

Glifozát hatóanyagú gyomirtó szer, valamint a réz-szulfát egyedi és együttes toxicitásának vizsgálata házityúk-embriókon

Szabó Rita^{1*}, Laczó László¹, Major László¹, Kormos Éva¹, Lehel József² és Budai Péter¹

¹Pannon Egyetem Georgikon Kar Növényvédelmi Intézet, 8360 Keszthely, Deák F. u. 16.

²Állatorvostudományi Egyetem Élelmiszer-higiéniai Tanszék, 1078 Budapest, István u. 2.

*e-mail: szabo-r@georgikon.hu

Összefoglalás

A glifozát hatóanyag-tartalmú Taifun Forte herbicid és a környezeti fémterhelést modellező réz-szulfát egyedi és együttes méreghatását tanulmányoztuk fejlődő tyúkembriókon. A kezelésekhöz a réz szulfát 0,01%-os oldatát és a Taifun Forte (360 g/l glifozát-izopropilamin só) gyomirtó szer 2,5%-os emulzióját alkalmaztuk, 0,1-0,1 ml térfogatban. Az injektálós kezeléseket a keltetés megkezdésének napján, a feldolgozást a keltetés 19. napján végeztük el. A kórbonctani feldolgozás során lemértük az embriók testtömegét, lejegyeztük az elhalások számát és a makroszkópos embrionális elváltozásokat.

A vizsgálati anyagok egyedi és együttes kezelése során, a kezelt csoportokban az embriók testtömeg értékei szignifikánsan kisebbek voltak a kontrollhoz viszonyítva. A réz-szulfát egyedi alkalmazása nem, ugyanakkor a Taifun Forte és a kombinációs kezelés szignifikánsan fokozta az embriómortalitást. A fejlődési rendellenességek előfordulásának gyakorisága sporadikus jellegű volt a kezelt csoportokban. Az eredmények alapján a réz-szulfát és a glifozát között additív toxikus kölcsönhatás léphet fel, amely nagymértékben csökkentheti az embriók életképességét vagy súlyos esetekben vadon élő madarak kihalásához vezethet.

Kulcsszavak: glifozát, réz-szulfát, interakció, embriómortalitás, házityúk-embrió

Abstract

The aim of this study was to determine the individual and combined toxic effects of Taifun Forte herbicide (glyphosate isopropylamine salt, 360 g/l) and copper sulphate on the development of chicken embryos. On the first day of incubation chicken eggs were injected by

0.1 ml of copper sulphate solution (0.1%) and/or by 0.1 ml of Taifun Forte (2.5%). The chicken embryos were examined on day 19 for the followings: number of embryonic death, body weight, type of developmental anomalies.

Single administration of both test materials and their combination significantly decreased the body weight of the embryos as compared to the control group. The embryomortality was not influenced by single administration of copper sulphate, however, Taifun Forte and the combination of the test materials significantly increased it. The incidence of embryos with developmental anomalies was sporadic in all treated groups. Based on the results, additive toxic interaction may occur between the copper sulphate and glyphosate that can highly reduce the viability of the embryos or can lead to extinction of wild birds in serious cases.

Keywords: glyphosate, copper sulphate, interaction, embryonic mortality, chicken embryo

Bevezetés

Napjaink profitorientált mezőgazdasága megköveteli a gazdálkodó szervezetektől a minél korszerűbb és minél gazdaságosabb technológiák alkalmazását. A termelők a nagyobb haszon elérése érdekében igyekeznek a lehető legkisebb ráfordítással megtermelni az adott piaci igényeknek megfelelő mennyiségű és minőségű terméket, amely termelésnek az esetleges káros hatásai nem minden esetben tisztázottak, különösen a mezőgazdaság iparszerű elterjedésével összefüggésben alkalmazott kémiai növényvédelmi eljárások kapcsán.

