hasonlóan, az *UDS* a védőeszköz nélküli citosztatikum-exponált egészségügyi és a gyógyszeripari dolgozók körében csökkent. A *CA* emelkedett a citosztatikum exponált gyógyszeripari, a formaldehid exponált patológiai dolgozók, valamint halotán exponált aneszteziológusok csoportjában. Az *SCE* emelkedett altatógáz, citosztatikum és formaldehid exponáltknál. Az apoptózis emelkedést mutatott citosztatikum exponált védőeszközök nélküli egészségügyi dolgozók és gyógyszergyártók, az altatógázokkal és formaldehiddel exponáltak csoportjaiban. Fémexponáltknál az apoptotikus sejtfraekció értéke csökkenést mutatott.

Megállapíthatjuk, hogy a többvégpontos géntoxikológiai monitor – az apoptózis mérésével kiegészítve – jól alkalmazható rákkeltőkkel exponált népességben a rákkockázat becslésére.

Kulcsszavak: aneszteziológus; apoptózis; áramlási citometria; benzolgyártó; Besenyei Krisztina; bitumen gyártó; DNS-*repair* szintézis; fémipari dolgozó; formaldehid; halotán; izoflurán; Jakab Mátvás; kromoszóma aberrációk; Magyar Judit Éva; Major Jenó; munkahelyi rákkeltők; olajipari dolgozók; *PAH* exponált kokszyártó; patológus; primer prevenció; rákkockázat becslés; rosszindulatú daganatos betegségek; sejtproliferáció; szevoflurán; testvér kromatid kicserélődés; Tompa Anna; többvégpontos géntoxikológiai monitor



³² Tompa, A., Jakab, M. G. & Major, J. (2011) <http://www.intechopen.com/articles/show/title/application-of-uv-induced-unscheduled-dna-synthesis-measurements-in-human-genotoxicological-risk-ass>

*

BIOMONITORING RENDSZEREK ALKALMAZÁSA MIKOTOXIN-BIODETOXIFIKÁCIÓRA KÉPES MIKROBÁK SZELEKCIÓJÁRA

Kukolya József,^a Krifaton Csilla,^a Cserháti Mátyás,^a Háhn Judit,^a Harkai Péter,^a Sebők Flóra,^b Dobolyi Csaba,^b Szoboszlay Sándor,^a Kovács Balázs,^c Bakos Katalin,^c Urbányi Béla^c és Kriszt Balázs^a

^aSzent István Egyetem MKK KTI Környezetvédelmi és Környezetbiztonsági Tanszék, Gödöllő;

^bSzent István Egyetem MKK Regionális Egyetemi Tudásközpont, Gödöllő;

^cSzent István Egyetem MKK KTI Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

A 2009 januárjában indult, hároméves *MYCOSTOP* projekt két fő célkitűzése a mikotoxin biodegradáció és a mikotoxin biomonitoring kutatása és fejlesztése volt.

A biodegradációs ágban 215 különböző baktérium törzs aflatoxin B1-, ochratoxin-, zearalenon-, T2-toxin- és fumonizin-degradációs képességét elemeztük. A bontási rendszerek kvantitatív és kvalitatív mikotoxin analíziséhez immunokémiai (*ELISA*), flow-citometriás (*FungiPlex*) és analitikai (*HPLC*) eljárásokat használtunk. A vizsgált mikrobák közül, biodegradációs potenciált tekintve, kimagaslottak a Gram-pozitív baktériumokhoz tartozó *Rhodococcus*-ok, amelyek az aflatoxin, zearalenon és a T2-toxin egyidejű és gyors lebontására is képesek voltak (80-100%-os bontási potenciál).

Az analitikai vizsgálatokban hatékonyak tűnő mikotoxinbontó szervezetekről sokszor bebizonyosodik, hogy a gyakorlati felhasználásra már alkalmatlanok, mert az anyagcsere során olyan bomlástermékek képződnek, melyek őrzik a mikotoxinok káros biológiai hatásait. Ezért, a mikotoxinok biológiai hatásának elemzésére (citotoxicitás, genotoxicitás és az endokrin rendszerre gyakorolt káros hatás) biomonitoring rendszereket alkalmaztunk és fejlesztettünk. Citotoxicitás mérésre pro- és eukarióta lumineszkáló tesztorganizmokat használtunk (*Aliivibrio fischeri* és *BLYR* élesztővonalon), amelyekkel az aflatoxin és a zearalenon esetében 1-5 ppm tartomány fölött mértünk jelentős toxikus hatásokat. A tesztekkel a jó bontási potenciállal rendelkező törzsek közül ki tudtuk választani a legkisebb maradék toxicitást mutatókat.³³ Az aflatoxin genotoxicitását reprodukálhatóan tudtuk mérni az adaptált *SOS-Chromo*-teszttel, míg a zearalenon hormonháztartást zavaró hatását az élesztő alapú, humán ösztrogénreceptort hordozó, bioripporter rendszerrel (*BLYES*) vizsgáltuk. Sikeresen kifejlesztettünk egy rendkívül érzékeny vitellogenin-*ELISA* alapú és egy jóval olcsóbb, vitellogenin-*Real Time PCR* rendszert is, a zearalenon biológiai hatás alapú kimutatására, zebradánió tesztorganizmokban.

A gyakorlati célokra legalkalmasabb mikrobák szelekcióját az egyes biomonitoring tesztek variálásával, egyfajta kombinált toxikológiai profilalkotással oldottuk meg.

³³ Krifaton, Cs., Kriszt, B., Szoboszlay, S., Cserháti, M., Szűcs, A. & Kukolya, J. (2011) *Mutat. Res. /Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.* **726**: 1-7.

A biodetoxifikáció hatékonyságát olyan összetett biomonitoring rendszerekben is vizsgáltuk, mint a hal-, madár- és emlős etetési tesztek. A patkány etetési tesztben a zearalenon biodegradációját követően a táplálék ösztrogén hatásának teljes megszűnését tapasztaltuk hisztometriai vizsgálatokban. Az aflatoxin-biodetoxifikációs rendszereinkben pedig (ponty- és brojlercsirke etetési tesztek) szignifikáns pozitív hatást mutattunk ki az elhullás, egészségi állapot, takarmányhasznosítás és tömeggyarapodás paraméterekben.

Az adaptált – és mikotoxin területre optimalizált – biomonitoring rendszereink nemcsak a biodegradációban, hanem a gabonák mikotoxin szennyezettségének mérésére és a toxin biogenezis követésére is felhasználhatóak. A *BLYES* és vitellogenin-rendszerek határérték alatti zearalenon szennyezés kimutatására is alkalmasak, míg az *SOS-Chromo*-teszt használatával először mutattunk ki magyarországi gabonamintákból aflatoxin-termelő *Aspergillus* gombatörzsek jelenlétét.³⁴

Kulcsszavak: aflatoxin B1; aflatoxin-termelő *Aspergillus* gombatörzsek; *Aliivibrio fischeri*; áramlási citometria; Bakos Katalin; *BLYR* élesztővonal; citotoxicitás; Cserhádi Máttyás; Dobolyi Csaba; *ELISA*; fumonizin; FungiPlex; genotoxicitás; Háhn Judit; Harkai Péter; hormonmoduláns; *HPLC*; humán ösztrogénreceptort hordozó *BLYES*; Kovács Balázs; Krifaton Csilla; Kriszt Balázs; Kukolya József; mikotoxin biodegradáció; mikotoxin biomonitoring; ochratoxin; Sebők Flóra; *SOS-Chromo*-teszt; Szoboszlai Sándor; T2; Urbányi Béla; vitellogenin-*RT PCR*; zearalenon

*

A KOLONTÁRI VÖRÖSISZAP-KATASZTRÓFA KÉMIAI BIZTONSÁGI KOCKÁZATBECSLÉSE ÉS KOCKÁZATELEMZÉSE

Major Jenő és Bordás Imre
Országos Kémiai Biztonsági Intézet

A kolontári katasztrófában jelenlegi ismereteink szerint alapvetően két fő tényező jelentett kémiai biztonsági kockázatot: **(a)** A katasztrófa első szakaszában a halált és súlyos sérüléseket okozó nagymennyiségű, tömény (pH=13,5) nátriumhidroxid (NaOH), illetve **(b)** az ajkai tározóban tárolt vörösiszap, mint kémiai keverék. A vörösiszap, toxikus, esetenként daganatkeltő hatású összetevői folytán a kémiai biztonság szempontjából veszélyes keveréknek számít, ami a krónikus, illetve késői toxikus hatások forrása lehet. A kockázatbecslés célja annak megállapítása volt, hogy a katasztrófa által érintett területen élők számára a vörösiszappal történt, elsősorban inhalációs expozíció milyen krónikus, illetve késői egészségkárosító kockázatot jelent. Az ismert összetevőkre (elsősorban fémekre és oxidjaikra) vonatkozóan, megállapítható volt, hogy különböző mennyiségben vannak jelen oxidáló (Ag, Cr), maró (Na, Ag, Sr), ártalmas (Mn, Sb, Co, Mo, Cu, Se), a környezetre ártalmas (As, Co, Cr, Pb, Cu, V), mérgező (Ni, Pb, V), nagyon mérgező (As, Hg, Cd, Cr), mutagén, illetve daganatkeltő (Cr, As, Cd), továbbá szaporodást károsító (Cd) vegyi anyagok. Ennek alapján még akkor is kumulált

³⁴ Dobolyi Cs., Sebők F., Varga J., Kocsibé S., Szigeti Gy., Baranyi N., Szécsi Á., Lustyik Gy., Micsinai A., Tóth B., Varga M., Kriszt B. és Kukolya J. (2011) *Növényvédelem* 47: 125-133.

hatásokra kellett számítani, ha egyes káros összetevők kis mennyiségben vannak jelen a mintában.

