

Tenzid xenobiotikumok az emberi környezetben, kölcsönhatásaik a humán ökoszisztémával

SUJBERT LÁSZLÓ *

Összefoglalás: A tenzidek az emberi környezetben mikro-, nanoszennyezést okoznak, xenobiotikumok. A környezeti tenzid szennyezés jellegzetességei: felületaktivitás, habképződés, szolubilizálás, ún. szállító (transzportáló, „schlepper”) hatás. A vízminőségnek mérhető kémiai indikátorai: Az élőlényekre, a tenzid típusától, a koncentrációtól, a hatás időtartamától, az élőlény fejlettségi szintjétől stb. függően stimuláló/inhibitor, pusztító hatást fejtenek ki. A tenzid befolyásolhatja a felszíni víz, a talaj öntisztulását, ronthatja a szennyvíz és felszíni víz tisztítási technológiájának határfokát. Járulékos kölcsönhatással elősegíti a talajmodellben a nehézfémek migrációját. Parti szűrősű kút talajszelvényében diszkrétan befolyásolja az apatogén, szaprofita baktériumok szaporodását, CO₂ termelését, a TTC dehidrogenáz enzimaktivitását. Egyes típusai heveny toxicitási vizsgálatban fehér patkányra „mérsékelt mérgező” hatást fejtenek ki.

Radioizotóppal jelzett DBS-Na molekula per-os adagolása után a kísérleti állat szerveiben nem kumulálódott, viszonylag rövid idő alatt kiürült.

Heveny ökotoxikológiai kísérletben az anionaktív tenzidek „toxikusnak,” a nonionaktív tenzidek „erősen toxikusnak” bizonyultak.

A nonionos tenzidek biológiai bomlásának vizsgálatokor metabolitok mutathatók ki. A metabolitok közül az egyik a nonilfenol. Feltételezik, hogy a nonilfenol, kísérletes vizsgálatok szerint, xenoösztrogén, szekunder „mimikai”, ösztrogénhatású vegyület.

A feltételezett hatás bizonyítására, az egészségkockázat becslésére multidiszciplináris vizsgálatokat végeztek.

Kulcsszavak: Tenzid, xenobiotikum, tenzid szennyezés sorsa, fizikai, kémiai, biológiai, mikrobiológiai mérgező hatás, nonilfenol metabolit, endokrin diszruptor, „mimikai” ösztrogénhatások, target szervek

* Az Egészségtudomány Szerkesztőbizottságának felkérésére irt közlemény

Bevezetés

A tenzid vegyipari eljárással gyártott szerveskémiái anyag. A környezetben ubiquiter módon előforduló xenobiotikum. A mosó-, mosogató-, tisztító- és fertőtlenítőszer hatóanyaga. Az iparban, mezőgazdaságban, a háztartásban használják a tenzid hatóanyagot tartalmazó készítményeket, amelyek a tenzid hatóanyagon kívül gyártási közti termékeket (intermedier), valamint bomlástermékeket (metabolit), segédanyagokat is tartalmaznak.

A gyógyszerekben, élelmiszerekben, kozmetikumokban használt tenzidek az ipari és háztartási termékeknél kevesebb intermediert, metabolitot tartalmaznak, minőségileg nagyobb biztonsági követelményeknek felelnek meg.

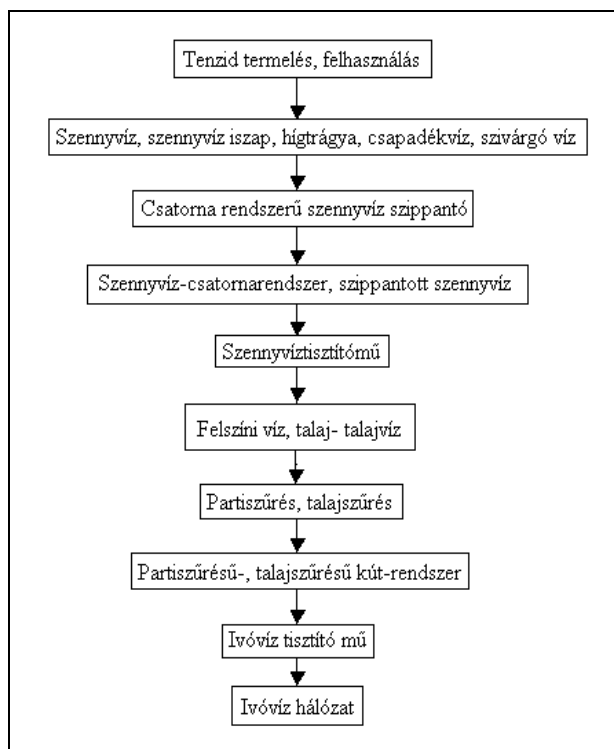
A tenzid tartalmú készítmények a XX. század ötvenes-hatvanas éveiben a tenzid gyártás első generációjához tartozó kemény, elágazó szénláncú tenzideket, pl. TBS-Na (nátrium-tetrapropilén-benzol-szulfonát) tartalmaztak. Az első generáció tenzidjei biorezisztensek, a biológiai bomlásnak ellenállnak. A szennyvíz, az ivóvíz, a folyók és talaj öntisztulása során csak alacsony határfokkal bomlanak, habképzőek (a felszíni vizeken habképződés látható). Az utóbbiak, de más környezeti kölcsönhatások is a szennyvíz, az ivóvíz tisztítási technológiák hatékonyságának emelését követelték meg. Alapvetően azonban e tulajdonságaik a tenzid gyártásban újabb tenzid generációk gyártását eredményezték. Létrehozták az egyenes szénláncú, biodegradábilis tenzideket (1-5).