A termésbiztonság fenntartásához korszerű növényvédelemre van szükségünk. Az évek során a növényvédelem a természetstechnológiánk fontos, szinte elengedhetetlen része lett. Alapvető céljai: a termésingadozás csökkentése, a károsítóknak kitett haszonnövények védelme, továbbá a termés minőségének és mennyiségének javítása. A növényvédelem módszerei közül még jelenleg is az egyik leginkább használatos módszer, a kémiai növényvédelem. A módszerek számos pozitív hozadéka mellett számolnunk kell a környezetre gyakorolt esetleges káros hatásaival is, azzal, hogy a károsító szervezetek mellett a nem célszervezetek is kezelésre kerülhetnek, helytelen vagy hanyag módon megválasztott technológiának köszönhetően, ami súlyos károkat okozhat az ökoszisztémában (Darvas és mtsai, 1999).

A fácán szaporodási periódusa rendszerint egybeesik a kémiai növényvédelmi munkák végzésével (Szabó, 2009). A növényvédelmi munkák során kipermetezett szerek a tojásban fejlődő embriókra és a kifejlett madarakra is hatással lehetnek. Az elsodródásból adódó veszélyek és a készítmények nem megfelelő alkalmazása növeli a szárnyas apróvadfajok

közvetlen expozíció lehetőségét (Palkovics, 2003). A peszticidek károsító hatása megnyilvánulhat az élőlények heveny károsodásában vagy súlyos esetben akár a pusztulásában is. Az ivadékgondozó állatok elhullása következtében elpusztulhatnak a táplálék nélkül maradt utódok. Az ismétlődő peszticid terhelések az általános ellenálló-képesség leromlásához vezetnek, így közvetve pusztulást okozhatnak (Várnagy és Budai, 2003). Az apróvadállományunk (fácán, fogoly, mezei nyúl) folyamatos csökkenéséért természetesen nem lehet csak a kémiai növényvédelmet felelősségre vonni, hiszen rengeteg különböző negatív hatás áll még ezen probléma hátterében. Az integrált növényvédelem nyújtotta módszerekkel biztosítható lenne a gazdaságos és biztonságos termelés a környezet értékeink megőrzése mellett. Az ökoszisztéma megfelelő ismerete, a kártevők és betegségek előrejelzése, modellezése, az agrotechnikai módszerek helyes megválasztása, a megfelelő növényápolás és tápanyagellátás együttesen segítséget nyújtanak a kémiai kezelések optimális megvalósításában.

Várnagy (1995) munkája alapján, figyelembe kell venni a különböző xenobiotikumok toxikológiai vizsgálatokor, hogy a különböző ágensek döntő részben külön-külön kerülnek alkalmazásra, de az egyidejűleg jelen lévő vegyi anyagok egymás mérgező hatását befolyásolhatják. Az egyedi méreghatások összeadódnak (addíció) vagy csökkenhet az együttes mérgező hatás (antagonizmus), esetlegesen az együttes jelenlét eredményeként jelentősen fokozódik a mérgező hatás (szinergizmus).

Vizsgálatunkban a glifozát hatóanyagú Taifun Forte herbicid és a környezeti fémterhelést modellező réz-szulfát egyedi és együttes méreghatását vizsgáltuk a tojásban fejlődő tyúkembrióra, injektálásos kezelési módot alkalmazva.

Anyag és módszer

A környezeti rézterhelés modellezéséhez az egyedi és együttes kezelések során 0,01%-os koncentrációjú réz-szulfát-oldatot (Reanal Laborvegyszer Kft., Magyarország) használtunk. A 360 g/l glifozát (IPA só) hatóanyagú Taifun Forte (Adama Hungary Zrt., Magyarország) gyomirtó szert mind az egyedi, mind a kombinációs kezelések során gyakorlati permetlé töménységben (2,5%) alkalmaztuk. Kísérletünkben a fációtojás idényjellegű hozzáférhetősége okán, ezt kiváltó tesztszervezetként termékeny házityúk-tojásokat használtunk. A vizsgálathoz a Goldavis Kft. keltető üzemétől (Sármellék, Magyarország) származó, Farm kettős hasznosítású fajta tojásait használtuk. Az összesen felhasznált 160 db tojást négy homogén csoportra osztottuk, az egyes csoportokba 40-40 db tojást helyeztünk. A vizsgálat megkezdése előtt a tojásokat 24 óráig pihentettük. A keltetés megkezdésének napján, a kezelést megelőzően a