A vörösiszap tartalmú szálló porra vonatkozóan a kockázatbecslés érdekében a szálló por fémtartalmának mért értékeit négy reprezentatív ponton vettük figyelembe (Kolontár: Polgármesteri Hivatal, Devecser: iskola, Devecser: víztorony, Somlójénő: kultúrház). A begyűjtött és értékelt környezeti expozíciós adatok (mért koncentrációk) alapján, az eloszlás figyelembe vételével meghatározhatók az egyes anyagokra vonatkozó, illetve az összesített, előre jelezhető (predikált) környezeti koncentrációk (*Predicted Environmental Concentration, PEC*). Másfelől a hatás adatok (határértékek) alapján meghatározhatók az előre jelezhető (predikált) káros hatást még nem mutató koncentráció (*Predicted No Effect Concentration, PNEC*). A vörösiszapban és a szálló porban kimutatott nehézfémekre vonatkozó (abszolút) kockázatbecslést, az $RQ = PEC/PNEC$ kockázati tényezővel határoztuk meg. Ha a kapott $RQ \geq 1$, akkor elfogadhatatlanul nagy kockázattal állnánk szemben, másfelől a kockázat annál inkább csökken, minél kisebb az 1-hez képest az RQ hányados értéke.

A vörösiszapban található vegyi anyagok (fémek): arzén, króm, kadmium, higany, nikkel, ólom, cink kockázatának mértéke enyhe, mivel a számított RQ hányados minden esetben 1 alatt maradt. A vörösiszapban meghatározott fémek koncentrációi messze alacsonyabbak, mint az aktuális időszűlyozott átlagkoncentráció (*TWA*), az LD_{50} , valamint az LC_{50} értékek, és ami a legfontosabb, a megengedett maximális egészségügyi határértékek (*TVL*). A vörösiszap tartalmú szálló por fémtartalmának mért értékei a négy reprezentatív ponton az ólom, kadmium, alumínium, arzén, vas és nátrium esetében az RQ értékek a megengedett 1-es érték alatt maradtak, így a veszély (kockázat) mértéke kicsi-enyhe fokozatú. A nikkel esetében a kockázat mértéke az elhanyagolható-kicsi értékek között található.

A szálló porban kimutatott vegyi anyagok (fémek) késői hatások összesített kockázat értékei rákkeltő, mutagén, illetve reprodukciót károsító tulajdonságaikra vonatkozóan, a négy reprezentatív pontban, a legnagyobb kockázatot jelentő ólom, kadmium, nikkel, alumínium, arzén, vas és nátrium esetében nem érik el sem a *TVL*, sem az $RQ=1$ értéket. A krónikus toxikus hatások csak akkor jelentkeznének, ha az expozíció nagymértékben meghaladná a fémekre vonatkozó megengedett maximális határértékeket. Az esetleges daganatkeltő hatás azonban toxikológiai modellezést és géntoxikológiai monitorozást is igényel, tekintettel a vörösiszap összetételének a bauxit bányák geológiai környezettől függő különbözőségeire. Az egyéb késői toxikus (idegrendszeri, utódkárosító, szaporodást károsító stb.) hatások kialakulásának valószínűsége igen kicsi.

Kulcsszavak: Bordás Imre; Devecser; géntoxikológiai monitorozás; kockázatbecslés; Kolontár; Major Jenő; *PEC*; *PNEC*; Somlójénő; *TVL*; *TWA*; vörösiszap



*

A HAZAI NÖVÉNYVÉDŐ SZER EREDETŰ VÍZSZENNYEZŐK ÉS ELŐFORDULÁSAIK KÖRNYEZETI MINTÁKBAN

Mörzl Mária,^a Fejes Ágnes,^{a,b} Bokán Katalin,^a Darvas Béla^{a,c,d} és Székács András^{a,d}

^aMTA Növényvédelmi Kutatóintézet;

^bPannon Egyetem Állat- és Agrárkörnyezet-tudományi Doktori Iskola, Keszthely;

^cELTE Környezettudományi Doktori Iskola; ^dSzent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllő

Az elmúlt években több monitorozási projekt keretében határoztuk meg a növényvédőszer-szennyezettséget a hazai vizekben. Egy hároméves pályázat során (*MONTABIO* projekt,³⁵ 2008-2010) Békés megyében gyűjtött felszíni és talajvizek peszticidtartalmát mértük. 2011-ben a Duna mentén Ausztriától Szlovákián át a hazai szakaszon, valamint vízgyűjtő területén (Tisza, Balaton, Vág), és az ivóvízhálózatból vett mintákból végeztünk méréseket.³⁶ Peszticidekre a határérték ivóvizekben 100 ng/l. Mintavételezések februárban és május-június során voltak, illetve a *MONTABIO* projektben a betakarítást követően (szeptember) is gyűjtöttünk mintákat. A vízmintákat szilárd fázisú extrakcióval (*SPE*) történő előkészítést követően tömegspektrométerrel kapcsolt gázkromatográfiás (*GC-MS*) módszerrel analizáltuk.³⁷ Fenoxi-alkánsav típusú gyomirtószer-hatóanyagok kimutatására saját származékképzési eljárásunkat alkalmaztuk.³⁸

A projektek során meghatározott találati arányok és koncentrációk ingadozása szorosan összefügg a mintavételezéssel és a csapadékmennyiség változásával. 2011-ben begyűjtött felszíni vizek mindegyike tartalmazott szermaradékot és az ivóvizek egy része is. A tavaszi növényvédő szeres kezeléseket megelőző felszínvíz-szennyezettségi mérések számottevő szermaradék-koncentrációkat (0,2-10,3 ng/l) jeleztek némely esetben már visszavont hatóanyagokra (*alachlor*) is. Leggyakoribb vízszennyező a klóracetanilid típusú *acetochlor*, ami a nyári minták szinte mindegyikében jelen volt jellemzően néhány száz ng/l koncentrációban. Ez a viszonylag jó vízdoldhatóságú gyomirtó a 2007 óta nem használható hormonmoduláns *atrazine* hatóanyag helyettesítője. Sajnos ez utóbbi sem tűnt el teljesen: egyre kisebb gyakorisággal, de megjelenik (2011: 19-70 ng/l). A második leggyakrabban detektált szennyező a szintén klóracetanilid *metolachlor* (28-635 ng/l). Csökkenő mértékben előfordult a 2009 óta nem használható *trifluralin*, valamint a 2007-ben visszavont szisztemikus organofoszfát rovarirtó szer, a *diazinon* is. Az ivóvízhálózatból nyári időszakban nyert mintáknál több esetben is kimutatható volt *acetochlor*. A fenoxi-alkánsavak közül a 2,4-*D* igen gyakori vízszennyező. Bizonyos mintavételi ciklusokban akár minták 80%-ában detektálható, még a téli időszakban is kis koncentrációban jelen volt. A többi származék közül főleg a *mecoprop*, *dichlorprop* és az *MCPA* hatóanyagokat detektáltuk. Szórványosan néhány egyéb hatóanyagot (*prometryn*, *dimethenamid*,

³⁵ Mörzl M., Maloschik E., Juracsek N. J. és Székács A. (2010) *MONTABIO-füzetek* **4**, 30-37.

³⁶ http://www.levego.hu/sites/default/files/nki_okotox_2011_jel.pdf

³⁷ Maloschik, E., Ernst, A., Hegedűs, Gy., Darvas, B. & Székács, A. (2007) *Microchem. J.* **85**, 88-97.

³⁸ Maloschik, E., Mörzl, M. & Székács, A. (2010) *Anal. Bioanal. Chem.* **397**, 537-548.

dimethirimol, ethofumesate, terbutryn) is találtunk. A főbb szennyezők közül a jelenleg engedélyezett hatóanyagokat (*acetochlor, metolachlor*) a tavaszi és az őszi mintákban találtunk, míg az augusztusi mintákban ezek csak elvétve jelentek meg. A visszavont szerek (*atrazine, trifluralin, diazinon*) jellemzően alacsony koncentrációban vannak jelen és évszakos változás nem mutatható ki.

A változó szerhasználat következtében az *acetochlor* és a *metolachlor* egyre gyakoribb vízszennyező. A korábban kijuttatott, mára visszavont szerek (*atrazine, trifluralin*) jelenlétéből a talajban való felhalmozódásra és lassú lebomlásra következtethetünk. Kérdéses az is, hogy a téli időszakban mért háttér-vízszennyezések a természetes folyamatokban kellő tisztulást érhetnek-e el.