A tenzid fogalma, felosztása, fontosabb jellemzői

A tenzideket felosztjuk anion-, kation-, nemion-, amfó- főcsoportokra. Amfifil molekula, egy molekulában hidrofil és hidrofób molekuláris rész helyezkedik el. Vízzel szemben exofil, endofil tulajdonságokkal rendelkezik. Felületaktív, levegő/víz vagy víz/talaj határfelületen a határfelület felületi feszültségét csökkenti. Nanoszennyezők, pl. ásványolaj, szénhidrogén, policiklusos szénhidrogén jelenlétében szolubilizáló, emulgeáló képességgel rendelkezik. A határfelületeken elősegíti a transzport folyamatokat. Habképződést okoz, ami különböző tenzid típusok együttes jelenléte esetén szummálódhat (1,4,6).

Az emberi környezet kompartmentjeinek tenzid szennyezettsége, humán-ökológiai kölcsönhatásai

Az 1. ábra mutatja a tenzidek útját az emberi környezet egyes kompartmentjeiben a gyártástól, a felhasználástól az ivóvíz hálózatig.



1.ábra: Az emberi környezet tenzid szennyezésének forrása és sorsa az emberi környezetben

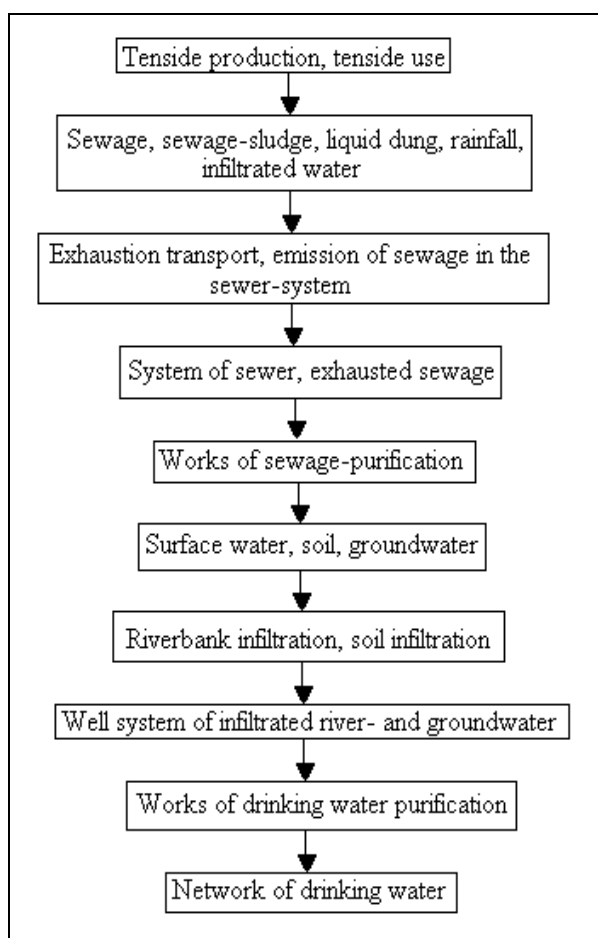


Fig 1. Source and fate of tenside-contamination in human oecological system

A tenzid tartalmú készítmények a felhasználás után a szennyvízbe, onnan optimális esetben a szennyvízcsatornán keresztül szennyvíztisztítóba jutnak, ahol többlépcsős tisztításra kerülnek. A szennyvíztisztítás folyamataiban a harmadik generációs tenzidek (egyenes szénláncú, biológiailag bomló tenzid), pl. alkilszulfát-, alkilszulfonát-polietilén-glikol-észter, a szükséges mértékig ($\geq 90\%$ -ban) bomlanak. A tisztított szennyvizet a befogadóba bocsátják (2,7).

A kellően derített szennyvíz

- a folyó öntisztulása során a szükséges mértékben megtisztul, ennek következtében a felszíni vizekben (befogadó) habzás nem észlelhető,
- a felszíni víz oxigén háztartását nem befolyásolja,
- az ivóvíz tisztítási technológiát, az ivóvíz minőségét nem zavarja.
- a víz minőség biztonsági kockázatát csökkenti (2,3,5,7,9).

A tisztítatlan, tenzid tartalmú szennyvíz, vagy a nem kellően tisztított szennyvíz

- a befogadó felszíni víz öntisztulását megzavarja,
- a felszíni víz oxigenációját a habzás révén is rontja,
- a levegő-víz határfelületen az oxigén diffúziójának sebességét gátolja,
- a víz oxigéntartalmát csökkenti,
- az aerob öntisztulási folyamatot akadályozza.