tojások héján át két lyukat fúrtunk, a vizsgálati anyagokat 0,1 ml térfogatban injektáltuk a tojások légkamrájába mikropipettával. Az együttes kezeléseknél összesen 0,2 ml-t juttattunk a tojásokba, mindkét vizsgálati anyagból 0,1-0,1 ml-t. A kontroll csoport esetén a tojások légkamrájába madárfiziológiás sóoldatot (0,75 m/V%) injektáltunk. A kezelést követően a lyukakat paraffinnal lezártuk, a tojásokat keltetőgépbe helyeztük. A keltetést RAGUS® (Wien, Ausztria) típusú asztali keltetőgépben végeztük. A keltetés ideje alatt gondoskodtunk a megfelelő hőmérsékletről (37-38 °C), a páratartalomról (65-75%) és a tojások naponta történő forgatásáról (Bogenfürst, 2004). A feldolgozást a keltetés 19. napján végeztük, amelynek során lemértük és jegyzőkönyvben rögzítettük az embriók testtömegét, lejegyeztük az elhalt embriók számát, továbbá értékeltük a makroszkópos fejlődési rendellenességek előfordulásának gyakoriságát és típusát. A testtömeg adatokat varianciaanalízissel értékeltük, a fejlődési rendellenességek és az embrióletalítás statisztikai vizsgálatához a Fisher-féle egzakt tesztet alkalmaztuk.

Eredmények

A kontroll csoportban, a kezelést követő 19. napon elvégzett kórbonctani feldolgozás alkalmával 2 db elhalt embriót találtunk, amely 5,26%-ot tett ki a csoportban termékenynek ítélt tojások (38 db) közül. Fejlődési rendellenesség a csoportban nem fordult elő. A kontroll csoportban az embriók átlagos testtömege 25,7 g volt. Ezen eredmények lehetővé tették a kontroll csoport viszonyítási alapként történő alkalmazását.

A réz-szulfát (0,01%) hatásaként az embriómortalitások előfordulásának gyakorisága emelkedett a kontroll csoportban mért elhalásokhoz viszonyítva, de statisztikailag bizonyítható szignifikáns különbséget ez a változás nem mutatott. A nehézfémvel végzett egyedi kezelés eredményeként 8 db elhalt embriót (20,51%) találtunk, a termékeny tojások száma 39 db volt. A fejlődési rendellenességek vonatkozásában, az élő embriók közül 1 db volt rendellenes fejlődésű (3,22%), mely rendellenesség típusa nyaki ödéma volt. A kontroll csoporthoz viszonyítva a változás nem volt statisztikailag igazolható. A réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoportban az élő embriók átlagos testtömege 24,15 g volt, amely statisztikailag is igazolható csökkenés a kontroll csoportban mért értékhez (25,7 g; $p < 0,001$) viszonyítva.

A glifozát hatóanyagú, Taifun Forte gyomirtó szer 2,5%-os emulziójának egyedi méreghatás vizsgálata során - a réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoporthoz hasonlóan - a csoportban megnőtt az elhalt embriók előfordulásának gyakorisága a kontroll csoporthoz képest. 15 db elpusztult embriót találtunk a kórbonctani vizsgálat során. A statisztikai értékelés eredményeként a változás a kontroll csoporthoz viszonyítva szignifikáns ($p < 0,01$) mértékű volt. Rendellenes fejlődésű

embriót ebben a csoportban nem tapasztaltunk. A Taifun Forte-val egyedileg kezelt csoportban az embriók átlagos testtömege 21,52 g volt, amely a kontroll csoporthoz (25,7 g) viszonyítva szignifikáns, statisztikailag igazolható csökkenést mutatott ($p < 0,001$).