Kulcsszavak: 2,4-D; *acetochlor, alachlor, atrazine*; Balaton; Bokán Katalin; Darvas Béla; *diazinon, dichlorprop, dimethenamid, dimethirimol*; Duna; *ethofumesate*; Fejes Ágnes; felszíni vizek; fenoxi-alkánsav; GC-MS; ivóvíz; *MCPA, mecoprop, metolachlor*; Mórtl Mária; növényvédő szer; peszticid; *prometryn, SPE*; Székács András; talajvizek; *terbutryn*; Tisza; *trifluralin*; Vág

*

A MON 810-ES KUKORICA HATÁSA A RIZOSZFÉRA TALAJRA ÉS EGYÜTT TERMESZTETT NÖVÉNYEKRE [N^o 1]

Murányi Attila,^{a,c} Takács Eszter,^{b,c} Bánáti Hajnalka,^{b,d} Székács András^{b,c}
és Darvas Béla^{b,c,d}

^aMTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet; ^bMTA Növényvédelmi Kutatóintézet;
^cSzent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllő; ^dELTE Környezettudományi Doktori Iskola

Icoz és mtsai meglepő adatai felvetik, hogy a Cry1Ab-toxin megjelenhet több növényfaj gyökerében, szárában és levelében is, amennyiben olyan talajon termesztjük, amelyen Cry1Ab-toxint termelő növény (pl. *MON 810, SYN-Bt11*) volt az elővetemény.³⁹ A szója (*Glycine max*), a sárgarépa (*Daucus carota*) és a bokorbab (*Phaseolus vulgaris*) esetében – ELISA módszerrel – 0,15, 0,19 és 0,53 ng Cry1Ab/g friss szövet mennyiségű toxint mértek.

Vizsgálati módszert dolgoztunk ki a gyökérkörnyezeti folyamatok tanulmányozására. A *MON 810*-es és közel izogenikus kukorica vetőmag közvetlen közelébe (kb. 5-10 cm) egyidejűleg vetettük el a szója, tűzbab (*Phaseolus multiflorus*), bokorbab (*Phaseolus vulgaris* var. *nanus*) vagy olajtök (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*) vetőmagját. 2010-ben, a 2x150 m²-es nem karbonátos, vályogtalajú kísérleti parcellát (Nagykovács Julianna-major) 118 kg N/ha (NH₄NO₃) és 83 kg K₂O dózisban műtrágyáztuk. Foszfórműtrágyára nem volt szükség. Az őszi mintavételt követően – amelynek során 3-5 növénypárt és azok talaját mintáztuk – meghatároztuk a rizoszféra talajának tulajdonságait és Abraxis ELISA kittel a tesztnövények gyökereinek Cry1Ab-toxintartalmát. Eredményeinket *Statistica* program segítségével egyutas varianciaanalízissel (ANOVA) és Tukey-teszttel értékeltük.

³⁹ Icoz, I., Andow, D., Zwahlen, C. & Stotzky, G. (2009) *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **83**, 48-58.

A rizoszféra talajában szignifikáns különbségeket mértünk az elektromos vezetőképesség, a pH és az ammónium-laktát oldható P_2O_5 - és Ca-tartalom esetében. A mért értékek a *MON 810*-es növények esetében voltak nagyobbak, függetlenül attól, hogy mi volt a kísérőnövény. A kapott eredmények talajtani okokkal és növény által indukált változásokkal magyarázhatók. Az utóbbiak közé tartozik a növények gyökérexudátum-kibocsátása. A támasztógyökerek csúcsán ez a kiválasztás igen jelentős és erősen detergens hatású volt. A felsorolt különbségeket a párhuzamosan, tápanyagszegény karbonátos homoktalajjal végzett NPK-műtrágyázási tenyészedényes kísérletben nem tudtuk kimutatni.

A mintázott növények rizoszfératalajában nem találtunk szignifikáns különbséget a szerves nitrogénformák (NH_4 -N, NO_3 -N), valamint az ammónium-laktát-oldható K_2O - és Na-tartalomban. A rizoszfératalajokban a heterotróf összcsíraszám 10^7 - 10^8 CFU/g között változott. A méréseket 9-15 párhuzamos vizsgálatban végeztük, nem volt kimutatható különbség a *MON 810*-es és a közel izogenikus kukorica gyökérgörnyezetében mért értékek között. Ennek okai igen szerteágazóak lehetnek.⁴⁰

Meghatároztuk a kísérőnövények gyökerének Cry1Ab-toxintartalmát. A *MON 810*-es kukoricával közös gyökérgörnyezetben fejlődő szója, bokorbab és olajtök megtisztított gyökerében kimutattuk a Cry1Ab-toxin jelenlétét. Olajtök esetében akkor is, ha meghámoztuk a gyökereket. A teszt növényben mért Cry1Ab-toxinmennyiség viszont igen kicsi (a mérés határ közelében van), ezért a növényi mátrixhatás részletes elemzése további vizsgálatokat igényel. A Cry1Ab-toxin megjelenése a teszt növényekben vélhetően a rizoszfératalajon keresztül történő toxinfelvétellel magyarázható. A folyamat az eltérő fajú növénygyökerek kölcsönhatásaival illetve mikrobiális segítséggel is elképzelhető. Előzetes eredményeink eddig nem cáfolják Icoz és mtsai eredményeit.

Kulcsszavak: ammónium-laktát oldható Ca-tartalom; ammónium-laktát oldható P_2O_5 -tartalom; Bánáti Hajnalka; Cry1Ab; *Cucurbita pepo* var. *styracica*; Darvas Béla; *Daucus carota*; elektromos vezetőképesség; ELISA; *Glycine max*; kukorica; *MON 810*; Murányi Attila; pH; *Phaseolus multiflorus*; *Phaseolus vulgaris*; rizoszféra; *SYN-Bt11*; Székács András; Takács Eszter; talaj

*

AZ EURÓPAI UNIÓ NÖVÉNYVÉDŐ SZEREKRE ÉS VEGYI ANYAGOKRA VONATKOZÓ RENDELETEINEK ÖSSZEVETÉSE

Németh Gyöngyi^{a,b} és Székács András^{a,b}

^aMTA Növényvédelmi Kutatóintézet; ^bSzent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllő

Az Európai Unió emberi egészségre és a környezetre veszélyes anyagok nyilvántartásával, értékelésével és engedélyezésével kapcsolatos jelenlegi szabályozását tartalmazó 1907/2006/EK rendelet (*REACH* rendelet)⁴¹ (*Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals*) túl van az első mérföldkövén, azaz a

⁴⁰ Icoz, I. & Stotzky, G (2008) *Soil Biol. Biochem.* **40**, 559-586.

⁴¹ European Commission (2006) Regulation (EC) No. 1907/2006. *Official J. L* **396** (30.12.2006), 1-849.

leginkább kockázatosnak vélt anyagok 2010. évi kötelező nyilvántartásba vételén. A gyártók/importőrök kivizsgálták ezen anyagokat, és az eredményeket benyújtották az Európai Vegyianyag-ügynökség (*European Chemicals Agency, ECHA*) részére.⁴² Ugyanakkor a növényvédő szerek forgalomba hozatalát szabályozó új, 1107/2009/EK rendelet⁴³ június 14-én lépett életbe az Európai Unió tagországaiban.

Összehasonlító áttekintésünk célja annak megállapítása, hogy milyen hasonlóságok és különbségek lelhetők fel a két szabályozás között, illetve lehet-e bármilyen kötelezettségük a növényvédő szerek gyártóinak, forgalmazóinak, felhasználóinak a vegyi anyagok szabályozásáról szóló *REACH* rendelet kapcsán. A kérdés sajátos aktualitása, hogy míg a növényvédő szerek külön hatósági elbírálás alá esnek,⁴⁴ a növényvédő szerekkel oly sok tekintetben rokonságot mutató biocidok éppen alakulóban lévő szabályozása kapcsán beharangozták, hogy azokat a *REACH* rendelet intézkedéseinek betartatásáért felelős *ECHA* fennhatósága alá vonják, amely értékes tapasztalatokra tett szert a vegyi anyagok nyilvántartásba vétele és engedélyezése során.

Áttekintésünk során számos következtetésre jutottunk. A növényvédő szerek gyártói nem feledkezhetnek meg a veszélyes anyagok nyilvántartását, értékelését és engedélyezését szabályozó *REACH* rendeletről, mivel csupán a hatóanyagaik (egyéb összetevőik nem), és azoknak is csak a növényvédő szerként felhasznált mennyisége kapott felmentést a rendeletben megfogalmazott kötelezettségek alól.^{45,46} A *REACH* rendelet vegyi anyagokra vonatkozó regisztrációs feladata párhuzamokat mutat a növényvédő szerek engedélyeztetési folyamatával,⁴⁷ sőt az előírt ökotoxikológiai vizsgálatok is hasonlóak például egy száz tonna/év mennyiségben gyártott/importált anyag esetében. További párhuzam, hogy a szabályozás magasabb és egységes szintre törekszik lépni, s ennek jegyében engedélyezési zónákat állapít meg az Unión belül. Míg azonban ez a vegyi anyagok szabad árumozgásának tekintetében kedvezőnek mondható, addig növényvédő szerek esetében ennek a hozadéka az Unió egyes területeinek markánsan eltérő ökológiai sajátosságai miatt igencsak megkérdőjelezhető.

