

SOD enzim szintje is.³³ RR-gyapottal (Flex és kombinációi) végzett kísérletben, harcsákon (*Ictalurus punctatus*) csökkent a halfilé nyersfehérjetartalma.³⁴ RR-olajrepce (GT73) növelte a fehérjeretenciót és csökkentette a testzsír-koncentrációt szivárványos pisztrángban (*Oncorhynchus mykiss*).³⁵

Megnövekedett metionint termelő GM-csillagfűrttel (*Lupinus angustifolius*) etetett ausztráliai *Pagrus auratus* egyedei jobban nőttek, mint a nem

módosított táppal etetett halak. Fajta nem vált belőle.³⁶

Saját vizsgálatainkban MON 810 és DAS-59122 Bt-kukoricák szárított zöld növény részeit etettünk növényevő amurokkal (*Ctenopharyngodon idella*) és jelentős napi dózis mellett is csak szerteágazó és enyhe hatásokat írtunk le az immunrendszerre.

Kulcsszavak: Gyurcsó Gergő, Darvas Béla, RR-szója, Bt-kukorica, RR-gyapot, RR-olajrepce, MON 810, *Salmo salar*, *Danio rerio*

Hazai felszíni vizekből gyakran detektálható gyógyszerhatóanyagok ökotoxikológiai vizsgálata

Háhn Judit,^a Göbölös Balázs,^b Tóth Gergő,^b Benedek Tibor,^a

Kriszt Balázs^b és Szoboszlai Sándor^b

X9

^aSzent István Egyetem, Regionális Egyetemi Tudásközpont, Gödöllő; ^bSzIE MKK, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet, Gödöllő

2020-ban globálisan a gyógyszerekre költött összeg nagyságát 1,4 ezer milliárd dollárra, a gyógyszerfogyasztást pedig 4,5 ezer milliárd dózisra (DDD – Defined Daily Dose, Napi terápiás dózis) prognosztizálják (IMS, 2015). Az Európai Unióban kb. 3000 különböző vegyületet használnak a humán gyógyászatban. A gyógyszerhatóanyagok előfordulási gyakorisága a környezetben jelentős ütemben nő az utóbbi évtizedekben. Hazai vonatkozásban friss publikációk szerint a Duna vizéből 52, a (dunai parti szűrésű kutakból nyert) budapesti csapvízből 32 gyógyszerhatóanyagot mutattak ki, míg a Balatonból 69 vegyület volt detektálható. Intézetünk az utóbbi években számos hazai felszíni víz és azok üledékei kémiai és biológiai monitoro-

zását végezte el, mely során közel 30 gyógyszerhatóanyag jelenlétét mutattuk ki rendszeresen. Közülük jelen munka során a nem szteroid gyulladáscsökkentők (NSAID) közé tartozó diclofenac-ot (DCF) és ibuprofen-t (IBU), valamint az antiepileptikum carbamazepine-t (CBZ) vizsgáltuk. Ugyan ezek a vegyületek viszonylag alacsony koncentrációkban (µg/L) detektálhatók a környezetben, együttes jelenlétük során koktélhatások léphetnek fel, ezért a hatóanyagokat nemcsak önmagukban, hanem keverékeikben is teszteltük.

A vegyületek citotoxicitását *Aliivibrio fischeri* (AVF) biolumineszcenciagátláson alapuló módszerrel vizsgáltuk. Az akut toxicitási teszteket az ISO 11348-2 szerint végeztük 30 per-

³³Sissener et al. (2010) *Br. J. Nutr.* **103** (1), 3-15.

³⁴Li et al. (2008) *Aquacult. Nutr.* **14**, 490-498.

³⁵Brown et al. (2003) *J. Agric. Food Chem.* **51**, 4268-4272.

