

Environmentálne výzvy farmaceutík: Perzistencia a akumulácia v ekosystémoch

Liečivá sa široko používajú nielen v humánnej a veterinárnej medicíne, ale aj ako aditíva v krmivách pre hospodárske zvieratá. Vzhľadom na ich vysokú biologickú účinnosť aj pri veľmi nízkych koncentráciách, pretrvávajú tieto špecifické kontaminanty v stopových množstvách v životnom prostredí. Podobne ako pesticídy, aj liečivá majú schopnosť bioakumulácie v rôznych zložkách ekosystému. Keďže bežné čistiarne odpadových vôd nedokážu tieto látky účinne odstrániť, prenikajú do životného prostredia, vrátane povrchových a podzemných vôd, a môžu tiež kontaminovať zdroje pitnej vody.



Obrázok 1: Ilustračná fotografia

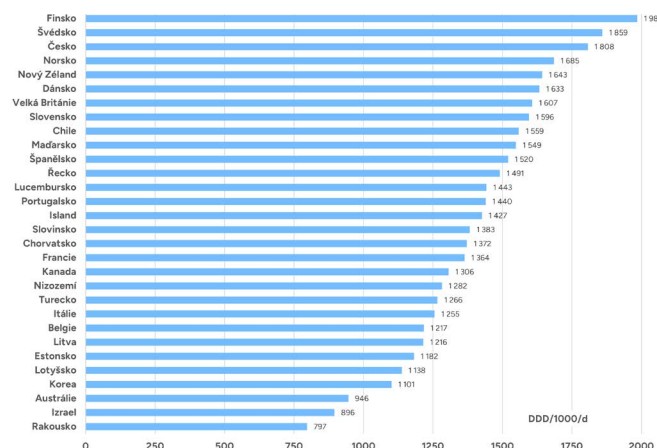
Liečivá ako „nové“ pesticídy...

Farmaceutické výrobky tvoria veľkú a chemicky rôznorodú skupinu látok, ktorá sa neustále rozširuje. Sú charakterizované širokou škálou klinických účinkov a masovým používaním, často nadmerným, v humánnej a veterinárnej medicíne. Z hľadiska životného prostredia sú klasifikované ako organické mikropolutanty, pretože sa vo vodách vyskytujú v nízkych koncentráciách (v rozmedzí ng/l až µg/l). Verejnosť aj odborníkov znepokojujú nielen negatívne dopady na prírodné ekosystémy, ale aj ich prítomnosť v pitnej vode a súvisiaci vplyv na ľudské zdravie. Dôležitý je aj ich významný podiel na vzniku antimikrobiálnej rezistencie (AMR), ktorá výrazne komplikuje liečbu infekčných ochorení a predstavuje náročnú výzvu pre súčasnú aj budúcu medicínu.

Liečivá sa môžu do životného prostredia dostať rôznymi spôsobmi. Jedným z hlavných zdrojov kontaminácie sú odpadové vody z domácností a zo zdravotníckych či sociálnych zariadení, ktoré obsahujú ľudský moč, fekálie, ale aj nespotrebované alebo exspirované lieky. Ďalším významným znečisťujúcim faktorom sú odpadové vody z farmaceutického priemyslu.

Čistiarne odpadových vôd (ČOV) tak v konečnom dôsledku samy prispievajú ku kontaminácii životného prostredia, pretože nie sú schopné účinne eliminovať liečivá, ktoré sa ďalej šíria v prírode [1].

Dochádza k tomu prostredníctvom vyčistených odpadových vôd vypúšťaných do povrchových vôd a kalov z čističiek odpadových vôd používaných ako hnojivo. Významný podiel má aj živočíšna výroba, keďže hospodárske zvieratá vylučujú liečivá močom a výkalmi, čo vedie ku kontaminácii prostredníctvom akvakultúry, pastvy a aplikácie maštalného hnoja na poľnohospodársku pôdu. Liečivá sa do životného prostredia dostávajú ako v nezmenenej, tak aj v metabolizovanej forme – tá vzniká premenou látok v tele na pohyblivejšie, viac polárne zlúčeniny.



Obrázok 2: Ilustratívny prehľad spotreby humánnych liekov a ich medzinárodné porovnanie zahŕňajúce 29 členských krajín Organizácie pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD) a Chorvátsko, ktoré pravidelne poskytujú údaje. Údaje zohľadňujú počet obyvateľov. (Skratka DDD/1000/d = Definovaná denná dávka na 1000 obyvateľov za deň)

Európska legislatíva

Právne predpisy upravujúce kvalitu rôznych typov vôd postupne zaraďujú liečivá do svojich platných dokumentov, a to na európskej aj regionálnej úrovni. V súvislosti s komunálnymi odpadovými vodami bol predložený návrh prepracovanej smernice, ktorá sa zaoberá ich čistením, čím sa legislatívny proces v tomto prípade blíži k záveru. Členské štáty budú mať po novom povinnosť zabezpečiť monitorovanie antimikrobiálnej rezistencie (v aglomeráciách so 100 000 a viac ekvivalentnými obyvateľmi) a odstránenie čo najširšieho spektra mikropolutantov, predovšetkým liečiv (do konca roku 2045 na všetkých ČOV s kapacitou 150 000 a viac ekvivalentných obyvateľov). Pre posúdenie, či sa dosiahlo požadované minimálne percento odstránenia (80 %), bude potrebné monitorovať 12 parametrov rozdelených do dvoch kategórií, pričom ide takmer výlučne o liečivá. Relevantné zlúčeniny sú uvedené v Tabuľke 1.