Kulcsszavak: biocid; *ECHA*; eltérő ökológiai sajátosságok; Németh Gyöngyi; növényvédő szer; ökotoxikológiai vizsgálatok; *REACH*; Székács András; veszélyes anyagok



⁴² European Chemicals Agency (ECHA) (2011) *Guidance on Registration*. ECHA, Helsinki, Finland

⁴³ European Commission (2009) Regulation (EC) No 1107/2009 *Official J. L* **309** (24.11.2009), 1–50.

⁴⁴ European Council (1991) Regulation 91/414/EEC *Official J. L* **230** (19.8.1991), 1–32.

⁴⁵ Bergeson, L. L., Dassa, I. & Green, S. (2007) *BNA Daily Environment Report* No. **215** (Nov 7, 2007) B1-B5.

⁴⁶ Körtvélyessy Gy. (2007) *Magyar Kémikusok Lapja* **62** (1), 21-22.

⁴⁷ Pesticides Initiative Programme (PIP) (2010) <http://pip.coleacporg/en/pip/18110-pip-summary-eu-pesticide-regulations>

*

HORMONMODULÁNS ANYAGOK A KÖRNYEZETÜNKBEN

Simon Gergely^{a,b} és Pál János^c

^aPesticide Action Network Europe; ^bGreenpeace Közép- és Kelet-Európa; ^cLevegő Munkacsoport

A Levegő Munkacsoport (LMCs) a *Pesticide Action Network*-kel (PAN) együttműködve 2008 és 2010 között négy alkalommal vizsgálta a hazai bevásárlóközpontokban kapható zöldségek és gyümölcsök szermaradékait. A minták döntő részében valamilyen szermaradékot lehetett kimutatni, gyakran már forgalomból kivont hatóanyagokat is. Az unió 2014-től nem engedélyezi hormonmoduláns (*Endocrine Disruptors = ED*) növényvédő szerek használatát, bár a vizsgálataink során gyakran fordultak elő ilyen szermaradékok. Például a 2010-es vizsgálatban egy hazai paradicsom és egy uborka mintában az uniós *EDC* (*Endocrine Disrupting Compounds*) listán szereplő, forgalomból kivont gombaölő hatású *procymidone* volt jelen. A 2009-es vizsgálat során Marokkóból származó paprikában a rovarölőként ismert *dimethoate* hatóanyag koncentrációja közel kétszerese volt az elfogadható *MRL* értékének.

2011-ben az LMCs és a szlovák *CEPTA* folyókból és tavakból, valamint az ivóvízhálózatból vett vízminták növényvédőszer-szennyezettségét vizsgálta meg az MTA NKI Ökotoxikológiai és Környezetanalitikai Osztályával. A mintákat a Duna szlovák-magyar szakasza mentén és térségében februárban, illetve május-júniusban gyűjtötték. A minták közül egy származik az osztrák-szlovák határról, négy Szlovákiából és 26 Magyarországról. A februári mérések során mind a 11 dunai víz minta tartalmazott növényvédőszer-maradékot, gyakran 5-6 félért is, bár a határértékek alatt. A nyári vizsgálatok során a 31 – folyókból és tavakból, valamint az ivóvízhálózatból vett – víz minta mindegyike tartalmazott kisebb-nagyobb mennyiségben növényvédőszer-maradékokat. Kilenc mintában *2,4-D*, míg öt dunai víz mintában a már nem engedélyezett *alachlor* volt kimutatható. Mindkét anyagot gyanúsítják hormonmoduláns hatással. A hat, Budapesten vett ivóvíz mintából kettő a határérték fölött tartalmazott gyomirtásra használt *acetochlor*-t (221 illetve 173 ng/l). Az *acetochlor* szerepel az *ED* hatású anyagok Európai Uniói listáján.

Az LMCs az Európai Környezetvédelmi Irodával (*EEB*) együttműködésben hazai műanyag termékek ftálsav-észter (ftalát) tartalmát vizsgálta. A *REACH*, az uniós vegyi anyag szabályozás szerinti különös aggodalomra okot adó anyagok (*SVHC = substance of very high concern*) listáján négy ftalát vegyület (benzilbutil-ftalát = *BBP*, di(2-ethylhexil)-ftalát = *DEHP*, dibutil-ftalát = *DBP*, diizobutil-ftalát = *DIBP*) is szerepel. Ezen anyagok károsítják az emberi nemzőképességet és hormonmoduláns hatásúak. Az Európai Unió korábban korlátozta számos ftalát felhasználását. Tizenhét termék, többek között ruhák, műszaki cikkek, strandfelszerelések és szexuális játékok összetételét elemeztette. A négy *SVHC* vegyületen túl négy további potenciálisan kockázatos ftalát vegyületet (diizononil-ftalát = *DINP*, dimetoxi-etil-ftalát = *DMEP*, di-*n*-pentil-ftalát = *DnPeP*, diisopentil-ftalát = *DIPP*) jelenlétét is vizsgálta a termékekben. A 17 vizsgált termékből 7-ben 0,1 m/m% (g/kg) felett, míg 3-ban ennél alacsonyabb

koncentrációban mértek ftalátot. Egy papucs 16 m/m%-ban, egy szexuális játék 55 m/m%-ban *DEHP*-ből készült, egy piperetáska 15 m/m%-ban, míg egy terítő 13 m/m%-ban tartalmazott *DINP*-et.

2011-ben az LMCs-vel együttműködve az *IPEN* magyar mintákban keresett polibrómozott-difenil-éter (*BDE*) égésgátlókat a szőnyegalátétekben. A 26 vizsgált mintából 23-ban ki lehetett mutatni penta-*BDE* vagy okta-*BDE* égésgátlót, melyek használata már évek óta tilos az EU-ban és mindkét anyag szerepel a Stockholmi Egyezmény *POP* tiltólistáján. Ez a két anyag kijut a termékekből, így bekerülhet a lakások levegőjébe és a házi porba, veszélyeztetve az egészségünket. A szőnyegalátét-minták 12 mg/kg penta-*BDE*-t, 5 mg/kg deka-*BDE*-t és 1 mg/kg okta-*BDE*-t tartalmaztak.

2011-ben a svéd *SSNC* (Svéd Természetvédők Szövetsége) a világ 12 országára kiterjedő házi por analízis vizsgálatot szervezett. Hazánkban az LMCs vette a mintákat egy Budapest környéki hálószobából. A vizsgálat célja *ED* hatású anyagok kimutatása volt. A hálószobai porban többféle ftalát lágyítószer, és *BDE*-ket is találtak. Különösen a *DINP* mennyisége volt kiemelkedően magas: 879 mg/kg.

Kulcsszavak: 2,4-D; acetochlor; alachlor; BBP; BDE; DBP; DEHP; DIBP; dimethoate; DINP; DIPP; DMEP; DnPeP; Duna; EEB; égésgátlók; ftalát; házi por; hormonmoduláns; műanyagok; növényvédő szer; Pál János; POP; procymidone; REACH; Simon Gergely; SVHC; szermaradék

*

A GLYPHOSATE KÖRNYEZET-EGÉSZSÉGÜGYI HATÁSAI

Székács András,^{a,b} Fejes Ágnes,^{a,c} Mörtl Mária,^a Bokán Katalin,^{a,b}
Bánáti Hajnalka,^{a,d} Fekete Gábor^{a,c} és Darvas Béla^{a,b,d}

^aMTA Növényvédelmi Kutatóintézet; ^bSzent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllő;

^cPannon Egyetem Állat-és Agrárkörnyezet-tudományi Doktori Iskola, Keszthely;

^dELTE Környezettudományi Doktori Iskola

A gyomirtó szerek között jelentős hatóanyag-csoportok, így a bipiridiliumok (pl. *paraquat*), ariloxi-ecetsavak (pl. *dichlorprop*), triazinok (pl. *atrazine*), karbamidok (pl. *monuron*), dinitro-anilinek (pl. *trifluralin*) és további hatóanyagok visszavonásával vagy betiltásával az Európai Unióban és másutt napjaink legjelentősebb forgalmú gyomortószer-hatóanyaga a *glyphosate*. 1971-es felfedezése és gyors szabadalmaztatása után e hatóanyag szinte azonnal a világszerte első három gyomirtószer-hatóanyag közé verekedte fel magát, s az Egyesült Államokban piacvezető lett. Az 5-enolpiruvilshikimát-3-foszfát-szintáz (*EPSPS*) enzim gátlószereként a *glyphosate* szisztémikus totálherbicidként terjedt el, s piaci helyzetét Európán kívül tovább erősítette a géntechnológiai úton módosított (GM) *glyphosate*-tűrő növények alkalmazása. E mutáns *EPSPS* enzimet kódoló transzgént tartalmazó növények alapvető technológiai változásokat hoztak, hiszen a korábbi, kizárólag kelés előtti (preemergens) alkalmazások mellett kelés utáni (posztemergens) kijuttatást is lehetővé tesznek.