³⁶Glecross et al. (2003) *Aquacult. Nutr.* **9** (3), 197-206.

ces kontaktidővel. A krónikus toxicitást AVF meghosszabbított expozíciós idejű (25 óra) teszttel vizsgáltuk mikrotiter lemezen. A vegyületeket 1:1 arányú kombinációkban teszteltük párosával, valamint mindhárom anyagot együtt is. Az egyéni anyagok és a keverékek hatásos koncentrációi ($EC_{10,20,50,80,90,95}$) alapján kombinációs indexet (CI) számoltunk *CompuSyn* szoftverrel az antagonista, additív és szinergista hatások megállapításához. 30 perces kontaktidő után a toxicitás a következő sorrendben változott: $CBZ < CBZ+IBU < CBZ+DCF < DCF < IBU < DCF+IBU < CBZ+DCF+IBU$. A hatóanyagok és keverékek akut toxicitása ($EC_{50}=12$ és 86 mg/L között) lényegesen nagyobb volt, mint a krónikus tesztben (EC_{50} értékek 10 óránál $101,6-305,5$ mg/L között, 15 óránál $104,4-309,5$ mg/L között), utóbbinál a sorrend: $IBU < CBZ+IBU < DCF+IBU < CBZ+DCF+IBU < CBZ+DCF < CBZ < DCF$. Az akut tesztben az egyéni anyagok között az *ibuprofen* volt a legtoxikusabb ($EC_{50} = 23$ mg/L), a *carbendazim* a legkevésbé ($EC_{50} = 86$ mg/L), ez a

krónikus tesztben pont fordítva alakult ($305,5$, illetve $105,9$ mg/L 10 óránál). Ez a jelenség keverékek esetében is megfigyelhető volt. A CI értékek alapján a krónikus tesztben csak a $CBZ+DCF$ keverék mutatott szinergista hatást igen magas koncentrációknál (>180 mg/L). Az akut tesztben az EC_{50} értékeknél és felett minden esetben szinergia volt megfigyelhető minden keveréknél. A $DCF+IBU$ esetében már a 10%-os hatásos koncentrációnál is erős szinergia mutatkozott.

Noha a mért effektív koncentrációk még az akut teszt esetében is nagyságrendekkel nagyobbak voltak, mint a környezeti koncentrációk, a hatóanyagok között fellépő koktélhatások további vizsgálata szükséges más trofitási szintet képviselő szervezettel, más típusú vegyületekkel (pl. növényvédő szerek) együtt, ill. eltérő arányú keverékekkel is.

Köszönetnyilvánítás: A munkát az ÚNKP-20-4-II és a 2018-2.1.16-TÉT-IL-2018-00002 támogatta.

Kulcsszavak: Háhn Judit, Göbölös Balázs, Tóth Gergő, Benedek Tibor, Kriszt Balázs, Szoboszlai Sándor, diclofenac, ibuprofen, carbamazepine, carbendazim, keverékek, szinergista, *Aliivibrio fischeri*

Rhodococcus típustörzsek atrazine biodegradációjára utaló biomarkereinek azonosítása MALDI-TOF MS módszerrel

Kaszab Edit,^a Háhn Judit,^b Bojté Csilla,^c Jiang Dongze,^a Kriszt Balázs^a és Szoboszlai Sándor^a

X10

^aSzIE MKK, Természeti Erőforrások Megőrzése Intézet, Gödöllő; ^bSzIE Regionális Egyetemi Tudásközpont, Gödöllő; ^cWessling Hungary Kft.

A *Rhodococcus* nemzetség képviselői vízi és szárazföldi környezetben egyaránt gyakran detektálhatók. Környezeti biotechnológiai jelentőségük kimagasló: xenobiotikumok széles körét képesek tolerálni és metabolikus aktivitásuk révén hasznosítani, beleértve olyan perzisztens szerves szennyező anyagokat is, mint némely növényvédő

szer.

A *Rhodococcus* fajokra jellemző biotranszformációs mechanizmusok feltárására napjainkban mind nagyobb hangsúlyt kapnak a proteomikai módszerek, melyek speciális metabolitok kimutatása révén lehetőséget nyújtanak a közeli rokon baktériumfajok közötti funkci-