Léčiva ve vodách

Zbytky léčiv (např. analgetik, antidepresiv, hormonální antikoncepce, antibiotik) v odpadních vodách jsou stále větší problém. V dnešní době patří k nejčastěji detekovaným kontaminantům v povrchových vodách. Výskyt těchto kontaminantů může představovat riziko pro zdraví člověka i vodní ekosystémy.

Úloha 1:
Čím může být způsoben nárůst spotřeby antidepresiv v České republice?

Úloha 2:
Vědci zkoumali společné účinky složek antidepresiv, které jsou často detekovány v odpadních vodách, na růst sladkovodní zelené řasy Raphidocelis subcapitata. Určité složky antidepresiv totiž růst této sladkovodní řasy inhibují, to znamená, že proces růstu zpomalují či zastavují. Stupeň inhibice růstu řasy je vyjádřený v procentech a označuje se IC_x. Index určuje, kolik dané látky musíme přidat, aby byl růst pozastaven z určité části, která je vyjádřená v procentech (x %). Například IC_{10} tedy znamená, že růst řasy je omezen z 10 %. Konkrétní hodnoty IC_x jsou zaznamenány v tabulce níže.

složky antidepresiv	**koncentrace (μg/dm³) antidepresiv pro inhibici vedoucí k x % inhibici (IC_x)**				
	IC_5	IC_{10}	IC_{20}	IC_{50}	IC_{80}
Fluvoxamin	237,3	340,9	505,0	988,7	1935,7
Fluoxetin	68,6	90,4	121,8	202,9	338,2
Sertralin	58,4	74,3	96,4	150,7	235,6
Paroxetin	227,1	293,9	388,9	627,6	1012,8
Duloxetin	68,8	105,8	168,7	374,7	832,0
Venlafaxin	$5{,}7 \cdot 10^3$	$9{,}8 \cdot 10^3$	$17{,}4 \cdot 10^3$	$47{,}6 \cdot 10^3$	$132{,}4 \cdot 10^3$
Clomipramin	95,4	141,8	218,1	455,5	951,1
Amitritylin	211,6	288,3	403,7	714,9	1268,0
Citalopram	405,9	727,2	1369,4	4039,8	11918,4

Z naměřených hodnot v tabulce vyvoďte, které z tvrzení platí (může být více než jedna správná odpověď)**:**

a) S rostoucí koncentrací složek antidperesiv klesá stupeň inhibice růstu řasy *Raphidocelis subcapitata*.
b) S rostoucí koncentrací složek antidperesiv roste stupeň inhibice růstu řasy *Raphidocelis subcapitata*.
c) S klesající koncentrací složek antidperesiv klesá stupeň inhibice růstu řasy *Raphidocelis subcapitata*.
d) S klesající koncentrací složek antidperesiv roste stupeň inhibice růstu řasy *Raphidocelis subcapitata*.

Úloha 3:

Analýza odpadních vod ve vzorku škol

„Epidemiologický přístup k odpadním vodám (WBE, wastewater based epidemiology) je dlouhodobě využíván pro monitoring spotřeby drog především v městských oblastech. V Praze byl uskutečněn projekt na zjištění užívání drog ve čtyřech vybraných pražských školách (dvě základní školy a dvě gymnázia).

V projektu byly monitorovány nelegální drogy (marihuana, metamfetamin, amfetamin, kokain, a extáze), a také legálních drogy (nikotin a jeho metabolity). Sledován byl i výskyt efedrinu.“

1)K čemu nám toto testování může být užitečné?

„V rámci projekty byly odebírány bodové vzorky v době před začátkem vyučování od 7:30 do 8:05 a v době tzv. velké přestávky, tj. od 9:30 do 10:00, ev. 10:30 – 11:00. Pozitivní nálezy byly zjištěny u tetrahydrokanabinolu (THC), efedrinu, metamfetaminu a metabolitů nikotinu.

Extáze (MDMA) se nevyskytovala v žádném vzorku, stejně jako kokain a jeho hlavní humánní metabolit.