A hatóanyag mind bővülő használata nyomán azonban a kilencvenes évek közepe óta egyre több környezeti aggályról adnak hírt a szakmai közlemények a

glyphosate környezeti biztonságával, valamint a hatóanyag és formulázó szerei együttes hatására fellépő ökotoxikológiai és az emberi egészségre gyakorolt hatásaival kapcsolatban. Komplexképző jellege miatti erős talajbeli kötődése és nagy vízdoldhatósága miatt a *glyphosate* és elsődleges bomlásterméke, az aminometil-foszonsav (AMPA) gyakori vízszennyezők,⁴⁸ sőt egyes tanulmányok édesvízi ökoszisztémák világszerte egyik leggyakoribb vízszennyezőjének sorolják a *glyphosate*-ot, s franciaországi folyóvizekben a leggyakoribb szennyezőként az AMPA, a harmadik leggyakoribbként pedig a *glyphosate* vegyületeket említik.⁴⁹ A vizekbe jutva a *glyphosate* toxikus egyes kétéltűekre, s szintén kétéltűekre, valamint madarakra gyakorolt teratogén hatását is gyanítják.⁵⁰ A *glyphosate*-tartalmú készítmények mutagén és rákkeltő hatása viták keresztüztüében áll, hormonmoduláns (endokrin zavaró) hatását pedig jelentősen fokozza a formulálószerként alkalmazott polietoxilált faggyúamin (POEA).⁵¹ A *glyphosate*-toleráns GM-növények kiterjedt használata miatt a *glyphosate*, valamint AMPA és *N*-acetyl-*glyphosate* bomlástermékei várhatóan élelmiszerek és takarmányok gyakori szennyezőivé válnak. Szintén a GM-növények révén bővülő alkalmazásai következtében mind több gyom *glyphosate*-rezisztens (GR) népeisége tűnik fel: a leírt és azonosított GR-gyomok száma mára 21, köztük GR-*Amaranthus*, -*Conyza* és -*Lolium* fajok a parlagfű (*Ambrosia artemisifolia*) és a fenyércirok (*Sorghum halepense*) mellett,⁵² sőt egyes GT-olaszperje-népeiségek kereszt toleranciát mutattak a szintén foszfonsav típusú *glufosinate* gyomirtószer-hatóanyaggal szemben is.⁵³

Kulcsszavak: *Amaranthus*; *Ambrosia artemisifolia*; AMPA; *atrazine*; Bánáti Hajnalka; Bokán Katalin; *Conyza*; Darvas Béla; *dichlorprop*; EPSPS; Fejes Ágnes; Fekete Gábor; *glufosinate*; *glyphosate*; *glyphosate*-tűrő; hormonmoduláns; *Lolium*; *monuron*; Mörtl Mária; *N*-acetyl-*glyphosate*; *paraquat*; POEA; posztemergens; *Sorghum halepense*; Székács András; teratogén; *trifluralin*; vízszennyező



-
- ⁴⁸ Barceló, D. & Hennion, M.-C. (1997) *Trace Determination of Pesticides and their Degradation Products in Water*. Elsevier, Amsterdam; Skark, C., Zullei-Seibert, N., Schottler, U. & Schlett, C. (1998) *Internl. J. Environ. Anal. Chem.* **70**, 93-104; Ludvigsen, G. H. & Lode, O. (2001) *Fresenius Environ. Bull.* **10**, 470-474; Battaglin, W. A., Kolpin, D. W., Scribner, E. A., Kuivila, K. M. & Sandrom, M. W. (2005) *J. Amer. Water Res. Assoc.* **41**, 323-332.
- ⁴⁹ Villeneuve, A., Larroudé, S. & Humbert, J. F. (2011) In: *Pesticides – Formulations, Effects, Fate*. Stoytcheva M. Ed. pp. 285-312, InTech, Rijeka, Croatia.
- ⁵⁰ Paganelli, A., Gnazzo, V., Acosta, H., López, S. L. & Carrasco, A. E. (2010) *Chem. Res. Toxicol.* **23**, 1586-1595; Carrasco, A. E. (2011) *Chem. Res. Toxicol.* **24**: DOI: 10.1021/tx200072k
- ⁵¹ Benachour, N., Sipahutar, H., Moslemi, S., Casnier, C., Travert, C. & Séralini, G.-E. (2007) *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* **53**, 126-133; Benachour, N. & Séralini, G.-E. (2009) *Chem. Res. Toxicol.* **22**, 97-105.
- ⁵² Powles, S. B. (2008) *Pest Manag. Sci.* **64**, 360-365.
- ⁵³ Avila-Garcia, W. V. & Mallory-Smith, C. (2011) *Weed Sci.* **59**, 305-309.

*

A GENETIKAI MÓDOSÍTÁSOK INFORMÁCIÓELMÉLETI KÖVETKEZMÉNYEI

Szigeti Tamás
WESSLING Hungary Kft.

A XX. sz. második felében a biológiai forradalom egyik leglátványosabb eredménye az élő szervezetek örökítő anyagának sikeres megváltoztatása kezdetben laboratóriumi, később ipari méretekben. Ezt követően folyamatos a vita, hogy a genetikailag módosított élőlények (GMO) előállítására, majd a bioszférába való kijuttatására etikus, biztonságos útja-e a Harmadik Világ táplálkozási nehézségei enyhítésének? Napjainkig temérdek érvelés és ellenérvelés sorakoztattak fel e kérdésben. Úgy a támogatók, mind az ellenzők a biológia, az erkölcs, etika, illetve az élelmiszer- és környezetbiztonság területéről származó ismeretekre, sejtésekre hivatkoznak. A témával foglalkozó szakirodalomban mindeddig nem találok olyan dolgozattal, amely a fizikai kémia – közelebbről – a hőtan (termodinamika) törvényszerűségeit érvényesülését vetette volna fel az élő anyag genetikai rendszerének mesterséges megváltoztatásával kapcsolatban.

A hőtan alapvető törvényszerűségei az anyaghoz szigorúan kötött fizikai folyamatokra nézve több mint két évszázada ismert fogalmak, s a tervezői mérnöki tudományokban nap mint nap figyelembe vett fizikai tényezők. Név szerint az egyik összefüggés a megmaradási törvény, a másik pedig az entrópia növekedésének törvénye. Mindkettő elszigetelt (zárt) rendszerekre vonatkozik. E két szabályt a hőtan két fő törvénye néven szokták említeni. Az entrópia tétel alapjainak lefektetése Nicolas Léonard Sadi Carnot (1753-1823) francia, az entrópia definíciójának levezetése pedig Rudolf Julius Emanuel Clausius (1822-1888) német fizikus nevéhez fűződik.

A hőtan II. főtétele az ún. entrópia növekedésének törvénye kimondja, hogy a környezetétől elszigetelt rendszerben önként végbemenő folyamatok mindig az entrópia növekedésének irányába zajlanak. Ideális (elméletileg létező) rendszerben az entrópia változása zérus. Maga az entrópia a Carnot körfolyamatban lejátszódó folyamatból vezethető le:

$$\oint \frac{dQ}{T} = 0$$

Az összefüggésben Q a folyamatban átadott hőmennyiség, T pedig az abszolút hőmérséklet, amelyiken a vizsgált folyamat lejátszódik. A fenti körintegrál neve Clausius javaslatára: entrópia és „S” betűvel jelölik. Levezetés nélkül, fogadjuk el, hogy állandó hőmérsékletű (izoterm) reverzibilis folyamatokban az entrópia változása:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

Mivel a valóságban minden folyamat irreverzibilis, az elszigetelt rendszerben minden magától végbemenő változás, azaz valóságos (irreverzibilis) folyamat az entrópia növekedésével jár, tehát az entrópia-változás: $\Delta S > 0$. Az önként végbemenő folyamatok egyúttal a rendezetlenség növekedésével járnak. Az entrópia tétel bizonyítása számos fizikai kémiai könyvben megtalálható.⁵⁴

Kérdés, hogy vajon az anyaghoz (matériához) csak áttételesen kapcsolódó, a fizikai valóságnál elvontabban leírható rendszerekben is működik-e a fentebb említett két törvényszerűség? Ha igen, akkor a megmaradási tétel és az entrópia növekedésének tétele abban az információs rendszerben is érvényes lehet, amely Földünkön az élővilág genetikai sokféleségét szabályozza. Így elképzelhető, hogy a genetikai módosítások révén az élő anyag információs rendszerébe juttatott, vagy abból kitörölt információk a termodinamika törvényszerűségei alapján is hatással lehetnek a teljes rendszer jövőbeni működő képességére.

Gödel német matematikus véleménye szerint az élőlényekre jellemző az információnak valamiféle megmaradása. Ez a hétköznapi nyelvre fordítva azt is jelentheti, hogy egy genetikai módosítással a genomba vitt újabb információ-halmaz a genom bizonyos információinak sematizálását jelentheti. A bioszférában élő, genetikailag módosított egyedek összességénél jelentkező uniformizálódás a genetikai sokféleség sérülését jelentheti.⁵⁵

Az informatikai entrópia-függvényt Claude Shannon amerikai matematikus és híradástechnikai szakember vezette be az 1940-es évek végén az információ fizikai mennyiséggé és mérhetővé tétele végett. Ez a fogalom mára az információelmélet egyik alapjává vált. Egy adott információ-halmaz (kommunikációs rendszer) együttes entrópiája – $H(S)$ – a rész-információk valószínűsége logaritmusának összege:

$$H(S) = - \sum p_i * \log_2 p_i$$

A nagy információ-tartalmú, magas fokon szervezett azaz kis entrópiájú rendszerek érzékenyek a rendszer változtatására, nem robosztusak (pl. egy gerinces élőlény genomja). A genetikai transzformáció révén a genom információ-tartalma a többi transzgenikus egyedhez hasonló elemekkel bővül, így az összetett biológiai rendszerek entrópiája nő. Miután az entrópia egy elszigetelt rendszer rendezetlenségére is jellemző fizikai mennyiség, a genetikai transzformáció hatását termodinamikai alapokon megközelítve is vélelmezhető, hogy az veszélyeztetheti a bioszféra eredeti szerkezetét.