A víz tenzid tartalma a szennyvíz szennyezettség mértékét jelző, mérhető kémiai vízminőségi mutató.

A Budapesti Semmelweis Orvosegyetem (SOTE) Közegészségtani Intézetében a fővárosi ivóvízzel végzett minőségi vizsgálatok révén, többek között, mintegy két év kémiai analízises tenzid mérési eredmények állnak rendelkezésre a Duna vízből parti szűréssel és felszíni víztisztítási technológiával nyert vizekről. Ezen túlmenően információ szerzés céljából a rendelkezésre álló adatok alapján azt is megvizsgáltuk, hogy a Duna vízjárása és a Duna víz anion és nemion tenzid tartalma között kimutatható-e kapcsolat.

A tenzid szennyezettség alakulása:

- anionos tenzid szennyezettség
- Duna víz: 0,14-0,19 mg/L
- parti szűrésű aknakút víz: 0,03-0,06 mg/L
- felszíni vízmű tiszta vize: 0,09-0,11 mg/L
- nemionos tenzid szennyezettség
- Duna víz: 0,05 mg/L

- parti szűrésű aknakút víz: 0,001-0,004 mg/L
- felszíni vízmű tiszta vize: 0,006-0,015 mg/L

A vízjárás és a tenzid szennyezettség kapcsolatának vizsgálata során a következő eredményeket kaptuk: Fővárosi Vízművek káposztásmegyeri telepénél vett Duna víz anion-tenzid tartalma és a Duna vízjárása között kapcsolat a vizsgálat során nem volt bizonyítható. A Duna vízjárása és a Duna víz nemionos tenzid tartalma között a következő kapcsolat mutatkozott: a vízjárás minimális értékénél a Duna víz nemionos tenzid tartalma megemelkedett, a vízjárás maximális értékénél a Duna víz nemionos tenzid tartalma csökkent. Ezek az adatok jelzik a felszíni vízből (Duna) nyert ivóvíz öntisztulását, a vízminőség biztonságát a vízvédelmi területen, a víz szennyvíz eredetű tenzid szennyezettségének és az emberi környezet tenzid expozíciójának mértékét, (2, 5).

A tenzidek jellemző fiziko-kémiai tulajdonságaik következtében a víz mikroszennyezőinek szállításában, szolubilizálódásában, emulgeálásában, pl.: az ásványolaj, szénhidrogének, növényvédő szerek, nehézfémek vízminőség károsító hatásában, általában szerepet kapnak (2,3,5, 8-11).

A tenzidek a vízben, a talajban, a szennyvíziszapban transzportálják az ártalmas vízszennyezőket. Az ivóvízbázis vizében, talajszelvényeiben a víztisztításban alkalmazott homokszűrőn mobilizálják a mikroszennyeződéseket, pl. előmozdítják a kadmium, a higany, a policiklusos szénhidrogének, a gyógyszermaradványok szűrő-rendszeren történő áthaladását.

A fentiekre példaként megemlíjtük a SOTE Közegészségtani Intézetben végzett kutatásainkat. Ezekben a kísérletekben talajmodellen szimuláltuk a tenzidek hatását a nehézfémek (kadmium, higany) migrációjára. A tenzideket és a nehézfémeket mikromennyiségben alkalmaztuk és a migrációs hatást radioaktív kadmium és higany izotópjelzéssel követtük. Kimutattuk, hogy a tenzidek és a talajban lévő természetes komponensek a hosszú felezési idővel rendelkező nehézfémek – kadmium, higany – mozgását a homoktalajban elősegítik, a mikromennyiségben jelen levő nehézfémeknek migrációjához, a szűrőbarrirerreken való átjutásához, mint járulékos tényező hozzájárulnak (2,3,7-11).

Az emberi környezetben lévő élőlények tenzid szennyezettségi szintje azok mindegyik vizsgált szervében, szövetében eltér. E környezet különböző kompartmentjeiben előforduló élőlényekre a hatása eltérő.

A tenzidek a szennyezett felszíni vízben a gyors és hatékony biológiai lebomlás miatt 0,1 mg/L nagyságrendig bomlanak, vagyis a legérzékenyebb vízi szervezeteknél kimutatható

heveny toxikus hatásokat előidéző dózis tizedéig. Így eddig semmi ok nem volt arra, hogy a tenzideket „feketelistára” tegyék, mint veszélyes, vízkárosító xenobiotikumokat. Az utóbbi években elvégzett káranalízisek alapján azonban beigazolódott, hogy e szerek komplex környezeti, azaz ökotoxikus, hosszú idejű hatását figyelembe kell venni a tényleges veszélyességük felbecsülésénél.

A legtöbb adat a tenzid LD_{50} (LC_{50}), EC_{50} értékekre áll rendelkezésre. A környezeti kockázat prediktív becsléséhez azonban az adatok, ismereteink hiányosak, irrelevánsak, kiegészítésre szorulnak. A tenzidek kölcsönhatásának számításában alapvető a tenzid ökotoxikus hatásának a becslése, amit néhány anion és nemion tenzid típusal elvégeztek. Az új vizsgálatok tükrében a következő heveny ökotoxikológiai adatokat nyerték..