A 0,01%-os réz-szulfát és a Taifun Forte interakciójának eredményeként, a csoportban 22 db elhalt embriót találtunk. A kombinált kezelésnél igazolható volt a szignifikáns eltérés a kontroll ($p < 0,001$) és a réz-szulfáttal ($p < 0,05$) egyedileg kezelt csoporthoz képest is. A Taifun Forte gyomirtó szerrel egyedileg kezelt csoporthoz viszonyítva is emelkedett az elhalt embriók előfordulásának gyakorisága, azonban a növekedés nem volt statisztikailag bizonyítható. Rendellenes fejlődésű embriót a nehézfémekkel és a herbiciddel együttesen kezelt csoportban nem találtunk. Az embriók átlagos testtömege 20,88 g volt a csoportban, amely statisztikailag igazolható csökkenést mutat, mind a kontroll csoporthoz ($p < 0,001$), mind a réz-szulfáttal ($p < 0,001$) egyedileg kezelt csoporthoz viszonyítva.

Megvitatás

Az ipar és a mezőgazdaság fejlődésével az embert és az embert körülvevő élő környezetet komoly kémiai terhelés éri, amelynek egy részét a növényvédő szereknek tudhatjuk be. A legnagyobb ilyen irányú terhelésnek elsősorban a mezőgazdasági művelésbe vont területeken élő és ott szaporodó állatállomány van kitéve.

Fejes (2005) kísérleteiben különböző rézkoncentrációk fejlődő madárszervezetre gyakorolt károsító hatásait vizsgálta. A vizsgálat célja az volt, hogy az adott nehézfém meghatározott koncentrációinak (1,0%, 0,1%, 0,01%, 0,001%) kísérletbe vonásával kiválaszthatók legyenek azok a koncentrációk, amelyek önmagukban nem vagy csak kismértékben embriótoxikusak. Majd e koncentrációk további felhasználásával tanulmányozhatóvá válhat a nehézfém és növényvédő szerek együttes méreghatása. Az elvégzett kezelések eredményeként dózisfüggően nőtt az embriómortalitás és a fejlődési rendellenességek előfordulásának aránya. A két legmagasabb kezelési koncentrációnál mért embriómortalitási értékek alapján a szerző kizárta e koncentrációkat a további vizsgálatokból, valamint felhívta a figyelmet arra a veszélyre, melyet a kémiai növényvédelmi munkák során peszticidként 0,5-2%-os dózistartományban felhasználásra kerülő réz-szulfát jelenthet a tojásban fejlődő madárembriókra.

Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoportban megemelkedett ugyan az embrióelhalások száma, de az eltérés a kontrollhoz viszonyítva nem volt statisztikailag igazolható, fejlődési rendellenességek előfordulása sporadikusnak tekinthető.

Az embriók testtömege a csoportban statisztikailag igazolható módon csökkent a kontrollhoz viszonyítva.

Fáth (2018) réz-szulfáttal és Taifun Forte-val végzett kísérletében hasonló eredményt állapított meg a fejlődés korai szakaszában, miszerint statisztikailag igazolhatóan a nehézfém egyedi alkalmazása nem változtatta meg az embrióelhalások előfordulásának gyakoriságát a kontroll csoporthoz viszonyítva. Szabó és munkatársai (2016) réz-szulfát hatását vizsgálták fácán- és házityúk-embriókon, a fejlődés korai embrionális szakaszát tanulmányozva. Megállapították, hogy a réz egyik faj esetében sem növelte statisztikailag igazolható módon az embriómortalitást, sem pedig a fejlődési rendellenességek előfordulásának gyakoriságát a kontroll csoporthoz képest.

A Taifun Forte 2,5%-os emulziója az egyedi méreghatás vizsgálat során embriótoxikusnak mutatkozott, ami a kontroll csoporthoz viszonyítva, a kezelt csoport egyedei mortalitásának szignifikáns mértékű növekedésében volt megfigyelhető. A kezelés hatására nem volt megfigyelhető a fejlődési rendellenességek arányának növekedése. Budai és munkatársai (2017) vizsgálatuk során glifozát hatóanyagú Glialka Star herbicid gyakorlati töménységű (2%) emulziójába és réz-szulfát 0,01%-os oldatába, illetve ezek kombinációjába merítettek házityúktojásokat. Megállapították, hogy a herbiciddel egyedileg, valamint a herbiciddel és a réz-szulfáttal kombináltan kezelt csoportban az embriók testtömeg értékei szignifikáns (egyedi: $p < 0,05$; kombinált: $p < 0,01$) mértékben csökkentek a kontroll csoport értékeihez képest. Az egyedi és együttes kezelés hatására statisztikailag nem igazolható mértékben növekedett a fejlődési rendellenességet mutató és az elhalt embriók száma.