A poszter inkább egy gondolkísérletet menetét foglalja össze, mintsem egy pontosan igazolható állítás matematikai levezetését. Célja az, hogy közösen gondolkodjunk egy olyan, a biológiától és genetikától látszólag messze álló fizikai

⁵⁴ Erdy-Grúz T. (1969) *A fizikai kémia alapjai*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest

⁵⁵ Lennox, J. C. (2007) *God's Undertaker: Has Science Buried God?* Lion Books, Oxford – (2008) *A tudomány valóban eltemette Istent?* Evangéliumi Kiadó, Budapest

megközelítésen, amely politikai és érzelmi töltés nélkül is arra intene, hogy a természetes genomok mesterséges módosítása nem szolgálja a bioszféra „rendeltetészerű” működését. A poszteren bemutatott anyag ezt a feltételezést természetesen nem igazolja, csupán azt állítja, hogy a rendszer entrópiájának növekedése a bizonyosság. Az itt felvetett gondolatmenet talán újabb érvként szolgálhatna a genetikai transzformációk adta molekuláris biológiai lehetőségeknek a jelenleginél tapasztalható nagyobb óvatossággal és alázattal történő hasznosításához.

Kulcsszavak: bioszféra; entrópia növekedés törvény; genetikai sokféleség; genomok módosítása; *GMO*; információ sematizálás; információs rendszer; informatikai entrópia-függvény; megmaradási törvény; Szigeti Tamás; termodinamika; uniformizálódás

*

ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLAT A *MON 810*-ES KUKORICA CRY1AB-TOXINTARTALMÁNAK MENNYISÉGI MEGHATÁROZÁSÁRA IMMUNANALITIKAI MÓDSZERREL

Takács Eszter,^{a,b} Juracsek Judit,^a Gabriele Weiss,^c David Quist,^d Angelika Hilbeck,^e
Darvas Béla^{a,b} és Székács András^{a,b}

^aMTA Növényvédelmi Kutatóintézet; ^bSzent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllő;

^cEcoStrat GmbH, Németország; ^dGENØK Centre of Biosafety, Norvégia;

^eETH Institute of Integrative Biology, Svájc

Mind a mikrobiális *Bt*-készítményekben található, mind a *Bt*-növények által termelt Cry-toxinok kimutatásának elterjedt módszerét képviselik az immunanalitikai eljárások, elsősorban az enzimjelzéses *immunoassay* (*ELISA*) rendszerek. A *Bt*-növények tekintetében azonban általánosan fellépő nehézség, hogy adott genetikai eseményű *Bt*-növényben mért toxintartalmi adatok nagymértékben eltérőek a szakirodalomban. Ennek oka lehet többek között a termőhelyek különbözősége, a laboratóriumok által használt *ELISA* rendszerek eltérő analitikai jellemzői, de még adott laboratóriumon belül is szórhatnak az eredmények (pl. emberi hiba folytán). Eltérő eredmények jelentkezhetnek attól függően is, hogy a tenyésztés alatt mely időpontjában, illetve, hogy adott növényi szerv mely részét mintázzuk.^{56,57}

Nemzetközi együttműködés keretében, négy laboratórium részvételével összehasonlító körvizsgálatban vetettük össze különböző, Cry1Ab-toxin kimutatására alkalmas *ELISA* rendszerek és extrakciós eljárások tulajdonságait, illetve azok megbízhatóságát. A vizsgálat célja annak számszerűsítése volt, hogy a szakirodalomban megjelenő adatok közti nagy eltéréseket mennyiben magyarázza, hogy különböző laboratóriumok más-más *ELISA* eljárást alkalmaznak a Cry1Ab-toxintartalom meghatározására. A négy laboratórium között három liofilizált és egy frissen fagyasztott *MON 810* kukoricáról származó levélminta került szétosztásra. A

⁵⁶ Székács, A., Lauber, É., Juracsek, J. & Darvas, B. (2010) *Environ. Toxicol. Chem.* **29**, 182-190.

⁵⁷ Székács, A., Lauber, É., Takács, E. & Darvas, B. (2010) *Anal. Bioanal. Chem.* **396**, 2203-2211.

résztevő laboratóriumok a minták Cry1Ab-tartalmát közös standardizált, valamint külön-külön saját *ELISA* protokollok segítségével is meghatározták. Az eredmények statisztikai elemzése az ISO 5725-2 szabvány alapján történt. Mintánként meghatároztuk a laboratóriumokon belüli és laboratóriumok közötti szórást és standard hibát a közös, illetve a saját protokollokra vonatkozóan egyaránt.

A laboratóriumok közötti átlagkoncentráció-értékek a három liofilizált minta esetén $12,5 \pm 4,0$; $15,3 \pm 4,6$; és $72,6 \pm 17,8$ $\mu\text{g/g}$ voltak, a frissen fagyasztott minta esetén $27,8 \pm 4,3$ $\mu\text{g/g}$ a közös, standardizált eljárás használatakor. A saját protokollok alapján végzett mérések eredményei ezen átlagértékekhez képest a 67-160% tartományba estek. A saját protokollok által meghatározott toxinkoncentrációk két labor esetében szignifikánsan eltértek a közös protokoll megfelelő értékeihez képest. Még közös protokoll esetében is 15-30% relatív hiba volt megfigyelhető az egyes laboratóriumok között, ami szignifikáns különbséget jelentett, azonban ez a különbség messze mögötte maradt más szisztematikus körvizsgálatokban tapasztalható eltéréseknek. Az eredmények mutatják, milyen fontos, hogy a mérésekre standardizált eljárásokat alkalmazzunk, melyek használatával a különböző laboratóriumok által mért Cry1Ab-koncentrációk összehasonlíthatóbbá válnak, s csökken az eredmények közötti variabilitás. Ennek ellenére még közös protokollok esetén is jelentkezhetnek szignifikáns különbségek laboratóriumok között. A munka eredményeit összefoglaló részletes közlemény jelenleg megjelenés alatt áll.⁵⁸

Kulcsszavak: Angelika Hilbeck; Bt-készítmények; Bt-növények; Cry1Ab; Darvas Béla; David Quist; *ELISA*; Gabriele Weiss; Juracek Judit; körvizsgálat; kukorica; *MON 810*; standardizált eljárás; Székács András; Takács Eszter

*

A MŰTRÁGYÁZÁS HATÁSA A *MON 810*-ES KUKORICA CRY1AB-TOXINTERMELÉSÉRE

Takács Eszter,^{a,b} Murányi Attila,^{b,c} Darvas Béla,^{a,b} Ködöböcz László,^c Juracek Judit^a
és Székács András^{a,b}

^aMTA Növényvédelmi Kutatóintézet; ^bSzent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllő;
^cMTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet

Bruns és Abel 2003-ban nitrogénműtrágya hatását vizsgálták *MON 810*-es cserepes (d=20 cm) kukoricákon (Pioneer 33V08 Bt és DeKalb 626 Bt), homoktalajon és üvegházi körülmények között. V2-es (5 leveles) fenológiai állapotban a nedves levélhegyekből származó mintákat EnviroLogic *ELISA* kittel mérve 224 kg/ha N-műtrágyát (NH_4NO_3) adagolva 1,4-szeres mennyiségű Cry1Ab-toxinszintet mértek. 112 kg N-műtrágya/ha mennyiségnél még hatást nem tapasztaltak, míg 336 kg N-műtrágya/ha dózisonál a szorzószám 1,5-szörös volt. Véleményük szerint az emelkedő nitrogéntartalom emeli a *MON 810*-es növények

⁵⁸ Székács, A., Weiss, G., Quist, D., Meier, M., Takács, E., Darvas, B. & Hilbeck, A. (2011) *Food Agric. Immunol.* **22**, in press

egységnyi levéltömege által megtermelt Cry1Ab-toxin mennyiségét.⁵⁹ Egy évvel később ugyancsak Bruns és Abel szabadföldi kísérletben vizsgálta ugyanezt, bár ekkor a külső csuhéleveleket mintázták az R3 (tejes szemek) stádiumban.⁶⁰ Az általuk illesztett görbe a 0 és a közel 300 kg N-műtrágya/ha utánpótlás között mintegy háromszoros Cry1Ab-toxintartalom-növekményt mutatott. A növekedést az általuk vizsgált két fajtában (AgriGold 6729 Bt és Pioneer 33V08 Bt) tapasztalták, míg egy továbbiában (DeKalb DBT 418 Bt) nem sikerült igazolniuk.