3 anionaktív és 2 nonion tenziddel heveny toxikológiai vizsgálatot végeztek. A közölt LC_{50} és IC_{50} adatok szerint: a kísérlethez kiválasztott tenzid típusok eltérő eredményt adtak. Az anionaktív tenzidek toxikusak, LC_{50} és IC_{50} értékeik 10-100 mg/L tartományba esnek, és a nonion aktív tenzidek erősen toxikusak, LC_{50} és IC_{50} értékeik 1-10 mg/L tartományban változtak (*I. táblázat*) (14).

I. TÁBLÁZAT: Újabb adatok a tenzidek toxicitására
TABLE 1: New data on toxicity of tensides

Tenzid Tenside	Teszt organizmus Test organism		
	<i>Physa acuta</i> (LC_{50})	<i>Artemia salina</i> (LC_{50})	<i>Raphidocelis subcapitata</i> (IC_{50})
A1	27,2 mg/L	41,04 mg/L	36,58 mg/L
A2	16,65 mg/l	40,4 mg/l	112,4 mg/l
A3	20,96 mg/l	11,97 mg/l	2,18 mg/l
N1	5,33 mg/l	0,62 mg/l	6,87 mg/l
N2	4,69 mg/l	4,54 mg/l	24,9 mg/l

A1= Nátrium dodecil-szulfát Sodium dodecyl sulphate (SDS)
A2= Nátrium dodecil-benzolszulfonát Sodium dodecylbenzene sulphonate
A3= Nátrium alkiltrioxietilén-szulfát Sodium alkyltrioxyethylene sulphate
N1= Dekaoxietylén-alkil-éter Decaoxyethylene alkyl ether
N2= Nonilfenilheptaoxietilén-glikol-éter Nonylphenylheptaoxyethylene glycol ether

A korábban elvégzett egyéb ökológiai vizsgálatok -- toxicitás (heveny, szubletális), koncentráció eloszlás a vízszelvényben, szedimentum akkumuláció, bioakkumuláció, anyagkombináció (ásványolaj, fém) -- nem megnyugtatóak, mivel a tenzidek perzisztenciájára, toxicitásának növekedésére, a halhús ízkárosodására utalnak (12).

A folyóvízből (Duna víz) parti szűréssel nyert ivóvíz, tenzid szennyezettsége alapvetően a parti szűrés hatására bekövetkező fiziko-kémiai hatások és a talaj biológiai (mikrobiológiai) aktivitásától függ. A megbízható fővárosi ivóvízellátás egyik ivóvíz nyelési technológiája a parti szűrésű dunavízből nyert aknakútvíz. Ennek a technológiának a hatására bekövetkező

tenzid xenobiotikum öntisztulás (tisztulás) kutatását végeztük talaj modellkísérletben. A talajmodell kísérletek megállapításai: a mikro mennyiségű tenzidek vizes oldatának felvitelére a talajmodellekben bekövetkező biológiai aktivitás változások ismétlődnek, diszkrétnek. A legkifejezettebb biológiai aktivitás gátlást, a nemionos tenzid (Präwozell W-ON 100) mutatta. A két anionos tenzid (Szulfaril 50, Elfan OS 46) közel azonos gátlást/serkentést idézett elő a talaj szaprofita baktériumok biológiai aktivitásában.

Ezek az eredmények arra engednek következtetni, hogy jelenleg a vízbázis tenzid szennyezettsége lényegesen nem befolyásolja a talaj tenzid elimináló képességét. Ellenben a vízbázis tenzid szennyezettségének a növekedésével, haváriaszerű vízszennyeződés esetében a vízminőség átmeneti, vagy tartós romlásával számolhatunk. A talaj tenzid elimináló képessége ugyanis fiziko-kémiai (pl. adszorpció) és biológiai folyamatoktól (pl. baktérium tevékenység) függ. A talaj tenzid adszorpciója korlátozott. Az adszorbeált tenzidek és metabolitjaik deszorbeálódhatnak. A talajban adszorpció-deszorpció egymást kölcsönösen feltételező fiziko-kémiai folyamat, következésképpen a megkötött tenzid a talajból deszorbeálódik, a vízbe kerül.

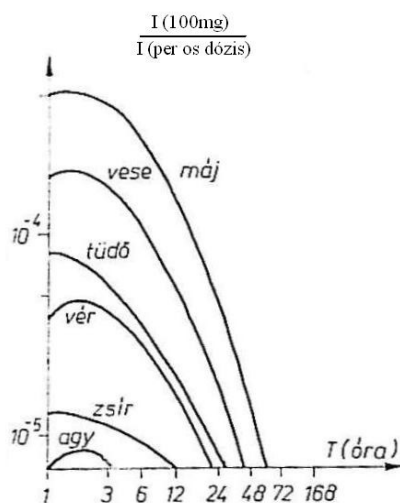
A tenzid elimináció egy másik fontos tényezője a szaprofita baktériumok tevékenysége. Új hatékony tenzidek bevezetésével a baktériumok élettevékenysége és a tenzidet bontó képessége csökkenhet, a bomlatlan tenzid molekula a vízben megjelenhet.