A 0,01%-os réz-szulfát és a Taifun Forte együttes kezelésének eredményeként az embriómortalitás fokozódása statisztikailag igazolható volt a kontroll és a réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoporthoz képest is. A Taifun Forte gyomirtó szerrel egyedileg kezelt csoporthoz viszonyítva is emelkedett az elhalt embriók száma, azonban ez a növekedés nem volt statisztikailag bizonyítható. Fáth (2018) vizsgálataiban a 0,01%-os réz-szulfát és a Taifun Forte együttes alkalmazásának eredményeként az embriómortalitás növekedése statisztikailag igazolható volt ($p < 0,01$) a kontroll és a réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoporthoz képest is. A Taifun Forte gyomirtó szerrel egyedileg kezelt csoporthoz viszonyítva is emelkedett az elhalt embriók száma, azonban ez a növekedés nem volt statisztikailag bizonyítható. Judi (2017) vizsgálataiban hasonló eredményekről számolt be. A nehézfémmel és a herbiciddel együttesen kezelt csoportban az embriók átlagos testtömege statisztikailag is igazolhatóan csökkenést mutatott, mind a kontroll csoporthoz, mind a réz-szulfáttal egyedileg kezelt csoporthoz viszonyítva.

Az eredmények alapján a réz-szulfát és a glifozát között additív toxikus kölcsönhatás léphet fel, amely nagymértékben csökkentheti az embriók életképességét vagy súlyos esetekben vadon élő madarak kihalásához vezethet.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Hivatkozások

- Bogenfürst F. 2004. A keltetés kézikönyve. Gazda Kiadó. Budapest 42-63.
- Budai P., Kormos É., Szemerédy G., Somody G., Szabó R., Farkas V. és Lehel J. 2017. Glifozát hatóanyagú (Glialka Star) gyomirtó szer és a réz-szulfát egyedi és együttes méreg hatásának teratológiai vizsgálata csirkeembriókban. *Georgikon for Agriculture* 21. 1. 139-144.
- Darvas B., Polgár A. L., Schwarczinger I. és Turóczy Gy. 1999. A biológiai növényvédelem és helyzete Magyarországon. MTA Növényvédelmi Kutatóintézete, Budapest 14.
- Fáth R. 2018. Környezetszennyező nehézfémek (kadmium, réz) és a Taifun Forte gyomirtó szer egyedi és együttes toxicitásának vizsgálata házityúk-embriókon. Diplomadolgozat. PE GK, Keszthely.
- Fejes S. 2005. Egyes nehézfémek és növényvédő szerek egyedi és együttes méreg hatásának vizsgálata madárteratológiai tesztben. Doktori Értekezés. Veszprémi Egyetem, Keszthely. 39-42.
- Judi R. 2017. Egy növényvédelmi peszticid (Amega) és nehézfémek (réz és kadmium) egyedi és együttes méreg hatása csirkeembriókon. Diplomadolgozat. PE GK, Keszthely.
- Palkovics A. 2003. Fusilade S gyomirtó szer embriótoxicitásának vizsgálata fácántojásokon. *Növényvédelem* 39. 12. 597-601.
- Szabó R. 2009. Környezetszennyező nehézfémek (réz, kadmium) és herbicidek (Dual Gold 960 EC, Stomp 330 EC) egyedi és együttes toxicitása házityúk-embriókon. Doktori Értekezés. Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely.
- Szabó R., Kántor A., Kormos É., Grúz A., Somody G., Szemerédy G., Lehel J. és Budai P. 2016. A réz-szulfát és a Pyrinex 48 EC egyedi és együttes toxicitásának vizsgálata házityúk és fácán embriókon. *Növényvédelem* 77. 52. 10. 489-494.

Várnagy L. 1995. Növényvédelem és környezetvédelem. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém 40-46.

Várnagy L. és Budai P. 2003. A mezőgazdasági vegyi anyagok higiénája és toxikológiája. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém 70-83.