Vizsgálatainkat *MON 810*-es tenyészedényes (d=30 cm) kukoricán, meszes homoktalajon (Órbottyán) és szabadföldi körülmények (Nagykovácsi Julianna-major) között végeztük. Az ismétlésszám minimálisan tíz volt. A 2010. május 11-ei vetés után október 7-én mintáztunk és mértünk. A Cry1Ab-toxin méréséhez R4-es (viaszérés) fenológiai állapotban az első nővirág levélszintű friss levélközépi mintákat Abraxis *ELISA* kittel mértük. Körülbelül 5 tonna/ha termésre beállítva 130 kg N/ha (NH₄NO₃), 60 kg P₂O₅/ha és 110 kg K₂O/ha műtrágyát adagoltunk.⁶¹ A mért Cry1Ab-toxintartalmat Székács és mtsai alapján korrigáltuk.⁶²

Méréseink során nem találtunk szignifikáns különbséget a műtrágyázott és a műtrágya nélküli *MON 810*-es levelek egységnyi nedves súlyára eső Cry1Ab-toxintartalmak között. Az mindkét esetben átlagosan 5,6-5,9 µg Cry1Ab-toxin/g nedves levélsúly közé eső érték volt. A nedves levélsúly ugyanakkor szignifikánsan eltért (ANOVA, Tukey-teszt), amennyiben mind a *MON 810*-es és mind a közel izogenikus vonalának tömege is közel másfélszeresére emelkedett optimális NPK adása után. Eközben a megnövekedett tömegű levelek víztartalom %-a nem mutatott szignifikáns eltérést. Mindez a *MON 810*-es fajta esetében a teljes növénytömegben is kimutatható volt. Mivel a *MON 810*-es fajta (DeKalb DK-440 BTY fajtán mértük) levele tartalmazza egy konkrét növény Cry1Ab-toxintartalmának közel 70%-át, ezért eredményeink szerint is az egységnyi levélfelületre eső Cry1Ab-toxintartalom emelkedés valóban nem mutatható ki még optimális N-műtrágya mennyiség alkalmazása mellett sem, viszont a magas Cry1Ab-toxintartalmú vegetatív tömeggel arányosan ilyenkor is emelkedik a területegységen megtermő Cry1Ab-toxintartalom.

Kulcsszavak: Cry1Ab; Darvas Béla; *ELISA*; Juracsek Judit; Kődöböcz László; kukorica; *MON 810*; Murányi Attila; nedves levélsúly; Székács András; Takács Eszter; teljes növénytömeg



⁵⁹ Bruns, H. A. & Abel, C. A. (2003) *Agronomy J.* **95**, 207-211.

⁶⁰ Bruns, H. A. & Abel, C. A. (2004) 4th *Proc. Int. Crop Sci. Cong.*

http://www.cropscience.org.au/icsc2004/poster/3/8/453_brunsha.htm

⁶¹ Székács, A., Lauber, É., Takács, E. & Darvas, B. (2010) *Anal. Bioanal. Chem.* **396**, 2203-2211.

⁶² Székács, A., Lauber, É., Juracsek, J. & Darvas, B. (2010) *Environ. Toxicol. Chem.* **29**, 182-190.

*

BALATONI KÉKALGA-IZOLÁTUMOK NEUROTOXIKUS HATÁSAINAK JELLEMZÉSE GERINCTELEN MODELLRENDSZEREKEN

Vehovszky Ágnes, Kovács W. Attila, Szabó Henriette, Győri János és Farkas Anna
MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, Tihany

Az eredetileg trópusi és szubtrópusi “kékalgák” (cianobaktériumok) fitoplankton közösségekben világszerte tapasztalt elterjedése fokozódó környezeti kockázatot jelent, hiszen közöttük toxintermelő törzsek is gyakran előfordulnak.⁶³ Cianobakteriális neurotoxinek az ingerlékeny (ideg- vagy izom) sejtek ioncsatornáinak, illetve neurotranszmitter receptorainak módosításával fejtik ki hatásukat, így alkalmas idegrendszeri, illetve izom modelleken neurofarmakológiai módszerekkel az eddig szerkezetileg még nem azonosított, neurotoxikus hatású metabolitok jelenlétét is detektálhatjuk, támadáspontjaik szerint jellemezhetjük.^{64,65}

Az MTA Balatoni Limnológiai Kutatóintézetében természetes algavirágzások során gyűjtött cianobaktérium izolátumok jelenleg is az intézet algagyűjteményének részét képezik (ACT, *Algal Cultures of Tihany* törzsek). Elektrofiziológiai módszerek alkalmazásával a *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) egyes izolált (ACT) törzseinek neuronális hatásait írtuk le és farmakológiailag jellemeztük éti csiga (*Helix pomatia*) és nagy mocsári csiga (*Lymnaea stagnalis*) központi idegrendszerének azonosított idegsejtjein és *H. pomatia* izolált szív preparátumán.

A központi idegrendszer azonosított sejtjein a *C. raciborskii* (ACT 9502, 9505) vizes kivonatok részben kolinerg (acetilkolin agonista és antagonist) hatásai arra utalnak, hogy a algamátrix egyes komponensei ismert cianotoxinokhoz (pl. anatoxin-a, homoanatoxin-a) hasonlóan nikotinerger acetilkolin-receptorokhoz kötődnek. Más balatoni izolátumok (ACT 9504) jelentésében a neuronok ingerlékenysége illetve kolinerg válasz erőssége időlegesen megnőtt, hasonlóan az extracellulárisan alkalmazott kolinészteráz blokkoló eserin (*physostigmin*) hatásához. Az ismert toxikus, de nem neurotoxint termelő *C. raciborskii* AQS törzs kivonata kolinerg (acetilkolin választ antagonistáló, illetve fokozó) hatást nem fejtett ki.

Az izolált *H. pomatia* szív miogén ritmusának kontrakcióit a perfúziós oldatba juttatott acetilkolin az izomtónus csökkentésével gátolta, míg az ACT 9505 kivonat (anatoxinhoz hasonlóan) az izomtónus növekedésével idézte elő a szív megállását, feltehetően a szívizom kontraktilis apparátusának működését közvetlenül befolyásolva. Az ACT 9505 kivonat jelentésében megfigyelhető további hatást (frekvencianövekedést) azonban anatoxin-a jelenlétében egyetlen esetben sem regisztráltuk.

⁶³ Singh, S., Kate, B. N. & Banerjee, U. C. (2005) *Critic. rev. Biotechnol.* **25**, 73-95.

⁶⁴ Araoz, R., Molgo, J. & Marsac, N. T. (2010) *Toxicon* **56**, 813-828.

⁶⁵ Van Dolah, F. M. & Ramsdell, J. S. (2001) *J. Aquatic Int.* **84**, 1617-1625.

Az eredmények alapján feltételezhetjük, hogy a balatoni *C. raciborskii* izolátumok vizes kivonatainak egyes bioaktív komponensei ismert cianotoxinokhoz (pl. anatoxin-a csoport tagjaihoz) hasonlóan kolinerg receptorok módosításával hatnak a központi idegrendszerben illetve nem-kolinerg támadáspontokon befolyásolják a szívműködését. Izolált szívpreparátumon kapott eredményeink alapján az algamátrixban jelenlevő további, nem anatoxin-szerű neuroaktív metabolitok jelenlétét is feltételezhetjük.

Kulcsszavak: algagyűjtemény; cianobaktérium; cianotoxin; *Cylindrospermopsis raciborskii*; Farkas Anna; Györi János; *Helix pomatia*; kolinerg; Kovács W. Attila; *Lymnaea stagnalis*; neurotoxin; *physostigmin*; Szabó Henriette; szívműködés; Vehovszky Ágnes



Index

A

<i>acetochlor</i>	19-20; 23-24
aflatoxin B1	16-17
aflatoxin-termelő	
<i>Aspergillus</i> gombatörzsek	16-17
Ajka	13-14
<i>alachlor</i>	19-20; 23-24
algagyűjtemény	31-32
<i>Aliivibrio fischeri</i>	16-17
<i>Amaranthus</i>	24-25
<i>Ambrosia artemisifolia</i>	24-25
ammónium-laktát	
oldható Ca-tartalom	20-21
ammónium-laktát	
oldható P ₂ O ₅ -tartalom	20-21
AMPA	24-25
Andrási Nóra	5- 6
androgének	5- 6
aneszteziológus	14-15
Angelika Hilbeck	28-29
Apácatorna	13-14
apoptózis	14-15
aszfaltút-építők	10-11
asztma	13-14
<i>atrazine</i>	19-20; 24-25

Á

Ács Sándorné	4
áramlási citometria	8-10; 14-15; 16-17

B

Bakonyi Gábor	4; 6- 7
Bakos Katalin	16-17
Balaton	19-20
Balázs Mária	7- 8
Bánáti Hajnalka	8-12; 20-21; 24-25
Báskay Imre	4
BBP	23-24
BDE	23-24
benzol	10-11
benzolgyártó	14-15
Besenyei Krisztina	14-15
biocid	21-22
bioszféra	26-28
Biró Anna	10-11
bitumen gyártó	14-15

B↑

<i>BLYR</i> élesztővonal	16-17
Bokán Katalin	19-20; 24-25
Bordás Imre	17-18
Bozsik András	4
<i>bronchitis</i>	13-14
<i>Bt</i> -készítmények	28-29
<i>Bt</i> -növények	28-29

C

cianobaktérium	31-32
cianotoxin	31-32
citosztatikummal exponált	10-11
citotoxicitás	16-17
<i>Conyza</i>	24-25
Cry1Ab	8-12; 20-21; 28-30
Cry3Bb1	6- 7
Cry34Ab1	6-10
Cry35Ab1	6-10
<i>cry</i> -gén	11-12
<i>Cucurbita pepo</i>	
var. <i>styriaca</i>	20-21
<i>Cylindrospermopsis</i>	
<i>raciborskii</i>	31-32