Az emberi környezetben a tenzid xenobiotikum vándorol. Ebben a folyamatban az emberi környezet kompartmentjeiben fizikai, fiziko-kémiai, mikrobiológiai kölcsönhatásban vesz részt. A kölcsönhatások eredményeként a tenzid szennyező molekula változatlan marad vagy átalakul. A biológiai kölcsönhatás során a szennyező tenzid molekulából bomlási-, átalakulási reakciótermékek keletkezhetnek. A keletkezett termékek pl. metabolitok az eredeti tenzidek molekuláitól kémiai szerkezetükben eltérőek lehetnek, kölcsönhatásaik megváltozhatnak.

Az előnyös fiziko-kémiai tulajdonságai, mérsékelt per-os toxicitása miatt -- per-os LD₅₀ patkányban, 1000-1300 mg/ttkg -- széleskörűen és nagymértékben használt, nátrium dodecylbenzolszulfonát anion aktív tenzidet toxikokinetikai izotópos vizsgálatnak vetettük alá. A toxikokinetikai vizsgálatokhoz a nátrium-dodecylbenzolszulfonát molekula szulfonát csoportját S-35 izotóppal jeleztük. A jelzett molekula per os beadása után mértük a kísérleti patkányban a radioaktivitást.

A vizsgálat eredményét a 2. és 3. ábra mutatja. A 2. ábra ordinátáján ábrázoltuk a 100 mg szerv, szövetminta aktivitásának viszonyát az egy állatnak beadott összaktivitás alakulásához $[I(100\text{mg})/I(\text{per os dózis}), I = \text{impulzus/perc}]$.

A 3. ábrán az ordináta az összaktivitás %-os értékeinek változását mutatja a kísérleti fehér patkány per os expozícióját követően 1-3 óra múlva az összaktivitás maximális értékű mindegyik vizsgált szervben, szövetben. Az összaktivitás eloszlása emelkedő sorrendben: agy, zsír, vér, tüdő, vese, máj. A vizsgált szervekben a jelzett nátrium-dodecilbenzolszulfonát nem halmozódik fel, 3-168 óra elteltével a szervezetből kiürül. A 3. ábra a beadott radioizotóp időbeli változása alapján szemléltetően mutatja a radioizotóp összaktivitásának csökkenését az idő függvényében, a radioizotóp kinetikáját, kiürülését a kísérleti állat szerveiből. A kísérleti állatban észlelt eredményből következtethető, hogy várhatóan az anion aktív dodecilbenzolszulfonát tenzid kumulálódás nélkül elhagyja a szervezetet (17).



2. ábra: A radioaktivitás változása a vizsgált szervekben, szövetekben (I = impulzus/perc) (100 mg anyagban a beadáshoz képest különböző időpontokban kapott impulzus/perc érték viszonyítva az egy kísérleti állatnak beadott összaktivitás imp./perc értékéhez)

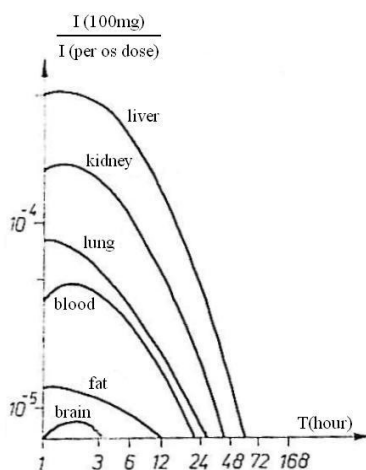
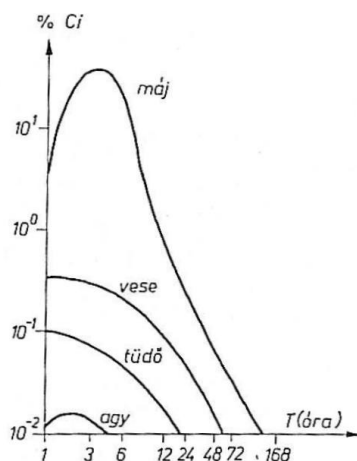


Fig 2. Changes of radioactivity in the investigated organs and tissues (I = impulse/min.)



3. ábra: Az egyes vizsgált szervekben található összaktivitás a beadott mennyiség százalékában, az idő függvényében.