Metamfetamin (pervitin) byl nalezen celkem ve čtyřech vzorcích, a to v jednotkách až desítkách ng/l. Amfetamin se také nevyskytoval v žádném z analyzovaných vzorků, což zcela odpovídá tomu, že amfetamin je v České republice (z pohledu analýzy odpadních vod) uvažován jako metabolit metamfetaminu a při nalezených koncentracích metamfetaminu je jeho organismem vyloučené množství pod mezí hodnoty, kterou lze použitou metodou zjistit.

Metabolity legální drogy nikotinu byly nalezeny téměř ve všech sledovaných vzorcích.

Celkem v pěti vzorcích odpadní vody byl stanoven efedrin. Efedrin je prekurzorem pro výrobu pervitinu, ale je také součástí přípravků proti chřipce a kašli, neboť uvolňuje dýchací cesty a ulevuje příznakům chřipky. Používá se také pro zlepšení fyzických schopností sportovců.“

2)Dá se z výsledků tohoto testování obecně popsat, jaké je užívání drog v mladé populaci mezi 6-15 lety? Vyberte správná tvrzení.
Pozn.: může být více správných odpovědí.

a) Ano, v testovaném vzorku byly jak základní, tak gymnázia.
b) Ano, protože proběhlo více odběrů.
c) Ne, protože 4 školy jsou poměrně malý vzorek.
d) Ne, protože vzorek testovaných škol je pouze z Prahy.
e) Ne, protože nebyl prokázán výskyt všech testovaných látek.

3) Rozhodněte, zda následující tvrzení vyplývají z výše uvedeného textu, či nikoliv, a zaškrtněte správnou možnost.

	Ano	Ne
Na nálezy metabolitů nikotinu může mít vliv jeho užívání zaměstnanci školy.		
V některých vzorcích se našel metabolit Extáze (MDMA).		
Přestože součástí školy, kde byly naměřeny nejvyšší koncentrace efedrinu, je i veřejné fitness centrum, tak lze vliv návštěvníku na tuto vysokou koncentraci efedrinu vyloučit.		
Efedrin je v kombinaci s kofeinem vysoce toxický.		
Jedinci, kteří zapříčinili vysoké koncentrace efedrinu ve vzorcích, jsou jen ti, kteří jsou závislí na pervitinu.		
Amfetamin se ve skutečnosti v jisté velmi malé koncentraci ve vzorcích vyskytoval, nicméně jej nebylo možné použitím dané měřící metody stanovit.		
Pervitin lze využít v lékařem stanovené dávce jako lék proti chřipce a kašli.		

Úloha 4

Čistírny odpadních vod (ČOV)

Odpadními vodami se mohou léčiva či jejich metabolity (produkty metabolismu těchto léčiv) a i jiné potenciálně škodlivé látky dostávat do vodního ekosystému. Proto se odpadní vody čistí v čističkách odpadních vod – ČOV. Při tomto procesu čištění je odpadní voda zbavena i léčiv či jejich metabolitů. Efektivita čištění však není dokonalá, takže ne vše lze z odpadní vody odstranit. Proto se i tak do vodních ekosystémů dostávají zbytky různých léčiv a jiných toxických látek.

Během čištění odpadních vod probíhají tři fáze – fyzikální, chemická a biologická.

Při fyzikálním čištění dochází k čištění v nádržích mechanicky nebo usazováním. Chemická fáze čištění využívá k odstranění nečistot chemických látek. Dochází při něm k řadě reakcí, mezi které patří například neutralizace, oxidace, redukce a srážení, které vede k odstraňování vodního kalu. Biologické čištění se provádí pomocí mikroorganismů (např. bakterií či hub), a to buď za přístupu kyslíku nebo bez přístupu kyslíku.

Při chemickém čištění se mohou využívat následující reakce. Přiřaďte k těmto konkrétním reakcím jejich typ uvedený v textu.

1) $2\ NH_3 + 3\ O_2 \rightarrow 2\ NO_2^- + 2\ H^+ + 2\ H_2O$
2) $Al_2(SO_4)_3\ (s) + PO_4^{3-}\ (aq) \rightarrow AlPO_4\ (s)$
3) $CaCO_3 + 2\ H^+ \rightarrow Ca^{2+} + H_2O + CO_2$

a) vytěsňování
b) oxidačně-redukční reakce
c) srážení