Tabuľka 1: Liečivá, ktoré sú zahrnuté v určených európskych legislatívnych dokumentoch a odporúčaniach

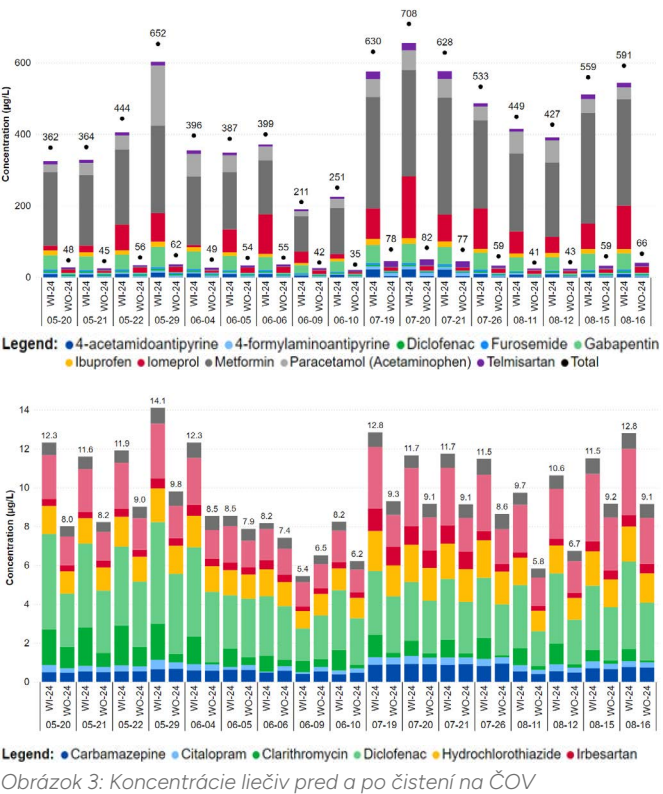
	VODA			
	Odpadná [2]	Povrchová [3]	Podzemná [3]	Pitná [4]
ANTIBIOTIKÁ				
Azithromycín		×		
Erythromycín		×		
Clarithromycín	×	×		
Sulfamethoxazol			×	
ANTIDEPRESÍVA				
Citalopram	×			
Venlafaxín	×			
ANTIEPILEPTIKÉ				
Karbamazepín	×	×	×	
Primidon			×	
BETA BLOKÁTORY				
Metoprolol	×			
DIURETIKA				
Hydrochlorothiazid	×			
NESTEROIDNÉ PROTIZÁPALOVÉ A ANTIREUMATICKÉ LIEKY				
Diclofenak	×	×		
Ibuprofén		×		
POHLAVNÉ HORMÓNY				
17-alpha-ethinylestradiol		×		
17-beta-estradiol		×		×
Estron		×		
PSYCHOLEPTIKA				
Amisulprid	×			
LÁTKY PÔSOBIACE NA SYSTÉM RENÍN-ANGIOTENZÍN				
Irbesartan	×			
Kandesartan	×			

Odkaz

- [1] DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.10.100
- [2] European Parliament legislative resolution: Document P9_TA(2024)0222
- [3] Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council: Document 52022PC0540
- [4] Commission Implementing Decision (EU) 2022/679: Document 32022D0679

Liečivá v čistiarnach odpadových vôd

V laboratóriách spoločnosti ALS sa v rámci výskumných projektov testovala miera odstraňovania farmaceutických látok pomocou konvenčného mechanicko-biologického čistenia odpadových vôd. Tento proces sa používa v bežných komunálnych čistiarnach. Získané výsledky sú znázornené v grafoch na Obrázku 3. Obrázok 3a) sa zameriava na najčastejšie zistené farmaceutické látky v najvyšších koncentráciách. Miera eliminácie v tomto prípade dosahuje 80 - 90 %. Na obrázku 3b) sú znázornené liečivá navrhnuté príslušnou smernicou EÚ na monitorovanie. Z grafu je zrejmé, že miera odstránenia týchto analytov je výrazne nižšia, v priemere iba približne 20 %, čo zdôrazňuje nevyhnutnosť ich sledovania.



Súčasný moderný inštrumentálny techniky už však umožňujú selektívne a vysoko citlivé multireziduálne stanovenie rozsiahleho spektra pôvodných materských liečiv a ich metabolitov a to na veľmi nízkych koncentračných úrovniach. Laboratóriá ALS vyvinuli a akreditovali multireziduálnu metódu na stanovenie viac ako 100 rôznych liečiv v rôznych typoch vôd. Všetky naše analytické metódy využívajú na stanovenie liečiv techniku LC/MS/MS, ktorá poskytuje vysokú citlivosť, selektivitu a presnosť, čo umožňuje stanovenie cieľových zlúčenín pri veľmi nízkych limitoch, nevyhnutných pre reziduálnu analýzu.



KONTAKTUJTE našich
EXPERTOV