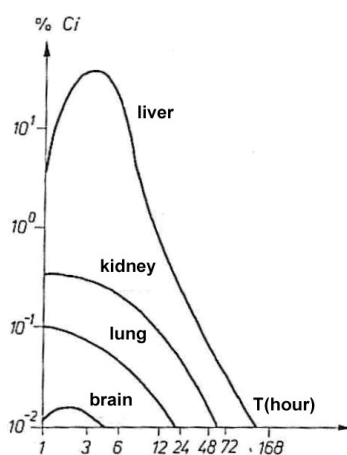


Fig. 3: Changes of total activity in the examined organs and tissues in the function of the applied dose (%) and time (h)

Az ún. „klasszikus” környezetszennyező anyagok, mint pl. DDT, DDE, PCB, PCP, PAH stb. feltételezeten ösztrogénszerű hatással rendelkeznek. A szakirodalomban ezeket xenoösztrogéneknek, vagy mimikai, szekunder ösztrogéneknek is nevezik. A már említett környezetszennyező kémiai anyagok és újabban több egyéb kémiai anyag xenoösztrogén hatásának vizsgálata is folyamatban van. Az újabb kutatások szerint xenoösztrogén kategóriába több igen hatékony kémiai vegyületet sorolnak, és a velük kapcsolatos specifikus jellemző hatásokat multidiszciplináris módon figyelik (13, 16). Ezek közül ausztriai kutatásokban a következő possibiliis xenoösztrogéneket vizsgálják(15):

- biszfenol,
- nonilfenol,
- nonilfenoxiecetsav és nonilfenoxietoxiecetsav,

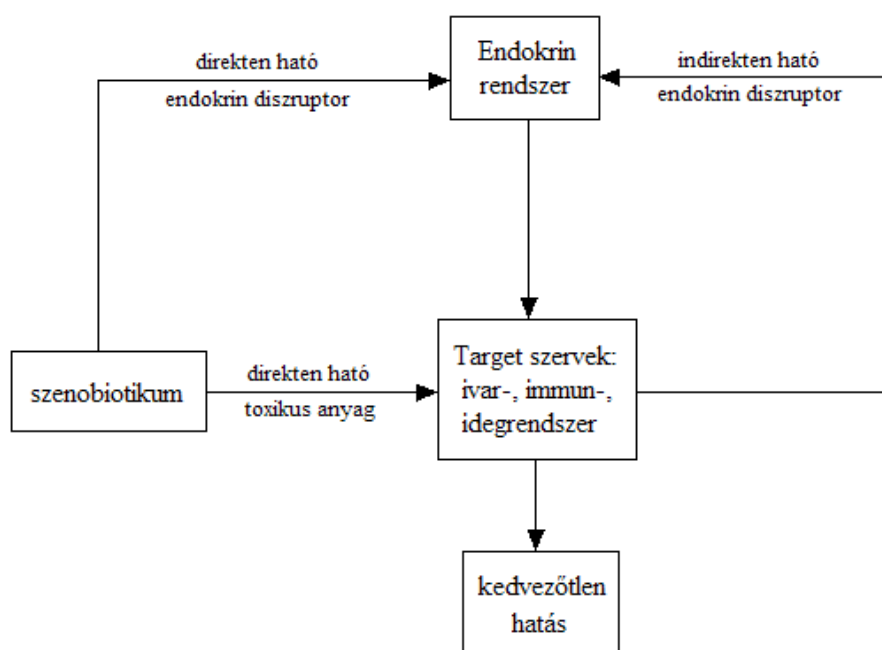
- nonilfenolmono- és dietoxilát,
- oktilfenol,
- oktilfenolmono- és dietoxilát

Vadon élő állatokon (halak, vízi szárnyasok) és laboratóriumi kísérleti állatokon tett megfigyelések, környezet-epidemiológiai „surveillance” alapján arra lehet következtetni, hogy a környezetszennyezésként is előforduló tenzidek metabolitjai xenoösztrogén hatásúak lehetnek. Ennek igazolására terepen tett megfigyeléseket, terepkísérleteket, környezet epidemiológiai, laboratóriumi kísérletes vizsgálatokat végeztek és folytatnak jelenleg is.

Megállapították, hogy az alkil-fenil-etoxilátok biológiai bomlása során nonilfenol metabolit keletkezik. Az előzőekben említett nonilfenol ipari vegyületről nagy valószínűséggel feltételezik, hogy xenoösztrogén hatású (12, 15).

Az eddigi megfigyelésekről, tapasztalatokról, állatkísérletekről szóló közlések alapján feltételezik, hogy egyes típusú nemionos tenzidek metabolitjainak, amelyek az emberi szervezetben, valamint a vizek, a szennyvizek, a szennyvíziszap, a talaj tisztítása és öntisztulása során végbemenő bomlásakor keletkeznek a lehetséges hatása direkt, indirekt endokrin diszruptió.

A xenobiotikum direkt toxikus a célszervekre, illetőleg a célszervekben kialakult kedvezőtlen hatás, indirekt endokrin diszruptió révén előnytelen hatásokat idézhet elő az endokrin rendszerben és a célszervekben (szervrendszerekben). A xenobiotikum közvetlenül ható endokrin diszruptorként is kifejtheti a kölcsönhatását az endokrin rendszerben a target szervrendszerben és nem kívánt hatást okozhat (4. ábra). A kedvezőtlen hatás pl. működészavar, a „feed-back” szabályozás elégtelensége stb. (13).