Cs

Cserháti Mátyás	16-17
-----------------	-------

D

2,4-D	19-20; 23-24
<i>Daphnia magna</i>	7- 8
Darvas Béla	4; 8-12; 19-21; 24-25; 28-30
DAS-59122	6-12
<i>Daucus carota</i>	20-21
David Quist	28-29
DBP	23-24
DEHP	23-24
dekompozíció	6- 7
Devecser	13-14; 17-18
<i>Diabrotica</i> spp.	11-12
<i>diazinon</i>	19-20
DIBP	23-24
<i>dichlorprop</i>	19-20; 24-25
<i>dimethenamid</i>	19-20
<i>dimethirimol</i>	19-20

D↑

<i>dimethoate</i>	23-24
<i>DINP</i>	23-24
<i>DIPP</i>	23-24
<i>DKC 3511</i>	11-12
<i>DMEP</i>	23-24
<i>DnPeP</i>	23-24
DNS-repair szintézis	14-15
Dobolyi Csaba	16-17
DON	8-10
Duna	19-20; 23-24
Dura Gyula	4; 13-14

E

<i>ECHA</i>	21-22
<i>EEB</i>	23-24
ééégsgátlók	23-24
elektromos	
vezetőképesség	20-21
<i>ELISA</i>	11-12; 16-17; 20-21; 28-30
eltérő ökológiai	
sajátosságok	21-22
<i>Enchytraeus albidus</i>	6- 7
entrópia növekedés	
törvény	26-28
<i>EPSPS</i>	24-25
<i>ethofumesate</i>	19-20

F

fajtahibrid	11-12
Farkas Anna	31-32
Fejes Ágnes	19-20; 24-25
fekális szterolok	5- 6
Fekete Gábor	4; 24-25
felső légúti hurut	13-14
felszíni vizek	19-20
fémipari dolgozó	14-15
fenoxi-alkánsav	19-20
fitoszteolok	5- 6
Fodor Zoltán	10-11
<i>Folsomia candida</i>	6- 7
<i>Folsomia fimetaria</i>	6- 7
formaldehid	14-15
ftalát	23-24
fumonizin	8-10; 16-17
FungiPlex	8-10; 16-17
<i>Fusarium graminearum</i>	8-10
<i>Fusarium verticillioides</i>	8-10

G

Gabriele Weiss	28-29
<i>GC-MS</i>	5- 6; 19-20
genetikai sokféleség	26-28
genomok módosítása	26-28
genotoxicitás	16-17
géntoxikológiai	
monitorozás	17-18
<i>glufosinate</i>	24-25
<i>Glycine max</i>	20-21
<i>glyphosate</i>	24-25
<i>glyphosate-türő</i>	24-25
<i>GMO</i>	26-28

Gy

Győri János	31-32
-------------	-------

H

Háhn Judit	16-17
halotán	14-15
Harkai Péter	16-17
Hartman Mátyás	4
házi por	23-24
Helenkár András	5- 6
<i>Helix pomatia</i>	31-32
Heltai György	4
<i>Heteromurus nitidus</i>	6- 7
hormonmoduláns	16-17; 23-25
HPLC	16-17
humán ösztrogénreceptort	
hordozó <i>BLYES</i>	16-17

I

<i>ICP-MS</i>	13-14
immuntokológia	10-11
információ sematizálás	26-28
információs rendszer	26-28
informatikai	
entrópia-függvény	26-28
ivóvíz	19-20
izoflurán	14-15

J

Jakab Mátyás	14-15
Juracsek Judit	8-10; 28-30

Abs. I. Ökotoxikológiai Konferencia
Magyar Ökotoxikológiai Társaság, Budapest
ISBN 978-963-89452-0-4

K

Kassai Katalin	6- 7
<i>Kék főznicivaló</i>	11-12
kockázatbecslés	17-18
kockázati mutató	13-14
kolinerg	31-32
Kolontár	13-14; 17-18
Kovács Balázs	16-17
Kovács W. Attila	31-32
Ködöböcz László	29-30
kőolajipari munkások	10-11
környezeti vizek	5- 6
körvizsgálat	28-29
Krifaton Csilla	16-17
Kriszt Balázs	16-17
kromoszóma aberrációk	14-15
Kukolya József	4; 16-17
kukorica	11-12; 20-21; 28-30

L

leukocita öllöképesség	10-11
limfocita immunfenotípus	10-11
<i>Lolium</i>	24-25
Lustyik György	8-10
<i>Lymnaea stagnalis</i>	31-32

M

magszín	11-12
Magyar Judit Éva	14-15
Magyar Ökotoxikológiai Társaság	4
Major Jenő	4; 14-15; 17-18
Márialigeti Károly	4
<i>MCPA</i>	19-20
<i>mecoprop</i>	19-20
megmaradási törvény	26-28
<i>metolachlor</i>	19-20
mikotoxin biodegradáció	16-17
mikotoxin biomonitöring	16-17
<i>Mindszenti fehér</i>	11-12
<i>MON 810</i>	8-12; 20-21; 28-30
<i>MON 88017</i>	6- 7
<i>monuron</i>	24-25
Móra Veronika	4
Mörtl Mária	19-20; 24-25
munkahelyi rákkeltők	14-15

M↑

Murányi Attila	4; 20-21; 29-30
műanyagok	23-24

N

<i>N</i> -acetil- <i>glyphosate</i>	24-25
Nagy Péter István	4
nanotechnológia	7- 8
nedves levélsúly	29-30
Németh Gyöngyi	21-22
Nesztlényi Kálmán	11-12
neurotoxin	31-32
növényvédő szer	19-24

O

ochratoxin	16-17
olajipari dolgozók	14-15

Ö

ökotoxikológiai vizsgálatok	21-22
ösztrógenek	5- 6

P

<i>PAH</i> exponált	
kokszyártó	14-15
Pál János	23-24
Palade Elena Alina	7- 8
Páldy Anna	13-14
Pándics Tamás	7- 8
<i>paraquat</i>	24-25
patológus	14-15
<i>PEC</i>	17-18
Perlné Molnár Ibolya	5- 6
peszticid	19-20
pH	20-21
<i>Phaseolus multiflorus</i>	20-21
<i>Phaseolus vulgaris</i>	20-21
<i>physostigmin</i>	31-32
<i>PNEC</i>	17-18
<i>pneumonia</i>	13-14
<i>POEA</i>	24-25
pollenkompetíció	11-12
<i>POP</i>	23-24
<i>Porcellio scaber</i>	6- 7
posztemergens	24-25
primer prevenció	14-15
<i>procymidone</i>	23-24

P↑

progesztogének	5- 6
<i>prometryn</i>	19-20

R

rákkockázat becslés	14-15
<i>REACH</i>	21-24
rizoszféra	20-21
Roszík Péter	4
rosszindulatú daganatos betegségek	14-15
<i>RT-PCR</i>	11-12
Rudnai Péter	13-14

S

Sebők Flóra	16-17
sejtproliferáció	4; 14-15; 23-24
Simon Gergely	4; 23-24
Somlójenő	17-18
Somlónásárhely	13-14
<i>Sorghum halepense</i>	24-25
<i>SOS-Chromo</i> -teszt	16-17
<i>SPE</i>	19-20
standardizált eljárás	28-29
<i>SVHC</i>	23-24
<i>SYN-Bt11</i>	20-21

Sz

Szabó Henriette	31-32
szállópor	13-14
Szécsi Árpád	8-10
Székács András	4; 8-12; 19-22; 24-25; 28-30
szermaradék	23-24
sevooflurán	14-15
Szigeti Tamás	26-28
szívizom	31-32
Szoboszlai Sándor	4; 16-17
szteroidvegyületek	5- 6

T

T2	8-10; 16-17
Takács Eszter	8-12; 20-21; 28-30
talaj	20-21
talajvizek	19-20
tarlómaradvány lebontás	6- 7

T↑

teljes növénytömeg	29-30
teratogén	24-25
<i>terbutryn</i>	19-20
termodinamika	26-28
testvér kromatid kicserélődés	14-15
<i>Thamnocephalus</i> <i>platyurus</i>	7- 8
Thamnotoxkit F	7- 8
Tisza	19-20
Tompa Anna	10-11; 14-15
Tóth Szilvia	8-10
többvégpontos genotoxikológiai monitor	10-11; 14-15
Törökné Kozma Andrea	4; 7- 8
transzmissziós elektronmikroszkóp	7- 8
<i>trifluralin</i>	19-20; 24-25
<i>TVL</i>	17-18
<i>TWA</i>	17-18

U

uniformizálódás	26-28
Urbányi Béla	16-17

V

Vág	19-20
Vajda Boldizsár	11-12
Varga L. György	4
vasoxid	7- 8
Vehovszky Ágnes	31-32
veszélyes anyagok	21-22
virágzási időtartam	11-12
vitellogenin- <i>RT PCR</i>	16-17
vízszennyező	24-25
vörösiszap	13-14; 17-18

Z

Záray Gyula	4; 5- 6
zearalenon	8-10; 16-17
Zsigrainé Vasánits Anikó	5- 6