4. ábra: Az EDC (endocrine-disrupting chemical) hatásmechanizmusa az endokrin-target szervek rendszerében

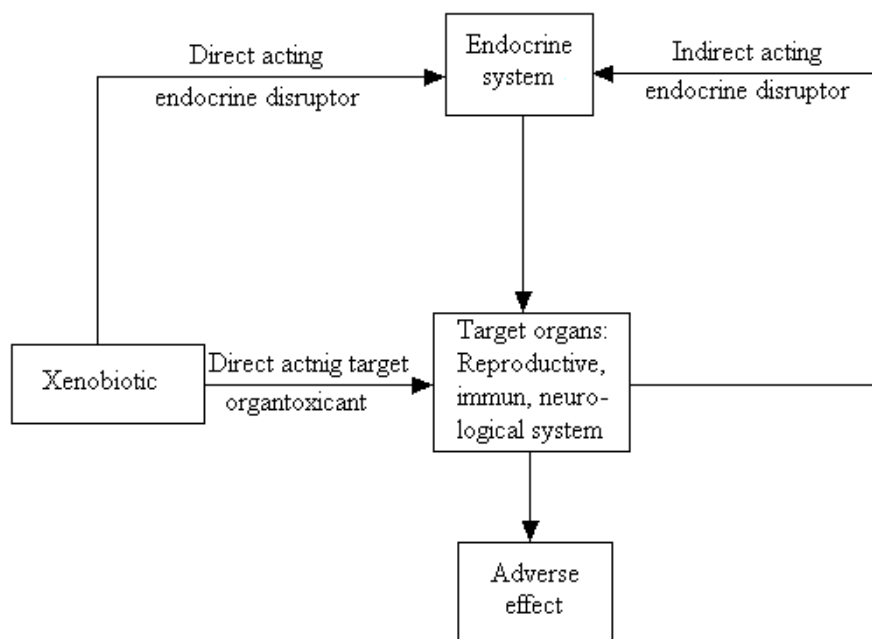


Figure 4. Effect-mechanism of EDCs (endocrine disrupting chemicals) in the system of the endocrine target-organs

Megbeszélés

Az emberi környezet tenzid xenobiotikum, xenoösztrogén szennyezése e környezet minden fontos kompartmentjét terheli.

A tenzid szennyezés hatóanyagai jellegzetes fizikai, fiziko-kémiai és biológiai tulajdonságúak. Az emberi környezetben az egyes kompartmentekben, a felszíni vízben és a szennyvízben habzást, emulgeálást és egyéb károsító környezeti anyagok, szennyeződések szállítását, szolubilizálását eredményezhetik. Zavarják a szennyvíztisztítást, az ivóvíztisztítást, rontják a felszíni víz öntisztulásának a hatásfokát. Az ivóvíz érzékszervvel mérhető tulajdonságaiban változást idézhetnek elő (habzás, íz romlás). A vizekben megjelenő tenzid szennyeződés szintje a szennyvíz eredetű szennyeződés mértékét jelző kémiai indikátor. Az ivóvíz, felszíni víz tenzid xenobiotikum mennyisége mérhető vízminőségi paraméter, jelzi a szennyvíz, az ivóvíz tenzid xenobiotikum eltávolítási hatásfokát. Az emberi környezetben a tenzid xenobiotikum szennyezés döntően anion-aktív és nem-ionos tenzid csoportok egyidejű előfordulását mutatja. A jelenlévő xenobiotikum tenzid típusok hatása összeadódik. Egyes tenzid csoportok együttes jelenlétekor a vízben a habzás alacsonyabb koncentráció esetében észlelhető, mint az adott tenzid egyedüli ottléte során.

A tenzidek szállító hatásuk („schlepper hatás”) révén közrehatnak pl. a szénhidrogének, policiklikusos szénhidrogének, ásványolaj, vízben rosszul oldódó peszticidek, nehézfémek stb. szállításában, migrációjában.

A releváns biológiai kölcsönhatások a humán környezeti kompartmentekben eltérőek. A biológiai kölcsönhatás egyik fontos tényezője az, hogy a hatás kimutatására használt tesztorganizmus a törzsfajlás mely lépcsőfokán helyezkedik el, hol van a környezeti kompartment helye a biociklusban, a miféle a tenzid csoport és milyen a szennyezettség szintje stb. A részletezés teljes igénye nélkül megemlíjtük, hogy pl. a folyókban élő haltáplálékok és halak tenzid érzékenysége igen jelentős. Többek között ezért tekintik a felszíni víz xenobiotikum tenzid szennyezését veszélyes, a vízi életet károsító molekulának (molekula komplexnek).

Humán ökológiai szempontból lényeges annak ismerete, hogy veszélyes-hulladék lerakó telepeken, a víztisztításban használt homokszűrőn, a felszíni vizek haváriája esetén a parti szelvényben elmozdulhat a kadmium- és a higanyszennyezés. A talajmodell vizsgálatok eredményei szerint a kalcium, tenzid hatására, elősegíti a talajban a nehézfém migrációt. Ebben az adjuváló, migrációt elősegítő hatásban a talaj kalcium és tenzid tartalma együttesen közrehat.

Az alkalmazott tenzid molekula kémiai szerkezetének és metabolizációjának ismeretében valamint az irodalmi közlések alapján hangsúlyozzuk azt a feltételezésünket, hogy a nonion-aktív tenzid gyártási alapanyagai, metabolitjai valószínűsíthetően xenoösztrogén endokrin diszruptor hatásúak. Ennek bizonyítására, a feltételezés alátámasztására, igazolására, vagy annak cáfolatára hazánkban is multidiszciplináris kutatás lenne szükséges.

Köszönetnyilvánítás:

Hálás köszönetet mondok Stercz Balázs laboratóriumi asszisztensnek (SE Közegészségtani Intézet) a közlemény szövegszerkesztési munkájáért.

IRODALOM

1. *Götte, E.*: Tenside Bemerkungen zum Zeitschrift Tenside 1964. 1. 2.
2. *Sujbert, L.*: A Duna vízből nyert ivóvíz minőségének alakulása kémiai, mutagenitási és talajmodell vizsgálatok alapján. Kandidátusi értekezés MTA TMB Budapest 1985
3. *Sujbert, L.*: Gyógyszermaradvány a vízi környezetekben és környezetegészségügyi jelentősége. *Egészségtudomány* 2006. 50. 136-148,
4. *Juhász, É., Lelkesné, Erős M.*: Felületaktív anyagok zsebkönyve, Műszaki Kiadó, Budapest, 1979.
5. *Benedek, P., Litheráty P.*: Vízminőség szabályozása a környezetvédelemben. Műszaki Kiadó, Budapest, 1979.
6. *Linder, K.*: Tenside, Textilhilfsmittel, Waschrohstoffe, Wissenschaftliche Verlag, Stuttgart, 1971.
7. *Oláh, J.*: Felületaktív (tenzid) anyagok, In: *Öllös, G., Oláh, J., Sujbert, L.*: Természetes és antropogén szerves anyagok, Közlekedési Dokumentációs Kft., Budapest, 2006, pp. 362-376.
8. *Borneff, J., Knorr, R.*: Kanzerogene Substanzen im Wasser und Boden
9. *Arch. Hyg.* 1960.144. 249.
10. *Borneff J.*: Schadstoffe im Wasser: Herkunft, Beurteilung, Beseitigung,
11. *Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B.* 1971.155. 220.
12. *10 Borneff J.*: Metalle und Metalloide im Wasser.
13. *Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B.* 1971. 155. 220.
14. *Sujbert L.*: Nehézfémetek mozgékonyosságának vizsgálata talajmodellben tenzidek hatására, In: *Berényi, D.* (szerk.): Fizikai módszerek az emberi környezet kutatásában és védelmében, Atomenergia és magkutató újabb eredményei,
15. 1987. pp. 267-277, Akadémiai Kiadó, Budapest,
16. *Hanschmann, G., Sohr, H.*: Zur Toxizität und Spurenanalyse von Tensiden in Wasser *Acta hydrochim. et Hydrobiol.* 1983. 11. 497.
17. *Kavilock, R.J., Dastoin, G.P.: et al.*: Research need for the risk assessment of health and environmental effects of endocrine disruptors. A Report of the U.S.A-EPA sponsored workshop. *Environmental Health Perspectives V.* 1996. 104. 8. Suppl. 4,
18. *Liarska-Bizujovic, E., Miksch, K., Malachowszka-Jutsz, Akalja, J.*: Acute toxicity and genotoxicity of five selected anionic and nonionic surfactants.
19. *Hemosphäre* 2005. 58. 1249-1253,
20. *Hohenblum, Ph., Scharf, S., Lorbeer, G., et al.*: Monitoring auf Steroidhormone und ausgewählte xenoöstrogene in Österreich in Rahmen des Projektes ARCEM, UWSF-Z Umweltchem Ökotox 2002. 14 (2), 119-121,
21. *Miles-Richardson, S.R., Kramer, V.J. et al.* Effects of waterborne exposure of 17- β -estradiol on secondary sex characteristics and gonads of fathead mirrows (*Pimephales promelas*), *Aquatic Toxicology.* 1999. 47. 12-15.
22. *Fodor F., Lendvay J., Sujbert L., Dákay M.*: Adatok egy anionaktív detergens alapanyag toxicitásához és metabolizálásához

23. Egészségtudomány, 1978. 22, 269-276,

PROF. LÁSZLÓ SUJBERT

Tel: 36-1-370-9082

Tensides in human environment and interactions between tensides and the human oecological system

Abstract: Tensides are environmental pollutants. In the human environment they are transported and migrated. Tensides have specific physical, chemical, biological, microbiological, toxicological, and oecotoxicological features. They are indicators of pollution in surface and drinking water. Tensides in water can also transport and solubilise other pollutants, e.g. mineral oil, heavy metals, and polycyclic hydrocarbons. Metabolites of tensides have adverse effects, as well. For example, the nonylphenol, one of the metabolites of nonionic tensides can be xenoestrogen, according to an opinion.

Keywords: Tensides, xenobiotics, fate of pollution, physical, chemical, biological interactions, metabolism, biodegradation, toxic effects, nonylphenol-metabolite, endocrine disruptors, xenoestrogens, „mimic”, secondary oestrogens.
